

Федеральная служба по экологическому,
технологическому и атомному надзору

Серия 28
Неразрушающий контроль

Выпуск 6

**ГОСУДАРСТВЕННЫЕ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ
СТАНДАРТЫ В ОБЛАСТИ
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

ЧАСТЬ 4

**СТАНДАРТЫ ИСО И ЕВРОПЕЙСКИЕ СТАНДАРТЫ
НА ВИДЫ И МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО
КОНТРОЛЯ, КВАЛИФИКАЦИЮ
И СЕРТИФИКАЦИЮ ПЕРСОНАЛА,
ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ КОНТРОЛЯ**

Сборник документов

Москва
НТЦ «Промышленная безопасность»
2005

Ответственные составители:

В.С. Котельников, Н.Н. Коновалов, В.П. Шевченко, В.В. Горбачёв, В.С. Михалёв

Г72

Государственные и международные стандарты в области неразрушающего контроля. Часть 4. Стандарты ИСО и европейские стандарты на виды и методы неразрушающего контроля, квалификацию и сертификацию персонала, требования к средствам контроля: Сборник документов. Серия 28. Выпуск 6 / Колл. авт. — М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2005. — 204 с.

ISBN 5–93586–377–4.

В Сборник включены государственные и международные стандарты в области неразрушающего контроля материалов и изделий. В четвертой части Сборника приведены стандарты ИСО и европейские стандарты на виды и методы неразрушающего контроля, квалификацию персонала по неразрушающему контролю, уровни качества и приемки сварных соединений, а также на технические требования к средствам контроля.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России» (ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность») — официальный издатель и распространитель нормативных актов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14.12.04 № 297)

ISBN 5-93586-377-4



© Оформление. Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2005

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ	6
ISO 1106/1–1984(E). Рекомендуемая методика радиографического контроля сварных соединений, выполненных сваркой плавлением. Часть 1. Стыковые сварные соединения стальных листов толщиной до 50 мм, выполненные сваркой плавлением	6
ISO 1106/2–1985(E). Рекомендуемая методика радиографического контроля сварных соединений, выполненных сваркой плавлением. Часть 2. Стыковые сварные соединения стальных листов толщиной свыше 50 и до 200 мм включительно, выполненные сваркой плавлением	16
ISO 1106/3–1984(E). Рекомендуемая методика радиографического контроля сварных соединений, выполненных сваркой плавлением. Часть 3. Кольцевые соединения сварных швов стальных труб с толщиной стенки до 50 мм, выполненные сваркой плавлением	23
ISO 2400–72(A). Стальные сварные швы. Стандартный блок для калибровки оборудования для ультразвукового контроля	38
ISO 2954–1975. Механическая вибрация машин с вращательно-поступательным движением. Требования к приборам для измерения интенсивности вибрации	40
ISO 5817–1992(E) (EN 25817). Стальные соединения, выполненные дуговой сваркой. Руководство по определению уровней качества стальных сварных соединений в зависимости от дефектов шва	47
ISO 11484–1994. Трубы стальные напорные. Квалификация и аттестация персонала в области неразрушающего контроля	53
ЕВРОПЕЙСКИЕ СТАНДАРТЫ	69
EN 444:1994. Неразрушающий контроль. Принципы радиографического метода контроля металлов рентгеновским и гамма-излучением	69
EN 462-3:1997. Неразрушающий контроль. Качество изображения радиографических снимков. Часть 3. Классы качества изображения	75
EN 462-4:1994. Неразрушающий контроль. Качество изображения радиографических снимков. Часть 4. Экспертное определение индекса качества изображения и таблиц качества изображения	81
EN 473:2000. Квалификация и сертификация персонала неразрушающего контроля	84
EN 571-1:1997. Неразрушающий контроль. Капиллярный контроль. Часть 1. Общие принципы	108
EN 970:1997. Неразрушающий контроль сварных швов, выполненных сваркой плавлением. Визуальный контроль	118
EN 1289:1998. Неразрушающий контроль сварных соединений. Капиллярный контроль сварных соединений. Уровни приемки	123
EN 1290:1998. Неразрушающий контроль сварных соединений. Магнитопорошковый контроль сварных соединений	127
EN 1291:1998. Неразрушающий контроль сварных соединений. Магнитопорошковый контроль сварных соединений. Уровни приемки	134
EN 1435:1997. Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль соединений, выполненных сваркой плавлением	137
EN 1712:1997. Неразрушающий контроль сварных швов. Ультразвуковой контроль сварных соединений. Уровни приемки	152
EN 1713:1998. Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Характеристика индикаций дефектов сварных швов	160
EN 1714:1998. Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль сварных соединений	173

EN 12062:1997. Неразрушающий контроль сварных конструкций. Общие правила для металлических материалов. Уровни приемки	188
EN 12517:1998. Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль сварных соединений. Уровни приемки.....	191
EN 13018:2001. Неразрушающий контроль. Визуальный контроль. Часть 1. Общие принципы	193
EN 27963:1992. Стальные сварные соединения. Калибровочный блок № 2 для ультразвукового контроля сварных соединений	198

ВВЕДЕНИЕ

Важным элементом обеспечения качества работ на опасных производственных объектах является нормативное и методическое обеспечение работ по неразрушающему контролю, в том числе документами в области стандартизации. В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» к документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации, относятся:

- национальные стандарты*;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- применяемые в установленном порядке классификации общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты организаций.

Сборник (в четырех частях) включает государственные и международные стандарты, которые устанавливают классификацию видов и методов неразрушающего контроля, области их применения, требования к дефектоскопическим материалам, аппаратуре, чувствительности контроля, технологической последовательности выполнения операций, требования к качеству и дефектности объектов контроля, обработке и оформлению результатов контроля и требования безопасности.

В первой части Сборника приведены государственные стандарты на термины, определения, классификацию неразрушающего контроля и дефектности.

Во второй части Сборника приведены государственные стандарты на термины, определения, классификацию акустического контроля и контроля проникающими веществами, а также на технические требования к средствам по этим видам контроля.

В третьей части Сборника приведены государственные стандарты на термины, определения, классификацию радиационного, магнитного, вихретокового, вибродиагностического, электрического, теплового, оптического контроля, а также на технические требования к средствам по этим видам контроля.

В четвертую часть Сборника включены стандарты ИСО и европейские стандарты на классификацию видов и методов неразрушающего контроля, квалификацию персонала по неразрушающему контролю, уровни качества и приемки сварных соединений, а также на технические требования к средствам контроля.

Издание предназначено для специалистов, занимающихся неразрушающим контролем технических устройств, оборудования и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах.

* В соответствии с постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 30 января 2004 года № 4 национальными стандартами признаются государственные и межгосударственные стандарты, принятые Госстандартом России до 1 июля 2003 года.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ**М Е Ж Д У Н А Р О Д Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т****INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
ORGANIZATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION
МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ****РЕКОМЕНДУЕМАЯ МЕТОДИКА
РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРКОЙ
ПЛАВЛЕНИЕМ****ЧАСТЬ 1. СТЫКОВЫЕ СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ
ТОЛЩИНОЙ ДО 50 ММ, ВЫПОЛНЕННЫЕ СВАРКОЙ ПЛАВЛЕНИЕМ****RECOMMENDED PRACTICE FOR RADIOGRAPHIC EXAMINATION OF
FUSION WELDED JOINTS****PART 1. FUSION WELDED BUTT JOINTS IN STEEL PLATES UP TO 50 MM THICK****ISO
1106/1–
1984(E)****ВВЕДЕНИЕ**

Обнаружение дефектов в промышленном изделии, выполняемое вследствие скрытности рентгенографическим или гаммаграфическим методами (последний — источником ионизирующего излучения на базе радиоактивного изотопа), зависит от особенностей использования этих методов.

Поскольку качество результирующей рентгеногаммаграммы не может быть обеспечено индикатором качества изображения (ИКИ), когда подобный используется в работе, данная часть стандарта ИСО 1106 указывает методы, необходимые для получения сравнимых рентгеногаммаграмм от различных источников (см. п. 6.7).

Эта часть стандарта ИСО 1106 призвана обеспечить более единообразные приемы практического контроля и тем самым упростить последующий анализ рентгеногаммаграмм и их расшифровку.

1. НАЗНАЧЕНИЕ СТАНДАРТА

Данная часть стандарта ИСО 1106 специально уточняет общие методы радиографического контроля сварных швов в целях достижения удовлетворительных результатов контроля с учетом экономических факторов. Эти методы основываются на общепринятой практике и фундаментальной теории радиационного контроля.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая часть стандарта ИСО 1106 распространяется на радиографический контроль сварных соединений стальных листов, выполненных сваркой плавлением, толщиной до 50 мм.

Эта часть стандарта не задает каких-либо радиографических критериев приемки сварных швов от исполнителя, а посвящена лишь используемым в качестве рекомендуемых радиографическим методам контроля.

Во многих случаях описанные методы применимы также к сталям толщиной более 50 мм, однако методы, подлежащие использованию для сталей толщиной от 50 до 200 мм, отдельно описаны в части 2 стандарта ИСО 1106.

Примечание. Значения показаний индикатора качества изображения (ИКИ) для различных типов сварных структур не входят в объем данной части стандарта ИСО 1106. Однако если описанные здесь методы используются правильно, то должно быть возможным получить без затруднений значения ИКИ, приведенные в стандарте ИСО 2504 как минимальные требования.

3. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СТАНДАРТЫ ИСО И ПУБЛИКАЦИЯ МКРЗ)

ИСО 1027. Радиографические индикаторы качества изображения для неразрушающего контроля. Принципы и выявления.

ИСО 1106/2. Рекомендуемая методика радиографического контроля сварных соединений, выполненных сваркой плавлением. Часть 2. Стыковые сварные соединения стальных листов толщиной свыше 50 и до 200 мм включительно, выполненные сваркой плавлением.

ИСО 2504. Радиология сварных швов и условия просмотра для пленок. Использование рекомендуемых моделей индикаторов качества изображения (ИКИ).

ИСО 5576. Промышленная радиология. Неразрушающий контроль. Словарь.

ИСО 5579. Неразрушающий контроль — радиографический контроль металлических материалов рентгеновскими и гамма-лучами. Основные правила.

ИСО 5580. Неразрушающий контроль — промышленные радиографические светоблоки. Минимальные требования.

ИСО 7004. Фотография — промышленная рентгеновская пленка. Определение скорости по ИСО и среднего градиента по ИСО при экспонировании на рентгеновских лучах и гамма-излучении.

МКРЗ. Публикация 9. Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ = ICRP — International Commission on Radiological Protection).

4. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Для целей настоящей части стандарта ИСО 1106 применяются определения, приведенные в стандарте ИСО 5576.

5. КЛАССИФИКАЦИЯ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Радиографические методы подразделяются на два класса:

класс А: общие методы для рентгеновского и гамма-контроля;

класс В: методы для рентгеновского и гамма-контроля с большей чувствительностью в обнаружении дефектов.

Большинство применений охватывается использованием методов класса А. Методы класса В предназначаются для более важных и трудных задач, где методы класса А могут оказаться недостаточно чувствительными, чтобы выявить все дефекты, которые желательно обнаружить. Класс В включает методы, при которых используются только мелкозернистые пленки и свинцовые экраны, поэтому они требуют более длительного экспонирования.

Дальнейшие подробности даны в разд. 7, в особенности должен быть отмечен последний абзац п. 7.8.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

6.1. Защита от ионизирующих излучений

Предупреждение. Воздействие на любую часть человеческого тела рентгеновских или гамма-лучей может быть очень вредным для здоровья. Там, где используются рентгеновские аппараты или радиоактивные источники, должны быть приняты достаточные меры предосторожности для защиты оператора-радиографа и любого другого лица вблизи работающих аппаратов и источников.

Имеющие силу местные или общегосударственные требования по технике безопасности в отношении рентгеновских и гамма-лучей должны строго соблюдаться.

При отсутствии таких нормативных указаний следует обратиться к Публикации 9 МКРЗ.

6.2. Подготовка поверхности

Для того чтобы упростить расшифровку рентгеногаммаграмм, рекомендуется удалить неровности поверхности перед их получением. В большинстве случаев подготовка поверхности не нужна для проведения радиографического контроля, но там, где неровности поверхности могли бы вызвать трудности в выявлении внутренних дефектов, поверхность должна быть зачищена до ровной.

6.3. Положение шва на рентгеногаммаграмме

Маркеры, обычно в виде направляющих стрелок или других символов, должны наноситься с каждой стороны шва, чтобы его место на снимке легко распознавалось. Это может быть излишним, если сохранено усиление сварного шва.

6.4. Идентификация рентгеногаммаграмм

Буквы или символы — определители снимка должны быть соотнесены с каждым участком просвечиваемого шва. Изображения этих ключевых букв-меток должны быть видны на рентгеногаммаграмме, чтобы гарантировать однозначное указание/опознание данного участка.

6.5. Маркировка

В общем случае постоянные маркировки на изделии создают базовые точки отсчета для точного определения позиции каждого рентгеновского и гаммарadiационного снимка. Там, где характер материала или его эксплуатационные условия делают простановку штампа невозможной, должны быть изысканы другие подходящие способы для разметки-трассировки снимков. Это может быть выполнено красящими метками или точным эскизированием.

6.6. Наложение пленок

При радиографировании протяженного сварного шва отдельными пленками последние должны быть наложены с перекрытием по меньшей мере 10 мм для гарантии того, что ни одна часть шва по его длине не осталась непроконтролированной.

6.7. Индикатор качества изображения

Индикатор качества изображения (ИКИ) мягкой стали того типа, который указан в спецификации стандарта ИСО 1027 и согласован между договорными сторонами, должен быть установлен на поверхность, обращенную к источнику излучения, и в зависимости от его модели вблизи или поперек сварного шва. Только в том случае, когда эта поверхность не имеет доступа, ИКИ ставится со стороны пленки. При этом ключевая буква «F» должна быть помещена вблизи ИКИ, и это должно быть отмечено в отчете о контроле, так как показания ИКИ в этих случаях будут различны. В этих случаях может оказаться необходимым выполнить специальные сравнительные экспо-

нирования с ИКИ в двух этих позициях. В отношении деталей рекомендуемых моделей ИКИ следует использовать стандарт ИСО 1027.

В отношении дальнейших подробностей следует обратиться к стандарту ИСО 2504.

7. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ РЕНТГЕНОГАММАГРАММ

7.1. Пленки и экраны

Используемые для класса А пленки (см. стандарты ИСО 5579 и ИСО 7004) должны быть по меньшей мере среднезернистыми, в то время как для класса В они должны быть по меньшей мере мелкозернистыми.

Для рентгеновских лучей и гамма-излучения от источника излучения иридий-192 передний и задний усиливающие экраны должны иметь как для класса А, так и для класса В толщину в пределах от 0,02 до 0,25 мм.

В общем случае при работе с рентгеновскими лучами более тонкие экраны позволяют выбирать более короткие выдержки при экспонировании.

Для напряжений рентгеновских источников ниже 120 кВ не нужен передний экран, хотя все же тонкий свинцовый экран иногда полезен для уменьшения рассеяния радиации.

Для гамма-излучения от источника кобальт-60 могут использоваться передний и задний экраны из меди, стали или других металлов и сплавов с низким атомным номером или свинец.

Для этих экранов толщина должна быть равна 0,2–0,5 мм.

В случаях, где используется метод двойной пленки, промежуточный экран должен также иметь толщину в указываемых выше пределах. Использование селеусиливающих экранов не рекомендуется, но если в силу неизбежных обстоятельств они применены, то экраны должны быть типа с «высоким разрешением» или четкостью. Их использование должно быть отмечено в отчете о контроле, поскольку в общем случае они вызывают потерю четкости в радиографическом изображении.

7.2. Кассеты

Пленки и экраны (если они используются) должны помещаться в кассетах, которые могут быть либо жесткими, либо гибкими. Ввиду трудности приобретения кассет с кривизной, совпадающей с профилем проверяемого образца, так, чтобы вся длина пленки находилась в тесном контакте со сварным швом, иногда необходимо использовать гибкие кассеты. Если последние используются в работе, то необходимо предпринять меры предосторожности, чтобы обеспечить хороший контакт «пленка—экран»; это может быть наилучшим образом достигнуто с помощью вакуум-упакованных пленок. Когда используются низковольтные рентгеновские источники, необходимо, чтобы передняя часть кассеты не вызывала избыточного поглощения рентгеновских лучей.

Этот подпункт не должен препятствовать применению предварительно упакованного отрезка пленки, выполненного как одно целое с усиливающими экранами.

7.3. Юстировка пучка

Пучок излучения должен быть направлен в середину обследуемого участка и должен быть перпендикулярен поверхности листа в этом месте, кроме этого некоторые особо выявляемые дефекты лучше обнаруживаются, как известно, при другой направленности пучка; подобные дефекты находятся на лицевой стороне оплавления, и тогда экспонирование должно быть осуществлено пучком, направленным вдоль стороны оплавления.

7.4. Перехват нежелательной и рассеиваемой радиации

Никакое обратно-рассеянное излучение не должно попадать на пленку. Чтобы добиться этого, пленку надо экранировать от такого излучения достаточной толщины свинцом, например, 1 мм или более, помещаемым за сборкой «пленка—экран».

Кроме того, чтобы снизить эффект внутренне-рассеянного излучения, должно быть предусмотрено достаточное маскирование для ограничения облучаемой площади контролируемого шва.

Примечание. В некоторых случаях при использовании излучения от источника гамма-излучения кобальт-60 между контролируемым изделием и пленкой может быть вставлен фильтр из свинца толщиной 2 мм. Этот фильтр может быть вне или внутри кассеты. Когда используются усиливающие экраны не из свинца, а из другого металла, этот фильтр, если это более удобно, может заменяться толстым передним контрастным экраном.

7.5. Расстояние «источник—пленка»

Расстояние между пленкой и поверхностью сварного шва должно быть как можно меньше. Минимальное расстояние «источник—контролируемое изделие» d (то есть расстояние между источником излучения и поверхностью образца, обращенной к рентгеновской трубке или источнику гамма-излучения) зависит от эффективного размера фокального пятна f луча источника излучения и от расстояния b между пленкой и поверхностью изделия (которое обычно равно толщине изделия t).

Эффективный размер фокального пятна f определяется, как показано на рис. 1, по проецируемым изображениям фокального пятна*.

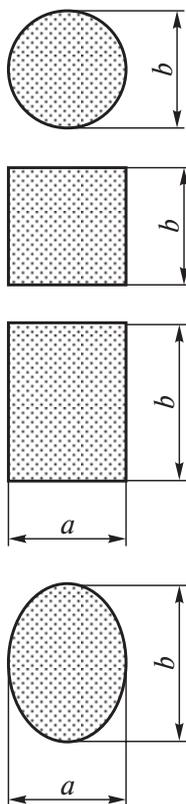


Рис. 1. Определение эффективного размера фокального пятна по проецируемым изображениям фокального пятна различной формы (эффективная ширина фокального пятна $f = (a + b)/2$)

* Это проецируемое изображение может быть получено, например, в соответствии с документом Международного института сварки «Рекомендации по определению размера фокального пятна рентгеновских трубок» (IIS/IIW/183/65), подготовленным совместно с Международным институтом по механическому напряжению (IIS).

Минимальное расстояние «источник–изделие» d должно выбираться так, чтобы отношение этого расстояния к эффективному размеру фокального пятна f , то есть d/f , не было ниже значения, задаваемого нижеследующими уравнениями:

для класса А

$$d/f = 7,5t^{2/3};$$

для класса В

$$d/f = 15t^{2/3}.$$

Эти соотношения представлены графически на рис. 2 и как номограмма на рис. 3.

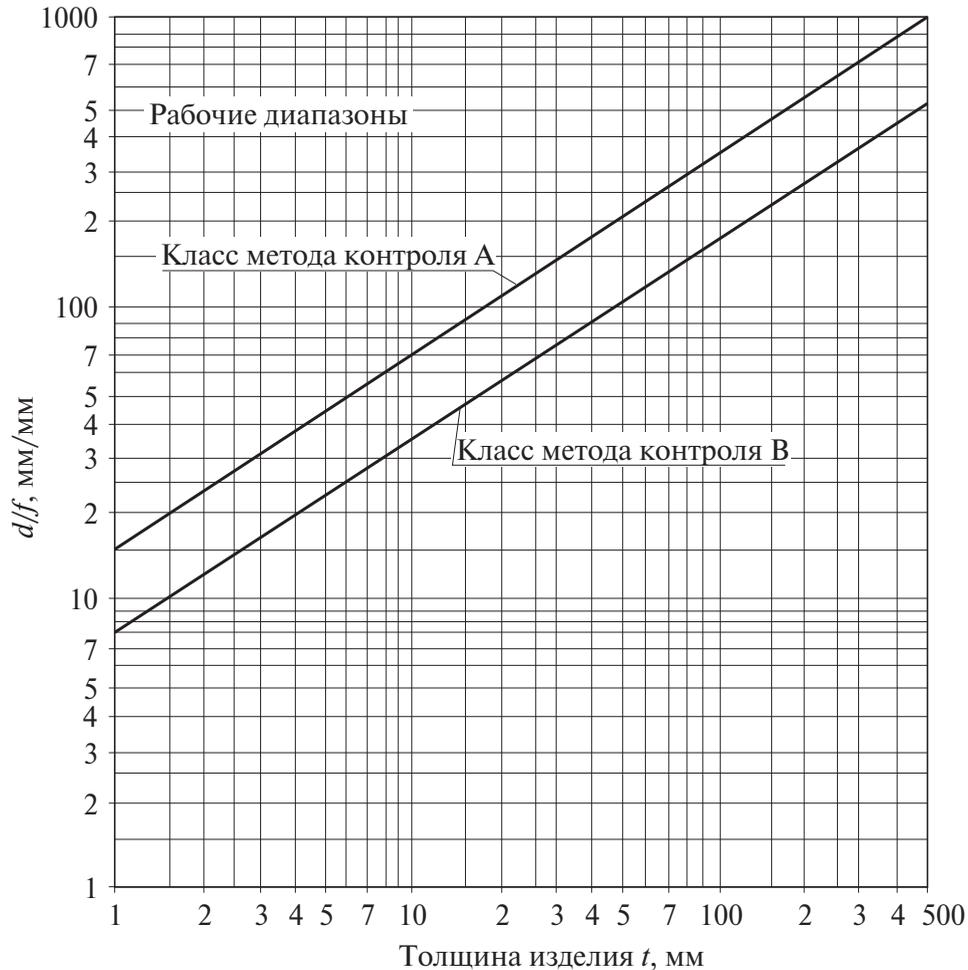


Рис. 2. Требуемые минимальные значения отношения d/f , построенные в зависимости от толщины изделия t : d — расстояние между источником излучения и поверхностью изделия, обращенной к источнику излучения; f — эффективный размер источника излучения (фокус); t — толщина изделия в направлении пучка излучения

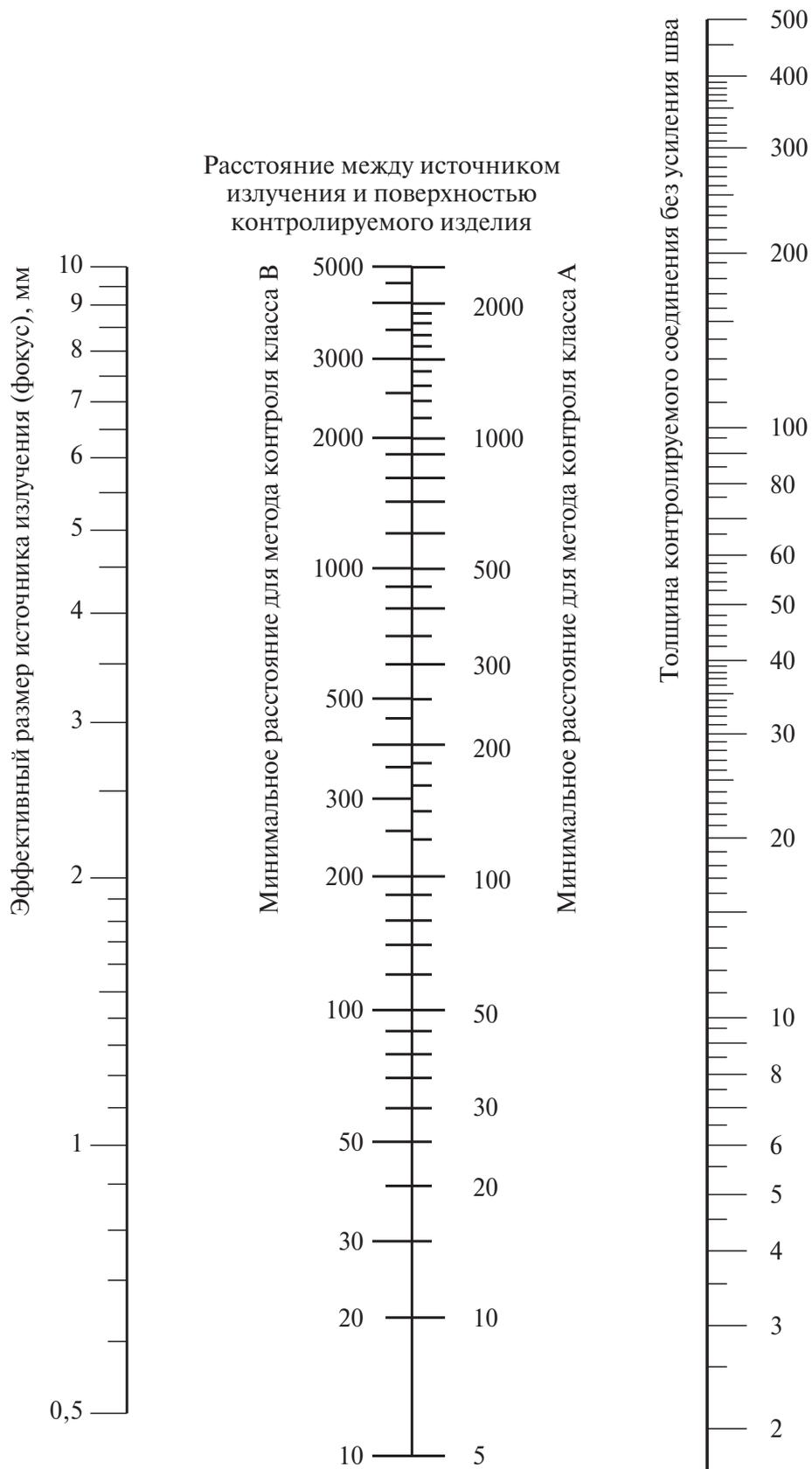


Рис. 3. Номограмма для определения минимального расстояния между источником излучения и поверхностью изделия по толщине изделия и эффективному размеру источника излучения

Если расстояние b между поверхностью контролируемого изделия и пленкой велико по сравнению с толщиной t на оси абсцисс (см. рис. 2) или на правой шкале (см. рис. 3), то t должно быть заменено на b .

7.6. Размер обследуемой площадки

Максимальная длина подвергаемого проверке сварного шва при каждом экспонировании должна определяться по разности между толщиной материала, проницаемого по центру пучка излучения, и толщиной его по краям пленки, измеренной в направлении пучка в этих точках. Разность в фотографической плотности, результирующая по этим изменениям толщины и отражаемая на пленке, должна дать в итоге значения плотности не ниже указанных в п. 7.7 и не выше разрешимых имеющимся проектором, делая возможным подходящее маскирование.

7.7. Фотографическая плотность рентгеногаммаграмм

Режимы экспозиции должны быть такими, чтобы фотографическая плотность рентгеногаммаграммы с бездефектного металла сварного шва в обследуемой области, включая плотность вуали, была больше, чем приведенная в табл. 1.

Таблица 1

Фотографическая плотность рентгеногаммаграмм

Класс метода контроля	Фотографическая плотность
А	1,7 или более*
В	2,0 или более

* Значение может быть снижено до 1,5 в случае специального согласования между договорными сторонами.

Повышенные фотографические плотности могут быть использованы с успехом там, где просмотровый свет достаточно яркий, чтобы провести адекватную интерпретацию/расшифровку снимка. Верхний предел плотности зависит от яркости имеющегося просмотрового экрана для пленки (проектора), и во всяком случае надо придерживаться стандарта ИСО 2504.

Меры маскирования нужны для снятия бликов от подсветки.

Чтобы избежать ненормально высоких плотностей вуали, получающихся от старения пленки, неподходящего проявления или температуры, плотность вуали должна время от времени контролироваться по неэкспонированному образцу, взятому с рабочей пленки и обработанному при тех же условиях, что и рабочая рентгеногаммаграмма. Плотность вуали не должна превышать 0,3.

Фотографическая плотность вуали определяется здесь как общая плотность (фотоэмульсия и основа) неэкспонированной пленки, прошедшей обработку.

7.8. Напряжение на рентгеновской трубке и источник гамма-лучей

Для поддержания хорошей чувствительности обнаружения дефектов напряжение рентгеновской трубки должно быть как можно ниже. В качестве базиса для выбора соответствующего напряжения не должны превышать максимальные значения, приведенные на рис. 4.

Для некоторых применений, где имеется изменение толщины по площади контролируемого изделия, может быть использована модификация этого метода с использованием немного повышенного напряжения (в любом случае приращение не должно составлять более 50 кВ), но надо заметить, что излишне высокое напряжение на трубке приведет к потере чувствительности обнаружения дефекта.

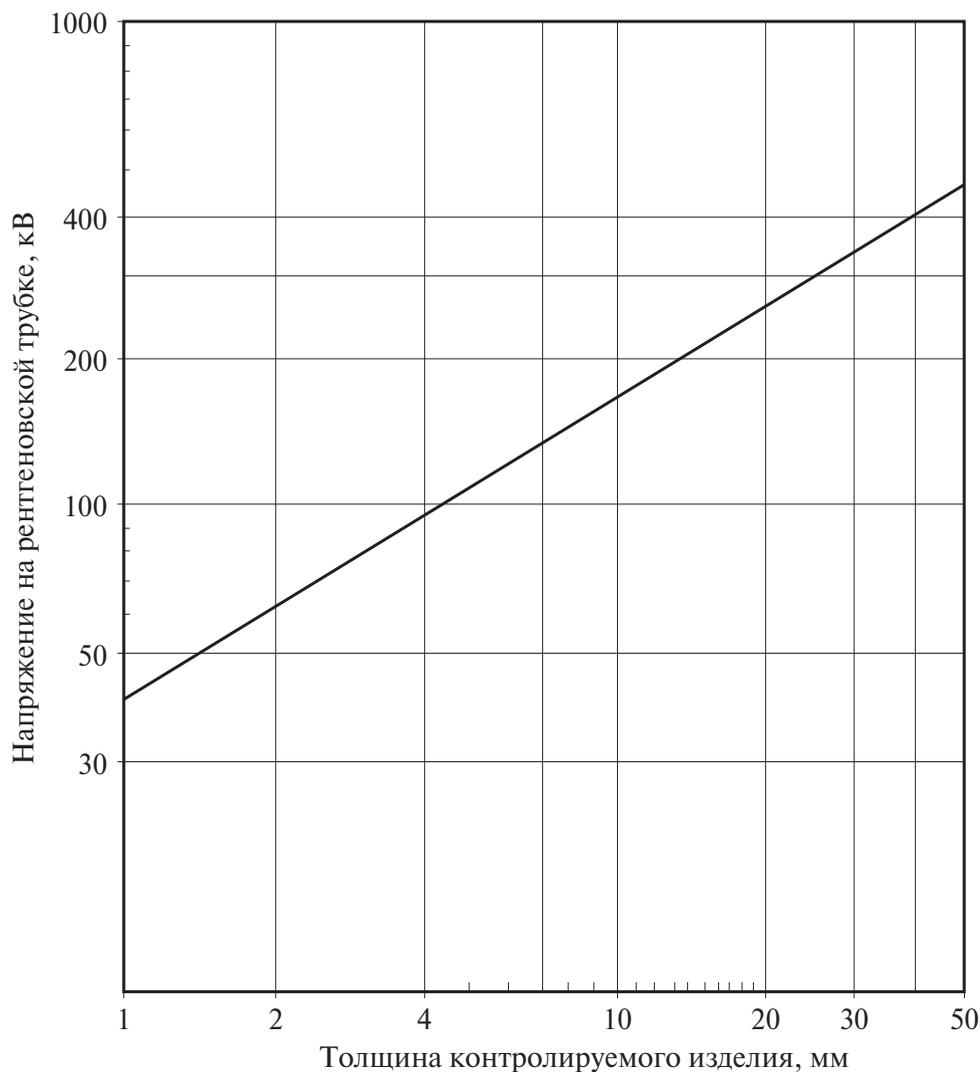


Рис. 4. Максимально допустимое напряжение на рентгеновской трубке

Источники гамма-излучения не должны использоваться на толщинах сварного шва ниже предельных значений, указанных в табл. 2.

Таблица 2

Минимальная толщина сварного шва для гамма-излучения

Класс метода контроля	Толщина сварного шва, мм	
	Иридий-192	Кобальт-60
A	20	40
B	40	

Нижний предел толщины для гамма-излучения иридия-192 может быть снижен в применениях, где использование рентгеновских лучей непрактично или применение гамма-излучения делает возможным более подходящую направленность пучка излучения. Это должно осуществляться только с предварительного одобрения договаривающихся сторон, но использование иридия-192 не рекомендуется для толщин сварных швов ниже 5 мм — для класса A или 10 мм — для класса B.

Следует отметить, что чувствительность обнаружения дефектов, получаемая с гамма-излучением, в целом ниже, чем с рентгеновскими лучами. Разница в чувствительности наибольшая на тонких сварных швах и становится менее заметной на более утолщенных их участках. На верхней границе толщины в данной части стандарта ИСО 1106 разница в достижимой чувствительности между методами рентгеновского и гамма-просвечивания может быть незначительной.

Поэтому использование гамма-излучения должно быть возможно в больших пределах ограничено теми прикладными применениями, где форма, толщина или доступность на практике сварных швов делают рентгенографический контроль непрактичным.

7.9. Обработка пленки

Пленки должны обрабатываться в соответствии с инструкциями завода-изготовителя. Особое внимание должно быть обращено на температуру и время проявления. Рентгеногаммаграфические снимки не должны иметь некачественных последствий обработки или других дефектов, которые мешали бы расшифровке снимка шва.

7.10. Просмотр снимков сварного шва

Рентгеногаммаграммы сварного шва должны просматриваться в затемненном помещении на диффузно освещенном экране, а освещенная площадь должна быть закрыта до минимума, требующегося для просмотра радиографического изображения. Яркость смотрового экрана должна регулироваться, что позволит удовлетворительно читать снимки. Для детальных указаний в отношении условий просмотра отснятой пленки следует учитывать стандарты ИСО 2504 и 5580.

8. ОТЧЕТ О КОНТРОЛЕ

По каждой рентгеногаммаграмме или их набору должна быть дана информация об используемом радиографическом методе и о любых других обстоятельствах специального характера, которые позволили бы лучше понимать результаты.

Отчет о контроле должен включать по меньшей мере следующие данные:

- а) тип рентгеновского оборудования, поданное напряжение и сила анодного тока (если применимо);
- б) характеристики радиоактивного источника (физическая природа, размеры, ядерная активность и т.д.) (если применимо);
- в) время экспонирования, тип пленки и экрана и расстояние мишень (источник) — изделие;
- г) система используемой маркировки;
- д) способ обработки пленки;
- е) геометрия сварного шва, толщина стенки и используемый способ сварки;
- ж) радиографическая геометрия, показывающая положение фокуса и пленки (эскиз);
- з) используемый индикатор качества изображения (ИКИ) и чувствительность снимка, полученного в соответствии со стандартом ИСО 2504;
- и) результаты расшифровки;
- к) любое отклонение, по согласованию или иного рода, от специфицированных методов;
- л) дата радиографического контроля, подпись контролера.

**РЕКОМЕНДУЕМАЯ МЕТОДИКА
РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРКОЙ
ПЛАВЛЕНИЕМ****ЧАСТЬ 2. СТЫКОВЫЕ СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ
ЛИСТОВ ТОЛЩИНОЙ СВЫШЕ 50 И ДО 200 ММ ВКЛЮЧИТЕЛЬНО,
ВЫПОЛНЕННЫЕ СВАРКОЙ ПЛАВЛЕНИЕМ**RECOMMENDED PRACTICE FOR RADIOGRAPHIC EXAMINATION OF
FUSION WELDED JOINTSPART 2. FUSION WELDED BUTT JOINTS IN STEEL PLATES THICKER THAN 50 MM AND
UP TO AND INCLUDING 200 MM IN THICKNESS**ISO
1106/2–
1985(E)****ВВЕДЕНИЕ**

Радиографические методы для контроля стыковых сварных соединений стальных листов толщиной меньше или равной 50 мм, выполненных сваркой плавлением, описаны в ISO 1106/1. Чтобы охватить сварные соединения стальных листов толщиной свыше 50 до 200 мм включительно, данная часть ISO 1106 обуславливается схожими направлениями.

Эта часть ISO 1106 в результате обеспечит более унифицированную методику и упростит расшифровку рентгеновских снимков. Она не устанавливает норм приемки для сварных швов.

Имеется ограниченное число типов оборудования, пригодного для данной работы (например, отсутствуют широко применяемые установки, работающие в диапазоне от 400 до 1000 кВ). Имеющееся в распоряжении оборудование объединено в некоторое количество групп и подробно описаны методы, которые соответствуют изготовлению удовлетворительных радиографических снимков на оборудовании в каждой группе. Многие пункты в рекомендуемой методике являются общими для всех методов.

В табл. 1 приведены толщины стали, для которой каждый тип оборудования считается подходящим; для больших толщин имеется возможность использования бетатронов и линейных ускорителей.

На рисунке указана относительная рабочая характеристика различных типов оборудования в терминах чувствительности ИКИ на основе описанных методов. Эти величины чувствительности не являются обязательными, а даются в качестве руководящего принципа по выбору метода для индивидуальной толщины сварного шва.

При необходимости в примечаниях приводятся пояснения.

1. НАЗНАЧЕНИЕ СТАНДАРТА

Эта часть ISO 1106 устанавливает общие методы радиографии сварного шва в целях предоставления возможности экономного получения удовлетворительных результатов. Методы основываются на обычно принятой практике и фундаментальной теории предмета.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Эта часть ISO 1106 применяется для радиографического исследования соединений, выполненных сваркой плавлением, для толстолистовых сталей толщиной свыше 50 и до 200 мм включительно.

В этой части не установлены радиографические критерии приемки для соединений, а рассмотрены используемые радиографические методы.

3. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СТАНДАРТЫ ИСО И ПУБЛИКАЦИЯ МКРЗ)

ISO 1027. Показатели качества радиографического изображения для неразрушающего контроля. Принципы и выявление.

ISO 1106/1. Рекомендуемая методика радиографического контроля сварных соединений, выполненных сваркой плавлением. Часть 1. Стыковые сварные соединения стальных листов толщиной до 50 мм, выполненные сваркой плавлением.

ISO 2504. Радиография сварных швов и условия просмотра для пленок. Использование рекомендуемых моделей индикаторов качества изображения (ИКИ).

ISO 5576. Промышленная радиология. Неразрушающий контроль. Словарь.

МКРЗ. Публикация 9. Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ=ICRP — International Commission on Radiological Protection).

4. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной части ISO 1106 применяются определения, данные в ISO 5576.

5. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

5.1. Защита от ионизирующих излучений

Внимание. Подвергать какую-либо часть человеческого тела воздействию рентгеновских лучей или гамма-лучей чрезвычайно вредно для здоровья. Всякий раз, когда применяются рентгеновское оборудование или радиоактивные источники, должны предприниматься соответствующие меры предосторожности для защиты рентгенографа и какого-либо другого лица, находящегося поблизости.

Должны строго соблюдаться ныне действующие местные или национальные меры безопасности по защите от рентгеновских и гамма-лучей.

За отсутствием таких предписаний нужно ссылаться на Публикацию 9 МКРЗ.

5.2. Оборудование

Табл. 1 представляет типы оборудования, известные в настоящее время коммерчески доступными, и указывает толщины сталей (в диапазоне, охватываемом данной частью ISO 1106), для которых оборудование считается подходящим для контроля стыковых швов.

Таблица 1

Типы оборудования и толщины стали

Группа	Описание оборудования	Диапазон используемой толщины e , мм
A	Рентгеновские лучи: до 400 кВ	$50 < e < 85$
B (I)	Рентгеновские лучи: 1 и 2 МВ, фокус > 6 мм	$50 < e < 125^*$
B (II)	Рентгеновские лучи: 1 и 2 МВ, фокус < 1 мм	$50 < e < 125^*$
C	Рентгеновские лучи: линейные ускорители от 3 до 8 МВ	$70^{**} < e < 200$
D	Рентгеновские лучи: бетатроны и линейные ускорители, от 8 до 35 МВ	$70^{**} < e < 200$
E	Гамма-лучи: кобальт-60	$50 < e < 150^{***}$
F	Гамма-лучи: иридий-192	$50 < e < 110^{***}$

* Для 2 МВ оборудования максимальная толщина может увеличиваться до 200 мм.

** Эта толщина может уменьшаться до 60 мм, если используются очень мелкозернистые пленки и достигается плотность зерен, равная 3.

*** В случаях групп E и F детали, имеющие толщину, близкую к верхней границе диапазона толщин, могут рентгенографироваться только с помощью либо высокоинтенсивных источников, либо очень долгих сроков экспозиции.

5.3. Подготовка поверхности

Для упрощения расшифровки рентгеновских снимков рекомендуется до начала просвечивания удалить поверхностные неровности. Вообще, для рентгенографии подготовка поверхности не требуется, но там, где поверхностные неровности могут вызывать трудности в выявлении внутренних дефектов, поверхность должна быть зачищена.

5.4. Определение местоположения сварного шва на рентгеновском снимке

С каждой стороны сварного шва должны помещаться маркеры в виде свинцовых стрелок или других символов таким образом, чтобы его положение можно было бы установить по рентгеновскому снимку. Это может быть излишним, если сохранено усиление сварного шва.

5.5. Обозначение рентгеновских снимков

На каждом радиографируемом участке сварного шва должны устанавливаться свинцовые буквы или символы. Изображения этих букв должны проявляться на рентгеногаммаграмме, чтобы обеспечить недвусмысленное обозначение участка.

5.6. Маркировка

В общем случае постоянные метки на детали обеспечат базовые точки для точного определения положения каждой рентгеногаммаграммы. Там, где представляется невозможным нанести клеймение из-за природы материала или его условий эксплуатации, должны изыскиваться другие подходящие средства для определения местоположения рентгеногаммаграмм. Это можно выполнить с помощью нанесения меток краской или с помощью точных эскизов.

5.7. Наложение пленок

Когда производится радиографирование протяженного сварного шва с помощью отдельных пленок, то эти пленки должны перекрывать одна другую по меньшей мере на 10 мм, чтобы гарантировать, что не остается непроконтролированной никакая часть сварного шва по его длине. Перекрывание пленки не должно превышать 20 мм.

5.8. Индикатор качества изображения

Индикатор качества изображения (ИКИ) из мягкой стали типа, указанного в ISO 1027 и согласованного между договаривающимися сторонами, должен помещаться с одной или с каждой стороны каждого радиографируемого участка. Он должен располагаться на поверхности, обра-

щенной к источнику радиации, и таким образом, чтобы самая тонкая часть или наименьший диаметр индикатора помещались там, где толщина, на которую проникает радиация, — наибольшая и в зависимости от его типа поблизости или поперек шва. Только там, где нет доступа к этой поверхности, ИКИ должен помещаться со стороны пленки. Если это применяется, то нужно сделать отметку в записи технических данных, так как показание ИКИ не обладает тем же самым значением, когда ИКИ помещается со стороны источника. Для получения дополнительной информации по использованию рекомендуемых ИКИ см. ISO 2504.

Значения чувствительности, требуемой от ИКИ, должны согласовываться между договаривающимися сторонами. Эти значения просто дают руководящий принцип для определения качества используемого метода, и нет необходимости в получении какой-либо прямой зависимости для чувствительности относительно выявления дефектов в сварных швах.

6. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ РЕНТГЕНОГРАФИИ

6.1. Пленки

6.1.1. Используемые с оборудованием групп А, В, Е и F пленки должны быть одного из типов, известного как среднескоростная, мелкозернистая или очень мелкозернистая рентгеновская пленка. Эти пленки обычно описываются в качестве «прямого типа», для использования с металлическим усиливающим экраном, или в качестве «безэкранной» пленки.

6.1.2. Используемые с оборудованием групп С и D пленки должны быть мелкозернистого или очень мелкозернистого, прямого типа. Обычно нет необходимости в среднескоростной пленке.

6.2. Усиливающий экран

Пленка должна применяться в том типе рентгеновской кассеты, которая обеспечивает хороший контакт между усиливающими экранами (или экраном) и пленочной эмульсией.

Примечание. С тонкими экранами традиционные кассеты не всегда удовлетворительны с этой точки зрения и с преимуществом могут применяться кассеты вакуумного типа.

Толщины экранов и материалы должны быть следующими:

Группа А:

экраны из свинцовой фольги: передний — от 0,02 до 0,1 мм;
задний — от 0,02 до 0,1 мм.

Группа В:

экраны из свинцовой фольги: передний — от 0,2 до 1,0 мм;
задний — от 0,5 до 1,6 мм.

Группа С:

медные или свинцовые экраны: передний — от 1,0 до 1,6 мм;
задний — от 1,0 до 1,6 мм.

Группа D:

танталовые, вольфрамовые или свинцовые экраны: передний — от 1,0 до 1,6 мм;
задний — никакой.

Примечание. Наилучшей чувствительностью обладают экраны из тантала или вольфрама.

Группа Е:

медные или свинцовые экраны: передний — от 0,2 до 1,0 мм;
задний — от 0,1 до 0,5 мм.

Примечание. Вместо экранов из меди или сплава на основе меди имеется возможность использования экранов из других материалов с низким атомным номером и высокой удельной плотностью (Ni, Zn и другие сплавы).

Группа F:

экраны из свинцовой фольги: передний — от 0,05 до 0,2 мм;
задний — от 0,05 до 0,2 мм.

6.3. Фильтры

Когда применяются гамма-источники, то есть оборудование, входящее в группы Е и F, то между образцом и кассетой может помещаться фильтр. Этот фильтр должен быть из свинца толщиной 1,0 мм при применении источника иридий-192 и толщиной 2,0 мм при применении источника кобальт-60.

6.4. Регулировка положения пучка

Пучок радиоактивного излучения должен направляться на середину участка контролируемого сварного шва и должен быть перпендикулярен к поверхности пластины в этой точке, кроме специального контроля на определенные дефекты, например непровар по боковой стенке, когда известно, что их можно наилучшим образом выявить с помощью различной регулировки положения пучка.

6.5. Перехватывание рассеянного излучения

Пленочная кассета должна по возможности полностью экранироваться от всего обратного излучения с помощью свинца соответствующей толщины, помещенного внутри или позади кассеты.

Для оборудования, входящего в группы А, В, Е и F, минимальная требуемая толщина свинца составляет примерно 2,5 мм.

Чтобы свести к минимуму нежелательное воздействие обратного излучения от детали и от ее окружения, всякий раз, когда возможно, должно применяться маскирование для ограничения облученного участка до размера пленки, а также должна использоваться блокировка кромок, если конец шва или смена какого-либо большого участка находятся в пределах поля излучения.

6.6. Расстояние от фокуса до пленки (расстояние от источника до пленки (f.f.d./s.f.d.))

Существуют два отдельных подхода. С оборудованием, входящим в группы А, В, Е и F, f.f.d. (или s.f.d.) определяется из фокусного пятна или размера источника; с учетом нерезкости и экономически выгодного времени экспозиции.

С оборудованием, входящим в группы С и D, поле излучения обычно ограничивается в размерах и f.f.d. выбирается с учетом используемого размера поля (длина охваченного сварного шва на экспозицию).

В табл. 2 приводятся минимальные значения f.f.d. и s.f.d., основывающиеся на этих критериях для некоторых толщин изделий. Для других толщин изделий можно интерполировать промежуточные значения, но точное значение f.f.d. — не критическое до такой степени.

Таблица 2

Минимальные расстояния от фокуса до пленки (от источника до пленки)

Группа оборудования	Минимальное расстояние от фокуса до пленки (или от источника до пленки), мм					См. примечания
	Толщина образца, мм					
	50	75	100	150	200	
А	1000	1250	—	—	—	1
В (I)	1500	1800	2000	3000	3800	
В (II)	1000	1000	1000	1250	1500	
С	—	1000	1500	1500	1500	2 и 3
D	—	—	—	—	—	4
Е	500	650	700	900	—	5
F	750	900	1000	—	—	5

Примечания: 1. Эти значения основываются на фокусном размере 5 мм; если фокус разных размеров, то f.f.d. должно регулироваться в прямой пропорциональности.

2. Эти значения основываются на фокусном размере 2 мм или меньшем.

3. Если требуется большое поле охвата, эти величины можно увеличить, независимо от фокусного размера, в зависимости от количества выравнивания пучка, которое применяет оборудование.

4. Используемое s.f.d. должно выбираться касательно длины радиографируемого сварного шва в одну экспозицию и выравнивания пучка оборудования.

5. Эти значения основываются на диаметре источника 4 мм; для других размеров они должны регулироваться в прямой пропорциональности, с минимальным значением s.f.d. 250 мм.

6.7. Расстояние от изделия до пленки

Некоторое оборудование, входящее в группы В (II) и D, может иметь фокусные размеры, меньшие 0,5 мм. С таким оборудованием полезно применение способов проекционного усиления, и тогда кассета может помещаться вдали от изделия. В результате это даст повышенную чувствительность, но длина сварного шва, охваченного на каждой рентгеногаммаграмме, будет меньшая. Типичные величины проекционного усиления располагаются между 2:1 и 3:1. Такие способы должны быть необходимы только для специальных применений.

С остальным оборудованием пленочная кассета должна помещаться вблизи изделия. Если имеются значительные неожиданные изменения в толщине сварного шва, может быть рекомендовано небольшое расстояние, приблизительно 10 мм, между пленкой и изделием, чтобы исключить определенную степень неблагоприятных неоднородностей рассеянного излучения. Если для кассеты необходимо большее расстояние от изделия, то минимальные значения f.f.d., заданные в п. 6.6, должны быть увеличены.

6.8. Плотность пленки

При получении изображения исследуемого сварного шва плотность полученного снимка не должна быть меньшей, чем 2,0, и не большей, чем 3,0; эти величины включают в себя плотность фотографической вуали, которая не должна превышать 0,3.

Ничто не препятствует иметь плотности снимков более 3,0, если можно обеспечить удовлетворительные условия просмотра снимков*.

6.9. Обработка пленки

Пленки должны обрабатываться в соответствии с инструкциями изготовителя. Особое внимание должно быть уделено температуре и времени проявления. Радиографические снимки не должны иметь дефектов, обусловленных обработкой или другими причинами, которые могут мешать расшифровке.

6.10. Просмотр снимков сварного шва

Радиографические снимки должны расшифровываться, а чувствительность ИКИ — рассчитываться согласно ISO 2504. В особенности нужно отметить следующее.

Требуемая чувствительность ИКИ должна просто согласовываться между договаривающимися сторонами, а рисунок дает указание величин, которые должны ожидаться. Эти величины не подразумеваются как обязательные, но если полученные значения не схожи с этими значениями, то это является показанием, что способ применяется неверно.

Радиографические снимки должны изучаться на освещенном рассеивающем экране (блоке для просмотра) в затемненном помещении и освещенный участок должен маскироваться до требуемого минимума для просмотра радиографического изображения. Яркость экрана должна быть регулируемой настолько, чтобы позволить удовлетворительное прочтение радиографических снимков (см. сноску).

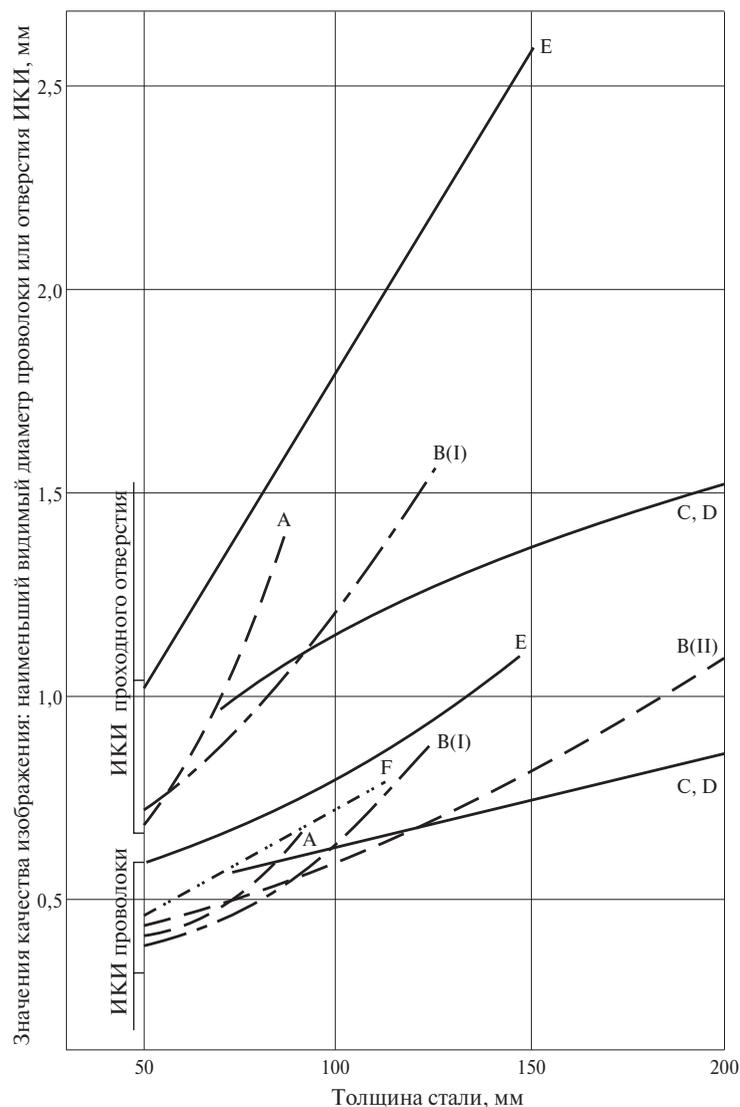
* См. ISO 2504.

7. ОТЧЕТ О КОНТРОЛЕ

Для каждого радиографического снимка или набора радиографических снимков должна иметься информация об использованных радиографических методах, а также по любым другим особым подробностям, которые позволят улучшить понимание результатов контроля.

Отчет о контроле должен включать в себя по меньшей мере следующую информацию:

- а) тип рентгеновского оборудования, приложенное напряжение и силу анодного тока (если применимо);
- б) характеристику радиоактивного источника (характер, размер, ядерная активность и т.д.) (если применим);
- в) время экспозиции, тип пленки и экрана и расстояние от объекта (источника) до изделия;
- г) систему используемой маркировки;
- д) способ обработки;
- е) геометрию сварного шва, толщину стенок и используемый способ сварки;
- ж) геометрию рентгеногаммаграммы, демонстрирующую положение фокуса и пленки (эскиз);
- з) использованный ИКИ и полученное качество изображения согласно ISO 2504;
- и) результаты расшифровки;
- к) любое отклонение, по согласованию или иное, от указанных методик;
- л) дату исследования и подтверждение инспектора.



Значения чувствительности ИКИ для различного оборудования

**РЕКОМЕНДУЕМАЯ МЕТОДИКА РАДИОГРАФИ-
ЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ,
ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРКОЙ ПЛАВЛЕНИЕМ****ЧАСТЬ 3. КОЛЬЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ СВАРНЫХ ШВОВ
СТАЛЬНЫХ ТРУБ С ТОЛЩИНОЙ СТЕНКИ ДО 50 ММ,
ВЫПОЛНЕННЫЕ СВАРКОЙ ПЛАВЛЕНИЕМ****RECOMMENDED PRACTICE FOR RADIOGRAPHIC EXAMINATION OF
FUSION WELDED JOINTS****PART 3. FUSION WELDED CIRCUMFERENTIAL JOINTS IN STEEL PIPES OF UP TO 50 MM
WALL THICKNESS****ISO
1106/3–
1984(E)****ВВЕДЕНИЕ**

Обнаружение дефектов в промышленном изделии, выполняемое вследствие скрытности дефекта рентгенографическим или гаммаграфическим методом (последний — источником ионизирующего излучения на базе радиоактивного изотопа), зависит от особенностей использования этих методов.

Поскольку качество результирующей рентгеногаммаграммы не может быть обеспечено индикатором качества изображения (ИКИ), когда подобный используется в работе, данная часть стандарта ИСО 1106 указывает методы, необходимые для получения сравнимых рентгеногаммаграмм от различных источников (см. п. 6.7).

Эта часть стандарта ИСО 1106 призвана обеспечить единообразные приемы практического контроля и тем самым упростить последующий анализ рентгеногаммаграмм и их расшифровку.

1. НАЗНАЧЕНИЕ СТАНДАРТА

Данная часть стандарта ИСО 1106 специально уточняет общие методы радиографического контроля сварных швов в целях достижения удовлетворительных результатов контроля с учетом экономических факторов. Эти методы основываются на общепринятой практике и фундаментальной теории радиационного контроля.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая часть стандарта ИСО 1106 распространяется на радиографический контроль кольцевых сварных соединений стальных труб толщиной до 50 мм, выполненных сваркой плавлением.

Эта часть стандарта не задает каких-либо радиографических критериев приемки сварных швов от исполнителя, а посвящена лишь используемым в качестве рекомендуемых радиографическим методам контроля.

Примечания: 1. Помимо своего традиционного значения понятие «труба», как оно употребляется в описании в данной части стандарта ИСО 1106, охватывает и другие цилиндрические тела, такие, как стволы/тубы, напорные трубопроводы, котельные барабаны и сосуды, работающие под давлением.

2. Значения показаний индикатора качества изображения для различных типов сварных структур не входят в объем данной части стандарта ИСО 1106. Однако если описанные здесь методы используются правильно, то должно быть возможным получить без затруднений значения ИКИ, приведенные в стандарте ИСО 2504 как минимальные требования.

Однако для методов двойных стенок (см. пп. 7.1.1.3 и 7.1.1.4, 7.1.2.3 и 7.1.2.4) толщина стенок, указанная в стандарте ИСО 2504, относится к толщине двойной стенки.

3. СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СТАНДАРТЫ ИСО И ПУБЛИКАЦИЯ МКРЗ)

ИСО 1027. Радиографические индикаторы качества изображения для неразрушающего контроля. Принципы и выявления.

ИСО 2504. Радиография сварных швов и условия просмотра для пленок. Использование рекомендуемых моделей индикаторов качества изображения (ИКИ).

ИСО 5576. Промышленная радиология. Неразрушающий контроль. Словарь.

ИСО 5579. Неразрушающий контроль — радиографический контроль металлических материалов рентгеновскими и гамма-лучами. Основные правила.

ИСО 5580. Неразрушающий контроль — промышленные радиографические светоблоки. Минимальные требования.

ИСО 7004. Фотография — промышленная рентгеновская пленка. Определение скорости по ИСО и среднего градиента по ИСО при экспонировании на рентгеновских лучах и гамма-излучении.

МКРЗ. Публикация 9. Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ = ICRP — International Commission on Radiological Protection).

4. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Для целей настоящей части стандарта ИСО 1106 применяются определения, приведенные в стандарте ИСО 5576.

5. КЛАССИФИКАЦИЯ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Радиографические методы подразделяются на два класса:

класс А: общие методы рентгеновского и гамма-контроля;

класс В: методы рентгеновского и гамма-контроля с повышенной чувствительностью в обнаружении дефектов.

Большинство применений охватывается использованием методов класса А. Методы класса В предназначаются для более важных и трудных задач, где методы класса А могут оказаться недостаточно чувствительными, чтобы выявить все дефекты, которые желательно обнаружить. Класс В включает методы, в которых используются только мелкозернистые пленки и свинцовые экраны, поэтому они требуют более длительного экспонирования.

Дальнейшие подробности даны в п. 7, в особенности следует отметить последний абзац п. 7.9.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

6.1. Защита от ионизирующих излучений

Предупреждение. Воздействие на любую часть тела человека рентгеновских или гамма-лучей может быть очень вредным для здоровья человека. Там, где используются рентгеновские аппараты или радиоактивные источники, должны быть приняты достаточные меры предосторожности для защиты оператора-радиографа и любого другого лица вблизи работающих аппаратов и источников.

Имеющие силу местные или общегосударственные требования по технике безопасности в отношении рентгеновских и гамма-лучей должны строго соблюдаться.

При отсутствии таких нормативных указаний следует обратиться к Публикации 9 МКРЗ.

6.2. Подготовка поверхности

Для того чтобы упростить расшифровку рентгеногаммаграмм, рекомендуется удалить неровности поверхности перед их получением. В большинстве случаев подготовка поверхности не нужна для проведения радиографического контроля, но там, где неровности поверхности могли бы вызвать трудности в выявлении внутренних дефектов, поверхность должна быть зачищена до ровной.

6.3. Положение шва на рентгеногаммаграмме

Маркеры, обычно в виде направляющих стрелок или других символов, должны наноситься с каждой стороны шва, чтобы его место на снимке легко распознавалось. Это может быть излишним, если оставлено усиление сварного шва.

6.4. Идентификация рентгеногаммаграмм

Буквы или символы-определители снимка должны быть соотнесены с каждым участком просвечиваемого шва. Изображения этих ключевых букв-меток должны быть видны на рентгеногаммаграмме, чтобы гарантировать однозначное указание/опознание данного участка.

6.5. Маркировка

В общем случае постоянные маркировки на изделии создают базовые точки отсчета для точного определения позиции каждого рентгеновского и гаммарadiационного снимка. Там, где характер материала или его эксплуатационные условия делают простановку штампа невозможной, должны быть изысканы другие подходящие способы для разметки-трассировки снимков. Это может быть выполнено красящими метками или точным эскизированием.

6.6. Наложение пленок

При радиографировании протяженного сварного шва отдельными пленками последние должны быть наложены с перекрытием по меньшей мере в 10 мм для гарантии того, что ни одна часть шва по его длине не осталась непроконтролированной.

6.7. Индикатор качества изображения

Индикатор качества изображения (ИКИ) из мягкой стали того типа, который указан в стандарте ИСО 1027 и согласован между договаривающимися сторонами, должен быть установлен на поверхность, обращенную к источнику излучения, и в зависимости от его модели вблизи или поперек сварного шва. Только в том случае, когда эта поверхность не имеет доступа, ИКИ ставится со стороны пленки. При этом свинцовая буква «F» должна быть помещена вблизи ИКИ, и это должно быть отмечено в отчете о контроле, так как показания ИКИ в этих случаях будут различны. В этих случаях может оказаться необходимым выполнить специальные сравнительные экспонирования с ИКИ в двух этих позициях. В отношении деталей рекомендуемых моделей ИКИ следует использовать стандарт ИСО 1027.

В тех случаях, когда работают с непрерывной ленточкой пленки, обматываемой вокруг любого рода трубы в ее расширенном значении, с источником излучения, установленным в центре сборки, должны быть использованы три приблизительно равноотстоящих индикатора качества изображения, если договаривающимися сторонами не согласована иная конфигурация ИКИ.

Если пленка должна быть разрезана на более короткие отрезки для проявления, то число используемых ИКИ должно быть достаточным, чтобы изображение ИКИ появлялось на каждом таком отрезке пленки. В случае установки, описанной в п. 7.1.1.3, ИКИ должны быть расположены вблизи сварного шва на поверхности трубы, обращенной к источнику излучения.

В отношении дальнейших подробностей следует обратиться к стандарту ИСО 2504.

7. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ РЕНТГЕНОГАММАГРАММ

7.1. Установка пленок и источника излучения

7.1.1. Относительное положение пленок и источников в зависимости от размеров и доступности сварных соединений

7.1.1.1. Пленка внутри, источник излучения снаружи (рис.1).

Источник излучения должен быть помещен на некотором расстоянии от сварного шва, как определено ниже (см. п. 7.6), причем ось конуса излучения направлена перпендикулярно контролируемой поверхности в центре шва.

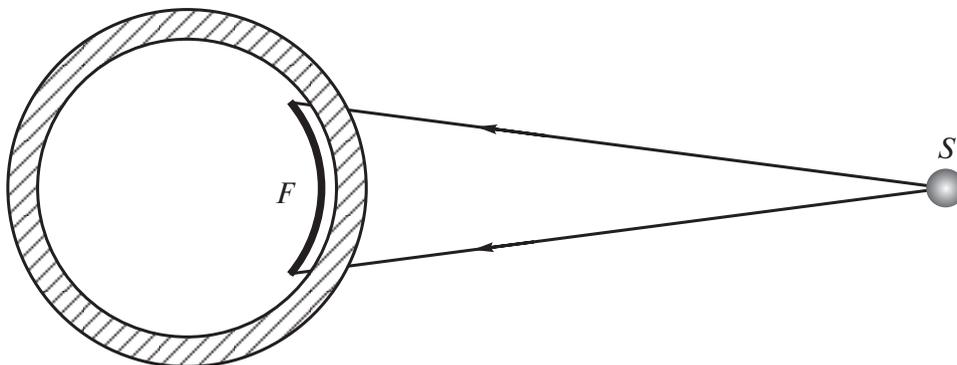


Рис. 1. Пленка внутри, источник излучения снаружи (S)

Кассета должна размещаться на соответствующей площадке внутри трубы в тесном контакте со сварным швом.

7.1.1.2. Пленка снаружи, источник излучения внутри (рис. 2).

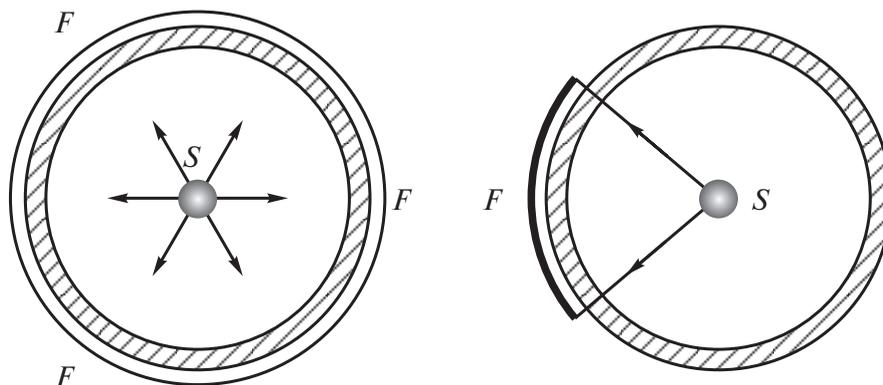


Рис. 2. Пленка снаружи, источник излучения внутри (в центре)

Источник излучения должен быть установлен внутри трубы, на оси трубы, если это возможно, хотя в другом варианте он может быть расположен с эксцентриситетом в плоскости

сварного шва, при этом ось конуса излучения перпендикулярна проверяемой поверхности в центре шва.

Кассета должна размещаться на соответствующей площадке снаружи трубы в тесном контакте со сварным швом.

7.1.1.3. Пленка и источник излучения снаружи: двойная стенка, двойное изображение (рис. 4).

Источник излучения должен быть установлен на некотором расстоянии, как определено ниже (см. п. 7.6), в такое положение, чтобы ось конуса излучения была наклонена к оси трубы и проходила через центр плоскости сварного шва.

Кассета, содержащая пленку, которая выбирается достаточных размеров по длине для суммы изображений сварного шва, должна размещаться против стенки трубы в стороне от источника и укладываться таким образом, чтобы ось конуса излучения проходила через центр сварного шва.

7.1.1.4. Пленка и источник излучения снаружи: двойная стенка, одинарное изображение (рис. 5).

Источник излучения устанавливают так, чтобы достичь минимального расстояния «фокус—пленка» при данном размере источника и толщине проверяемой стенки. Если возможно, источник должен находиться в контакте с трубой с излучением, проходящим через основной металл в окрестностях шва, однако это может оказаться невозможным в случае труб с малым диаметром.

Пленка должна располагаться на стороне трубы, наиболее удаленной от источника излучения, и быть в тесном контакте со швом, причем ось конуса излучения проходит через центр проверяемого участка шва.

7.1.2. Общие руководящие принципы по выбору надлежащего метода

7.1.2.1. Пленка внутри, источник излучения снаружи (см. рис. 1).

Этот метод должен быть использован для крупных цилиндрических тел, где ограничение (см. п. 7.7) максимальной проверяемой площади позволяет применить удлиненные пленки, в то же время удерживая расстояние «источник—пленка» в обоснованных пределах.

7.1.2.2. Пленка снаружи, источник излучения внутри (см. рис. 2 и 3).

Там, где он применим, этот метод должен считаться наиболее удобным, поскольку с источником, расположенным вблизи центра или в самом центре, отпадает ограничение в отношении длины обследуемого сварного шва. Для труб большого диаметра можно использовать обычно применяемое контрольное оборудование, а для труб с малым диаметром — специальные рентгеновские трубки с полым анодом либо источники гамма-излучения. Этот метод особенно рекомендуется для толстостенных труб малого диаметра.

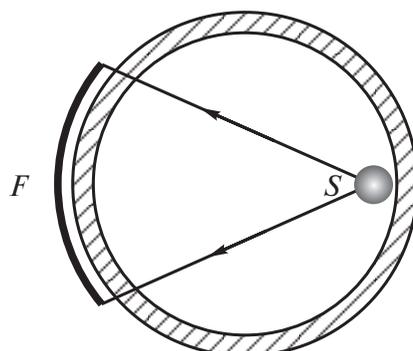


Рис. 3. Пленка снаружи, источник излучения внутри (у стенки)

7.1.2.3. Пленка и источник излучения снаружи: двойная стенка, двойное изображение (см. рис. 4).

Этот метод должен использоваться только для труб, имеющих диаметр, не превышающий примерно 100 мм, так как необходимое расстояние «источник—пленка» слишком велико становится с увеличением диаметра, и следует также заметить, что увеличение толщины стенки для проникновения излучения, будучи далеким от нормального, ограничивает длину сварного шва, которая может быть соответствующим надлежащим образом проконтролирована радиографическим способом за одну экспозицию.

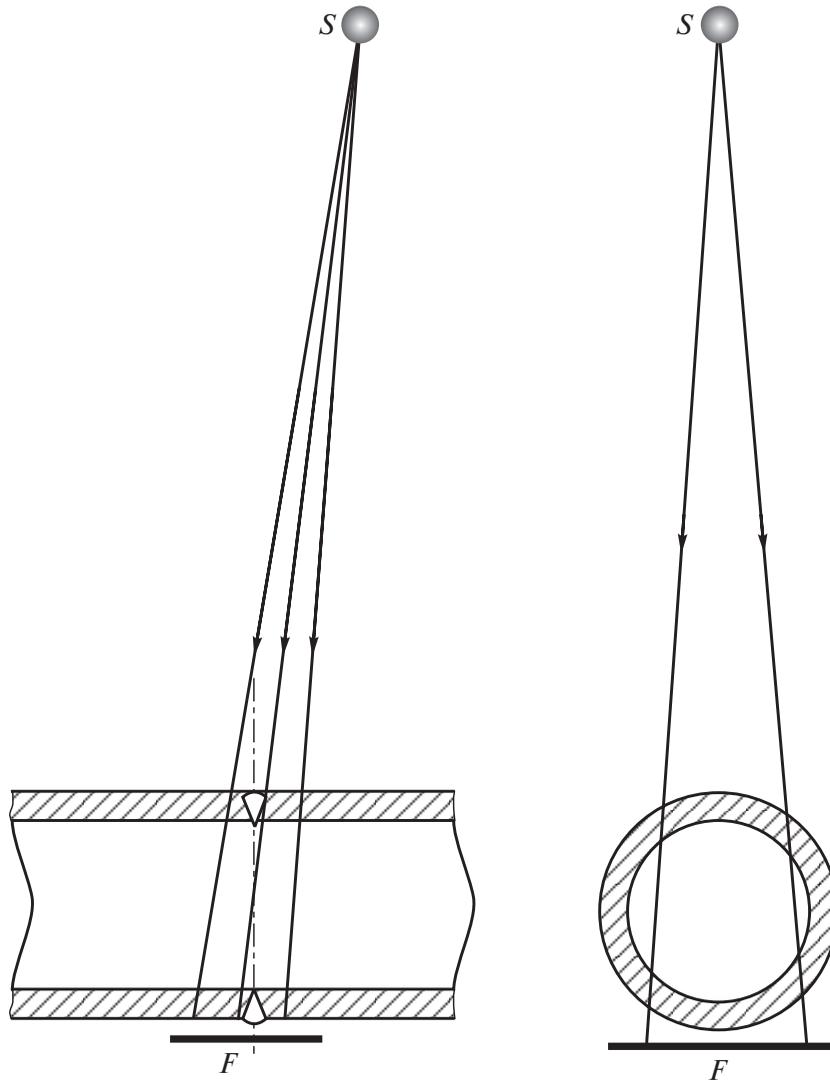


Рис. 4. Пленка и источник излучения снаружи: двойная стенка, двойное изображение

7.1.2.4. Пленка и источник излучения снаружи: двойная стенка, одинарное изображение (см. рис. 5).

Этот метод даст лучшие результаты для труб, не имеющих доступа изнутри, с диаметрами примерно более 100 мм.

Примечание. Там, где возможно, в частности, когда используется большая часть пучка излучения для охвата облучаемой/просвечиваемой площади, рекомендуется операторам устанавливать аппаратуру контроля так, чтобы ось рентгеновской трубки проходила параллельно просвечиваемой трубе. Это обеспечивает наиболее высокую четкость изображения даже по краям пленки и более равномерное распределение интенсивности излучения.

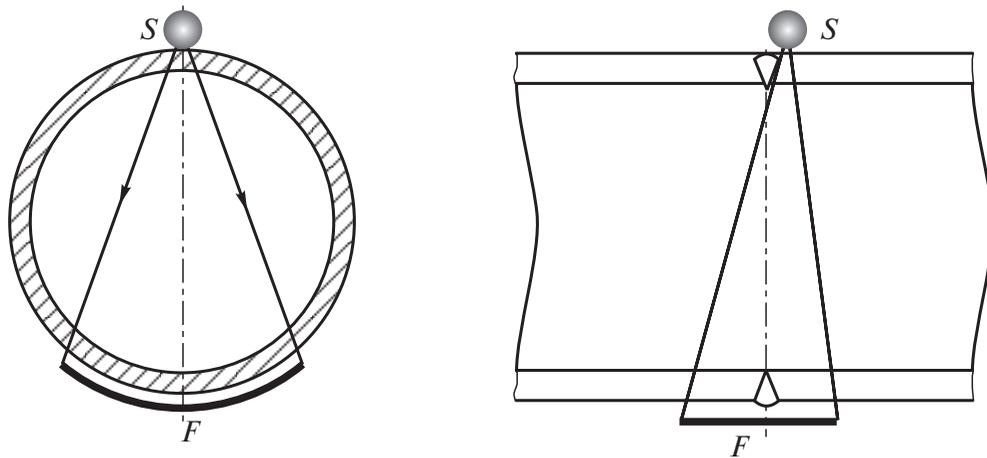


Рис. 5. Пленка и источник излучения снаружи: двойная стенка, одинарное изображение

7.2. Пленки и экраны

Пленки (см. стандарты ИСО 5579 и 7004), используемые для класса А, должны быть по меньшей мере среднезернистыми, в то время как для класса В — по меньшей мере мелкозернистыми.

Для рентгеновских лучей и гамма-излучения от источника излучения иридий-192 передний и задний усиливающие экраны должны иметь как для класса А, так и для класса В толщину в пределах 0,02–0,25 мм.

В общем случае при работе с рентгеновскими лучами более тонкие экраны позволяют выбирать более короткие выдержки при экспонировании.

Для напряжений рентгеновских источников ниже 120 кВ передний экран не нужен, хотя все же тонкий свинцовый экран иногда полезен для уменьшения рассеяния радиации.

Для гамма-излучения от источника кобальт-60 могут использоваться передний и задний экраны из меди, стали или других металлов и сплавов с низким атомным номером или свинец.

Для этих экранов толщина должна быть равна 0,2–0,5 мм.

В случаях, где используется метод двойной пленки, промежуточный экран должен иметь толщину также в указанных выше пределах.

Использование селеусиливающих экранов не рекомендуется, но если в силу неизбежных обстоятельств они применены, то экраны должны быть типа «с высоким разрешением» или четкостью. Их использование обязательно отмечается в отчете о контроле, так как в общем случае они вызывают потерю четкости в радиографическом изображении.

7.3. Кассеты

Пленки и экраны (если они используются) должны помещаться в кассетах, которые могут быть либо жесткими, либо гибкими. Ввиду трудности приобретения кассет с кривизной, совпадающей с профилем проверяемого образца, так, чтобы вся длина пленки была приведена в тесный контакт со сварным швом, предпочтительно использовать гибкие кассеты при условии, что приняты достаточные меры для обеспечения плотного контакта общего прилегания «пленка–экран». Лучшим образом это достигается применением вакуум-упакованных пленок. При работе с низковольтным рентгеновским аппаратом необходимо обеспечить, чтобы передняя часть кассеты не вызывала избыточного поглощения рентгеновских лучей.

Этот подпункт не должен препятствовать применению предварительно упакованного отрезка пленки, выполненного за одно целое с усиливающими экранами.

7.4. Юстировка пучка

Пучок излучения должен быть направлен в середину обследуемого участка и должен быть перпендикулярен поверхности трубы в этом месте, за исключением того, что некоторые осо-

бо выявляемые дефекты обнаруживаются лучше, как заранее известно, при другом направлении пучка; подобные дефекты — это те, что находятся на лицевой стороне оплавления, и тогда экспонирование должно быть осуществлено с пучком, направленным вдоль стороны оплавления.

Это общее правило должно применяться со следующими двумя исключениями:

а) при использовании метода двойных стенок и двойного изображения наклон пучка должен быть таким, чтобы избежать наложения этих двух изображений. Этот наклон будет зависеть от диаметра трубы, толщины ее стенки и ширины сварного шва;

б) для метода двойной стенки с одинарным изображением смещение источника от плоскости сварного шва должно быть как раз достаточным для предотвращения наложения изображений двух частей шва, а наклон оси пучка должен быть таким, чтобы ось проходила через середину просвечиваемой радиографически части сварного шва.

Чтобы исключить возможные помехи, когда используется подкладное кольцо трубного стыка, и обеспечить наилучшую возможность выявления мелких трещин в корневой зоне шва, рекомендуется, чтобы там, где позволяет диаметр трубы, пучок был перпендикулярен шву без наклона и центрирован в плоскости шва. На рис. 6–10 показаны рекомендуемые юстировки для различных типов сварного соединения.

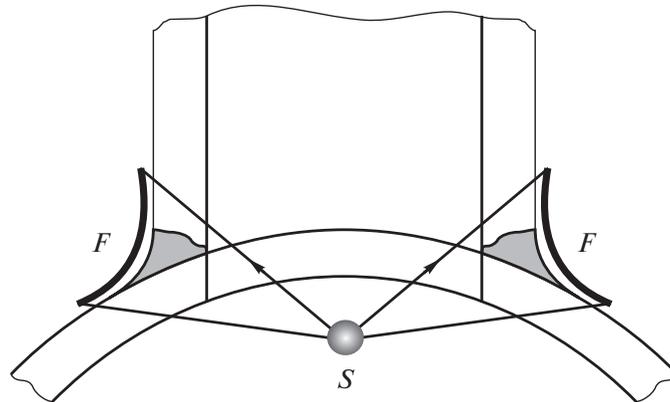


Рис. 6. Пленка снаружи, источник излучения внутри (в центре)

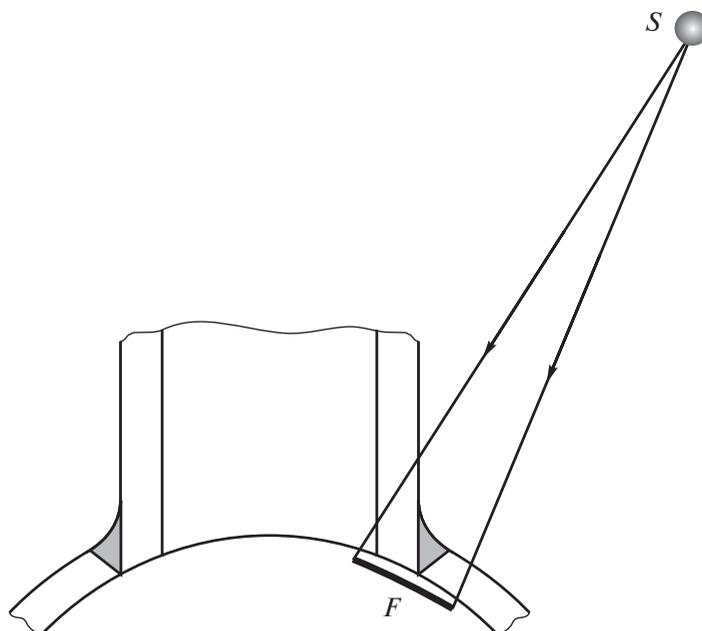


Рис. 7. Пленка внутри, источник излучения снаружи: просвечивание одной стенки

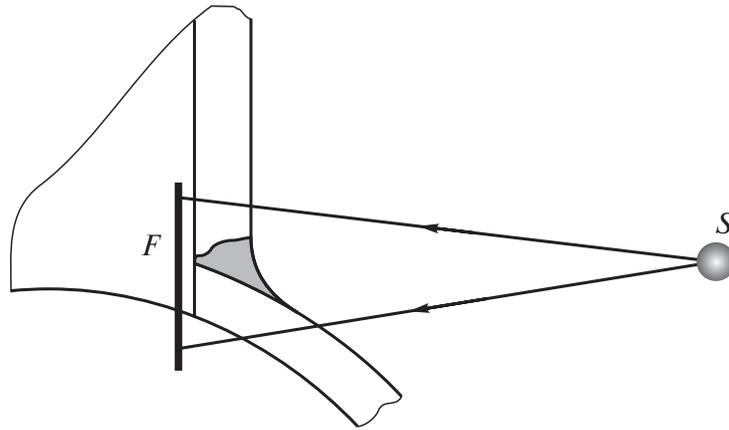


Рис. 8. Пленка внутри, источник излучения снаружи: просвечивание одной стенки

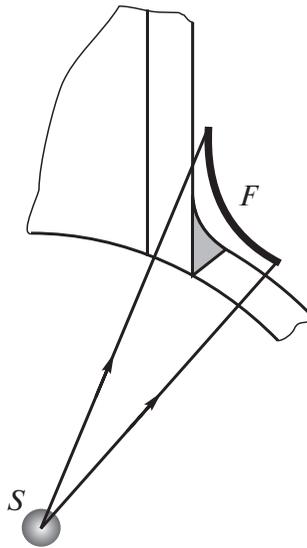


Рис. 9. Пленка снаружи, источник излучения внутри (в центре)

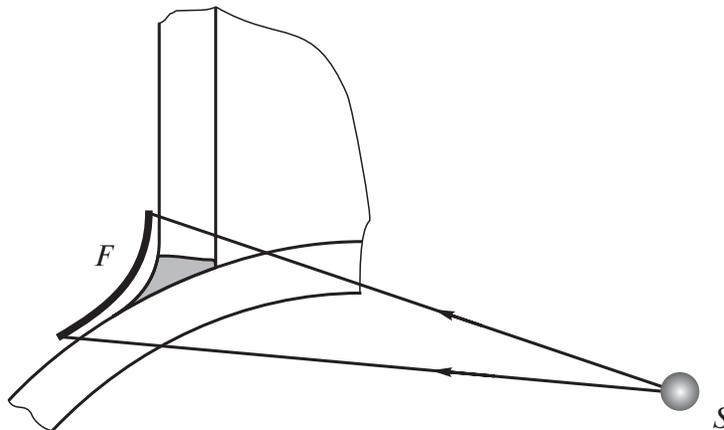


Рис. 10. Пленка снаружи, источник излучения внутри (вне центра)

7.5. Перехват нежелательной и рассеиваемой радиации

Обратно-рассеянное излучение не должно попадать на пленку. Чтобы добиться этого, когда это диктуется необходимостью, пленку следует экранировать от такого излучения свинцовым экраном достаточной толщины, например, 1 мм или более, помещаемым за сборкой «пленка—экран».

Кроме того, чтобы снизить эффект обратно-рассеянного излучения, должно быть предусмотрено достаточное маскирование для ограничения облучаемой площади участком контролируемого шва.

При использовании метода двойной стенки (см. пп. 7.1.1.3 и 7.1.1.4, а также 7.1.2.3 и 7.1.2.4), в частности при контроле труб малого диаметра, должно быть предусмотрено достаточное маскирование, чтобы обеспечить условия попадания на пленку только лишь прямого излучения.

Примечание. В конкретных случаях, например по методу двойной стенки с одинарным изображением и просвечиванием от источника гамма-излучения кобальт-60, между испытуемым образцом и пленкой может быть вставлен фильтр из свинца толщиной 2 мм. Этот фильтр может быть вне или внутри кассеты. Когда используются усиливающие экраны не из свинца, а из другого металла, этот фильтр может заменяться толстым передним экраном, если это более удобно.

7.6. Расстояние «источник–пленка»

Расстояние между пленкой и поверхностью сварного шва должно быть как можно меньше. Минимальное расстояние «источник–контролируемое изделие» d (то есть расстояние между источником излучения и поверхностью изделия, обращенной к рентгеновской трубке или источнику гамма-излучения) зависит от эффективного размера f фокального пятна луча источника излучения и от расстояния b между пленкой и поверхностью изделия (которое обычно совпадает с толщиной изделия t).

Эффективный размер фокального пятна f определяется, как показано на рис. 11, по проецируемому изображению фокального пятна*.

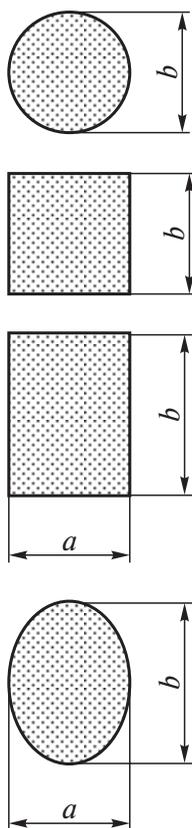


Рис. 11. Определение эффективного размера фокального пятна по проецируемым изображениям фокального пятна различной формы (эффективная ширина фокального пятна $f = (a + b)/2$)

Минимальное расстояние «источник–изделие» d должно выбираться так, чтобы отношение этого расстояния к эффективному размеру f фокального пятна, то есть d/f , не было ниже значения, задаваемого нижеследующими уравнениями:

для класса А

$$d/f = 7,5t^{2/3};$$

* Это проецируемое изображение может быть получено, например, в соответствии с документом Международных институтов по механическим напряжениям и сварки «Рекомендации по определению размера фокального пятна рентгеновских трубок» (IIS/IIW/183/65).

для класса В

$$d/f = 15t^{2/3}.$$

Эти соотношения представлены графически на рис. 12 и как номограмма на рис. 13.

Если расстояние b между поверхностью испытуемого изделия и пленкой велико по сравнению с толщиной t на оси абсцисс на рис. 12 или на правой шкале на рис. 13, t должно быть заменено на b .

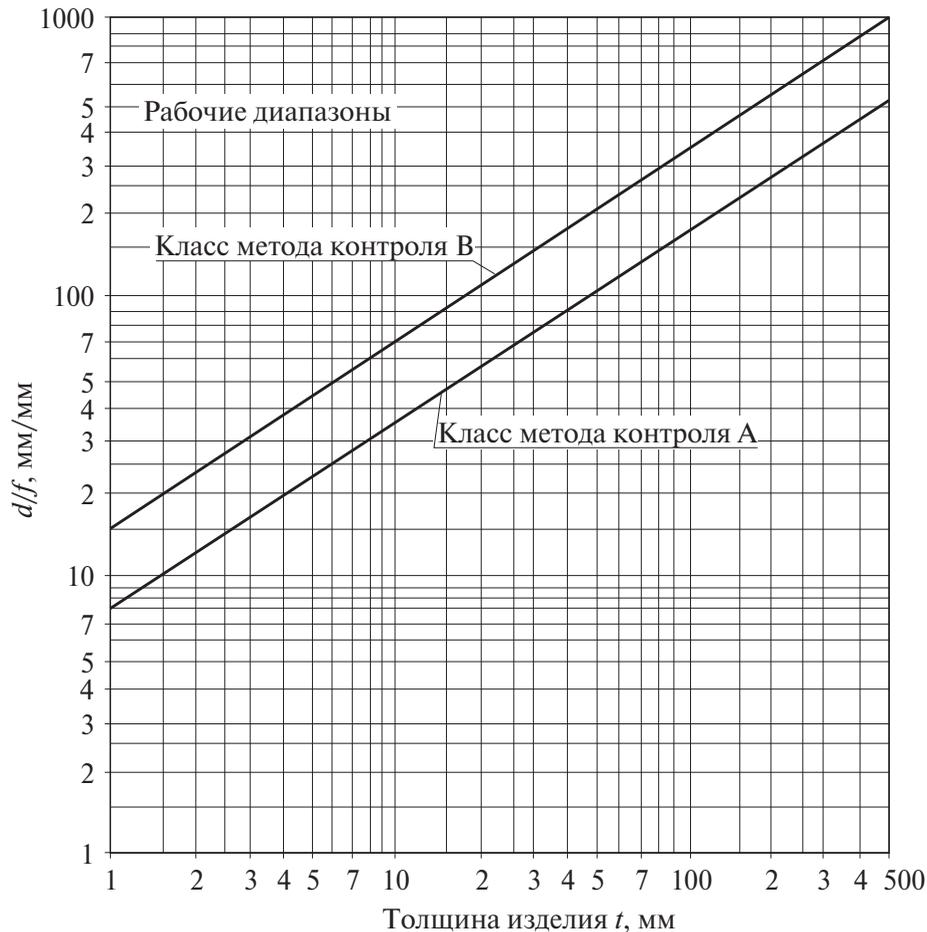


Рис. 12. Требуемые минимальные значения отношения d/f , построенные в зависимости от толщины изделия t : d — расстояние между источником излучения и поверхностью изделия, обращенной к источнику излучения; f — эффективный размер источника излучения (фокус); t — толщина изделия в направлении пучка излучения

При использовании метода, описанного в пп. 7.1.1.3 и 7.1.2.3, должно быть заменено наружным диаметром трубы на рис. 12 и 13.

При использовании метода, описанного в пп. 7.1.1.4 и 7.1.2.4, только действительная толщина стенки обследуемого участка окружности должна учитываться в расчетах отношения d/f .

В тех случаях, где методы двойной стенки, показанные на рис. 4 и 5, могут быть изменены на метод, показанный на рис. 2 и 3, лишь с небольшим уменьшением расстояния «источник—пленка» по сравнению с минимальным значением, определенным по рис. 12 или 13, этот метод должен иметь предпочтение. Уменьшение расстояния «источник—пленка» не должно превышать 20 % для методов, показанных на рис. 3.

Для метода, показанного на рис. 2, по предварительному согласованию между договаривающимися сторонами и при условии, что нет ослабления в чувствительности к дефектам для конкретных сварных швов, как доказывается надлежащими испытаниями, этот процент может быть поднят. Однако рекомендуется не допускать снижения расстояния «источник—пленка» более чем на 50 %.

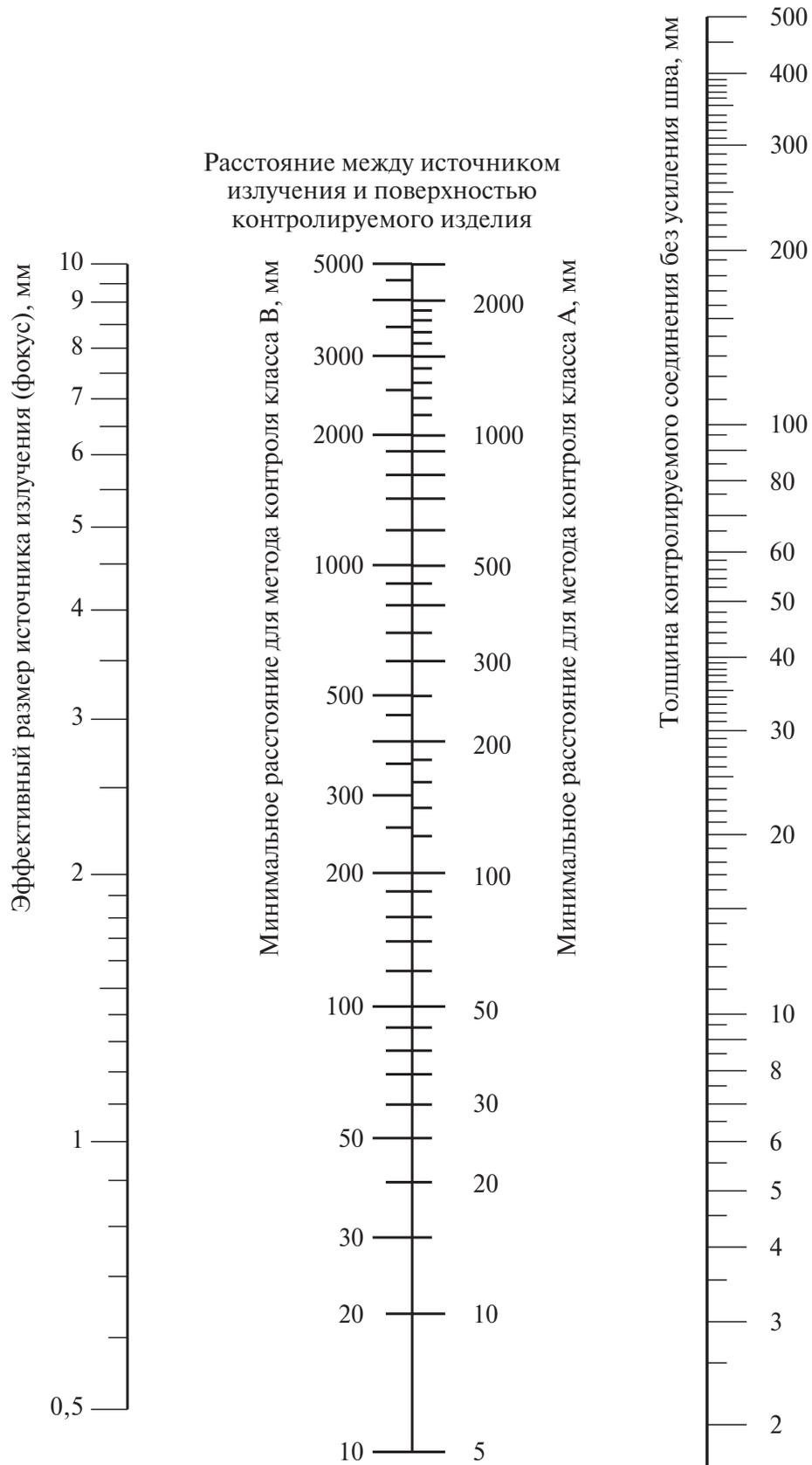


Рис. 13. Номограмма для определения минимального расстояния между источником излучения и поверхностью изделия по толщине и эффективному размеру источника излучения (фокус)

7.7. Размер обследуемой площадки

Максимальная длина подвергаемого проверке сварного шва при каждом экспонировании должна определяться по разности между толщиной материала, пронизываемого по центру пучка излучения, и толщиной материала по краям пленки, измеренной в направлении пучка в этих точках. Разность фотографической плотности, результирующая по этим изменениям толщины и отображаемая на пленке, должна дать в итоге значения плотности не ниже указанных в п. 7.8 и не выше разрешимых имеющимся проектором, делая возможным подходящее маскирование.

Для рис. 3 и 5 необходимо иметь, как минимум, три экспонирования, чтобы эффективно охватить всю окружность полностью.

7.8. Фотографическая плотность рентгенограмм

Условия экспонирования должны быть такими, чтобы фотографическая плотность рентгенограммы с бездефектного металла сварного шва в обследуемой области, включая плотность вуали, была больше, чем приведенная в табл. 1.

Таблица 1

Фотографическая плотность рентгенограмм

Класс метода контроля	Фотографическая плотность
А	1,7 или более*
В	2,0 или более

* Значение может быть снижено до 1,5 в случае специального согласования между договорными сторонами.

Повышенные плотности могут быть с успехом использованы там, где просмотровый свет достаточно яркий, чтобы провести адекватную расшифровку снимка. Верхний предел плотности зависит от яркости имеющегося просмотрового экрана проектора и во всяком случае надо придерживаться стандарта ИСО 2504.

Меры маскирования нужны для снятия бликов от подсветки.

Чтобы избежать ненормально высоких плотностей вуали, получающихся от старения пленки, неподходящего проявителя или температуры, плотность вуали должна время от времени контролироваться по неэкспонированному образцу, взятому от рабочей пленки и обработанному при тех же условиях, что и рабочая рентгенограмма. Плотность вуали не должна превышать 0,3.

Фотографическая плотность вуали определяется здесь как общая плотность (фотоэмульсия и основа) неэкспонированной обработанной пленки.

7.9. Напряжение на рентгеновской трубке и источник гамма-лучей

Для поддержания хорошей чувствительности обнаружения дефектов напряжение рентгеновской трубки должно быть как можно ниже. В качестве базиса для выбора соответствующего напряжения не должны превышать максимальные значения, приведенные на рис. 14.

Для некоторых применений, где имеется изменение толщины по площади контролируемого изделия, может быть использована модификация этого метода с использованием несколько повышенного напряжения (в любом случае приращение должно составлять не более 50 кВ), но надо заметить, что излишне высокое напряжение на трубке приведет к потере чувствительности обнаружения дефекта.

Источники гамма-излучения не должны использоваться на толщинах сварного шва ниже предельных значений, указанных в табл. 2.

Таблица 2

Минимальная толщина шва для гамма-излучения

Класс метода контроля	Толщина сварного шва, мм	
	Иридий-192	Кобальт-60
А	20	40
В	40	—

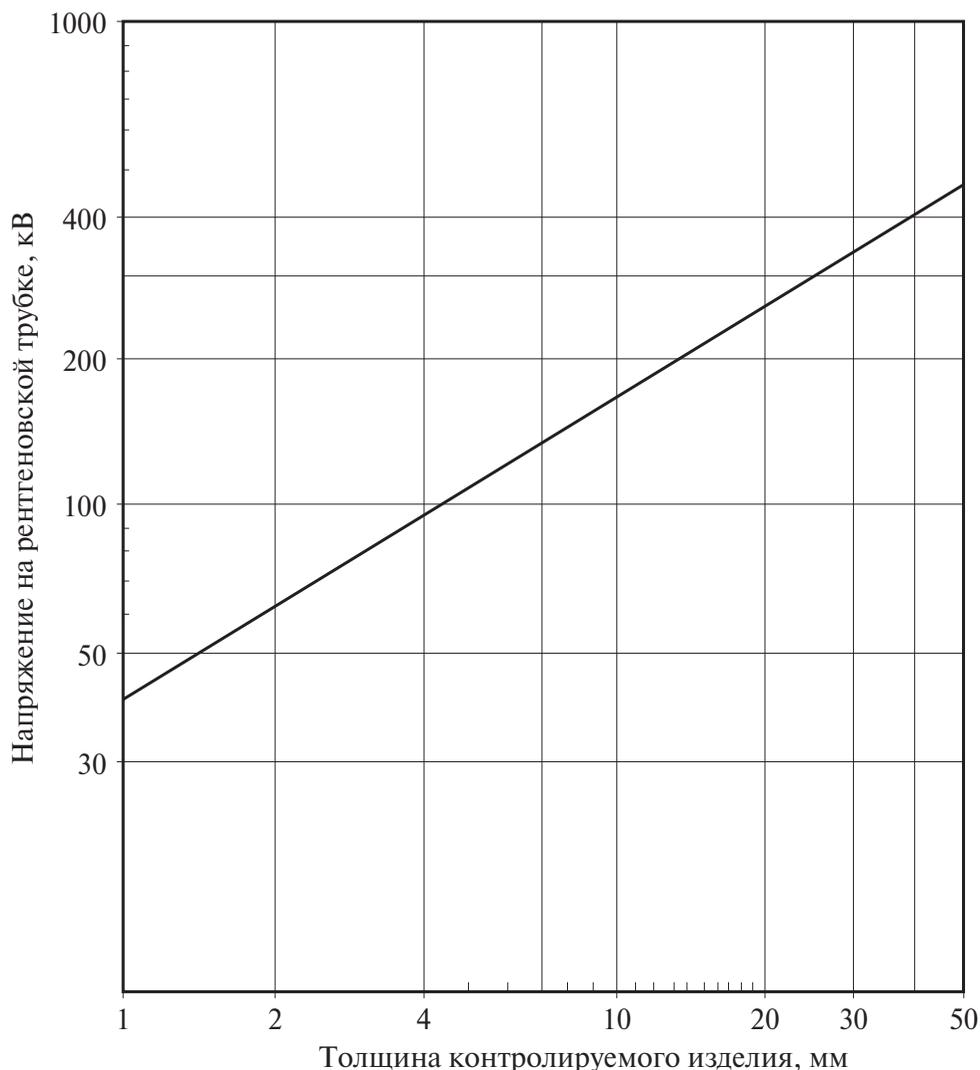


Рис. 14. Максимально допустимое напряжение на рентгеновской трубке

Нижний предел толщины для гамма-излучения иридий-192 может быть снижен в применениях, где использование рентгеновских лучей непрактично или применение гамма-излучения делает возможным более подходящую направленность пучка излучения. Это должно осуществляться только с предварительного одобрения договаривающихся сторон, но использование иридия-192 не рекомендуется для толщин сварных швов ниже 5 мм для класса А или 10 мм для класса В контроля.

Следует отметить, что чувствительность обнаружения дефектов, получаемая с гамма-излучением, в целом ниже, чем с рентгеновскими лучами. Разница в чувствительности наибольшая на тонких сварных швах и становится менее заметной на более утолщенных их участках. На верхней границе толщины в данной части стандарта ИСО 1106 разница в достижимой чувствительности между методами рентгеновского и гамма-просвечивания может быть незначительной.

Поэтому использование гамма-излучения должно быть возможно в бóльших пределах ограничено теми прикладными применениями, где форма, толщина или доступность на практике сварных швов делают рентгенографический контроль непрактичным.

7.10. Обработка пленки

Пленки должны обрабатываться в соответствии с инструкциями завода-изготовителя. Особое внимание должно быть обращено на температуру и время проявления. Рентгеногаммаграфические снимки не должны иметь некачественных последствий обработки или других дефектов, которые мешали бы расшифровке снимка шва.

7.11. Просмотр снимков сварного шва

Рентгеногаммаграммы сварного шва должны просматриваться в затемненном помещении на диффузно освещенном экране, а освещенная площадь должна быть закрыта до минимума, требующегося для просмотра радиографического изображения. Яркость смотрового экрана должна регулироваться, чтобы позволить удовлетворительно читать снимки. Для детальных указаний в отношении условий просмотра отснятой пленки следует учитывать стандарты ИСО 2504 и ИСО 5580.

8. ОТЧЕТ О КОНТРОЛЕ

По каждой рентгеногаммаграмме или их набору должна быть дана информация об используемом радиографическом методе и о любых других обстоятельствах специального характера, которые позволили бы лучше понимать результаты.

Отчет о контроле должен включать по меньшей мере следующие данные:

- а) тип рентгеновского оборудования, поданное напряжение и силу анодного тока (если применимо);
- б) характеристики радиоактивного источника (физическая природа, размеры, ядерная активность и т.д.) (если применимо);
- в) время экспонирования, тип пленки и экрана и расстояние «мишень (источник)—изделие»;
- г) систему используемой маркировки;
- д) способ обработки пленки;
- е) геометрию сварного шва, толщину стенки и используемый способ сварки;
- ж) радиографическую геометрию, показывающую положение фокуса и пленки (эскиз);
- з) используемый индикатор качества изображения (ИКИ) и чувствительность снимка, полученного в соответствии со стандартом ИСО 2504;
- и) результаты расшифровки;
- к) любое отклонение, по согласованию или иного рода, от специфицированных методов;
- л) дату радиографического контроля, подпись контролера.

**СТАЛЬНЫЕ СВАРНЫЕ ШВЫ
СТАНДАРТНЫЙ БЛОК ДЛЯ КАЛИБРОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ****ISO
2400–72(A)**

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

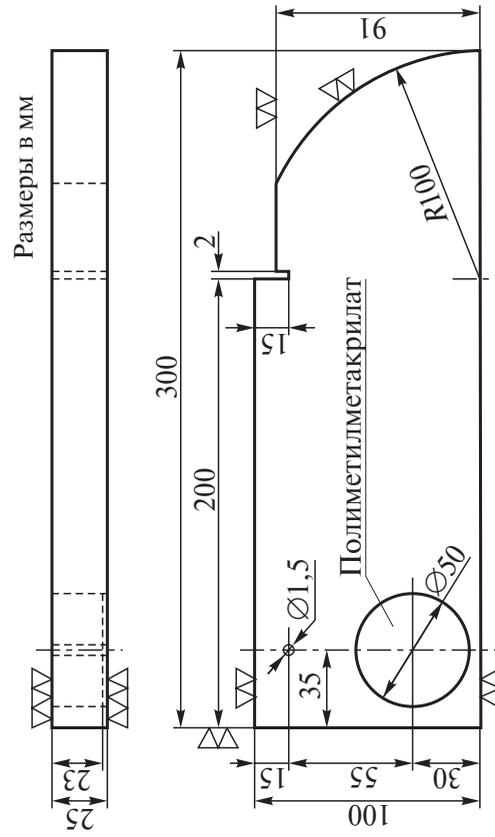
Настоящий международный стандарт устанавливает характеристики стандартного блока, используемого для калибровки оборудования, предназначенного для ультразвукового контроля сварных швов в стали.

2. ХАРАКТЕРИСТИКИ**2.1. Материал**

Сталь, используемая для изготовления стандартного блока, должна быть:
мягкой, раскисленной, полученной в мартеновской или электрической печи;
нормализованной;
с размером зерна не более № 5 в соответствии со шкалой McQuaid-Ehn.

2.2. Размеры

Размеры стандартного блока должны соответствовать указанным на чертеже. Допуски на все размеры должны быть $\pm 0,1$ мм.



**МЕХАНИЧЕСКАЯ ВИБРАЦИЯ МАШИН
С ВРАЩАТЕЛЬНО-ПОСТУПАТЕЛЬНЫМ
ДВИЖЕНИЕМ****ТРЕБОВАНИЯ К ПРИБОРАМ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ
ВИБРАЦИИ****ISO
2954–1975****1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Настоящий международный стандарт устанавливает требования, которым должен отвечать прибор для измерения интенсивности вибрации, если погрешности измерения, особенно при сравнительных испытаниях машин, не должны превышать определенной величины. Приборы, отвечающие требованиям настоящего международного стандарта, могут использоваться при соблюдении методик, подробно описанных в стандартах ИСО 2372 и ИСО 2373, и обозначаются как «приборы для измерения интенсивности вибрации в машинах с вращательным и возвратно-поступательным движением».

Приборы, на которые распространяется настоящий международный стандарт, дают непосредственные показания или запись среднеквадратических значений виброскорости, которая определяется как единица измерения интенсивности вибрации.

Примечания: 1. Метод проверки истинного среднеквадратического показания описан в приложении.

2. При условии ограничения частотного диапазона эти приборы могут использоваться в других областях, где требуется аналогичная точность измерения, например измерение виброскорости конструкции, туннелей, мостов и т.д.

2. ССЫЛКИ

Термины, используемые в настоящем международном стандарте, определены в следующих публикациях МЭК и международных стандартах ИСО:

МЭК 184. Методы определения характеристик электромеханических датчиков для измерения вибрации и удара.

МЭК 222. Методы определения характеристик вспомогательного оборудования для измерения вибрации и ударов.

ИСО 2041. Вибрация и удар. Словарь.

ИСО 2372. Механическая вибрация машин с рабочими скоростями от 10 до 200 об/с. Основы для определения оценочных стандартов.

ИСО 2373. Механическая вибрация вращающихся электрических машин с высотой вала от 80 до 400 мм. Измерение и оценка интенсивности вибрации.

3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Виброизмерительный прибор обычно состоит из вибропреобразователя; индикаторного устройства, содержащего усилитель, систему фильтров для корректировки частотной характеристики; индикатора и записывающего устройства и системы питания.

Требования, описанные в этом пункте, относятся к общим характеристикам системы преобразователя и индикатора среднеквадратических значений. Разделы 4 и 5 содержат детальные требования для каждого из этих основных узлов.

3.1. Частотный диапазон прибора для измерения интенсивности вибрации должен быть от 10 до 1000 Гц.

Примечание. Данный частотный диапазон соответствует интервалу частот, используемому в документе ИСО 2372.

3.2. Чувствительность в пределах частотного диапазона не должна отклоняться от исходной чувствительности при 80 Гц более чем на значения, указанные в таблице.

Чувствительность относительно исходной чувствительности при 80 Гц и предельные значения допустимого отклонения в частотном диапазоне от 1 до 10 000 Гц:

Частота, Гц	Относительная чувствительность		
	Номинальная величина	Минимальная величина	Максимальная величина
1	—	—	0,01
2,5	0,016	0,01	0,025
10	1,0	0,8	1,1
20	1,0	0,9	1,1
40	1,0	0,9	1,1
80	1,0	1,0	1,0
160	1,0	0,9	1,1
500	1,0	0,9	1,1
1000	1,0	0,8	1,1
4000	0,016	0,01	0,025
10000	—	—	0,01

Для исключения сомнений относительно характера протекания частотной характеристики между граничными частотами, указанными в таблице, черт. 1 иллюстрирует характер номинального значения относительной чувствительности и пределы допустимого отклонения во всем частотном диапазоне от 1 до 10 000 Гц.

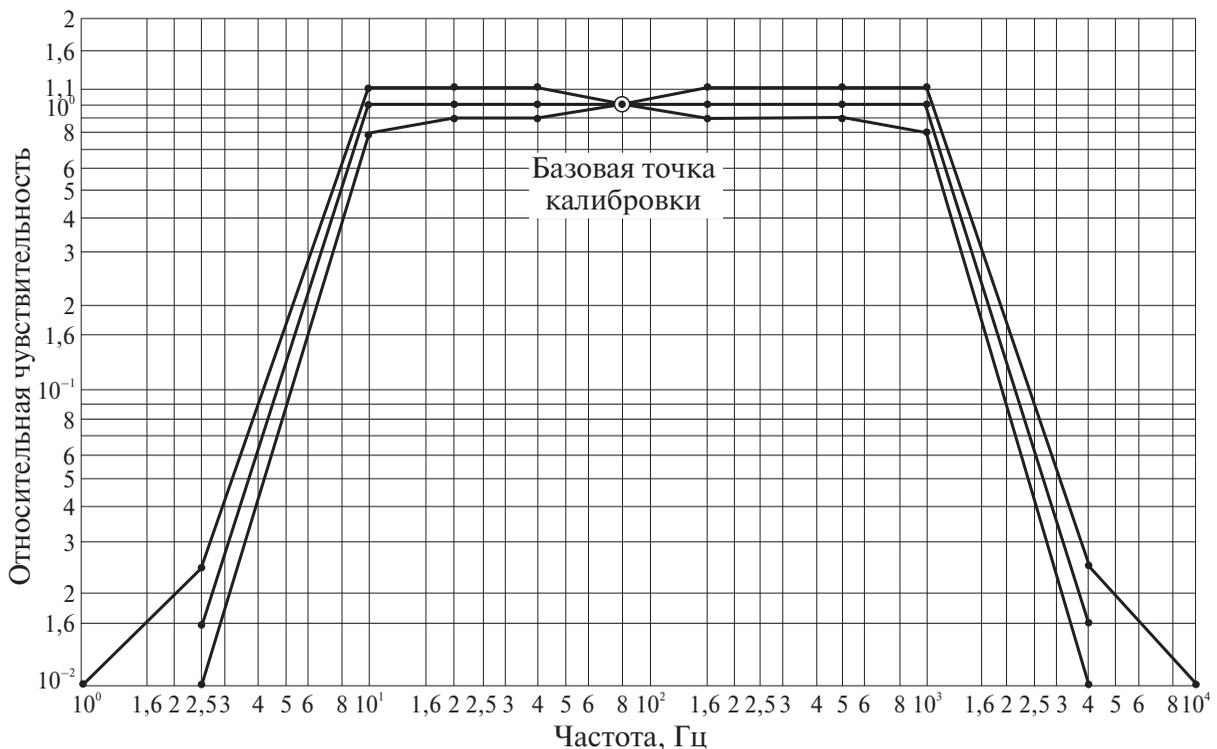
Примечание. В некоторых случаях может возникнуть необходимость дальнейшего ограничения частотного диапазона измерений у верхней или нижней границы его для того, чтобы избежать наложения частот вибрации, не требующихся для оценки вибрационных характеристик машины. С этой целью прибор может быть дополнительно оснащен фильтрами высоких или низких частот. Рекомендуется, чтобы граничные частоты и пороговая крутизна этих фильтров выбирались в соответствии с рекомендациями МЭК.

При сужении частотного диапазона с помощью дополнительных фильтров измеренная величина вибрации не может быть использована для оценки интенсивности вибрации в соответствии с ИСО 2372 и ИСО 2373.

Для избежания погрешностей необходимо указывать граничные частоты измеряемого частотного диапазона для измеряемой величины, например (от 40 до 100 Гц) = 7,5 мм/с.

3.3. Выбор диапазона измерений должен быть таким, чтобы индикация самого низшего уровня измеряемой интенсивности вибрации составляла не менее 30 % величины всей шкалы. Должны быть установлены оптимальные и максимальные уровни диапазонов интенсивности (в соответствии с табл. 1 ИСО 2372 «Прибор для измерения интенсивности вибрации в диапазоне 0,28–28 мм/с»).

3.4. Погрешность прибора, измеряющего интенсивность вибрации, складывается из допустимых отклонений частотной характеристики в соответствии с п. 3.2 и погрешности абсолютной величины чувствительности при опорной частоте 80 Гц (то есть погрешность калибровки). Погрешность измерения не должна превышать $\pm 10\%$ измеренной величины, включая погрешность калибровки, при измерениях в пределах 80 % полной шкалы.



Черт. 1. Допустимое номинальное значение относительной чувствительности и пределы допустимого отклонения

Эти предельные значения погрешности относятся ко всему рабочему температурному диапазону, установленному для вибропреобразователей и индикаторов (см. пп. 4.8 и 5.4), для всех типов креплений вибропреобразователей (см. п. 4), для всех длин соединительного кабеля между вибропреобразователем и индикатором, предусмотренных изготовителем (см. п. 4.14), и при колебаниях напряжения питания в пределах $\pm 10\%$.

Примечание. Одновременно должен проверяться только один из вышеуказанных параметров.

3.5. При калибровке преобразователь должен возбуждаться синусоидальной вибрацией, направление которой не должно отклоняться более чем на $\pm 5^\circ$ от направления чувствительной оси вибропреобразователя. Суммарное искажение гармонического состава возбуждающей виброскорости не должно превышать 5% . Виброскорость возбуждения должна быть известна с неопределенностью менее чем на $\pm 3\%$ в пределах всего частотного диапазона измерений. Рекомендуется, чтобы исходная величина чувствительности при 80 Гц была настроена на $v_{\text{СК}} = 100$ мм/с при комнатной температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ВИБРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЮ И СОЕДИНИТЕЛЬНОМУ КАБЕЛЮ

4.1. Вибропреобразователь должен быть сейсмического типа, то есть он должен измерять вибрацию относительно опорной статической системы, определяемой способом работы вибропреобразователя.

4.2. Если вибропреобразователь спроектирован для крепления к объекту измерения, то средство крепления должно быть жестким механическим соединением, например цементированием, зажиманием или завинчиванием. В рабочей полосе частот вибропреобразователя не должно быть никаких резонансов жесткого механического крепления или крепежа.

4.3. Для всех типов соединения коэффициент поперечной чувствительности должен быть меньше 0,1 во всем частотном диапазоне измерения.

Максимальный предел виброскорости для линейной характеристики вибропреобразователя должен по крайней мере в 3 раза превышать уровень виброскорости при измерении вибрации в направлении оси чувствительности вибропреобразователя при отклонении стрелки на полную шкалу.

4.4. Для определения степени воздействия вибропреобразователя на объект измерения на приборе должна указываться легко различимая масса вибропреобразователя. Чтобы вибропреобразователь подходил для широкого применения, его масса должна быть как можно меньше.

Примечание. Данные в отношении того, является ли масса вибропреобразователя слишком большой, можно получить следующим образом.

Удвоить соответствующую массу вибропреобразователя с помощью дополнительной массы. Если новые показания отличаются от первоначального более чем на 12 %, то масса вибропреобразователя является слишком большой по сравнению с массой объекта измерения, а результат должен быть аннулирован.

4.5. Диапазон амплитуд и частот вибропреобразователя должен быть достаточно широким для избежания превышения допустимой погрешности измерения, установленной в п. 3.4.

4.6. Преобразователь должен выдерживать, не изменяя своих характеристик, вибрацию во всех направлениях, не меньше чем в 3 раза превышающую его установленный максимальный входной импульс.

4.7. Эквивалентная величина входного импульса самовозбуждения от шума и эквивалентная величина входного импульса от посторонних источников возбуждения при величинах полей возбуждения, указанных ниже, не должна влиять на результаты измерений более чем на 10 %. Когда величина зависит от ориентации прибора в поле, следует использовать наиболее неблагоприятную величину.

Изготовитель должен указывать результаты испытаний при следующих условиях, связанных с помехами.

4.7.1. Преобразователь должен подвергаться воздействию однородного магнитного поля напряженностью 100 А/м при частоте 50 или 60 Гц. Напряженность поля должна измеряться перед включением преобразователя.

4.7.2. Преобразователь должен подвергнуться воздействию однородного поля шума со среднеквадратическим уровнем давления звука 100 дБ (по отношению к $2 \cdot 10^{-5}$ Па) в каждой октаве производимого генератором случайного шума или частотно-модулированным токовым генератором в диапазоне 32 Гц — 2 кГц.

4.7.3. Если преобразователь имеет электропроводящее соединение с объектом измерения и индикатор включен последовательно, тогда ток заземления порядка 100 мА должен быть подан на заземленные концы преобразователя и разряжен на клеммах заземления индикатора.

4.8. Должен быть указан температурный диапазон работы преобразователя и соединительного кабеля, в пределах которого погрешность измерения не превосходит предельные величины, указанные в п. 3.4.

4.9. Должен быть указан допустимый температурный диапазон, в пределах которого преобразователь и соединительный кабель могут работать без повреждений.

4.10. Должны быть указаны максимальные нерабочие предельные значения вибрации и удара по любой оси датчика, которые он может выдержать без повреждения.

4.11. Должна быть указана максимальная влажность, воздействию которой могут подвергнуться вибропреобразователь и соединительный кабель (а также дополнительные кабели) и в среде которой он может продолжать работать.

Если вибропреобразователь должен использоваться в какой-либо другой агрессивной среде, например в коррозионной атмосфере, должна быть указана способность вибропреобразователя работать в этих условиях. Если вибропреобразователь должен использоваться во взрывоопасной среде, то должна быть гарантирована его безопасность.

4.12. Если возможно, то должна быть указана чувствительность вибропреобразователя к деформации его на установочной поверхности.

4.13. Если возможно, то должна быть дана информация в отношении долговечности предсказываемого среднего времени между отказами и рекомендуемого времени между перекалывками вибропреобразователя.

4.14. Если между вибропреобразователем и индикатором есть кабель, то его длина должна быть не менее 1 м. Изготовитель должен указать, какие дополнительные кабели могут использоваться, при этом не должны быть превышены допуски, указанные в п. 4.7.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ИНДИКАТОРУ

5.1. Индикаторный прибор может быть стрелочного, графического или цифрового типа.

5.1.1. Прибор должен указывать истинную среднеквадратическую виброякорость.

5.1.2. Погрешность калибровки прибора не должна превышать $\pm 2,5$ % максимального значения.

5.1.3. Индикатор на приборе должен давать легко считываемое показание, вплоть до $\frac{1}{5}$ величины полной шкалы. Для идентификации измеренной величины и единицы измерения $v_{\text{СК}}$ в мм/с должна быть нанесена на шкале прибора.

5.2. Когда синусоидальный сигнал с частотой, лежащей в рабочем диапазоне измерения, и амплитудой, допускающей установившуюся номинальную величину порядка 70 % полной шкалы, неожиданно подается на ввод индикатора при эквивалентном напряжении, начальное перерегулирование не должно быть больше, чем 10 % окончательного показания. Перерегулирование не должно происходить в то время, когда разность пиковых величин колебаний стрелки по сравнению с окончательным положением стрелки составляет максимум 1,5 % диапазона считывания.

5.3. Для проверки усиления должно быть устройство, которое допускает установку суммарного усиления индикатора при специфической частоте (например, 50 Гц) с неопределенностью менее чем ± 2 %.

5.4. Должен быть указан рабочий и нерабочий диапазон температур индикатора.

5.5. Должна быть указана максимальная влажность, воздействию которой может подвергнуться индикатор, не выходя из строя.

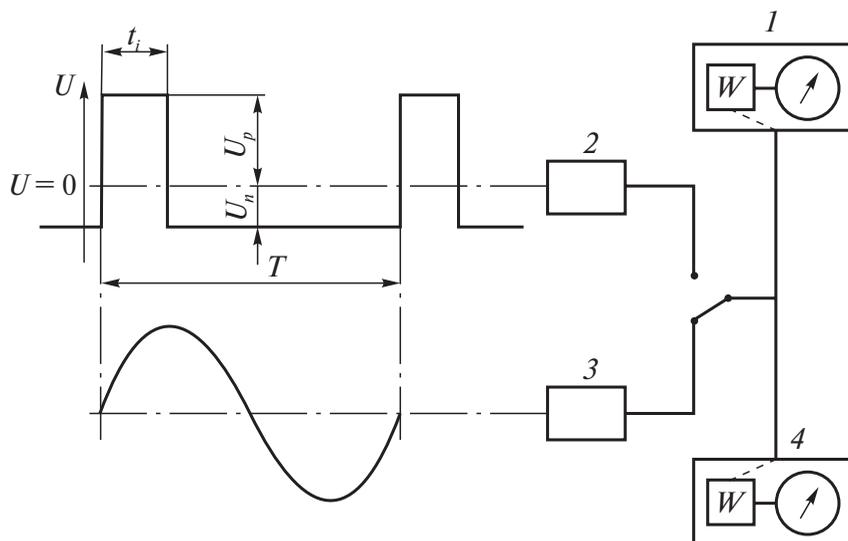
Если индикатор должен эксплуатироваться в условиях, представляющих для него опасность, например в коррозионной среде, то должна быть указана способность его выдерживать воздействие этой опасной среды. Если индикатор должен использоваться во взрывоопасной атмосфере, то должна быть обеспечена его безопасность.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ПИТАНИЮ

Должны быть указаны требования к подводимой мощности для вибропреобразователя и индикатора.

Метод испытаний индикаторов среднеквадратических напряжений

А.1. Схема испытаний



Черт. 2. Схема испытания индикатора среднеквадратических напряжений:

1 — измеритель истинных среднеквадратических значений; 2 — генератор колебаний прямоугольной формы; 3 — генератор синусоидальных колебаний; 4 — испытуемый прибор:
частотные характеристики приборов согласованы

Данный метод испытания индикаторов среднеквадратических значений базируется на следующем определении крест-фактора:

$$\text{крест-фактор} = \frac{\hat{U}}{\bar{U}},$$

где \hat{U} — наибольшая амплитуда генерируемой прямоугольной асимметричной волны на черт. 2 (то есть в зависимости от того, что больше);
 \bar{U} — среднеквадратическое значение волны.

Величины крест-фактора

$$\bar{U} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2 dt}.$$

По определению

$$\bar{U} = \sqrt{U_n^2 + (U_p^2 - U_n^2) \left(\frac{t_i}{T} \right)};$$

Для общего случая, показанного на черт. 2, может быть показано, что

$$\text{крест-фактор} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{U_n^2 + (U_p^2 - U_n^2) \left(\frac{t_i}{T} \right)}}.$$

Имеются особые случаи:

А. симметричная прямоугольная волна $\left(U_p = U_n \text{ и } t_i = \frac{T}{2} \right)$

крест-фактор = 1;

В-1. асимметричная прямоугольная волна $\left(U_p > U_n \text{ и } t_i = \frac{T}{2} \right)$

$$\text{крест-фактор} = \sqrt{\frac{2}{1 + (U_n/U_p)^2}};$$

В-2. асимметричная прямоугольная волна $\left(U_p < U_n \text{ и } t_i = \frac{T}{2} \right)$

$$\text{крест-фактор} = \sqrt{\frac{2}{1 + (U_p/U_n)^2}};$$

С. волна с прямоугольным импульсом $(U_n = 0 \text{ и } t_i < T)$

$$\text{крест-фактор} = \sqrt{\frac{T}{t_i}}.$$

А.2. Методика

А.2.1. Установить генератор прямоугольной волны для $t_i = 4$ мс.

Установить период T обоих генераторов равным 8 мс.

А.2.2. Установить амплитуду генератора синусоидальных колебаний для прибора, подлежащего испытанию, приблизительно 90 % полной шкалы. Отметить показание на измерителе истинных среднеквадратических значений.

А.2.3. Замкнуть цепь генератора колебаний прямоугольной формы и установить такую же амплитуду, как в п. А.2.2 на испытуемом приборе. Отметить показание на измерителе истинных среднеквадратических значений.

А.2.4. Повторить п. А.2.3, варьируя период T от 8 до 40 мс.

А.2.5. Разница в показаниях измерителя истинных среднеквадратических значений пп. А.2.2 и А.2.3 не должна превышать 5 % полной шкалы испытываемого прибора для всех значений T , данных в п. А.2.4.

**СТАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, ВЫПОЛНЕННЫЕ
ДУГОВОЙ СВАРКОЙ****РУКОВОДСТВО ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ УРОВНЕЙ КАЧЕСТВА
СТАЛЬНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ДЕФЕКТОВ ШВА**

ARC-WELDED JOINTS IN STEEL

GUIDANCE ON QUALITY LEVELS FOR IMPERFECTIONS

**ISO
5817–1992(E)
(EN 25817)**

Три уровня качества, обозначенные как D — низкий, C — средний и B — высокий, определяемые этим стандартом, предназначены только для выработки базовых справочных данных. Эти уровни качества относятся только к типам сварных соединений, а не к готовым изделиям или узлам. Следовательно, возможно применение различных уровней качества к отдельным сварным соединениям в одном и том же изделии или узле. Хотя рассматриваемый международный стандарт относится к сварке материалов в диапазоне толщин 3–63 мм, он может быть легко применен и к более тонким и более толстым сварным соединениям при условии учета технических факторов, влияющих на качество сварных соединений.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Высота рабочего сечения углового сварного шва — высота наибольшего равнобедренного треугольника, который можно вписать в сечение сварного шва.

Глубина проплавления — минимальное расстояние от поверхности детали до нижней границы проплавления, которое не может быть меньше наиболее тонкой детали.

Короткие дефекты — это один или более дефектов с общей длиной не более чем 25 мм на каждые 100 мм длины сварного шва или максимум 25 % от длины шва при его длине менее 100 мм.

Длинные дефекты — это один или более дефектов с общей длиной более чем 25 мм на каждые 100 мм длины сварного шва или минимум 25 % от длины шва при его длине менее чем 100 мм.

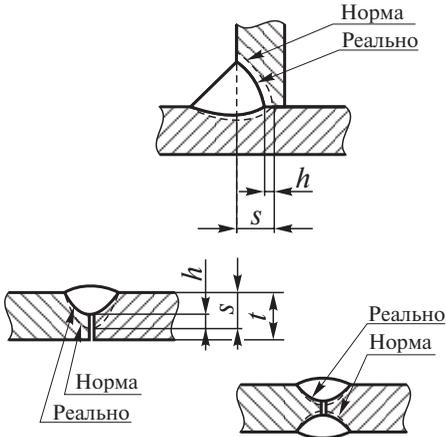
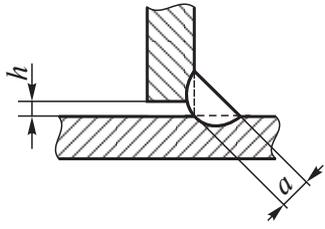
Площадь ширины проплавления — площадь, равная произведению длины шва и максимальной толщины шва.

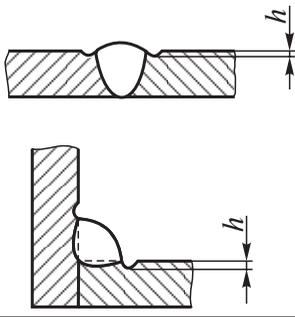
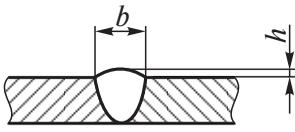
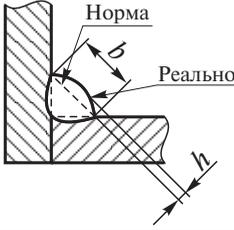
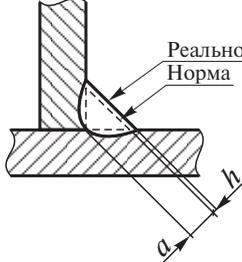
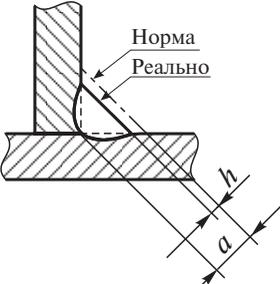
Площадь глубины проплавления — площадь, равная произведению длины шва и глубины проплавления.

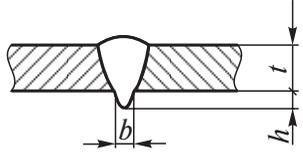
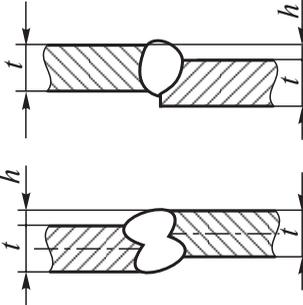
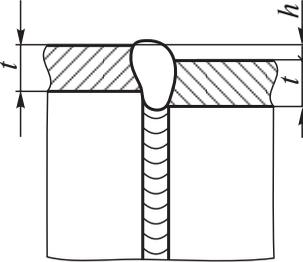
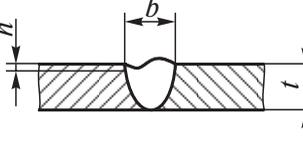
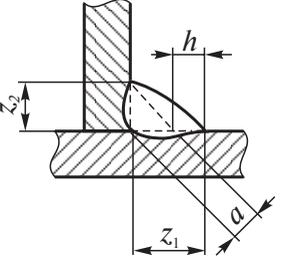
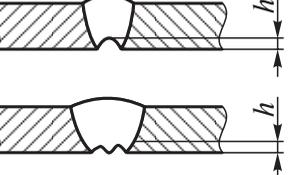
Ограничения на дефекты и их параметры даны в таблице.

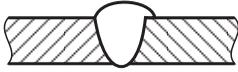
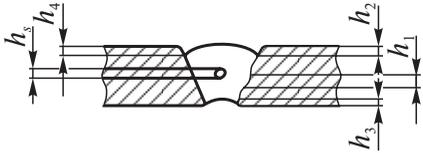
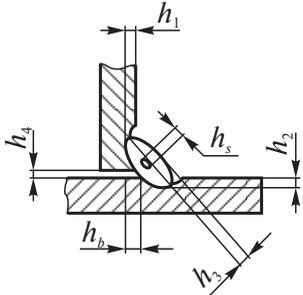
Оценка уровней качества сварных швов согласно ИСО 5817

№ п/п	Наименование дефектов	Характеристика дефектов	Дефекты и их параметры для различных уровней качества		
			D	C	B
1	2	3	4	5	6
1	Трещины	Все типы трещин за исключением микротрещин ($hl < 1 \text{ мм}^2$) и кратерных трещин	Не допускаются		
2	Кратерные трещины		Допускаются	Не допускаются	
3	Пористость и газовые поры	Относительная суммарная площадь в сечении сварного соединения (ширина проплавления или его глубина, умноженная на длину шва) максимальный размер наибольшей поры: для стыкового сварного шва для углового сварного шва максимальный размер одиночной поры	4 % $d \leq 0,5s$ $0,5a$ 5 мм	2 % $d \leq 0,4s$ $0,4a$ 4 мм	1 % $d \leq 0,3s$ $0,3a$ 3 мм
4	Локализованная (групповая) пористость	Суммарная площадь пор в группе суммируется и вычисляется в процентах по наибольшей из двух площадей: поверхности, окружающей все поры, или круга с диаметром, соответствующим ширине сварного шва Максимальное значение относительной суммарной площади в сечении сварного соединения (ширина проплавления или его глубина, умноженная на длину шва) максимальный размер наибольшей поры: для стыкового сварного шва для углового сварного шва максимальный размер локализованной групповой пористости	16 % $d \leq 0,5s$ $0,5a$ 4 мм	8 % $d \leq 0,4s$ $0,4a$ 3 мм	4 % $d \leq 0,3s$ $0,3a$ 2 мм
5	Удлиненные полости, газовые раковины	Длинные дефекты: для стыкового сварного шва для углового сварного шва В любом случае максимальный размер	$h \leq 0,5s$ $0,5a$ 2 мм	Не допускаются	Не допускаются
		Короткие дефекты: для стыкового сварного шва для углового сварного шва В любом случае максимальный размер	$h \leq 0,5s$ $0,5a$ 4 мм или не больше, чем толщина сварного шва	$h \leq 0,4s$ $0,4a$ 3 мм или не больше, чем толщина сварного шва	$h \leq 0,3s$ $0,3a$ 2 мм или не больше, чем толщина сварного шва

1	2	3	4	5	6
6	Твердые включения (отличные от медных)	Длинные дефекты: для стыкового сварного шва для углового сварного шва В любом случае максимальный размер	$h \leq 0,5s$ $h \leq 0,5a$ 2 мм	Не допускаются	Не допускаются
		Короткие дефекты: для стыкового сварного шва для углового сварного шва В любом случае максимальный размер	$h \leq 0,5s$ $0,5a$ 4 мм или не больше, чем толщина сварного шва	$h \leq 0,4s$ $0,4a$ 3 мм или не больше, чем толщина сварного шва	$h \leq 0,3s$ $0,3a$ 2 мм или не больше, чем толщина сварного шва
7	Медные включения		Не допускаются		
8	Несплавления		Допускаются прерывистые и без разрушения поверхности	Не допускаются	
9	Отсутствие проплавления (неполное проплавление)		Длинные дефекты не допускаются	Не допускаются	
			Короткие дефекты $h \leq 0,2s$ максимально 2 мм	$h \leq 0,1s$ максимально 1,5 мм	
10	Неправильная сборка заготовок под сварку	Чрезмерный или недостаточный зазор между соединяемыми деталями  Зазоры, превышающие установленные размеры, в некоторых случаях могут быть компенсированы соответствующим увеличением размера шва	$h \leq 0,1 \text{ мм} + 0,3a$ максимально 4 мм	$h \leq 0,5 \text{ мм} + 0,2a$ максимально 3 мм	$h \leq 0,5 \text{ мм} + 0,1a$ максимально 2 мм

1	2	3	4	5	6
11	Подрез	Необходим плавный переход канавки к основному металлу и шву 	$h \leq 1,5$ мм	$h \leq 1,0$ мм	$h \leq 0,5$ мм
12	Чрезмерная выпуклость шва	Необходим плавный переход выпуклости шва к основному металлу 	$h \leq 1$ мм + + 0,25b максимально 10 мм	$h \leq 1$ мм + + 0,15b максимально 7 мм	$h \leq 1$ мм + + 0,1b максимально 5 мм
13	Чрезмерная выпуклость шва		$h \leq 1$ мм + + 0,25b максимально 5 мм	$h \leq 1$ мм + + 0,25b максимально 4 мм	$h \leq 1$ мм + + 0,25b максимально 3 мм
14	Угловой шов, имеющий большую высоту рабочего сечения	Для многих применений излишняя высота рабочего сечения шва не является причиной отбраковки 	$h \leq 1$ мм + + 0,3a максимально 5 мм	$h \leq 1$ мм + + 0,2a максимально 4 мм	$h \leq 1$ мм + + 0,15a максимально 3 мм
15	Угловой шов, имеющий недостаточную высоту рабочего сечения, не следует рассматривать как дефектный, если она компенсирована глубиной проплавления 	Угловой шов, имеющий недостаточную высоту рабочего сечения, не следует рассматривать как дефектный, если она компенсирована глубиной проплавления	Длинные дефекты не допускаются		Не допускается
			Короткие дефекты $h \leq 0,3$ мм + 0,1a		
			Максимально 2 мм	Максимально 1 мм	

1	2	3	4	5	6
16	Чрезмерный провар корня шва		$h \leq 1 \text{ мм} + 1,2b$ максимально 5 мм	$h \leq 1 \text{ мм} + 0,6b$ максимально 4 мм	$h \leq 1 \text{ мм} + 0,3b$ максимально 3 мм
17	Локальный выступ		Допускается	Случайные локальные выступы допускаются	
18	Смещение кромок	Обычно правильному положению кромок соответствует совпадение центров свариваемых деталей 	Продольные швы		
			$h \leq 0,25t$ максимально 5 мм	$h \leq 0,15t$ максимально 4 мм	$h \leq 0,1t$ максимально 3 мм
			Кольцевые швы $h \leq 0,5t$		
			Максимально 4 мм	Максимально 3 мм	Максимально 2 мм
19	Неполномерный шов	Необходим гладкий переход от шва к основному металлу 	Длинные дефекты не допускаются		
			Короткие дефекты		
			$h \leq 0,5t$ максимально 2 мм	$h \leq 0,1t$ максимально 1 мм	$h \leq 0,05t$ максимально 0,5 мм
20	Ассиметричный угловой шов	Ассиметрия не предусмотрена 	$h \leq 2 \text{ мм} + 0,2a$	$h \leq 2 \text{ мм} + 0,15a$	$h \leq 1 \text{ мм} + 0,15a$
21	Вогнутость корня шва. Коробление корня шва	Необходим плавный переход канавок в сварное соединение 	$h \leq 1,5 \text{ мм}$	$h \leq 1 \text{ мм}$	$h \leq 0,5 \text{ мм}$

1	2	3	4	5	6
22	Наплыв, натек		Короткие дефекты допускаются	Не допускаются	
23	Плохое возобновление шва		Допускается	Не допускается	
24	Следы дуги		На возможность приемки влияет последующая обработка и свойства основного материала, в частности чувствительность к трещинообразованию		
25	Брызги		На возможность приемки влияет характер эксплуатации		
26	Множественные дефекты в одном сечении	При $s \leq 10$ мм или $a \leq 10$ мм или меньше необходима специальная оценка качества	Максимальная суммарная высота коротких дефектов		
		 $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_s = \Sigma h$	0,25s или 0,25a максимально 10 мм	0,2s или 0,25a максимально 10 мм	0,15s или 0,15a максимально 10 мм
26	Множественные дефекты в одном сечении	При $s \leq 10$ мм или $a \leq 10$ мм или меньше необходима специальная оценка качества	Максимальная суммарная высота коротких дефектов		
		 $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_s + h_b = \Sigma h$	0,25s или 0,25a максимально 10 мм	0,2s или 0,25a максимально 10 мм	0,15s или 0,15a максимально 10 мм

Обозначения:

a — высота рабочего сечения углового сварного шва;

b — ширина выпуклости сварного шва (ширина проплавления);

d — диаметр поры;

h — размер (высота или ширина) дефекта;

l — длина дефекта;

s — номинальная ширина стыкового сварного шва или глубина проплавления (в случае частичного проплавления);

t — толщина стенки свариваемых деталей;

z — калибр углового шва, то есть катет прямоугольного треугольника, представляющего рабочее сечение шва; если сечение в виде равнобедренного прямоугольного треугольника, $z = a\sqrt{2}$.

ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ НАПОРНЫЕ.**КВАЛИФИКАЦИЯ И АТТЕСТАЦИЯ ПЕРСОНАЛА
В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ****STEEL TUBES FOR PRESSURE PURPOSES.
QUALIFICATION AND CERTIFICATION OF NON-DESTRUCTIVE TESTING
PERSONNEL****ISO
11484–1994****ВВЕДЕНИЕ**

Данный международный стандарт касается квалификации и аттестации персонала, занятого в проведении неразрушающего контроля (NDT) стальных напорных труб, включая плоский прокат, используемый в производстве сварных труб.

Признано, что в масштабе мировой индустрии стальных труб преобладает полуавтоматическое/автоматическое оборудование для неразрушающего контроля, которое используется специалистами NDT для установления целостности продукции в противовес главным образом ручным методам, нашедшим применение в других секторах промышленности. В результате этот международный стандарт допускает параллельную квалификацию и аттестацию и отделом работодателя, и внешним/центральный органом при условии определенных ограничений.

При подготовке этого международного стандарта были учтены или одобрены в части, его касающейся, требования ИСО 9712. Однако следует заметить, что первичная работа и специфический характер задач NDT, решаемых персоналом NDT при проверке стальных труб и плоского проката, используемого в производстве сварных труб, несомненно выходят за рамки области распространения ИСО 9712 (см. п. 3.20 ИСО 9712:1992).

Таким образом, в контексте этого международного стандарта требования ИСО 9712 не следовало бы принимать за основу или дополнительный минимум требований, но это не исключает прав любого человека подавать заявление и получать квалификацию/аттестацию в соответствии с ИСО 9712, если так принято в другом секторе.

Считается, что этот международный стандарт может быть применен для безнапорных стальных труб и в других сферах специфического производства.

1. ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

1.1. Данный международный стандарт характеризует квалификацию и аттестацию персонала, занятого в неразрушающем контроле (NDT) бесшовных и сварных труб, включая плоский прокат, используемый в производстве стальных напорных труб.

1.2. Международный стандарт устанавливает требования подготовки, квалификации и аттестации по трем уровням квалификации персонала NDT, выполняющего специфические задачи при неразрушающем контроле бесшовных и сварных стальных труб, в том числе сварного шва, и плоского проката, используемого в производстве сварных труб.

1.3. Этот международный стандарт допускает квалификацию и аттестацию персонала по неразрушающему контролю параллельно и отделом работодателя, и внешним/центральным органом при условии определенных специфических ограничений.

1.4. Этот международный стандарт необходимо применять к персоналу по неразрушающему контролю, осуществляющему проверку бесшовных и сварных труб, в том числе сварного шва, и плоского проката, используемого в производстве сварных труб, с помощью следующих методов неразрушающего контроля:

- a) вихретокового (ЕТ);
- b) рассеяния магнитного потока (FT);
- c) проникающими веществами (РТ);
- d) магнитного (МТ);
- e) радиографического (РТ);
- f) ультразвукового (УТ).

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Перечисленные ниже стандарты содержат требования, которые посредством ссылок в данном тексте составляют положения данного международного стандарта. На время публикации указанные издания были действующими. Все стандарты подлежат пересмотру, а сторонам — участницам соглашения на основе этого стандарта рекомендуется обращаться к самым последним изданиям указанных ниже стандартов. Страны — члены ИСО и МЭК ведут указатели действующих в настоящее время международных стандартов.

ИСО 9002: —* Системы качества. Модель для обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании.

ИСО 9712:1992. Неразрушающий контроль. Квалификация и аттестация персонала.

Руководство ИСО/МЭК 40:1983. Общие требования по признанию органов по сертификации.

EN 45013:1989. Органы по аттестации персонала. Общие критерии.

ASNT Standard CP 189. Квалификация и аттестация персонала по неразрушающему контролю**.

ASNT Recommended Practice SNT-TC-1A**.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В целях этого международного стандарта применяются следующие определения.

3.1. **Квалификация** — демонстрация/очевидность знания, умения, подготовки, опыта и физической способности, необходимых для должного выполнения специальных задач по неразрушающему контролю, с перспективой получения свидетельства.

3.2. **Аттестация** — процедура, обеспечивающая письменное доказательство квалификации, ведущей к выдаче свидетельства органом по сертификации.

3.3. **Орган по сертификации** — следующие органы, действующие в соответствии с требованиями Руководства ИСО/МЭК 40 и создаваемые согласно EN 45013 и ISO 9002:

a) отдел работодателя, независимый от производственно-технологического отдела (например, гарантия качества/технический);

b) независимый орган по сертификации, утвержденный соответствующим органом по аккредитации.

* Готовится к публикации (пересмотренное и исправленное издание ИСО 9002:1987).

** ASNT (Американское общество специалистов по неразрушающему контролю).

3.4. **Орган по квалификации** — независимый отдел работодателя, признанный орган власти или внешняя организация, работающие под эгидой органа по сертификации и официально наделенные правом организовывать подготовку и административное управление экзаменами, которые определяют квалификацию персонала по неразрушающему контролю.

3.5. **Работодатель** — корпоративная организация, которая нанимает персонал по неразрушающему контролю проводить такой контроль за соответствующую заработную плату, жалование, гонорар или по другим соображениям.

3.6. **Кандидат** — лицо, претендующее на квалификацию и последующую аттестацию.

3.7. **Регулировка** — механическая и (или) электронная настройка оборудования для неразрушающего контроля с целью установить параметры и чувствительность контроля, которые определяются техническими условиями на данное изделие.

3.8. **Метод неразрушающего контроля** — порядок действий с применением физических принципов при проведении неразрушающего контроля (например, ультразвуковой метод, метод вихревых токов и т.д.).

3.9. **Методика неразрушающего контроля** — специфический способ применения метода неразрушающего контроля (например, методика ультразвукового погружения, методика вихревых токов с применением концентрической катушки и т.д.).

3.10. **Лицо способное** — лицо, обладающее возможностью или умением выполнять задачу неразрушающего контроля.

3.11. **Компетентность** — достаточно хорошее знание неразрушающего контроля и продукции.

4. УРОВНИ КВАЛИФИКАЦИИ

4.1. Классификация

Персонал по неразрушающему контролю, аттестованный в соответствии с этим международным стандартом, должен классифицироваться по одному из трех уровней квалификации (уровень 1, уровень 2 или уровень 3) в отношении специальных задач неразрушающего контроля, которые должны им решаться.

Кроме того, дальнейшая классификация «стажер» устанавливается для персонала по неразрушающему контролю, задействованного в контроле стальных бесшовных и сварных труб, в том числе сварного шва, а также плоского проката, используемого в производстве сварных труб.

Все четыре классификации определены с точки зрения содержания задачи неразрушающего контроля, степени ответственности и т.д. в соответствии с пп. 4.2–4.5.

Примечание 1. Следует признать, что лицу, работающему с бесшовными и сварными трубами и (или) плоским прокатом, используемым в производстве сварных труб, и имеющему отношение к оборудованию для неразрушающего контроля или действующему в качестве пользователя автоматических/полуавтоматических испытательных систем, не требуется квалификация/аттестация согласно требованиям этого международного стандарта, так как такое лицо не связано с настройкой/регулировкой параметров оборудования для проведения неразрушающего контроля или регистрацией результатов этих испытаний.

4.2. Стажер

Стажером называется лицо в процессе обучения и получения опыта в целях присвоения ему квалификации и аттестации в качестве специалиста по неразрушающему контролю 1 уровня квалификации или для прямого доступа к неразрушающему контролю, проводимому специалистами 2 уровня квалификации.

4.3. 1 уровень квалификации для проведения неразрушающего контроля

Лицо, получившее сертификат 1 уровня квалификации, имеет право проводить операции по неразрушающему контролю в соответствии с письменными инструкциями и под надзором

специалистов 2 или 3 уровня квалификации. Применительно к используемым методикам специалист должен уметь:

- регулировать параметры оборудования;
 - проводить контроль;
 - регистрировать и классифицировать результаты в соответствии с письменно изложенными критериями;
 - составлять отчет по результатам в соответствии с письменно изложенными критериями.
- Специалист не отвечает за выбор метода или методики контроля, которые надо использовать, или за оценку результатов испытаний.

4.4. 2 уровень квалификации для проведения неразрушающего контроля

Лицо, получившее сертификат 2 уровня квалификации, имеет право выполнять и руководить проведением неразрушающего контроля в соответствии с установленными или принятыми процедурами. Применительно к используемым методикам специалист должен быть компетентным и способным:

- выбирать методику для данного метода испытаний;
- регулировать параметры оборудования;
- осуществлять надзор за контролем;
- интерпретировать и оценивать результаты контроля согласно соответствующим стандартам, сводам правил или техническим условиям;
- определять пределы применения данного метода/методики (методик) контроля, для которого сертифицирован специалист 2 уровня квалификации;
- регулировать рабочие параметры неразрушающего контроля, адаптированные к тем проблемам, на которые распространяется действие технических условий или процедур;
- готовить письменные инструкции по проведению контроля;
- выполнять и осуществлять надзор за исполнением всех обязанностей специалистов 1 уровня квалификации;
- обучать или осуществлять руководство персоналом, имеющим уровень квалификации ниже 2;
- организовывать и составлять отчет о результатах неразрушающего контроля.

4.5. 3 уровень квалификации для проведения неразрушающего контроля

Лицо, получившее сертификат 3 уровня квалификации, должно быть способным:

- принимать на себя всю ответственность за оборудование для контроля и личный состав;
- устанавливать методики и процедуры;
- интерпретировать своды правил, стандарты, технические условия и процедуры;
- назначать определенные методы контроля, методики и процедуры, которые должны применяться.

Специалист обязан:

- уметь интерпретировать и оценивать результаты с точки зрения существующих правил, стандартов и технических условий;
- иметь достаточный практический опыт по соответствующим материалам, производству и технологиям, чтобы выбирать методы и устанавливать методики, а также помогать в установлении критериев приемки, если таковых нет в наличии;
- иметь общее представление о многообразии методов неразрушающего контроля;
- быть способным обучать персонал 1 и 2 уровней квалификации.

Кроме того, специалист должен обучать персонал 1 и 2 уровней квалификации и (или) руководить и осуществлять надзор за квалификационными экзаменами.

5. ТРЕБОВАНИЯ И ПРОЦЕДУРЫ ДЛЯ КВАЛИФИКАЦИИ И АТТЕСТАЦИИ

5.1. Персонал 1 и 2 уровней квалификации по неразрушающему контролю (рис. 1 и 2)

Весь персонал по неразрушающему контролю 1 и 2 уровней квалификации должен быть квалифицирован и аттестован по одному из следующих параллельных вариантов:

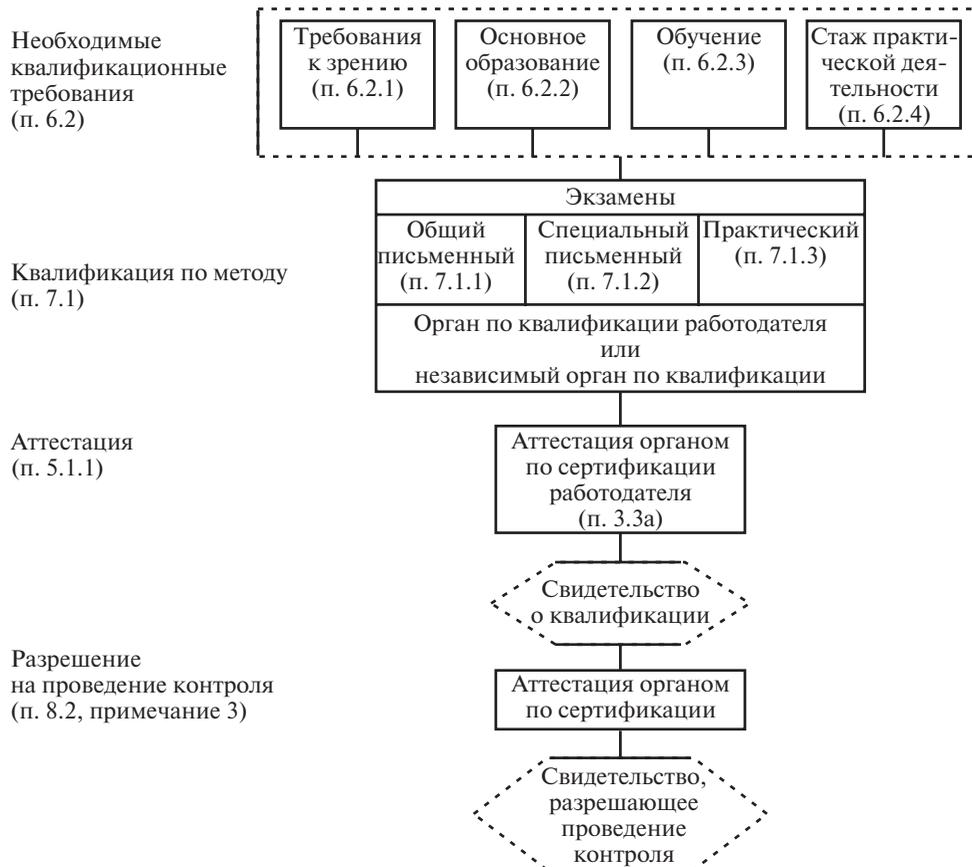


Рис. 1. 1 и 2 уровни квалификации: Аттестация (вариант 1)
(см. п. 5.1.1)

5.1.1. Квалификация/аттестация органом по квалификации работодателя

Орган по квалификации работодателя через полномочия специалиста по неразрушающему контролю 3 уровня квалификации должен подготовить кандидатов 1 и 2 уровней квалификации на проведение неразрушающего контроля в соответствии с пп. 6.2 и 7.1. Персонал, получив квалификацию на проведение неразрушающего контроля 1 и 2 уровней квалификации, должен сразу пройти аттестацию в соответствующем официальном органе по квалификации работодателя.

Примечание 2. Специалист 3 уровня квалификации необязательно должен быть постоянным работником данной корпорации.

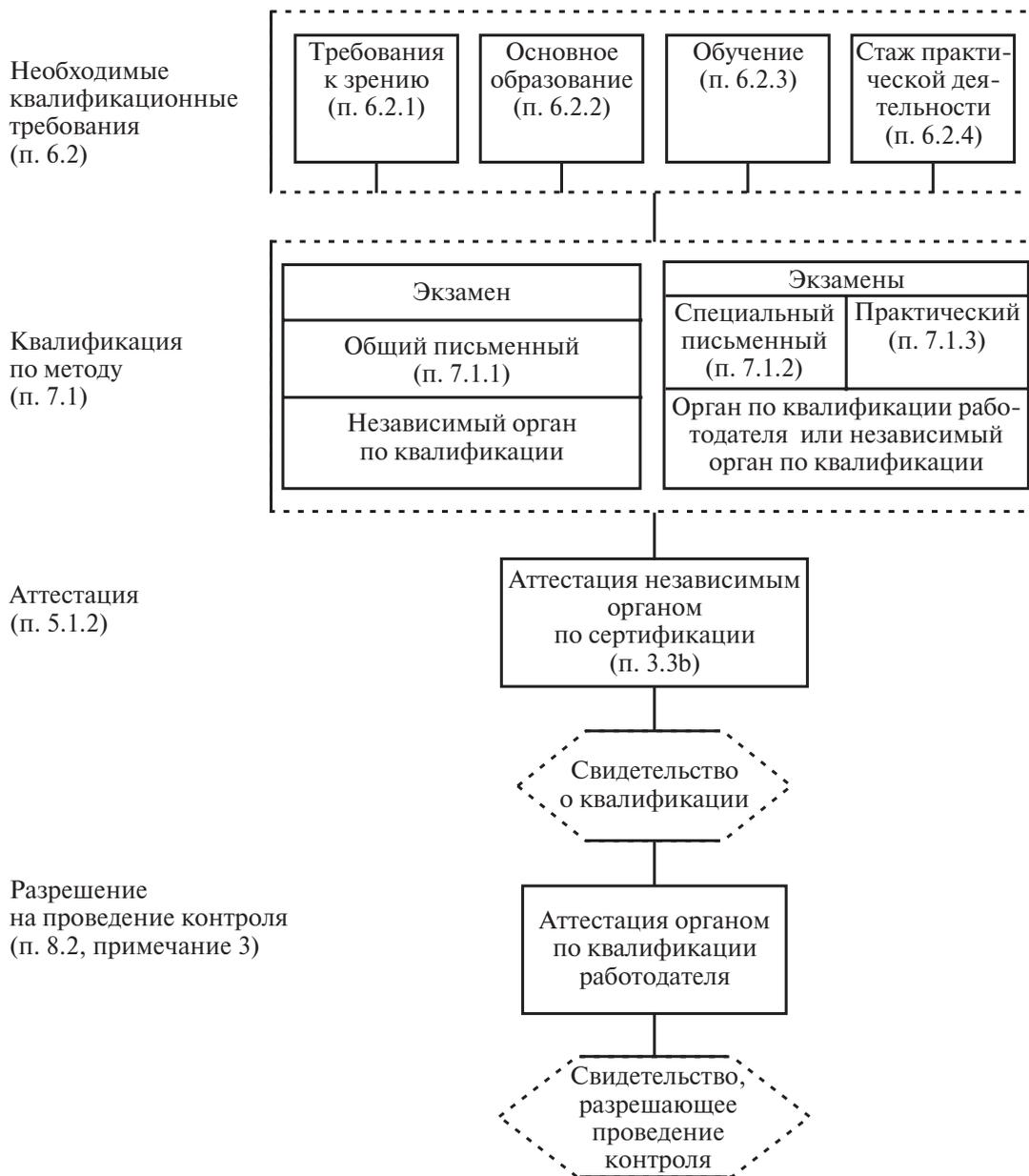


Рис. 2. Уровни квалификации 1 и 2: Аттестация (вариант 2) (см. п. 5.1.2)

5.1.2. Квалификация/аттестация независимым органом по сертификации

Кандидаты на проведение неразрушающего контроля 1 и 2 уровней квалификации должны квалифицироваться соответствующим официальным органом по квалификации под эгидой соответствующего органа по сертификации в соответствии с пп. 6.2 и 7.1. При удовлетворении всех требований квалификации этот орган по сертификации выдает соответствующее свидетельство. Дополнительно персонал 1 и 2 уровней квалификации, аттестованный органом по сертификации, должен быть далее квалифицирован органом по квалификации работодателя в соответствии с пп. 7.1.2 и 7.1.3, чтобы подтвердить свою компетентность по специальным и практическим аспектам решения задач неразрушающего контроля. Персонал 1 и 2 уровней квалификации, получив дальнейшее подтверждение своей квалификации, должен сразу быть аттестован работодателем, поэтому он владеет двойным свидетельством: от органа по сертификации и органа по квалификации работодателя.

5.2. Персонал 3 уровня квалификации по неразрушающему контролю (рис. 3)

В соответствии с этим международным стандартом весь персонал по неразрушающему контролю 3 уровня квалификации должен квалифицироваться на соответствие требованиям

пп. 6.3 и 7.2 (исключив экзамены по особым методам и практические вопросы) независимым официальным органом по квалификации (то есть независимым от работодателя данного кандидата). Целью этого является аттестация персонала по неразрушающему контролю на академическую квалификацию 3 уровня.

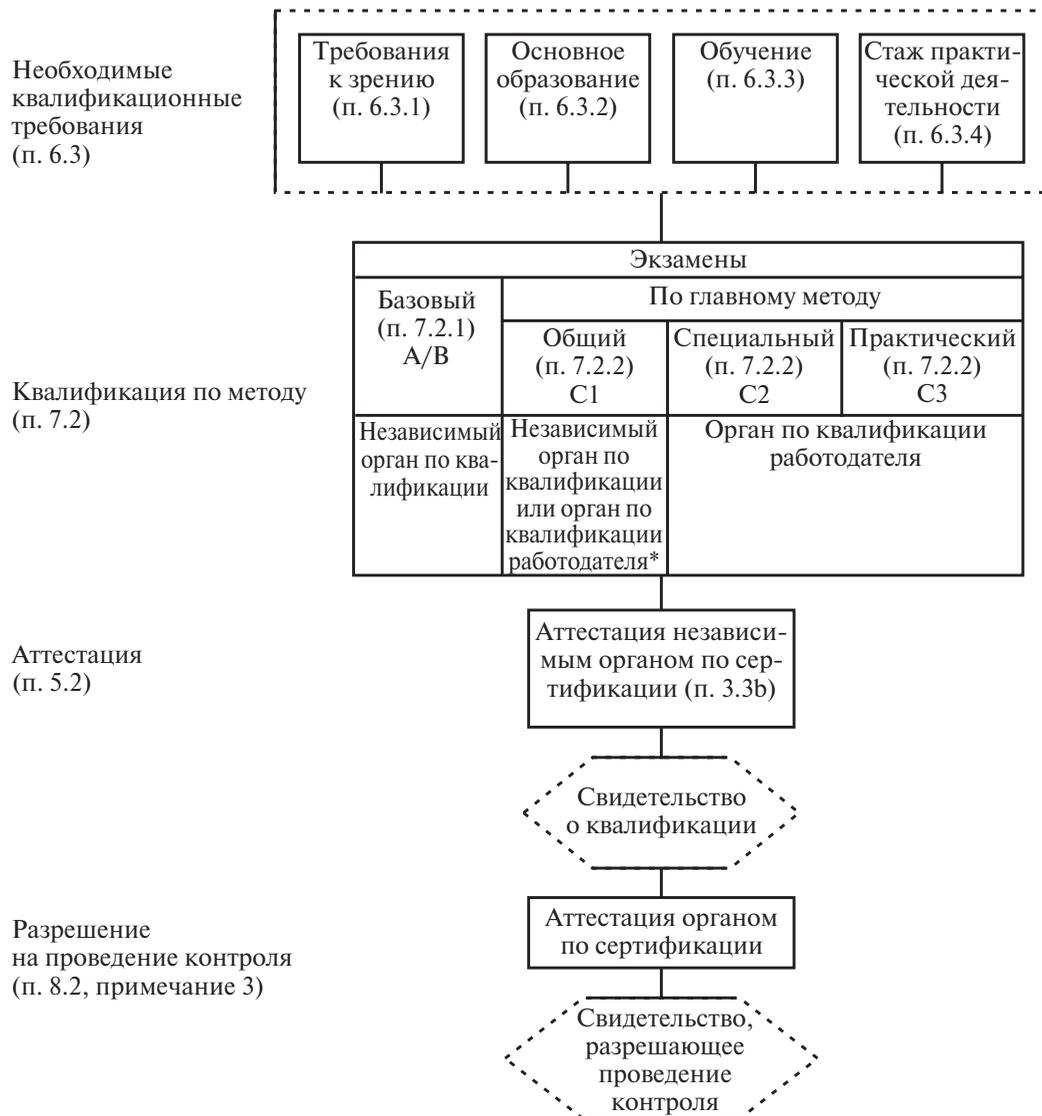


Рис. 3. 3 уровень квалификации: Аттестация

Дополнительно к этому должно быть представлено письменное доказательство работодателя в адрес независимого органа по сертификации о том, что данный квалифицированный специалист удовлетворяет экзаменационным требованиям к особым методам и практическим вопросам этого международного стандарта. Следовательно, этот специалист должен считаться аттестованным по 3 уровню квалификации независимым органом по сертификации с выдачей ему этим органом свидетельства 3 уровня квалификации.

Персонал по неразрушающему контролю 3 уровня квалификации, получив свидетельство от этого органа по сертификации, получает через орган по квалификации законное право квалифицировать персонал 1 и 2 уровней квалификации для проведения соответствующего неразрушающего контроля.

Персонал по неразрушающему контролю 3 уровня квалификации назначается работодателем по любой одной или нескольким следующим категориям:

- а) контроль;
- б) обучение;
- в) проведение экзаменов.

* В этом случае орган по квалификации работодателя должен быть аккредитован.

6. КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

6.1. Общие положения

Кандидаты на квалификацию/аттестацию в соответствии с этим международным стандартом должны обладать комбинацией физических способностей и основного образования наряду с необходимой подготовкой и опытом проведения неразрушающего контроля по соответствующему методу.

Пригодность кандидатов на присвоение 1 и 2 уровней квалификации определяется по их соответствию требованиям, изложенным в п. 6.2, а кандидаты на присвоение 3 уровня квалификации должны отвечать требованиям, указанным в п. 6.3.

6.2. 1 и 2 уровни квалификации

Кандидаты на получение 1 и 2 уровней квалификации должны отвечать следующим минимальным требованиям.

6.2.1. Требования к зрению

Острота ближнего зрения по таблице Джейгера *J2* или эквивалентной таблице на расстоянии не менее 30 см по крайней мере одним глазом (с использованием очков или без них), включая достаточное визуальное цветоощущение, применительно к методу неразрушающего контроля, который будет использоваться, должна проверяться ежегодно под ответственность работодателя. Если кандидат не соответствует этому требованию, то он является непригодным к такой работе.

6.2.2. Основное образование

Минимальное требование — это основное образование в форме посещения начальной и средней школы или образовательного центра в соответствии с национальными законами. Не требуются оценки уровня знаний по основному образованию, однако необходимо представить соответствующее доказательство посещения образовательных учреждений.

6.2.3. Обучение

Каждый кандидат должен засвидетельствовать успешное завершение программы обучения по соответствующему методу, одобренной органом по квалификации и приемлемой для органа по сертификации. Минимальный период обучения для специалистов 1 и 2 уровней квалификации показан в табл. 1.

Таблица 1

Минимальный период обучения

Метод	Уровень 1 (часы)	Уровень 2 (часы)
ET	40	60
FT	40	60
PT	16	24
MT	16	24
RT	40	80
UT	40	80

Каждый из периодов в табл. 1 включает теоретические и практические занятия.

Прямой доступ к получению квалификации специалиста 2 уровня квалификации для проведения неразрушающего контроля требует минимальной подготовки в течение суммарного периода (в часах) для 1 и 2 уровней квалификации.

Для контроля труб и плоского проката, используемого для производства сварных труб, требуются специальные навыки и знание оборудования для неразрушающего контроля (например, автоматических систем), чтобы кандидат мог успешно работать. Программа обучения должна быть составлена так, чтобы она включала эти специализированные требования.

6.2.4. Стаж практической деятельности

Каждый кандидат должен представить доказательство того, что он имеет необходимый стаж практической деятельности по использованию определенного метода в отношении основных методик и специального умения, необходимых в процессе контроля труб и плоского проката, используемого в производстве сварных труб. Минимальный стаж практической деятельности для 1 и 2 уровней квалификации показан в табл. 2.

Таблица 2

Минимально необходимый стаж работы

Метод	Уровень 1 (месяцы)	Уровень 2 (месяцы)
ET	3	9
FT	3	9
PT	1	2
MT	1	3
RT	3	9
UT	3	9

Стаж практической деятельности (в месяцах) определяется на основе номинальной 40-часовой недели (175 ч в месяц). Когда кандидат работает более 40 ч в неделю, то ему должен засчитываться стаж на основе суммарного количества рабочих часов по соответствующему методу.

Для получения 2 уровня квалификации требуется наличие минимального стажа практической деятельности в течение суммарного количества месяцев, указанных для 1 и 2 уровней квалификации.

Когда кандидат приобрел одновременно опыт работы по двум или нескольким методам неразрушающего контроля в рамках этого международного стандарта, то допускается сокращение общего стажа работы, необходимого для каждого метода, следующим образом:

- а) два метода неразрушающего контроля: сокращение на 25 % суммы периодов, необходимых для каждого метода;
- б) три метода неразрушающего контроля: сокращение на 33 % суммы периодов, необходимых для каждого метода;
- с) четыре и более методов: сокращение на 50 % суммы периодов, необходимых для каждого метода.

Применяя вышеуказанные правила, нельзя допускать ни при каких обстоятельствах, чтобы кандидат имел менее 50 % минимально необходимого стажа практической деятельности, как указано в табл. 2, по одному из методов.

При испытаниях труб и плоского проката для производства сварных труб предпочтение отдается автоматическим и полуавтоматическим системам. Общий стаж практической деятельности кандидата должен быть сбалансирован так, чтобы включать опыт повседневной настройки таких систем.

6.3. 3 уровень квалификации

Кандидат на присвоение 3 уровня квалификации для проведения неразрушающего контроля должен отвечать следующим минимальным требованиям.

6.3.1. Требования к зрению

Требования к зрению такие же, как указано в п. 6.2.1.

6.3.2. Основное образование

- а) основное образование, как указано в п. 6.2.1;
- б) успешное завершение по крайней мере двухгодичного изучения прикладных или естественных наук в известном в стране колледже, университете или технической школе;
- с) окончание по крайней мере трехгодичного курса в известном в стране колледже или университете прикладных или естественных наук.

6.3.3. Обучение

Каждый кандидат, стремящийся получить 3 уровень квалификации для проведения неразрушающего контроля, должен представить достаточные доказательства, удовлетворяющие орган по квалификации и приемлемые для органа по сертификации, о том, что он посещал курсы по обучению неразрушающему контролю и участвовал в семинарах, конференциях и т.д. на эту и родственные темы. Количество часов обучения не указывается вследствие сложного характера знаний, которые кандидат на 3 уровень квалификации может получать разными способами.

6.3.4. Стаж практической деятельности

Кандидаты на специалистов 3 уровня квалификации, проводящих неразрушающий контроль, должны засвидетельствовать необходимый опыт практической деятельности по применяемому методу и по крайней мере еще по двум методам. Один из этих методов должен существенным образом быть подобен по цели первичному методу (то есть контролю качества поверхности и объемному контролю) в отношении специализированных методик и навыков, необходимых для контроля труб и плоского проката, используемого в производстве сварных труб. Минимальный стаж практической деятельности для кандидатов 3 уровня показан в табл. 3.

Таблица 3

Минимальный стаж практической деятельности, необходимый для доступа к 3 уровню

Образование	Прямой доступ к 3 уровню кандидата без свидетельства 2 уровня (месяцы)	Доступ к 3 уровню кандидата, аттестованного по 2 уровню (месяцы)
Окончил по крайней мере трехгодичный курс признанного в стране колледжа или университета прикладных или естественных наук	24	12
Успешно завершил по крайней мере двухгодичное обучение в области прикладных или естественных наук в признанном в стране колледже, университете или технической школе	48	24
Основное образование (согласно п. 6.2.2)	72	48

Если в колледже или университете кандидату присвоена научная степень по неразрушающему контролю, то минимальный период стажа практической деятельности, необходимый для доступа к 3 уровню, должен быть сокращен на 50 %.

Удостоверение о стаже практической деятельности может выдаваться кандидату одновременно по двум или более методам проведения неразрушающего контроля в рамках этого стандарта с уменьшением суммарного необходимого стажа следующим образом:

- а) два метода неразрушающего контроля: сокращение общего необходимого стажа на 25 %;
- б) три метода неразрушающего контроля: сокращение общего необходимого стажа на 33 %;
- с) четыре и более методов неразрушающего контроля: сокращение общего необходимого стажа на 50 %.

Для случая с) от кандидата требуется показать, что по каждому из методов, по которому он желает получить квалификацию, он имеет стаж практической деятельности не менее 50 % стажа, указанного в табл. 3.

7. КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ЭКЗАМЕНЫ

Квалификационные экзамены должны состоять из общего и специального экзаменов и охватывать конкретный метод неразрушающего контроля так, как он применяется в производстве стальных труб, включая соответственно плоский прокат, используемый в производстве сварных труб.

Согласно требованиям этого международного стандарта орган по квалификации или аттестации имеет полномочия освобождать лиц, владеющих свидетельством по нижеуказанным пунктам, от квалификационных экзаменов согласно пп. 7.1, 7.2 и 7.4 соответственно:

а) для 1 и 2 уровней квалификации: в соответствии с рекомендуемой методикой ASNT SNT-TC-1A;

б) для 3 уровня квалификации: лица в соответствии со свидетельством ASNT 3 уровня квалификации, или в соответствии со стандартом ASNT CP189, или в результате освоения программы ASNT по сертификации, или в связи с признанной аккредитованной национальной программой сертификации.

7.1. Содержание экзаменов для персонала 1 и 2 уровней квалификации

Эти экзамены должны состоять из письменной общей и специальной части и одной практической части. Практическая часть должна быть достаточной продолжительности, сложности и в области распространения, чтобы адекватно проверять способность кандидата применять метод и (или) методику (методики) проведения неразрушающего контроля в реальных ситуациях.

7.1.1. Общий письменный экзамен

Этот экзамен должен включать набор вопросов общего характера по методу неразрушающего контроля, подготовленных органом по квалификации. Необходимое минимальное количество вопросов должно быть таким, как указано в табл. 4.

Таблица 4

Минимальное количество вопросов (общий экзамен)

Метод	1 уровень квалификации	2 уровень квалификации
ET	30	30
FT	30	30
PT	30	30
MT	30	30
RT	40	40
UT	40	40

7.1.2. Специальный письменный экзамен

Этот экзамен должен включать вопросы специального характера по методике (методикам) неразрушающего контроля, которые подготовлены органом по квалификации. Минимум вопросов должен быть таким, как указано в табл. 5.

Таблица 5

Минимальное количество вопросов (специальный экзамен)

Метод	1 уровень квалификации	2 уровень квалификации
ET	15	15
FT	15	15
PT	20	15
MT	20	15
RT	20	20
UT	20	20

7.1.3. Практический экзамен

Этот экзамен должен быть по структуре таким, чтобы проверять способность кандидата проводить контроль стальных труб и соответственно плоского проката, используемого в производстве сварных труб, регистрировать и анализировать конечную информацию в той степени, которая требуется для заявленного кандидатом уровня квалификации по неразрушающему контролю, согласно:

- а) для 1 уровня квалификации: письменным инструкциям;
- б) для 2 уровня квалификации: письменным инструкциям, техническим условиям, правилам и стандартам.

Для 2 уровня квалификации кандидаты должны показать способность подготовки письменных инструкций для 1 уровня квалификации.

Если для практического экзамена используются испытательные образцы, то они должны быть выбраны и проверены органом по квалификации.

7.2. Содержание экзамена для персонала 3 уровня квалификации

Экзамен должен состоять из следующих письменных частей:

а) **базовый экзамен**, подтверждающий технические знания кандидата в области материаловедения и технологии материалов, относящиеся к деятельности кандидата в системе квалификации и аттестации, определенной в этом международном стандарте, общее знание главного метода, для которого заявлена квалификация, и по крайней мере двух других соответствующих методов по выбору кандидата. Эти два дополнительных метода должны включать по крайней мере один объемный метод (UT, RT или FT) и один поверхностный метод (MT, PT или ET).

Этот экзамен должен сдаваться первым и считается действительным неограниченное время;

б) **экзамен по главному методу**, для которого заявлена квалификация.

Этот экзамен состоит из:

1) общего экзамена, охватывающего основы знаний, относящихся к применяемому методу контроля (эта часть, сданная один раз, остается действительной неограниченное время);

2) специального экзамена, касающегося применения метода неразрушающего контроля в трубной индустрии, включая соответствующие правила, стандарты и технические условия;

3) практического экзамена, касающегося составления одной или более методик проведения неразрушающих испытаний или инструкций.

7.2.1. Основной экзамен

Вопросы этого экзамена должны быть выбраны из пакета вопросов, имеющихся в независимом органе по квалификации на момент проведения экзаменов. Минимальное количество вопросов должно быть таким, как указано в табл. 6.

Таблица 6

Минимальное количество вопросов (базовый экзамен)

Часть	Область применения/область	Количество
А	Процедуры проведения квалификации и аттестации	10
	Материаловедение и технология материалов	25
	Типовые дефекты продукции	
В	Знания общего характера	15 по каждому методу контроля (всего 45)

Все вопросы должны предоставлять кандидату широкий выбор. Общая продолжительность этого экзамена должна планироваться минимум на 2 ч и максимум на 3 ч.

7.2.2. Экзамен по главному методу

Вопросы общего экзамена должны быть выбраны из пакета вопросов независимого органа по квалификации на момент проведения экзамена.

Вопросы специального экзамена должны выбираться из пакета уполномоченного органа по квалификации на момент проведения этого экзамена.

Минимальное количество вопросов должно быть таким, как указано в табл. 7.

Таблица 7

Минимальное количество вопросов (экзамен по главному методу)

Часть	Количество
С1: общий экзамен	30
С2: специальный экзамен	20
С3: практический экзамен	Составление одной или более процедур/инструкций NDT

Эти вопросы должны предоставлять кандидату широкий выбор по всей части С1 и по крайней мере для половины части С2; на остальные вопросы части С2, максимум до 10, требуется дать письменный ответ.

Максимальная продолжительность экзамена по частям С1 и С2 должна планироваться на 2 ч по каждой части и по 2 ч для каждой процедуры/инструкции в части С3; планируемая минимальная продолжительность в каждом случае должна составлять 1,5 ч.

7.3. Проведение экзамена

Все экзамены должны проводиться в местах, назначенных органом по квалификации.

На экзамене кандидат должен иметь документ, удостоверяющий его личность, и официальное уведомление об экзамене, которые должны быть предъявлены по требованию экзаменатору или ассистенту.

Любой кандидат, который не соблюдает принятые экзаменационные правила и совершает обман или становится соучастником обмана в ходе экзамена, должен быть на усмотрение экзаменатора отстранен от дальнейшего участия в экзаменах, или о нем следует доложить в орган по квалификации — в зависимости от серьезности нарушения. В любом случае этот кандидат имеет право обратиться в орган по квалификации.

Экзаменатор должен поставить оценку за письменные экзаменационные работы, сделанные кандидатом, а также оценить и поставить в баллах результаты практического экзамена согласно письменной процедуре, которая содержит по крайней мере 10 последовательных контрольных пунктов, установленных в рамках этого экзамена. Эта письменная процедура должна быть разработана органом по квалификации.

На практическом экзамене кандидат может пользоваться собственными приборами неразрушающего контроля. Экзаменатор должен проверять надежность аппаратуры, предоставленной кандидату, а ненадежные приборы подлежат замене так же, как и любой аппарат, который может стать неисправным в ходе экзамена. Любой элемент аппарата, принесенного кандидатом, если он оказался ненадежным или неисправным во время экзамена, должен быть заменен кандидатом.

7.3.1. Экзамены для персонала 1 и 2 уровней квалификации

Письменные и практические экзамены должны проводиться и контролироваться по крайней мере одним экзаменатором, выбранным из специалистов 3 уровня квалификации, проводящих неразрушающий контроль, и назначенным органом по квалификации. Экзаменатору могут помогать один ассистент или более под их ответственность. Единственная обязанность ассистента(ов) наблюдать за тем, чтобы каждый кандидат соблюдал правила поведения на экзаменах, и немедленно докладывать о всех нарушениях экзаменатору.

7.3.2. Экзамены для персонала 3 уровня квалификации

Базовый экзамен и экзамен по главному методу должны проводиться и контролироваться по крайней мере двумя экзаменаторами, выбранными среди персонала 3 уровня квалификации, проводящего неразрушающий контроль, и назначенными органом по квалификации.

Экзаменаторам могут помогать один или два ассистента под их ответственность.

7.4. Оценка в баллах

7.4.1. Экзамен для персонала 1 и 2 уровней квалификации

Общий экзамен должен оцениваться отдельно от специального экзамена, с тем чтобы кандидат мог позднее сдавать экзамены для аттестации в другой части трубной или смежной индустрии без повторной сдачи общего экзамена. Таким образом, аттестуемый оператор, переходящий из одной части промышленного сектора в другую, сохраняет все преимущества общего экзамена, действительного для всех областей применения в трубной индустрии.

Сводная оценка N должна рассчитываться в соответствии со следующей формулой:
для 1 уровня квалификации

$$N = 0,25 n_g + 0,25 n_s + 0,50 n_p;$$

для 2 уровня квалификации

$$N = 0,30 n_g + 0,30 n_s + 0,40 n_p,$$

где n_g — оценка за общий экзамен;
 n_s — оценка за специальный экзамен;
 n_p — оценка за практический экзамен (общий и специальный).

Чтобы быть аттестованным, кандидат должен получить оценку по крайней мере 70/100 по каждой части экзамена при сводной оценке N по крайней мере 80/100.

7.4.2. Экзамен для персонала 3 уровня квалификации

Оценка базового экзамена и экзамена по главному методу должна выставляться отдельно.

7.4.3. Основной экзамен

Сводная оценка N_B базового экзамена должна рассчитываться по следующей формуле:

$$N_B = 0,5 n_A + 0,5 n_B,$$

где n_A — оценка за часть А (см. табл. 6);
 n_B — оценка за часть В (см. табл. 6).

Чтобы успешно сдать этот экзамен, кандидат должен получить оценку по крайней мере 70/100 за каждую часть и сводную оценку N_B не менее 80/100.

7.4.4. Экзамен по главному методу

Сводная оценка N_M за экзамен по главному методу должна рассчитываться в соответствии со следующей формулой:

$$N_M = \frac{n_{C1} + n_{C2} + n_{C3}}{3},$$

где n_{C1} — оценка за часть С1 (см. табл. 7);
 n_{C2} — оценка за часть С2 (см. табл. 7);
 n_{C3} — оценка за часть С3 (см. табл. 7).

Чтобы успешно сдать этот экзамен, кандидат должен получить оценку по крайней мере 70/100 за каждую часть и сводную оценку N_M не менее 80/100. Чтобы быть аттестованным, кандидат должен успешно сдать базовый экзамен и экзамен по главному методу.

7.5. Переэкзаменовка

Кандидат, не сдавший экзамен, должен ждать по крайней мере 30 дней до повторного экзамена. Кандидат, у которого результаты экзаменов не были засчитаны по причине обмана, должен ждать 1 год до подачи повторного заявления.

Кандидат, который не получил проходную оценку за весь экзамен, может быть допущен только к одной переэкзаменовке максимум по двум частям экзамена при условии, если оценка каждой части будет не ниже 70/100 и переэкзаменовка будет сделана в пределах одного года со дня неудачного экзамена.

Кандидат на переэкзаменовку должен подать заявление и сдать экзамен согласно правилам, установленным для новых кандидатов.

8. АТТЕСТАЦИЯ

8.1. Административные мероприятия

На основе результатов квалификационных экзаменов орган по сертификации должен заявить о решении по аттестации и выдать свидетельства и (или) соответствующие сертификаты.

8.2. Свидетельства и (или) сертификаты

В свидетельствах и (или) соответствующих сертификатах должны быть указаны следующие данные:

- a) имя аттестованного лица;
- b) дата проведения аттестации;
- c) дата окончания срока действия аттестации;
- d) уровень аттестации;
- e) метод неразрушающего контроля;
- f) соответствующий сектор производства труб;
- g) универсальный идентификационный номер;
- h) подпись владельца;
- i) фотография аттестованного лица;
- j) печать органа по сертификации, погашающая фотографию для исключения фальсификации.

Примечание 3. Выдача свидетельства и (или) соответствующего сертификата означает, что орган по сертификации удостоверяет квалификацию этого лица, но не дает ему полномочий для работы. Разрешение на проведение работ дает работодатель.

8.3. Срок действия

Максимальный срок действия аттестации составляет 5 лет, начиная с даты ее проведения, указанной в свидетельстве и (или) сертификате.

Аттестация теряет силу, если лицо:

- a) меняет один сектор трубной промышленности на другой, то в этом случае кандидат должен успешно сдать дополнительный экзамен на право работать в новом секторе промышленности;
- b) становится физически неспособным исполнять свои обязанности на основе ежегодной проверки зрения под ответственность работодателя или уполномоченного агентства.

9. ПРОДЛЕНИЕ СРОКА ДЕЙСТВИЯ АТТЕСТАЦИИ

После истечения первого срока действия аттестация должна быть продлена органом по сертификации или органом по квалификации в зависимости от конкретного случая еще на 5 лет при условии, если данное лицо отвечает следующим требованиям:

- a) предоставляет свидетельство последнего, успешного ежегодного обследования зрения;
- b) предоставляет свидетельство непрерывной удовлетворительной работы без значительных перерывов в методе/методике (методиках), для которых был аттестован.

Примечание 4. Значительный перерыв означает отсутствие или изменение деятельности, что препятствует лицу, прошедшему аттестацию, выполнять свои обязанности, соответствующие его уровню квалификации по данному методу и в данном секторе промышленности, по которым лицо аттестовано, в течение одного или нескольких периодов времени суммарной продолжительностью более одного года в пределах срока действия аттестации. Значительный перерыв не включает периоды отпусков, или отсутствие по болезни, или посещение курса обучения, продолжительность которых менее одного месяца.

10. ПЕРЕАТТЕСТАЦИЯ

По завершении каждого второго срока действия (максимум каждые 10 лет) аттестация должна быть продлена непосредственно органом по сертификации или соответствующим органом по квалификации на новый период сроком 5 лет на основе следующих требований:

а) для персонала 1 и 2 уровней квалификации.

Данное лицо должно отвечать двум критериям для продления срока действия аттестации (см. разд. 9) и успешно сдать повторный практический экзамен, организованный в соответствии с упрощенной экзаменационной процедурой, приемлемой для органа по квалификации. Если это лицо не получит оценку по крайней мере 80/100 при повторном экзамене, то оно должно подать заявление на аттестацию как новый кандидат;

б) для персонала 3 уровня квалификации.

Данное лицо должно отвечать двум критериям для продления срока действия аттестации (см. разд. 9) и либо успешно сдать повторный письменный экзамен, включающий 20 вопросов по применению метода/методики (методик) контроля и 5 вопросов по процедуре аттестации, либо отвечать требованиям структурированной системы зачетов. Если это лицо не получит оценку по крайней мере 80/100 в повторном экзамене или не будет отвечать требованиям системы зачетов, то оно должно подать заявление на аттестацию как новый кандидат.

11. ДОКУМЕНТЫ

Орган по сертификации или соответствующий орган по квалификации должен хранить следующие документы:

а) актуализированный список всех аттестованных лиц с классификацией по уровню компетентности, методу контроля и сектору промышленности;

б) личное дело на каждое аттестованное лицо и на каждое лицо, аттестация которого была аннулирована, со следующим содержанием:

1) заявления;

2) экзаменационные документы, включая вопросы, ответы, описание образцов, протоколы, результаты контроля, процедуры в письменном виде и (или) инструкции, ведомости оценок;

3) документы о продлении срока действия, включая справки об остроте зрения и непрерывной рабочей деятельности.

Личные дела должны храниться в условиях безопасности и надежности хранения в течение периода, равного по меньшей мере сумме общего начального срока действия аттестации и продленного срока действия.

ЕВРОПЕЙСКИЕ СТАНДАРТЫ

Е В Р О П Е Й С К И Й С Т А Н Д А Р Т

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ.
ПРИНЦИПЫ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА
КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛОВ РЕНТГЕНОВСКИМ И
ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕМ****EN
444:1994**

Настоящий стандарт устанавливает общие правила радиографического метода контроля металлов рентгеновским и гамма-излучениями для обнаружения дефектов с использованием техники съемки.

Контроль должен проводиться квалифицированным персоналом, который сертифицирован в соответствии с EN 473.

Для применения данного стандарта используются следующие термины.

Расстояние «контролируемый объект — пленка» b — расстояние между стороной контролируемого объекта, обращенной к источнику излучения, и пленкой в направлении центральной оси пучка излучения.

Размер источника излучения d — размер радиоизотопа или фокусного пятна рентгеновской трубки.

Расстояние «источник излучения — пленка» (FFA) — расстояние между источником излучения и пленкой в направлении излучения.

Расстояние «источник излучения — контролируемый объект» f — расстояние между источником излучения и стороной контролируемого объекта, обращенной к источнику излучения в направлении центральной оси пучка излучения.

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ РАДИОГРАФИИ

Способы радиографического контроля делятся на два класса:

класс А: основной способ;

класс В: улучшенный способ контроля.

Способы класса В применяются, если способ класса А оказался нечувствительным.

Улучшенные способы, по сравнению с классом В, можно применять по согласованию при соблюдении всех необходимых параметров контроля.

Выбор радиографического способа контроля должен быть согласован между заинтересованными сторонами.

ВЫБОР НАПРЯЖЕНИЯ ТРУБКИ И ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ

Рентгеновский излучатель

Для того чтобы обеспечить высокую вероятность обнаружения дефекта, напряжение трубки должно быть как можно ниже. Максимальные значения напряжения трубки в зависимости от толщины указаны на рис. 1.

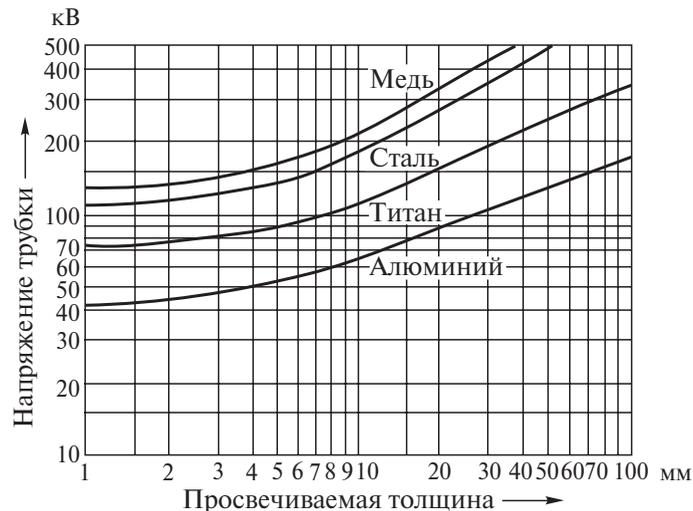


Рис. 1. Максимальные напряжения на рентгеновской трубке до 500 кВ в зависимости от просвечиваемой толщины и используемого материала

Другие источники излучения

Допустимые диапазоны просвечиваемой толщины для гамма-излучения и рентгеновского излучения свыше 1 МэВ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Диапазон толщины объекта контроля для гамма-излучения и рентгеновского излучения свыше 1 МэВ предельной энергии для стали, меди и сплавов на основе никеля

Источник излучения	Просвечиваемая толщина w , мм	
	Класс А	Класс В
Тулий Tm^{170}	$w \leq 5$	$w \leq 5$
Иттербий Yb^{169*}	$1 \leq w \leq 15$	$2 \leq w \leq 12$
Иридий Ir^{192}	$20 \leq w \leq 100$	$20 \leq w \leq 90$
Кобальт Co^{60}	$40 \leq w \leq 200$	$60 \leq w \leq 150$
Рентгеновское излучение с энергией от 1 до 4 МэВ	$30 \leq w \leq 200$	$50 \leq w \leq 180$
Рентгеновское излучение с энергией свыше 4 до 12 МэВ	$w \geq 50$	$w \geq 80$
Рентгеновское излучение с энергией свыше 12 МэВ	$w \geq 80$	$w \geq 100$

* Для алюминия и титана просвечиваемая толщина материала $10 < w < 70$ для класса А и $25 < w < 55$ для класса В.

Для объектов контроля, выполненных из тонкостенной стали, гамма-излучение иридия-192 и кобальта-60 не позволяет получить радиографические снимки с таким же качеством изображения дефектов, как при использовании рентгеновского излучения.

Однако благодаря преимуществу источников гамма-излучения, в связи с простотой обращения и доступностью, в табл. 1 указывается диапазон толщины материала, который может использоваться для любого источника гамма-излучения, если применение рентгеновского излучения невозможно.

Для определенных случаев могут контролироваться большие диапазоны толщины материала, если возможно достижение высокого качества изображения. В тех случаях, когда радиографические снимки получаются с помощью гамма-излучения, время для установки источника в нужном положении не должно превышать 10 % от общего времени экспозиции.

ПЛЕНКИ И УСИЛИВАЮЩИЕ ЭКРАНЫ

Для радиографического метода контроля должны применяться пленки по EN 584-1.

Для различных источников излучения класс пленки указывается в табл. 2 и 3.

Если используется усиливающий экран, то должен быть хороший контакт между пленкой и экраном. Это может достигаться либо применением пленок в вакуумной упаковке, либо прижатием.

В табл. 2 и 3 приведены рекомендуемые классы пленки и типы усиливающего экрана для различных источников излучения.

Другие толщины усиливающих экранов должны также согласовываться между договорными сторонами при условии, что достигается требуемое качество изображения.

Таблица 2

Классы пленки и металлической фольги для радиографического метода контроля стали, меди и сплавов на основе никеля

Источник излучения	Просвечиваемая толщина w , мм	Класс пленочной системы*		Тип и толщина металлического экрана	
		Класс А	Класс В	Класс А	Класс В
1	2	3	4	5	6
Напряжение источника рентгеновского излучения 100 кВ и менее		С5	С3	Без экрана или передний и задний экраны из свинца до 0,03 мм	
Напряжение источника рентгеновского излучения свыше 100 и до 150 кВ				Передний и задний экраны из свинца до 0,15 мм	
Напряжение источника рентгеновского излучения свыше 150 и до 250 кВ			С4	Передний и задний экраны из свинца до 0,02 мм	
Yb ¹⁶⁹	$w < 5$ мм	С5	С3	Без экрана или передний и задний экраны из свинца до 0,03 мм	
Tm ¹⁷⁰	$w \geq 5$ мм		С4	Передний и задний экраны из свинца до 0,15 мм	
Напряжение источника рентгеновского излучения свыше 250 и до 500 кВ	$w \leq 50$ мм	С5	С4	Передний и задний экраны из свинца от 0,02 до 0,2 мм	
	$w > 50$ мм		С5	Передний экран из свинца от 0,1 до 0,2 мм**. Задний экран из свинца от 0,02 до 0,2 мм	
Se ⁷⁵		С5	С4	Передний и задний экраны из свинца от 0,1 до 0,2 мм	
I ¹⁹²		С5	С4	Передний экран из свинца от 0,02 до 0,2 мм	Передний экран из свинца от 0,1 до 0,2 мм
				Задний экран из свинца от 0,02 до 0,2 мм	
Co ⁶⁰	$w \leq 100$ мм	С5	С4	Передний и задний экраны из стали от 0,25 до 0,77 мм или из меди***	
	$w > 100$ мм		С5		
Рентгеновское излучение энергией от 1 до 4 МэВ	$w \leq 100$ мм	С5	С3	Передний и задний экраны из стали или меди от 0,25 до 0,77 мм***	
	$w > 100$ мм		С5		
	$w \leq 100$ мм	С4	С4	Передний экран из меди, стали или тантала до 1 мм****	

* Можно также применять лучшие классы пленочных систем.

** Пленки, упакованные изготовителем, с передним экраном толщиной до 0,03 мм можно применять, если между контролируемым объектом и пленкой дополнительно установлен свинцовый экран толщиной 0,1 мм.

*** В классе А можно также применять свинцовые экраны толщиной от 0,1 до 0,5 мм.

**** В классе А можно по соглашению применять свинцовые экраны толщиной от 0,5 до 1,0 мм.

1	2	3	4	5	6
Рентгеновское излучение энергией свыше 4 и до 12 МэВ	$100 \text{ мм} < w \leq 300 \text{ мм}$	C5	C4	Задний экран из меди или стали до 1 мм и тантала до 0,5 мм*	
	$w > 300 \text{ мм}$		C5		
Рентгеновское излучение энергией свыше 12 МэВ	$w \leq 100 \text{ мм}$	C4	—	Передний экран из тантала до 1 мм	
	$100 \text{ мм} < w \leq 300 \text{ мм}$	C5	C4	Никакого экрана	
	$w > 300 \text{ мм}$		C5	Передний экран из тантала до 1 мм**. Задний экран из тантала до 0,5 мм	

* В классе А можно по соглашению применять свинцовые экраны толщиной от 0,5 до 1,0 мм.

** По соглашению можно применять вольфрамовые экраны.

Таблица 3

Классы пленки и металлического экрана для алюминия и титана

Источник излучения	Класс пленочной системы*		Тип и толщина металлического экрана
	Класс А	Класс В	
Напряжение источника рентгеновского излучения 150 кВ и менее	C5	C3	Без экрана или передний экран из свинца до 0,03 мм и задний экран до 0,15 мм из свинца
Напряжение источника рентгеновского излучения свыше 150 и до 250 кВ			Передний и задний экраны из свинца от 0,02 до 0,15 мм
Напряжение источника рентгеновского излучения свыше 250 и до 500 кВ			Передний и задний экраны из свинца от 0,1 до 0,2 мм
Уб ¹⁶⁹			Передний и задний экраны из свинца от 0,02 до 0,15 мм

* Можно также применять лучшие классы пленочных систем.

РАССТОЯНИЕ «ИСТОЧНИК ИЗЛУЧЕНИЯ — КОНТРОЛИРУЕМЫЙ ОБЪЕКТ»

Минимальное расстояние «источник излучения — контролируемый объект» f_{\min} зависит от размера d источника излучения и от расстояния «контролируемый объект — пленка» b .

Расстояние f , если возможно, должно быть выбрано так, чтобы отношение этого расстояния к размеру d источника излучения f/d не превышало величины, рассчитываемой по следующему уравнению:

для класса А

$$f/d \geq 7,5 \left(\frac{b}{\text{мм}} \right)^{2/3}; \quad (1)$$

для класса В

$$f/d \geq 15 \left(\frac{b}{\text{мм}} \right)^{2/3}, \quad (2)$$

b задается в миллиметрах (мм).

Если расстояние $b < 1,2 t$, то размер b в уравнениях (1) и (2) и на рис. 2 должен быть заменен номинальной толщиной t .

Для определения минимального расстояния «источник излучения — контролируемый объект» f_{\min} можно использовать номограмму на рис. 2.

Номограмма построена на уравнениях (1) и (2). Если необходимо найти с помощью класса А плоскостные дефекты, то нужно брать минимальное расстояние f_{\min} , как для класса В.

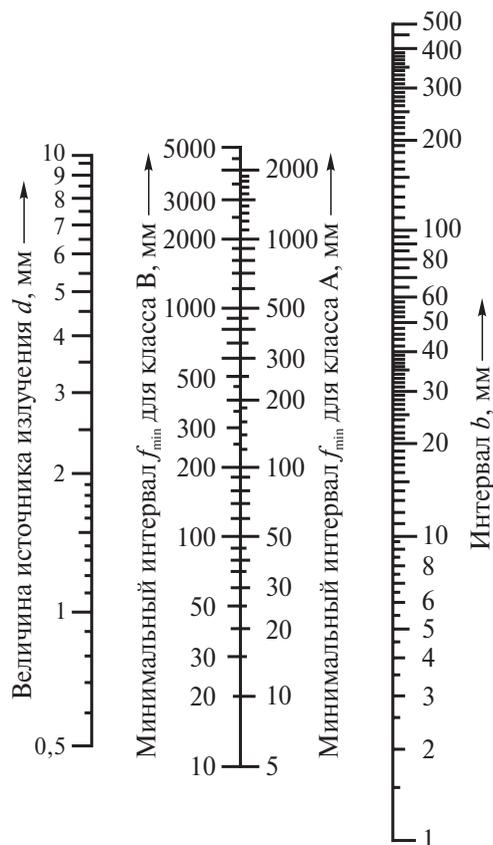


Рис. 2. Номограмма для определения минимального расстояния «источник излучения — контролируемый объект» f_{\min} для обоих классов контроля

МАКСИМАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОТДЕЛЬНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ

Соотношение просвечиваемой толщины по оси излучения к просвечиваемой толщине на краю области при неизменной толщине объекта не должно быть более 1,1 для класса В и 1,2 для класса А.

Значения плотностей почернения, получаемых из-за различных просвечиваемых толщин, не должны быть больше значений плотностей почернения, которые могут быть измерены применяемым негатоскопом с учетом возможных допусков.

ПЛОТНОСТЬ ПОЧЕРНЕНИЯ РАДИОГРАММЫ

Условия экспозиции должны быть таковыми, чтобы минимальная плотность почернения радиограммы в контролируемой области была больше или равна значению, указанному в табл. 4.

Таблица 4

Плотность почернения радиограммы

Класс	Плотность почернения*
А	$\geq 2,0$
В	$\geq 2,3$

* Разрешен допуск на излучение $\pm 0,1$.

Допустимо применять преимущественно высокие плотности почернения, если освещенность негатоскопа достаточна.

Во избежание недопустимо высокой оптической плотности вуали, которая может возникнуть из-за старения пленки, процесса проявления или температуры, необходимо время от

времени проверять плотность вуали на образце применяемой пленки, обработанной, как и радиограмма. Плотность почернения вуали не должна превосходить 0,3. Под плотностью почернения вуали здесь понимается общее почернение (эмульсия и подложка) обработанной образцовой пленки.

При применении способа нескольких пленок с оценкой каждой пленки плотность почернения каждой пленки должна соответствовать данным табл. 4.

Если требуется рассмотрение двух пленок, то плотность почернения отдельной пленки должна быть не менее 1,3.

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ.
КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ
РАДИОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ
ЧАСТЬ 3. КЛАССЫ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ**

**EN
462-3:1997**

Данный стандарт устанавливает минимальные значения показателей качества изображения, необходимые для обеспечения стандартного качества радиограмм. Он применим к двум типам индикаторов качества изображения (EN 462-1 и EN 462-2-97) и к двум классам качества изображения, описанным в EN 444.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

При определении показателя качества изображения должны соблюдаться условия рассмотрения радиограмм, указанные в стандарте EN 25580.

Для индикаторов качества изображения проволочного типа номер самой тонкой проволочки, различимой на радиограмме, должен быть принят за показатель реального качества изображения. Изображение проволочки считается различимым, если четко видна непрерывная ее длина не менее 10 мм в области однородной оптической плотности.

Для индикатора качества изображения типа «ступень — отверстия» номер наименьшего отверстия, которое различимо на радиограмме, должен быть принят за показатель качества изображения. Если ступень содержит два отверстия, то оба они должны быть видны.

Как правило, показатель качества изображения должен определяться для каждой радиограммы. Если принимаются меры для того, чтобы гарантировать получение радиограммы одинаковых контролируемых объектов и областей при равных экспозициях и методах обработки, и маловероятна разница в показателях качества изображения, то качество изображения не требуется проверять на каждой радиограмме, объем проверки качества изображения устанавливается по соглашению между договорными сторонами.

Таблица 1

Проволочный индикатор качества изображения

Класс А качества изображения	
Номинальная толщина t , мм	Показатель качества изображения по индикатору
1	2
До 1,2	W 18
Свыше 1,2 и до 2	W 17
Свыше 2 и до 3,5	W 16
Свыше 3,5 и до 5	W 15
Свыше 5 и до 7	W 14

1	2
Свыше 7 и до 10	W13
Свыше 10 и до 15	W12
Свыше 15 и до 25	W11
Свыше 25 и до 32	W10
Свыше 32 и до 40	W9
Свыше 40 и до 55	W8
Свыше 55 и до 85	W7
Свыше 85 и до 150	W6
Свыше 150 и до 250	W5
Свыше 250	W4

Таблица 2

Индикатор качества изображения «ступень — отверстия»

Класс А качества изображения	
Номинальная толщина t , мм	Показатель качества изображения по индикатору
До 2	H 3
Свыше 2 и до 3,5	H 4
Свыше 3,5 и до 6	H 5
Свыше 6 и до 10	H 6
Свыше 10 и до 15	H 7
Свыше 15 и до 24	H 8
Свыше 24 и до 30	H 9
Свыше 30 и до 40	H 10
Свыше 40 и до 60	H 11
Свыше 60 и до 100	H 12
Свыше 100 и до 150	H 13
Свыше 150 и до 200	H 14
Свыше 200 и до 250	H 15
Свыше 250 и до 320	H 16
Свыше 320 и до 400	H 17
Свыше 400	H 18

Способ просвечивания через одну стенку; индикатор качества изображения расположен со стороны источника излучения.

Таблица 3

Проволочный индикатор качества изображения

Класс В качества изображения	
Номинальная толщина t , мм	Показатель качества изображения по индикатору
1	2
До 1,5	W19
Свыше 1,5 и до 2,5	W18
Свыше 2,5 и до 4	W17
Свыше 4 и до 6	W16
Свыше 6 и до 8	W15
Свыше 8 и до 12	W14
Свыше 12 и до 20	W13
Свыше 20 и до 30	W12
Свыше 30 и до 35	W11
Свыше 35 и до 45	W10

1	2
Свыше 45 и до 65	W9
Свыше 65 и до 120	W8
Свыше 120 и до 200	W7
Свыше 200 и до 350	W6
Свыше 350	W5

Таблица 4

Индикатор качества изображения «ступень — отверстия»

Класс В качества изображения	
Номинальная толщина t , мм	Показатель качества изображения по индикатору
До 2,5	H 2
Свыше 2,5 и до 4	H 3
Свыше 4 и до 8	H 4
Свыше 8 и до 12	H 5
Свыше 12 и до 20	H 6
Свыше 20 и до 30	H 7
Свыше 30 и до 40	H 8
Свыше 40 и до 60	H 9
Свыше 60 и до 80	H 10
Свыше 80 и до 100	H 11
Свыше 100 и до 150	H 12
Свыше 150 и до 200	H 13
Свыше 200 и до 250	H 14

Таблица 5

Проволочный индикатор качества изображения

Класс А качества изображения	
Номинальная толщина w , мм	Показатель качества изображения по индикатору
До 1,2	W 18
Свыше 1,2 и до 2	W 17
Свыше 2 и до 3,5	W 16
Свыше 3,5 и до 5	W 15
Свыше 5 и до 7	W 14
Свыше 7 и до 12	W 13
Свыше 12 и до 18	W 12
Свыше 18 и до 30	W 11
Свыше 30 и до 40	W 10
Свыше 40 и до 50	W 9
Свыше 50 и до 60	W 8
Свыше 60 и до 85	W 7
Свыше 85 и до 120	W 6
Свыше 120 и до 220	W 5
Свыше 220 и до 380	W 4
Свыше 380	W 3

Таблица 6

Индикатор качества изображения «ступень — отверстия»

Класс А качества изображения	
Номинальная толщина w , мм	Показатель качества изображения по индикатору
До 1	<i>H 3</i>
Свыше 1 и до 2	<i>H 4</i>
Свыше 2 и до 3,5	<i>H 5</i>
Свыше 3,5 и до 5,5	<i>H 6</i>
Свыше 5,5 и до 10	<i>H 7</i>
Свыше 10 и до 19	<i>H 8</i>
Свыше 19 и до 35	<i>H 9</i>

Способ просвечивания через две стенки; изображение двух стенок; индикатор качества изображения установлен со стороны источника излучения.

Таблица 7

Проволочный индикатор качества изображения

Класс В качества изображения	
Номинальная толщина w , мм	Показатель качества изображения по индикатору
До 1,5	<i>W 19</i>
Свыше 1,5 и до 2,5	<i>W 18</i>
Свыше 2,5 и до 4	<i>W 17</i>
Свыше 4 и до 6	<i>W 16</i>
Свыше 6 и до 8	<i>W 15</i>
Свыше 8 и до 15	<i>W 14</i>
Свыше 15 и до 25	<i>W 13</i>
Свыше 25 и до 38	<i>W 12</i>
Свыше 38 и до 45	<i>W 11</i>
Свыше 45 и до 55	<i>W 10</i>
Свыше 55 и до 70	<i>W 9</i>
Свыше 70 и до 100	<i>W 8</i>
Свыше 100 и до 170	<i>W 7</i>
Свыше 170 и до 250	<i>W 6</i>
Свыше 250	<i>W 5</i>

Таблица 8

Индикатор качества изображения «ступень — отверстия»

Класс В качества изображения	
Номинальная толщина w , мм	Показатель качества изображения по индикатору
До 1	<i>H 2</i>
Свыше 1 и до 2,5	<i>H 3</i>
Свыше 2,5 и до 4	<i>H 4</i>
Свыше 4 и до 6	<i>H 5</i>
Свыше 6 и до 11	<i>H 6</i>
Свыше 11 и до 20	<i>H 7</i>
Свыше 20 и до 35	<i>H 8</i>

Способ просвечивания через две стенки; изображение одной или двух стенок; индикатор качества изображения расположен со стороны пленки.

Таблица 9

Проволочный индикатор качества изображения

Класс А качества изображения	
Номинальная толщина w , мм	Показатель качества изображения по индикатору
До 1,2	W 18
Свыше 1,2 и до 2	W 17
Свыше 2 и до 3,5	W 16
Свыше 3,5 и до 5	W 15
Свыше 5 и до 10	W 14
Свыше 10 и до 15	W 13
Свыше 15 и до 22	W 12
Свыше 22 и до 38	W 11
Свыше 38 и до 48	W 10
Свыше 48 и до 60	W 9
Свыше 60 и до 85	W 8
Свыше 85 и до 125	W 7
Свыше 125 и до 225	W 6
Свыше 225 и до 375	W 5
Свыше 375	W 4

Таблица 10

Индикатор качества изображения «ступень — отверстия»

Класс А качества изображения	
Номинальная толщина w , мм	Показатель качества изображения по индикатору
До 2	H 3
Свыше 2 и до 5	H 4
Свыше 5 и до 9	H 5
Свыше 9 и до 14	H 6
Свыше 14 и до 22	H 7
Свыше 22 и до 36	H 8
Свыше 36 и до 50	H 9
Свыше 50 и до 80	H 10

Способ просвечивания через две стенки; изображение одной или двух стенок; индикатор качества изображения расположен со стороны пленки.

Таблица 11

Проволочный индикатор качества изображения

Класс В качества изображения	
Номинальная толщина w , мм	Показатель качества изображения по индикатору
1	2
До 1,5	W 19
Свыше 1,5 и до 2,5	W 18
Свыше 2,5 и до 4	W 17
Свыше 4 и до 6	W 16
Свыше 6 и до 12	W 15
Свыше 12 и до 18	W 14
Свыше 18 и до 30	W 13
Свыше 30 и до 45	W 12
Свыше 45 и до 55	W 11

1	2
Свыше 55 и до 70	<i>W</i> 10
Свыше 70 и до 100	<i>W</i> 9
Свыше 100 и до 180	<i>W</i> 8
Свыше 180 и до 300	<i>W</i> 7
Свыше 300	<i>W</i> 6

Таблица 12

Индикатор качества изображения «ступень — отверстия»

Класс В качества изображения	
Номинальная толщина <i>w</i> , мм	Показатель качества изображения по индикатору
До 2,5	<i>H</i> 2
Свыше 2,5 и до 5,5	<i>H</i> 3
Свыше 5,5 и до 9,5	<i>H</i> 4
Свыше 9,5 и до 15	<i>H</i> 5
Свыше 15 и до 24	<i>H</i> 6
Свыше 24 и до 40	<i>H</i> 7
Свыше 40 и до 60	<i>H</i> 8
Свыше 60 и до 80	<i>H</i> 9

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ.
КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ
РАДИОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ**

**ЧАСТЬ 4. ЭКСПЕРТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДЕКСА КАЧЕСТВА
ИЗОБРАЖЕНИЯ И ТАБЛИЦ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ**

**EN
462-4:1994**

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий европейский стандарт устанавливает порядок определения индекса качества изображения и таблиц качества изображения.

Если не могут применяться требования к качеству изображения в соответствии с частью 3 настоящего европейского стандарта, например когда коэффициент поглощения материала ВРК и исследуемого материала отличаются друг от друга больше чем на 30 %, необходима проверочная съемка, чтобы гарантировать индекс качества изображения. Индекс качества изображения, достигнутый при проверочной съемке, требуется для всех радиографических снимков, которые делаются при тех же самых условиях просвечивания.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Настоящий европейский стандарт содержит требования из других публикаций посредством ссылок на эти публикации с указанием и без указания года их издания. Эти нормативные ссылки приведены в соответствующих местах в тексте, а перечень публикаций приведен ниже. При ссылках на публикации с указанием года их издания последующие изменения или последующие редакции этих публикаций действительны для настоящего европейского стандарта только в том случае, если они введены в действие путем изменения или путем подготовки новой редакции. При ссылках на публикации без указания года издания действительно последнее издание приведенной публикации:

EN 462-1. Контроль неразрушающий. Качество изображения радиографических снимков. Часть 1. Индикаторы качества изображения (проволочная перегородка). Определение индекса качества изображения.

EN 462-2. Контроль неразрушающий. Качество изображения радиографических снимков. Часть 2. Индикаторы качества изображения («ступень — отверстие»). Определение индекса качества изображения.

EN 462-3. Контроль неразрушающий. Качество изображения радиографических снимков. Часть 3. Классы качества изображения.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем стандарте применяют следующие термины:

3.1. Индикатор качества изображения (ВРК)

В соответствии с EN 462-1 и EN 462-2.

3.2. Качество изображения

В соответствии с EN 462-1 и EN 462-2.

3.3. Индекс качества изображения (ВZ)

В соответствии с EN 462-1 и EN 462-2.

3.4. Таблица качества изображения

Полученные индексы качества изображения, соответствующие просвечиваемой толщине стенки (в соответствии с разделом 4).

4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДЕКСА КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Для экспериментального определения индекса качества изображения должны использоваться такие же условия просвечивания, как и для последующего контроля.

Два проверочных снимка должны изготавливаться при определенных условиях. Если индексы качества изображения этих проверочных снимков идентичны, то этот индекс качества изображения считается требуемым. Если индексы качества изображения этих проверочных снимков различны, то метод должен повторяться.

5. ТАБЛИЦЫ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Если просвечиваются стенки различной толщины одного и того же материала, то должна составляться таблица качества изображения. Индексы качества изображения для различных просвечиваемых толщин по разделу 4 показаны на рис. 1. Ступенчатая кривая под экспериментальными значениями определяет индекс качества изображения в зависимости от просвечиваемых толщин (пример см. в таблице 1).

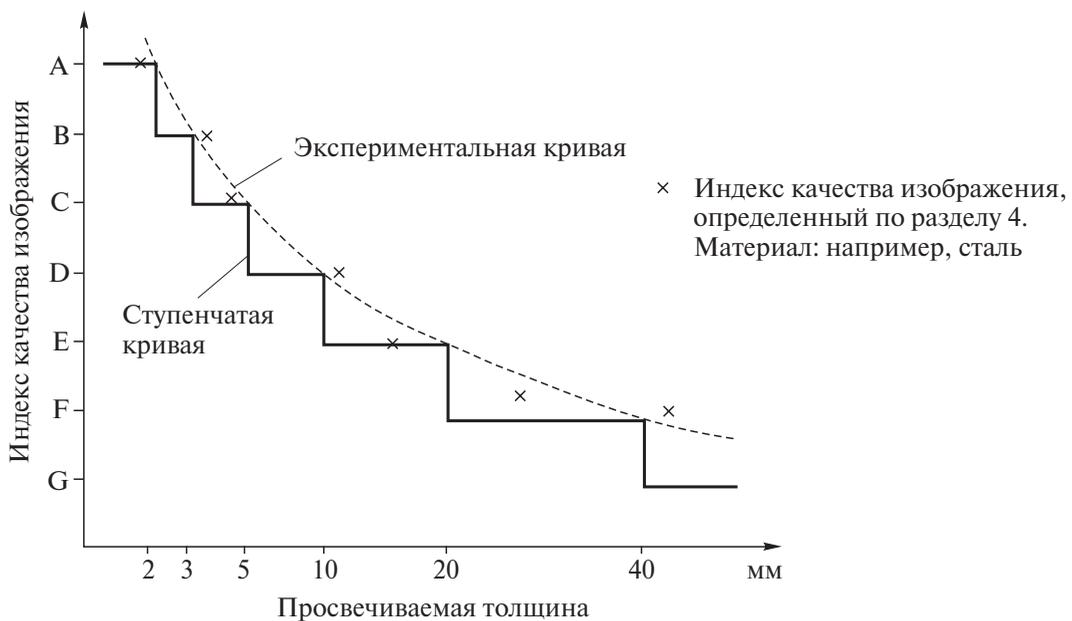


Рис. 1. Пример таблиц качества изображения

Таблица 1

Пример определения таблиц качества изображения

Просвечиваемая толщина w , мм	Индекс качества изображения
До 2	A
Более 2 до 3	B
Более 3 до 5	C
Более 5 до 10	D
Более 10 до 20	E
Более 20 до 40	F
Более 40	G

**КВАЛИФИКАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ
ПЕРСОНАЛА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ****EN
473:2000**

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данный европейский стандарт устанавливает систему квалификации и сертификации персонала, осуществляющего неразрушающий контроль промышленной продукции. Понятие «промышленный» означает исключение из применения в медицине.

Примечание. При использовании в данном стандарте слов женского рода, таких, как «Seine» (ее), «Ihre» (ее) или «Sie» (она); то же распространяется и на термины другого рода.

При определении требований на сертификацию персонала в стандартах на продукцию, законах, административных распоряжениях, регламентирующих документах сертификация должна соответствовать данному европейскому стандарту.

Сертификация охватывает осведомленность по применению одного или нескольких из нижеприведенных методов:

- а) акустико-эмиссионный контроль;
- б) вихретоковый контроль;
- в) контроль герметичности (исключая контроль водой под давлением);
- г) магнитопорошковый контроль;
- д) капиллярный контроль;
- е) радиографический контроль;
- ж) ультразвуковой контроль;
- з) визуальный контроль (исключая визуальный контроль без вспомогательных средств и визуальный контроль, применяемый одновременно с другими методами неразрушающего контроля).

Описанная в данном стандарте система может быть применена и к другим методам неразрушающего контроля при наличии соответствующей программы сертификации.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Данный европейский стандарт содержит датированные и недатированные ссылки на другие публикации. Эти ссылки приводятся в соответствующих местах по тексту и затем перечисляются публикации. Для датированных ссылок последующие дополнения или пересмотры любой из этих публикаций прикладываются к данному европейскому стандарту, если в нем используются эти дополнения или пересмотренные публикации. Для недатированных ссылок прикладывается только их последняя публикация (включая изменения). (См. EN 45013:1989 «Основные критерии для организаций, сертифицирующих персонал».)

3. ТЕРМИНЫ

В данном европейском стандарте применяются следующие термины:

3.1. Квалификация.

Проверенное наличие образования, профессиональных знаний, навыков и опыта, а также соответствующего состояния здоровья, которые дают возможность персоналу неразрушающего контроля профессионально выполнять контроль.

3.2. Сертификация.

Процедура, используемая для установления уровня квалификации персонала неразрушающего контроля по одному из методов, по одному из уровней и в одном из секторов с последующей выдачей сертификата.

Сертификация не включает в себя процедуру уполномочивания лица, принимающего экзамен.

3.3. Сертифицирующий орган.

Орган, выполняющий сертификацию персонала неразрушающего контроля в соответствии с требованиями данного стандарта и удовлетворяющий требованиям стандарта EN 45013.

3.4. Орган, уполномоченный по квалификации.

Орган, не представляющий ничьи интересы и уполномоченный сертифицирующим органом выполнять подготовку квалификационных экзаменов персонала неразрушающего контроля и проводить эти экзамены. Орган, уполномоченный по квалификации, и экзаменационный центр являются частями системы, управляемой сертифицирующим органом.

3.5. Экзаменационный центр.

Центр, утвержденный сертифицирующим органом непосредственно или через орган, уполномоченный по квалификации. В данном центре проводятся квалификационные экзамены.

3.6. Экзаменатор.

Лицо, сертифицированное на уровень 3 по тому методу, по которому оно проводит экзамен, и уполномоченное проводить квалификационные экзамены по неразрушающему контролю, а также наблюдать за ними и выставлять оценку.

3.7. Сертификат.

Документ, выдаваемый по правилам системы сертификации в соответствии с данным стандартом и удостоверяющий, что существует достаточная степень уверенности в том, что данное лицо способно выполнять задания по неразрушающему контролю, указанные в сертификате.

3.8. Претендент на сертификацию по неразрушающему контролю.

Лицо, заявившее о желании получить квалификацию и пройти сертификацию и работающее под наблюдением сертифицированного персонала в целях приобретения необходимого опыта для получения квалификации (см. п. 3.24).

3.9. Работодатель.

Организация, в которой работает претендент; работодатель может одновременно быть и претендентом.

3.10. Уполномочивание быть экзаменатором.

Выдаваемое работодателем письменное обоснование компетенции некоторого лица, указанной в сертификате. Дополнительно для сертификации должны быть оценены помимо других знания в специальной области деятельности, навыки и пригодность по состоянию здоровья к выполнению специальных заданий.

3.11. Метод неразрушающего контроля.

Метод, основанный на определенном применяемом в неразрушающем контроле физическом принципе (например, ультразвуковой метод).

3.12. Способ неразрушающего контроля.

Специальный способ неразрушающего контроля (например, иммерсионный ультразвуковой способ).

3.13. Методика неразрушающего контроля.

Описание всех существующих параметров и мероприятий, которые следует соблюдать при использовании способа неразрушающего контроля для решения конкретной задачи в соот-

ветствии с имеющейся инструкцией, стандартом или техническими условиями. Методика неразрушающего контроля может предусматривать применение более чем одного метода неразрушающего контроля или одного способа неразрушающего контроля.

3.14. Инструкция по неразрушающему контролю.

Описание точных действий, которые необходимо выполнять для осуществления контроля в соответствии с принятым стандартом, нормами, техническими условиями или методом неразрушающего контроля.

3.15. Технические условия.

Документ, определяющий требования (ISO 8402:1994).

3.16. Сектор.

Определенная отрасль промышленности или техники, где используются особые технические приемы неразрушающего контроля, требующие специальных знаний, навыков, оборудования или образования. Термин «Сектор» может относиться к продукции (сварные соединения, отливки) или к отрасли промышленности (авиация, контроль в эксплуатации) (см. приложение А).

3.17. Вопросы с набором ответов.

Вопросы с четырьмя возможными ответами, из которых только один правильный, а остальные три — неверные или неполные.

3.18. Квалификационный экзамен.

Экзамен, проводимый сертифицирующим органом или органом, уполномоченным по квалификации, на котором выявляются общие и специальные знания, а также требующиеся на практике навыки и знания претендента.

3.19. Общий экзамен.

Экзамен по основам определенного метода неразрушающего контроля.

3.20. Специальный экзамен.

Экзамен по способам контроля, применяемым в определенном промышленном секторе, а также по знаниям контролируемой продукции и знаниям применяемых стандартов, технических условий и критериям приемки.

3.21. Практический экзамен.

а) практический экзамен (уровни 1 и 2).

Практический экзамен, на котором претендент демонстрирует знание необходимых устройств контроля и способность работать с ними;

б) практический экзамен (уровень 3).

Экзамен, при котором претендент на уровень 3 демонстрирует способность составлять методику по одному или нескольким методам неразрушающего контроля.

3.22. Базовый экзамен.

Экзамен на уровень 3, на котором проверяются знания по материаловедению и технологии в области деятельности контролера уровня 3, знания систем квалификации и сертификации и основных принципов методов неразрушающего контроля, как это требуется для контролера уровня 2.

3.23. Экзамен по основному методу неразрушающего контроля.

Экзамен на уровень 3, на котором проверяются общие и специальные знания претендента на уровень 3 по основному методу неразрушающего контроля и умение составлять методику выполнения неразрушающего контроля.

3.24. Производственный стаж по неразрушающему контролю.

Стаж в проведении применяемого метода неразрушающего контроля и в определенной области, который дает требуемые практические навыки и знания.

3.25. Существенный перерыв.

Отсутствие или изменение деятельности:

а) в течение непрерывного отрезка времени более чем в 365 дней или

б) в течение двух или более отрезков времени при суммарном времени, составляющем две пятых от общего времени срока действия сертификата, когда сертифицируемое лицо выполняло соответствующие задания по уровню в определенном методе и промышленном секторе, по которым оно сертифицировано.

Примечание. Законные дни отпуска, дни болезни или обучения менее 30 дней не считаются перерывами.

3.26. Экзаменационный образец.

Объект для практического экзамена. Эти объекты должны являться типичными контролируруемыми изделиями в соответствующем секторе и могут иметь более одной контролируемой области или более одного контролируемого объема.

Таблица 1

Методы и обозначения

Метод неразрушающего контроля	Обозначение
Акустико-эмиссионный	АГ
Вихретоковый	ЕТ
Контроль герметичности	ЛГ
Магнитопорошковый	МТ
Капиллярный	РГ
Радиографический	РТ
Ультразвуковой	УТ
Визуальный	VT

4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

4.1. Требования, предъявляемые к сертифицирующему органу, органу, уполномоченному по квалификации, и к экзаменационному центру.

4.1.1. Сертифицирующий орган должен соответствовать требованиям стандарта EN 45013.

4.1.2. При создании органа, уполномоченного по квалификации, должны быть выполнены следующие условия:

- а) должен работать под руководством сертифицирующего органа;
- б) должен располагать средствами, необходимыми для проведения экзаменов в экзаменационных центрах, включая калибровку и поверку оборудования;
- в) должен подготавливать и наблюдать за экзаменами, проводимыми экзаменаторами;
- г) должен быть независимым от чьих-либо интересов;
- д) должен использовать письменно оформленную систему управления качеством, одобренную сертифицирующим органом;
- е) должен иметь необходимые средства и профессиональные знания для создания экзаменационных центров;
- ж) должен гарантировать, чтобы экзаменационные образцы не использовались в процессе обучения.

В том случае, если орган, уполномоченный по квалификации, относится к одному промышленному сектору, то он должен обслуживать более чем одно предприятие, занятое в этом секторе.

Если нет органа, уполномоченного по квалификации, то его функции должен выполнять сертифицирующий орган.

4.1.3. Экзаменационный центр должен отвечать следующим условиям:

- а) должен работать под руководством сертифицирующего органа или органа, уполномоченного по квалификации;
- б) должен использовать признанные сертифицирующим органом руководящие указания по обеспечению качества;
- в) должен подготавливать необходимые средства для проведения экзаменов, включая калибровку и поверку оборудования;
- г) должен подготавливать и проводить экзамены экзаменаторами;
- д) должен гарантировать, чтобы экзаменационные образцы не использовались в процессе обучения.

4.2. Задачи и ответственность.

4.2.1. Сертифицирующий орган:

- а) должен ввести систему сертификации в соответствии с данным стандартом, поддерживать ее, требовать ее осуществления;
- б) должен под свою прямую ответственность поручать органам, уполномоченным по квалификации в определенном промышленном секторе, выполнять всю процедуру квалификации;
- в) должен утверждать экзаменационные центры, обеспеченные персоналом и соответствующим оборудованием, и периодически их контролировать;
- г) должен создать архив, в котором не менее периода сертификации (10 лет) сохранять документы, относящиеся к сертификации;
- д) должен нести ответственность за выдачу сертификатов; подготовку сертификатов по уровням 1 и 2 можно делегировать органам, уполномоченным по квалификации;
- е) должен нести ответственность за формирование промышленных секторов (см. приложение А);
- ж) должен контролировать все делегированные функции в соответствии с письменно оформленной процедурой.

4.2.2. Органы, уполномоченные по квалификации.

Органы, уполномоченные по квалификации, если они созданы:

- а) должны использовать руководящие указания сертифицирующего органа по обеспечению качества;
- б) должны создавать и контролировать экзаменационные центры;
- в) должны подготавливать и наблюдать за проведением квалификационных экзаменов;
- г) должны сохранять документы, относящиеся к квалификации и экзаменам, по требованию сертифицирующего органа.

4.2.3. Экзаменационный центр.

Экзаменационный центр может располагаться в помещении работодателя. В этом случае экзамены должны проводиться в присутствии и под наблюдением уполномоченного представителя сертифицирующего органа.

Каждый экзаменационный центр должен:

- а) иметь соответствующим образом квалифицированный персонал, помещение и оборудование для обеспечения надлежащего проведения квалификационных экзаменов на соответствующий уровень, по определенному методу контроля и промышленному сектору;
- б) использовать только документы и сборники экзаменационных вопросов, составленные или утвержденные сертифицирующим органом;
- в) использовать только те экзаменационные образцы, которые подготовлены или утверждены сертификационным органом для проведения практических экзаменов в данном центре;
- г) хранить документы, относящиеся к квалификации и проведению экзаменов, по требованию сертифицирующего органа.

При существовании более чем одного экзаменационного центра в каждом из них должны иметься экзаменационные образцы с дефектами сравнимой трудности обнаружения и примерно одинакового количества. Ни при каких обстоятельствах нельзя использовать экзаменационные образцы для обучения.

4.2.4. Работодатель.

Работодатель должен представлять претендента в сертификационный орган или в орган, уполномоченный по квалификации, подтверждать правильность сведений о нем, представлять данные об образовании, обучении и стаже, требуемые для допуска претендента к экзамену. Сам работодатель может непосредственно не вовлекаться в квалификационный экзамен.

В отношении сертифицируемого лица работодатель несет ответственность за:

- а) выдачу производственной характеристики;
- б) проверку зрения в соответствии с п. 5.3;
- в) подтверждение непрерывной деятельности по применению метода неразрушающего контроля без существенного перерыва.

Если данное лицо работает самостоятельно, то оно несет всю ответственность, как это описано для работодателя.

4.2.5. Претендент.

Претендентом может быть работающий по найму, работающий самостоятельно или безработный; он сам должен заботиться о доказательствах того, что он приобрел производственный стаж под надзором сертифицированного лица.

4.3. Уровни квалификации.

Лицо, сертифицированное по данному стандарту, должно быть выдвинуто на один или более уровней из следующих трех уровней в соответствии с его квалификацией.

4.3.1. Уровень 1.

Лицо, сертифицированное на уровень 1, доказало свою способность выполнять работу по неразрушающему контролю по инструкции под наблюдением персонала уровня 2 или 3.

Персоналу уровня 1 можно поручать работу из перечня работ, указанных в сертификате:

- а) настраивать оборудование;
- б) выполнять неразрушающий контроль;
- в) проконтролировать результаты контроля и оценивать их на основе письменно оформленных оценочных критериев;
- г) сообщать о результатах контроля.

Персонал уровня 1 может не нести ответственность ни за выбор применяемого метода или способа контроля, ни за собственную оценку результатов контроля.

4.3.2. Уровень 2.

Лицо, сертифицированное на уровень 2, доказало свою способность выполнять неразрушающий контроль по установленным или общепринятым инструкциям и руководить этим контролем.

Персоналу уровня 2 можно поручать работу из перечня работ, указанных в сертификате:

- а) выбрать способ контроля для применяемого метода контроля;
- б) ограничивать область применения метода контроля;
- в) использовать в инструкциях стандарты и технические условия по неразрушающему контролю;
- г) настраивать оборудование и проверять настройку;
- д) выполнять неразрушающий контроль и наблюдать за ним;
- е) представлять результаты контроля и оценивать их в соответствии с применяемыми стандартами, другими нормативными материалами и техническими условиями;
- ж) составлять письменные инструкции по неразрушающему контролю;
- з) выполнять все проверки, которые выполняет контролер уровня 1, и наблюдать за ними;
- и) на рабочем месте вводить в курс дела персонал уровней 1 и 2;
- к) собирать результаты неразрушающего контроля и документировать их.

4.3.3. Уровень 3.

4.3.3.1. Лицо, сертифицированное на уровень 3, доказало свою способность выполнять любую работу по неразрушающему контролю, по которой оно сертифицировано, и руководить этой работой.

Лицо, сертифицированное на уровень 3, может:

- а) взять на себя всю ответственность за оборудование контроля и персонал;
- б) составлять инструкции по неразрушающему контролю и описания метода и внедрять их;
- в) интерпретировать стандарты, нормы, технические условия и описания метода;
- г) выбирать для применения специальные методы и способы неразрушающего контроля;
- д) выполнять все проверки, которые выполняют контролеры уровней 1 и 2, и наблюдать за ними.

4.3.3.2. Персонал уровня 3 доказал, что:

а) он способен интерпретировать результаты контроля в соответствии с соответствующими правилами, нормами и техническими условиями и оценивать эти результаты;

б) он имеет достаточный практический опыт работы с применяемым материалом и знает технологию производства для того, чтобы находить нужный метод контроля, разрабатывать способ контроля и оказывать содействие в определении критериев оценки в случае их отсутствия;

- в) он имеет общее представление о других методах неразрушающего контроля;
 г) он способен руководить персоналом более низкого уровня.

4.3.3.3. Персонал уровня 3 может, если он уполномочен сертифицирующим органом, проводить от его имени квалификационные экзамены и наблюдать за ними.

5. ДОПУСК К СЕРТИФИКАЦИИ

Для того чтобы быть допущенным к сертификации, претендент должен успешно сдать квалификационный экзамен в соответствии с разделом 7 и отвечать требованиям по образованию, производственному стажу в неразрушающем контроле и иметь удовлетворительное зрение, что устанавливается в данном разделе.

5.1. Обучение.

5.1.1. Уровни 1 и 2.

Претендент должен представить документальное подтверждение того, что он успешно закончил курс обучения, удовлетворяющий требованиям сертифицирующего органа по определенному методу и уровню, по которым он добивается сертификации.

В качестве руководства по таким требованиям могут быть использованы Рекомендации Международного комитета по неразрушающему контролю ICNT WH от 16–85 до 21–85 (см. библиографию). Минимальная деятельность обучения для определенного метода неразрушающего контроля должна соответствовать табл. 2.

Таблица 2

Требования по минимальным срокам обучения

Метод неразрушающего контроля		Уровень 1	Уровень 2
		h^{ade}	h^{abde}
AT		40 ^c	64 ^c
ET		40 ^c	40 ^c
LT	A — Основные сведения	8	16
	B — Методы измерения давления	14	28
	C — Метод пробного газа	18	36
MT		16	24
PT		16	24
RT		40 ^c	80 ^c
UT		40 ^c	80 ^c
VT		16	24

^a В учебные часы входят практические и теоретические занятия.

^b Непосредственный допуск к уровню 2 требует суммарного количества часов, установленных для уровней 1 и 2.

^c Независимо от национального законодательства считается, что рабочая неделя состоит из 40 часов.

^d Занятия в аудитории могут быть сокращены до 50 %, если претендент добивается сертификации в ограниченной области (например, автоматизированный контроль — вихретоковый, магнитопорошковый, ультразвуковой контроль, контроль изделий большой длины, труб, проволоки; прозвучивание прямым преобразователем при ультразвуковом измерении трещины стенки; контроль прокатного стального листа) или по способу контроля (например, контроль герметичности только методом пробного газа или контроль только рентгеноскопией).

^e Уменьшение (до 50 %) общего требуемого количества учебных часов может быть разрешено сертифицирующим органом для тех претендентов, которые имеют диплом высшей технической школы или университета или не менее двух лет учились в технической или научной высшей школе или университете.

5.1.2. Уровень 3.

Претенденты на уровень 3 сертификации могут проходить подготовку различным образом с учетом их научных и технических способностей:

на курсах обучения;

участием в конференциях и семинарах (которые организуются промышленными объединениями или независимыми объединениями);

по учебникам, периодическим профессиональным журналам и другой профессиональной литературе.

В качестве ориентира для разработки учебного плана для уровня 3 можно использовать Рекомендации Международного комитета по неразрушающему контролю ICNT WH от 16–85 до 21–85 (см. библиографию). Независимо от того, как претендент будет готовиться, он должен представить в сертифицирующий орган надлежащим образом оформленное документальное подтверждение об обучении.

5.2. Производственный стаж в области неразрушающего контроля.

Производственный стаж в области неразрушающего контроля может быть приобретен до или после успешной сдачи квалификационного экзамена. В случае приобретения стажа после успешной сдачи экзамена результаты экзамена остаются действительными только в течение двух лет. Письменное доказательство должно быть подтверждено работодателем и передано сертифицирующей организации или организации, уполномоченной по квалификации.

5.2.1. Уровни 1 и 2.

Минимальные требования по продолжительности стажа установлены в табл. 3.

Таблица 3

Требования по минимальной продолжительности производственного стажа

Метод неразрушающего контроля		Стаж (месяцы) ^{acdef}	
		Уровень 1	Уровень 2 ^b
AT		6	12
ET		3	9
LT	Общий стаж	3	9
	Стаж только по методу измерения давления	2	6
	Стаж только по методу пробного газа	2	6
MT		1	3
PT		1	3
RT		3	9
UT		3	9
VT		1	3

^a Длительность стажа в месяцах оценивается по номинальной 40-часовой неделе или по законодательно установленной рабочей неделе. Если данное лицо работает более 40 часов в неделю, то в стаж принимаются все отработанные часы, но оно должно представить подтверждение этого стажа.

^b По данному европейскому стандарту стаж для уровня 2 оценивается так же, как стаж для уровня 1. Если данное лицо квалифицируется непосредственно на уровень 2, не имея стажа на уровень 1, то стаж должен рассчитываться как сумма длительности стажа на уровнях 1 и 2.

^c Длительность стажа может быть уменьшена на 50 %, но должна составлять не менее одного месяца, если претендент добивается сертификации в ограниченной области (например, автоматизированный контроль).

^d По данному европейскому стандарту расчет стажа может идти одновременно по двум или более методам неразрушающего контроля. При этом общая требуемая продолжительность сокращается следующим образом:

- два метода контроля — общая требуемая продолжительность стажа сокращается на 25 %;
- три метода контроля — общая требуемая продолжительность стажа сокращается на 33 %;
- четыре и более методов контроля — общая требуемая продолжительность стажа сокращается на 50 %.

Во всех случаях претендент должен доказать, что во всех случаях по каждому методу контроля, по которому он добивается сертификации, он приобрел половину производственного стажа в соответствии с табл. 3.

^e До 50 % стажа можно приобретать на практических занятиях одинаковой длительности, причем длительность может учитываться с весовым коэффициентом не более пяти (5). Это не находится в связи с замечанием ^c. Практические занятия должны состоять в практическом решении часто встречающейся при контроле проблемы, а программа должна быть утверждена сертифицирующим органом или органом, уполномоченным по квалификации.

^f Уменьшение должно быть не более 50 %.

5.2.2. Уровень 3.

Ответственность, возлагаемая на контролера уровня 3, требует знаний, превышающих знания основ каждого из специальных методов неразрушающего контроля. Такие широкие знания можно приобрести, комбинируя общее образование, обучение и приобретение опыта. Табл. 4 детально представляет минимальный стаж в зависимости от общего образования. Все претенденты на уровень 3 сертификации по какому-либо методу неразрушающего контроля должны успешно выдержать практический экзамен на уровень 2 по соответствующему промышленному сектору и методу контроля (с оценкой $\geq 70\%$), за исключением составления инструкций по неразрушающему контролю для уровня 1 (см. п. 6.1.3.9).

Таблица 4

Требования по минимальному стажу, уровень 3

Вид допуска	Уровень общего образования	Стаж (месяцы) ^{abcdef}
Допуск на уровень 3 контролера, сертифицированного на уровень 2	Успешное окончание не менее чем трехлетнего курса в одном из научных или инженерных вузов или в университете	12
	Успешное окончание техникума или не менее чем двухлетнего курса в одном из научных или инженерных вузов или в университете	24
	Ни одно из вышеуказанных образований	48
Непосредственный допуск на уровень 3 (претендент должен успешно сдать практический экзамен на уровень 2 по методу неразрушающего контроля)	Успешное окончание не менее чем трехлетнего курса в одном из научных или инженерных вузов или в университете	48
	Успешное окончание техникума или не менее чем двухлетнего курса в одном из научных или инженерных вузов или в университете	48
	Ни одно из вышеуказанных образований	72

^a Если диплом института или университета выдан по специальности «Неразрушающий контроль», то стаж, требуемый для допуска на уровень 3, может быть сокращен на 50 %.

^b Стаж для сертификации на уровень 3 должен быть равен стажу для сертификации на уровень 2. Для допуска непосредственно к сертификации на уровень 3 при отсутствии сертификации на уровень 2 претендент должен отработать время, сравнимое со стажем уровня 2, в установленный период.

^c Практический стаж зачисляется, если он приобретен одновременно по двум или более методам неразрушающего контроля в соответствии с данным европейским стандартом при следующем уменьшении общего производственного стажа:

- а) два метода контроля — уменьшение общей требуемой длительности стажа на 25 %;
- б) три метода контроля — уменьшение общей требуемой длительности стажа на 33 %;
- с) четыре и более методов контроля — уменьшение общей требуемой длительности стажа на 50 %.

Претендент должен документально подтвердить в любом случае по меньшей мере половину требуемой в табл. 4 длительности стажа именно для каждого метода контроля, по которому он добивается сертификации.

^d По данному европейскому стандарту расчет стажа может идти одновременно по двум или более методам неразрушающего контроля. При этом общая требуемая продолжительность сокращается следующим образом:

- два метода контроля — общая требуемая продолжительность стажа сокращается на 25 %;
- три метода контроля — общая требуемая продолжительность стажа сокращается на 33 %;
- четыре и более методов контроля — общая требуемая продолжительность стажа сокращается на 50 %.

Во всех случаях претендент должен доказать, что по каждому методу контроля, по которому он добивается сертификации, он приобрел половину производственного стажа в соответствии с табл. 3.

^e До 50 % стажа можно приобретать на практических занятиях одинаковой длительности, причем длительность может учитываться с весовым коэффициентом не более пяти (5). Это не находится в связи с замечанием ^c. Практические занятия должны состоять в практическом решении часто встречающейся при контроле проблемы, а программа должна быть утверждена сертифицирующим органом или органом, уполномоченным по квалификации.

^f Уменьшение должно быть не более 50 %.

5.3. Требования по состоянию зрения — все уровни.

Претендент должен представить документальное подтверждение удовлетворительного состояния своего зрения, которое определяется окулистом, оптометристом или иным уполномоченным специалистом-медиком в соответствии со следующими требованиями:

а) острота ближнего зрения должна быть достаточной, чтобы прочитывать буквы таблицы Jaeger № 1 (или эквивалента) с расстояния не менее 30 см по крайней мере одним глазом с очками или без очков;

б) цветовое зрение должно быть достаточным, чтобы претендент мог распознать цвета или различия в цвете, как это производится в определенном методе неразрушающего контроля, который указывает работодатель.

6. КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ЭКЗАМЕНЫ

Экзаменатор не может быть единственным экзаменатором того претендента, которого он лично подготавливал к определенному экзамену, или если он и претендент работают в одной и той же организации.

6.1. Содержание и весовые коэффициенты экзаменов на уровни 1 и 2.

6.1.1. Общий экзамен.

6.1.1.1. Общий экзамен должен состоять только из утвержденных вопросов, выбранных случайным образом из имеющегося сборника вопросов, одобренных для общего экзамена сертифицирующим органом или органом, уполномоченным по квалификации. Претендент должен дать ответы по меньшей мере на количество вопросов, указанное в табл. 5.

6.1.1.2. Время, отпускаемое претенденту на каждый экзамен, должно зависеть от количества и степени трудности вопросов. Среднее значение отпускаемого времени может быть не менее одной минуты и не более двух минут на вопрос в системе выбора одного верного ответа из нескольких вариантов ответов. Среднее значение отпускаемого времени в системе прямого вопроса должен устанавливать сертифицирующий орган.

6.1.1.3. Если в национальных регламентирующих документах нет иных указаний, то для радиографического метода контроля должен проводиться дополнительный экзамен по защите от излучения.

6.1.1.4. В зависимости от указаний сертифицирующего органа экзамен по радиографическому методу можно проводить, считая, что излучение является рентгеновским или гамма-излучением или и тем и другим.

Таблица 5

Минимальное требуемое количество вопросов — общий экзамен

Метод неразрушающего контроля	Количество вопросов	
	Уровень 1	Уровень 2
Акустико-эмиссионный	40	40
Вихретоковый	40	40
Капиллярный	30	30
Контроль герметичности	30	30
Магнитопорошковый	30	30
Радиографический	40	40
Ультразвуковой	40	40
Визуальный	30	30

6.1.2. Специальный экзамен.

6.1.2.1. Специальный экзамен должен состоять только из специальных экзаменационных вопросов сертифицирующего органа или органа, уполномоченного по квалификации, выбранных из имеющегося сборника вопросов, относящихся к определенному промышленному сектору или секторам.

6.1.2.2. Время, отпускаемое претенденту на каждый экзамен, должно зависеть от количества и степени трудности вопросов. Среднее значение отпускаемого времени не должно быть более трех минут на вопрос в системе выбора одного верного ответа из нескольких вариантов ответов.

6.1.2.3. На специальном экзамене претендент должен дать не меньше верных ответов на вопросы, чем количество, указанное в табл. 6, включая такие вопросы, как расчеты, описание метода, вопросы по стандартам, нормам и техническим условиям.

6.1.2.4. Если специальный экзамен проводится по двум или более промышленным секторам, то минимальное количество вопросов, равномерно разделенных по соответствующим секторам, должно равняться 30.

Таблица 6

Минимальное требуемое количество вопросов — специальный экзамен

Метод		Уровень 1	Уровень 2
АТ		20	20
ЕТ		20	20
ЛТ	Метод измерения давления	20	20
	Метод пробного газа	20	20
МТ		20	20
РТ		20	20
RT		20	20
УТ		20	20
VT		20	20

6.1.3. Практический экзамен.

6.1.3.1. На практическом экзамене должны проверяться умение применять метод контроля на данном экзаменационном образце, регистрировать (а для претендентов уровня 2 пояснять) информацию в необходимом размере, а также составлять отчет о результатах контроля в требуемой форме.

6.1.3.2. Каждый экзаменационный образец должен быть однозначно промаркирован. На каждый образец должна иметься документация, в которой указаны все калибровки приборов, необходимые для обнаружения всех имеющихся в образце дефектов. Документация на экзаменационный образец должна составляться на основе по меньшей мере двух независимых проверок и утверждаться одним уполномоченным лицом, обладателем сертификата уровня 3, оценивающим результаты этих проверок. Это относится ко всем экзаменационным образцам, которые вводятся в работу после опубликования данного стандарта, а также ко всем ранее используемым образцам на последующие пять лет.

6.1.3.3. Экзаменационные образцы должны содержать характерные несплошности, которые появляются в процессе производства или больших нагрузок при эксплуатации. Они должны создаваться или вводиться искусственно. Для практических экзаменов на уровень 1, а по вихретоковому методу и для уровня 2 экзаменационные образцы могут содержать искусственные несплошности. При использовании рентгенографического метода оценивают снимки с изображениями несплошностей. Поэтому нужно иметь снимки экзаменационных образцов, не содержащих несплошностей.

6.1.3.4. Количество контролируемых областей или объемов должно зависеть от уровня сертификации, метода неразрушающего контроля и промышленного сектора. Требования относительно количества контролируемых экзаменационных образцов на практических экзаменах на уровни 1 и 2 приведены в приложении В (нормативном).

6.1.3.5. Претендент на уровень 1 должен выполнять инструкцию по неразрушающему контролю, предоставленную экзаменатором.

6.1.3.6. Претендент на уровень 2 должен выбрать для применения способ неразрушающего контроля и в зависимости от заданного стандарта, нормы или технических условий также определить условия выполнения контроля.

6.1.3.7. Для экзаменов по акустико-эмиссионному контролю несплошности обычно заменяют искусственным источником волн. Претендент на уровень 1 должен доказать свою способность установить контрольное оборудование, проверить его чувствительность и зарегистрировать результаты контроля. Претендент на уровень 2 должен, кроме того, доказать свою способность ранее зарегистрированные данные пояснить и оценить.

6.1.3.8. Предоставленное для экзамена время зависит от количества экзаменационных образцов и их сложности. Рекомендуемое максимальное время, предоставляемое для каждой контролируемой области или объема, равно:

- а) для уровня 1 — двум часам;
- б) для уровня 2 — трем часам.

6.1.3.9. Претендент на уровень 2 должен составить по меньшей мере одну инструкцию по неразрушающему контролю для использования лицом уровня 1. Рекомендуемое максимальное время, предоставляемое для этой части экзамена, равно двум часам.

6.1.4. Оценка квалификационных экзаменов на уровни 1 и 2.

6.1.4.1. Экзаменатор должен нести ответственность за оценку экзаменов, выполняемую сравнением с образцовыми ответами. Общие, специальные и практические экзамены должны оцениваться отдельно.

6.1.4.2. Практический экзамен должен оцениваться по пп. 1–4 табл. 7 с рекомендуемым весовым коэффициентом для определенных уровней (в качестве примера см. приложение D, табл. D1). Указанные пункты должны учитываться экзаменатором в зависимости от обстоятельств.

Таблица 7

Темы и весовые коэффициенты для оценки — практический экзамен

Часть	Тема	Весовой коэффициент	
		Уровень 1, %	Уровень 2, %
1	Знание оборудования, включая его работу и проверку калибровки оборудования	20	10
2	Применение неразрушающего контроля на экзаменационном образце. Оно состоит из следующих шагов: а) для уровня 2 — выбор способа контроля и определения условий контроля; б) подготовка (состояние поверхности) и визуальный контроль экзаменационного образца; с) калибровка оборудования; д) выполнение контроля; е) завершение контроля	35	20
3	Обнаружение и протоколирование несплошностей, а также их характеристик для уровня 2 (положения, ориентации, размера и типа) и оценка	45	56
4	Для уровня 2 составление инструкции по контролю для контролеров уровня 1	—	15

6.1.4.3. Для сертификации претендент должен набрать на каждом экзамене не менее 70 % и в сумме не менее 80 %. Суммарный результат N должен рассчитываться по следующей формуле:

$$N = 0,25 n_g + 0,25 n_s + 0,50 n_p,$$

где n_g — оценка по общему экзамену;

n_s — оценка по специальному экзамену;

n_p — оценка по практическому экзамену.

6.2. Содержание экзамена и оценка для уровня 3.

6.2.1. Экзамен по базовым знаниям.

6.2.1.1. На этом письменном экзамене должны оцениваться базовые знания претендента по вопросам, количество которых приведено в табл. 8. Экзаменационные вопросы должны выбираться из имеющегося на момент проведения экзамена сборника сертифицирующим органом или органом, уполномоченным по квалификации.

Таблица 8

Требуемое минимальное количество вопросов по базовым знаниям

Часть	Тема	Количество вопросов
A ₁	Технические знания по материаловедению и технологии	25
A ₂	Знания системы квалификации и сертификации сертифицирующего органа, основанной на данном стандарте. На этом экзамене допустимо пользоваться вспомогательными материалами	10
B	Общие знания по меньшей мере четырех методов, как это требуется для уровня 2, по выбору претендента из перечисленных в разделе 1. По меньшей мере один из четырех методов должен быть ультразвуковым или радиографическим	15 для каждого метода (в сумме 60)

6.2.1.2. Рекомендуется сначала провести экзамен по базовым знаниям, результаты которого остаются действительными, если после него в течение пяти лет будет сдан первый экзамен по основному методу.

6.2.2. Экзамен по основному методу.

6.2.2.1. На этом письменном экзамене должны оцениваться знания претендента по основному методу исходя из указанного в табл. 9 требуемого минимального количества экзаменационных вопросов. Экзаменационные вопросы должны выбираться из имеющегося на момент проведения экзамена сборника сертифицирующим органом или органом, уполномоченным по квалификации.

6.2.2.2. Претенденты на уровень 3, не исключаящие сертификат уровня 2 ни по какому методу, должны сдать соответствующий практический экзамен по уровню 2, но без составления проекта инструкции по неразрушающему контролю.

Таблица 9

Требуемое минимальное количество — вопросы по основному методу

Часть	Тема	Количество вопросов
C ₁	Знания по уровню 3 по выбранному методу контроля	30
C ₂	Применение метода неразрушающего контроля по соответствующему промышленному сектору, включая используемые стандарты, нормы и технические условия. На этом экзамене допустимо использовать такие вспомогательные материалы, как стандарты, нормы и технические условия	20
C ₃	Проект описания одного или нескольких методов неразрушающего контроля по соответствующему промышленному сектору. Применяемые нормы, стандарты и технические условия должны быть в распоряжении претендента	—

6.2.3. Оценка квалификационного экзамена на уровень 3.

Экзамены по базовым знаниям и по основному методу должны оцениваться отдельно. Для того чтобы быть сертифицируемым, претендент должен сдать оба экзамена — по базовым знаниям и по основному методу.

6.2.3.1. Экзамен по базовым знаниям.

Общая оценка

$$N_s = 0,5n_a + 0,5n_b,$$

где n_a — оценка частей A₁ и A₂ (см. табл. 8);

n_b — оценка части B (см. табл. 8).

Для успешной сдачи этого экзамена претендент должен набрать не менее 70 % и получить общую оценку N_B не менее 80 %.

6.2.3.2. Экзамен по основному методу:

а) общая оценка N_C за экзамен по основному методу должна рассчитываться по следующему уравнению:

$$N_C = \frac{(n_{C1} + n_{C2} + n_{C3})}{3},$$

где n_{C1} — оценка части C_1 (см. табл. 9);
 n_{C2} — оценка части C_2 (см. табл. 9);
 n_{C3} — оценка части C_3 (см. табл. 9);

b) для успешной сдачи этого экзамена претендент должен в каждой части получить не менее 70 % и общую оценку N_C не менее 80 %.

6.3. Проведение экзаменов.

6.3.1. Все экзамены должны проводиться в экзаменационных центрах, которые созданы, утверждены и контролируются сертифицирующим органом непосредственно или косвенно через орган, уполномоченный по квалификации.

6.3.2. На экзамене претендент должен иметь при себе действующее удостоверение личности и официальный вызов на экзамен, которые он по требованию обязан предъявить экзаменатору или наблюдателю.

6.3.3. Любой претендент, не соблюдающий правила проведения экзамена либо допускающий мошеннические действия или обман, должен отстраняться от длительного участия в экзамене.

6.3.4. Экзамены должны утверждаться экзаменатором. За экзаменом должны наблюдать и оценивать его экзаменатор или один или несколько обученных, уполномоченных наблюдателей, действующих под ответственность экзаменатора.

6.3.5. Экзаменатор несет ответственность за то, чтобы экзамен был оценен в соответствии с правилами, установленными сертифицирующим органом.

6.3.6. На практическом экзамене претендент может использовать собственный прибор.

6.3.7. Экзамены на уровень 3 должны проводиться и оцениваться не менее чем двумя экзаменаторами.

6.4. Переэкзаменовка.

6.4.1. Претендент, не сдавший экзамен из-за неэтичного поведения, должен ожидать переэкзаменовки не менее 12 месяцев.

6.4.2. Претендент, не получивший оценки, необходимой для сертификации, может один раз повторно пройти экзамен по каждой части (общей, специальной или практической) не ранее чем через один месяц и не позже чем через 12 месяцев. Если претендент прошел дополнительное обучение, что одобрено сертифицирующим органом, то переэкзаменовка может быть проведена после этого обучения.

6.4.3. Претендент, не выдержавший переэкзаменовку, может снова подать заявление о желании сдать экзамен и сдать его. Тогда на него распространяются правила, как на первоначального претендента.

6.5. Освобождение от экзаменов.

6.5.1. Лицо, сертифицированное на уровень 1 или уровень 2, которое при неизменном методе неразрушающего контроля только меняет один промышленный сектор на другой, должно только сдать для данного метода специальный и практический экзамены, относящиеся к новому сектору.

6.5.2. Лицо, сертифицированное на уровень 3, которое при неизменном методе только меняет один промышленный сектор на другой, освобождается от повторного экзамена по базовым знаниям, а на экзамене по основному методу — от сдачи части C_1 из табл. 9 для лиц уровня 3.

7. СЕРТИФИЦИРОВАНИЕ

7.1. Претенденту, выполнившему все условия сертификации, орган должен выдать сертификат или соответствующее удостоверение.

7.2. Сертификат или удостоверение.

Сертификат и соответствующее удостоверение должны содержать по меньшей мере:

- a) фамилию и инициалы сертифицированного лица;
- b) дату сертификации;
- c) дату, до которой сертификат действителен;
- d) уровень сертификации;
- e) наименование сертифицирующего органа;
- f) метод (методы) неразрушающего контроля;
- g) промышленный сектор (секторы);
- h) идентификационный номер;
- i) подпись сертифицированного лица;
- j) фотографию сертифицированного лица в случае выдачи удостоверения;
- k) средство, препятствующее фальсификации удостоверения, например печать, заверенная пластиковая обложка;
- l) подпись ответственного представителя сертифицирующего органа на сертификате.

Примечание. На сертификате может иметься особое место для записи данных об ограничениях, а также для подписи и печати работодателя в целях уполномочивания обладателя сертификата на его деятельность и передачи ответственности за результаты экзаменов (см. п. 3.10).

7.3. Срок действия сертификата.

Максимальный срок действия должен составлять пять лет. Срок действия должен начинаться после выполнения всех требований к сертификации (обучение, производственный стаж, успешная сдача экзаменов, удовлетворительное зрение).

Сертификация должна считаться недействительной:

- a) на основании решения сертифицирующего органа, например, о неэтичном поведении претендента на экзамене, что не соответствует правилам сертификации;
- b) если лицо физически неспособно решать свои задачи, а именно на основании результатов ежегодной проверки зрения, выполняемой под ответственность работодателя данного лица;
- c) если имеется существенный перерыв в применении метода (см. п. 3.25), по которому данное лицо сертифицировано.

8. ПРОДЛЕНИЕ СРОКА ДЕЙСТВИЯ СЕРТИФИКАТА

После окончания первого срока действия и десять последующих лет сертификат может быть продлен сертифицирующим органом на следующие пять лет при представлении:

- a) письменного документа об удовлетворительном прохождении проверки зрения в течение последних 12 месяцев;
- b) письменного документа о продолжении удовлетворительной профессиональной деятельности без существенного перерыва (см. п. 3.25) по методу контроля, по которому выдан сертификат.

При невыполнении критерия 8b данному лицу должно быть разрешено пройти повторный сертификационный экзамен. При неудаче на этом экзамене данное лицо обязано заново проходить всю процедуру сертификации по соответствующему промышленному сектору, методу контроля и на определенный уровень.

9. ПОВТОРНАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ

По истечении каждого второго срока действия (каждые 10 лет) сертификат продлевается сертифицирующим органом на новый срок в 5 лет при соблюдении следующих требований:

- a) для уровней 1 и 2: данное лицо должно удовлетворять условию 8a для продления срока действия сертификата (см. раздел 8) и успешно сдать практический экзамен по упрощенной процедуре, на котором проверяется способность практически выполнять неразрушающий контроль. Это может быть контроль экзаменационного образца, относящегося к области пролон-

гируемой сертификации, а для уровня 2, кроме того, и подготовка письменной инструкции о выполнении контроля, пригодной для персонала уровня 1.

Если данное лицо не получает оценку по меньшей мере 70 % по каждому контролируемому экзаменационному образцу и общую оценку 80 % (с весовыми значениями, приведенными в табл. 7), то ему разрешается повторение экзамена по повторной сертификации не ранее чем через семь дней в течение не более шести месяцев. Если данное лицо не выдерживает и этого экзамена, то сертификат не продлевается. Для сертификации на данный уровень, по данному промышленному сектору и по данному методу контроля претендент должен подать новое заявление о сертификации. В этом случае не предоставляются никакие освобождения от экзаменов;

б) для уровня 3: данное лицо должно удовлетворять обоим условиям для продления срока действия сертификата (см. раздел 8) и в зависимости от выбора претендента либо успешно сдать письменный экзамен, состоящий по меньшей мере из 20 вопросов по применению метода контроля в одном или нескольких секторах (не менее четырех из этих вопросов должны требовать ответов на прямые вопросы, из которых видно понимание данного метода неразрушающего контроля, норм, стандартов или технических условий, а также применяемого способа контроля) и по выбору сертифицирующего органа по меньшей мере из пяти вопросов по требованиям из программы сертификации, либо выполнить пять вопросов по требованиям из программы сертификации, либо выполнить требования структурной системы подсчета баллов (см. приложение С (нормативное)). Сертифицирующий орган должен предоставить две возможности: письменный экзамен или структурную систему пересчета баллов.

Если данное лицо не получает оценку по меньшей мере 80 % на экзамене по повторной сертификации, то ему разрешается повторение общего экзамена по повторной сертификации не ранее чем через семь дней в течение не более шести месяцев. Если данное лицо не выдерживает и этого экзамена, то сертификат не продлевается.

Для допуска к сертификации на данный уровень, по данному промышленному сектору и данному методу контроля претендент должен успешно сдать экзамен по соответствующему основному методу контроля.

Претенденту, не выполнившему требований структурной системы подсчета баллов, следует разрешить участие в письменном экзамене по повторной сертификации.

10. КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

Сертифицирующий орган или орган, уполномоченный по квалификации, должен представить в качестве юридических документов на микрофильмах или в цифровом виде только для чтения следующие документы:

а) полный список всех сертифицированных личностей, систематизированный по уровням, методу контроля и промышленным секторам;

б) личное дело каждой сертифицированной личности и каждой личности, срок действия сертификата которой истек; личное дело содержит:

1) заявление;

2) документы об экзамене, включая экзаменационные вопросы, ответы, описание экзаменационного образца, эскизы, результаты контроля, описания метода контроля и листы оценок;

3) документы на продление срока действия сертификата и на повторную сертификацию, включая справки о зрении и непрерывном стаже.

Личные документы должны храниться в надежном месте и при соблюдении конфиденциальности по меньшей мере в течение срока действия сертификата и не менее десяти лет после истечения этого срока.

11. ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД

Переходный период нужен для введения в действие системы, которую сертифицирующий орган распространяет на новый метод неразрушающего контроля или на новый промышленный сектор.

Сертифицирующий орган может назначать соответствующим образом квалифицированный персонал в качестве экзаменаторов на период, не превышающий пяти лет.

Примечание. «Соответствующим образом квалифицированный персонал» означает, что этот персонал: имеет необходимые знания по неразрушающему контролю и специальные знания по соответствующему промышленному сектору; имеет производственный опыт по применению данного метода неразрушающего контроля; обладает способностью проводить экзамены; способен интерпретировать экзаменационные вопросы и результаты экзаменов.

Промышленные секторы

При введении промышленного сектора рекомендуется, чтобы сертифицирующие органы учитывали следующий перечень секторов с обозначениями:

Секторы по продукции:

- отливки (*c*);
- поковки (*f*);
- сварные изделия (*w*);
- трубы, включая плоскую продукцию, из которой изготавливают трубы (*t*);
- прокат (*wр*).

Промышленные секторы.

Промышленные секторы содержат несколько секторов по продукции для всех или нескольких продукций или для особых материалов (например, железо и материал, не содержащий железа, неметаллический материал типа технической керамики, пластмассы и связующие материалы).

Производство металла и изготовление из него (содержит *c, f, t, w* и *wр*).

Вспомогательные устройства в оборудовании, сооружениях и строительстве (содержат *c, f, t, w* и *wр*).

Эксплуатация железных дорог (содержит *f, t, wр* и другие секторы по продукции).

Авиация и космические корабли (содержат *c, f, w, t, wр* и другие секторы по продукции).

При введении множественного сектора сертифицирующий орган должен точно описать в опубликованной документации, какая комбинация секторов из вышеприведенного перечня выбрана.

Лицо, сертифицированное по множественному сектору, должно рассматриваться как сертифицированное по отдельным секторам, из которых собран мультисектор. Сертифицирование по множественному сектору должно происходить по всем трем уровням или оно может быть ограничено особым методом контроля или уровнем. В каждом случае в сертификате должна быть указана область, на которую распространяется сертификат.

Экзамениционный образец

Таблица В.1

Минимальное количество и вид экзаменационных образцов для практического экзамена на уровне 1 и 2

Секторы по продукции	Метод контроля и уровень															
	AT1	AT2	ET1	ET2	LT1	LT2	MT1	MT2	PT1	PT2	RT1	RT2	UT1	UT2	VT1	VT2
Отливки (с)	1	1+2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2+12 радиограмм	2	2	2	2
Поковки (f)	1	1+2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2+12 радиограмм	2	2	2	2
Сварные изделия (w)	1	1+2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2+12 радиограмм	2	2	2	2
Трубы (t)	1	1+2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2+12 радиограмм	2	2	2	2
Прокат (wp)	1	1+2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2+12 радиограмм	2	2	2	2
Промышленные секторы, содержащие два или более секторов по продукции	AT1	AT2	ET1	ET2	LT1	LT2	MT1	MT2	PT1	PT2	RT1	RT2	UT1	UT2	VT1	VT2
Производство металла и изготовление из него	1	1+2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2+12 радиограмм	2	2	2	2
Вспомогательные устройства в оборудовании, сооружениях и строительстве	1	1+2	3	3	3	3	с/f	с/f	с/f	с/f	с	2cw+12 радиограмм	3	3	3	3
Эксплуатация железных дорог	с/f	с/f	t w	t w			w	w	w	w	w		с/f	с/f	w	w
Авиация и космические корабли	1	1+2	2	2			2	2	2	2	2	2+12 радиограмм	2	2	2	2

Если для практического экзамена требуется более одного экзаменационного образца, то второй и следующие экзаменационные образцы должны отличаться от предыдущих, например, свойствами материала, формой, размером и типом дефекта.

Если помимо количества требуемых экзаменационных образцов указываются и буквенные обозначения секторов по продукции, то на практическом экзамене должны иметься экзаменационные образцы из этих секторов.

На экзамене по радиографическому контролю претенденты на уровне 1 и 2 должны выполнить по меньшей мере по два радиографических контроля; это не распространяется на претендента на уровень 2, если он сертифицирован на уровень 1, он должен выполнить по меньшей мере один радиографический контроль.

Если контроль герметичности включает в себя манометрический метод и метод пробного газа, должен контролироваться по меньшей мере один объект по каждому методу.

Если на экзамене может контролироваться более одного вида изделия по одному сектору, то экзаменационные образцы должны охватывать все виды изделий или должны выбираться экзаменатором случайным образом из группы изделий или материалов, относящихся к данному сектору.

Пояснение: с — отливки; f — поковки; w — сварные изделия; t — трубы; c/f — отливки или поковки.

Приложение С
Нормативное

Таблица С.1

Структурированная система очков для повторной сертификации на уровень 3

Пункт (вид деятельности)	Деятельность	Начисляемые очки за каждый вид деятельности	Максимальное количество очков за год	Максимальное количество очков за 5 лет за каждый вид деятельности
1	Участие в семинарах, симпозиумах, заседаниях или курсах, касающихся неразрушающего контроля и соответствующих областей науки и техники	1	3	8 ^a
2.1	Участие в международных и национальных комиссиях по стандартизации	1	3	8 ^a
2.2	Председательство в комиссии по стандартизации	1	3	8 ^{ab}
3.1	Участие в заседаниях других комиссий по неразрушающему контролю	1	3	8 ^a
3.2	Председательство на заседаниях других комиссий по неразрушающему контролю	1	3	8 ^{ab}
4.1	Участие в заседаниях рабочих групп по неразрушающему контролю	1	5	15 ^a
4.2	Председательство в рабочих группах по неразрушающему контролю	1	5	15 ^{ab}
5.1	Технические или научные статьи или публикации по неразрушающему контролю	3	6	20 ^{cd}
5.2	Опубликованные исследовательские работы по неразрушающему контролю	3	6	15 ^{cd}
5.3	Исследовательская деятельность по неразрушающему контролю	3	6	15 ^{cd}
6	Обучение неразрушающему контролю (за каждые 2 часа) или работа экзаменатором (за один экзамен)	1	10	30 ^d
7	Производственная деятельность:			
7.1	Полная ответственность за оборудование или за метод неразрушающего контроля в центре неразрушающего контроля (за каждый полный год)	10	10	40 ^d
7.2	Обсуждение рекламаций с клиентом	1	5	15 ^d
7.3	Развитие применения неразрушающего контроля	1	5	15 ^d

^a Максимальное количество очков за вид деятельности от 1 до 4 равно 20.

^b Очки за одновременное председательство и участие.

^c При наличии более одного автора основной автор должен распределять очки по остальным авторам.

^d Максимальное количество очков за каждый вид деятельности 5 и 6 равно 30; за вид деятельности 7 — равно 50.

Приложение D
Справочное

Рекомендации по содержанию документации на экзаменационные образцы
(с данными о неоднородности, которые претендент должен запротоколировать, чтобы быть сертифицированным)

СОДЕРЖАНИЕ

Документация на экзаменационный образец — Рекомендация по минимальному содержанию.

Оценка практического экзамена на уровни 1 и 2 — Рекомендация по процентному взвешиванию.

Оценка конструкции по методу неразрушающего контроля по части D.3 экзамена на уровень 3 — Рекомендации по процентному взвешиванию.

Документация на любой экзаменационный образец должна быть собрана и одобрена обладателем сертификата уровня 3 на основании не менее двух независимых друг от друга протоколов проверки, подготовленных персоналом, сертифицированным на уровне 2 или 3, с не менее чем двухлетним стажем по методу неразрушающего контроля, для которого будет использоваться экзаменационный образец.

Независимые друг от друга протоколы, из которых составляется документация, должны храниться как документы.

Необязательно, чтобы документацию на экзаменационный образец подписывали лица, выполняющие независимый контроль. Но документацию на экзаменационный образец должен подписывать обладатель сертификата уровня 3, уполномоченный сертифицирующим органом, с указанием даты.

D.1. Минимальный объем содержания

- Наименование и эмблема сертифицирующего органа.
- Идентификационный номер экзаменационного образца.
- Вид изделия.
- Материал.
- Размеры.
- Точные данные о применяемом методе или способе неразрушающего контроля.
- Инструкция по неразрушающему контролю (приборы, условия юстировки или установки).
- Содержащиеся несплошности.
- Несплошности, которые претендент должен обязательно запротоколировать.
- Сопоставлено с независимым контролем (указать второго контролера).
- Утверждено (указать уполномоченного уровня 3).

D.2. Рекомендации по процентному взвешиванию практических экзаменов на уровни 1 и 2

Таблица D.1

Рекомендации по процентному взвешиванию практических экзаменов на уровни 1 и 2

Тема (подробности EN 473, табл. 7)	Уровень 1	Уровень 2
1	2	3
Часть 1. Знание приборов неразрушающего контроля:		
а) проверка системы и проверка работы	10	5
б) проверка настройки	10	5
Общая сумма по части 1	20	10
Часть 2. Применение метода неразрушающего контроля:		
а) подготовка контролируемого объекта (например, состояние поверхности, включая визуальный контроль)	5	2
б) для уровня 2 выбор способа неразрушающего контроля и установка условий контроля	n/a	7
с) настройка прибора	15	5

1	2	3
d) выполнение контроля	10	5
e) работы по окончании контроля (например, размагничивание, очистка, консервация)	5	1
Общая сумма по части 2	35	20
Часть 3. Обнаружение и протоколирование несплошностей ^a :		
a) обязательное обнаружение несплошностей, которые должны быть запротоколированы	20	15
b) описание (вид, положение, ориентация, предполагаемые размеры и т.д.)	15	15
c) уровень 2: оценка по регламентирующему документу, стандарту, техническим условиям или инструкции по неразрушающему контролю	n/a	15
d) составление протокола	10	10
Общая сумма по части 3	45	55
Часть 4. Письменная инструкция (претенденты уровня 2) ^b :		
a) предисловие (область применения, используемые документы), состояние, необходимость контроля		1
b) персонал		1
c) прибор, который должен быть использован, включая настройку		3
d) изделие (описание или эскиз, включая область интереса и цель контроля)		2
e) условия контроля, включая подготовку к контролю		2
f) подробные указания по выполнению контроля		3
g) запись и классификация результатов контроля		2
h) протокол неразрушающего контроля		1
Общая сумма по части 4		15
Общая оценка за экзаменационный образец	100 %	100 %

^a Претендент, который при условиях, установленных в документации на экзаменационный образец, не запротоколировал несплошность, которая должна быть обязательно запротоколирована, получает за часть 3 практического экзамена по соответствующему экзаменационному образцу 0 очков.

^b От претендента уровня 2 требуется составление инструкции по контролю для экзаменационного образца, выбранного экзаменатором, которую должен выполнять персонал уровня 1. Если претендент на уровень контролирует экзаменационный образец, для которого не нужна инструкция по неразрушающему контролю, то результат контроля оценивается как набор процентов из оставшихся 85 очков.

D.3. Рекомендации по процентному взвешиванию практического экзамена на уровень 3 (проект инструкции по выполнению метода неразрушающего контроля)

Таблица D.2

Рекомендации по процентному взвешиванию практического экзамена на уровень 3 (проект инструкции по выполнению метода неразрушающего контроля)

Часть 1	Максимум, %
1	2
Часть 1. Общие сведения:	
a) область применения (назначение, изделие)	2
b) проверка документации	2
c) нормативные ссылки и дополнительная информация	4
Общая сумма по части 1	8
Часть 2. Персонал неразрушающего контроля	2
Часть 3. Материал, необходимый для выполнения контроля:	
a) важнейшие приборы неразрушающего контроля (включая указания по юстировке и предварительную проверку готовности к контролю)	10
b) дополнительное оборудование (эталонные и юстировочные образцы, расходный материал, измерительный инструмент, оптические приборы и т.д.)	10
Общая сумма по части 3	20

1	2
Часть 4. Контролируемый объект:	
а) состояние обработки и подготовка контролируемой поверхности (температура, доступ, удаление защитного слоя, шероховатость и т.д.)	1
б) описание контролируемого объема, включая точку отсчета	1
с) искомые несплошности	3
Общая сумма по части 4	5
Часть 5. Выполнение контроля:	
а) применяемый метод и способ неразрушающего контроля	10
б) настройка приборов	10
с) выполнение контроля (со ссылкой на инструкцию по контролю)	10
д) описание характеристик погрешностей	10
Общая сумма по части 5	40
Часть 6. Критерии допустимости дефектов	7
Часть 7. Работы по окончании контроля:	
а) отдельная расстановка изделий, не удовлетворяющих требованиям (пометка, сортировка)	2
б) восстановление защитного покрытия (если это требуется)	1
Общая сумма по части 7	3
Часть 8. Составление протокола	5
Часть 9. Общее впечатление	10
Окончательная сумма	100

Разделы данного европейского стандарта, касающиеся основополагающих требований руководящих указаний Европейского сообщества

Данный европейский стандарт был разработан по мандату, выданному Европейскому комитету по стандартизации (CEN) Европейской комиссией и Европейской ассоциацией свободной торговли. Стандарт выполняет основные требования или определения руководящих указаний Европейского сообщества:

Руководящие указания 97/23/EG Европейского парламента членам сообщества от 29 мая 1997 г. относительно приведения в соответствие законодательства по аппаратам под давлением.

Внимание. Для изделий, которые относятся к области применения данного стандарта, могут быть применены и другие руководящие указания Европейского сообщества. Следующие разделы данного стандарта удовлетворяют требованиям Руководящих указаний 97/23/EG.

Соответствие описанному в данном стандарте контролю предоставляет изготовителю аппаратов под давлением средство показать, что эти аппараты удовлетворяют следующим основополагающим требованиям Руководящих указаний.

Таблица ZA.1

Сравнение данного европейского стандарта с Руководящими указаниями по аппаратам под давлением

Раздел или подраздел стандарта EN 473	Принципиальные требования или определения Руководящих указаний 97/23/EG	Замечания
Все разделы	Приложение 1 Раздел 3.1.3. Неразрушающий контроль	

ЛИТЕРАТУРНЫЕ ССЫЛКИ

ISO 8402:1994. Управление качеством и обеспечение качества — Термины.

ICNT WH 15–85 до 23–85 (Документы ICNT WH 16–85 до 21–85 относятся к методам неразрушающего контроля, составлены Международным комитетом по неразрушающему контролю: все рекомендации по международному согласованию в области обучения, квалификации и сертификации персонала неразрушающего контроля (ноябрь 1985 г.)).

ICNT WH 15–85. Основные требования к национальным системам квалификации и сертификации персонала*.

ICNT WH 16–85. Ультразвуковой контроль*.

ICNT WH 17–85. Радиографический контроль*.

ICNT WH 18–85. Вихретоковый контроль*.

ICNT WH 19–85. Магнитопорошковый контроль*.

ICNT WH 20–85. Капиллярный контроль*.

ICNT WH 21–85. Контроль герметичности*.

ICNT WH 22–85. Руководящие указания по длительности обучения в % системы квалификации и сертификации персонала неразрушающего контроля*.

ICNT WH 23–85. Образцовые соглашения по взаимному признанию систем квалификации и сертификации персонала неразрушающего контроля*.

* Издано: SKO, Фонд квалификации персонала неразрушающего контроля, Postbox 190, NI-2700 AD Zoetermeer The Netherlands.

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ.
КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ
ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ**

**EN
571-1:1997**

Стандарт относится к капиллярному контролю в целях обнаружения дефектов, таких, как трещины, плены, складки, поры, которые часто находятся на поверхности. Контроль применяется преимущественно к металлическим материалам, но может применяться и к другим материалам при условии, что эти материалы не изменяются под воздействием средств контроля и (или) не имеют пористую структуру. Примеры контролируемых изделий: отливки, поковки, сварные швы, керамика и т.д.

Данный стандарт не содержит указаний по критериям приемки и не содержит информации о качестве пенетрантов для конкретных применений и требований к приборам контроля.

Понятие «дефект» здесь не связано с оценкой надежности.

Методы определения и контроля основных свойств применяемого средства контроля содержатся в стандартах EN 571-2 и рг EN 571-3.

УКАЗАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Поскольку при капиллярном контроле часто используются вещества, опасные для здоровья, воспламеняющиеся и (или) легко испаряющиеся, следует соблюдать необходимые меры предосторожности.

Следует избегать длительного или повторяющегося контакта кожи или слизистых оболочек со средством контроля.

В соответствии с местными инструкциями рабочее место должно хорошо снабжаться воздухом, должна быть обеспечена вентиляция, необходимо выдерживать большое расстояние до источников тепла, искр и пламени.

Средства для капиллярного контроля, а также соответствующие приборы и установки должны использоваться строго в соответствии с указаниями их изготовителя.

При применении ультрафиолетового излучателя следует позаботиться о том, чтобы в глаза контролера не попадало прямое нефильТРованное ультрафиолетовое излучение.

Независимо от того, имеется ли фильтр ультрафиолетового излучения для ультрафиолетовой лампы или для отдельных частей ультрафиолетовой установки, всегда следует соблюдать безопасное расстояние до нее.

При контроле необходимо соблюдать правила безопасной эксплуатации оборудования, хранения материалов, нормы защиты окружающей среды и т.п.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Персонал

Капиллярный контроль должен производиться специально обученным персоналом. При необходимости по соглашению между договорными сторонами в соответствии со стандартами EN 473 или по системе национальной сертификации персонала нужно следить за квалификацией и сертификацией персонала, осуществляющего неразрушающий контроль.

Описание способа контроля

Перед началом капиллярного контроля контролируемая поверхность должна быть очищена и высушена. Затем на контролируемую поверхность наносят пенетрант, который проникает в открытые дефекты, выходящие на поверхность. По истечении необходимого промежутка времени излишний пенетрант удаляют с поверхности и наносят проявитель. Проявитель вытягивает пенетрант, проникший в дефект, и тем самым создает видимые усиленные индикаторные рисунки дефекта.

Если необходимо применять дополнительно другие методы неразрушающего контроля, то капиллярный контроль следует проводить в первую очередь, если нет иного соглашения, для того чтобы загрязнения не попадали в открытые дефекты. Если капиллярный контроль применяется после другого метода неразрушающего контроля, то контролируемая поверхность перед капиллярным контролем должна быть прогрета и тщательно очищена от остатков предыдущего контроля.

Этапы контроля

В приложении А приведены различные этапы контроля для общего случая. Имеются следующие этапы в процессе контроля в общем случае:

- а) подготовка и предварительная очистка;
- б) нанесение пенетранта;
- в) промежуточная очистка;
- г) процесс проявления;
- д) контроль;
- е) составление протокола;
- ж) окончательная очистка.

Эффективность контроля

Эффективность капиллярного контроля зависит от многих факторов:

- а) типа средства контроля и аппаратов контроля;
- б) обработки и свойств контролируемой поверхности;
- в) контролируемого материала и ожидаемых дефектов;
- г) температуры контролируемой поверхности;
- д) длительности воздействия пенетранта и проявителя;
- е) условий осмотра и т. д.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ, ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ

Методы капиллярного контроля

В капиллярном контроле применяются различные методы.

Одним из методов является комбинация следующих материалов контроля: индикаторного пенетранта, очистителя и проявителя.

Можно использовать только разрешенные, проверенные на эталонах по стандарту pr EN 571-2 материалы контроля. При этом пенетрант и материалы для промежуточной очистки должны быть от одного и того же изготовителя.

Материалы

Материалы контроля приведены в таблице.

Таблица

Способы контроля

Пенетрант		Промежуточный очиститель		Проявитель	
Тип	Наименование	Способ контроля	Наименование	Вид	Наименование
I	Флуоресцирующий пенетрант	A	Вода	a	Сухой проявитель
		B	Липофильный эмульгатор: 1) эмульгатор на масляной основе; 2) промывка погружением	b	Мокрый проявитель на основе воды, водорастворимый
II	Цветной пенетрант	C	Растворимое средство (жидкая фаза)	c	Мокрый проявитель на основе воды, в виде суспензии
		D	Гидрофильный эмульгатор: 1) с предварительной промывкой; 2) эмульгатор (водосмываемый); 3) с окончательной промывкой	d	Мокрый проявитель на основе растворителя
III	Флуоресцирующий цветной пенетрант	E	Вода или растворитель	e	Мокрый проявитель на основе воды или растворителя для специального применения (например, вытягивающий проявитель)

Примечание. Для специальных случаев нужны дефектоскопические материалы, которые должны удовлетворять особым требованиям относительно воспламеняемости, содержания серы, галогенов, натрия и других загрязнений в случае контроля объектов, подверженных коррозии (см. pr EN 571-2).

Чувствительность

Класс чувствительности пенетранта должен быть определен с помощью эталонного образца 1 по стандарту pr EN 571-3. Установленный класс служит только для пенетранта, который разрешается проверять на данном эталоне.

Система обозначений

Допустимый тип пенетранта, применяемый для капиллярного контроля, снабжается маркировкой, в которой указывается тип, способ и дефектоскопический материал, а также номер класса чувствительности, который определен с помощью эталонного образца 1 по стандарту pr EN 571-3.

Пример

Допустимый тип пенетранта с флуоресцирующим пенетрантом (I), с использованием воды в качестве промежуточного очистителя (A), с сухим проявителем (a) и с классом 2 чувствительности имеет обозначение по стандартам EN 571-1 и pr EN 571-2: Тип пенетранта EN 571-1-IAa-2.

СОВМЕСТИМОСТЬ ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С МАТЕРИАЛОМ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ

Общие положения

Дефектоскопические материалы должны быть совместимы с материалом объекта контроля и не должны влиять на его свойства при дальнейшей эксплуатации.

Совместимость дефектоскопических материалов

Дефектоскопические материалы применяемого способа контроля должны быть совместимы друг с другом.

Пенетранты различных изготовителей нельзя смешивать при проведении капиллярного контроля.

Совместимость дефектоскопических материалов с контролируемым объектом

В большинстве случаев совместимость дефектоскопических материалов предварительно должна быть оценена с помощью теста на коррозию по стандарту pr EN 571-2.

Ввиду того что химические и физические свойства некоторых неметаллических материалов могут изменяться под воздействием дефектоскопических материалов капиллярного контроля, необходимо убедиться перед контролем в совместимости дефектоскопических материалов и материала объекта контроля.

В тех случаях, когда могут появиться загрязнения, важно убедиться, что дефектоскопические материалы не оказывают никакого вредного влияния на горючие, смазочные материалы, гидравлические жидкости и т. д.

При контроле материалов, которые контактируют с ракетной смазкой (ей покрываются все детали с возгораемыми трущимися частями, воспламеняющиеся материалы), кислородного оборудования или ядерных установок совместимости дефектоскопических материалов необходимо уделять особое внимание.

Если после окончательной очистки дефектоскопические материалы остаются на контролируемой детали, возникает возможность коррозии, например коррозии напряжения или усталостной коррозии.

ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЯ

Письменные указания по контролю

Если совместимость согласована, то до начала выполнения капиллярного контроля должны быть составлены и одобрены письменные указания по контролю.

Подготовка и предварительная очистка поверхности

Если необходимо, загрязнения, такие, как окалина, ржавчина, масло, жир или лак, должны быть удалены механической или химической предварительной очисткой или комбинацией этих способов. Предварительная очистка должна обеспечить удаление с контролируемой поверхности различных осадков и возможность проникновения пенетранта в любой поверхностный дефект. Очистка поверхности должна быть достаточной, чтобы на результаты контроля не влияло состояние поверхностей, расположенных рядом с контролируемой областью.

Механическая предварительная обработка

Окалина, шлак, ржавчина и т. д. должны удаляться подходящими способами, например щеткой, наждаком, шлифованием, сушкой, очисткой струей воды под большим давлением и

т. д. Эти способы устраняют загрязнения наружной поверхности, но в общем случае непригодны для устранения загрязнений из поверхностных дефектов. Во всех случаях, в особенности при сушке, нужно обращать внимание на то, чтобы поверхностные дефекты не оказались закрытыми из-за уплотнения наружной поверхности или затирания. В случае необходимости на последнем этапе должно производиться травление с последующим промыванием и сушкой, чтобы обеспечить выход дефектов на поверхность.

Химическая предварительная очистка

Химическая предварительная очистка должна производиться с применением пригодных для этого химических чистящих средств, чтобы удалить загрязнения, такие, как жир, масло, краска или остатки от травления.

Остатки от предварительной химической очистки могут реагировать с пенетрантом и сильно влиять на его чувствительность. Кислоты и хроматы уменьшают флуоресценцию флуоресцирующих пенетрантов и влияют на цвет цветных пенетрантов. Поэтому химические средства должны удаляться с контролируемой поверхности после процесса предварительной очистки пригодными для этого способами, включая промывание водой.

Сушка

В качестве последнего этапа предварительной очистки контролируемый объект должен полностью высушиваться так, чтобы ни вода, ни растворитель не оставались на наружной поверхности.

НАНЕСЕНИЕ ПЕНЕТРАНТА

Методы нанесения

Пенетрант можно наносить на контролируемый объект разбрызгиванием, кистью, поливом или погружением.

Необходимо следить, чтобы контролируемая поверхность в течение всего времени воздействия пенетранта была полностью покрыта им.

Температура

Для обеспечения проникновения пенетранта в дефекты температура должна находиться в диапазоне от 10 до 50 °С. В определенных случаях температура может снижаться до 5 °С.

При температуре ниже 10 °С и выше 50 °С должны применяться системы пенетрантов и способы применения пенетрантов, которые специально для этой цели разрешены в соответствии со стандартом pr EN 571-2.

Примечание. В области низких температур имеется особая опасность конденсации воды на контролируемой поверхности и в поверхностных дефектах; такая вода препятствует проникновению пенетранта в поверхностные дефекты.

Длительность воздействия пенетранта

Необходимая длительность воздействия пенетранта зависит от свойств пенетранта, температуры поверхности объекта контроля, материала контролируемого объекта и дефектов, которые нужно обнаружить.

Длительность воздействия пенетранта может находиться в диапазоне от 5 до 60 мин. Длительность воздействия пенетранта должна быть не меньше длительности воздействия пенетранта при определении чувствительности. В противном случае применяемая длительность воздействия пенетранта должна быть задана особыми указаниями по контролю. Пенетрант ни в коем случае во время его воздействия не должен подсушиваться.

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ОЧИСТКА

Общие положения

Нанесение веществ для предварительной очистки должно осуществляться таким образом, чтобы пенетрант не удалялся из поверхностных дефектов.

Вода

Избыточный пенетрант должен быть удален пригодным для этого способом, например обрызгиванием или протиранием влажной тканью. Следует обращать внимание на то, чтобы при промежуточной очистке не было механического воздействия на поверхность объекта контроля. Температура воды не должна быть выше 50 °С.

Растворитель

Как правило, излишний пенетрант должен быть удален сначала чистой безворсовой тканью. Затем производится очистка чистой тканью, смоченной растворителем. Любой другой способ очистки должен быть согласован, особенно тогда, когда очиститель, используемый для промежуточной очистки, непосредственно разбрызгивается на изделие.

Эмульгатор

Гидрофильный эмульгатор

Для удаления избыточного пенетранта с контролируемой поверхности пенетрант может быть сделан водосмываемым с помощью эмульгатора. Перед нанесением эмульгатора поверхность нужно промыть водой, с тем чтобы удалить большую часть избыточного пенетранта с контролируемой поверхности и тем самым обеспечить собственное действие эмульгатора, который наносится сразу после этого. Эмульгатор должен наноситься погружением или вспениванием. Концентрация и длительность воздействия эмульгатора должны определяться предварительно в соответствии с данными изготовителя. Нельзя превышать определенную длительность воздействия эмульгатора. После эмульгирования следует выполнить промывку.

Липофильные эмульгаторы (на основе масла)

Для удаления пенетранта после эмульгирования с контролируемой поверхности нужно сделать пенетрант водосмываемым, правильно подобрать поверхностно-активное вещество. Этого можно достичь погружением. Длительность воздействия эмульгатора должна определяться предварительно по данным изготовителя.

Эта длительность должна быть достаточной, чтобы промыванием водой удалить только избыточный пенетрант с контролируемой поверхности. Длительность эмульгирования должна быть выдержана в соответствии с указаниями стандарта. Сразу после эмульгирования нужно произвести промывку.

Вода и растворитель

Сначала нужно удалить избыточный водосмываемый пенетрант водой, затем произвести очистку чистой безворсовой тканью, смоченной растворителем.

Проверка промежуточной очистки

Во время промежуточной очистки необходимо проверять контролируемую поверхность на наличие остатков пенетранта. При применении флуоресцирующего пенетранта проверку следует производить с помощью источника ультрафиолетового излучения. Минимальная освещенность ультразвуковым излучением на контролируемой поверхности не должна быть менее 3 Вт/м² (300 мкВт/м²).

Если после промежуточной очистки местами появляется повышенный фон, то решение о дальнейших действиях должно поручаться специалисту.

СУШКА

Для быстрого высушивания большого количества воды нужно удалить капли и скопления воды с контролируемой детали. По возможности после применения проявителей на основе воды и удаления излишнего пенетранта необходимо быстрее просушить контролируемую поверхность одним из следующих способов:

- а) вытиранием чистой сухой неволокнистой тканью;
- б) испарением при температуре окружающей среды после погружения в горячую воду;
- в) сушкой при повышенной температуре;
- г) сушкой в потоке воздуха;
- д) применением комбинации способов а–г.

Если применяется сушка в потоке воздуха под давлением, то следует обращать внимание, чтобы в воздухе не было воды и масла, а давление на контролируемой поверхности детали было по возможности низким.

Процесс сушки контролируемой поверхности нужно осуществлять таким образом, чтобы не происходило подсыхания пенетранта в поверхностных дефектах. Температура контроля при сушке не должна превышать 50 °С, если нет других указаний.

ПРОЦЕСС ПРОЯВЛЕНИЯ

Общие положения

Проявитель должен наноситься на контролируемую поверхность ровным тонким слоем. Проявитель нужно наносить как можно быстрее после промежуточной очистки.

Сухой проявитель

Сухой проявитель следует применять только с флуоресцирующим пенетрантом. Проявитель должен наноситься на контролируемую поверхность равномерно одним из следующих способов: напылением, электростатическим напылением или в вихревой камере. Контролируемая поверхность должна покрываться равномерно. Местные скопления недопустимы.

Мокрый проявитель в виде водной суспензии

Нанесение проявителя однородным тонким слоем должно производиться погружением в движущуюся суспензию или обрызгиванием с помощью аппарата, указанного в инструкции. Длительность погружения и температура проявителя должны соответствовать требованиям изготовителя. Для получения наилучших результатов длительность погружения должна быть как можно короче.

Деталь должна сушиться испарением и (или) обдувом в печи.

Мокрый проявитель на основе растворителя

Проявитель должен равномерно наноситься распылением так, чтобы контролируемая поверхность была равномерно смочена и образовалась тонкая и однородная пленка.

Мокрый проявитель на основе водного раствора

Равномерное нанесение проявителя должно достигаться погружением или распылением пригодным для этой цели аппаратом в соответствии с разрешенным способом. Длительность погружения и температура проявителя должны определяться специалистом с соблюдением

требований изготовителя. Погружение должно быть как можно более кратковременным для достижения наилучших результатов.

Деталь должна высушиваться испарением и (или) обдувом в печи.

Мокрый проявитель на основе воды или растворителя для специального применения (вытягивающий проявитель)

Если капиллярным контролем обнаруживается дефект, который должен быть реально зафиксирован, то проявление должно производиться следующим образом:

проявитель стирается чистой безворсовой тканью;

повторяется вышеописанный процесс капиллярного контроля до применения проявителя;

после удаления избыточного пенетранта и высушивания контролируемой поверхности наносится проявитель в соответствии с указаниями изготовителя;

по истечении рекомендуемой длительности проявления слой проявителя осторожно снимается. Поверхностные дефекты становятся видимыми на стороне слоя проявителя, который находился в контакте с контролируемым изделием.

Длительность проявления

Длительность проявления должна составлять от 10 до 30 мин. Увеличение длительности проявления допускается по согласованию между договорными сторонами. Длительность проявления начинается:

при применении сухого проявителя — сразу после его нанесения;

при применении мокрого проявителя — сразу после сушки.

ОСМОТР КОНТРОЛИРУЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Общие положения

Если возможно, то первый осмотр контролируемой поверхности начинается сразу после нанесения проявителя или соответственно после высушивания проявителя. Благодаря этому индикаторные рисунки лучше интерпретируются.

Окончательный контроль должен выполняться после завершения проявления.

В качестве вспомогательного средства для оптического контроля можно использовать увеличительные стекла или контрастно усиливающие очки.

Примечание. Диаметр, ширина и интенсивность индикаторных рисунков являются условными величинами.

УСЛОВИЯ РАССМОТРЕНИЯ

Флуоресцирующий пенетрант

Нельзя использовать фотохроматические очки.

Глаза контролера должны привыкать к темноте в испытательной кабине достаточное время, но не менее 5 мин.

Ультрафиолетовое излучение не должно попадать в глаза контролера. Все наружные рассматриваемые контролером поверхности не должны флуоресцировать.

В поле зрения контролера не должны находиться бумага или одежда, которые флуоресцируют под воздействием ультрафиолетового излучения.

Можно использовать общее ультрафиолетовое освещение, чтобы обеспечить контролеру свободное перемещение внутри испытательной кабины.

Рассмотрение контролируемой поверхности должно производиться, как это описано в стандарте pr EN 1956, с источником ультрафиолетового излучения при освещенности контролируемой поверхности не менее 10 Вт/м^2 (1000 мкВт/см^2).

Эти данные используются для контроля в затемненном месте помещений, в котором освещенность видимым светом ограничена и составляет не более 20 лк.

Цветной пенетрант

Контролируемая поверхность должна рассматриваться при дневном или искусственном свете при освещенности не менее 500 лк на контролируемой поверхности. При этом необходимо избегать отражений света.

ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ОЧИСТКА И ЗАЩИТА ПОВЕРХНОСТИ

Окончательная очистка

По окончании контроля окончательная очистка контролируемой поверхности нужна только в случаях, когда остатки проявителя могут влиять на дальнейшее применение проконтролированной детали.

Защита поверхности

Если требуется, то должно наноситься антикоррозионное покрытие.

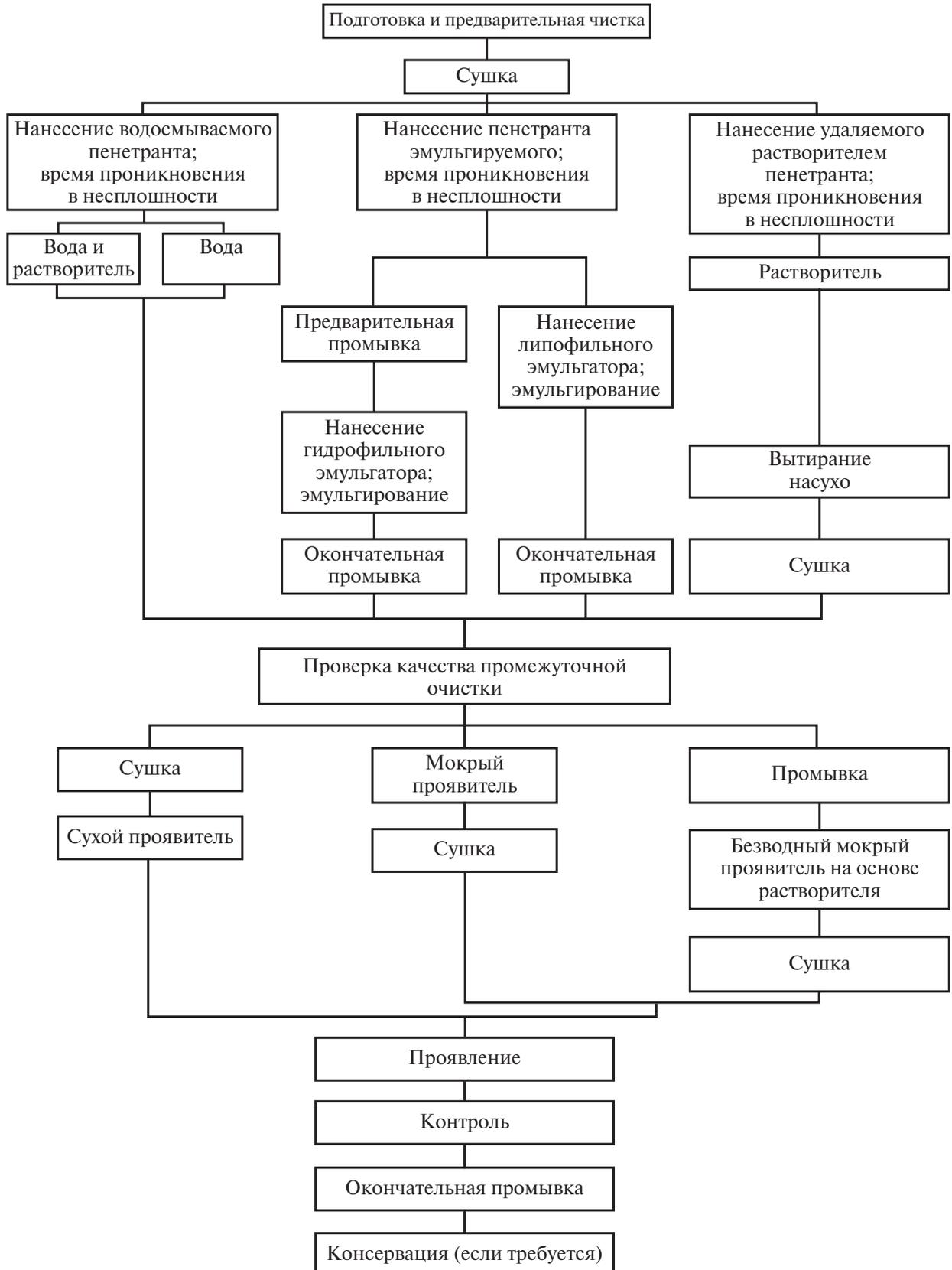
ПОВТОРНЫЙ КОНТРОЛЬ

При необходимости повторения контроля, например, из-за невозможности недвусмысленной оценки индикаторных рисунков весь процесс капиллярного контроля повторяется начиная с предварительной очистки.

При необходимости должны выбираться более благоприятные условия контроля. Использование других пенетрантов или подобных пенетрантов, но других изготовителей не допускается. В противном случае следует выполнять более основательную очистку контролируемой поверхности так, чтобы никаких остатков прежнего пенетранта в поверхностных дефектах не оставалось.

Протокол о контроле не составляется, если имеются письменные указания по проведению контроля, и результаты оформляются соответствующим образом.

Основные стадии капиллярного контроля



**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
ШВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРКОЙ
ПЛАВЛЕНИЕМ
ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ**

**EN
970:1997**

Данный европейский стандарт относится к визуальному контролю швов, выполненных сваркой плавлением металлических материалов. Контроль обычно проводится тотчас же после выполнения сварочных работ. В порядке исключения, однако, контроль может выполняться и на другом технологическом этапе сварочного процесса, если это требуется в соответствии с применяемым стандартом или по соглашению между договорными сторонами.

УСЛОВИЯ КОНТРОЛЯ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ

Освещенность контролируемой поверхности должна быть не менее 350 лк; рекомендуется освещенность 500 лк. Для выполнения процесса контроля необходим достаточный обзор для глаз контролера. Подлежащая контролю наружная поверхность должна рассматриваться под углом более чем 30° к плоскости объекта контроля и с расстояний до 600 мм (см. рис).

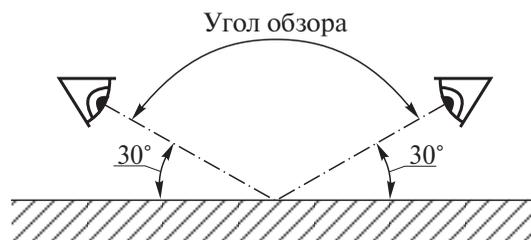


Рис. Условия контроля

Если при контроле с больших расстояний используются бороскопы, стекловолоконные световоды или камеры, то они должны удовлетворять дополнительным требованиям, определяемым применяемым стандартом или соглашением.

Для создания хорошего контраста изображения дефекта с фоном и его уверенного обнаружения при необходимости применяют дополнительный источник света.

Для обнаружения дефекта на контролируемой поверхности в сомнительных случаях визуальный контроль необходимо дополнить применением других методов неразрушающего контроля.

Примеры приборов для выполнения контроля приведены в приложении А.

ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ

Общие положения

Объем контроля должен быть заранее установлен в применяемом стандарте или соглашением между договаривающимися сторонами.

Контролеру должны быть доступны необходимые документы по контролю и по производству. Сварные швы должны контролироваться непосредственно после сварки, если это возможно.

Визуальный контроль при подготовке к сварке

Если перед сваркой требуется визуальный контроль, то необходимо проверить, что подготовка сварного шва:

- а) выполнена с соблюдением стандарта EN 288-2;
- б) стыкующиеся боковые поверхности и граничащие наружные поверхности очищены;
- в) свариваемые детали в соответствии с чертежами или техническими указаниями стыкуются друг с другом.

Визуальный контроль во время сварки

При проведении сварки соединения, которое впоследствии будет контролироваться, следует проверить, что:

- а) каждый наплавленный валик или каждый слой материала шва очищается прежде, чем на него накладывается следующий слой. Особое внимание следует уделять сплавлению материала шва с фасками шва;
- б) отсутствуют видимые несплошности, например трещины или раковины. Если они обнаруживаются, то необходимо принятие корректирующих действий;
- в) достигнуто удовлетворительное сплавление шва с основным металлом для продолжения сварки;
- г) глубина и форма подготовки кромок соответствуют техническим условиям на процесс сварки или сравнимы с ранее выполненными формами кромок для того, чтобы обеспечить условие полного заполнения шва.

ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ГОТОВОГО СВАРНОГО ШВА

Общие положения

На готовом сварном шве необходимо проконтролировать и зафиксировать, соответствует ли шов заданным стандартам, например EN 25817, EN 30042 или pr EN 12062.

Очистка и последующая обработка

Необходимо убедиться в том, что на контролируемом сварном шве:

- а) вручную или механическим способом удален шлак. Нельзя допускать, чтобы при этом маскировались дефекты;
- б) не остались следы воздействия инструмента или царапины от шлака;
- в) при шлифовке не было перегрева, не осталось углублений и неровностей;
- г) угловые и стыковые соединения с основным материалом выполнены плавным переходом к основному металлу без превышения допусков.

Форма и размеры

Необходимо убедиться в том, что на контролируемом сварном шве:

- а) форма наружной поверхности шва и величина выпуклости шва соответствуют стандарту;

- б) высота валика усиления и его положение относительно свариваемых деталей должны быть измерены, если это требуется техническими условиями на выполнение сварки;
- в) ширина шва по всей его длине должна быть одинаковой и при этом соответствовать стандарту. На стыковых сварных швах необходимо проконтролировать заполнение шва при разделке.

Корень и наружная поверхность облицовочного слоя сварного шва

Необходимо проконтролировать, что подлежащие визуальному контролю части сварного шва, то есть сторона корня при одностороннем сварном шве и поверхность облицовочного слоя сварного шва, по отклонениям размеров соответствуют стандарту.

На односторонних сварных стыковых швах необходимо проверить, что проплавление, утяжины в корне шва, прожоги и раковины по всей длине сварного шва не превышают заданных стандартом допусков:

- а) любые неровности из-за проплавления не выходят за допустимые нормы;
- б) любые дефекты наружной поверхности шва или в зоне термического влияния, такие, как трещины или пористость, соответствуют критериям приемки. В случае необходимости должны использоваться вспомогательные оптические средства;
- в) любые дополнительные детали, которые были временно наварены на свариваемую конструкцию и которые больше не нужны, должны быть удалены так, чтобы свариваемая деталь не была повреждена. Следует проконтролировать область, где была наварена дополнительная деталь, на отсутствие трещин.

Последующая термическая обработка

После термической обработки может потребоваться дополнительный контроль.

ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ОТРЕМОНТИРОВАННОГО СВАРНОГО ШВА

Общие положения

Если сварные швы не удовлетворяют или частично удовлетворяют требованиям, по которым производится приемка, и необходим ремонт шва, то после ремонта следует провести контроль.

Частично зачищенный сварной шов

Следует проверить, что зачистка выполнена до достаточной глубины и длины шва и все несплошности удалены. Следует также убедиться, что от основания зачистки до наружной поверхности шва, а также на концах имеются одинаковые скосы.

Ширина и форма зачистки должны быть такими, чтобы оставалось достаточно места для последующей ремонтной сварки.

Полностью зачищенный сварной шов

При зачистке бездефектного участка сварного шва не может быть серьезных потерь основного материала. Выбранный участок с дефектом шва следует заварить. При этом необходимо проконтролировать, чтобы форма и масштаб подготовки к выполнению сварочных работ удовлетворяли установленным требованиям.

Примеры средств контроля

Используемые средства для выполнения измерений могут быть выбраны из следующего списка:

- а) измерительная линейка или измерительная рулетка с делениями 1 мм и менее;
 - б) штангенциркуль по ИСО 3599;
 - в) толщиномер с достаточным набором щупов для измерения размера от 0,1 до 3 мм шагом не более 0,1 мм;
 - г) радиусный шаблон;
 - д) лупа с увеличением от 2^{\times} до 5^{\times} , причем лупа должна иметь мерные деления (см. ИСО 3058).
- Иногда может потребоваться следующее оборудование:

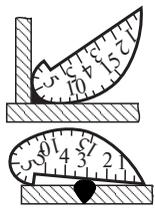
- 1) профилометр с проволочным измерителем диаметром или шириной ≤ 1 мм; оба конца проволоки должны быть закруглены;
- 2) материал для получения отпечатка сварного шва, например твердеющий при остывании, искусственный материал или тестообразный материал;
- 3) для контроля сварных швов при ограниченном доступе могут использоваться зеркала, эндоскопы, бороскопы, световоды или телевизионные камеры;
- 4) какие-либо другие измерительные приборы по соглашению между заинтересованными сторонами: специально сконструированные шаблоны для сварного шва, шаблоны высоты или глубины, линейки или угломеры.

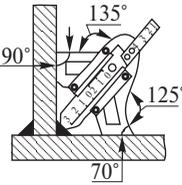
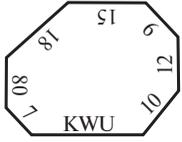
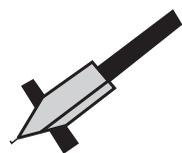
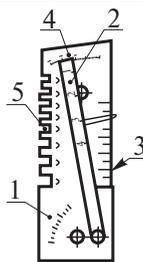
Типичные измерительные приборы и шаблоны показаны в табл. А.1.

Примечание. Эти приборы и шаблоны приведены в качестве примеров. Некоторые из них могут быть зарегистрированы в качестве рабочих инструментов.

Таблица А.1

Характеристики измерительных приборов

Шаблоны сварного шва	Описание	Вид сварного шва				Диапазон измерений, мм	Точность отсчета, мм	Угол между свариваемыми элементами, град	Допустимое отклонение угла между свариваемыми элементами
		Угловой			Стыковой				
		Нормальный	Вогнутый	Выпуклый					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<p>Простой шаблон сварного шва для:</p> <p>а) измерения угловых швов от 3 до 15 мм толщиной.</p> <p>Шаблон применяется на криволинейных участках и при этом должен обеспечиваться контакт в трех точках между участком шва и шаблоном;</p> <p>б) измерения превышения выпуклости стыкового шва с помощью прямолинейной части шаблона. Поскольку шаблон может быть изготовлен из относительно мягкого алюминия, то он быстро изнашивается</p>	X	X	—	X	3–15	$\approx 0,5$	90	Небольшое

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Набор шаблонов сварного шва для: измерения сварных швов толщиной от 3 до 15 мм; толщиной от 3 до 7 мм с шагом 0,5 мм; далее измеряется толщина 8, 10 и 12 мм. Шаблон действует по принципу соприкосновения в трех точках	X	X	—	—	3–12	Зависит от набора	90	Не предусмотрено
	Шаблон сварного шва с нокаутом для измерения, например, катетов угловых швов; можно измерять превышение выпуклости стыкового шва. Губки шаблона могут иметь такую конструкцию, которая позволяет контролировать углы разделки кромок V-образных и Y-образных швов в 60°, 70°, 80° и 90°. Но небольшие отклонения этих величин приводят к большим погрешностям	X	X	—	X	0–20	0,1	90	Не предусмотрено
	Шаблон собственного изготовления для измерения семи параметров углового шва при угле 90° между его элементами	X	X	—	X	0–20	0,2	90	Не предусмотрено
	Измеритель зазора в соединении	—	—	—	X	0–6	0,1	—	—
	Крючковый штангенциркуль для измерения смещения наружных кромок, для измерения смещения при подготовке стыковых швов при сварке листов и труб	—	—	—	X	0–100	0,06	—	—
	Универсальный шаблон для измерения подготовленных и законченных сварных стыковых швов: 1 — угла скоса; 2 — зазора в соединении; 3 — притупления кромок, ширины сварного шва; 4 — смещения наружных кромок, выпуклости шва; 5 — диаметра электродов	—	—	—	X	0–30	0,1	—	±25 %

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ.
КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ.
УРОВНИ ПРИЕМКИ**

**EN
1289:1998**

Данный стандарт устанавливает уровни приемки для индикаторных рисунков поверхностных дефектов сварных соединений, которые выявляются капиллярным контролем.

Уровни приемки предусмотрены главным образом для применения при контроле сварных швов, а также могут применяться и для проверки производства, если это целесообразно.

Уровни приемки в данном стандарте основаны на ожидаемой выявляемости, если применяются способы в соответствии со стандартом EN 571-1 и рекомендуемые параметры контроля, указанные в приложении А. Уровни приемки по данному стандарту могут относиться к стандартам на сварные швы, техническим условиям или кодам.

ТЕРМИНЫ

Нелинейные индикаторные рисунки — индикаторные рисунки, длина которых меньше или равна трехкратной ширине.

Линейные индикаторные рисунки — индикаторные рисунки, имеющие длину, более чем в три раза превышающую ширину.

ПАРАМЕТР КОНТРОЛЯ

На форму и размер индикаторных рисунков, создаваемых несплошностями сварного шва, влияют по отдельности или в комбинации несколько факторов.

В следующих пунктах указаны важные факторы, влияющие на форму и размер индикаторных рисунков.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Системы пенетрантов делятся на классы чувствительности в соответствии со стандартом pr EN ISO 3452-2, которые относятся к чувствительности выявления малых несплошностей. Как правило, должны применяться пенетранты высокой чувствительности для обнаружения малых несплошностей.

СОСТОЯНИЕ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Выявляемость минимальных размеров несплошностей непосредственно зависит от состояния наружной поверхности. Лучшие результаты обычно достигаются при контроле гладких

поверхностей. Шероховатость наружной поверхности или другие неоднородности (например, бороздки, сварочные брызги) могут создавать сильные фоновые индикации или артефакты, которые приводят к ограниченной вероятности обнаружения малых несплошностей.

СПОСОБ КОНТРОЛЯ

Материалы пенетрантов и способы капиллярного контроля должны выбираться в зависимости от состояния контролируемой поверхности. В некоторых случаях такой выбор имеет непосредственное влияние на вероятность обнаружения несплошности. Промежуточная очистка протиркой наружной поверхности не рекомендуется, например, при поиске малых несплошностей.

Соответствующие рекомендации даны в приложении А и в стандарте EN 571-1.

УРОВНИ ПРИЕМКИ

Общие

Ширина контролируемой поверхности определяется сварным швом и соседним основным материалом на расстоянии 10 мм с каждой стороны.

Индикаторные рисунки, созданные капиллярным контролем, имеют обычно ту же величину и особенности формы, которые имеют индикаторные рисунки, создаваемые несплошностями. Для оценки результатов контроля величина индикаторных рисунков сравнивается со значениями, указанными в табл. 1.

Уровни приемки для линейных индикаторных рисунков те же, что и наблюдаемые пороговые значения. Индикаторные рисунки с меньшими размерами не должны приниматься во внимание. Обычно допускаемые величины индикаторных рисунков не регистрируются.

Если контроль должен проводиться с увеличенной наблюдаемой длины, чем это рекомендуется табл. 1 для имеющегося состояния наружной поверхности, то разрешается производить локальное шлифование. Тем самым качество всей контролируемой поверхности или ее части улучшается.

Уровни приемки для сварных швов в металлических материалах даны в табл. 1.

Таблица 1

Уровни приемки для индикаторных рисунков

Тип индикаторного рисунка	Уровни приемки*		
	1	2	3
Линейный индикаторный рисунок	$l \leq 2^{**}$	$l \leq 4$	$l \leq 8$
Нелинейный индикаторный рисунок	$d \leq 4$	$d \leq 6$	$d \leq 8$

* Уровни приемки 2 и 3 можно снабжать значком «Х», если наблюдаемые линейные индикаторные рисунки должны оцениваться по уровню приемки 1. По сравнению с первоначальными уровнями приемки, однако, вероятность обнаружения будет меньше.

** Размеры даны в мм:

l — длина индикаторного рисунка;

d — наибольший осевой размер.

ОЦЕНКА ИНДИКАТОРНЫХ РИСУНКОВ

Первоначальная оценка индикаторных рисунков должна производиться по стандарту EN 571-1. Окончательная оценка размера индикаторных рисунков должна производиться после окончания установленной временной выдержки, проявления до момента полного и четкого появления индикаторных рисунков несплошностей.

ГРУППЫ ИНДИКАТОРНЫХ РИСУНКОВ

Соседние индикаторные рисунки должны считаться одним непрерывным индикаторным рисунком, если расстояние между ними меньше, чем главный размер минимального индикаторного рисунка.

Группы индикаторных рисунков должны оцениваться в соответствии с применяемым стандартом.

УДАЛЕНИЕ НЕСПЛОШНОСТЕЙ

Если технические условия на изделие позволяют, то локальным шлифованием несплошностей, которые создают недопустимые величины индикаторных рисунков, могут быть уменьшены или удалены. Такая поверхность должна быть снова проконтролирована той же системой контроля и тем же способом и оценена.

Приложение А
Справочное

Рекомендуемые параметры контроля

Рекомендуемые параметры для надежного обнаружения малых несплошностей даны в табл. А.1.

Таблица А.1

Рекомендуемые параметры

Уровни приемки	Наружная поверхность	Система пенетранта
1	Отличная наружная поверхность*	Система флуоресцирующего пенетранта, нормальная чувствительность или более высокая в соответствии со стандартом pr EN ISO 3452-2. Система цветного пенетранта, высокая чувствительность в соответствии со стандартом pr EN ISO 3452-2
2	Гладкая наружная поверхность**	Любая
3	Обычная наружная поверхность***	Любая

* Отличная наружная поверхность.

Сварной шов и основной материал с гладкой чистой наружной поверхностью и с пренебрежимыми прижогами, чешуйчатостью и сварочными брызгами. Состояние наружной поверхности — типичное для сварных швов, изготавливаемых автоматической сваркой вольфрамовыми электродами в атмосфере инертного газа, сваркой под флюсом (полностью механизированной) и ручной электродуговой сваркой порошковыми электродами.

** Гладкая наружная поверхность.

Сварной шов и основной материал с однородной гладкой поверхностью и незначительными прижогами, чешуйчатостью и сварочными брызгами. Состояние наружной поверхности типичное для сварных швов, изготовленных электродуговой сваркой в наклонном положении и сваркой металлическим электродом в среде активного газа, с применением аргона для наложения верхнего слоя.

*** Обычная наружная поверхность.

Сварной шов и основной материал в сваренном состоянии. Состояние наружной поверхности типичное для сварных швов, изготовленных электродуговой сваркой и сваркой металлическим электродом в любом положении.

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ.
МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ**

**EN
1290:1998**

Данный стандарт нормирует применение магнитопорошкового метода обнаружения несплошностей на наружной поверхности ферромагнитных сварных швов и на поверхности зоны термического влияния. Рекомендуемые методы приемлемы для большинства способов сварки и в большинстве видов соединений.

При контроле сварных швов по схемам, данным в табл. 1, 2 и 3, могут непосредственно применяться способы, описанные в данном стандарте.

**СОСТОЯНИЕ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ПОДГОТОВКА НАРУЖНОЙ
ПОВЕРХНОСТИ**

Поверхности, подлежащие контролю, должны быть свободны от окалины, масла, сварочных брызг, следов обработки, грязи, толстых слоев краски и других чужеродных материалов, которые могут влиять на чувствительность.

Материал, наружная поверхность и средство контроля не должны быть повреждены при очистке и подготовке наружной поверхности.

НАМАГНИЧИВАНИЕ

Направление намагничивания

Если нет иной договоренности, то должны применяться следующие виды приборов намагничивания переменным током:

- ручные магниты;
- генераторы тока с накладными электродами;
- прикладываемые кабели, электроды, пропускаемые через контролируемый объект или намагничивающие катушки.

При применении накладных электродов необходимо по возможности избегать образования перегревов, прижогов, электрической дуги. Если требуется, то нужно удалить места прижогов. Для обеспечения хорошего состояния наружной поверхности необходимо эту поверхность контролировать подходящими для этого способами.

Проверка величины поля намагничивания

Для большинства свариваемых электромагнитных материалов рекомендуется диапазон величин тангенциальных напряженностей магнитного поля от 2 до 6 кА/м.

Намагничивание должно проверяться одним из следующих методов:

контрольным образцом с небольшими естественными или искусственными несплошностями в наиболее неблагоприятной области для их обнаружения;

измерением тангенциальной напряженности магнитного поля по возможности близко к поверхности с помощью эффекта Холла. Измерение напряженности магнитного поля на перепадах поперечного сечения или в местах выхода магнитного потока из наружной поверхности может исказить результаты измерений;

расчетом тангенциальной напряженности магнитного поля. Расчеты обосновывают величину силы тока (табл. 2 и 3);

другими подходящими для этого методами.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА

Направления поля и контролируемый участок

Выявляемость несплошности зависит от угла между ее основным направлением и направлением магнитного поля. Это поясняется для одного направления намагничивания на рис. 1.

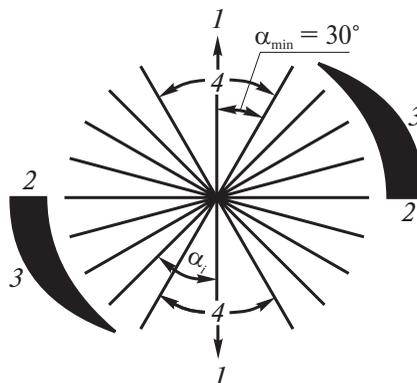


Рис. 1. Направления обнаруживаемых несплошностей:

I — направление магнитного поля; 2 — оптимальная чувствительность обнаружения;

3 — уменьшающаяся чувствительность обнаружения; 4 — недостаточная чувствительность обнаружения; α_i — угол между направлением магнитного поля и направлением несплошности;

α_{\min} — минимальный угол, необходимый для обнаружения несплошности; α_i — пример направления несплошности

Для надежного обнаружения несплошностей во всех направлениях контролируемые сварные швы необходимо намагничивать в двух примерно взаимно перпендикулярных направлениях. Отклонение от перпендикулярности не должно превышать 30° . Такое намагничивание можно производить одним или несколькими способами намагничивания.

Контроль только с одним направлением намагничивания должен быть согласован между договорными сторонами. Если при контроле применяется ярмо или контактные электроды, то из-за большой величины намагничивания на полюсах или контактных электродах появляется неконтролируемая область, которая, как правило, характеризуется скоплением большого числа частиц. Необходимо обеспечить достаточное перекрытие контролируемых участков (рис. 2 и 3).

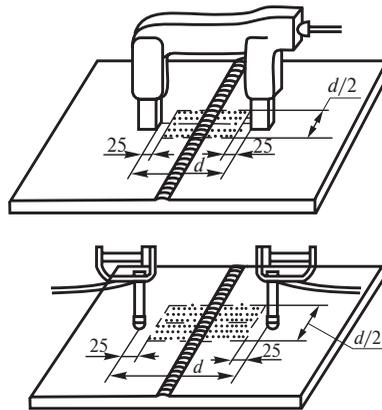


Рис. 2. Пример контролируемого участка при намагничивании ручным магнитом и протеканием тока

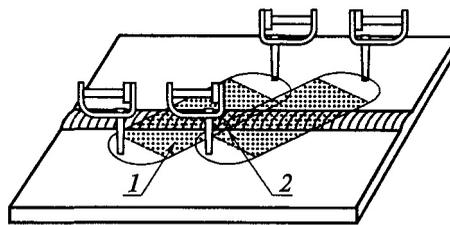


Рис. 3. Перекрытие контролируемых участков:
1 — участок контроля; 2 — перекрытие

Типичные способы магнитопорошкового контроля

Применение способов магнитопорошкового контроля на наиболее часто встречающихся сварных соединениях показано в табл. 1, 2 и 3. Данные цифровые величины следует понимать как иллюстративные. Если возможно, то такие направления намагничивания и наложения полей должны применяться и для остальных сварных швов.

Размер d — путь тока или магнитного потока в материале. Он может быть больше или равен ширине контролируемой области или ширине сварного шва плюс зона термического влияния и плюс 50 мм. Контролируемый участок должен охватывать сварной шов и зону термического влияния. Угол между направлением намагничивания и сварным швом должен быть задан приближенно.

СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ

Проверка пригодности средств контроля

Пригодность средств контроля должна проверяться через определенные промежутки времени. Проверка должна проводиться на контролируемых объектах с известными естественными или искусственными несплошностями на наружной поверхности или на предварительно намагниченных эталонах.

Индикаторные рисунки должны сравниваться с индикаторными рисунками, полученными с использованием средств контроля, которые обладают известной достаточной чувствительностью обнаружения дефекта.

Индикаторные рисунки для сравнения должны быть:

- реальными индикаторными рисунками;
- фотографиями;
- отпечатками.

Таблица 1

Типичные способы намагничивания ручным магнитом

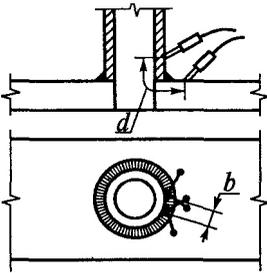
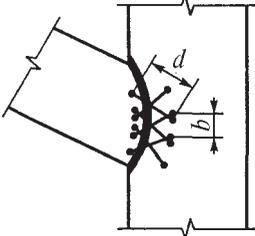
	$d \geq 75^*$ $b < 0,5d$ $\beta \approx 90^\circ$
<p>Для продольных трещин</p> <p>Для поперечных трещин</p>	$d_1 \geq 75$ $b_1 \leq 0,5d_1$ $b_2 \leq d_2 - 50$ $d_2 \geq 75$
<p>Для продольных трещин</p> <p>Для поперечных трещин</p>	$d_1 \geq 75$ $d_2 \geq 75$ $b_1 \leq 0,5d_1$ $b_2 \leq d_2 - 50$
<p>Для поперечных трещин</p> <p>Для продольных трещин</p>	$d_1 \geq 75$ $d_2 \geq 75$ $b_1 \leq 0,5d_1$ $b_2 \leq d_2 - 50$

* Размеры даны в мм.

Таблица 2

Типичные способы намагничивания протеканием тока

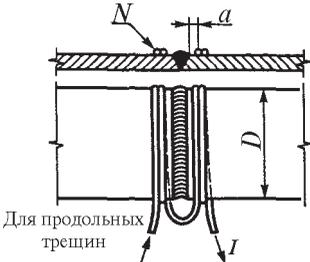
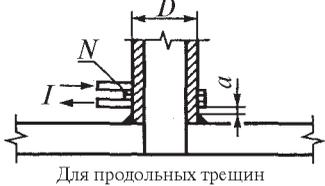
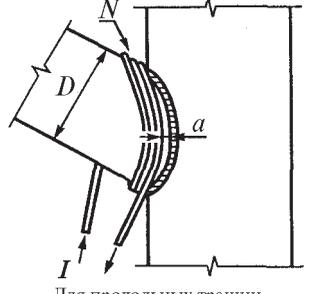
	$d \geq 75$ $b \leq 0,5d$ $\beta \approx 90^\circ$
	$d \geq 75$ $b \leq 0,5d$

	$d \geq 75$ $b \leq 0,5d$
	$d \geq 75$ $b \leq 0,5d$

$I \geq 5$ А на 1 мм расстояния между контактами.

Таблица 3

Типичные способы намагничивания кабелями или катушками

 <p>Для продольных трещин</p>	$20 \leq a \leq 50$ $NI \geq 8D$
 <p>Для продольных трещин</p>	$20 \leq a \leq 50$ $NI \geq 8D$
 <p>Для продольных трещин</p>	$20 \leq a \leq 50$ $NI \geq 8D$

- N — число витков;
- I — сила тока (эффективное значение);
- a — расстояние между сварным швом и кабелем или катушкой.

Нанесение средства контроля

После подготовки контролируемого объекта для контроля средство контроля наносится обрызгиванием или напылением непосредственно перед и во время намагничивания. Промежуток времени после намагничивания должен быть достаточным для формирования индикаторных рисунков. При контроле мокрыми средствами намагничивание должно продолжаться

до тех пор, пока основная часть средства контроля не будет удалена, но при этом не должны смываться индикаторные рисунки.

В зависимости от свойств материала, то есть от состояния наружной поверхности и магнитных свойств, индикаторные рисунки, как правило, сохраняются из-за наличия остаточной намагниченности после отключения намагничивания. Но поскольку величину остаточного магнитного поля предсказать нельзя, то остается только предполагать, что после отключения намагничивания индикаторные рисунки сохранятся.

ОБЩИЙ КОНТРОЛЬ

Если имеется предварительная договоренность, то полная проверка чувствительности метода производится на месте. Проверка должна обеспечить правильную установку всех параметров контроля, включая прибор, величину и направление намагничивания, состояние контролируемой поверхности, средство контроля и условия рассмотрения индикаторных рисунков. Самая надежная проверка выполняется на контрольных образцах, которые обычно содержат естественные несплошности известных видов, расположения, величины и распределения размеров. В их отсутствие можно применять эталонные объекты с искусственными несплошностями или эталоны типа «крест» или «пленка». Контролируемые объекты должны быть размагничены и свободны от индикаторных рисунков, оставшихся от предыдущего контроля.

АРТЕФАКТЫ (ЛОЖНЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ РИСУНКИ)

Ложные индикаторные рисунки, перекрывающие важные индикаторные рисунки, могут возникать по разным причинам, например на прижогах и перепадах магнитной проницаемости в зоне термического влияния. Если опасаются такого перекрытия, то контролируемую поверхность нужно дополнительно обработать или применить другие методы контроля.

РАЗМАГНИЧИВАНИЕ

После контроля сварного шва намагничиванием переменным током остаточное намагничивание обычно невелико, поэтому, как правило, размагничивание не требуется.

Если размагничивание требуется, то должно быть соглашение о способе и величине напряженности размагничивающего магнитного поля*.

ВЛИЯНИЕ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КОНТРОЛЯ

Состояние наружной поверхности и подготовка наружной поверхности

Максимально достижимая чувствительность магнитопорошкового контроля зависит от многих параметров, но особенно сильно на нее влияют шероховатость наружной поверхности контролируемого объекта и другие несплошности. В отдельных случаях полезно:

шлифовать сварной шов до исчезновения неровностей;

устранить или уменьшить возвышение сварного шва над основным материалом.

Наружную поверхность с тонким ферромагнитным покрытием, например лаком, можно контролировать, если этот слой непрерывный и его толщина не превосходит 50 мкм. При большей толщине чувствительность контроля уменьшается в несколько раз. Может оказаться необходимым в зависимости от требуемой чувствительности контроля проверять чувствительность до выполнения контроля.

* Для обработки в целях снятия напряжений рекомендуется типовая остаточная напряженность магнитного поля $P = H \leq 0,4$ кА/м.

Свойства устройств намагничивания

Намагничивание переменным током позволяет получать наибольшую чувствительность обнаружения несплошностей на наружной поверхности. Ручные магниты создают достаточное намагничивание в простых стыковых сварных швах. Если магнитный поток уменьшен из-за воздушного зазора или большого пути, как, например, в угловом шве, то чувствительность может уменьшиться.

Намагничивание ручным магнитом может оказаться непригодным, например, при угловых швах с углом меньше 90° между свариваемыми частями. Лучшие результаты в этих случаях дает обычно намагничивание протеканием тока или намоткой кабеля.

Напряженность магнитного поля и магнитная проницаемость

Напряженность магнитного поля, требуемая для создания индикаторного рисунка, существенно зависит от магнитной проницаемости материала. Обычно магнитная проницаемость в магнитомягких сталях (низколегированных сталях) высока, а в магнитотвердых сталях (например, мартенситных сталях) мала. Поскольку магнитная проницаемость зависит от намагничивания, то материалы с малой магнитной проницаемостью требуют большего намагничивания для создания одинаковой магнитной индукции, чем магнитомягкие стали. Поэтому необходимо убедиться, что магнитная индукция достаточна для контроля.

Средство контроля

Для обнаружения несплошностей на наружной поверхности чувствительность контроля мокрым средством обычно выше, чем чувствительность контроля сухим средством.

Как правило, чувствительность контроля флуоресцирующим средством выше, чем цветным средством, так как контраст между темным фоном и флуоресцирующим индикаторным рисунком выше. При использовании флуоресцирующего средства контроля уменьшается чувствительность контроля наружных поверхностей с увеличенной шероховатостью, так как магнитные частицы прилипают и увеличивают фоновую флуоресценцию. Если нельзя достаточно уменьшить освещенность или если мешает фоновая флуоресценция, то лучшие результаты контроля получают цветными средствами контроля из-за сглаживающего действия цветной составляющей.

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ.
МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ.
УРОВНИ ПРИЕМКИ**

**EN
1291:1998**

Данный стандарт устанавливает уровни приемки для индикаций несплошностей ферромагнитных сварных соединений, которые обнаруживаются магнитопорошковым контролем.

Уровни приемки предусмотрены главным образом для применения при контроле готового изделия, но могут применяться и для контроля процесса производства.

Уровни приемки основываются на результатах, которые можно ожидать, если применяются способы в соответствии со стандартом pr EN 1290 и параметры контроля, рекомендуемые в приложении А. Уровни приемки, указанные в данном стандарте, могут быть связанными со стандартами на сварку, на применение, с техническими условиями или с кодексами.

ТЕРМИНЫ

Индикация удлиненная — индикация, длина которой больше, чем ее трехкратная ширина.

Индикация округлая — индикация, длина которой меньше или равна ее трехкратной ширине.

КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Многие параметры влияют по отдельности или в комбинации на пригодность определенного способа обнаружения несплошности заданного размера и ориентации в зависимости от состояния наружной поверхности.

Выявление малых несплошностей сильно зависит от состояния наружной поверхности сварного шва и от применяемого средства контроля. В приложении А даны примеры учета этих параметров в целях достижения более высокой вероятности выявления несплошности.

УРОВНИ ПРИЕМКИ

Общие положения

Ширина контролируемого участка должна складываться из ширины сварного шва и соседнего основного материала шириной по 10 мм с каждой стороны шва.

Уровни приемки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Уровни приемки для индикаций

Тип индикаций	Уровни приемки*		
	1	2	3
Удлиненная	$l \leq 1,5^{**}$	$l \leq 3$	$l \leq 6$
Округлая	$d \leq 2$	$d \leq 3$	$d \leq 4$

* Уровни приемки 2 и 3 можно помечать значком «X», если обнаруженные удлиненные индикации оцениваются по уровню приемки. Однако вероятность их обнаружения становится низкой.

** Размеры даны в мм:

l — длина индикации;

d — наибольший размер.

Уровни приемки для удлиненных индикаций соответствуют порогу их выявляемости. Мелкие индикации можно не учитывать. Обычно допустимые индикации не регистрируются.

Если контроль проводится при более жестких требованиях к выявлению дефектов, чем это можно ожидать при данном состоянии контролируемой поверхности, то допустимо производить местное шлифование. При этом выявляемость дефектов на всей контролируемой поверхности или ее части улучшается.

ГРУППЫ ИНДИКАЦИЙ

Соседние индикации должны рассматриваться как единственная непрерывная индикация, если расстояние между ними меньше наибольшего размера наименьшей индикации.

Уровни приемки групповых индикаций должны оцениваться по данному стандарту.

УДАЛЕНИЕ НЕСПЛОШНОСТЕЙ

Если техническими условиями на изделие разрешается, то несплошности, вызывающие допустимые индикации, могут быть уменьшены или удалены местным шлифованием. Такие поверхности должны заново проходить контроль с уровнем приемки, как и всей контролируемой поверхности.

Приложение А
Справочное

Рекомендуемые средства контроля

Рекомендуемые средства контроля для обнаружения малых несплошностей приведены в табл. А.1.

Таблица А.1

Рекомендуемые средства контроля

Уровни приемки	Наружная поверхность	Средства контроля
1	Гладкая и чистая*	Флуоресцирующие или цветные с контрастированием
2	Гладкая**	Флуоресцирующие или цветные с контрастированием
3	Обычная***	Цветные с контрастированием или флуоресцирующие

* Гладкая и чистая.

Сварной шов и основной материал с гладкой чистой наружной поверхностью и с пренебрежимо малыми следами прижогов, чешуйчатостью и сварочными брызгами. Состояние наружной поверхности — типичное для сварных швов, изготовленных автоматической сваркой вольфрамовыми электродами в атмосфере инертного газа, сваркой под флюсом (полностью автоматизированной) и электродуговой сваркой электродом с железным порошком в покрытии.

** Гладкая.

Сварной шов и основной материал с достаточно гладкой наружной поверхностью и с малыми следами прижогов, чешуйчатостью и сварочными брызгами. Состояние наружной поверхности типичное для сварных швов, изготовленных электродуговой сваркой в наклонном положении и сваркой металлическим электродом в среде активного газа при применении аргона для наложения верхнего слоя.

*** Обычная.

Сварной шов и основной материал в сваренном состоянии. Состояние наружной поверхности типичное для сварных швов, изготовленных электродуговой ручной сваркой и сваркой в любом положении.

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ.
РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРКОЙ
ПЛАВЛЕНИЕМ**

**EN
1435:1997**

В стандарте содержатся основополагающие правила радиографического контроля в целях получения удовлетворительных и повторяемых результатов экономичным способом. Стандарт основывается на общеизвестных процедурах и на основополагающей теории. Данный стандарт применим для радиографического контроля соединений, выполненных сваркой плавлением металлических материалов. Он пригоден для сварных соединений пластин и труб. Помимо обычного значения в данном стандарте под термином «труба» понимаются также другие цилиндрические объекты, такие, как трубопроводы под давлением. Этот стандарт согласуется со стандартом EN 444.

Для применения данного стандарта используются следующие термины и определения.

Номинальная толщина стенки t — номинальная толщина стенки только основного материала. Допуски изготовителя не учитываются.

Просвечиваемая толщина W — толщина материала в направлении излучения; рассчитывается по номинальной толщине. При просвечивании через несколько стенок толщина рассчитывается по номинальной толщине.

Расстояние «контролируемый объект — пленка» b — расстояние между стороной контролируемого объекта, обращенной к источнику излучения, и пленкой в направлении центральной оси пучка излучения.

Размер источника излучения d — размер радиоизотопа или фокусного пятна рентгеновской трубки.

Расстояние «источник излучения — пленка» FFA — расстояние между источником излучения и пленкой в направлении излучения.

Расстояние «источник излучения — контролируемый объект» f — расстояние между источником излучения и стороной контролируемого объекта, обращенной к источнику излучения, в направлении центральной оси пучка излучения.

Диаметр D_e — номинальный наружный диаметр трубы.

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ РАДИОГРАФИИ

Радиографические способы делятся на два класса:

класс А: основной способ;

класс В: улучшенный способ контроля.

Способы класса В применяются, если способ класса А оказался нечувствительным.

Улучшенные способы по сравнению с классом В можно применять по согласованию при соблюдении всех необходимых параметров контроля.

ТИП И РАСПОЛОЖЕНИЕ ИНДИКАТОРА КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Качество изображения должно проверяться с помощью индикатора качества изображения (ИКИ) в соответствии с EN 462-1 или EN 462-2.

Применяемый ИКИ располагается преимущественно на стороне контролируемого объекта, обращенной к источнику излучения, в середине контролируемой области и на основном материале рядом со сварным швом. ИКИ должен тесно прилегать к поверхности контролируемого объекта. Он должен быть расположен в области, имеющей одинаковую толщину, что характеризуется равномерной оптической плотностью пленки. Следует рассматривать два случая в зависимости от применяемого ИКИ:

а) если применяется проволочный индикатор качества изображения, то проволочки должны располагаться перпендикулярно сварному шву и должно быть обеспечено, чтобы не менее 10 мм длины проволочки находилось в области равномерной плотности почернения, которая обычно лежит на основном материале рядом со сварным швом. На радиограммах ИКИ может располагаться проволочками поперек оси трубы; проволочки не должны накладываться на изображение сварного шва;

б) если применяется ИКИ типа «ступенчатый с отверстиями», то он располагается так, чтобы отверстие требуемого номера находилось вплотную к сварному шву.

КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

Персонал, выполняющий неразрушающий контроль по данному стандарту, должен быть сертифицирован в соответствии со стандартом EN 473 или подобным ему на соответствующий уровень в необходимом промышленном секторе.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ РАДИОГРАММ

Схемы получения радиограмм

Общие положения

Способ эллипса (просвечивание через две стенки/двойное изображение) в соответствии с рис. 11 не должен применяться для наружного диаметра $D_e > 100$ мм, толщины стенки $t > 8$ мм и ширины сварного шва более $D_e/4$. Двух смещенных на 90° изображений достаточно для $t/D_e < 0,12$. Расстояние между двумя изображениями сварного шва должно быть равно примерно ширине сварного шва.

Если при $D_e < 100$ мм нецелесообразно применять способ эллипса, то можно пользоваться способом перпендикулярной съемки (см. рис. 12). В этом случае потребуются три снимка, смещенных на 120° или 60° .

При схемах контроля по рис. 11, 13 и 14 угол наклона излучения должен быть по возможности малым и направление излучения должно быть таким, чтобы не было наложения двух изображений сварного шва. Расстояние «источник излучения — контролируемый объект» f должно быть по возможности малым, ИКИ должен располагаться вблизи пленки вместе со свинцовой буквой «F».

По согласованию можно использовать другие способы радиографии, например, из-за особой геометрии детали или разности в толщине материала. Нельзя применять способ нескольких снимков для того, чтобы уменьшить длительность экспозиции при одинаковой форме контролируемых участков.

Примечание. В приложении А приведены рекомендуемые оценки радиограмм для контроля всего объема кольцевого сварного шва.

Источник излучения перед контролируемым объектом, а пленка на противоположной стороне внутри (рис. 1–4)

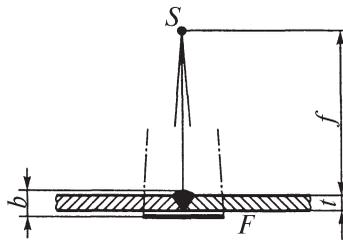


Рис. 1. Схема получения снимка для плоского сварного шва и при просвечивании через одну стенку:
S — источник излучения; *F* — пленка

Источник излучения снаружи и пленка внутри контролируемого объекта (рис. 2–4)

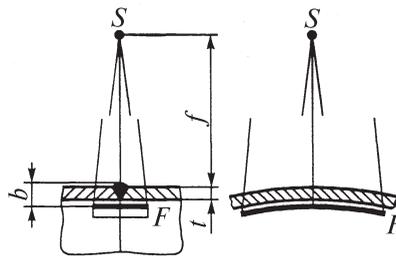


Рис. 2. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании
 через одну стенку

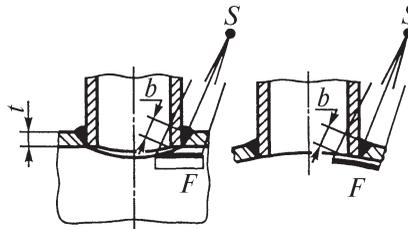


Рис. 3. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну
 стенку (сварной шов вставной детали)

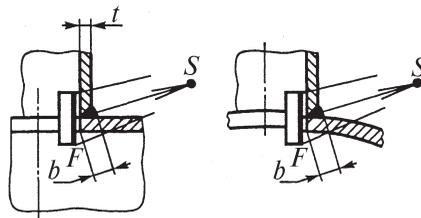


Рис. 4. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну
 стенку (сварной шов наложенной детали)

Источник излучения внутри и по центру, а пленка вне контролируемого объекта (рис. 5–7)

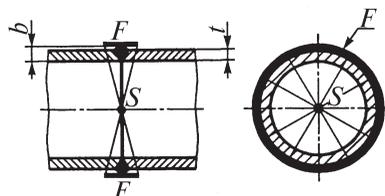


Рис. 5. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании
 через одну стенку

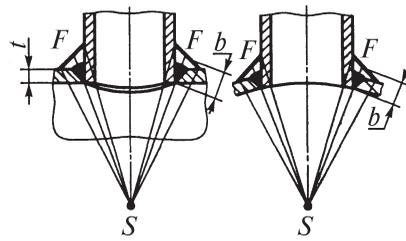


Рис. 6. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов вставной детали)

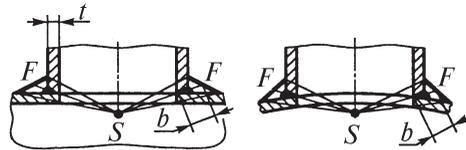


Рис. 7. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов наложенной детали)

Источник излучения внутри и вне центра, а пленка снаружи контролируемого объекта (рис. 8–10)

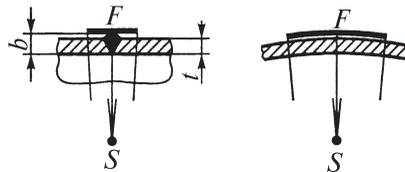


Рис. 8. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку

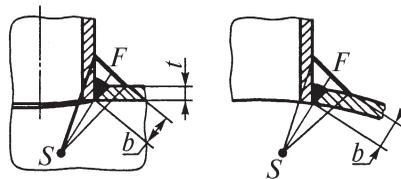


Рис. 9. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов вставной детали)

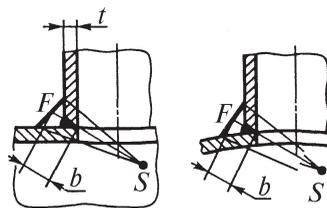


Рис. 10. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта при просвечивании через одну стенку (сварной шов наложенной детали)

Способ эллипса (рис. 11)

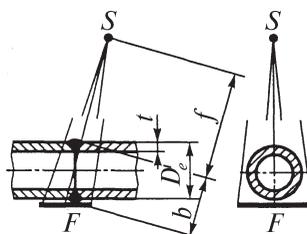


Рис. 11. Схема получения снимка изогнутого контролируемого объекта для контроля двух стенок при просвечивании через две стенки (двойное изображение, источник излучения и пленка — вне контролируемого объекта)

Способ перпендикулярной съемки (рис. 12)

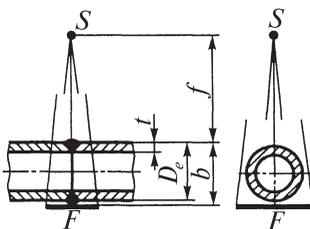


Рис. 12. Схема получения снимка изогнутых контролируемых объектов при просвечивании через две стенки (двойное изображение) для контроля двух стенок (источник излучения и пленка вне контролируемого объекта)

Источник излучения вне контролируемого объекта, а пленка — на другой стороне (рис. 13–17)

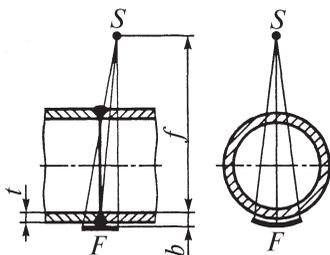


Рис. 13. Схема получения снимка изогнутых контролируемых объектов при просвечивании через две стенки (одно изображение) для контроля стенки, ближайшей к пленке. ИКИ должен располагаться вблизи пленки

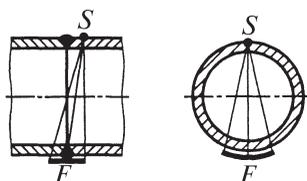


Рис. 14. Схема получения снимка при просвечивании через две стенки (одно изображение)

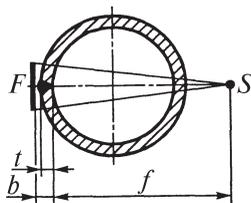


Рис. 15. Схема получения снимка прямолинейного сварного шва при просвечивании через две стенки (одно изображение)

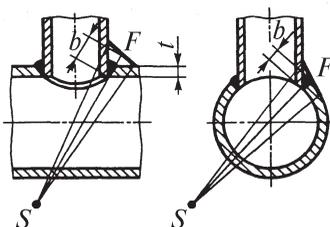


Рис. 16. Схема получения снимка изогнутых контролируемых объектов при просвечивании через две стенки (одно изображение) для оценки стенки, ближайшей к пленке

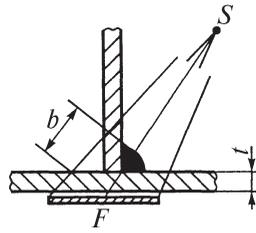


Рис. 17. Схема получения снимка при просвечивании угловых швов
Способ для материалов различной толщины (рис. 18)

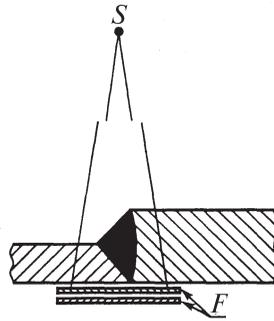


Рис. 18. Способ нескольких пленок

Пленочная система и усиливающие экраны

Для радиографического контроля необходимо применять классы пленочных систем по EN 584-1.

Рекомендуемое количество снимков для обеспечения достаточного контроля кольцевого стыкового сварного шва

Минимальное количество снимков по рис. А.1–А.4 относится к трубам с наружным диаметром более 100 мм.

Если отклонение толщины стенки $\Delta t/t$ сварного шва, который должен быть проконтролирован одним снимком, не превышает 20 %, то применяются схемы рис. А.3 и А.4. Данный способ рекомендуется, только если вероятность наличия поперечной трещины мала или сварной шов проверяется на наличие таких дефектов другими способами неразрушающего контроля.

Если $\Delta t/t$ меньше или равно 10 %, то применяются схемы рис. А.1 и А.2. В этом случае имеется вероятность выявления и поперечных трещин.

Если контролируемый объект проверяется на наличие отдельных поперечных трещин, то требуемое минимальное количество радиограмм по сравнению со значениями, указанными на рис. А.1–А.4, увеличивается.

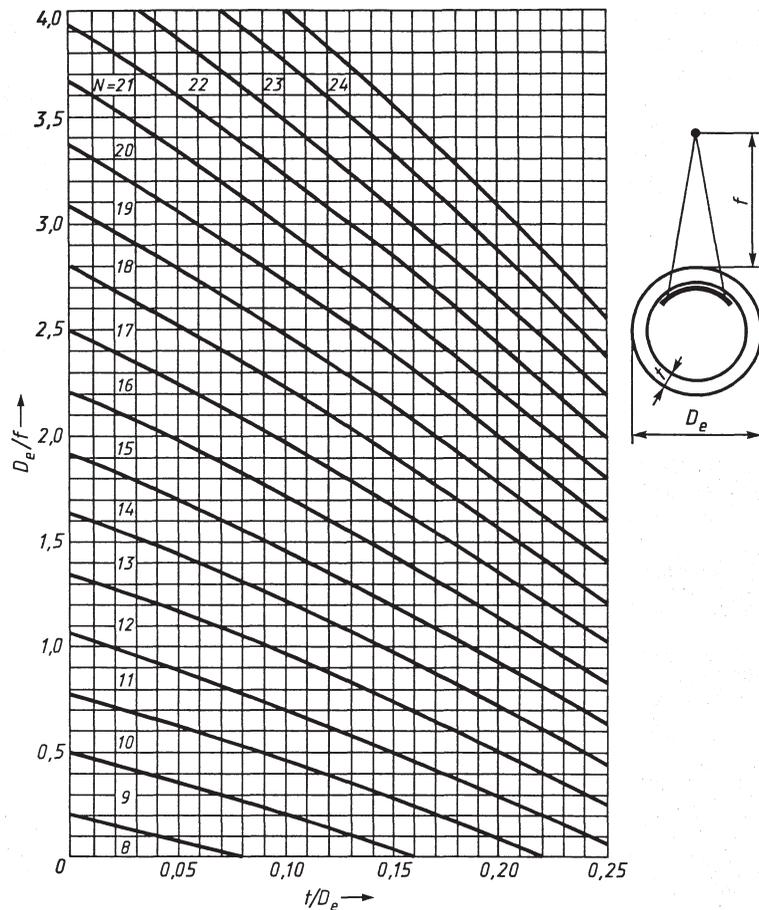


Рис. А.1. Минимальное количество снимков № при просвечивании через одну стенку снаружи внутрь и с максимально допустимым увеличением просвечиваемой толщины на основе косо направленного излучения в проверяемой области $\Delta t/t = 10\%$ в зависимости от отношения для трубы t/D_e и от отношения наружного диаметра трубы D_e к расстоянию f

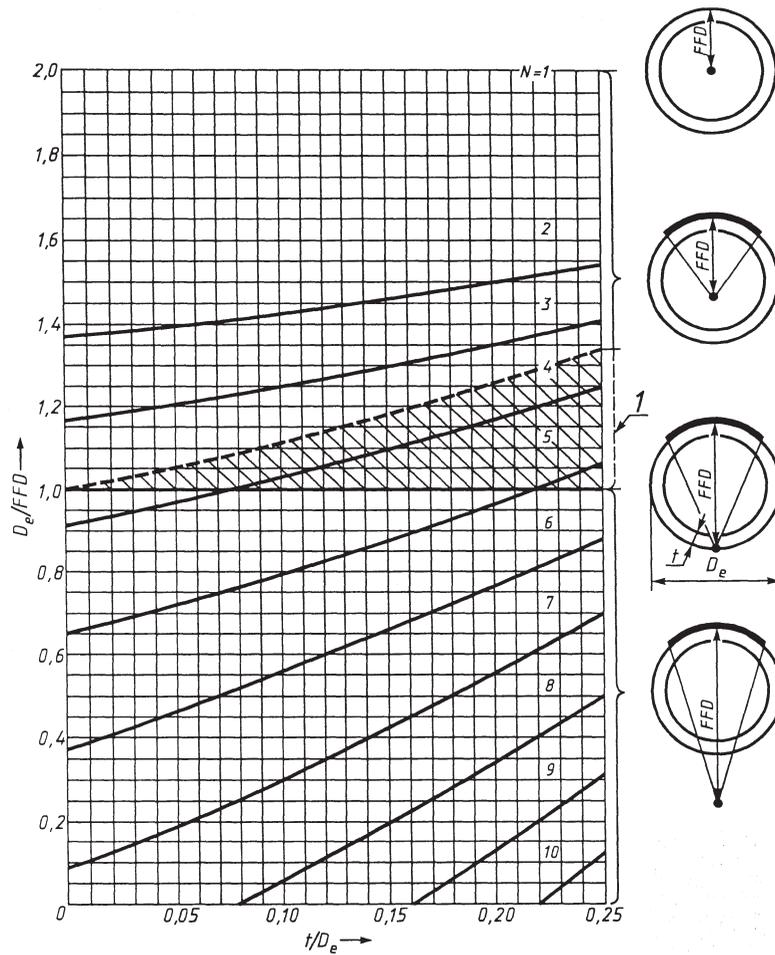


Рис. А.2. Минимальное количество снимков № при эксцентрическом просвечивании изнутри наружу, а также просвечивании через две стенки и с максимально допустимым увеличением просвечиваемой толщины на основе косо направления излучения в проверяемой области $\Delta t/t = 10\%$ в зависимости от отношения для трубы t/D_e и от отношения наружного диаметра трубы D_e к расстоянию «пленка–фокус» FFA: 1 — стенка трубы

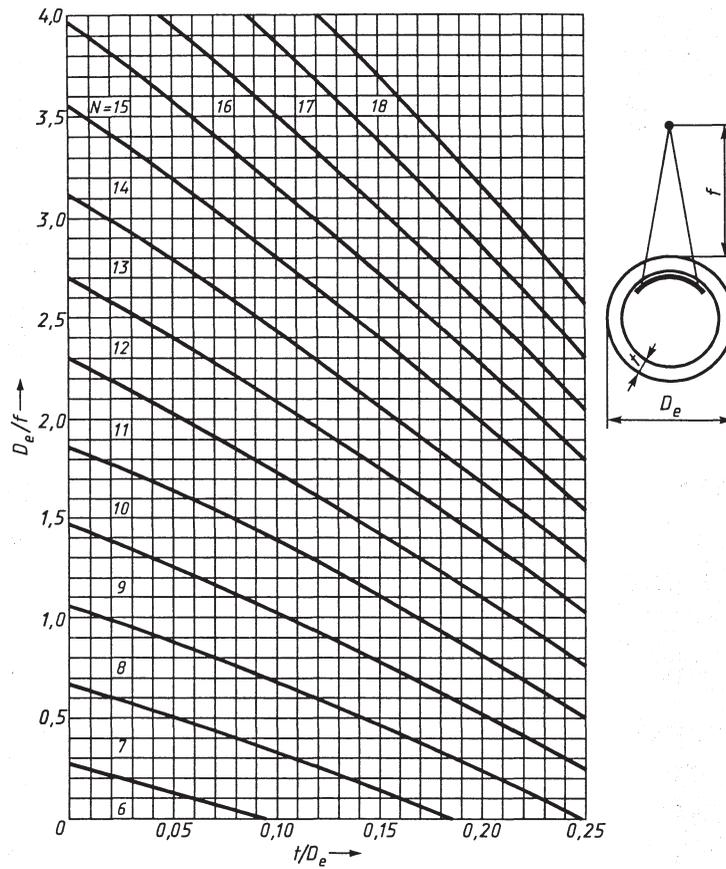


Рис. А.3. Минимальное количество снимков N_0 при просвечивании через одну стенку снаружи внутрь и с максимально допустимым увеличением просвечиваемой толщины на основе косо­го направления излучения в проверяемой области $\Delta t/t = 20\%$ в зависимости от отношения для трубы t/D_e и от отношения наружного диаметра трубы D_e к расстоянию f

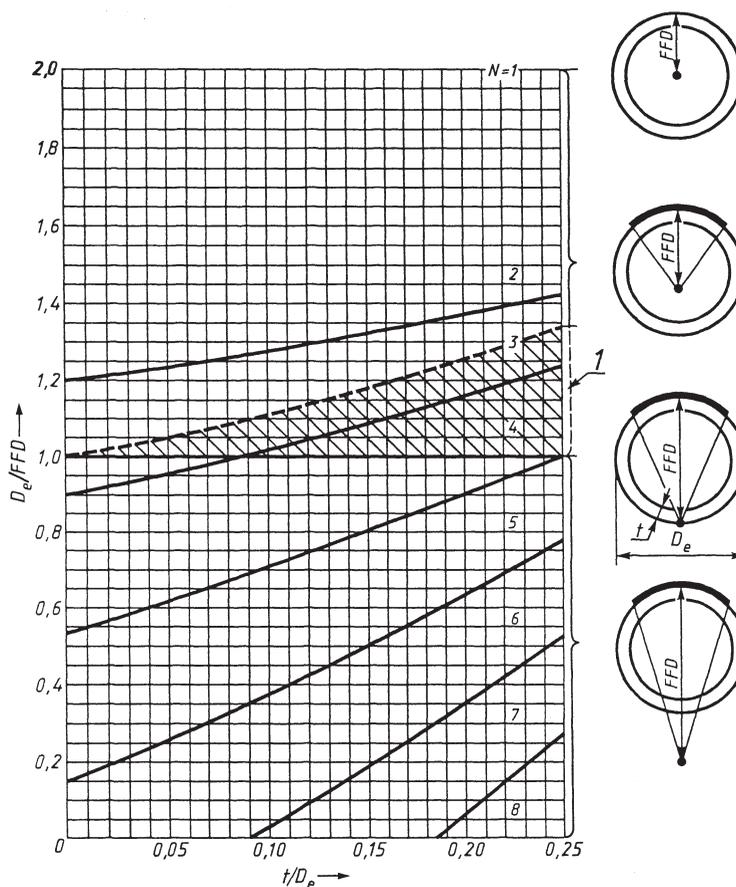


Рис. А.4. Минимальное количество снимков № при эксцентрическом просвечивании изнутри наружу, а также просвечивании через две стенки с максимально допустимым увеличением просвечиваемой толщины на основе косо направленного излучения в проверяемой области $\Delta t/t = 20\%$ в зависимости от отношения для трубы t/D_e и от отношения наружного диаметра трубы D_e к расстоянию «пленка–фокус» FFD: 1 — стенка трубы

Минимальная оценка качества изображения

Просвечивание через одну стенку; индикатор качества изображения расположен со стороны источника излучения.

Таблица В1

Проволочный индикатор качества изображения

Класс качества изображения А	
Номинальная толщина t , мм	BZ* (оценка)
До 1,2	W 18
Свыше 1,2 и до 2,0	W 17
Свыше 2,0 и до 3,5	W 16
Свыше 3,5 и до 5	W 15
Свыше 5 и до 7	W 14
Свыше 7 и до 10	W 13
Свыше 10 и до 15	W 12
Свыше 15 и до 25	W 11
Свыше 25 и до 32	W 10
Свыше 32 и до 40	W 9
Свыше 40 и до 55	W 8
Свыше 55 и до 85	W 7
Свыше 85 и до 150	W 6
Свыше 150 и до 250	W 5
Свыше 250	W 4

* Если в качестве источника излучения применяется Ir^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения:
от 10 мм до 24 мм: до 2 BZ;
от 24 мм до 30 мм: около 1 BZ.

Таблица В2

Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения А	
Номинальная толщина t , мм	BZ* (оценка)
До 2,0	H 3
Свыше 2,0 и до 3,5	H 4
Свыше 3,5 и до 6	H 5
Свыше 6 и до 10	H 6
Свыше 10 и до 15	H 7
Свыше 15 и до 24	H 8
Свыше 24 и до 30	H 9
Свыше 30 и до 40	H 10
Свыше 40 и до 60	H 11
Свыше 60 и до 100	H 12
Свыше 100 и до 150	H 13
Свыше 150 и до 200	H 14
Свыше 200 и до 250	H 15
Свыше 250 и до 320	H 16
Свыше 320 и до 400	H 17
Свыше 400	

* Если в качестве источника излучения применяется Ir^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения:
от 10 мм до 24 мм: до 2 BZ;
от 24 мм до 30 мм: около 1 BZ.

Просвечивание через одну стенку; индикатор качества изображения расположен со стороны источника излучения.

Таблица В3

Проволочный индикатор качества изображения	
Класс качества изображения А	
Номинальная толщина t , мм	BZ* (оценка)
До 1,5	W 19
Свыше 1,5 и до 2,5	W 18
Свыше 2,5 и до 4	W 17
Свыше 4 и до 6	W 16
Свыше 6 и до 8	W 15
Свыше 8 и до 12	W 14
Свыше 12 и до 20	W 13
Свыше 20 и до 30	W 12
Свыше 30 и до 35	W 11
Свыше 35 и до 45	W 10
Свыше 45 и до 65	W 9
Свыше 65 и до 120	W 8
Свыше 120 и до 200	W 7
Свыше 200 и до 350	W 6
Свыше 350	W 5

* Если в качестве источника излучения применяется Ig^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения: от 12 мм до 40 мм: около 1 BZ.

Таблица В4

Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения А	
Номинальная толщина t , мм	BZ* (оценка)
До 2,5	H 2
Свыше 2,5 и до 4	H 3
Свыше 4 и до 8	H 4
Свыше 8 и до 12	H 5
Свыше 12 и до 20	H 6
Свыше 20 и до 30	H 7
Свыше 30 и до 40	H 8
Свыше 40 и до 60	H 9
Свыше 60 и до 80	H 10
Свыше 80 и до 100	H 11
Свыше 100 и до 150	H 12
Свыше 150 и до 200	H 13
Свыше 200 и до 250	H 14

* Если в качестве источника излучения применяется Ig^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения: от 12 мм до 40 мм: около 1 BZ.

Просвечивание через две стенки; индикатор качества изображения расположен со стороны источника излучения.

Таблица В5

Проволочный индикатор качества изображения

Класс качества изображения А	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ
До 1,2	W18
Свыше 1,2 и до 2,0	W17
Свыше 2,0 и до 3,5	W16
Свыше 3,5 и до 5	W15
Свыше 5 и до 7	W14
Свыше 7 и до 12	W13
Свыше 12 и до 18	W12
Свыше 18 и до 30	W11
Свыше 30 и до 40	W10
Свыше 40 и до 50	W9
Свыше 50 и до 60	W8
Свыше 60 и до 85	W7
Свыше 85 и до 120	W6
Свыше 120 и до 220	W5
Свыше 220 и до 380	W4
Свыше 380	W3

Таблица В6

Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения А	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ*
До 1	H3
Свыше 1 и до 2	H4
Свыше 2 и до 3,5	H5
Свыше 3,5 и до 5,5	H6
Свыше 5,5 и до 10	H7
Свыше 10 и до 19	H8
Свыше 19 и до 35	H9

* Если в качестве источника излучения применяется Ig^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения:
от 3,5 мм: до 2 BZ;
свыше 3,5 мм до 10 мм: около 1 BZ.

Просвечивание через две стенки; двойное изображение; индикатор качества изображения расположен со стороны источника излучения.

Таблица В7

Проволочный индикатор качества изображения

Класс качества изображения В	
1	2
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ
До 1,5	W19
Свыше 1,5 и до 2,5	W18
Свыше 2,5 и до 4	W17
Свыше 4 и до 6	W16
Свыше 6 и до 8	W15
Свыше 8 и до 15	W14
Свыше 15 и до 25	W13
Свыше 25 и до 38	W12
Свыше 38 и до 45	W11

1	2
Свыше 45 и до 55	W10
Свыше 55 и до 70	W9
Свыше 70 и до 100	W8
Свыше 100 и до 170	W7
Свыше 170 и до 250	W6
Свыше 250	W5

Таблица В8

Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения В	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ*
До 1	H 2
Свыше 1 и до 2,5	H 3
Свыше 2,5 и до 4	H 4
Свыше 4 и до 6	H 5
Свыше 6 и до 11	H 6
Свыше 11 и до 20	H 7
Свыше 20 и до 35	H 8

* Если в качестве источника излучения применяется Iг 192, то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения:

от 4 мм до 11 мм: около 1 BZ.

Просвечивание через две стенки; простое или двойное изображение; индикатор качества изображения расположен со стороны пленки.

Таблица В9

Проволочный индикатор качества изображения

Класс качества изображения А	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ
До 1,2	W18
Свыше 1,2 и до 2	W17
Свыше 2 и до 3,5	W16
Свыше 3,5 и до 5	W15
Свыше 5 и до 10	W14
Свыше 10 и до 15	W13
Свыше 15 и до 22	W12
Свыше 22 и до 38	W11
Свыше 38 и до 48	W10
Свыше 48 и до 60	W9
Свыше 60 и до 85	W8
Свыше 85 и до 125	W7
Свыше 125 и до 225	W6
Свыше 225 и до 375	W5
Свыше 375	W4

Таблица В10

Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения А	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ*
До 2	H 3
Свыше 2 и до 5	H 4
Свыше 5 и до 9	H 5
Свыше 9 и до 14	H 6
Свыше 14 и до 22	H 7
Свыше 22 и до 36	H 8
Свыше 36 и до 50	H 9
Свыше 50 и до 80	H 10

* Если в качестве источника излучения применяется Ir^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения:

от 5 мм до 9 мм: до 2 BZ;

свыше 9 мм до 22 мм: около 1 BZ.

Просвечивание через две стенки; простое или двойное изображение; индикатор качества изображения расположен со стороны пленки.

Таблица В11

Проволочный индикатор качества изображения

Класс качества изображения В	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ
До 1,5	W 19
Свыше 1,5 и до 2,5	W 18
Свыше 2,5 и до 4	W 17
Свыше 4 и до 6	W 16
Свыше 6 и до 12	W 15
Свыше 12 и до 18	W 14
Свыше 18 и до 30	W 13
Свыше 30 и до 45	W 12
Свыше 45 и до 55	W 11
Свыше 55 и до 70	W 10
Свыше 70 и до 100	W 9
Свыше 100 и до 180	W 8
Свыше 180 и до 300	W 7
Свыше 300	W 6

Таблица В12

Индикатор качества изображения ступенчатый/с отверстиями

Класс качества изображения В	
Просвечиваемая толщина W , мм	BZ*
До 2,5	H 2
Свыше 2,5 и до 5,5	H 3
Свыше 5,5 и до 9,5	H 4
Свыше 9,5 и до 15	H 5
Свыше 15 и до 24	H 6
Свыше 24 и до 40	H 7
Свыше 40 и до 60	H 8
Свыше 60 и до 80	H 9

* Если в качестве источника излучения применяется Ir^{192} , то может приниматься оценка, худшая, чем приведенные значения:

от 5,5 мм до 9,5 мм: около 2 BZ;

свыше 9,5 мм до 22 мм: около 1 BZ.

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ
СВАРНЫХ ШВОВ.
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ.
УРОВНИ ПРИЕМКИ**

**EN
1712:1997**

Данный европейский стандарт устанавливает уровни приемки (2 и 3) ультразвукового контроля для сварных соединений с полным проплавлением в ферритных сталях, которые удовлетворяют уровням качества В и С соответственно. Другие уровни приемки можно использовать по соглашению между сторонами.

Уровень приемки, соответствующий уровню D стандарта EN 25817, не был включен в данный стандарт, так как ультразвуковой контроль не рекомендуется для сварных швов данного качества.

Уровни приемки 2 и 3 применяются для контроля, выполняемого в соответствии со стандартами, указанными в EN 12062. Они, однако, могут применяться совместно с другими правилами, когда используются одинаковые типы стандартных отражателей для настройки чувствительности, при условии наличия соглашения между сторонами. Стандарт применим к контролю сварных швов с полным проплавлением в ферритных сталях толщиной от 8 до 100 мм. Он может быть также использован для других типов сварных швов, материалов и толщин свыше 100 мм при условии, что контроль выполнялся с учетом необходимой геометрии и акустических свойств компонентов и что может быть использована адекватная чувствительность для обеспечения применения уровней приемки данного стандарта. Номинальная частота ультразвуковых преобразователей, используемая в данном европейском стандарте, находится в диапазоне от 2 до 5 МГц, если величина затухания или требования более высокого пространственного разрешения не требуют применения другой частоты. Использование этих уровней приемки совместно с частотами, выходящими из указанного диапазона, должно тщательно рассматриваться.

ОЦЕНКА ИНДИКАЦИЙ

Общие положения

Оценка показаний должна выполняться на индикациях, обнаруженных контролем, выполненным в соответствии со стандартом EN 1714.

Настройка чувствительности

Для каждого способа сканирования метод настройки чувствительности должен быть согласован до выполнения контроля, обычно используются одинаковые методы для серии операций контроля.

Настройка чувствительности может выполняться:

по методу 1: по боковым высверленным отверстиям диаметром 3 мм;

по методу 2: с применением АРД-диаграмм;

по методу 3: если используется угол наклона ультразвукового преобразователя $\geq 70^\circ$ для диапазона толщин $8 \text{ мм} \leq t < 15 \text{ мм}$, то можно применять прямоугольные пазы глубиной 1 мм.

Длина боковых высверленных отверстий и пазов должна быть больше, чем ширина ультразвукового луча, измеренного на уровне -20 дБ. Ширина паза в данном случае не имеет значения.

Уровни приемки для метода 2 основаны на использовании преобразователей, создающих ультразвуковые волны, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Частоты ультразвуковых преобразователей для метода 2

Диапазон толщин t , мм	Частота преобразователя поперечной волны, МГц	Частота преобразователя продольной волны, МГц
$8 \leq t < 15$	4	От 4 до 5
$15 \leq t < 40$	От 2 до 4	От 2 до 5
$40 \leq t \leq 100$	2	От 2 до 5

При использовании преобразователей других частот должен быть рассмотрен возможный вариант использования уровней приемки и должны быть выполнены необходимые коррекции.

Эталонный уровень

Для установки эталонного уровня должен использоваться один из следующих методов:

метод 1: эталонным уровнем является кривая коррекции амплитуды в зависимости от расстояния кривой DAC для бокового высверленного отверстия диаметром 3 мм;

метод 2: эталонные уровни для поперечных и продольных волн, использующие АРД-диаграмму, построенную для дискового отражателя, даны соответственно в табл. А.3 и А.4 приложения А;

метод 3: эталонный уровень равен ординате кривой DAC для прямоугольного паза глубиной 1 мм;

контроль способом «тандем»: диаметр дискового отражателя $D = 6$ мм (для всех толщин).

Уровень оценки

Должны оцениваться все индикаторные рисунки, равные или превышающие следующие уровни:

методы 1 и 3: эталонный уровень -10 дБ (33 % DAC);

метод 2: эталонный уровень -4 дБ (в соответствии с табл. А.3 и А.4 приложения А);

контроль способом «тандем»: диаметр дискового отражателя $D = 6$ мм (для всех толщин).

Уровень регистрации

Должны использоваться следующие значения, если уровни регистрации не определены другим образом:

уровень регистрации по методам 1 и 3:

уровень приемки 2: уровень регистрации -6 дБ (50 % DAC);

уровень приемки 3: уровень регистрации -2 дБ (80 % DAC);

уровень регистрации для метода 2:

уровень приемки 2: эталонный уровень;

уровень приемки 3: эталонный уровень $+4$ дБ;

уровень регистрации для контроля способом «тандем»: диаметр дискового отражателя $D = 6$ мм (для всех толщин).

Измерение длины индикации

Длина индикации должна определяться измерением расстояния вдоль линии, на которой амплитуда эхо-сигнала выше уровня оценки при использовании способа фиксированного уровня амплитуды, описанного в приложении В.

Для выполнения более точного измерения можно использовать ультразвуковой преобразователь с узким ультразвуковым лучом или может быть выполнена коррекция влияния ширины луча.

УРОВНИ ПРИЕМКИ

Общие положения

Уровни приемки должны быть связаны со способом контроля (уровнями контроля), как это определено в стандарте EN 1714. Уровень приемки 2 обычно требуется при контроле по меньшей мере уровня А. Любое другое соотношение между уровнями приемки и уровнями контроля должно быть согласовано между договаривающимися сторонами.

Уровни приемки, указанные в данном разделе, справедливы для всех уровней контроля и для всех способов, включая контроль прямым ультразвуковым преобразователем. Индикации должны быть оценены как продольные или поперечные в зависимости от ориентации их максимального размера. Если трудно отличить продольную индикацию от поперечной, то индикация может быть классифицирована как поперечная, если амплитуда эхо-сигнала, полученного при контроле поперечной индикации, превышает амплитуду эхо-сигнала, полученного при контроле продольной индикации, на 2 дБ или более.

Оценка индикаций может включать в себя и различение типов дефектов, если это согласовано между договаривающимися сторонами. В этом случае можно использовать характеристику «плоскостной индикации» в качестве первичного разделения на приемлемые и неприемлемые индикации, и тогда все индикации с амплитудой эхо-сигналов выше уровня оценки должны исследоваться, а все индикации, характеризующиеся как плоскостные, должны браковаться.

Для сварных швов, подверженных нагрузке, вызывающей усталостные дефекты, уровень приемки подповерхностных дефектов может быть предметом согласования.

Индикации, расположенные вдоль сварного шва (продольные индикации)

Неприемлемы все индикации, для которых амплитуды эхо-сигналов и длина превышают следующие пределы:

- методы 1 и 3: рис. А.1 и табл. А.1 приложения А;
- метод 2: рис. А.2 и табл. А.2.

Любая индикация, превышающая длину t при диапазоне толщин $8 \text{ мм} \leq t < 15 \text{ мм}$ или $t/2$, или 20 мм (берется наибольшее значение) и для любых других толщин требует повторного контроля с использованием ультразвуковых преобразователей с дополнительными углами наклона, включая и контроль способом «тандем», если его можно применить. Окончательная оценка должна основываться на амплитуде эхо-сигнала и длине, измеренных на том угле, который дает максимальный сигнал от дефекта.

Индикации, расположенные поперек сварного шва (поперечные индикации)

Поперечные индикации с амплитудами эхо-сигналов, равными или превышающими уровень оценки, должны быть классифицированы дополнительным ультразвуковым сканированием, радиографией или другим методом контроля для определения их характера. Только одиночные индикации (максимум три индикации на метр), длина которых меньше 10 мм, приемлемы, если они плоскостные. Если они неплоскостные, то должен применяться уровень приемки для продольных индикаций.

Индикации, обнаруженные при контроле способом «тандем»

Индикации, обнаруженные способом «тандем» (продольные и поперечные), должны быть исследованы дополнительно, если амплитуды их эхо-сигналов превышают уровень регистрации. Должен быть выполнен дополнительный ультразвуковой или радиографический контроль для определения типа и размера дефектов. Приемлемость индикаций, обнаруженных способом «тандем», должна быть согласована между договаривающимися сторонами.

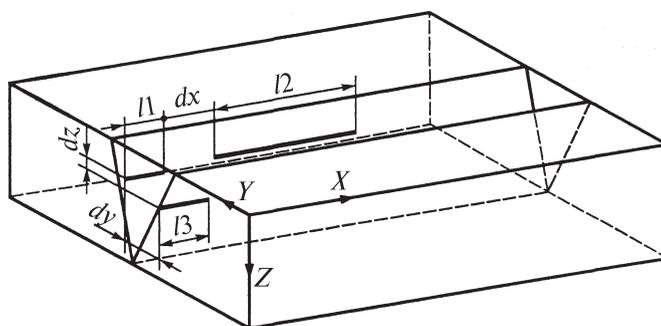
Линейно протяженные и сгруппированные индикации

Линейно протяженные индикации должны рассматриваться как непрерывные, если они разделены расстоянием d_x , меньшим, чем двойная длина самой длинной индикации.

Суммарная длина затем должна быть оценена относительно соответствующего уровня приемки.

Линейно протяженные индикации должны удовлетворять следующим условиям:

$d_y \leq 5$ мм, $d_z \leq 5$ мм (см. рис.).



Геометрические конфигурации для сгруппированных индикаций

Соседние индикации, сгруппированные таким способом, не должны использоваться для дальнейшей группировки с дополнительными индикациями. Группироваться могут только отдельные индикации. После группировки любые зарегистрированные и принятые индикации в одном и том же поперечном сечении и на равной глубине ($d_z \leq 5$ мм) должны отделяться расстоянием $d_y > 10$ мм. Индикации в одинаковом латеральном положении ($d_y \leq 5$ мм) должны разделяться расстоянием $d_x > 10$ мм. Соседние индикации с меньшими расстояниями d_y и d_z недопустимы.

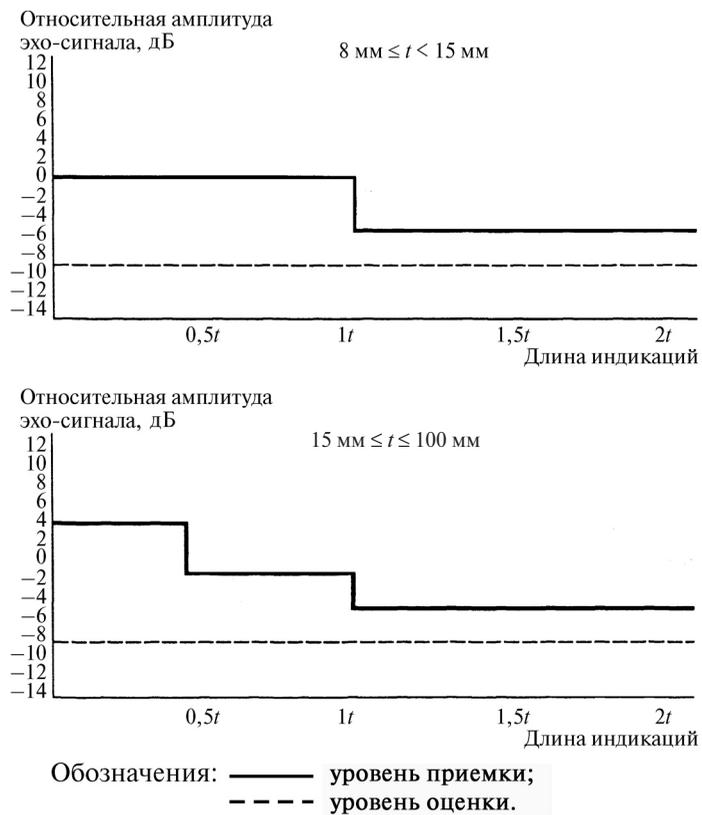
Суммарная длина допустимых индикаций

Для любой длины сварного шва, равной $6t$, максимальная длина всех отдельно допустимых индикаций выше уровней регистрации не должна превышать 20 % от этой длины для уровня приемки 2 или 30 % — для уровня приемки 3.

Отчет о контроле

Все допустимые и недопустимые индикации, превышающие уровень регистрации, должны включаться в отчет о контроле (см. EN 1714).

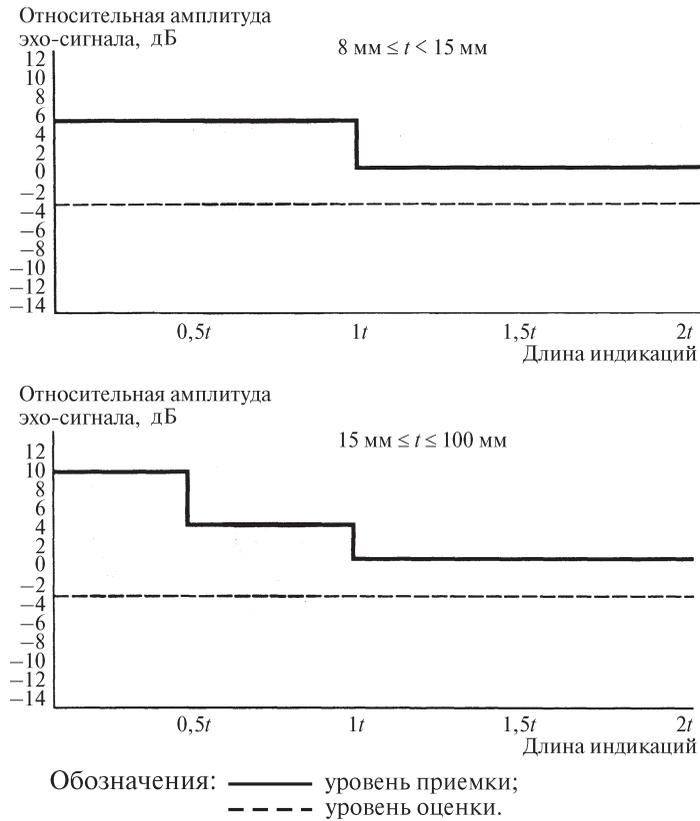
Уровни приемки



Опорный уровень: 0 дБ.

Уровни регистрации: уровень приемки 2 = опорный уровень -6 дБ (50 % DAC);
уровень приемки 3 = опорный уровень -2 дБ (80 % DAC).

Рис. А.1. Уровни приемки 2 и 3 для методов 1 и 3



Уровни регистрации: уровень приемки 2 = опорный уровень;
 уровень приемки 3 = опорный уровень +4 дБ (80 % DAC).

Рис. А.2. Уровни приемки 2 и 3 для метода 2

Таблица А.1

Уровни приемки 2 и 3 для методов 1 и 3

$8 \text{ мм} \leq t < 15 \text{ мм}$	
Длина индикации $l, \text{мм}$	Максимально допустимая амплитуда эхо-сигнала
$l \leq t$	Эталонный уровень
$l > t$	Эталонный уровень -6 дБ
$15 \text{ мм} \leq t \leq 100 \text{ мм}$	
Длина индикации $l, \text{мм}$	Максимально допустимая амплитуда эхо-сигнала
$l \leq 0,5t$	Эталонный уровень +4 дБ
$0,5t \leq l \leq t$	Эталонный уровень -2 дБ
$l > t$	Эталонный уровень -6 дБ
Уровень оценки: эталонный уровень -10 дБ.	
Уровни регистрации: уровень приемки 2 = эталонный уровень -6 дБ; уровень приемки 3 = эталонный уровень -2 дБ.	

Таблица А.2

Уровни приемки 2 и 3 для метода 2

8 мм ≤ t < 15 мм	
Длина индикации l, мм	Максимально допустимая амплитуда эхо-сигнала
l ≤ t	Эталонный уровень +6 дБ
l > t	Эталонный уровень
15 мм ≤ t ≤ 100 мм	
Длина индикации l, мм	Максимально допустимая амплитуда эхо-сигнала
l ≤ 0,5t	Эталонный уровень +10 дБ
0,5t ≤ l ≤ t	Эталонный уровень +4 дБ
l > t	Эталонный уровень
Уровень оценки: эталонный уровень −4 дБ. Уровни регистрации: уровень приемки 2 = эталонный уровень; уровень приемки 3 = эталонный уровень +4 дБ.	

Таблица А.3

Эталонный уровень для сканирования наклонным ультразвуковым преобразователем поперечными волнами для метода 2 (АРД-диаграмма)

Номинальная частота преобразователя, МГц	Толщина основного материала, мм		
	8 ≤ t < 15	15 ≤ t < 40	40 ≤ t ≤ 100
1,5–2,5	—	Диаметр дискового отражателя D = 2 мм	Диаметр дискового отражателя D = 3 мм
3–5	Диаметр дискового отражателя D = 1 мм	Диаметр дискового отражателя D = 1,5 мм	—

Таблица А.4

Эталонные уровни для продольных волн для метода 2 (АРД-диаграмма)

Номинальная частота преобразователя, МГц	Толщина основного материала, мм		
	8 ≤ t < 15	15 ≤ t < 40	40 ≤ t ≤ 100
1,5–2,5	—	Диаметр дискового отражателя D = 2 мм	Диаметр дискового отражателя D = 3 мм
3–5	Диаметр дискового отражателя D = 2 мм	Диаметр дискового отражателя D = 2 мм	Диаметр дискового отражателя D = 3 мм

Способ фиксированного уровня амплитуды

Данным способом измеряют боковые размеры индикации, на котором эхо-сигнал равен или больше, чем уровень оценки.

При измерении ультразвуковая волна перемещается по индикации и фиксируют длину перемещения ультразвукового преобразователя, на которой эхо-сигнал уменьшается до уровня оценки (положения 1 и 2 рис. В.1).

Боковой размер l определяется расстоянием между положениями 1 и 2.

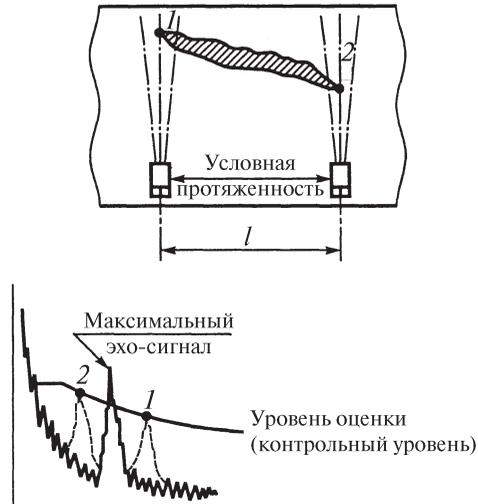


Рис. В.1. Способ фиксации уровня амплитуды с использованием оси ультразвукового луча

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ.
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ.
ХАРАКТЕРИСТИКА ИНДИКАЦИЙ ДЕФЕКТОВ
СВАРНЫХ ШВОВ**

**EN
1713:1998**

ВВЕДЕНИЕ

Классификация индикаций дефектов, как плоскостных, так и неплоскостных, основана на нескольких параметрах:

- способ сварки;
- геометрическое положение индикаций;
- максимальная амплитуда эхо-сигнала;
- направленная отражательная способность;
- форма эхо-сигнала при неподвижном преобразователе, А-сканирование (эхо-статическая форма);
- форма эхо-сигнала при движущемся преобразователе (например, эхо-динамическая форма).

Процесс классификации включает в себя контроль каждого из параметров в зависимости от всех остальных для получения точного заключения.

В качестве руководства алгоритм в приложении А дает классификацию индикаций внутренних дефектов сварного шва, пригодную для общего применения. Данный алгоритм должен применяться совместно с двумя первыми вышеуказанными параметрами, а не использоваться изолированно.

Такая классификация должна выполняться только в соответствии со стандартами EN 1712, если это согласовано между участниками контракта.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данный стандарт определяет процедуру выполнения алгоритма (см. приложение А), которая служит для классификации внутренних индикаций, как плоскостных, так и неплоскостных.

Данный стандарт пригоден только для индикаций, расположенных по меньшей мере на 5 мм ниже нешлифованной поверхности соединения (рис. 1).

2. ССЫЛКИ НА ДОКУМЕНТЫ

Данный европейский стандарт содержит в виде датированных или недатированных ссылок выдержки из других публикаций. Эти ссылки на стандарты приводятся в соответствующих местах по тексту, а затем перечисляются публикации. Для датированных ссылок последующие дополнения или пересмотры любой из этих публикаций прикладываются к данному европей-

скому стандарту, если только в нем используются эти дополнения или пересмотренные публикации. Для недатированных ссылок прилагается только их последняя публикация.

EN 1712. Неразрушающий контроль сварных швов — Ультразвуковой контроль сварных соединений — Уровни приемки.

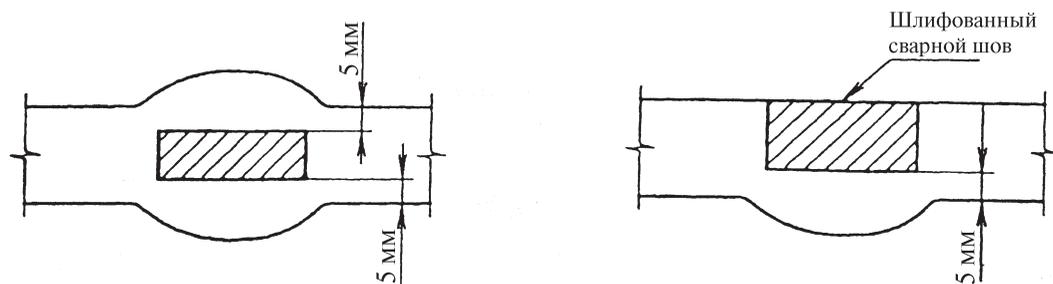


Рис. 1. Положение индикаций дефектов

3. ОПИСАНИЕ

3.1. Общее

Классификация выполняется последовательным применением нескольких исключаящих критериев, а именно:

амплитуды эхо-сигнала;

направленная отражательная способность;

форма эхо-сигнала при неподвижном ультразвуковом преобразователе (А-сканирование);

форма эхо-сигнала при движущемся ультразвуковом преобразователе.

Процедура выполнения алгоритма прекращается, как только один из вышеуказанных критериев выполняется.

Ультразвуковые преобразователи, используемые для классификации, как правило, те же, что и указанные для контроля.

Процедура выполнения алгоритма стандартизирует систему квалификации контроля качества. Установлено несколько уровней в децибелах сравнением с DAC-кривой (кривой зависимости амплитуды от расстояния) или сравнением максимальных амплитуд эхо-сигналов от несплошности, полученных при контроле с различными углами ввода.

Предлагаемые уровни в децибелах для различных этапов процедуры выполнения алгоритма приведены в табл. 1.

Таблица 1

Различные этапы процедуры выполнения алгоритма

S1	S2	S3	S4
DAC -10 дБ	DAC +6 дБ	DAC -6 дБ	9 дБ/15 дБ

В процедуре выполнения алгоритма 5 этапов, каждый из которых имеет четкую цель:

первый этап: не допустить классификации индикаций со слишком малыми амплитудами эхо-сигналов;

второй этап: классифицировать все индикации с большой амплитудой эхо-сигналов как плоскостные;

третий этап: предварительно классифицировать отсутствие сплавления;

четвертый этап: предварительно классифицировать включения инородных материалов;

пятый этап: предварительно классифицировать трещины.

Примечание. «Гибридные» индикации, возникающие из наличия как включения, так и отсутствия сплавления, классифицируются как плоскостные процедурой выполнения алгоритма. Пример этого типа дефекта дан на рис. А.3.

3.2. Принятые условности

Эталонные эхо-сигналы должны приниматься от боковых просверленных отверстий диаметром 3 мм.

Принято, что:

отрицательные значения уровня означают, что индикация имеет амплитуду эхо-сигнала меньшую, чем амплитуда эталонного эхо-сигнала;

положительные значения уровня означают, что индикация имеет амплитуду эхо-сигнала большую, чем амплитуда эталонного эхо-сигнала.

3.3. Критерии величины амплитуды эхо-сигнала

3.3.1. Малые амплитуды (этап 1)

Принято считать, что индикация с амплитудой эхо-сигнала, меньшей, чем уровень $S1$ (DAC-кривая -10 дБ), пренебрежима. Для специальных применений это значение может быть уменьшено по согласованию договорных сторон.

3.3.2. Большие амплитуды (этап 2)

Принято считать, что индикация с амплитудой эхо-сигнала, по меньшей мере равная уровню $S2$ (DAC-кривая $+6$ дБ), связана с плоскостной индикацией.

3.4. Критерии направленной отражательной способности (этап 3)

Этот этап процедуры выполнения алгоритма должен применяться либо ко всем индикациям, либо по согласованию договорных сторон только к индикациям, превышающим конкретную длину. Для диапазона толщин $8 \text{ мм} \leq t < 15 \text{ мм}$ — это длина t , а для толщин свыше 15 мм — это $t/2$ или 20 мм (брать наибольшую из этих величин). Для индикаций, не превышающих указанную длину, переходить к этапу 4.

Для нижеуказанных критериев угол ввода, используемый при контроле и дающий максимальную амплитуду эхо-сигнала по отношению к DAC-кривой, считается отсчетным углом $H_{d\max}$. Минимальная амплитуда эхо-сигнала по отношению к DAC-кривой, полученная при других углах ввода $H_{d\min}$, сравнивается с $H_{d\max}$.

Для удовлетворения критерия направленной отражательной способности должны одновременно выполняться следующие условия:

1) амплитуда эхо-сигнала индикации по меньшей мере для одного из углов ввода больше или равна $S3$ (DAC-кривая -6 дБ);

2) направленная отражательная способность считается большой, если:

а) имеется разность по меньшей мере в 9 дБ амплитуд эхо-сигналов при двух углах ввода, если контроль выполняется поперечными волнами:

$$|H_{d\max} - H_{d\min}| \geq 9 \text{ дБ};$$

б) имеется разность по меньшей мере в 15 дБ амплитуд эхо-сигналов при двух углах ввода, если контроль выполняется продольными волнами:

$$|H_{d\max} - H_{d\min}| \geq 15 \text{ дБ}.$$

Угол ввода при контроле определяется углом преломления и условиями контроля (с отражением от стенок и без отражения). Некоторые примеры даны в приложении Б.

Пример применения данного критерия дан на рис. А.2.

Следует принимать во внимание затухание в сварном шве.

Условия применения:

а) обычно длина волны при различных углах ввода при контроле должна быть почти одинаковой (пример: 4 МГц для продольных волн и 2 МГц для поперечных волн);

б) во всех случаях разность сравниваемых углов ввода равна или больше чем 10° (принимаются во внимание номинальные углы преломления);

- в) сравнение отраженных способностей должно производиться в положении индикации, которая соответствует максимальной отражательной способности;
- г) такое сравнение имеет смысл, если только известно, что сравниваемые эхо-сигналы идут от одного и того же отражателя;
- д) перед применением данных критериев необходимо убедиться в том, что:
 - в основном металле нет расслоений;
 - нет коррозии и обе стороны параллельны, если используется отражение от стенок;
 - материал является изотропным.

3.5. Критерии формы эхо-сигнала при неподвижном преобразователе (этап 4)

На этом этапе рассматривается форма эхо-сигнала при неподвижном преобразователе (например, А-сканирование).

Если выполняются требования по амплитуде эхо-сигнала (которая не слишком велика, но и не слишком мала), а направленная отражательная способность мала и если при неподвижном преобразователе эхо-сигнал одиночный и имеет гладкую форму, то индикация дефекта классифицируется как неплоскостная.

Если при неподвижном преобразователе эхо-сигнал неодионый и имеет гладкую форму, то нужно переходить к следующему этапу алгоритма.

Форма эхо-сигнала при неподвижном преобразователе зависит от используемого ультразвукового преобразователя и оборудования. Таким образом, настоятельно необходимо сравнить форму эхо-сигнала с формой эхо-сигнала, полученного от эталонного отражателя (бокового высверленного отверстия диаметром 3 мм).

3.6. Критерии формы эхо-сигнала при движущемся преобразователе (этап 5)

Если эхо-сигнал при неподвижном преобразователе неодионый и гладкий, то он должен быть классифицирован как одиночный и зубчатый или как множественный. Здесь используется пятый этап алгоритма.

Форма эхо-сигнала отражателя при движущемся преобразователе и поперечной волне является огибающей результирующих эхо-сигналов. При анализе принимают во внимание не только огибающую кривой, но и вид эхо-сигналов внутри нее.

Форма эхо-сигнала может быть классифицирована четырьмя типами, как указано в приложении В.

Если форма эхо-сигнала при движущемся преобразователе и поперечной волне соответствует форме 3 при не менее чем двух углах ввода, то индикация классифицируется как плоскостная.

Обычно выбранные два угла ввода являются углами с наибольшим отражением.

Если форма 3 эхо-сигнала при движущемся преобразователе наблюдается только при одном угле ввода, то можно использовать третий угол ввода или прибегнуть к дополнительному контролю (см. п. 3.7).

Другие типы форм эхо-сигналов при движущемся преобразователе указывают на индикации неплоскостных дефектов:

форма 1: одиночный неплоскостной дефект;

форма 4: скопление неплоскостных дефектов.

На этом этапе процедуры выполнения алгоритма форма 2 эхо-сигнала не может быть получена, поскольку такие индикации были бы классифицированы как плоскостные на более ранних этапах (большая отражательная способность).

3.7. Дополнительный контроль

В случае какого-либо сомнения должен быть выполнен следующий контроль:

анализ формы эхо-сигнала при преобразователе, движущемся сбоку от сварного шва;

использование дополнительных ультразвуковых преобразователей;
 другой тип неразрушающего контроля (например, радиография).
 Данный перечень можно продолжить.

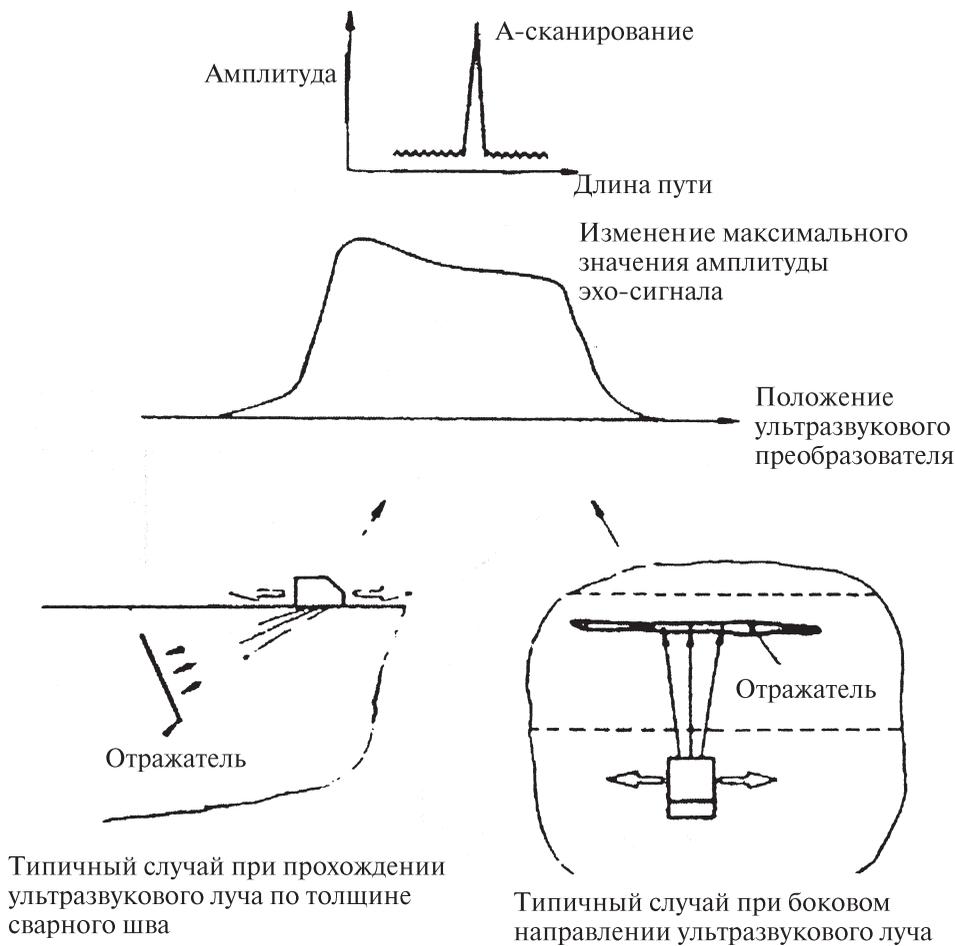


Рис. 2. Форма 2 ультразвукового эхо-сигнала

**Классификация индикаций внутренних дефектов в сварных швах — Алгоритм.
Процедура выполнения алгоритма**

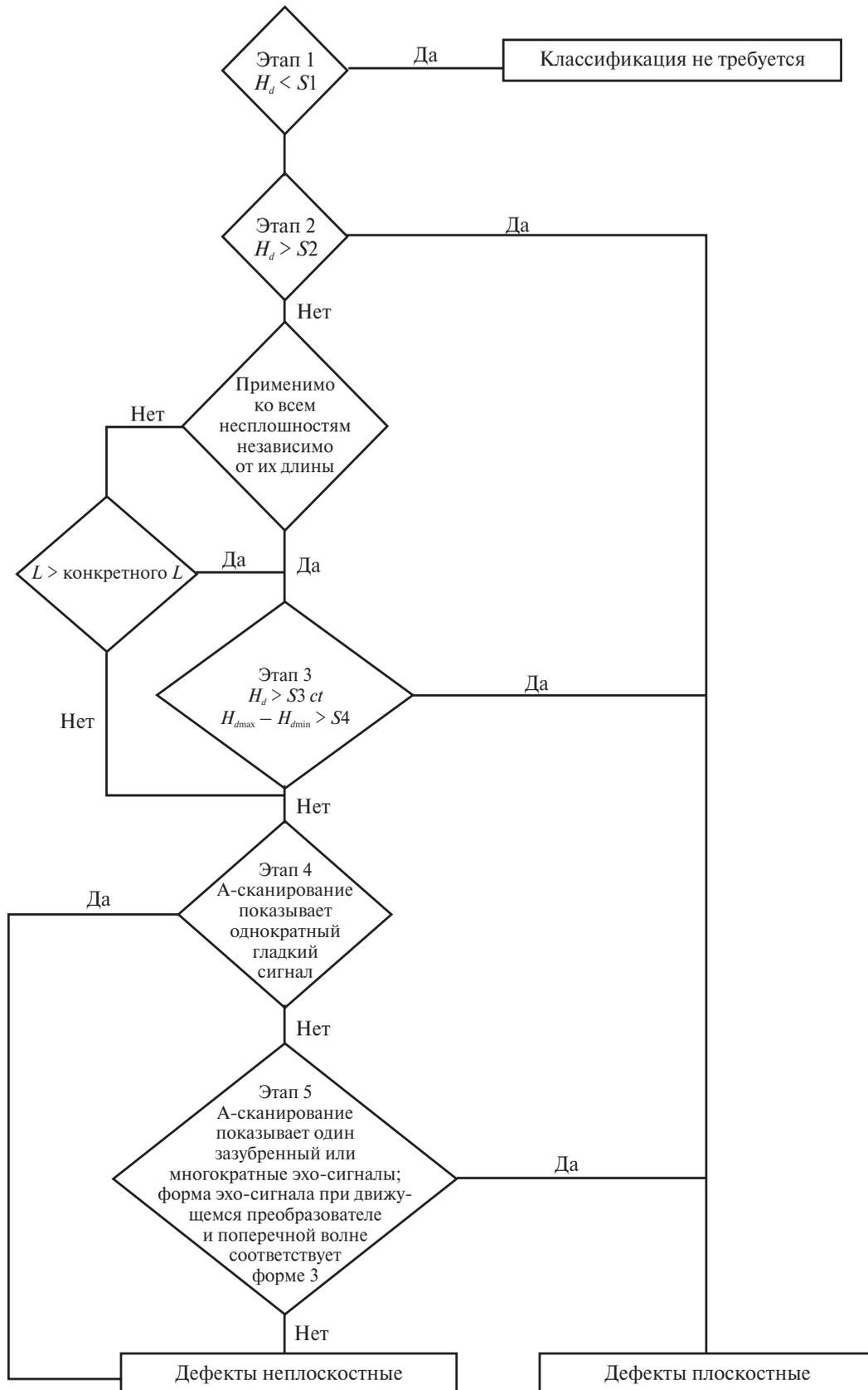


Рис. А.1. Процедура выполнения алгоритма

Таблица А.1

Процедура выполнения алгоритма

S_1	S_2	S_3	S_4
DAC -10 дБ	DAC +6 дБ	DAC -6 дБ	9 дБ/15 дБ

H_d — амплитуда эхо-сигнала дефекта.

1) ($S_1 = \text{DAC} - 10 \text{ дБ}$): это означает, что все индикации ниже этого уровня не классифицируются.

2) ($S_2 = \text{DAC} + 6 \text{ дБ}$): индикация, которая по меньшей мере вдвое превышает эталонный отраженный сигнал, классифицируется как плоскостная.

3) ($S_3 = \text{DAC} - 6 \text{ дБ}$): если амплитуда индикации эхо-сигнала по меньшей мере равна половине эталонного отраженного сигнала и если разность отраженных сигналов больше или равна S_4 , то индикация классифицируется как индикация плоскостного дефекта:

при $S_4 = 9 \text{ дБ}$ для поперечных волн;

при $S_4 = 15 \text{ дБ}$ между отражениями, полученными при поперечных и продольных волнах.

Углы, при которых ультразвуковой луч падает на дефект, должны отличаться не менее чем на 10° . Сравнение должно производиться на одной и той же площади дефекта.

4) и 5) Эти критерии должны выполняться по меньшей мере для двух углов контроля.

5) Если движение преобразователя не создает эхо-сигналов формы 3, то индикация классифицируется как индикация неплоскостного дефекта.

Формы эхо-сигналов являются такими же, как и формы, приведенные в приложении В.

Примечание. Эталонные эхо-сигналы должны быть получены от боковых просверленных отверстий диаметром 3 мм.

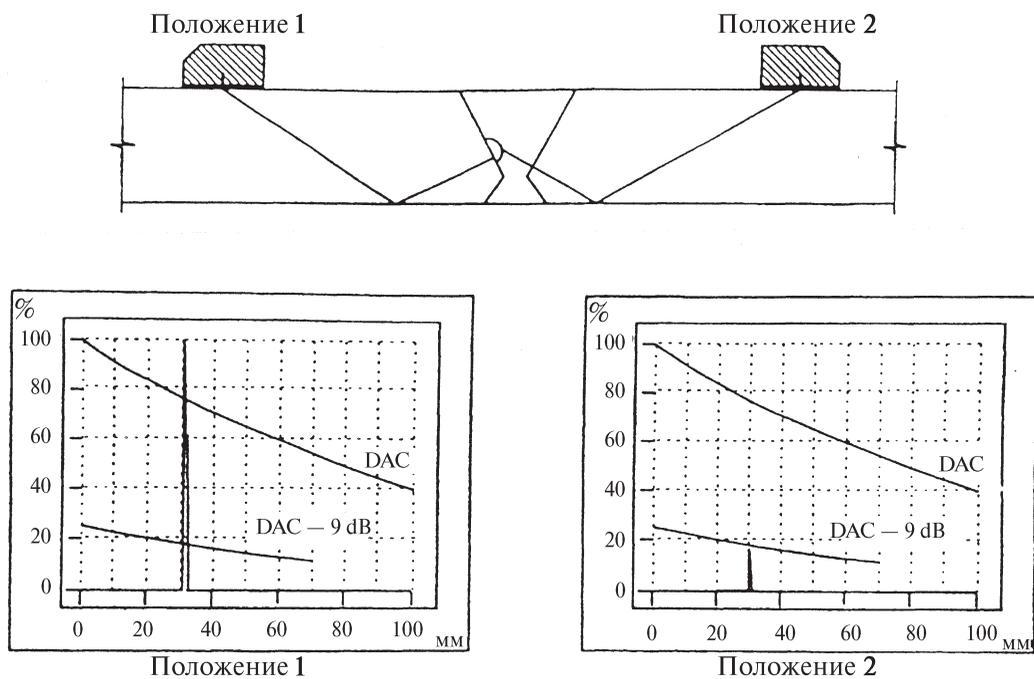


Рис. А.2. Пример применения критерия направленной отражательной способности

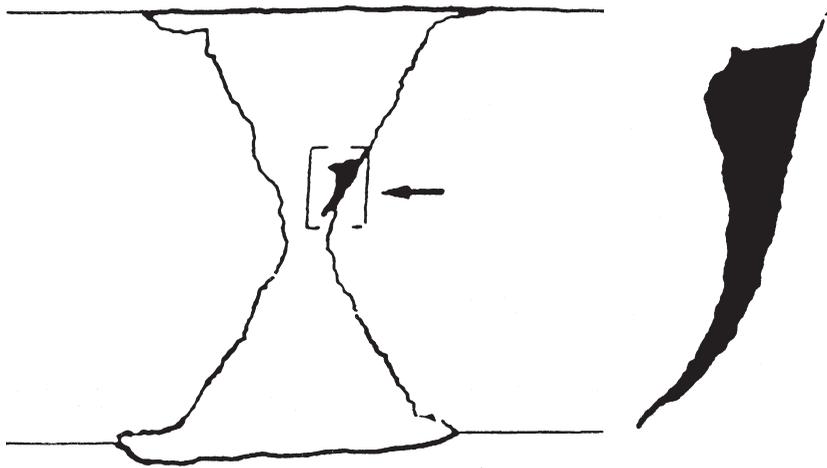
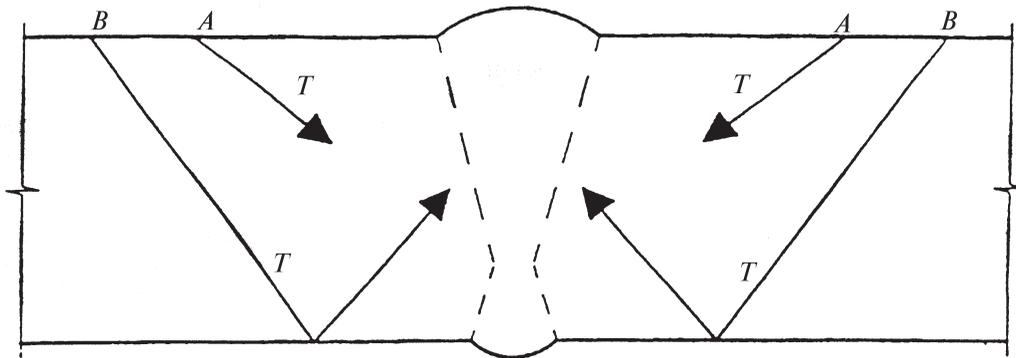
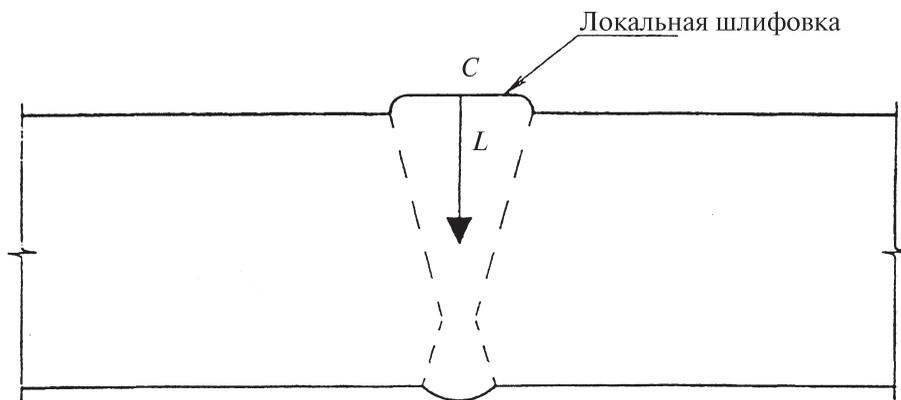


Рис. А.3. Пример гибридной индикации. Включение инородного материала и отсутствие сплавления

Угол ввода при контроле

Рис. Б.1а. Поперечная волна, T Рис. Б.1б. Продольная волна, L

Основные формы эхо-сигналов от отражателя при движущемся преобразователе**С.1. Форма 1 эхо-сигнала.**

Эхо-сигнал от точечного отражателя (рис. С.1). При любом положении ультразвукового преобразователя А-сканирование дает один-единственный четкий эхо-сигнал. При движении ультразвукового преобразователя амплитуда постепенно увеличивается до единственного максимального значения, а затем спадает до уровня шума.

С.2. Форма 2 эхо-сигнала.

Эхо-сигнал от вытянутого гладкого отражателя (рис. С.2). При любом положении ультразвукового преобразователя А-сканирование дает один-единственный четкий эхо-сигнал.

При движении ультразвукового преобразователя над отражателем амплитуда эхо-сигнала постепенно увеличивается до некоторого значения, которое удерживается с колебаниями до 4 дБ, а затем при удалении преобразователя от отражателя амплитуда плавно спадает до уровня шума.

С.3. Форма 3 эхо-сигнала.

Эхо-сигнал от отражателя с грубой поверхностью. Имеются два варианта изображения в зависимости от угла ввода ультразвукового луча, попадающего на отражатель.

С.4. Форма 3а эхо-сигнала.

На рис. С.3а показан случай падения ультразвукового пучка почти под углом 90° на отражатель. В любом положении ультразвукового преобразователя А-сканирование дает единственный, но зубчатый эхо-сигнал. При движении преобразователя возможны большие случайные флуктуации амплитуды ($> \pm 6$ дБ). Эти флуктуации обусловлены отражением от различных граней отражателя и наложением ультразвуковых волн, рассеянных от нескольких граней.

С.5. Форма 3б эхо-сигнала.

При косом угле падения ультразвукового пучка на отражатель с грубой поверхностью возникает эхо-сигнал меняющейся формы (рис. С.3б). В любом положении ультразвукового преобразователя А-сканирование дает последовательность следующих друг за другом сигналов с колоколообразной огибающей. При движении преобразователя каждый сигнал перемещается внутри огибающей, имея свой максимум в центре колокола и затем спадая. Суммарный сигнал может случайным образом меняться в большом диапазоне по величине амплитуды ($> \pm 6$ дБ).

С.6. Форма 4 эхо-сигнала.

Многочисленные эхо-сигналы от отражателя (рис. С.4). При любом положении ультразвукового преобразователя А-сканирование дает группу сигналов, которые можно или нельзя различить друг от друга. При движении преобразователя сигналы возникают и исчезают случайным образом, но эхо-сигнал от каждого отдельного элемента отражается, если его можно выделить из других сигналов, имеет форму 1.

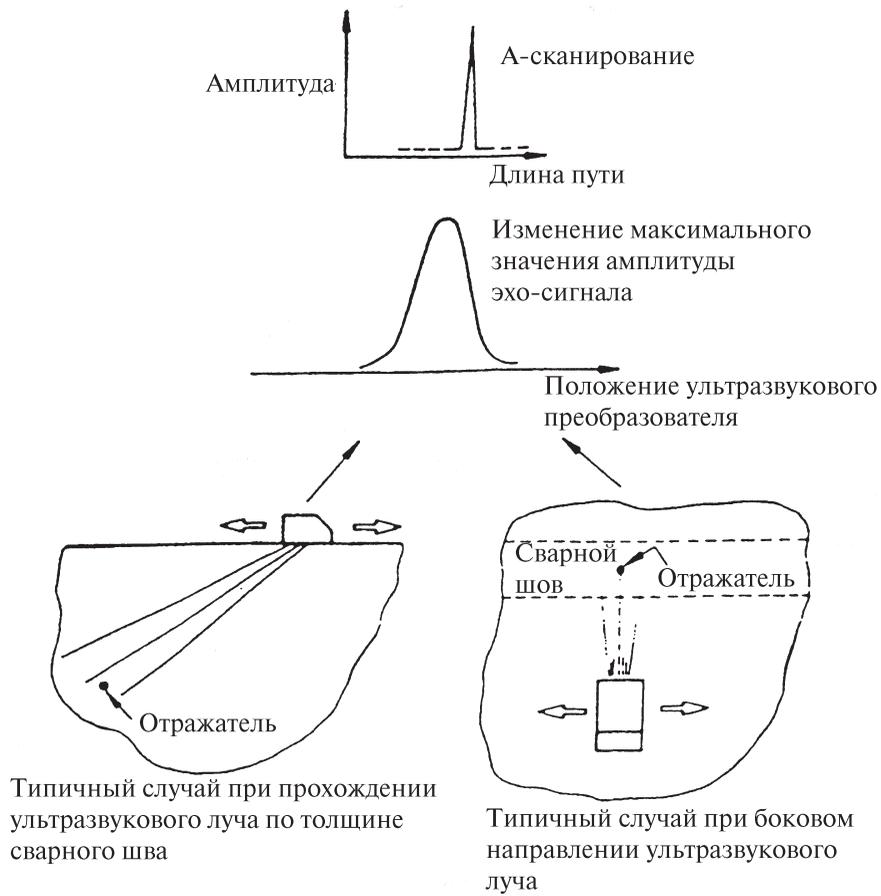


Рис. С.1. Форма 1 ультразвукового эхо-сигнала

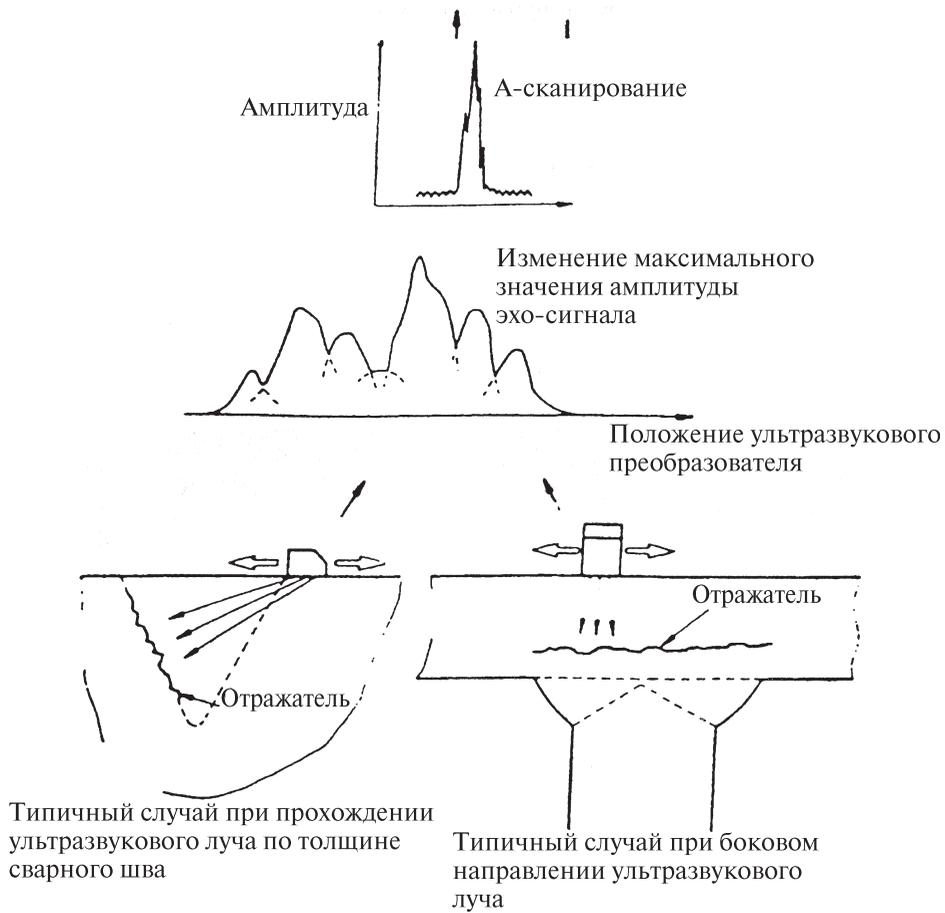


Рис. С.2. Форма 2 ультразвукового эхо-сигнала

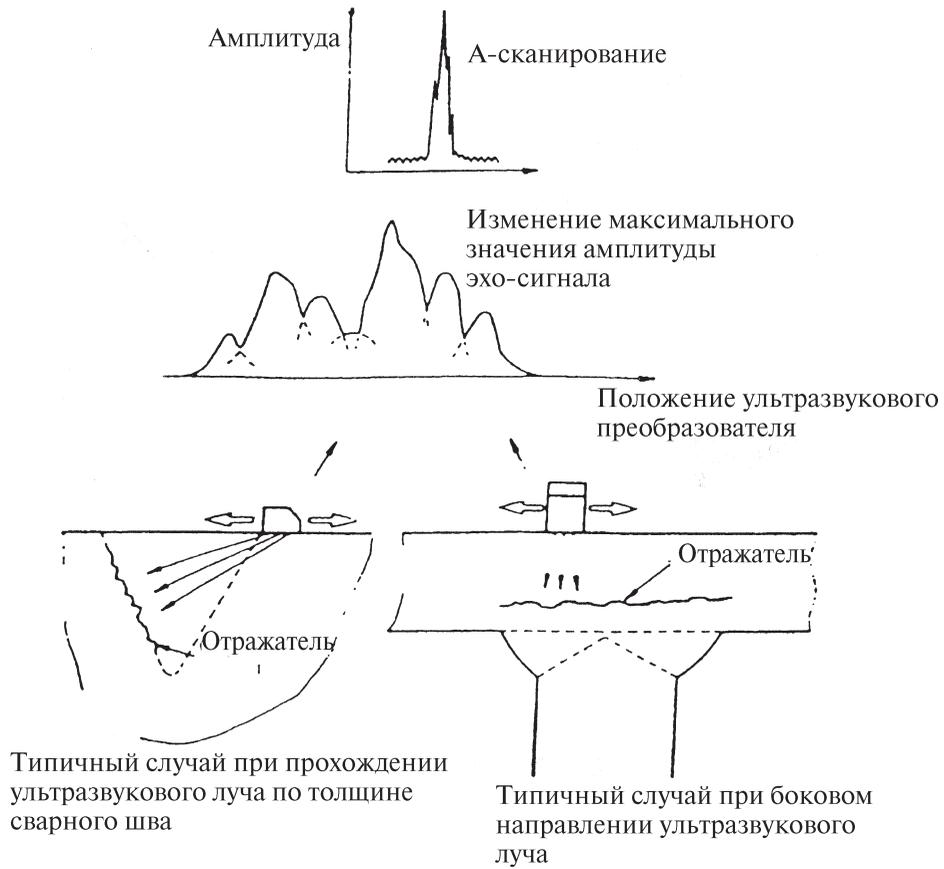


Рис. С.3а. Форма 3а ультразвукового эхо-сигнала

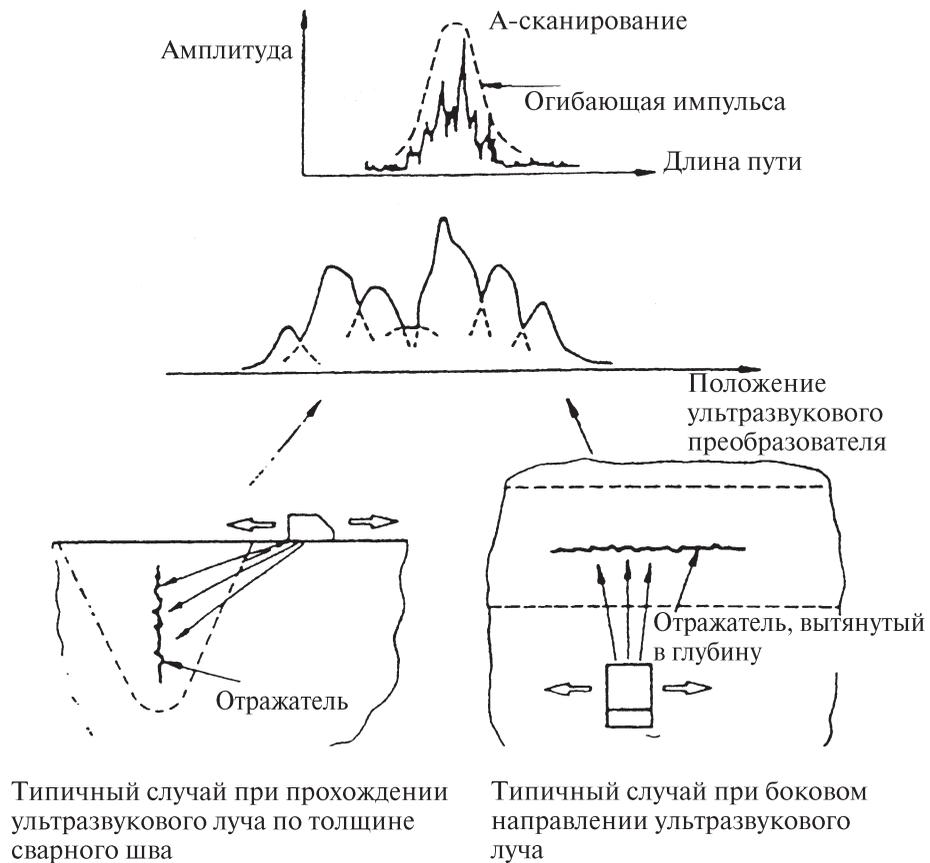


Рис. С.3б. Форма 3б ультразвукового эхо-сигнала

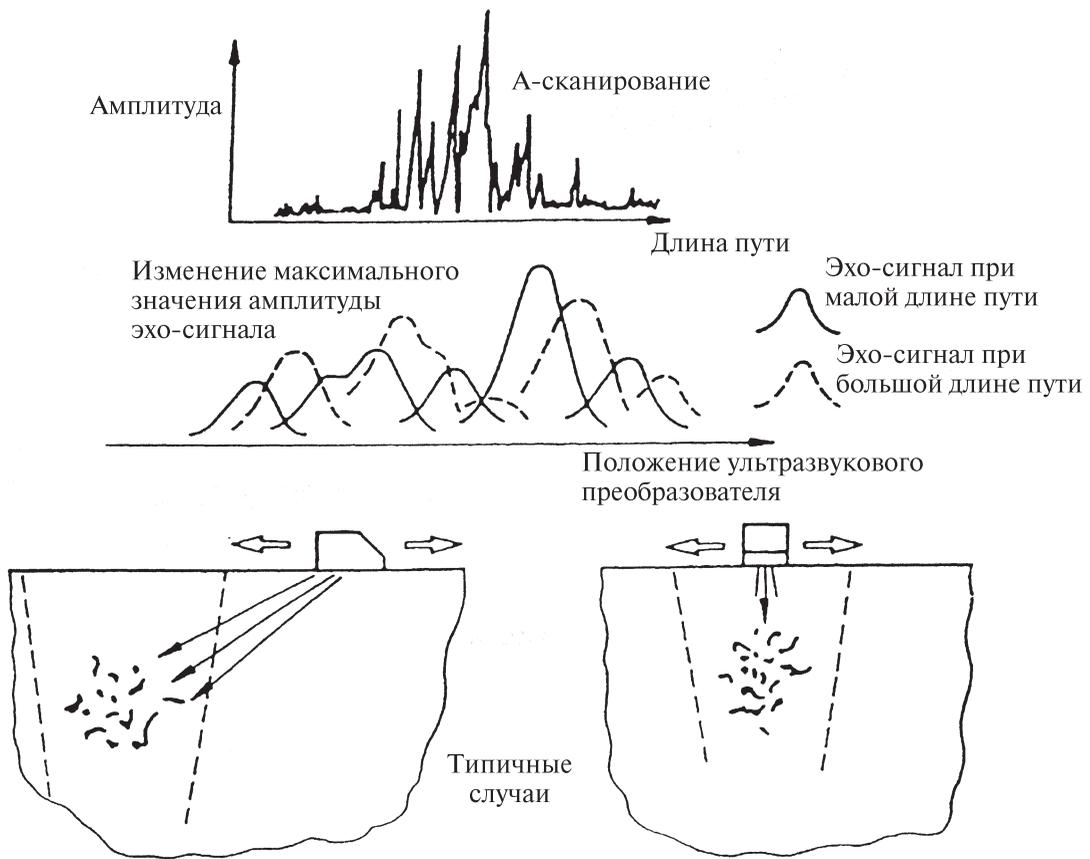


Рис. С.4. Форма 4 ультразвукового эхо-сигнала

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ.
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ**

**EN
1714:1998**

Данный европейский стандарт устанавливает требования на методы ручного ультразвукового контроля соединений, изготовленных сваркой плавлением в металлических материалах толщиной, равной или большей 8 мм, обладающих малым затуханием ультразвуковых волн (главным образом определяемым рассеянием). Прежде всего стандарт предназначен для ультразвукового контроля сварных соединений при полном проплавлении, когда материал шва и основной материал — ферритные стали. Там, где это применимо и согласовано между сторонами, рассматриваемые в стандарте способы могут быть использованы:

- на материалах, отличающихся от указанных;
- на сварных швах с частичным проплавлением;
- при контроле с автоматизированным оборудованием.

Нормируемые в данном стандарте ультразвуковые параметры, зависящие от материала, относятся к сталям, имеющим скорость продольных волн 5920 ± 50 м/с и скорость поперечных волн 3255 ± 30 м/с. Это следует принимать во внимание при контроле материалов с другими скоростями.

Стандарт нормирует четыре уровня контроля. Каждый из них соответствует различным вероятностям обнаружения дефектов. Руководящие указания по выбору уровней контроля А, В и С даны в приложении А. Требования четвертого уровня контроля, предназначенного для специальных применений, соответствуют общим требованиям данного стандарта и согласовываются с договаривающимися сторонами.

Данный стандарт по соглашению между договаривающимися сторонами разрешает оценку индикаций в целях приемки одним из следующих методов:

- оценка, основанная на длине индикации и амплитуде эхо-сигнала;
- оценка, основанная на характеристике и размере индикации по методу перемещения преобразователя.

Физические величины и символы приведены в табл. 1.

Индикации считаются продольными либо поперечными в зависимости от направления их наибольшего размера по отношению к оси x сварного шва, как показано на рис. 2.

Таблица 1

Физические величины и обозначения

Обозначение	Физическая величина	Единица
t	Толщина основного материала (наиболее тонкая часть)	мм
D_{DSR}	Диаметр дискового отражателя	»
D_{SDH}	Диаметр бокового отражателя	»
l	Длина индикации	»
h	Размер индикации по глубине	»
x	Положение индикации в продольном направлении	»
y	Положение индикации в поперечном направлении	»
z	Положение индикации по глубине	»
l_z	Проекция длины индикации по глубине	»
l_x	Проекция длины индикации в направлении оси X	»
l_y	Проекция длины индикации в направлении оси Y	»
p	Путь волны с отражением	»

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель данного стандарта — описание основных методов ультразвукового контроля для наиболее распространенных сварных соединений с применением стандартных критериев. Сформулированные в данном стандарте специальные требования относятся к оборудованию, подготовке, выполнению контроля и составлению отчета. Нормированные параметры, в частности ультразвуковых преобразователей, совместимы с требованиями стандартов pr EN 1712 и pr EN 1713 и пригодны также для применения с иными критериями приемки других стандартов. Способы, рекомендуемые в данном стандарте, пригодны для обнаружения тех дефектов сварного соединения, которые указаны в стандартах, касающихся приемки типичных сварных соединений. Методы, обязательные для оценки ультразвуковых индикаций, и критерии приемки должны быть согласованы между договаривающимися сторонами.

Если критерии приемки требуют более точного определения размера и типа дефекта, например, при использовании критерия «пригодность для конкретной цели», то может возникнуть необходимость привлечения способов или методов, не входящих в область применения данного стандарта.

ПАРАМЕТРЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Частота

Рабочая частота должна находиться в диапазоне от 2 до 5 МГц и должна выбираться в соответствии с конкретными уровнями приемки.

Для первоначального контроля частота должна быть по возможности низкой и находиться в пределах указанного диапазона, если контроль выполняется в соответствии с уровнями приемки, основанными на длине и амплитуде, как, например, в стандарте pr EN 1712. Более высокие частоты могут быть использованы для улучшения разрешающей способности, если это необходимо, при использовании стандартов, в которых уровни приемки основаны на оценке параметров дефектов, например pr EN 1713. Частоты порядка 1 МГц могут быть использованы в тех случаях, когда длина пути прохождения ультразвуковой волны велика, а затухание ультразвука в материале выше среднего.

Углы падения

Если контроль выполняется с использованием поперечных волн и применяются способы, при которых ультразвуковые волны должны отражаться от противоположной поверхности, то следует внимательно следить за тем, чтобы угол падения волны на противоположную отражающую поверхность был не менее 35° и предпочтительно не более 70° . При использовании более чем одного угла ввода по меньшей мере один из наклонных преобразователей должен удовлетворять указанному требованию. Один из наклонных преобразователей должен обеспечить контроль поверхностей плавления при попадании на них ультразвуковой волны под углом, по возможности близким к прямому. Если требуются два или более углов ввода, то разница между номинальными углами должна быть равна или более 10° .

Угол ввода ультразвукового преобразователя и угол падения на противоположную отражающую поверхность, если она криволинейная, могут определяться по чертежу поперечного сечения сварного шва или методами, указанными в стандарте pr EN 583-2. Если углы падения не могут быть определены так, как указано в этом стандарте, то отчет о контроле должен содержать описание используемого сканирования и размер частично проконтролированной области с объяснением встретившихся трудностей.

Контакт ультразвуковых преобразователей с криволинейными поверхностями

Зазор между поверхностью контролируемого объекта и рабочей поверхностью призмы ультразвукового преобразователя не должен превышать 0,5 мм. Для цилиндрической и сферической поверхностей это требование обычно удовлетворяется при выполнении условия

$$D \geq 15a,$$

где D — диаметр детали, мм;

a — размер основания призмы ультразвукового преобразователя в направлении контроля, мм.

Если это требование не выполняется, то призма преобразователя должна быть «притерта» к поверхности. При этом необходимо соответственно настроить чувствительность и развертку дефектоскопа.

Контролируемый объем

Контролируемый объем (рис. 1) определяется как зона, включающая сварной шов и основной материал по меньшей мере на 10 мм с каждой стороны от сварного шва, или ширина зоны термического влияния (берется большая из них).

В любых случаях сканирование должно перекрывать весь контролируемый объем. Если отдельные сечения этого объема не могут быть проконтролированы по меньшей мере при одном направлении сканирования или если углы падения на противоположную поверхность не удовлетворяют требованиям, то должно быть согласовано применение альтернативных или дополнительных ультразвуковых или других методов неразрушающего контроля. В некоторых случаях это может потребовать удаления валика усиления сварного шва.

В качестве дополнительных методов могут быть использованы контроль наклонным преобразователем с двумя пьезоэлементами, преобразователем головных волн, а также другие ультразвуковые методы или какой-либо другой подходящий метод, например капиллярный с жидким пенетрантом, магнитопорошковый или радиографический. При выборе альтернативного или дополнительного метода должно быть уделено внимание типу сварного шва и вероятной ориентации всех подлежащих выявлению дефектов.

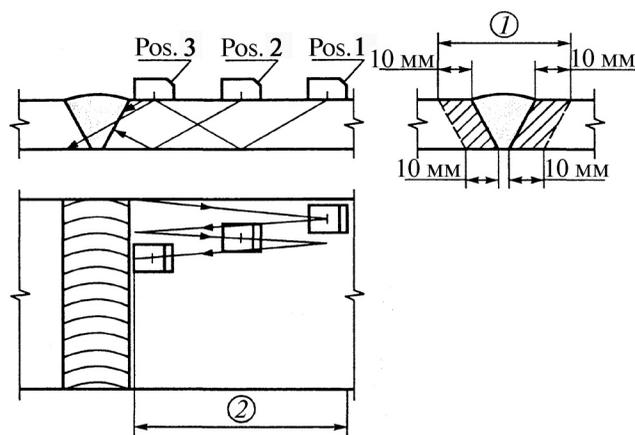


Рис. 1. Пример объема материала при сканировании в продольном направлении:
1 — ширина контролируемой зоны; 2 — поверхность сканирования

Подготовка поверхностей сканирования

Сканируемые поверхности должны быть достаточно широкими, чтобы центральный луч ультразвукового пучка пересек весь контролируемый объем (см. рис. 1). Но их ширина может быть меньше, если полный объем контроля будет обеспечен сканированием как с верхней, так и с нижней поверхности соединения.

Сканируемые поверхности должны быть ровными и свободными от факторов, мешающих контакту ультразвукового преобразователя с поверхностью. Подобными факторами могут быть ржавчина, частицы окалины, сварочные брызги, подрезы, бороздки.

Волнистость контролируемой поверхности не должна создавать зазор более 0,5 мм между преобразователем и контролируемой поверхностью. Эти требования должны обеспечиваться зачисткой, если это необходимо. Локальные изменения контура поверхности, например, вдоль края сварного шва, которые могут создавать зазор до 1 мм под преобразователем, допустимы только в случае, если используется дополнительно хотя бы один преобразователь с другим углом ввода со стороны этого края сварного шва. Такое дополнительное сканирование необходимо для компенсации уменьшенного перекрытия шва из-за увеличенного зазора.

Во всех случаях допустимая величина зазора на площади контролируемой поверхности, при которой должна происходить оценка индикаций, не должна превышать 0,5 мм.

Поверхности сканирования и поверхности, от которых отражается ультразвуковая волна, могут считаться удовлетворительными, если шероховатость поверхности Ra не более 6,3 мкм для машинной обработки поверхности и не более 12,5 мкм после дробеструйной обработки.

Контроль основного металла

Основной металл в зоне сканирования до или после сварки следует контролировать прямыми ультразвуковыми преобразователями, чтобы убедиться (например, посредством предварительного контроля в процессе производства), что на контроль сварного соединения наклонным ультразвуковым преобразователем не будут влиять дефекты материала или большое затухание. При обнаружении таких дефектов их влияние должно быть оценено и при необходимости должны быть приняты соответствующие меры. Если удовлетворительное прозвучивание контролируемого объема не обеспечивается, то по соглашению должны быть использованы другие методы контроля (например, радиография).

НАСТРОЙКА ДЛИНЫ ПУТИ ВОЛНЫ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Общие положения

Настройка развертки и чувствительности должна выполняться перед каждым контролем в соответствии с данным стандартом. Проверки этих настроек должны выполняться по меньшей

мере каждые 4 ч и по завершении контроля. Проверки настроек также должны выполняться, если изменились параметры системы или есть подозрение об изменениях настроек.

Если в процессе проверки обнаружены отклонения, следует внести коррекцию в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Коррекция чувствительности развертки

Чувствительность	
1. Отклонение ≤ 4 дБ	Настройка должна быть скорректирована до возобновления контроля
2. Уменьшение чувствительности > 4 дБ	Настройка должна быть скорректирована и весь контроль, выполненный на оборудовании за предыдущий период, должен быть повторен
3. Увеличение чувствительности > 4 дБ	Настройка должна быть скорректирована и все зоны с зарегистрированными индикациями должны быть снова проконтролированы
Развертка	
1. Отклонение развертки ≤ 2 %	Настройка должна быть скорректирована до возобновления контроля
2. Отклонение развертки > 2 %	Настройка должна быть скорректирована, а контроль, выполненный на оборудовании за предыдущий период, должен быть повторен

Опорный уровень

Должен быть использован один из следующих методов установки опорных уровней.

Метод 1: опорным уровнем является кривая зависимости амплитуды от расстояния DAC-кривая для цилиндрического бокового отражателя диаметром 3 мм.

Метод 2: опорные уровни для поперечных и продольных волн при использовании системы «расстояние–усиление–размер» (DGS, русский эквивалент наименования — «АРД-диаграмма») с дисковым отражателем (DSR) даны в табл. 3 и 4.

Метод 3: опорный уровень равен уровню по DAC-кривой для прямоугольного паза глубиной 1 мм.

Контроль способом «тандем»: $D_{DSR} = 6$ мм (для всех толщин).

Таблица 3

Опорные уровни для сканирования наклонным преобразователем поперечных волн для метода 2 (АРД)

Номинальная частота преобразователя, МГц	Толщина основного материала, мм		
	$8 \leq t < 15$	$15 \leq t < 40$	$40 \leq t \leq 100$
От 1,5 до 2,5	—	$D_{DSR} = 2$	$D_{DSR} = 3$
От 3 до 5	$D_{DSR} = 1$	$D_{DSR} = 1,5$	—

Таблица 4

Опорные уровни для продольных волн для метода 2 (АРД)

Номинальная частота преобразователя, МГц	Толщина основного материала, мм		
	$8 \leq t < 15$	$15 \leq t < 40$	$40 \leq t \leq 100$
От 1,5 до 2,5	—	$D_{DSR} = 2$	$D_{DSR} = 3$
От 3 до 5	$D_{DSR} = 2$	$D_{DSR} = 2$	$D_{DSR} = 3$

Уровни оценки

Должны оцениваться все индикации, равные или превышающие следующие значения:
 методы 1 и 3: опорный уровень (−10 дБ) (33 % DAC);
 метод 2: опорный уровень (−4 дБ) по табл. 3 и 4;
 контроль способом «тандем»: $D_{DSR} = 6$ мм (для всех толщин).

Коррекция затухания

При использовании различных стандартных образцов для определения опорных уровней должны производиться измерения разности затуханий между контролируемым объектом и стандартным образцом в достаточном количестве мест. Подходящие для этого способы описаны в стандарте pr EN 583-2.

Если разность меньше 2 дБ, коррекция не требуется.

Если разность больше 2 дБ, но меньше 12 дБ, то она должна быть скомпенсирована.

Если потери из-за затухания превышают 12 дБ, следует установить причину этого и, если целесообразно, провести дополнительную подготовку поверхности сканирования.

Если нет очевидных причин для большой коррекции, то должно быть измерено затухание в различных местах контролируемого объекта и там, где будут обнаружены значительные изменения, должны быть проведены корректирующие действия.

Отношение сигнал/шум

При контроле сварного соединения уровень шума, исключая отражение от поверхностей, должен быть на 12 дБ ниже уровня оценки (браковочного уровня). Это требование может быть предметом соглашения между договаривающимися сторонами.

Уровни контроля

Требования по качеству сварных соединений главным образом связаны с материалом, сварочным процессом и условиями эксплуатации. Для удовлетворения всем этим требованиям данный стандарт устанавливает четыре уровня контроля (А, В, С и D).

От уровня контроля А до уровня контроля С увеличивающаяся вероятность выявления дефекта достигается увеличением объема выполняемых работ, например увеличением количества операций сканирования, подготовки поверхности.

Уровень контроля D может быть согласован для специального применения с использованием письменной методики, которая должна принимать во внимание общие требования данного стандарта.

Обычно уровни контроля связаны с уровнями качества (например, стандарт EN 25817). Соответствующий уровень контроля может быть определен стандартом на контроль сварных соединений (например, pr EN 12062), стандартом на изделие или другими документами.

Если выбран стандарт pr EN 12062, то рекомендуемые уровни контроля даны в табл. 5.

Таблица 5

Рекомендуемые уровни контроля

Уровень контроля	Уровень качества по EN 25817
А	С
В	В
С	По соглашению
D	Специальное применение

Специальные требования по уровням контроля от А до С приведены в приложении А для различных типов соединений. Следует заметить, что типы указанных соединений являются только идеализированными примерами. Когда фактические условия сварки или условия доступа неточно соответствуют указанным, способ контроля должен быть модифицирован для

удовлетворения конкретному требуемому уровню контроля. Для таких случаев должна быть подготовлена письменная методика контроля.

СПОСОБ КОНТРОЛЯ

Общие положения

Ультразвуковой контроль должен выполняться в соответствии с pr EN 583-1 с дополнением следующих пунктов.

Траектория ручного сканирования

При сканировании наклонным преобразователем (как показано на рис. 1) можно слегка поворачивать (покачивать) преобразователь на угол до 10° в обе стороны от номинального направления ультразвукового пучка.

Контроль несплошностей, перпендикулярных к контролируемой поверхности

Подповерхностные плоскостные несплошности, перпендикулярные к контролируемой поверхности, трудно обнаруживать способами, использующими единственный наклонный преобразователь. Для таких несплошностей, в частности для сварных соединений толстых материалов, должны быть рассмотрены специальные способы контроля. Использование таких способов должно быть согласовано между договаривающимися сторонами.

Определение расположения индикаций

Расположение всех индикаций должно быть определено по отношению к системе координат, например, как показано на рис. 2. На контролируемой поверхности должна быть выбрана точка, служащая началом координат для этих измерений.

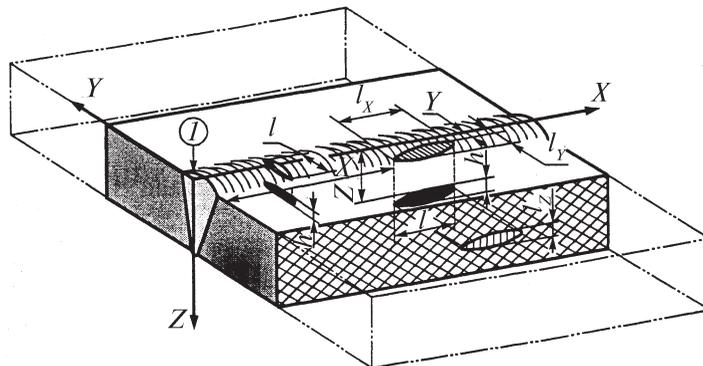


Рис. 2. Система координат для определения положения индикаций:
I — начало

Если контроль выполняется с более чем одной поверхности, то точки отсчета должны быть определены на каждой поверхности. В этом случае следует позаботиться о том, чтобы установить позиционное соотношение между точками отсчета так, чтобы абсолютное положение всех индикаций можно было определить по любой выбранной точке отсчета.

В случае кольцевых сварных соединений это может потребовать установки внутренних и внешних отсчетных точек до сборки конструкции для сварки.

ОЦЕНКА ИНДИКАЦИЙ

Максимальная амплитуда эхо-сигнала

Амплитуда эхо-сигнала должна быть максимизирована перемещением преобразователя и зарегистрирована в соответствии с согласованным опорным уровнем.

Длина индикации

Длина индикации как в продольном, так и в поперечном направлении относительно оси шва должна быть по возможности определена с использованием способа, указанного в стандарте по уровням приемки, или по критерию уменьшения амплитуды сигнала на 6 дБ на концах, если нет иного соглашения.

Высота индикации

Измерение высоты индикации должно выполняться только по соглашению. Если возможно, то должен быть использован следующий метод.

Там, где это возможно, для несплошностей, которые создают более чем один различимый пик в принятом сигнале при сканировании по глубине сварного шва, высота h должна измеряться способом перемещения преобразователя. Если индикация имеет высоту 3 мм и более, рекомендуется ее регистрировать. Однако по соглашению можно регистрировать индикации и с большими высотами.

Параметры несплошностей должны быть определены только при наличии соглашения между договаривающимися сторонами или, если необходимо, соответствовать требованиям нормированных уровней приемки.

Уровни приемки для различных типов сварных соединений

См. рис. А.1–А.7 и табл. А.1–А.7.

Обозначения в таблицах:

L-сканирование — сканирование для выявления продольных индикаций с использованием наклонных преобразователей;

N-сканирование — сканирование с использованием прямого преобразователя;

T-сканирование — сканирование для выявления поперечных индикаций с использованием наклонных преобразователей;

p — путь ультразвуковой волны с отражением от стенки;

SZW — ширина зоны сканирования.

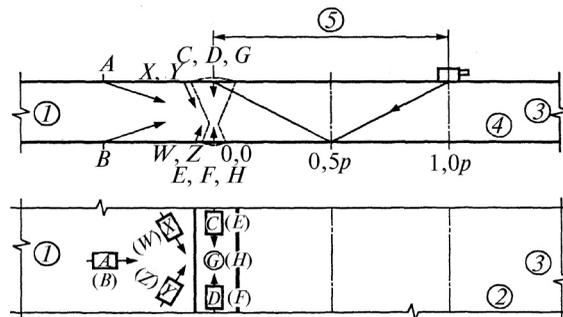


Рис. А.1. Стыковые швы в листах и трубах:

1 — сторона 1; 2 — вид сверху; 3 — сторона 2; 4 — вид сбоку; 5 — ширина зоны сканирования

Если возможно, следует контролировать с двух сторон (1 и 2).

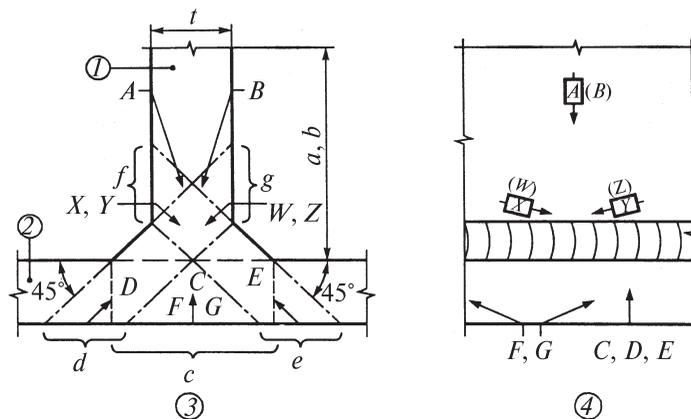


Рис. А.2. Тавровые соединения:

1 — элемент 1; 2 — элемент 2; 3 — вид сзади; 4 — вид сбоку.

Ширина зон сканирования обозначена a, b, c, d, e, f, g

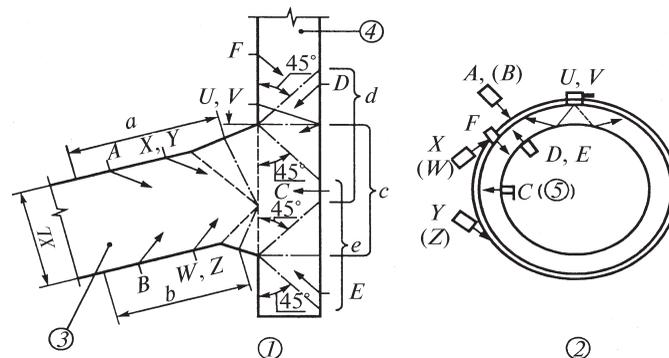


Рис. А.3. Сварное соединение патрубка (насадное):

1 — поперечное сечение; 2 — вид сверху; 3 — элемент 1 — цилиндр/лист; 4 — элемент 2 — патрубок.

Ширина зоны сканирования обозначена буквами a, b, c, d, e

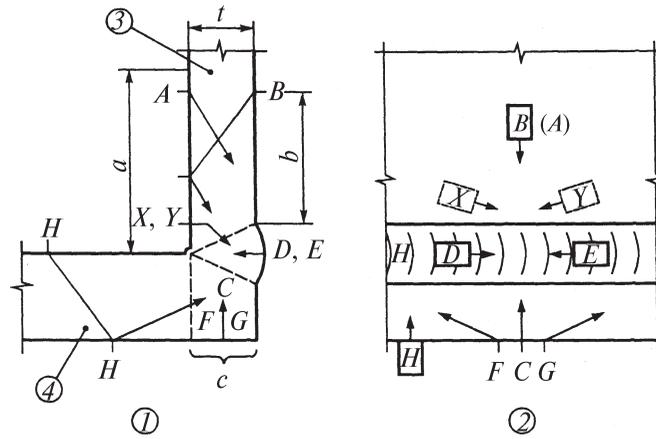


Рис. А.4. Угловое соединение:

1 — поперечное сечение; 2 — вид сзади; 3 — элемент 1; 4 — элемент 2.
 Ширина зоны сканирования обозначена буквами *a, b, c*

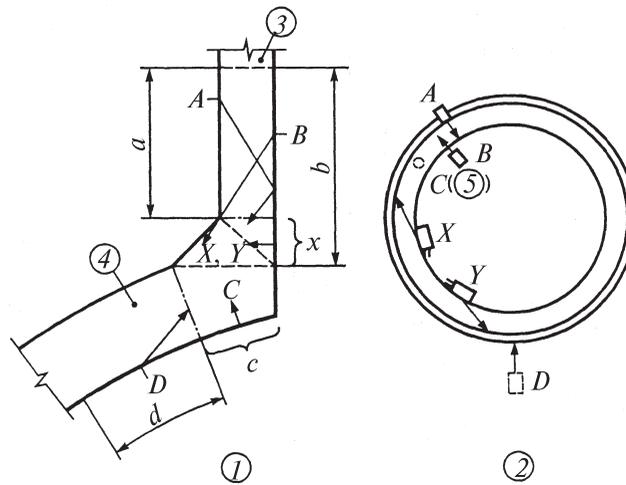


Рис. А.5. Сварное соединение патрубка (насадное):

1 — разрез; 2 — вид сверху; 3 — элемент 1 — патрубок; 4 — элемент 2 — обечайка; 5 — прямой преобразователь.
 Ширина зоны сканирования обозначена буквами *a, b, c, d, x*

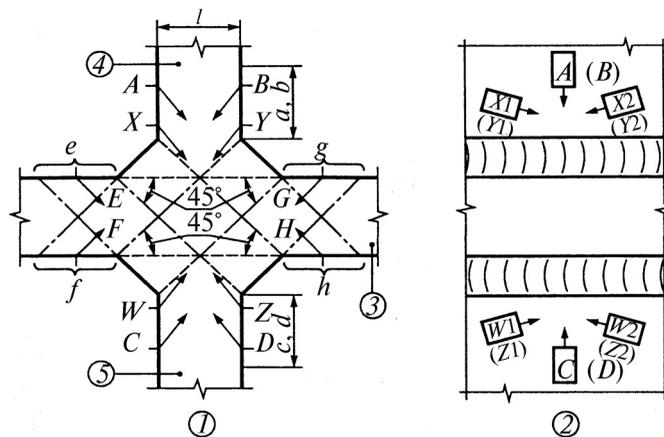


Рис. А.6. Крестообразные соединения:

1 — вид сзади; 2 — вид сбоку; 3 — элемент 1; 4 — элемент 2; 5 — элемент 3.
 Ширина зоны сканирования обозначена буквами *a, b, c, d, e, f, l, g, h*

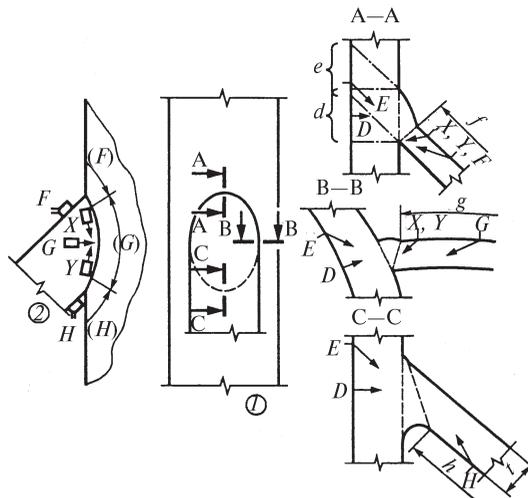


Рис. А.7. Узловые соединения в трубных конструкциях:
 1 — элемент 1 — основная труба; 2 — элемент 2 — отводная труба.
 Ширина зоны сканирования обозначена буквами *d, e, f, g, h*

Таблица А.1

Стыковые соединения в пластинах и трубах

Уровень контроля	Толщина основного материала, мм	Продольные индикации						Поперечные индикации				
		Требуемое количество				Общее количество сканирований	Примечания	Требуемое количество		Общее число сканирований	Примечания	
		углов преобразования	положений преобразователя	ширина зоны сканирования (SZW)	положений преобразователя			углов преобразователя	положений преобразователя			
												L-сканирование
A	$8 \leq t < 15$	1	A или B	1,25p	—	2	1	1	(X и Y) или (W и Z)	2	3	
	$15 \leq t < 40$	1	A или B	1,25p	—	2	1	1	(X и Y) или (W и Z)	4	3	
	$8 \leq t < 15$	1	A или B	1,25p	—	2	5	1	(X и Y) или (W и Z)	4	3	
B	$15 \leq t < 40$	2 ⁶	A или B	1,25p	—	4	2, 5	1	(X и Y) или (W и Z)	4	3	
	$40 \leq t < 60$	2	A или B	1,25p	—	4	2	2	(X и Y) или (W и Z)	8	3	
	$60 \leq t \leq 100$	2	A или B	1,25p	—	4	2	2	(C и D) или (E и F)	4	3, 4	
C	$8 \leq t < 15$	1	A или B	1,25p	G или H	3	4	1	(C и D) или (E и F)	2	4	
	$15 \leq t \leq 40$	2	A или B	1,25p	G или H	5	2, 4	2	(C и D) или (E и F)	8	4	
	> 40	2	A и B	1,25p	G и H	10	2, 4	2	(C и D) или (E и F)	8	4	

¹ Может быть ограничено по соглашению до одного сканирования с одной стороны.
² Дополнительный контроль способом «тандем» по специальному соглашению.
³ Требуется только по специальному соглашению.
⁴ Поверхность последнего слоя сварного шва удовлетворяет требованиям п. 8. Это может потребовать зачистки последнего слоя. Однако для односторонних кольцевых сварных швов только наружный последний слой шва должен быть зачищен.
⁵ Если имеется доступ только с одной стороны, то должны быть использованы два угла ввода.
⁶ В диапазоне $15 < t \leq 25$ достаточно одного угла при условии, что частота ниже 3 МГц.

Таблица А.2

Тавровые соединения

Уровень контроля	Толщина основного материала, мм	Продольные индикации						Поперечные индикации							
		Требуемое количество						Общее количество сканирований	Требуемое количество			Общее число сканирований	Примечания		
		углов преобразователя	положений преобразователя	SZW	положений преобразователя	SZW	L-сканирование		N-сканирование	углов преобразователя	положений преобразователя			SZW	T-сканирование
A	$8 \leq t < 15$	1	A или B	1,25p	C ³	—	1	—	—	—	—			1	
	$15 \leq t < 40$	1	A или B	1,25p	C ³	c	2	—	—	—	—	1			
B	$8 \leq t < 15$	1	A или B	1,25p	C ³	—	2	1	F и G	c	2	2			
	$15 \leq t < 40$	1	A и B	1,25p	C ³	c	3	1	F и G	c	6	2			
		1	(X и Y) или (W и Z)	f+g											
	$40 \leq t \leq 100$	2	A и B	0,75p	C ³	c	5	1	F и G	c	6	2			
1		(X и Y) или (W и Z)	f+g												
C	$8 \leq t < 15$	1	A и B	1,25p	C ³	c	3	2	F и G	c	4	2			
	$15 \leq t < 40$	2	A и B	1,25p	C ³	c	7	1	F и G	c	6	2			
		1	D и E	d+e	1	(X и Y) или (W и Z)		f+g							
	$40 \leq t \leq 100$	2	A и B	0,75p	C ³	c	7	2	F и G	c	12	2			
		1	D и E	d+e	2	(X и Y) или (W и Z)		f+g							
	> 100	3	A и B	0,75p	C ³	c	9	2	F и G	c	12	2			
1		D и E	d+e	2	(X и Y) или (W и Z)	f+g									

¹ Неприменимо.² Должно выполняться только по специальному соглашению.³ Может быть заменено способом «тандем» из уровней А или В, если уровень С невозможен.

Таблица А.3

Сварное соединение патрубка (сквозное)

Уровень контроля	Толщина основного материала, мм	Продольные индикации					Поперечные индикации						
		Требуемое количество					Общее количество сканирований	Требуемое количество			Общее число сканирований	Примечания	
		углов преобразователя	положений преобразователя	SZW	положений преобразователя	SZW		углов преобразователя	положений преобразователя	SZW			T-сканирование
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			12
A	$8 \leq t < 15$	1	A	1,25p	или C	c	1	—	—	—	1		
	$15 \leq t \leq 40$	1	A или F	1,25p	C	c	2	—	—	—	1		
B		$8 \leq t < 15$	1	A или D	1,25p	C	c	2	1	(U и V), или (X и Y), или (W и Z)	2	2	
	1		A или D и E	1,25p	C	c	2 или 3	1	(U и V), или (X и Y), или (W и Z)	2	2		
40 ≤ t < 60	1	A или B	1,25p	C	c	4	1	(X и Y) и (W и Z)	4	2			
		D и E	d+e										

¹ Неприемлемо.² Должны выполняться только по специальному соглашению.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B	$60 \leq t \leq 100$	2	A и B	0,5p	C	c	7	2	(X и Y) и (W и Z)	8	2
		1	D и E	d + e							
C	$8 \leq t < 15$	1	A или B	1,25p	C	c	3	1	(U и V) или (X и Y и W и Z)	2 или 4	2
		1	D или E	d или e							
	$15 \leq t < 40$	2	A или B	0,5p	C	c	5	2	(X и Y) и (W и Z)	8	2
		2	D или E	d или e							
	$t > 40$	2	A и B	0,5p	C	c	9	2	(X и Y) и (W и Z)	8	2
		2	D и E	d + e							

¹ Неприемлемо.

² Должны выполняться только по специальному соглашению.

Таблица А.4

Конструкционные угловые соединения

Уровень контроля	Толщина основного материала, мм	Продольные индикации					Общее количество сканирований	Поперечные индикации				
		Требуемое количество						Требуемое количество			Общее количество сканирований	Примечания
		углов преобразователя	положений преобразователя	SZW	положений преобразователя	SZW		углов преобразователя	положений преобразователя	Общее количество сканирований		
A	$8 \leq t < 15$	1	A или B или H	1,25p	или C	c	1	—	—	—	1	
	$15 \leq t \leq 40$	1	A или B или H	1,25p	C	c	2	—	—	—	1	
B	$8 \leq t < 15$	1	A или B или H	1,25p	или C	c	1	1	(F и G) или (X и Y)	2	2	
	$15 \leq t < 40$	2	A или B или H	1,25p	C	c	3	2	(F и G) или (X и Y)	4	2	
	$40 \leq t \leq 100$	2	(H или A) и B	0,75p	C	c	5	2	D и E	4	2, 3	
C	$8 \leq t < 15$	1	(H или A) и B	1,25p	C	c	3	1	D и E	2	2, 3	
	$15 \leq t < 40$	2	(H или A) и B	1,25p	C	c	5	1	D и E	2	2, 3	
	$40 \leq t \leq 100$	3	(H или A) и B	0,75p	C	c	7	2	D и E	4	2, 3	
	$t > 100$	3	(H или A) и B	0,5p	C	c	7	2	D и E	4	2, 3	

¹ Неприменимо.

² Должны выполняться только по специальному соглашению.

³ Поверхность верхнего слоя сварного шва должна удовлетворять требованиям п. 8. Это может потребовать зачистки верхнего слоя сварного шва.

Таблица А.5

Сварное соединение патрубка (насадное)

Уровень контроля	Толщина основного материала, мм	Продольные индикации					Общее количество сканирований	Поперечные индикации				
		Требуемое количество						Требуемое количество			Общее количество сканирований	Примечания
		углов преобразователя	положений преобразователя	SZW	положений преобразователя	SZW		углов преобразователя	положений преобразователя	Общее количество сканирований		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A	$8 \leq t < 15$	1	A	1,25p	—	—	1	—	—	—	1	
			B	0,5p								
	$15 \leq t \leq 40$	1	A	1,25p	C	c	2	—	—	—	1	
			B	0,5p								

¹ Неприменимо.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B	$8 \leq t < 15$	2	A	1,25p	—	—	2	1	X и Y	2	2,3
			B	0,5p							
	$15 \leq t < 40$	2	A	1,25p	C	c	3	1	X и Y	2	2,3
			B	0,5p							
	$40 \leq t < 60$	2	A	1,25p	C	c	5	2	X и Y	4	2,3
			B или D	0,5p							
	$60 \leq t \leq 100$	2	A	1,25p	C	c	5	2	X и Y	4	2,3
			B или D	0,5p							
C	$8 \leq t < 15$	3	A	1,25p	C	c	4	1	X и Y	2	2,3
			B	0,5p							
	$15 \leq t < 40$	3	A	1,25p	C	c	4	1	X и Y	2	2,3
			B	0,5p							
	$40 \leq t < 60$	3	A	1,25p	C	c	7	2	X и Y	4	2,3
			B	0,5p							
	$60 \leq t \leq 100$	3	A	1,25p	C	c	7	2	X и Y	4	2,3
			B	0,5p							

² Должны выполняться только по особому соглашению.

³ Поверхность верхнего слоя сварного шва должна удовлетворять требованиям п. 8. Это может потребовать зачистки верхнего слоя сварного шва.

Таблица А.6

Крестообразные соединения

Уровень контроля	Толщина основного материала, мм	Продольные индикации					Поперечные индикации					
		Требуемое количество				Общее количество сканирований	Примечания	Требуемое количество			Общее количество сканирований	Примечания
		углов преобразователя	положений преобразователя	SZW	L-сканирование			углов преобразователя	положений преобразователя	T-сканирование		
A	$8 \leq t < 15$	1	(A и C) или (B и D)	1,25p	2	—	—	—	—	1		
	$15 \leq t < 40$	1	A и B и C и D	0,75p	4	3	—	—	—	1		
	$40 \leq t \leq 100$	2	A и B и C и D	0,75p	8	3	—	—	—	1		
B	$8 \leq t < 15$	1	A и B и C и D	1,25p	4	—	1	(X1 и Y1 и W1 и Z1) и (X2 и Y2 и W2 и Z2)	8	2		
	$15 \leq t < 40$	2	A и B и C и B	0,75p	8	3	1	(X1 и Y1 и W1 и Z1) и (X2 и Y2 и W2 и Z2)	8	2		
	$40 \leq t \leq 100$	2	A и B и C и D	0,75p	12	3,4	2	(X1 и Y1 и W1 и Z1) и (X2 и Y2 и W2 и Z2)	16	2		
		1	E и F и G и H	e – h								
C	$40 \leq t \leq 100$	1	E и F и G и H	0,75p	12	—	2	(X1 и Y1 и W1 и Z1) и (X2 и Y2 и W2 и Z2)	16	2		
		2	A и B и C и D								и тандем (A или B) и (C или D)	e – h

¹ Неприменимо.

² Должно выполняться только по специальному соглашению.

³ Если требуется более чувствительный уровень, то должен применяться способ «тандем».

⁴ Но тогда E, F, G и H должны опускаться.

Таблица А.7

Узловые соединения в трубных конструкциях

Уровень контроля	Толщина основного материала, мм	Продольные индикации						Поперечные индикации				
		Требуемое количество						Общее количество сканирований	Требуемое количество			Примечания
		углов преобразователя	положений преобразователя	SZW	положений преобразователя	SZW	положений преобразователя		углов преобразователя	Треб. количество		
										L-сканирование		
А	$8 \leq t < 15$	2	<i>F</i> и <i>G</i> и <i>H</i>	1,25 <i>p</i>	—	—	6	—	—	—	1, 2	
	$15 \leq t < 40$	3	<i>F</i> и <i>G</i> и <i>H</i>	1,25 <i>p</i>	—	—	9	—	—	—	1, 2	
	$40 \leq t \leq 100$	3	<i>F</i> и <i>G</i> и <i>H</i>	1,25 <i>p</i>	—	—	9	—	—	—	1, 2	
В	$8 \leq t < 15$	2	<i>F</i> и <i>G</i> и <i>H</i>	1,25 <i>p</i>	<i>D</i>	<i>d</i>	7	1	<i>X</i> и <i>Y</i>	2	1, 3	
	$15 \leq t < 40$	3	<i>F</i> и <i>G</i> и <i>H</i>	1,25 <i>p</i>	<i>D</i>	<i>d</i>	10	2	<i>X</i> и <i>Y</i>	4	1, 3	
	$40 \leq t \leq 100$	3	<i>F</i> и <i>G</i> и <i>H</i>	1,25 <i>p</i>	<i>D</i>	<i>d</i>	11	2	<i>X</i> и <i>Y</i>	4	1, 3	
		1	<i>E</i>	<i>e</i>								
С	Неприменимо											

¹ Контроль узлового соединения обычно производится по уровню *D*. Требуется специальное соглашение.

² Неприменимо.

³ Если отверстие в детали 1 недоступно (положение преобразователя *D* и *E*), то контроль по уровню 2 неприменим.

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ.
ОБЩИЕ ПРАВИЛА ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ.
УРОВНИ ПРИЕМКИ**

**EN
12062:1997**

В стандарте на основе предварительных данных о качестве, материале, виде сварки, толщине сварных швов и объеме контроля содержатся указания по выбору вида НК и по оценке его результатов с точки зрения качества. Стандарт определяет общие правила и нормы, применяемые при различных видах контроля как с точки зрения методологии, так и уровней приемки. Уровни приемки не являются прямой интерпретацией уровней качества, определенных в стандартах EN 25817 или EN 30042, так как они связаны с общим качеством изготовленных сварных соединений. Указания стандарта относительно уровней приемки при НК скорректированы с уровнями качества, определенными в стандартах EN 25817 и EN 30042 (низкий, средний и высокий), только в общем виде, а не конкретно для каждой индикации дефекта.

Для применения стандарта используются следующие термины и определения (см. рисунок).

<u>Размер индикаций</u>	<u>Уровни контроля</u>	<u>Мероприятие</u>
↑	Уровень приемки (пригодность к использованию)	<u>Отбраковка на ремонт</u>
	Уровень приемки (обеспечение качества)	<u>Отбраковка на ремонт или повторный контроль с учетом критерия пригодности к использованию</u>
	Уровень регистрации	<u>Регистрация индикаций</u>
	Уровень оценки	<u>Оценка индикаций с точки зрения их размеров, типов и других характеристик</u>
		Никакие меры не предпринимаются

Рис. Классификация индикаций дефектов

Уровень контроля — степень точности и выбор параметров, по которым осуществляется контроль. Различные уровни соответствуют различным величинам чувствительности НК и (или) возможности обнаружения дефектов. Выбор уровня контроля обычно связан с требованиями по качеству.

Уровень оценки — уровень контроля, исходя из которого должна быть оценена индикация.

Уровень регистрации — уровень контроля, исходя из которого индикация должна быть зарегистрирована.

Уровень приемки — уровень контроля, нижняя граница которого связана с допустимыми в ОК несплошностями, изъянами и т.п.

Индикация — изображение или сигнал о несплошности в форме, доступной при использовании какого-либо метода НК.

Уровень качества — установленные пределы для дефектов, соответствующие ожидаемому качеству сварных конструкций. Пределы определяются в зависимости от типов дефектов, их количества и их реальных размеров.

Основной материал стандарта представлен в виде системы таблиц 1–8.

Таблица 1

Виды НК, используемые для выявления поверхностных дефектов во всех типах сварных конструкций, включая угловые соединения

Материалы	Вид контроля
Ферромагнитная сталь	VT VT и MT VT и PT VT и (ET)
Аустенитная сталь, алюминий, никель, медь и титан	VT VT и PT VT и (ET)
() означает, что этот вид НК применим с некоторыми ограничениями	

Таблица 2

Виды НК, используемые для выявления внутренних дефектов конструкций, изготовленных сваркой встык, и сварных Т-образных конструкций с полным проплавлением

Материалы и типы конструкций	Толщина, мм ¹		
	$t \leq 8$	$8 < t \leq 40$	$t > 40$
Конструкции, изготовленные сваркой встык, из ферромагнитных сталей	RT или (UT)	RT или UT	UT или (RT)
Сварные Т-образные конструкции из ферромагнитных сталей	(UT) или (RT)	UT или (RT)	UT или (RT)
Конструкции, изготовленные сваркой встык, из аустенитных сталей	RT	RT или (UT)	RT или (UT)
Сварные Т-образные конструкции из аустенитных сталей	(UT) или (RT)	(UT) или (RT)	(UT) или (RT)
Конструкции, изготовленные сваркой встык, из алюминия	RT	RT или UT	RT или UT
Сварные Т-образные конструкции из алюминия	(UT) или (RT)	UT или (RT)	UT или (RT)
Конструкции, изготовленные сваркой встык, из сплавов алюминия и меди	RT	RT или (UT)	RT или (UT)
Сварные Т-образные конструкции из сплавов никеля и меди	(UT) или (RT)	(UT) или (RT)	(UT) или (RT)
Конструкции, изготовленные сваркой встык, из титана	RT	RT или (UT)	
Сварные Т-образные конструкции из титана	(UT) или (RT)	(UT) или (RT)	
() означает, что вид НК применим с определенными ограничениями			

¹ Это номинальная толщина основного свариваемого материала.

Таблица 3

Визуальный контроль (VT)

Уровни качества в соответствии с EN 25817 или EN 30042	Уровни контроля в соответствии с EN 970	Уровни приемки ¹
B	Уровень не указан	B
C	Уровень не указан	C
D	Уровень не указан	D

¹ Уровни приемки для визуального контроля соответствуют уровням качества по EN 25817 или EN 30042.

Таблица 4

Капиллярный контроль (PT)

Уровни качества в соответствии с EN 25817 или EN 30042	Уровни контроля в соответствии с EN 571-1	Уровни приемки в соответствии с pr EN 1289
B	Уровень не указан	2X
C	Уровень не указан	2X
D	Уровень не указан	3X

Таблица 5

Магнитопорошковый контроль (MT)

Уровни качества в соответствии с EN 25817	Уровни контроля в соответствии с pr EN 1290	Уровни приемки в соответствии с pr EN 1291
B	Уровень не указан	2X
C	Уровень не указан	2X
D	Уровень не указан	3X

Таблица 6

Вихретоковый контроль (ET)

Уровни качества в соответствии с EN 25817 или EN 30042	Уровни контроля в соответствии с pr EN 1711	Уровни приемки
B	Уровень не указан	По соглашению между договорными сторонами
C		
D		

Таблица 7

Радиографический контроль (RT)

Уровни качества в соответствии с EN 25817 или EN 30042	Уровни контроля в соответствии с EN 1435	Уровни приемки в соответствии с pr EN 12517
B	B	1
C	B ¹	2
D	A	3

¹ Максимальная поверхность при одной экспозиции должна соответствовать требованиям по классу A EN 1435.

Таблица 8

Ультразвуковой контроль ферромагнитных сталей (UT)

Уровни качества в соответствии с EN 25817 или EN 30042	Уровни контроля в соответствии с EN 1714 ¹	Уровни приемки в соответствии с EN 1712
B	По меньшей мере B	1
C	По меньшей мере A	2
D	Понятие уровня не используется ²	Не используется ²

¹ Если по согласованию сторон требуется характеристика дефекта, то следует применять стандарт pr EN 1713.

² Ультразвуковой контроль не рекомендуется, но он может выполняться по согласованию (тогда следует пользоваться указаниями по уровню качества C).

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ.
РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ.
УРОВНИ ПРИЕМКИ**

**EN
12517:1998**

Настоящий стандарт устанавливает уровни приемки индикаторов несплошностей стыковых сварных швов в стали для радиографического контроля.

Уровни приемки для индикаторных рисунков приведены в таблице. Типы несплошностей даны в соответствии со стандартом EN 25817.

Сокращения в таблице означают:

l — длина несплошности, мм;

s — минимальная толщина стыкового сварного шва, мм;

L — проконтролированная длина сварного шва, мм;

h — высота несплошности, мм;

b — ширина превышения сварного шва, мм.

Уровни приемки для индикаторных рисунков стыковых сварных швов

№	Тип несплошности в соответствии с EN 26520	Уровень приемки 3 ¹	Уровень приемки 2 ¹	Уровень приемки 1 ¹
1	2	3	4	5
1	Трещина (100)	Недопустима	Недопустима	Недопустима
2	Трещина в кратере (104)	Допустима одна на 40 мм сварного шва	Недопустима	Недопустима
3	Пористость и поры (2011, 2013, 2014 и 2017)	$l \leq \min(0,5s; 5 \text{ мм})$ $\Sigma l \leq s$ для $L = \min(12s; 150 \text{ мм})$	$l \leq \min(0,4s; 4 \text{ мм})$ $\Sigma l \leq s$ для $L = \min(12s; 150 \text{ мм})$	$l \leq \min(0,3s; 3 \text{ мм})$ $\Sigma l \leq s$ для $L = \min(12s; 150 \text{ мм})$
4	Канальные поры (2016)	$l \leq \min(0,5s; 4 \text{ мм})$ $\Sigma l \leq s$ для $L = \min(12s; 150 \text{ мм})$	$l \leq \min(0,4s; 3 \text{ мм})$ $\Sigma l \leq s$ для $L = \min(12s; 150 \text{ мм})$	$l \leq \min(0,3s; 2 \text{ мм})$ $\Sigma l \leq s$ для $L = \min(12s; 150 \text{ мм})$
5	Твердые металлические включения (300). Линейные поры (2015)	$l \leq 2s$ и $\Sigma l \leq L/10$	$l \leq s$ и $\Sigma l \leq L/10$	$l \leq \max(0,3s; 6 \text{ мм})$ и $l \leq 25 \text{ мм}$ $\Sigma l \leq s$ для $L = \min(12s; 150 \text{ мм})$
6	Медные включения (3042)	Недопустимы	Недопустимы	Недопустимы

¹ Уровни приемки 3 и 2 можно снабжать значком «X», что означает, что все индикаторные рисунки свыше 25 мм не приемлемы.

1	2	3	4	5
7	Несплавление (401)	Допустимо, но при условии его непрерывности и если оно не выходит на наружную поверхность $l \leq 25$ мм $\Sigma l \leq 25$ мм для $L = \min(12s; 150 \text{ мм})$	Недопустимо	Недопустимо
8	Непровар (402)	$l \leq 25$ мм и $\Sigma l \leq 25$ мм для $L = \min(12s; 150 \text{ мм})$	Допустим, если не выходит на наружную поверхность $l \leq 12$ мм и $\Sigma l \leq 15$ мм для $L = \min(12s; 150 \text{ мм})$	Недопустим
9 ²	Подрез (501)	При плавном переходе $h \leq 1,5$ мм	При плавном переходе $h \leq 1$ мм	При плавном переходе $h \leq 0,5$ мм
10 ²	Чрезмерный провар корня шва (504)	Большая $h \leq \min[5 \text{ мм}; (1 \text{ мм} + 1,2b)]$	Довольно большая $h \leq \min[4 \text{ мм}; (1 \text{ мм} + 0,6b)]$	Хорошо сформирован. Плавный переход к основному материалу $h \leq \min[3 \text{ мм}; (1 \text{ мм} + 0,3b)]$
11 ²	Локальный чрезмерный провар корня шва (5041)	Допустим	Допустимо случайное местное превышение при условии, что переход плавный	
12 ²	Локальное повреждение основного металла и сварочных брызг (601, 602)	Допустимость подгораний зависит от типа основного материала и от вероятности возникновения трещины		
		Допустимость сварочных брызг зависит от типа основного материала		

² Несплошности на наружной поверхности. Уровни приемки те же, что и для визуального контроля. Данные несплошности обычно принимаются или отбраковываются, как при визуальном контроле.

min — означает, что следует брать меньшее из значений, указанных в скобках.

**НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ.
ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ
ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ**

**EN
13018:2001**

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данный европейский стандарт устанавливает общие принципы визуального контроля, как прямого, так и косвенного, когда он применяется для определения соответствия изделия конкретным требованиям (например, по состоянию поверхности детали, по совмещению сопрягающихся поверхностей, по форме детали).

Данный европейский стандарт не применяется для наблюдения за деятельностью, связанной с использованием любого другого разрушающего или неразрушающего метода контроля.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Данный европейский стандарт содержит датированные и недатированные сведения из других публикаций. Эти нормативные ссылки приводятся в соответствующих местах текста и после этого указываются публикации. Для датированных ссылок последующие поправки к этим публикациям или их пересмотры прикладываются к данному европейскому стандарту, только если в нем используются эти поправки или пересмотренные публикации. Для недатированных ссылок прикладывается только последняя их публикация (включая поправки).

EN 473. Квалификация и сертификация персонала неразрушающего контроля — Общие принципы.

EN ISO 8596. Офтальмическая оптика — Проверка остроты зрения — Стандартный опто-тип и его представления (ISO 8596:1994).

pr EN 1330-10:1999. Неразрушающий контроль — Терминология — Часть 10: Термины, используемые при визуальном контроле.

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Для целей данного европейского стандарта используются термины и определения, данные в pr EN 1330-10:1999, совместно со следующими терминами и определениями.

3.1. Прямой визуальный контроль.

Визуальный контроль, при котором световой луч, связывающий глаз и контролируемую область, не прерывается. Глаз — невооруженный или используются, например, зеркало, линза, эндоскоп или волоконная оптика.

3.2. Косвенный визуальный контроль.

Визуальный контроль, при котором световой луч, связывающий глаз и контролируемую область, прерывается. При косвенном визуальном контроле можно использовать фотографию, видеосистемы, автоматические системы и роботов.

4. ВХОДНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА КОНТРОЛЬ

4.1. Должна быть написана инструкция, которая содержит минимальные требования к контролю в соответствии с п. 4.4.

4.2. Если необходимо (например, в соответствии со стандартом, контрактом), то должна быть подготовлена письменная процедура в соответствии с пп. 4.4—4.7. Письменные процедуры могут быть в общей форме применимы без указания подробностей относительно множества изделий или обстоятельств. Тем самым уменьшается общее количество требуемых письменных процедур.

4.3. Копии письменных инструкций и (или) процедур должны быть доступны соответствующему персоналу.

4.4. Как минимум, должны быть учтены следующие факторы:

- a) контролируемый объект, его расположение, доступ к нему и геометрия;
- b) объем контроля;
- c) способ и последовательность выполнения контроля;
- d) состояние поверхности;
- e) подготовка поверхности;
- f) этап изготовления или срок службы на момент выполнения контроля;
- g) требования к персоналу (см. п. 7);
- h) критерии приемки;
- i) освещение (тип, уровень и направление);
- j) оборудование визуального контроля, которое должно использоваться;
- k) документация, оформляемая после контроля (см. п. 9).

4.5. Для проверки процедуры должен быть использован демонстрационный контрольный образец. Этот образец по характеристикам должен быть возможно ближе к контролируемой детали в отношении отражающей способности, текстуры поверхности, контрастного отношения и доступа для контроля. Процедура должна быть продемонстрирована на наименее различимом месте контролируемой области. Этот демонстрационный контрольный образец может быть заменен контрольным узлом детали или утвержденным подходящим эталоном.

4.6. Изменения в оборудовании и в подробностях выполнения контроля, которые не влияют отрицательно на уровни чувствительности, не должны приводить к значительным изменениям в процедуре.

4.7. Регистрация изображения должна производиться так, как определено процедурой.

5. ПРЯМОЙ ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ

5.1. Прямой визуальный контроль обычно может выполняться для локального визуального осмотра, если доступ достаточен для положения глаза до 600 мм от контролируемой поверхности при угле не менее 30° относительно контролируемой поверхности. Для улучшения угла зрения при контроле можно использовать зеркала, а также вспомогательные устройства, такие, как увеличительные линзы, эндоскоп и волоконная оптика.

5.2. При обзорном визуальном контроле прямой визуальный контроль может быть также выполнен при большем расстоянии «глаз—поверхность», чем 600 мм. Должна быть выдержана подходящая дистанция для обзора.

5.3. При контроле конкретная часть, деталь, сосуд или их части при необходимости должны освещаться вспомогательным источником света для получения освещенности не менее 160 люкс для обзорного визуального контроля и не менее 500 люкс для локального визуального контроля.

5.4. При применении освещения в целях достижения максимальной эффективности контроля следует рассматривать необходимость:

- a) использования оптимального направления света по отношению к рассматриваемой точке;
- b) устранения ослепляющего блеска;
- c) оптимизации цветовой температуры источника света;
- d) использования уровня освещения, совместимого с отражательной способностью поверхности.

6. КОСВЕННЫЙ ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ

6.1. При невозможности выполнения прямого визуального контроля можно применять косвенный визуальный контроль. При косвенном визуальном контроле используют такие оптические средства, как эндоскопы и волоконную оптику, сочлененную с камерами или другими подходящими приборами.

6.2. Должна быть подтверждена пригодность системы косвенного визуального контроля для выполнения поставленной задачи.

7. ПЕРСОНАЛ

Персонал, выполняющий контроль в соответствии с данным стандартом, должен быть способным показать, что он:

- a) знаком с необходимыми стандартами, правилами, техническими условиями, оборудованием, процедурами или инструкциями;
- b) знаком с основными используемыми производственными процедурами и (или) с условиями работы деталей, которые необходимо контролировать;
- c) должен иметь удовлетворительное зрение в соответствии со стандартом EN 473. Кроме того, для выполнения обзорного визуального контроля дальнейшее зрение должно проверяться с использованием стандартной оптопары в соответствии со шкалой 0,63 остроты зрения по стандарту EN ISO 8596 по меньшей мере для одного глаза, скорректированного или не скорректированного оптикой. Зрение должно проверяться не реже, чем один раз в 12 месяцев.

8. ОЦЕНКА

Любой визуальный контроль должен оцениваться в терминах конкретных критериев приемки (например, стандарта на изделие, контракта).

9. ДОКУМЕНТАЦИЯ, ОФОРМЛЯЕМАЯ ПОСЛЕ КОНТРОЛЯ

Если требуется, например, стандарт на изделие или контракт, то должен быть составлен письменный отчет о контроле, в котором должны быть указаны:

- a) дата и место контроля;
- b) использованный метод в соответствии с пп. 5 или 6;
- c) критерии приемки и (или) письменная процедура или инструкция;
- d) использованное оборудование и (или) система, включая настройку;
- e) ссылка на заказ клиента;
- f) наименование организации, выполнявшей контроль;
- g) описание и идентификация проконтролированного объекта;
- h) подробное описание обнаруженных дефектов в соответствии с критериями приемки (например, размер, местоположение);
- i) объем контроля;
- j) имя и подпись лица, выполнявшего контроль, и дата;
- k) имя и подпись лица, инспектировавшего контроль, и дата (если требуется);

- l) маркировка проконтролированной детали, если необходимо;
- m) результаты.

Это может быть дополнено ссылкой на письменную процедуру по визуальному контролю и (или) на инструкцию.

10. ЗАПИСИ

Записи должны содержаться в соответствии с требованиями, например, стандарта на изделие или контракта.

Пункты данного европейского стандарта, содержащие существенные требования или другие материалы, аналогичные требованиям Директив Европейского сообщества

Данный европейский стандарт был подготовлен по мандату, выданному Европейскому комитету по стандартизации и Европейской ассоциации свободной торговли, и соответствует основным требованиям или материалам Директивы Европейского сообщества:

Директива 97/23/ЕС Европейского Парламента и Совета от 29 мая 1997 г. по сближению законов государств — членов Сообщества, касающихся оборудования, работающего под давлением.

Соответствие процедуре контроля, описанной в данном стандарте, для изготовителя оборудования, работающего под давлением, означает, что оборудование соответствует следующим существенным требованиям или материалам Директивы.

Таблица ZA.1

**Соответствие европейского стандарта и Директивы по оборудованию,
работающему под давлением**

Пункты/подпункты стандарта EN 13018	Существенные требования или материалы Директивы	Замечания
Все статьи	Приложение 1, подпункты 3.2.1. Окончательный контроль	

**СТАЛЬНЫЕ СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ.
КАЛИБРОВОЧНЫЙ БЛОК № 2
ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ
СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

**EN
27963:1992**

ВВЕДЕНИЕ

Данный калибровочный блок отличается от блока, описанного в стандарте ISO 2400, другими размерами и объемом.

Он намного меньше и поэтому легче, а его геометрия проще. Он предоставляет не так много возможностей, как увеличенный блок, в частности, он непригоден для полной проверки прибора ультразвукового контроля.

Однако простое обращение с ним делает возможным проверять временную развертку и чувствительность прибора ультразвукового контроля при обычном ультразвуковом контроле через определенные промежутки времени. Кроме того, он пригоден для проверки угла ввода и положения точки выхода луча миниатюрных наклонных ультразвуковых преобразователей поперечных волн.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данный стандарт нормирует размеры, сорт стали, а также дает руководящие указания по применению блока № 2 для калибровки приборов ультразвукового контроля сварных швов стали.

2. РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ О ФОРМУЛИРОВКЕ ТРЕБОВАНИЙ

ISO 2400. Сварные соединения стали; эталонные блоки для калибровки приборов ультразвукового контроля.

ISO 2604/4. Стальные изделия деталей, находящихся под давлением; требования по качеству; часть 4: Пластины. (Примечание 1: в настоящее время в проекте — ревизия стандарта ISO 2604/4–75.)

3. РАЗМЕРЫ

Размеры калибровочных блоков приведены в мм на рис. 1.

Допуски равны $\pm 0,1$ мм, за исключением длины черточек выгравированной шкалы. Для них допуск равен $\pm 0,5$ мм.

Примечание 1. Блок большей толщины (см. приложение).

Примечание 2. На рис. 1 Ra означает среднее значение шероховатости. Ra незначительно отличается от Rz; обе величины определены в стандарте ISO 458.

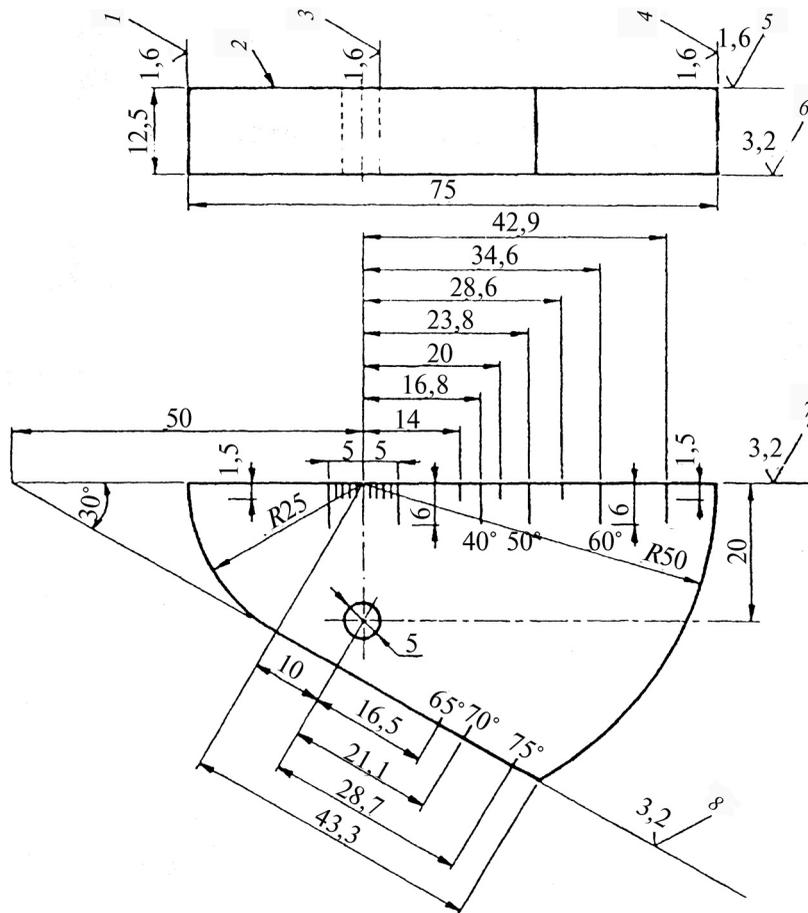


Рис. 1. 1 — шлифованная цилиндрическая поверхность; 2 — отражающая поверхность; 3 — обработанная поверхность отверстия; 4 — шлифованная цилиндрическая поверхность; 5 — шероховатость; 6, 7, 8 — фрезерованная поверхность

4. МАТЕРИАЛ

Калибровочный блок изготавливается из стали состава P18 по ISO 2604/4.

5. ПОДГОТОВКА

Калибровочный блок должен быть изготовлен из однородного материала и не должен иметь дефектов, которые выявляются ультразвуковым контролем (см. приложение).

Для достижения мелкозернистости и достаточной однородности блок должен пройти следующую термообработку до окончательной обработки:

- выдержка — 30 минут при температуре 920 °С с последующим погружением в воду;
- отпуск — 2 часа при 650 °С и охлаждение на воздухе.

После термообработки со всех поверхностей снимается слой не менее 2 мм. После термообработки и перед окончательной обработкой должен быть выполнен ультразвуковой контроль по двум взаимно перпендикулярным направлениям, одно из которых — направление проката.

Все поверхности должны пройти машинную обработку в продольном направлении, за исключением стороны эхо-сигнала, которая должна быть отшлифована.

Для устранения паразитных эффектов глубина маркировки на выгравированной шкале должна быть равна $(0,1 \pm 0,05)$ мм. Длина маркировки должна быть равна 6 мм, а точность нанесения маркировки должна составлять $\pm 0,2$ мм. После окончательной обработки должен быть проведен окончательный ультразвуковой контроль.

6. ПРИМЕНЕНИЕ

6.1. Калибровка временной развертки

Для калибровки временной развертки передние фронты следующих друг за другом эхо-сигналов должны совпадать с соответствующими делениями шкалы на экране прибора.

Длительность пробега импульса зависит от скорости ультразвуковых волн в контролируемом материале.

Для сорта стали, указанного в разделе 4, скорости продольных и поперечных волн равны соответственно (5920 ± 30) м/с и (3255 ± 15) м/с.

6.1.1. Калибровка временной развертки до 250 мм с помощью ультразвукового преобразователя продольных волн

На рис. 2, а, изображено положение ультразвукового преобразователя на калибровочном блоке.

На рис. 2, б, схематически изображен экран для калибровки пути волны в 50 мм.

Примечание. В зависимости от ультразвукового преобразователя и используемой частоты могут возникать затруднения при калибровке пути волны, если он больше десятикратной толщины калибровочного блока.

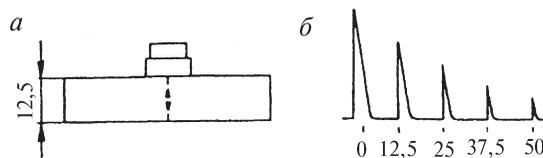


Рис. 2

6.1.2. Калибровка длины пути волны от 100 или 125 мм миниатюрным ультразвуковым преобразователем поперечных волн

Положение миниатюрного ультразвукового преобразователя поперечных волн показано на рис. 3, а, для 125-миллиметрового пути и на рис. 3, б, — для 100-миллиметрового пути. На рис. 3, а, и 3, б, схематически изображены также картины на экране при калибровке обоих путей.

Примечание. Калибровку пути 125 мм проводить раньше калибровки 100 мм, так как развертка при этом более линейна.

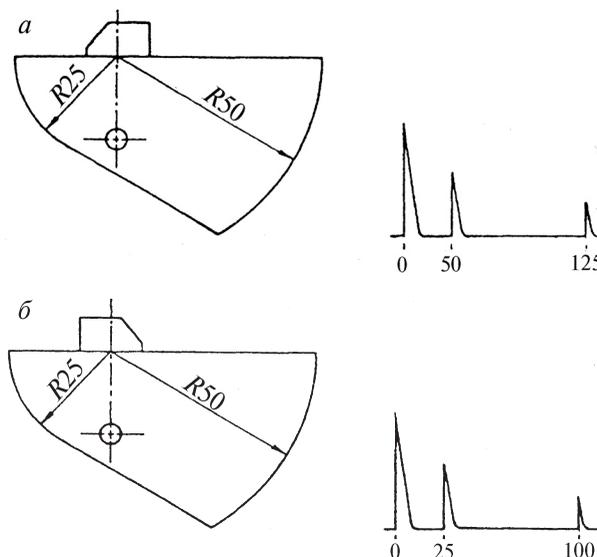


Рис. 3

6.2. Проверка во время неразрушающего контроля

На настройку чувствительности влияют многие факторы (см. приложение).

6.2.1. Ультразвуковые преобразователи продольных волн — настройка чувствительности

Ультразвуковой преобразователь может быть установлен в положение «а» по рис. 4.

Картину на экране с изображением последовательности эхо-сигналов можно считать эталоном для настройки чувствительности.

Можно также использовать отражения от отверстия диаметром 5 мм (см. рис. 4, положение *b*), причем ультразвуковой преобразователь устанавливается так, чтобы амплитуда эхо-сигнала была максимальной.

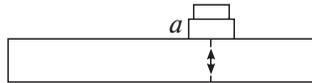


Рис. 4

6.2.2. Миниатюрный ультразвуковой преобразователь поперечных волн

6.2.2.1. Настройка чувствительности

В этом случае также в качестве эталона для настройки чувствительности можно использовать максимальную амплитуду эхо-сигнала от отверстия диаметром 5 мм.

Подобным же образом можно использовать отражения от цилиндрической наружной поверхности радиусом 50 и 25 мм.

В этом случае имеются две возможности:

первая возможность: использовать регулировку усиления. Амплитуда эхо-сигнала от цилиндрической наружной поверхности сначала устанавливается на уровне 80 % высоты экрана и затем устанавливается на требуемую высоту (рис. 5, положение *b*);

вторая возможность: используется последовательность эхо-сигналов от цилиндрической наружной поверхности, не прибегая к калиброванной настройке усиления (рис. 6).

Если требуется проверка ультразвукового преобразователя, то важную роль играет акустический контакт. При сравнении ультразвуковых преобразователей необходимо применять одинаковую контрастную среду.

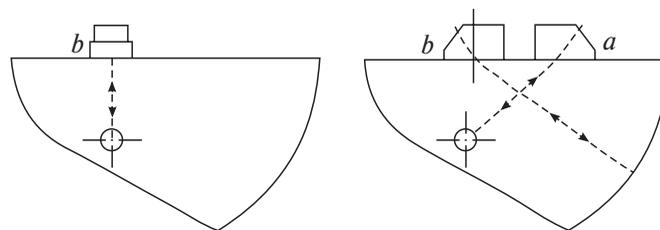


Рис. 5

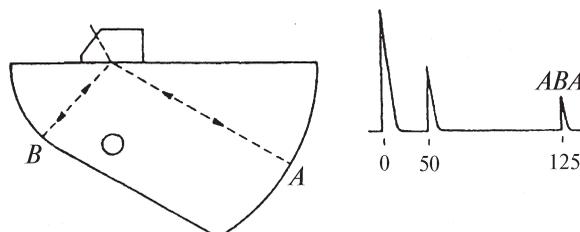


Рис. 6

6.2.2.2. Определение точки выхода луча

Как изображено на рис. 3, а, и 3, б, миниатюрный преобразователь поперечных волн следует перемещать параллельно боковым поверхностям калибровочного блока до тех пор, пока амплитуда эхо-сигнала от цилиндрической наружной поверхности не достигнет максимума.

Тогда точка выхода луча отмечается по положению центра миллиметровой шкалы.

6.2.2.3. Определение угла ввода луча

В этом случае используется эхо-сигнал от отверстия диаметром 5 мм. Как это описано ранее, миниатюрный ультразвуковой преобразователь поперечных волн перемещают параллельно боковым поверхностям калибровочного блока до достижения максимума эхо-сигнала от отверстия диаметром 5 мм.

Угол ввода луча тогда измеряют либо непосредственно по выгравированной шкале калибровочного блока, как показано на рис. 7, либо он интерполируется, если полученная позиция преобразователя не совпадает с одной чертой на шкале.

Изображенные на рис. 7 положения ультразвукового преобразователя позволяют осуществлять проверку угла ввода луча 45-, 60- и 70-градусных преобразователей.

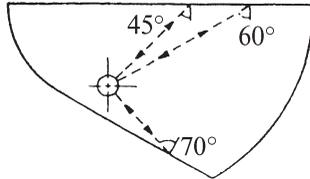


Рис. 7

А.1. Толщина блока для калибровки «неминиатюрных» ультразвуковых преобразователей

Если необходимо, то можно применять более толстый блок, например, толщиной 20 или 25 мм.

А.2. Ультразвуковой контроль материала до и после окончательной обработки

Рекомендуются две проверки ультразвуковым преобразователем продольных волн (вибратор, диаметр 10 мм, частота 6 МГц):

а) если ультразвуковой преобразователь установлен, как показано на рис. 2, а, то амплитуда эхо-сигнала от противоположной поверхности, расположенной не менее чем в 50 мм, должна быть больше общих шумов материала, усиленных не менее чем до 50 дБ;

б) в материале может не наблюдаться эхо-сигнал от дефектного места, если амплитуда общего шума будет выше.

А.3. Факторы, на которые следует обращать внимание при настройке чувствительности:

а) прибор: энергия посылаемого импульса, частота, форма импульса, усиление и т.д.;

б) используемый ультразвуковой преобразователь: тип, размеры, акустический импеданс, демпфирование вибратора, диаграмма в полярных координатах и т.д.;

в) контролируемый материал: форма, ориентация, тип и т.д.

По вопросам приобретения
нормативно-технической
документации
обращаться по тел./факсам:
(095) 265-72-60, 261-70-50
E-mail: ornd@safety.ru

Лицензия ИД № 05178 от 25.06.01
Гигиенический сертификат
№ 77.01.08.950.П.34650.09.9 от 17.09.99

Подписано в печать 00.00.2005. Формат 60×84 1/8.
Гарнитура Times. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Объем 25,5 печ. л.
Заказ № 145.
Тираж 1000 экз.

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Научно-технический центр по безопасности
в промышленности Госгортехнадзора России»
105066, г. Москва, ул. Александра Лукьянова, д. 4, к. 8

Отпечатано в типографии ООО «БЭСТ-принт»
Москва, ул. Щербаковская, д. 53