

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ**

**ГОСТ
ISO 10893-7 –
20**

ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ БЕСШОВНЫЕ И СВАРНЫЕ

Часть 7

Цифровой радиографический контроль сварных швов для обнаружения дефектов

(ISO 10893-7:2019,

Non-destructive testing of steel tubes -- Part 7.

**Digital radiographic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection
of imperfections, IDT)**

Проект, первая редакция

Москва

Стандартинформ

20__

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны», Негосударственным образовательным учреждением дополнительного профессионального образования «Научно-учебный центр «Контроль и диагностика» («НУЦ «Контроль и диагностика») и Открытым акционерным обществом «Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности» (ОАО «РосНИТИ») на основе перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5.

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № _____ от «__» _____ 20__ г.)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004 – 97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004 – 97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от _____ г. № _____ межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 10893-7–201 _____ введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 _____ 201 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 10893-

7:2019 Non-destructive testing of steel tubes – Part 7: Digital radiographic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of imperfections (Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 7. Цифровой радиографический контроль сварных швов для обнаружения дефектов).

Международный стандарт разработан Техническим Комитетом ISO/TC 17 «Сталь», подкомитетом SC 19 «Технические условия поставки для стальных труб для работы под давлением».

Перевод с английского языка (en).

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам приведены в дополнительном приложении ДА.

Степень соответствия – идентичная (IDT)

6 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 10893-7-2016

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Стандартиформ, 201

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения.....	
2 Нормативные ссылки.....	
3 Термины и определения.....	
4 Общие требования	
5 Оборудование	
6 Технология контроля	
7 Качество изображения	
8 Обработка изображения	
9 Классификация индикаций	
10 Критерии приемки	
11 Приемка	
12 Сохранение и визуальное отображение данных	
13 Протокол контроля.....	
Приложение А (справочное) Примеры расположения дефектов	
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных и европейских стандартов межгосударственным стандартам...	
Библиография.....	

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Трубы стальные бесшовные и сварные

Часть 7

**Цифровой радиографический контроль сварных швов для
обнаружения дефектов**

Seamless and welded steel tubes. Part 7. Weld seam digital radiographic testing for the
detection of imperfections

Дата введения – 201__ - __ - __

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к радиографическому контролю рентгеновским излучением продольных или спиральных сварных швов стальных труб, выполненных автоматической дуговой сваркой плавлением, для обнаружения дефектов с применением компьютерной радиографии (CR) или радиографии с применением цифровых детекторных матриц (DDA). Настоящий стандарт определяет уровни приемки и процедуру настройки.

Настоящий стандарт может быть применен для контроля замкнутых полых профилей.

П р и м е ч а н и е – Возможной альтернативой является применение пленочного радиографического контроля в соответствии с ISO 10893-6.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для недатированных ссылок используют последнее издание ссылочного документа, включая все его изменения:

ISO 5576 Контроль неразрушающий. Промышленная радиология с использованием рентгеновских и гамма-лучей. Словарь. (ISO 5576 Non-destructive testing - Industrial X-ray and gamma-ray radiology - Vocabulary)

ISO 9712 Контроль неразрушающий. Квалификация и аттестация персонала (ISO 9712 Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel)

ISO 10893-7 Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 7. Цифровой радиографический контроль шва сварных стальных труб для обнаружения дефектов. (ISO 10893-7 Non-destructive testing of steel tubes - Part 7: Digital radiographic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of imperfections)

ISO 11484 Изделия стальные. Система квалификации работодателя для персонала по неразрушающему контролю (ISO 11484 Steel products - Employer's qualification system for nondestructive testing (NDT) personnel)

ISO 17636-2:2013 Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. Часть 2. Способы рентгено- и гаммаграфического контроля с применением цифровых детекторов (ISO 17636-2:2013 Non-destructive testing of welds - Radiographic testing - Part 2: X- and gamma-ray techniques with digital detectors)

ISO 19232-1 Контроль неразрушающий. Качество изображения на рентгеновских снимках. Часть 1. Определение значения качества изображения с использованием показателей качества изображения проволочного типа (ISO 19232-1 Non-destructive testing - Image quality of radiographs - Part 1: Determination of the image quality value using wire-type image quality indicators)

ISO 19232-2 Контроль неразрушающий. Качество изображения на рентгеновских снимках. Часть 2. Определение значения качества изображения с использованием показателей качества изображения типа шаг/отверстие (ISO 19232-2 Non-destructive testing - Image quality of radiographs - Part 2: Determination of the image quality value using step/hole-type image quality indicators)

ISO 19232-5 Контроль неразрушающий. Качество изображения на рентгеновских снимках. Часть 5. Определение значения нерезкости изображения с использованием показателей качества изображения типа дуплексного провода (ISO 19232-5 Non-destructive testing - Image quality of radiographs - Part 5: Determination of the image unsharpness value using duplex wire-type image quality indicators)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ISO 5576 и ISO 11484, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **труба** (tube): Полый длинный продукт, открытый с обоих концов, любой формы в поперечном сечении.

3.2 **сварная труба** (welded tube): Труба (п.3.1), изготовленная путем формирования полого профиля из плоского продукта и сварки смежных кромок вместе, которая после сварки может быть дополнительно обработана (горячим или холодным способом) до ее окончательных размеров.

3.3 **изготовитель** (manufacturer): Организация, которая изготавливает продукцию согласно соответствующему стандарту и заявляет соответствие поставленной продукции всем действующим положениям соответствующего стандарта.

3.4 **соглашение** (agreement): Контрактные отношения между изготовителем (п.3.3) и заказчиком в момент запроса и заказа.

3.5 **отношение сигнал - шум** (signal-to-noise ratio):

SNR

S/N

Отношение среднего значения линеаризованных значений градации серого к стандартному отклонению линеаризованных градаций серого (шум) в области цифрового изображения, представляющей интерес.

[ISO 17636-2:2013, 3.10, определение изменено — Добавлены символы S/N.]

3.6 базовое пространственное разрешение цифрового детектора Rbsdetecter (basic spatial resolution of a digital detector): Соответствует половине измеренной на детекторе нерезкости цифрового изображения и эффективному размеру пикселя и характеризует наименьший размер объекта, который может быть разрешен (отображен) с помощью цифрового детектора при коэффициенте увеличения, равном единице.

Примечание 1 – Для этого измерения IQI двухпроводочного типа располагается непосредственно на цифровом детекторе или запоминающей пластине.

Примечание 2 – Процедура измерения нерезкости описана в ISO 19232-5, а также ASTM E2736 и ASTM E1000.

[ISO 17636-2:2013, 3.8, определение изменено — Изменено обозначение SRbdetecter.]

3.7 образец – индикатор качества (representative quality indicator) :

RQI

реальная деталь или изготовленная со схожей геометрией из радиологически подобного материала, которая обладает известными характеристиками, представляющими интересующие особенности, для которых исследуются приобретаемые детали

[Источник ASTM E1817:2008]

3.8 система с матричным цифровым детектором; DDA-система (digital detector array system): Электронное устройство, преобразующее ионизирующее или проникающее излучение в массив отдельных аналоговых сигналов, который позднее оцифровывается и передается на компьютер для отображения как цифрового изображения, соответствующего распределению радиационной энергии, переданной на приемную поверхность устройства.

[Источник ISO 17636-2:2013, 3.3]

4 Общие требования

4.1 Если спецификация на продукцию или соглашение между заказчиком и изготовителем не оговаривают иное, то радиографический контроль должен проводиться на трубах после завершения всех основных технологических

операций производства (прокатки, термической обработки, холодной и горячей деформации, обработки в размер, предварительной правки и т.п.).

4.2 Контроль должен проводиться только подготовленными операторами, сертифицированными (например, в соответствии с ISO 9712) или квалифицированными (например, в соответствии с ISO 11484, ASNT SNT-TC-1A) и под руководством компетентного персонала, назначенного изготовителем (заводом-изготовителем). В случае инспекции третьей стороной это должно быть согласовано между заказчиком и изготовителем.

Контроль должен проводиться в соответствии с письменной процедурой утвержденной работодателем. Процедура неразрушающего контроля должна быть согласована специалистом 3 уровня и лично утверждена работодателем.

Примечание – Определение уровней 1, 2 и 3 смотреть в соответствующих международных стандартах, например в ISO 9712 и ISO 11484.

4.3 Трубы должны быть достаточно прямыми, чтобы обеспечить возможность проведения контроля. Поверхность сварного шва и примыкающего основного металла должна быть свободна от посторонних веществ и неровностей, которые могут повлиять на правильную интерпретацию радиографических снимков.

Допускается шлифовка поверхности для достижения приемлемого качества поверхности.

4.4 При удалении усиления сварного шва, маркировочные знаки (обычно в виде свинцовых стрелок) должны быть расположены на каждом участке шва таким образом, чтобы можно было идентифицировать его положение на радиографическом изображении. В качестве альтернативы для определения положения сварного шва может использоваться интегрированная система автоматического позиционирования.

4.5 Символы для идентификации, обычно в виде свинцовых букв, должны быть помещены на каждом участке радиограммы так, чтобы изображения данных символов появились на каждой радиограмме, чтобы гарантировать

однозначную идентификацию участка. В качестве альтернативы, для определения положения каждой радиограммы вдоль сварного шва может использоваться интегрированная система автоматического позиционирования.

4.6 Маркировочные знаки должны быть отображены на записанных рентгенографических изображениях, чтобы обеспечить опорные точки для точной идентификации положения каждой рентгенограммы. В качестве альтернативы, автоматически определенное положение радиограммы может быть отображено на экране просмотра цифрового изображения программным обеспечением для точного определения положения.

4.7 Когда размер применяемого детектора меньше длины сварного шва, труба или детектор должны перейти в режим пуск-остановка, и цифровые рентгенограммы должны быть получены, когда труба не движется.

ВНИМАНИЕ - Облучение любой части тела человека рентгеновским или гамма-излучением может быть чрезвычайно опасным для здоровья. В случае использования рентгеновского оборудования или источников гамма-излучения необходимо соблюдать соответствующие меры безопасности.

При использовании ионизирующего излучения необходимо строго соблюдать местные, национальные или международные правила безопасности.

5 Оборудование

В качестве альтернативы радиографической пленке могут быть использованы следующие способы формирования цифрового изображения:

- a) компьютерная радиография (CR) с применением запоминающих пластин (например, по EN 14784-1 и EN 14784-2);
- b) радиография с применением цифровых детекторных матриц (DDA (например, по ASTM E2597-07 и ASTM E2698);
- c) цифровая радиоскопия с формированием изображения (например, по EN 13068-1, EN 13068-2 и EN 13068-3).

6 Технология контроля

6.1 Сварной шов должен быть проконтролирован с помощью цифрового радиографического контроля в соответствии с разделом 5, перечисления а)-с).

6.2 В соответствии с ISO 17636-2 должно быть установлено два класса качества изображений:

- класс А: метод радиографического контроля со стандартной чувствительностью;
- класс В: метод радиографического контроля с улучшенной чувствительностью.

Примечание – Для большинства изделий достаточно использование изображения класса качества А. Изображения класса качества В предназначены для применения в том случае, когда улучшенная чувствительность требуется для выявления всех обнаруживаемых дефектов.

Требуемый класс качества изображения должен быть установлен в соответствующей спецификации на продукцию.

6.3 Цифровое изображение должно соответствовать классу качества А или В.

6.4 Центральная ось пучка излучения должна быть направлена в центр участка контролируемого сварного шва перпендикулярно к поверхности трубы в данной точке.

6.5 Длина исследуемого за одну экспозицию участка должна быть такова, чтобы разница в просвечиваемых толщинах на концах информативного участка детектора не превышала просвечиваемой толщины в его центре более чем на 10% для изображений класса качества В и более чем на 20% - для изображений класса качества А, при условии, что соблюдены требования, установленные в 6.9 и разделе 7.

6.6 Следует использовать способ просвечивания через одну стенку. Если такой способ невозможно применить по геометрическим соображениям, по соглашению между изготовителем и заказчиком допускается использование

способа просвечивания через две стенки, если при этом может быть достигнута требуемая чувствительность.

6.7 Если не применяется способ с геометрическим увеличением (см. п. 6.8), зазор между детектором и поверхностью сварного шва должен быть минимальным.

Минимальное значение расстояния f от источника радиационного излучения до объекта контроля должно быть выбрано таким образом, чтобы отношение данного расстояния к эффективному размеру фокусного пятна d , т.е. f/d , соответствовало значениям, заданным следующими формулами:

- для изображений класса качества А:

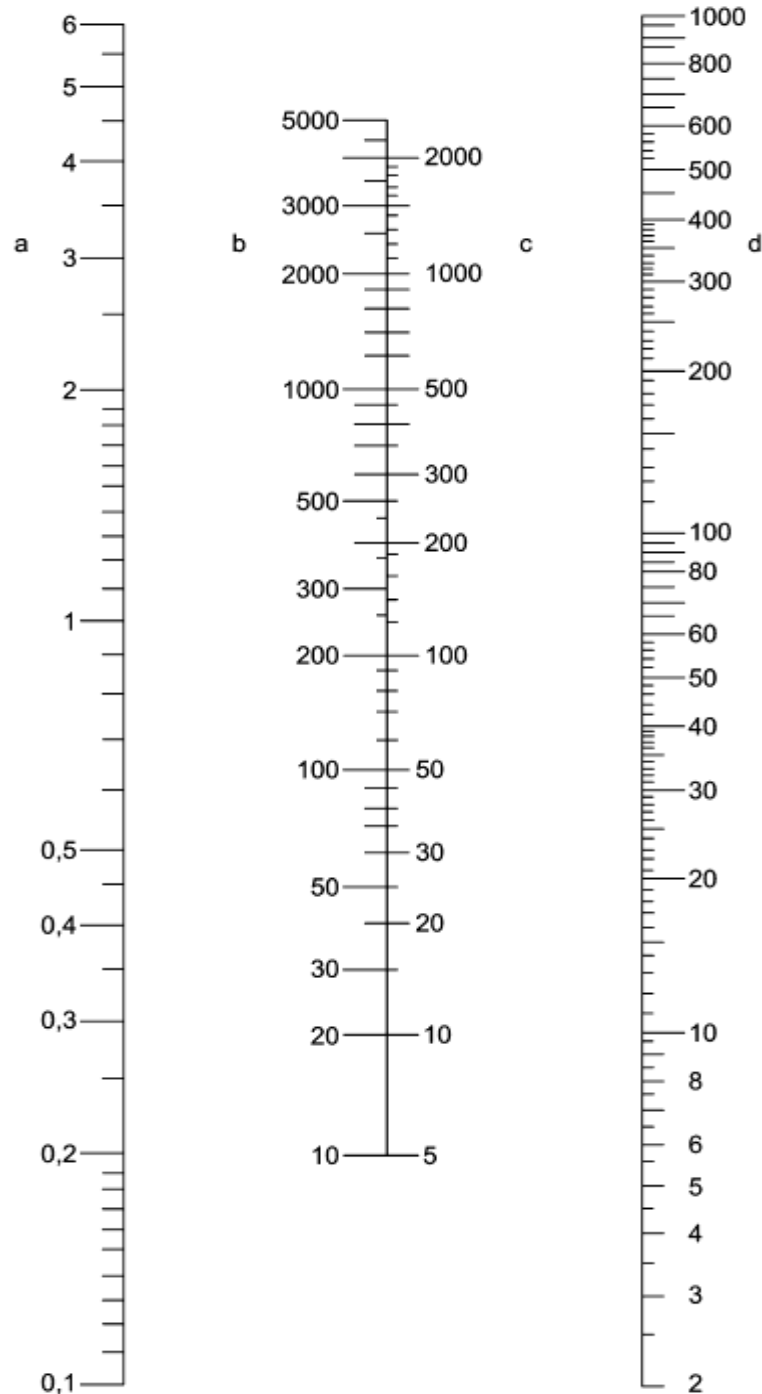
$$\frac{f}{d} \geq 7,5b^{2/3}, \quad (1)$$

- для изображений класса качества В:

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

где b - расстояние между поверхностью сварного шва со стороны источника излучения и чувствительной поверхностью детектора, мм.

П р и м е ч а н и е – Графически данная зависимость представлена на рисунке 1.



a - Эффективный размер фокусного пятна, d, мм.

b - Минимальное расстояние от источника до сварного шва f для класса качества В, мм.

c - Минимальное расстояние от источника до сварного шва f для класса качества А, мм.

d - Расстояние между поверхностью сварного шва со стороны источника излучения и чувствительной поверхностью детектора b, мм.

Рисунок 1 - Номограмма для определения минимального расстояния от источника до сварного шва f по отношению к расстоянию от поверхности сварного шва со стороны источника излучения до пленки b и эффективному размеру фокусного пятна d

6.8 Препятствием в применении DDA-систем является большой размер (более 50 мкм) элемента матрицы в сравнении с малым размером зерна пленки (что дает пленке очень высокую пространственную разрешающую способность).

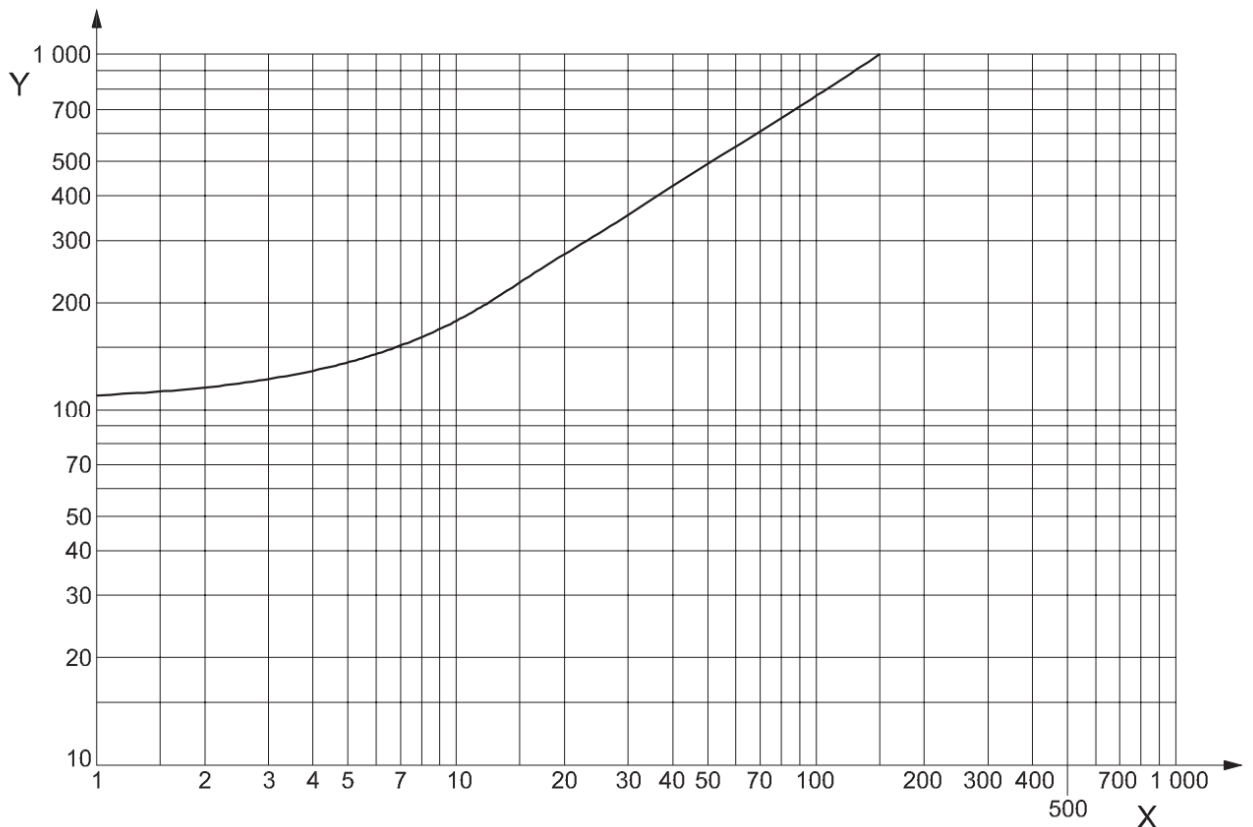
Поэтому, может быть невозможно достичь необходимого геометрического разрешения с установками (настройками), типичными для пленочной радиографии. Эти трудности могут быть преодолены использованием геометрического увеличения для достижения требуемого геометрического разрешения или используя принцип компенсации (увеличение отношения сигнал-шум (SNR) изображения), описанный в 7.1. Разрешаются любые комбинации этих мер.

Для получения дополнительной информации о пространственном разрешении см. ISO 17636-2: 2013, 7.7.

6.9 Условия экспозиции, включая напряжение на рентгеновской трубке, должны быть таковы, чтобы соответствовать требованиям к индикаторам качества изображения (IQI), указанным в разделе 7. Контрастность и яркость изображения должны быть отрегулированы как требуется для просмотра цифровых изображений.

6.10 Для поддержания достаточной чувствительности, напряжение рентгеновской трубки должно быть как можно ниже, а S/NN цифрового изображения как можно выше. Рекомендуемое максимальное значение напряжения на рентгеновской трубке в зависимости от просвечиваемой толщины приведена на рисунке 2. Эти максимальные значения являются наилучшими для пленочной радиографии.

После точной калибровки DDA может обеспечить достаточное качество изображения при значительно более высоких напряжениях, чем показано на рисунке 2.

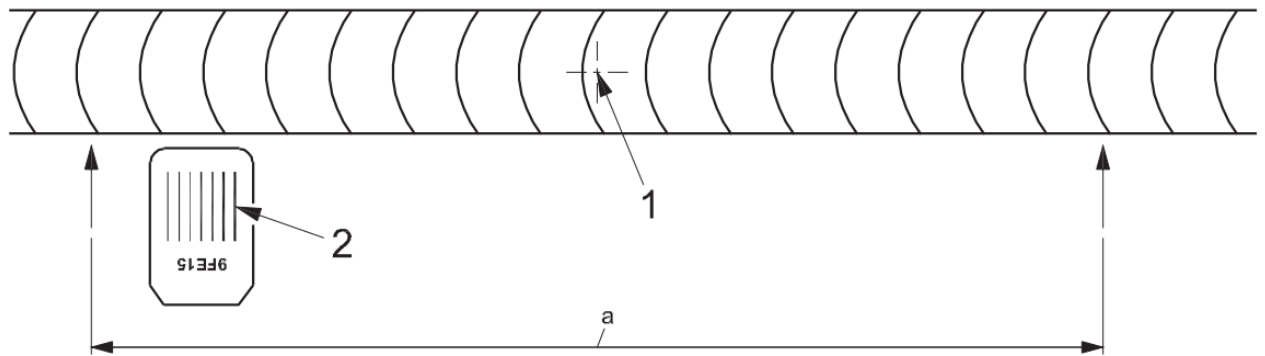


X - просвечиваемая толщина, мм; Y - напряжение рентгеновской трубки, кВ

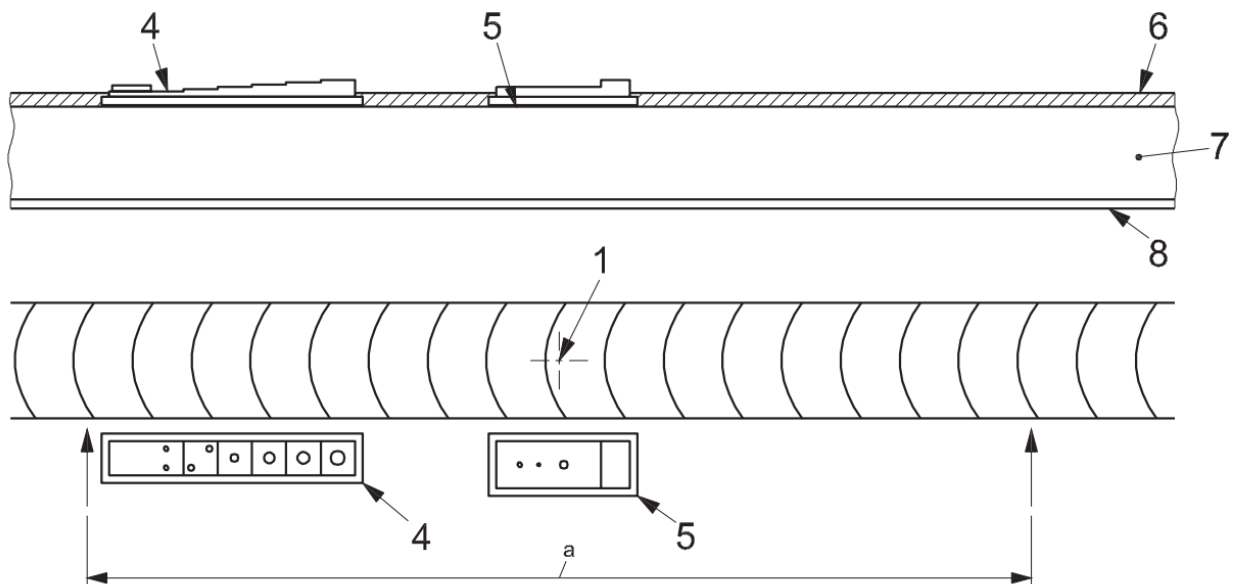
Рисунок 2 - Максимальное напряжение рентгеновской трубки для рентгеновских аппаратов мощностью до 1000 кВ как функция от просвечиваемой толщины

7 Качество изображения

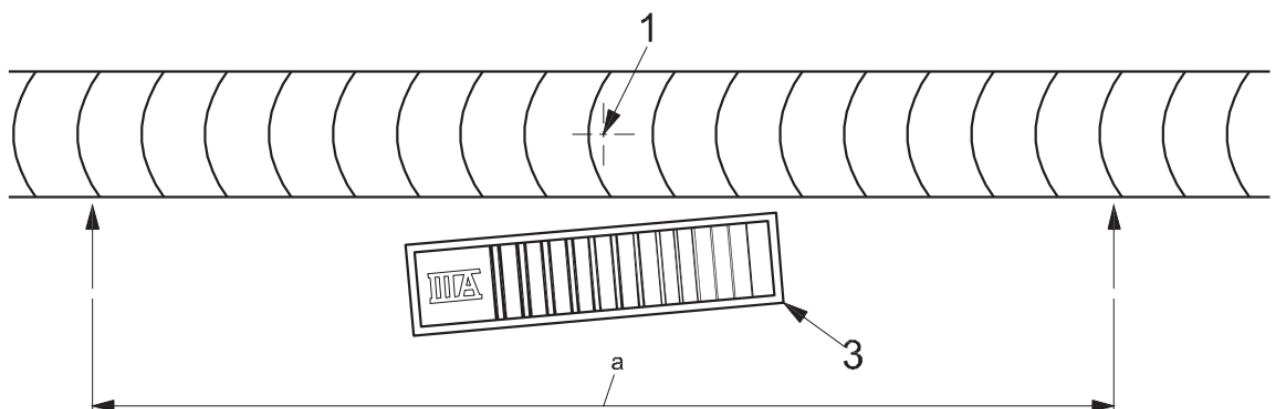
7.1 Качество изображения следует определять при помощи индикаторов качества изображения (IQI) одного из типов, установленных в ИСО 19232-1, ИСО 19232-2 и ИСО 19232-5, по согласованию между заказчиком и изготовителем. Соответствующий IQI следует поместить на поверхность сварного шва со стороны источника излучения, на основном металле, прилегающем к сварному шву (см. рисунки 3 и 4).



а – IQI проволочного типа



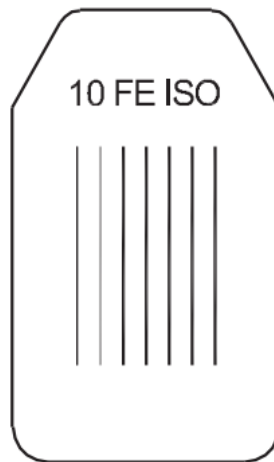
б – IQI ступенчатый с отверстиями и IQI с отверстиями



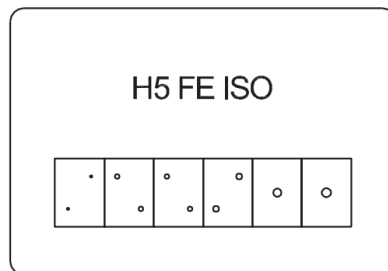
с – IQI двухпроволочного типа – При использовании IQI проволочного типа или ступенчатого с отверстиями

1 - центральная ось луча; 2 - проволочный тип IQI, самая тонкая проволока наиболее удалена от центральной оси луча; 3 - двухпроволочный тип IQI повернут приблизительно на 5°; 4 - IQI ступенчатого с отверстиями типа, самая тонкая ступенька наиболее удалена от центральной оси луча; 5 - IQI с отверстиями и компенсатором (прокладкой) при необходимости; 6 - наружное усиление сварного шва; 7 - стенка трубы; 8 - внутреннее усиление сварного шва; а - зафиксированная длина сварного шва (DDA) или длина пластины изображения (CR)

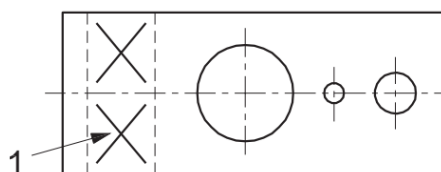
Рисунок 3 - Расположение IQI (основные требования)



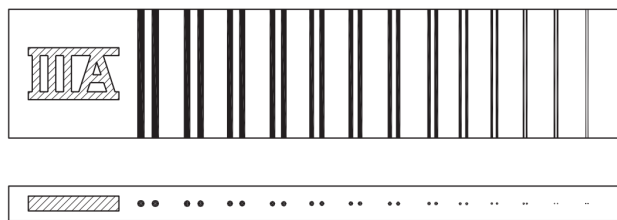
а – IQI проволочного типа



б – IQI ступенчатого с отверстием типа



с – IQI с отверстиями типа



d – IQI двухпроволочного типа

Рисунок 4 - Типы индикаторов качества изображения (IQI)

Если нет доступа к поверхности сварного шва со стороны источника излучения, IQI может располагаться со стороны детектора. В этом случае рядом с IQI следует поместить литеру "F", и это изменение в процедуре должно быть зафиксировано в протоколе контроля.

Расположение IQI со стороны детектора обычно дает возможность увидеть на изображении на одну - две проволоки или отверстия больше, чем в случае размещения того же IQI со стороны источника излучения. Заказчик может потребовать проведения сравнительных испытаний на образце трубы с расположением IQI со стороны источника излучения и со стороны детектора, более подробная информация приведена в п. 6.7 ISO 17636-2:2013.

Если контролируемые трубы имеют одинаковые размеры и требования заказа, достаточно использовать IQI каждые 4 ч или дважды в смену для проверки чувствительности изображения. При проведении проверки чувствительности IQI всегда должен находиться со стороны источника излучения.

Параметры, используемые при пробных экспозициях (настройка рентгеновского источника, детектора и их размещение), не должны изменяться для последующих изображений, полученных при IQI, расположенном со стороны детектора. Для стационарных систем и процессов, таких как автоматизированные системы контроля с использованием DDA, достаточно подтверждать качество изображения раз в смену, при условии, что размеры труб, материал труб и параметры контроля остаются неизменными. В этом случае

проверка качества изображения должна быть выполнена с IQI, расположенным только со стороны источника излучения.

Нерезкость изображения U_g должна быть измерена с использованием IQI двухпроволочного типа в соответствии с ИСО 19232-5.

Значением показания нерезкости U_g для IQI двухпроволочного типа является наименьший номер пары проволок (наибольший диаметр проволоки) дающей отношение глубины впадины (dip) к высоте двойного пика на профиле распределения значений градаций серого менее 20%, измеренного с на поперечном участке пар проволок на цифровом изображении.

IQI двухпроволочного типа должен быть расположен под углом приблизительно 5° относительно ориентации пикселя для того, чтобы избежать эффекта наложения.

7.2 Базовое пространственное разрешение детектора R_{bs} определяемое конструкцией и программными параметрами должна определяться при расположении IQI двухпроволочного типа непосредственно перед детектором. В этом случае R_{bs} определяют по следующей формуле.

$$R_{bs}^{detector} = 0,5 U_g \quad (3)$$

Принцип компенсации:

Если чувствительность IQI по таблицам 1 и 2 (IQI проволочного типа, с отверстием или двухпроволочного типа) не может быть достигнута применяемой детекторной системой, улучшением видимости одной проволоки может быть скомпенсировано высокое значение нерезкости. Эта компенсация должна быть ограничена максимум тремя значениями по IQI.

Пример - Для толщины стенки трубы 10 мм, класс качества В, необходимо применять IQI проволочного типа W14 и двухпроволочного типа D11. Если D11 не может быть достигнуто, то возможна компенсация: при снижении на два значения с D11 до D9, происходит повышение на два значения с W14 до W16.

Контрастная чувствительность цифровых детекторов зависит от времени экспозиции и тока трубки, мА, соответствующему заданному расстоянию и

напряжению на трубке используемой для получения радиографических изображений, поэтому увеличение видимости на одну проволоку может быть достигнуто за счет увеличения времени экспозиции и регулировки тока, мА.

7.3 Оба класса качества изображения определены в таблицах 1 и 2. Минимальное нормализованное отношение сигнал-шум (S/N_{norm}) на основном металле должно составлять более 70 для класса качества А и более 100 - для класса качества В. Нормализованное отношение сигнал-шум (S/N_{norm}) должно быть рассчитано по измеренному на основном металле, примыкающему к сварному шву, отношению сигнал-шум (S/N) и базовому пространственному разрешению детекторной системы:

$$S/N_{norm} = S/N \times 88,6 \text{ мкм} / R_{bs}^{detector} \quad (4)$$

П р и м е ч а н и е – Более подробное описание отношения сигнал-шум (SNR) представлено в EN 14784-1, ASTM E2446-05 или ASTM E2597-07. Значения IQI для больших толщин стенок представлены в ISO 17636-2.

7.4 Для способа просвечивания через две стенки, значение класса качества изображения принимается как для соответствующей удвоенной установленной толщины стенки.

7.5 Там, где возможно, работоспособность цифровой системы должна определяться с использованием образцов - индикаторов качества (RQIs). RQIs должны быть изготовлены из материала с тем же коэффициентом ослабления и того же размера, что и контролируемые трубы. Рекомендуется использовать RQI для того, чтобы гарантировать, что цифровая настройки способны соответствовать техническим требованиям инспекции.

7.6 В таблицах 1 и 2 определены два класса качества изображения.

Таблица 1 - Просвечивание через одну стенку - Класс качества А

Размеры в миллиметрах

Установлен- ная толщина стенки T	Номер проволоки, диаметр	Установ- ленная толщина стенки T	Номер отверстия, диаметр	Установ- ленная толщина стенки T	IQI двухпроволочного типа ^{a, b}	
					Нерезкость U_g	Диаметр проволоки ^c и расстояние
$T \leq 1,2$	W18 0,063	$T \leq 2$	H3 0,20	$T \leq 2$	D11 0,16	0,080
$1,2 < T \leq 2$	W17 0,08	$2 < T \leq 3,5$	H4 0,25	$2 < T \leq 5$	D10 0,20	0,100
$2 < T \leq 3,5$	W16 0,10	$3,5 < T \leq 6$	H5 0,32	$5 < T \leq 10$	D9 0,26	0,130
$3,5 < T \leq 5$	W15 0,13	$6 < T \leq 10$	H6 0,40	$10 < T \leq 25$	D8 0,32	0,160
$5 < T \leq 7$	W14 0,16	$10 < T \leq 15$	H7 0,50	$25 < T \leq 55$	D7 0,40	0,200
$7 < T \leq 10$	W13 0,20	$15 < T \leq 24$	H8 0,64	$55 < T$	D6 0,50	0,250
$10 < T \leq 15$	W12 0,25	$24 < T \leq 30$	H9 0,80			
$15 < T \leq 25$	W11 0,32	$30 < T \leq 40$	H10 1,00			
$25 < T \leq 32$	W10 0,40	$40 < T \leq 60$	H11 1,25			
$32 < T \leq 40$	W9 0,50	$60 < T$	H12 1,60			
$40 < T \leq 55$	W8 0,63					
$55 < T$	W7 0,80					

^a Рекомендуется использовать IQI двухпроволочного типа совместно с IQI проволочного типа или

ступенчатого с отверстиями типа.

^b IQI двухпроволочного типа рекомендуется исследовать с помощью профильной функции: При просвечивании рекомендуется выявлять пару наименьшего диаметра имеющего отношение глубины впадины (dip) к высоте двойного пика на профиле распределения значений градаций серого менее 20%

^c Базовое пространственное разрешение, определенное с помощью двухпроволочного IQI, расположенного на объекте со стороны источника в соответствии с Приложением С ISO 17636-2:2013.

Таблица 2 - Просвечивание через одну стенку - Класс качества В

Размеры в миллиметрах

Установлен- ная толщина стенки T	Номер проволоки, диаметр	Установ- ленная толщина стенки T	Номер отверстия, диаметр	Установ- ленная толщина стенки T	IQI двухпроволочного типа ^{a, b}	
					Нерезкость U_g	Диаметр проволоки ^c и расстояние
$T \leq 1,5$	W19 0,05	$T \leq 2,5$	H2 0,16	$T \leq 1,5$	D13+ Менее 0,10	Менее 0,05
$1,5 < T \leq 2,5$	W18 0,063	$2,5 < T \leq 4$	H3 0,20	$1,5 < T \leq 4$	D13 0,10	0,05
$2,5 < T \leq 4$	W17 0,08	$4 < T \leq 8$	H4 0,25	$4 < T \leq 8$	D12 0,13	0,065
$4 < T \leq 6$	W16 0,10	$8 < T \leq 12$	H5 0,32	$8 < T \leq 12$	D11 0,16	0,080
$6 < T \leq 8$	W15 0,13	$12 < T \leq 20$	H6 0,40	$12 < T \leq 40$	D10 0,20	0,100
$8 < T \leq 12$	W14 0,16	$20 < T \leq 30$	H7 0,50	$40 < T$	D9 0,26	0,130
$12 < T \leq 20$	W13 0,20	$30 < T \leq 40$	H8 0,64			
$20 < T \leq 30$	W12 0,25	$40 < T \leq 60$	H9 0,80			
$30 < T \leq 35$	W11 0,32	$60 < T$	H10 1,00			
$35 < T \leq 45$	W10 0,40					

45 < T ≤ 65	W9 0,50					
65 < T	W8 0,63					
<p>Примечание - "D13+" достигается, если разрешение (отчетливо видны) пары проволок D13, для которой отношение глубины впадины к высоте пиков на профиле распределения значений градаций серого больше, чем 20%.</p> <p>^a Рекомендуется использовать IQI двухпроволочного типа совместно с IQI проволочного типа или ступенчатого с отверстиями типа.</p> <p>^b IQI двухпроволочного типа рекомендуется исследовать с помощью профильной функции: При просвечивании рекомендуется выявлять пару наименьшего диаметра имеющего отношение глубины впадины (dip) к высоте двойного пика на профиле распределения значений градаций серого менее 20%</p> <p>^c Базовое пространственное разрешение, определенное с помощью двухпроволочного IQI, расположенного на объекте со стороны источника в соответствии с Приложением С ISO 17636-2:2013.</p>						

8 Обработка изображения

8.1 Цифровые данные радиографии с детектора должны быть оценены пропорционально дозе облучения. Это должно быть предварительным условием для правильного измерения SNR для оценки качества изображения. Для наилучшего воспроизведения изображения должны быть совместно отрегулированы контрастность и яркость. Дополнительно для обработки изображения и оценки в программное обеспечение могут быть интегрированы функции фильтрации, построения графиков и определения SNR.

Для достижения требуемого SNR, должна быть выполнена калибровка DDA в соответствии с ISO 17636-2.

Примечание: Инструмент определения SNR - это специальная программная процедура для измерения сигнала и шума в интересующей области линеаризованных данных изображения (см. ISO 17636-2).

8.2 Дополнительно применяемые средства обработки изображений сохраненных исходных данных (например, высокочастотная фильтрация изображения) должны документироваться, быть воспроизводимыми и согласованы между изготовителем и заказчиком. Контроля надежности или качества процесса обработки изображения может проводиться в соответствии с ISO 11699-2 или иными правилами. Радиограммы не должны содержать

дефектов, вызванных обработкой, или каких-либо еще дефектов, которые могут затруднить расшифровку.

9 Классификация индикаций

9.1 Все индикации, обнаруженные на радиограмме, следует классифицировать как несовершенства или дефекты сварного шва, как описано в 9.2 и 9.3.

9.2 Несовершенствами сварного шва считают несплошности в сварном шве, обнаруженные радиографическим контролем в соответствии с настоящим стандартом. Несплошности с размерами и (или) плотностью скопления, не превышающими соответствующие критерии приемки, считают несущественными для предполагаемого практического применения труб.

9.3 Дефектами сварного шва считают несплошности с размерами и (или) плотностью скопления, превышающими соответствующие критерии приемки. Считается, что дефекты неблагоприятно влияют или ограничивают применение труб.

9 Классификация индикаций

9.1 Все индикации, обнаруженные на радиограмме, следует классифицировать как несовершенства или дефекты сварного шва, как описано в 9.2 и 9.3.

9.2 Несовершенствами сварного шва считают несплошности в сварном шве, обнаруженные радиографическим контролем в соответствии с настоящим стандартом. Несплошности с размерами и (или) плотностью скопления, не превышающими соответствующие критерии приемки, считают несущественными для предполагаемого практического применения труб.

9.3 Дефектами сварного шва считают несплошности с размерами и (или) плотностью скопления, превышающими соответствующие критерии приемки. Считается, что дефекты неблагоприятно влияют или ограничивают применение труб.

10 Критерии приемки

10.1 Критерии приемки применимы к радиографическому контролю сварных швов и установлены в 10.2-10.6, если альтернативные требования не установлены в спецификации на продукцию.

10.2 Трещины, несплавления и непровары следует считать неприемлемыми.

10.3 Отдельные округлые шлаковые включения и газовые поры вплоть до 3,0 мм или до $T/3$ в диаметре (T - установленная толщина стенки трубы) в зависимости от того, что меньше, считают приемлемыми.

Сумма диаметров всех подобных допустимых несплошностей на любых 150 мм или $12T$ длины сварного шва в зависимости от того, что меньше, не должна превышать 6,0 мм или $0,5T$ в зависимости от того, что меньше, в случае, если расстояние между отдельными включениями менее $4T$.

10.4 Отдельные вытянутые шлаковые включения вплоть до 12,0 мм или T в длину в зависимости от того, что меньше, или вплоть до 1,5 мм в ширину, считают приемлемыми.

Суммарная длина всех подобных допустимых несплошностей на любых 150 мм или $12T$ длины сварного шва в зависимости от того, что меньше, не должна превышать 12 мм, в случае, если расстояние между отдельными включениями менее $4T$.

П р и м е ч а н и е – Критерии, установленные в 10.3 и 10.4, показаны графически в приложении А.

10.5 Отдельные подрезы любой длины, имеющие максимальную глубину 0,4 мм и не затрагивающие минимальную толщину стенки, являются приемлемыми.

Отдельные подрезы с максимальной длиной $T/2$, имеющие максимальную глубину 0,5 мм и не превышающие 10% от T , считают приемлемыми, при условии, что на каждые 300 мм длины сварного шва имеется не более двух таких подрезов, и все такие подрезы зачищены.

10.6 Подрезы на внутренних и наружных сварных швах, совпадающие в продольном направлении, считают неприемлемыми.

11 Приемка

11.1 Труба, в которой не обнаружено индикаций, превышающих соответствующие критерии приемки, считается годной.

11.2 Труба, в которой обнаружены индикации, превышающие соответствующие критерии приемки, считается сомнительной.

11.3 Для сомнительной трубы с учетом требований спецификации на продукцию должно быть предпринято одно из следующих действий:

а) сомнительный участок должен быть зачищен. Полное устранение дефекта следует проверить капиллярным или магнитопорошковым методом, и затем зачищенные участки следует повторно проконтролировать радиографическим методом. Оставшаяся толщина стенки должна быть измерена подходящим методом для проверки соответствия установленным допускам;

б) сомнительный участок должен быть отремонтирован при помощи сварки, выполняемой в соответствии с утвержденной сварочной процедурой. Затем отремонтированный участок должен быть проконтролирован радиографическим методом в соответствии с требованиями настоящего стандарта и спецификации на продукцию;

с) сомнительный участок должен быть обрезан. Длина оставшейся трубы должна быть измерена с целью проверки соответствия установленным допускам;

д) труба считается негодной.

12 Сохранение и визуальное отображение данных

Исходное изображение должно быть сохранено с полным разрешением, полученным детектором. В качестве исходных данных следует сохранять первоначальное изображение совместно с калибровкой детектора (включая коррекцию, калибровку детектора, выравнивание и коррекцию "плохого" пикселя (см. ASTM 2597-07), чтобы обеспечить отсутствие ложных индикаций на изображении).

Рекомендуется, что дисплей для оценки изображения соответствовал следующим минимальным требованиям:

- минимальная яркость - 250 кд/м²;
- минимальное значение оттенков серого - 256;
- минимальная контрастность - 1:250;
- минимальное разрешение экрана - 1000x1000, с размером пикселя менее 0,30 мм.

Оценка изображения должна проводиться в темном помещении. Настройки экрана должны быть проверены с помощью соответствующего тестового изображения.

13 Протокол контроля

Изготовитель должен указать как минимум следующую информацию. Кроме того, если указано, изготовитель должен представить протокол испытаний, включающий следующую информацию, если договаривающиеся стороны не договорились об ином:

- a) ссылку на настоящий стандарт;
- b) заключение о годности;
- c) любое отклонение от установленных процедур, осуществленное по согласованию, либо каких-либо причин;
- d) обозначение продукта, марку стали и размеры;

е) источник излучения, тип и эффективный размер фокусного пятна, напряжение и ток на рентгеновской трубке;

ф) детектор и программное обеспечение, используемое для получения изображения и его отображения;

г) время экспозиции каждого изображения, дата последней калибровки детектора;

h) геометрическую схему, увеличение и расстояние между источником радиографического изображения и трубкой;

і) тип и положение индикатора качества изображения (IQI);

ј) распознанное значение IQI и минимальное отношение сигнал-шум (SNR)

в основном материале;

к) полученный класс качества изображения (А или В);

l) имя файла и место хранения исходного изображения;

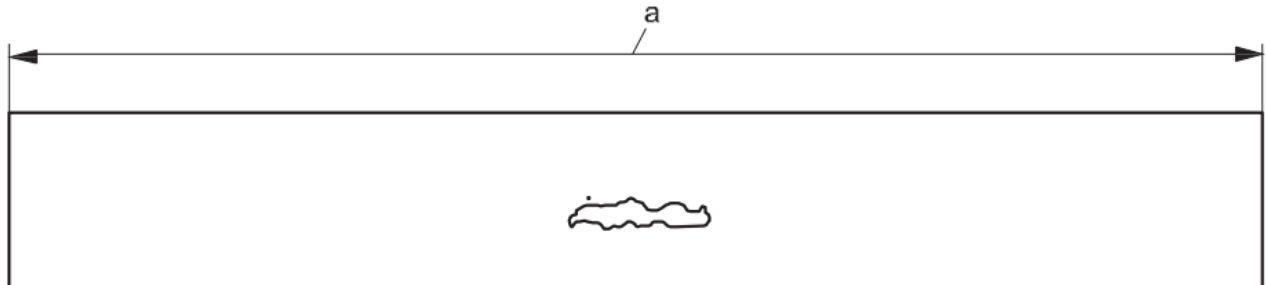
m) дату испытания и составления отчета;

n) данные оператора контроля.

Приложение А

(справочное)

Примеры расположения несплошностей



a – пример 1: одна несплошность размером 12,0 мм



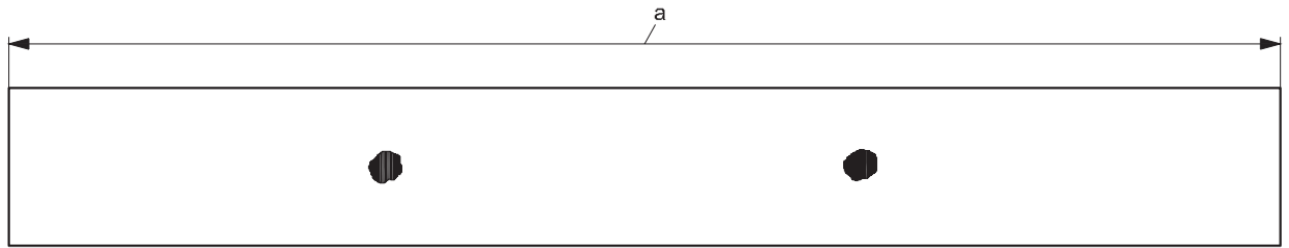
b – пример 2: две несплошности размером 6,0 мм



c – пример 3: три несплошности размером 4,0 мм

a - длина сварного шва 150 мм или $12 T$ (T - установленная толщина стенки трубы) в зависимости от того, что меньше)

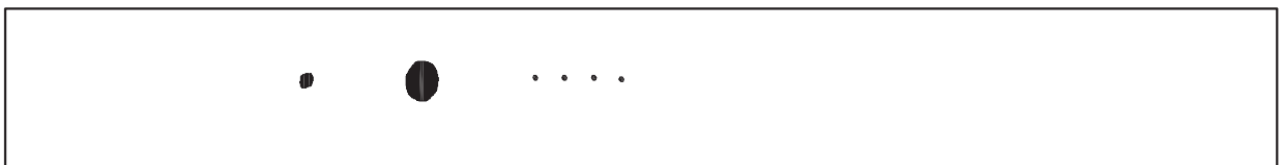
Рисунок А.1 – Пример максимального допустимого распределения несплошностей в виде вытянутых шлаковых включений для установленной толщины стенки более 12 мм



a – пример 1: две несплошности размером 3,0 мм



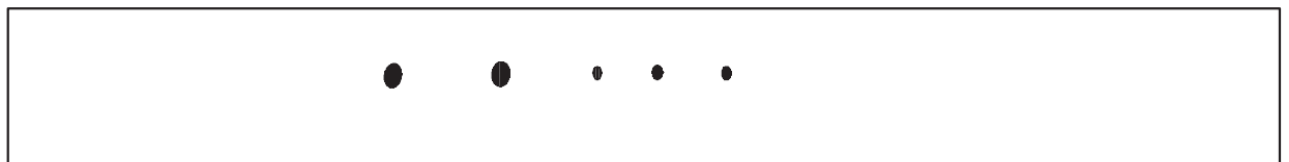
b – пример 2: одна несплошность размером 3,0 мм, одна – 1,5мм, одна – 1,0мм, одна – 0,5мм



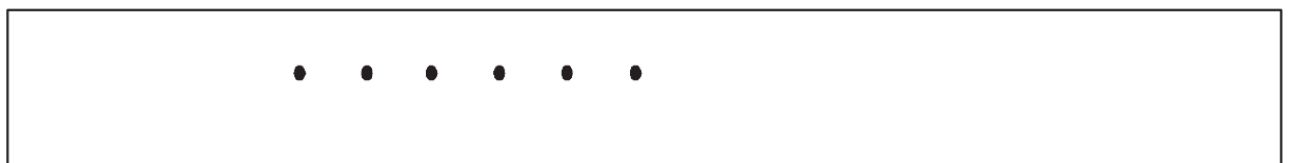
c – пример 3: одна несплошность размером 3,0 мм, одна – 1,5мм, четыре – 0,5мм



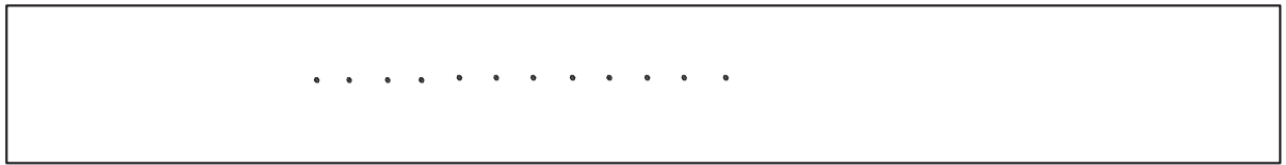
d – пример 4: четыре несплошности размером 1,5мм



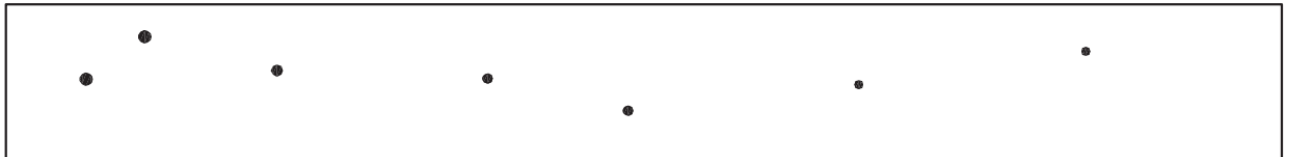
e – пример 5: две несплошности размером 1,5мм, три – 1,0 мм



f – пример 6: шесть несплошностей размером 1,0мм



g – пример 7: двенадцать несплошностей размером 0,5мм



h – пример 8: три несплошности размером 1,0мм, четыре – 0,75мм

a - длина сварного шва 150 мм или 12 *T* (*T* - установленная толщина стенки трубы) в зависимости от того, что меньше.

Рисунок А.2 - Примеры распределения дефектов в виде газовых пор для установленной толщины стенки трубы более 12 мм

Приложение ДА
(справочное)

**Сведения о соответствии ссылочных международных и европейских
стандартов межгосударственным стандартам**

Т а б л и ц а ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ISO 5576		*
ISO 9712		*
ISO 11484		*
ISO 17636-2	IDT	ГОСТ ISO 17636-2-2017 Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. Часть 2. Способы рентгено- и гаммаграфического контроля с применением цифровых детекторов
ISO 19232-1		*
ISO 19232-2		*
ISO 19232-5		*
<p>* Соответствующий межгосударственный, европейский стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного, европейского стандарта.</p> <p>Примечание - В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:</p> <ul style="list-style-type: none">- IDT - идентичные стандарты;- MOD - модифицированные стандарты.		

Библиография

- [1] ISO 10893-6 Non-destructive testing of steel tubes — Part 6: Radiographic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of imperfections
- [2] ISO 5579 Non-destructive testing — Radiographic testing of metallic materials using film and X- or gamma rays — Basic rules
- [3] ISO 11699-1 Non-destructive testing — Industrial radiographic film — Part 1: Classification of film systems for industrial radiography
- [4] ISO 14096-1 Non-destructive testing — Qualification of radiographic film digitisation systems — Part 1: Definitions, quantitative measurements of image quality parameters, standard reference film and qualitative control
- [5] ISO 14096-2 Non-destructive testing — Qualification of radiographic film digitisation systems — Part 2: Minimum requirements
- [6] ISO 17636-1 Non-destructive testing of welds — Radiographic testing — Part 1: X- and gamma-ray techniques with film
- [7] ISO 19232-3 Non-destructive testing — Image quality of radiographs — Part 3: Image quality classes
- [8] EN 13068-1 Non-destructive testing — Radioscopic testing — Part 1: Quantitative measurement of imaging properties
- [9] EN 13068-2 Non-destructive testing — Radioscopic testing — Part 2: Check of long term stability of imaging devices
- [10] EN 13068-3 Non-destructive testing — Radioscopic testing — Part 3: General principles of radioscopic testing of metallic materials by X- and gamma rays
- [11] EN 14784-1 Non-destructive testing — Industrial computed radiography with storage phosphor imaging plates — Part 1: Classification of systems
- [12] EN 14784-2 Non-destructive testing — Industrial computed radiography with storage phosphor imaging plates — Part 2: General principles for testing of metallic materials using X-rays and gamma rays
- [13] ASTM E1000 Standard Guide for Radioscopy

- [14] ASTM E1025 Standard Practice for Design, Manufacture, and Material Grouping Classification of Hole-Type Image Quality Indicator (IQI) Used for Radiology
- [15] ASTM E1817: 2008 Standard Practice for Controlling Quality of Radiological Examination by Using Representative Quality Indicators (RQIs)
- [16] ASTM E2445-05 Standard Practice for Qualification and Long-Term Stability of Computed Radiology Systems
- [17] ASTM E2446-05 Standard Practice for Classification of Computed Radiology Systems
- [18] ASTM E2597-07 Standard Practice for Manufacturing Characterization of Digital Detector Arrays
- [19] ASTM E2698 Standard Practice for Radiological Examination Using Digital Detector Arrays
- [20] ASTM E2699 Standard Practice for Digital Imaging and Communication in Nondestructive Evaluation (DICONDE) for Digital Radiographic (DR) Test Methods
- [21] ASTM E2736 Standard Guide for Digital Detector Array Radiography
- [22] ASNT SNT-TC-1A Recommended Practice No. SNT-TC-1A, and ASNT Standard Topical Outlines for Qualification of Nondestructive Testing Personnel (ANSI/ASNT CP-105)