

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ**

**ГОСТ
ISO 13588 –
20**

**Неразрушающий контроль сварных соединений.
Ультразвуковой контроль.
Автоматизированная технология с применением
фазированной решетки**

**Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of
automated phased array technology
(ISO 13588:2012, IDT)**

Проект, первая редакция

**Москва
Стандартинформ
20__**

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0–2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2–2015 «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
Беларусь Казахстан Российская Федерация	BY KZ RU	Госстандарт Республики Беларусь Госстандарт Республики Казахстан Росстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от _____ г. № _____ межгосударственный стандарт

ГОСТ ISO 13588–2011 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 2011 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 13588:2012 Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of automated phased array technology (Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковая дефектоскопия. Применение автоматизированного метода фазированных решеток).

Международный стандарт разработан Европейским Комитетом по Стандартизации (CEN) Техническим Комитетом TC 121 «Сварка» в сотрудничестве с Техническим Комитетом ISO/TC 44 «Сварка и смежные процессы», подкомитетом SC 5 «Диагностика и контроль сварных швов», в соответствии с Соглашением по техническому взаимодействию между ISO и CEN (Венское соглашение).

Перевод с английского языка (en).

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

Степень соответствия – идентичная (IDT)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© 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.....	1
2 Нормативные ссылки.....	2
3 Термины и определения.....	4
4 Уровни контроля.....	4
5 Информация, необходимая для контроля.....	7
5.1 Перечень вопросов, которые нужно уточнить до начала разработки процедуры контроля.....	7
5.2 Особая информация, необходимая оператору перед проведением контроля.....	7
5.3 Письменная процедура контроля.....	8
6 Требования к персоналу и оборудованию.....	9
6.1 Квалификация персонала.....	9
6.2 Оборудование.....	9
7 Подготовка к контролю.....	10
7.1 Контролируемый объем.....	10
7.2 Проверка параметров контроля.....	11
7.3 Установка шага сканирования.....	11
7.4 Анализ геометрии.....	11
7.5 Подготовка поверхностей сканирования.....	13
7.6 Температура.....	13
7.7 Контактная среда.....	14
8 Контроль основного материала.....	14
9 Настройка диапазона развертки и чувствительности.....	14
9.1 Настройка.....	14
9.2 Проверка настроек.....	16
9.3 Настроечные образцы.....	17
10 Проверка оборудования.....	18

11 Аттестация технологии.....	18
12 Контроль сварных швов.....	19
13 Хранение данных.....	20
14 Интерпретация и анализ данных фазированной решётки.....	20
14.1 Общие положения.....	20
14.2 Оценка качества данных фазированной решётки.....	20
14.3 Идентификация соответствующих индикаций.....	21
14.4 Классификация соответствующих индикаций.....	21
14.5 Определение местоположения и длины индикации.....	22
14.6 Оценка индикации.....	22
14.7 Оценка по критериям приёмки.....	23
15 Отчет о контроле.....	23
Приложение А (справочное) Стандартные настроечные образцы и отражатели.....	26
Библиография.....	31

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

Неразрушающий контроль сварных соединений.

Ультразвуковой контроль.

Автоматизированная технология с применением фазированной решетки.

Non-destructive testing of welds - Ultrasonic testing - Use of automated phased array
technology

Дата введения – 201__ - __ - __

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет порядок применения метода фазированных решеток для полу- или полностью автоматизированного УЗК сварных соединений металла с минимальной толщиной 6 мм, полученных сваркой плавлением. Стандарт распространяется на соединения простых геометрических форм с полным проплавлением сварного шва на листах, трубах, сосудах, в которых материалом и сварного шва и основного металла является низколегированная углеродистая сталь.

Настоящим стандартом определяются зависящие от материала ультразвуковые параметры, за основу берётся сталь, в которой скорость распространения продольных ультразвуковых волн 5920 ± 50 м/с, а поперечных 3255 ± 30 м/с. Это необходимо принимать во внимание при контроле материалов с разной скоростью распространения волн.

В стандарте приводится руководство по конкретным возможностям и ограничениям применения метода фазированных решеток для обнаружения несплошностей, определения их местоположения, размеров и характеристик в соединениях, выполненных сваркой плавлением.

Метод фазированных решеток можно применять как автономно, так и в сочетании с другими неразрушающими методами контроля или методами для

производственного, доэксплуатационного контроля и контроля в процессе эксплуатации.

Настоящий стандарт определяет четыре уровня контроля, каждый из которых соответствует разной степени вероятности выявления несплошностей.

Данный стандарт позволяет в целях приёмки проводить анализ индикаций на основе либо амплитуды (равного размера отражателя) и длины, либо высоты и длины.

Стандарт не включает уровни приёмки несплошностей.

Стандарт не распространяется на:

- крупнозернистые металлы и аустенитные сварные швы;
- автоматизированный контроль сварных швов при производстве стальных изделий, описанных в стандартах ISO 10893-8,[3] ISO 10893-11,[4] и ISO 3183[1].

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного стандарта (включая все его изменения).

ISO 9712 Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel - General principles. (Неразрушающий контроль. Квалификация и аттестация персонала);

ISO 10863 Non-destructive testing of welds - Ultrasonic testing - Use of time-of-flight diffraction technique (TOFD) (Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковая дефектоскопия. Использование дифракционно-временного метода (TOFD));

ISO 17635 Non-destructive testing of welds - General rules for metallic materials (Контроль неразрушающий сварных швов. Общие правила для металлических материалов);

ISO 17640 Non-destructive testing of welds - Ultrasonic testing - Techniques, testing levels, and assessment (Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Технология, уровни контроля и оценки);

EN 473 Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel — General principles (Неразрушающий контроль. Аттестация и выдача свидетельств персоналу, занимающемуся НК. Основные принципы);

EN 1330-4 Non-destructive testing — Terminology — Part 4: Terms used in ultrasonic testing (Контроль неразрушающий. Терминология. Часть 4. Термины, применяемые при ультразвуковом контроле);

EN 16018 Non-destructive testing — Terminology — Terms used in ultrasonic testing with phased arrays (Неразрушающий контроль – Терминология – Термины, используемые в ультразвуковом контроле с фазированными решётками);

EN 16392-1 Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic phased array systems — Part 1: Instruments (Неразрушающий контроль – Характеристика и поверка ультразвуковых систем с фазированной решёткой – Часть 1: Приборы);

EN 16392-2 Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic phased array systems — Part 2: Probes (Неразрушающий контроль – Характеристика и поверка ультразвуковых систем с фазированной решёткой – Часть 2: Преобразователи);

EN 16392-3 Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic phased array systems — Part 3: Complete systems (Неразрушающий контроль – Характеристика и поверка ультразвуковых систем с фазированной решёткой – Часть 3: Полные системы).

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по EN 1330-4, EN 16018, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 параметры фазированной решетки (phased array set-up): Параметры преобразователей фазированной решетки определяются их характеристиками (например, частотой, размером контактного элемента, углом ввода пучка, режимом волны), положением и количеством преобразователей.

3.2 изображение данных фазированных решеток (phased array image): Одно- или двумерное изображение, построенное на основе полученных данных работы фазированной решётки.

3.3 положение преобразователя; PP (probe position): Расстояние между фронтом призмы и осью сварного шва.

3.4 индикация фазированной решетки (phased array indication): набор сигналов или изменения в изображении, полученных при помощи фазированной решетки, которые могут потребовать последующей оценки.

3.5 сканирование с отклонением от плоскости качания УЗ-луча (skewed scan): Сканирование, выполненное при отклоненном угле.

П р и м е ч а н и е - угол отклонения можно выставить электронными средствами или при помощи ориентирования преобразователя.

3.6 шаг развертки (scan increment): Расстояние между последовательными точками регистрации данных в направлении сканирования (механическими или электронными средствами).

4 Уровни контроля

Требования к качеству сварных швов в основном связаны с материалом, сварочным процессом и условиями эксплуатации. Для приведения в соответствие этих требований стандарт определяет четыре уровня контроля (А, В, С и D).

От уровня контроля А до уровня контроля С возрастание вероятности выявления дефектов достигается путем увеличения объема контроля, например, количеством углов ввода, комбинациями методов контроля.

Уровень контроля D может быть согласован для особого применения с использованием письменной процедуры контроля, которая должна учитывать общие требования стандарта. Уровень контроля D включает в себя контроль металлов, отличных от ферритной стали, контроль сварных швов с частичным проплавлением основного металла, автоматизированный контроль, контроль при температурах объекта, выходящих за допустимый диапазон.

В общем случае, уровни контроля имеют отношение к уровням качества (например, по ISO 5817[2]). Соответствующий уровень контроля можно определить по стандартам на контроль сварных швов (как в ISO 17635), стандартам на изделия или другим документам. Когда указан стандарт ISO 17635, рекомендуемые уровни контроля будут такими, как приводятся в Таблице 1.

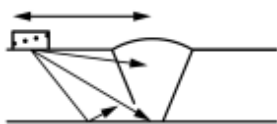
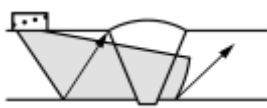
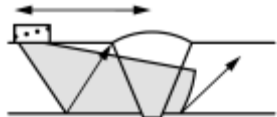
Т а б л и ц а 1 – Рекомендуемые уровни контроля

Уровень контроля	Уровень качества по ISO 5817 ^[2]
A	C, D
B	B
C	по соглашению
D	особое применение

В Таблице 2 указаны минимальные требования по уровням контроля. Согласно п. 7.2, во всех случаях настройки нужно проверять на настроенном образце. В случаях, когда сканирование ведется с одной поверхности (исключая дифракционно-временной метод контроля), нужно использовать половинное и полное прохождения и сохранять результаты; если сканирование ведётся с обеих сторон, то достаточно половинного прохождения.

Если оценка индикаций основывается только на амплитуде, отклонение от нормали ко шву не должно превышать 6°.

Т а б л и ц а 2 – Описание уровней контроля

Режим	Уровень контроля			Примеры эскизов
	A	B	C	
	Настроечный образец (см. Приложение А)			
	Образец А	Образец В	Образец С	
Схема контроля				
Фиксированные углы при фиксированном положении преобразователя относительно оси сварного шва (линейное сканирование) ^a	Две стороны	Не подходит в качестве автономного метода	Две стороны	
Фиксированные углы, растровое сканирование ^a	Одна сторона	Одна сторона	Одна сторона	
Е-скан при фиксированном положении преобразователя (линейное сканирование) ^a	Одна сторона	Две стороны, два различных угла ^c	Две стороны	
S-скан при фиксированном положении преобразователя относительно оси шва (линейное сканирование) ^a	Одна сторона	Две стороны или два положения преобразователя	Две стороны или два положения преобразователя	
S-скан, растровое сканирование	Не рекомендуется		Одна сторона	
TOFD-метод, реализуемый на основе фазированных решеток	Не рекомендуется, TOFD-метод в соответствии с ISO 10863		Одна схема контроля	
Сканирование с отклонением от плоскости качания УЗ-луча ^b	Если требуется по техническому заданию			

^a Для уровня контроля С следует объединить по меньшей мере две схемы контроля из этой таблицы; по крайней мере одна из них должна быть S-сканом или TOFD.

^b Если в техническом задании требуется определять поперечные несплошности, необходимо применять подходящую дополнительную схему контроля. Можно использовать преобразователь с отклонением луча или электронно отклоненный луч.

^c Разница не менее 10°.

5 Информация, необходимая для контроля

5.1 Перечень вопросов, которые нужно уточнить до начала разработки процедуры контроля

Требуется информация по следующим пунктам:

- a) цель и объём контроля;
- b) уровни контроля;
- c) критерии приёмки;
- d) спецификации на настроечные образцы;
- e) этап производства или эксплуатации, на котором необходимо провести контроль;
- f) параметры сварных швов и сведения о размере зоны термического влияния;
- g) требования к доступу и состоянию поверхности и температуре;
- h) квалификация персонала;
- i) требования к отчётности.

5.2 Особая информация, необходимая оператору перед проведением контроля

Перед началом контроля сварного соединения, у оператора должен быть доступ ко всей информации, указанной в п. 5.1, вместе со следующими дополнительными сведениями:

- a) письменная процедура контроля;
- b) тип(ы) основного материала и форма изделия (т.е., литое, кованое, катанное);
- c) подготовка сварного соединения и размеры;
- d) сварочная карта или соответствующая информация по сварочному процессу;

- е) время контроля относительно любой послесварочной термообработки;
- ф) результат какого-либо контроля основного металла, проведённого до и/или после сварки.

5.3 Письменная процедура контроля

Процедура для всех уровней контроля должна быть письменной и содержать, как минимум, следующую информацию:

- а) цель и объём контроля;
- б) методы контроля;
- в) уровни контроля;
- г) квалификация персонала/требования к обучению;
- д) требования к оборудованию (включая, но не регламентируя, частоту, частоту выборки образцов, расстояние между элементами, размер элемента);
- е) настроечные и/или калибровочные образцы;
- ж) настройки оборудования;
- з) имеющийся доступ и состояние поверхности;
- и) контроль основного материала;
- й) оценка индикаций;
- к) уровни приёмки и/или уровни регистрации;
- л) требования к отчётности;
- м) вопросы окружающей среды и безопасности.

Процедура должна включать документально оформленный алгоритм контроля или схему сканирования с указанием расположения преобразователя, передвижения и охвата объекта контроля, которая обеспечивает стандартизованную и воспроизводимую методику для контроля сварных швов. Схема сканирования должна также включать применявшиеся углы ввода УЗ пучка, направления пучка по отношению к центральной оси шва и объёму, в котором обследовался каждый шов.

6 Требования к персоналу и оборудованию

6.1 Квалификация персонала

Персонал, проводящий контроль в соответствии с настоящим стандартом, должен быть квалифицирован на определённый уровень согласно EN 473, ISO 9712 или эквивалентным им в соответствующем производственном секторе.

В дополнение к общим знаниям по ультразвуковому контролю сварных швов операторы должны быть знакомы с принципами работы фазированных решёток и иметь практический опыт в их применении. Для персонала необходимо провести специальное обучение и экзамен с использованием аналогичных образцов. Результаты этого обучения и экзамена необходимо документально оформить. В противном случае, специальное обучение и проверку знаний следует провести по разработанной процедуре УЗК и на выбранном оборудовании для ультразвукового контроля на характерных образцах, имеющих естественные или искусственные отражатели, подобные предполагаемым. Результаты обучения и экзамена должны быть документально оформлены

6.2 Оборудование

6.2.1 Общие положения

Полезную информацию в выборе компонентов системы (аппаратное и программное обеспечение) даёт документ CEN/TR 15134 [6].

6.2.2 Ультразвуковое оборудование и дисплей. Ультразвуковое оборудование, используемое для контроля с применением фазированных решёток, должно соответствовать требованиям EN 16392-1, EN 16392-2 и, где применимо, EN 16392-3.

Оборудование должно быть способно выбирать подходящую часть временной развёртки, в течение которой оцифровываются А-сканы.

Рекомендуется использовать из не менее 6 раз номинальной частоты зондирования.

6.2.3 Ультразвуковые преобразователи. Можно использовать продольные и поперечные волны. Преобразователи, притертые к искривлённым поверхностям, должны отвечать требованиям ISO 17640. При использовании притертых преобразователей нужно учитывать влияние этой особенности на пучок звука.

6.2.4 Механизмы сканирования. Для получения однородности изображений (собранных данных) нужно пользоваться приборами наведения – энкодерами.

7 Подготовка к контролю

7.1 Контролируемый объем

Цель контроля определяется техническим заданием. На этом основании необходимо определить подлежащий контролю объём.

При контроле на стадии изготовления объём контроля должен включать материал сварного шва и основной материал не менее, чем по 10 мм с каждой стороны шва (5 мм для швов, полученных лазерной сваркой, и для соединений, полученных электронно-лучевой сваркой) или ширину зоны термического влияния (на основе данных производителя) – любое, что больше.

Должна быть предоставлена схема сканирования. Она должна отображать зону действия луча, толщину шва и его геометрию.

Необходимо убедиться, что ультразвуковые пучки покрывают объём, который должен быть проконтролирован.

7.2 Проверка параметров контроля

С помощью настроечных образцов должна быть проведена проверка работоспособности оборудования.

7.3 Установка шага сканирования

Выбор шага сканирования вдоль шва зависит от толщины контролируемой стенки. Для толщин до 10 мм шаг сканирования должен быть не более 1 мм. Для толщин между 10 мм и 150 мм шаг сканирования должен быть не более 2 мм. При толщине более 150 мм рекомендуется шаг сканирования 3 мм.

Когда это применимо, нужно выбирать установку шага сканирования перпендикулярно шву, чтобы обеспечить покрытие контролируемого объёма.

При использовании дифракционно-временного метода контроля шаг сканирования должен соответствовать ISO 10863.

7.4 Анализ геометрии

При внешнем осмотре следует уделять внимание швам сложной формы, например, материалам, соединяемым сваркой с неравной толщиной, материалам, которые соединяются под углом или штуцерам. Эти испытания следует тщательно планировать, и они требуют углублённых знаний в распространении звука и всегда должны выполняться по уровню контроля D.

Для проведения контроля по уровню D схема(ы) сканирования, настроечные образцы и демонстрация работоспособности являются обязательными (см. Приложение А).

Примечание: в некоторых случаях количество настроечных образцов можно снизить при использовании моделирующих программ.

7.5 Подготовка поверхностей сканирования

Сканируемые поверхности должны быть чистыми в области, которая должна быть достаточно широкой для полного охвата зоны контроля.

Сканируемые поверхности должны быть ровными и не иметь посторонних веществ, что с большой вероятностью может влиять на условия связи преобразователя с объектом контроля (например, ржавчина, рыхлая окалина, сварочные брызги, надрезы/зазубрины и борозды). Волнистость контролируемой поверхности не должна вызывать зазоры между щупом и тестовой поверхностью размером более 0,5 мм. Эти требования должны быть обеспечены путём обработки сканируемой поверхности, если это необходимо.

Сканируемые поверхности можно принять за удовлетворительные, если степень шероховатости поверхности (R_a) не более, чем 6,3 μm для поверхностей с машинной обработкой и не более 12,5 μm для поверхностей с дробеструйной обработкой.

Когда на поверхностях присутствует покрытие, краска, наплавка металла и т.п. и их нельзя удалить, то применяется уровень контроля D.

7.6 Температура

При использовании типовых преобразователей и контактных сред температура поверхности объекта контроля должна быть в диапазоне от 0 $^{\circ}\text{C}$ до 50 $^{\circ}\text{C}$.

Для температур вне этого диапазона проводят проверку пригодности оборудования.

7.7 Контактная среда

Для создания точных изображений используют контактную среду, которая обеспечивает постоянную передачу ультразвука между преобразователями и материалом.

Контактная среда, используемая для настройки, должна быть такой же, как и для последующего контроля после настройки.

8 Контроль основного материала

Когда контроль проводится в соответствии с этим стандартом, необходимо провести контроль на расслоения. Это можно выполнить как часть процедуры контроля или как независимый контроль.

9 Настройка диапазона развертки и чувствительности

9.1 Настройка диапазона развертки

9.1.1 Общие положения

Настройку диапазона развертки и чувствительности выполняют до проведения контроля. Любое изменение в настройке фазированной решётки, например, в положении преобразователя и параметрах управления, требует новой настройки.

Соотношение сигнала к шуму нужно оптимизировать минимумом в 12 дБ на опорные сигналы при использовании А-развёрток или минимумом в 6 дБ при использовании изображений.

9.1.2 Эхо-импульсный временной строб

Если применимо, временной строб, используемый для эхо-импульсных сигналов, должен включать контролируемый объём и быть описан в письменной процедуре контроля.

Необходимо убедиться, что комбинация пучков покрывает область контроля.

9.1.3 Настройка чувствительности

9.1.3.1 Общие положения

После выбора режима (фиксированный угол, Е-скан, S-скан) необходимо выполнить следующее:

а) чувствительность нужно настроить на каждый генерируемый пучок (угол пучка, точка фокусировки и т.д.) посредством преобразователя фазированной решётки;

б) если используется преобразователь с призмой, она должна быть установлена при настройке чувствительности.

9.1.3.2 Фокусировка

С преобразователями с фазированной решёткой можно применять разные режимы фокусировки, например, фокусировку с динамической глубиной (DDF).

При использовании фокусировки чувствительность настраивается на каждый сфокусированный пучок.

9.1.3.3 Поправки коэффициента усиления

Использование регулировки усиления по углу (ACG) и временной регулировки усиления (TCG) позволяет отобразить сигналы по углам всех пучков и всем расстояниям с той же амплитудой.

9.1.3.4 Настройки чувствительности на разные режимы контроля фазированными решётками

Для контроля сварных швов можно применять разные режимы, например, фиксированные углы, E-скан, S-скан. После предыдущих шагов нужно согласно ISO 17640 выставить эталонную чувствительность на каждый сгенерированный пучок, включая корректировку усиления, где применимо.

9.1.4 Настройки метода TOFD

Если применяется метод TOFD, все настройки должны отвечать требованиям ISO 10863.

9.2 Проверка настроек

После завершения контроля настройки проверять не реже, чем каждые 4 часа. Если однократная процедура контроля занимает более 4 часов, то после завершения контроля, настройки необходимо проверить.

Если для первоначальных настроек использовался настроечный образец, то для проверки нужно брать тот же самый настроечный образец. В противном случае можно использовать меньший образец с известными свойствами прохождения звука.

Если согласно п. 9.1 во время этих проверок выявлены отклонения от начальных настроек, то необходимо выполнить корректировки, указанные в Таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Корректировка чувствительности и диапазона развертки

Чувствительность	
Отклонения ≤ 4 дБ	Действий не требуется; данные можно откорректировать программными средствами
Отклонения > 4 дБ	Необходимо проверить всю цепочку измерений. Если дефективных компонентов не выявлено, настройки корректируют и все испытания, выполненные с момента последней действительной проверки, нужно повторить.
Примечание 1: необходимо добиться требуемого значения отношения сигнал/шум	Примечание 2: Отклонение в 4 дБ применимо к ультразвуковому контролю эхо-импульсным методом. Для дифракционно-временного контроля допускается отклонение в 6 дБ
Диапазон	
Отклонения $\leq 0,5$ мм или 2 % от диапазона глубины - которое больше	Действий не требуется
Отклонения $> 0,5$ мм или 2 % от диапазона глубины - которое больше	Настройки нужно скорректировать и все испытания, выполненные с момента последней действительной проверки, нужно повторить

9.3 Настроечные образцы

9.3.1 Общие положения

В зависимости от уровня контроля, настроечный образец используют для определения соответствия требованиям контроля (например, контролируемый объем, настройка чувствительности). Рекомендации для настроечных образцов приведены в приложении А.

9.3.2 Материал

Настроечный образец изготавливают из того же (аналогичного по акустическим свойствам) материала, что и объект контроля, например, с учетом скорости звука, шумов из-за зернистости и состояния поверхности.

9.3.3 Размеры и форма

Рекомендуется, чтобы толщина настроечных образцов была в пределах 0,8-1,5 от толщины объекта контроля при максимальной разнице в толщине 20 мм по сравнению с объектом контроля. Длину и ширину настроечного образца следует выбирать так, чтобы все искусственные дефекты можно было нормально просканировать. Для контроля продольных швов в объектах контроля цилиндрической формы нужно использовать изогнутые настроечные образцы с диаметрами в пределах 0,9-1,5 от диаметра объекта контроля. Для объектов

контроля с диаметрами 300 мм и более можно применять плоские настроечные образцы.

9.3.4 Настроечные отражатели

Для толщин от 6 до 25 мм требуется, как минимум, 3 отражателя, для толщин более 25 мм требуется не менее 5 отражателей. Типовые отражатели - это боковые цилиндрические отверстия, зарубки и плоскодонные отверстия.

Подробная информация о настроечных образцах в соответствии с уровнем контроля приведена в Таблице 4 и Приложении А.

Т а б л и ц а 4 – Уровни контроля и настроечные отражатели.

Уровень контроля	Настроечный образец
A	см. Рисунок А.1
B	см. Рисунок А.2
C	см. Рисунок А.3
D	как указано

10 Проверка оборудования

Ежедневно перед и после проведения контроля необходимо проверить работоспособность всех соответствующих звуковых трактов, преобразователей и кабелей системы ультразвуковой фазированной решётки. Если какой-то элемент системы неисправен, нужно принять корректирующие меры, а систему повторно испытать.

11 Проверка технологии

Проверка технологии требуется для уровней контроля В, С и D. Необходимо продемонстрировать порядок проведения контроля на настроечном образце (образцах). Примеры настроечных образцов описаны в Приложении А.

До первой проверки необходимо, чтобы аттестация технологии была признана удовлетворительной.

Удовлетворяющая требованиям аттестация технологии включает:

- а) обнаружение всех требуемых отражателей;
- б) способность к определению размеров, как требуется спецификацией;

с) доказательства объема контроля по глубине и ширине.

12 Контроль сварных швов

Перед началом контроля нужно сверить объем контроля со схемой сканирования и подтвердить на подходящем настроечном образце.

Допустимые отклонения в положении преобразователя относительно центральной оси шва нужно задокументировать в процедуре контроля, занести в план сканирования и подтвердить на настроечном образце.

Некоторые индикации, выявленные во время начального сканирования, могут потребовать проведения дополнительного анализа, сканирования под углом, изображений, перпендикулярных несплошности, дополнительных настроек фазированной решётки и т.д.

Скорость сканирования нужно выбирать таким образом, чтобы получались изображения удовлетворительного качества (см. п. 14.1). Скорость сканирования подбирают в зависимости от факторов, таких как число законов, разрешение изображений, усреднение сигнала, частоты повторения импульса, частота сбора данных и исследуемого объёма. Недостающие линии изображения указывают на то, что была выбрана слишком высокая скорость сканирования. На одиночном изображении может отсутствовать максимум 5% от общего числа собранных линий, но смежные линии не должны отсутствовать. Если длина шва сканируется более чем на одном участке, то необходимо обеспечить не менее 20 мм перекрытия между смежными изображениями. При сканировании кольцевых швов требуется то же перекрытие между местом окончания последнего изображения и началом первого.

Если применимо, то рекомендуется контролировать качество акустического контакта.

13 Хранение данных

Ультразвуковой контроль должен быть выполнен с использованием устройства, которое задействует компьютерный сбор данных. Все данные по А-

сканам, охватывающие область контроля, должны сохраняться, а все наборы данных с параметрами установки должны вноситься в записанные данные.

Все данные хранятся в течение установленного срока.

14 Интерпретация и анализ данных фазированной решётки

14.1 Общие положения

Интерпретация и анализ данных фазированной решётки обычно выполняются следующим образом:

- a) оценивают качество данных фазированной решётки;
- b) устанавливают соответствующие индикации;
- c) классифицируют соответствующие индикации, как это указано;
- d) определяют место и размер, как указано;
- e) оценивают по критериям приемки.

14.2 Оценка качества данных фазированной решётки

Контроль с использованием фазированных решёток необходимо проводить так, чтобы получать удовлетворительные по качеству изображения, которые можно достоверно проанализировать. Удовлетворительные изображения определяются следующим образом:

- a) по акустическому контакту;
- b) по настройкам временной развёртки;
- c) по настройкам чувствительности;
- d) по соотношению сигнала к шуму;
- e) по индикации пропусков;
- f) по полноте собранных данных.

Оценка качества изображений с фазированной решётки требует привлечения операторов с опытом и навыками (см. п. 6.1).

Оператор решает, нужно ли собрать данные по неудовлетворительным снимкам (нужно ли проводить повторное сканирование).

14.3 Идентификация соответствующих индикаций

Процедура использования фазированных решёток отображает как несплошности в шве, так и геометрические свойства объекта контроля.

Для идентификации индикаций геометрических свойств необходимо детальное знание объекта контроля.

Нужно решить, является ли индикация соответствующей (вызванная несплошностью) и нужно ли провести оценку рисунка или нарушений с учётом формы и амплитуды сигнала относительно общего уровня шума.

14.4 Классификация соответствующих индикаций

Амплитуда, местоположение и рисунок соответствующих индикаций могут содержать информацию о типе несплошности.

Соответствующие индикации классифицируют в соответствии с указанными требованиями.

14.5 Определение местоположения и длины индикации

14.5.1 Местоположение

Расположение индикации параллельно оси шва, перпендикулярно оси шва и в сквозном направлении нужно определять по собранным данным.

14.5.2 Длина

Длина индикации определяется как размер вдоль шва. Метод определения длины должен отвечать применяемому уровню приёмки.

14.6 Оценка индикации

14.6.1 Общие положения

Эта оценка может основываться на амплитуде, размере эквивалентного отражателя или на высоте и длине согласно спецификации.

14.6.2 На основании показаний амплитуды

Максимальная амплитуда каждой индикации должна оцениваться в соответствии с определёнными уровнями приемки. Падение амплитуды может использоваться для определения длины индикации.

14.6.3 На основании показаний высоты индикации

Высота индикации это протяжённость в сквозном направлении. Для индикаций, отображающих изменяющуюся высоту вдоль длины, высоту определяют в позиции скана максимальной протяжённости.

Если требуется более точное определение высоты, можно использовать алгоритмы реконструкции, например, процедуру фокусировки синтезированной апертуры.

14.7 Оценка по критериям приёмки

После классификации соответствующих индикаций, определения их места и длины и анализа, индикации нужно оценить по установленным критериям приёмки.

Индикации можно отнести к категориям, как “допустимые” или “недопустимые”.

15 Отчет о контроле

Протокол об испытании должен включать, как минимум, следующие сведения:

- а) обозначение настоящего стандарта;
- б) информацию, относящуюся к испытываемому объекту:
 - 1) идентификацию испытываемого объекта,
 - 2) размеры, в т.ч. толщину стенок,
 - 3) вид материала и форму изделия,
 - 4) геометрическую форму,
 - 5) местоположение контролируемого сварного шва (швов),
 - 6) ссылка на процесс сварки и термообработку,
 - 7) состояние и температуру поверхности,
 - 8) этап изготовления.
- с) информацию, относящуюся к оборудованию:
 - 1) производителя и тип прибора фазированной решётки, включая механизмы сканирования с идентификационными номерами, если необходимо;

2) производителя, тип, частоту преобразователей с фазированной решёткой, включая количество и размер элементов, материал и угол (углы) призмы с идентификационными номерами, если необходимо;

3) детали настроечных образцов с идентификационными номерами, если необходимо;

4) тип применяемой контактной среды;

d) Информацию, относящуюся к технологии контроля:

1) уровень контроля и ссылку на письменную процедуру контроля;

2) задачи и объём испытания;

3) детали по опорной точке и системе координат;

4) метод и значения, применяемые для настроек диапазона и чувствительности;

5) детали обработки сигнала и настройки шага сканирования;

6) план сканирования;

7) ограничения доступа и отклонения от настоящего стандарта, если они есть;

e) Информацию, относящуюся к настройкам фазированной решётки:

1) приращение (Е-скан) или угловое приращение (S-сканы);

2) шаг элемента и размеры зазора;

3) фокус (калибровка должна быть такой же, как для сканирования);

4) размер эффективной апертуры, т.е., число элементов и их ширина;

5) номера элементов, использованных для итоговых нарушений,

6) документация от изготовителя по разрешённому угловому диапазону клина;

7) задокументированная калибровка, временная регулировка усиления и коррекция приращения по углу;

f) Информацию, относящуюся к результатам испытания:

1) ссылку на файл(ы) исходных данных на фазированную решётку;

2) распечатанные изображения фазированной решётки как минимум из тех мест, где обнаружены соответствующие индикации, а все имеющиеся изображения или данные – в электронном виде;

3) применяемые критерии приёмки;

4) табличные данные по учёту классификации, места и размера соответствующих индикаций и результатов анализа;

5) опорные точки и детали системы координат,

6) дату проведения контроля;

7) ФИО, подписи и данные об аттестации персонала.

Приложение А

(справочное)

Стандартные настроечные образцы и отражатели

А.1 Настроечные отражатели

Для толщин между 6 мм и 25 мм рекомендуется использовать не менее трёх настроечных отражателей. Отражатели могут быть с механической обработкой на одном или более образцах.

Для толщин более 25 мм рекомендуется использовать не менее пяти настроечных отражателей. Отражатели могут быть с механической обработкой на одном или более образцах.

Допуски на все размеры настроечных отражателей следующие:

- диаметр: $\pm 0,2$ мм;
- длина: ± 2 мм;
- угол: $\pm 2^\circ$.

В таблицах А.1, А.2 и А.3 приведены данные для настроечных отражателей на разные толщины стенок. При использовании дифракционно-временного контроля, необходимо ссылаться на ISO 10863 для получения деталей по ссылочным меткам.

Т а б л и ц а А.1 - Длина и глубина пазов в настроечном образце

В миллиметрах

Толщина, t	Длина, l	Высота, h	Ширина, b
$6 < t \leq 40$	t	$1 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,05$
$40 < t \leq 60$	40 ± 2	$2 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,05$
$60 < t \leq 100$	50 ± 2	$2 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,05$
$t > 100$	60 ± 2	$3 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,05$

Т а б л и ц а А.2 - Диаметр D_d боковых цилиндрических отверстий

В миллиметрах

Толщина, t	Диаметр, D_d
$6 < t \leq 25$	$2,5 \pm 0,2$
$25 < t \leq 50$	$3,0 \pm 0,2$
$50 < t \leq 100$	$4,5 \pm 0,2$
$t > 100$	$6,0 \pm 0,2$

П р и м е ч а н и е: если требуются отверстия на поверхности близлежащей стороны, они должны быть диаметром 2 мм; см. Рисунок А.2.

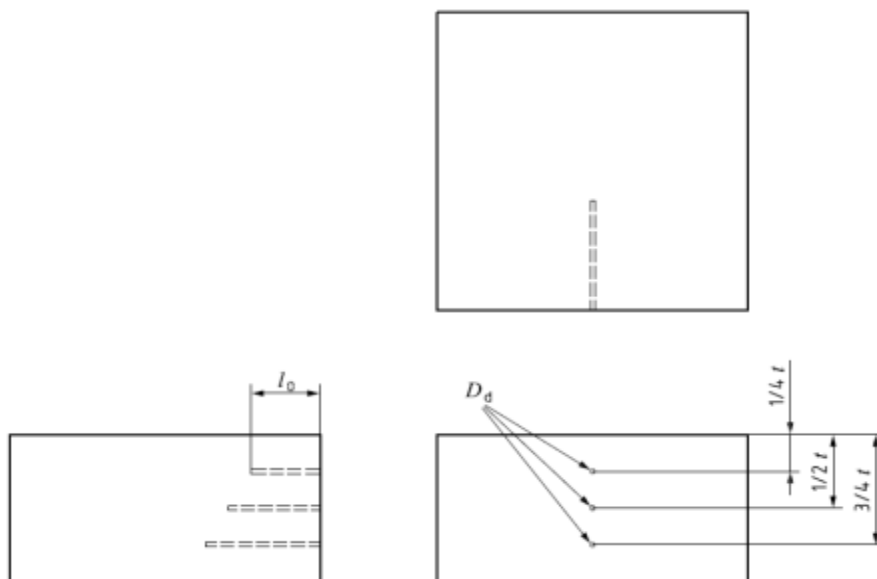
Т а б л и ц а А.3 - Длина боковых цилиндрических отверстий и паза для толщин более 25 мм

В миллиметрах

Глубина	Три отверстия в одном образце Минимальная длина	Три отдельных образца, по одному отверстию в каждом Минимальная длина	Три прямоугольных паза в одном образце Минимальная длина,	Три отдельных образца, по одному прямоугольному пазу в каждом Минимальная длина
$1/4t$	$l_0 = 45$	45	40	40
$1/2t$	$l_0 + 15$	45	40	40
$3/4t$	$l_0 + 30$	45	40	40

А.2.1 Уровень контроля А (см. Рисунок А.1)

Размеры в мм



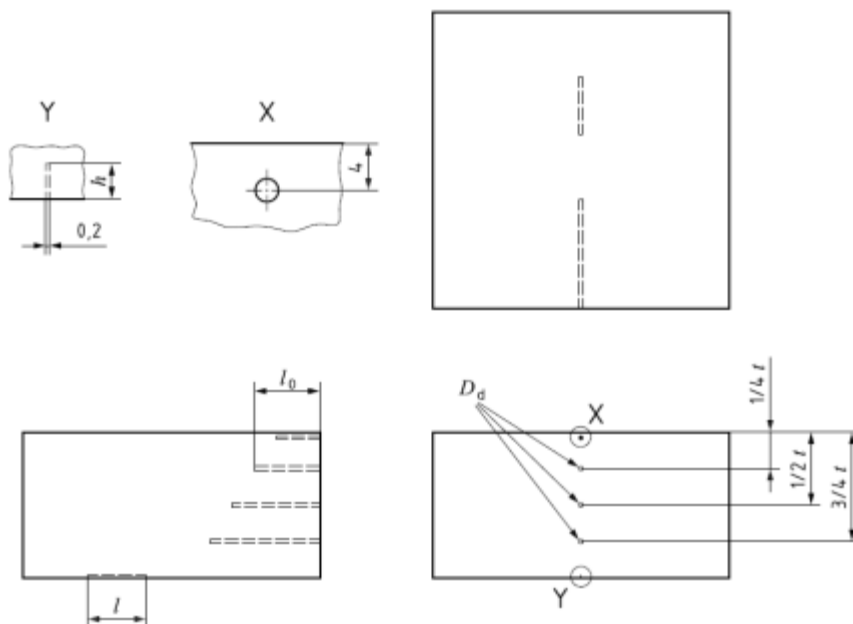
D_d диаметр бокового цилиндрического отверстия
 t толщина образца

l_0 длина бокового цилиндрического отверстия

Рисунок - А.1. Рекомендуемый настроечный образец для уровня контроля А

А.2.2 Уровень контроля В (Рисунок А.2)

Размеры в мм



D_d диаметр бокового цилиндрического отверстия

h глубина прямоугольного паза на дне

l длина прямоугольного паза на дне

l_0 длина бокового цилиндрического отверстия

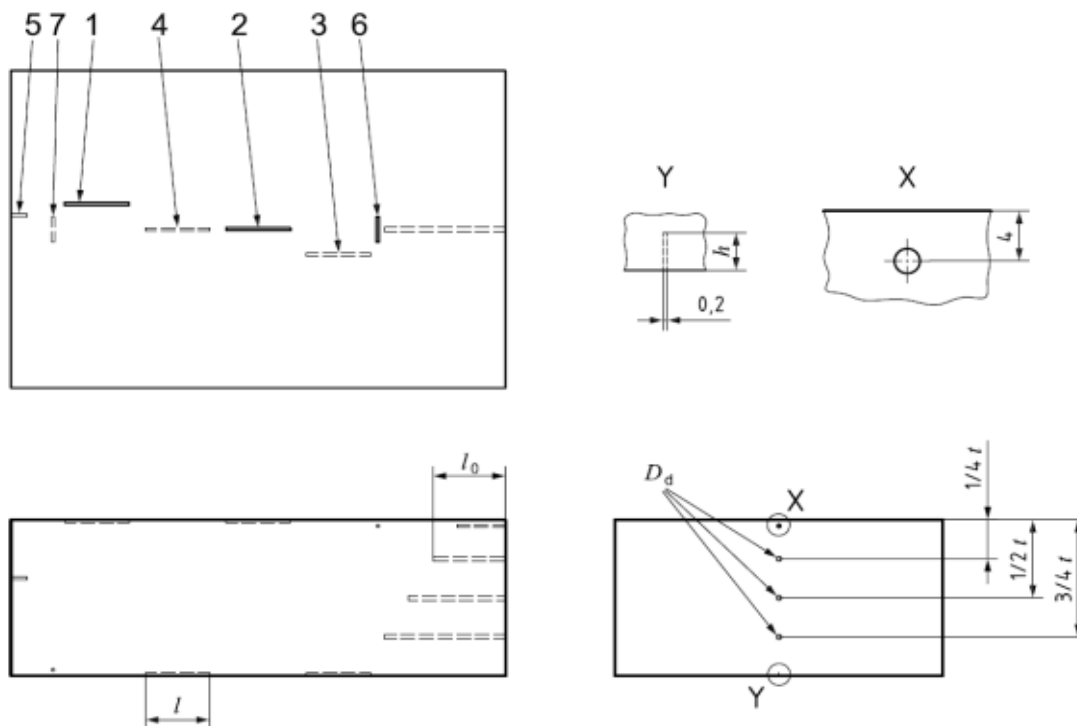
t толщина образца

Рисунок А.2. - Рекомендуемый настроечный образец для уровня контроля В

Деталь X показывает боковое отверстие, расположенное на 4 мм ниже поверхности с диаметром 2 мм и минимальной длиной 30 мм. По-другому метку на поверхности можно использовать с теми же размерами, что описаны в Таблице А.1

А.2.3 Уровень контроля С (Рисунок А.3)

Размеры в мм



D_d диаметр бокового цилиндрического отверстия
 h глубина прямоугольного паза на дне
 l длина прямоугольного паза на дне
 l_0 длина бокового цилиндрического отверстия
 t толщина образца

1, 2 прямоугольные пазы ближней поверхности
3, 4 прямоугольные пазы на дальней поверхности
5 паз на минимом скосе кромки сварного шва
Если требуется в техническом задании:
6 поперечный паз на ближней поверхности
7 поперечный паз на дальней поверхности

Рисунок А.3. - Рекомендуемый настроечный образец для уровня контроля С

На детали X показано боковое отверстие, расположенное на 4 мм ниже поверхности с диаметром 2 мм и минимальной длиной 30 мм. По-другому паз на поверхности можно использовать с размерами, приведенными в Таблице А.1.

Пазы 2 и 4 расположены на мнимой центральной оси шва. Пазы 1 и 3 расположены по краям контролируемого объёма. Паз 5 расположен на мнимой центральной оси шва с ориентацией $\pm 5^\circ$ к разделке шва. Размеры и расположение паза 5 должны быть в соответствии с указаниями.

В настроечном образце должен быть объём, который оставляется без искусственных отражателей. Величина этого объёма должна превышать ширину звукового пучка. Этот объём должен быть симметричным относительно центральной оси шва.

A.2.4 Уровень контроля D

Для уровня контроля D должны быть изготовлены специальные образцы той же конфигурации, с теми же характеристиками основного материала, теми же характеристиками сварного шва, по тому же сварочному процессу и дополнительно к испытательным образцам, используемым для уровней контроля В и С; нужно добавить дополнительные отражатели.

Библиография

- [1] ISO 3183, Нефтяная и газовая промышленность. Трубы стальные для трубопроводно-транспортных систем
- [2] ISO 5817, Сварка. Сварные швы при сварке плавлением стали, никеля, титана и других сплавов (лучевая сварка исключена). Уровни качества в зависимости от дефектов
- [3] ISO 10893-8, Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 8. Автоматический ультразвуковой контроль бесшовных и сварных стальных труб для обнаружения дефектов расслоения
- [4] ISO 10893-11, Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 11. Автоматический ультразвуковой контроль шва сварных стальных труб для обнаружения продольных и/или поперечных дефектов
- [5] EN 583-1, Неразрушающий контроль – Ультразвуковое исследование – Часть 1: Общие принципы
- [6] CEN/TR 15134, Неразрушающий контроль – Автоматизированное ультразвуковое исследование – Выбор и применение систем