

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ**

**ГОСТ
ISO 10863 –
20**

**Неразрушающий контроль сварных соединений.
Ультразвуковой контроль.
Применение дифракционно-временного метода
(TOFD)**

**Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of time-of-
flight diffraction technique (TOFD)
(ISO 10863:2011, 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	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Российская Федерация	RU	Росстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от _____ г. № _____ межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 10863–201 _____ введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 _____ 201 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту EN ISO

10863:2011 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)).

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)

ГОСТ ISO 10863 – 20
(проект, первая редакция)

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

Оглавление

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Термины и определения	3
4 Общие замечания по техническим возможностям метода	4
5 Уровни контроля	6
6 Требования к исходным данным для проведения контроля	7
6.1 Исходные данные из спецификации	7
6.2 Дополнительные данные, необходимые персоналу перед проведением контроля	7
6.3 Разработка инструкции или процедуры контроля	8
7 Требования к персоналу и оборудованию	8
7.1 Квалификация персонала	8
7.2 Оборудование	9
8 Подготовка к контролю	10
8.1 Контролируемый объем	10
8.2 Выбор ультразвуковых преобразователей	11
8.3 Выбор шага записи разверток типа А (А-разверток)	12
8.4 Анализ геометрии	12
8.5 Подготовка поверхностей сканирования	12
8.6 Температура	14
8.7 Контактная среда	14
8.8 Представление базовых координат	14
9 Контроль основного материала	14
10 Настройка диапазона и чувствительности	15
10.1 Настройка	15
10.2 Проверка настройки	16

10.3 Настроечные образцы	17
11 Контроль сварных швов	19
12 Расшифровка и анализ TOFD-изображений	20
12.1 Общие положения	20
12.2 Оценка качества TOFD-изображений	20
12.3 Анализ пригодных для оценки TOFD-индикаций	21
12.4 Классификация пригодных для оценки TOFD-индикаций	22
12.5 Определение координат и размеров	24
12.6 Оценка по критериям приемки	25
13 Протокол контроля	25
Приложение А (справочное) Настроечные образцы	27
Приложение В (справочное) Примеры TOFD-сканирований	33
Приложение Д.А (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам	43
Библиография	44

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.

**Применение дифракционно-временного метода
(TOFD)**

Non-destructive testing of welds - Ultrasonic testing - Use of
time-of-flight diffraction technique (TOFD)

Дата введения – 201__ - __ - __

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к применению дифракционно-временного метода (TOFD) в полу- или полностью автоматизированном режиме ультразвукового контроля сварных соединений, полученных сваркой плавлением в металлах минимальной толщиной 6 мм. Этот метод предназначен для контроля сварных соединений с полным проплавлением простых геометрических объектов в виде пластин, труб и сосудов, где и сварной шов, и основной материал изготовлены из низколегированной углеродистой стали. Если указано и целесообразно, метод TOFD также может быть использован и на других видах материалов, которые обладают низким затуханием ультразвука (преимущественно из-за рассеивания).

Акустические параметры, указанные в настоящем стандарте, зависят от контролируемого материала и основываются на параметрах для стали, имеющих скорость звука продольных волн (5920 ± 50) м/с и поперечных волн (3255 ± 30) м/с. Необходимо это учитывать при контроле материалов с другими акустическими характеристиками.

Настоящий стандарт содержит ссылки на основополагающий стандарт EN 583-6 и рекомендации по определенным возможностям и ограничениям технологии TOFD для обнаружения, определения координат, размеров и характеристик несплошностей в сварных соединениях, полученных при сварке плавлением. Технология TOFD может быть использована в качестве отдельного метода или в сочетании с другими методами неразрушающего контроля (НК) или технологиями, как для контроля на стадии производства, так и для контроля в процессе эксплуатации.

Согласно ISO 17635 настоящий стандарт определяет четыре уровня контроля (A, B, C, D), соответствующие повышению уровня достоверности контроля. Указания по выбору уровня контроля приведены далее.

Настоящий стандарт позволяет оценить индикации TOFD для целей приемки. Эта оценка основана на определении переданных, отраженных и дифракционных ультразвуковых сигналов в пределах полученного TOFD-изображения.

Настоящий стандарт не включает границы допустимости (уровни приемки) для несплошностей.

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. (Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала в области неразрушающего контроля)

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 (Контроль неразрушающий сварных швов. Ультразвуковой контроль. Методы, контрольные уровни и оценка)

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 583-6 Non-destructive testing — Ultrasonic examination — Part 6: Time-of-flight diffraction technique as a method for detection and sizing of discontinuities (Контроль неразрушающий. Ультразвуковой метод. Часть 6. Дифракционно-временной метод обнаружения и измерения несплошностей)

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 12668 (все части) Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic examination equipment (Контроль неразрушающий. Определение характеристик и поверка оборудования ультразвукового контроля.)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют термины, установленные в EN 1330-4, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 конфигурация дифракционно-временного метода; TOFD-конфигурация (time-of-flight diffraction setup; TOFD setup): Конфигурация преобразователей, определяемая характеристиками преобразователей (например, частотой, размером пьезоэлементов преобразователей, углом ввода, типом волны) и расстоянием между центрами преобразователей.

3.2 расстояние между центрами преобразователей; PCS (probe centre separation): Расстояние между точками ввода двух преобразователей.

Примечание:

PCS для двух преобразователей, расположенных на криволинейной поверхности, - кратчайшее расстояние между точками ввода двух преобразователей, а не расстояние, измеряемое вдоль поверхности.

3.3 точка пересечения акустических осей (beam intersection point): Точка пересечения двух акустических осей излучающего и приемного преобразователей.

3.4 индикация дифракционно-временного метода; TOFD-индикация (time-of-flight diffraction indication; TOFD indication): Изображение на экране или резкое отклонение на TOFD-изображении, которому необходим дальнейший анализ.

3.5 изображение дифракционно-временного метода; TOFD-изображение (time-of-flight diffraction image; TOFD image): Двумерное изображение, построенное посредством объединения смежных А-разверток при перемещении сканирующего устройства TOFD (TOFD-конфигурации).

Примечание:

Амплитуда сигнала А-разверток, как правило, представлена значениями шкалы серого цвета.

3.6 смещенное сканирование (offset scan): Сканирование параллельно оси сварного соединения, при котором точка пересечения акустических осей расположена не на центральной линии сварного шва.

4 Общие замечания по техническим возможностям метода

Общие принципы метода TOFD приведены в EN 583-6. Следует рассмотреть некоторые технические возможности и ограничения метода для контроля сварных соединений, полученных сваркой плавлением.

Метод TOFD - это технология создания изображения посредством ультразвука, которая предоставляет возможность обнаруживать несплошности, определять их координаты и размеры. Этот метод применим для определения параметров несплошностей как в металле сварного соединения, так и в околошовной зоне.

По сравнению с методами, основанными только на отражении, метод TOFD, основанный как на дифракции, так и на отражении, менее чувствителен к ориен-

тации несплошности. Несплошности, ориентированные перпендикулярно поверхности и в промежуточных углах наклона, обнаруживаются также хорошо, как и несплошности, расположенные в расплавляемых кромках сварного соединения. При определенных условиях (толщина, подготовка сварного соединения, контролируемый объем и т.д.) требуется контроль более чем одной конфигурацией TOFD.

Обычное TOFD-изображение - линейное по времени (по вертикальной оси) и перемещению преобразователей (по горизонтальной оси). Из-за V-образной траектории ультразвукового пути расположение возможных несплошностей нелинейное. TOFD-контроль должен проводиться соответствующим способом так, чтобы полученные изображения могли быть правильно оценены. Например, следует избегать потери контакта и ошибок сбора и обработки данных, см. 12.2.

Расшифровку TOFD-изображений должен выполнять опытный оператор с соответствующими навыками. Некоторые типовые TOFD-изображения несплошностей в соединениях, полученных сваркой плавлением, показаны в приложении В.

Чувствительность метода к обнаружению подповерхностных несплошностей, расположенных вблизи поверхности сканирования или с обратной стороны, - более низкая. Это следует учитывать особенно для сталей, чувствительных к образованию трещин, или при контроле в процессе эксплуатации. В случаях, где требуется полный контроль таких зон, необходимо принять дополнительные меры. Например, TOFD может проводиться вместе с другими методами неразрушающего контроля (НК) или технологиями.

Дифракционные сигналы от несплошностей сварного соединения могут иметь маленькую амплитуду. Сигналы от границ зерен в крупнозернистых материалах могут мешать определению и оценке несплошностей. При проведении контроля такого материала это должно приниматься во внимание.

5 Уровни контроля

Настоящий стандарт устанавливает 4 уровня контроля (А, В, С и D, см. таблицу 1). От уровня А к уровню С увеличивается достоверность контроля.

Т а б л и ц а 1 – Уровни контроля

Уровень контроля	TOFD-конфигурация	Настроечный образец для проверки настройки (см. 8.2)	Настроечный образец для настройки чувствительности (см. 10.1.4)	Смещенное сканирование	Разработка инструкции по контролю
А	В соответствии с таблицей 2	Нет	Нет	Нет	Не требуется
В	В соответствии с таблицей 2	Нет	Да	Нет	Не требуется
С	В соответствии с таблицей 2	Да	Да	а)	Требуется разработка
Д	В соответствии с техническим заданием	Да	Да	а)	Требуется разработка

^{а)} Должны быть определены необходимость, число и позиция смещенных сканирований.

Если указанные границы допустимости требуют выявления несплошности определенного размера на обеих или на одной поверхности сварного соединения (см. раздел 4), то для этого потребуется использование технологий или методов, выходящих за рамки настоящего стандарта.

Для контроля на стадии производства (см. также ISO 17635) применимы все уровни контроля. Уровень А применяется только для сварных соединений толщиной до 50 мм. При контроле в процессе эксплуатации используется только уровень D.

6 Требования к исходным данным для проведения контроля

6.1 Исходные данные из спецификации

В техническом задании на контроль устанавливаются:

- a) цель и область TOFD-контроля (см. разделы 5 и 8);
- b) уровни контроля (см. раздел 5), в том числе:
 - 1) требуется или нет разработка инструкции на контроль;
 - 2) требуются или нет настроечные образцы;
- c) спецификация на настроечные образцы (см. 10.3), в случае необходимости;
- d) на какой стадии проводится контроль: производство или стадия эксплуатации;
- e) требования к температуре, доступу и качеству поверхности (см. раздел 8);
- f) требования к отчету (см. раздел 13);
- g) критерии приемки;
- h) квалификация персонала (см. 7.1).

6.2 Дополнительные данные, необходимые персоналу перед проведением контроля

Перед началом контроля сварного соединения персонал, проводящий контроль, должен иметь доступ ко всей информации, указанной в п. 6.1, вместе со следующей дополнительной информацией;

- a) инструкция по контролю или процедура проведения контроля (см. 6.3), если требуется;
- b) тип (ы) основного материала и форма изделия (т. е. отливка, штамповка, прокат);
- c) подготовка сварного соединения и его размеры;
- d) инструкция на технологический процесс сварки или соответствующая информация на процесс сварки;

- е) промежуток времени до начала контроля после проведения любой термической обработки сварного изделия;
- ф) результат любого контроля основного металла, выполненного до и/или после сварки;
- г) тип и характеристики дефектов, которые должны быть обнаружены.

6.3 Разработка инструкции или процедуры контроля

Для уровней контроля А и В настоящий стандарт отвечает требованиям, необходимым для инструкции по контролю.

Для уровней контроля С и D или если методы, описанные в настоящем стандарте, не применимы к сварному соединению, которое должно быть проконтролировано, необходимо использовать специально разработанную процедуру (инструкцию) по контролю.

Для выполнения работ по сбору данных персоналу 1-го уровня необходимо предоставить процедуру (инструкцию) по контролю. Процедура (инструкция) по контролю должна содержать как минимум информацию, приведенную в разделе 13.

7 Требования к персоналу и оборудованию

7.1 Квалификация персонала

Помимо основных знаний по ультразвуковому методу контроля сварных соединений, весь персонал должен быть обучен проведению контроля по методу TOFD. Требуется документальное подтверждение их компетентности (уровень подготовки и опыт).

Разработка инструкции по контролю, окончательный анализ данных с применением программных средств, утверждение протокола контроля должны проводиться сертифицированным персоналом, как минимум 2-го уровня, в области ультразвукового контроля согласно ISO 9712 или аналогичным стандартам, дей-

ствующим в соответствующем секторе промышленности. Персонал 1-го уровня может выполнять настройку оборудования, сбор и сохранение данных, составление протокола в соответствии с разработанной инструкцией по контролю и под наблюдением сертифицированного персонала 2-го или 3-го уровня согласно ISO 9712 или аналогичным стандартам, действующим в соответствующем секторе промышленности.

Для сбора данных специалисту 1-го уровня может помочь технический персонал.

В случаях, когда минимальный уровень квалификации не отвечает приведенным требованиям, необходимо пройти специальное профессиональное обучение.

7.2 Оборудование

7.2.1 Ультразвуковое оборудование и дисплей

Ультразвуковое оборудование, которое используется для метода TOFD должно как минимум соответствовать требованиям EN 12668.

Программное обеспечение TOFD не должно скрывать такие проблемы, как потеря контакта, пропуск линий развертки, ошибки синхронизации или электронный шум.

В дополнение к требованиям, изложенным в EN 583-6, должны применяться и учитываться следующие требования:

- a) оборудование должно иметь возможность выбора соответствующей части временной развертки, в которой оцифровываются A-развертки;
- b) рекомендуется использовать частоту дискретизации A-развертки, как минимум в 6 раз превышающую номинальную частоту преобразователя.

7.2.2 Ультразвуковые преобразователи

Используемые ультразвуковые преобразователи для контроля сварных соединений методом TOFD должны соответствовать требованиям EN 583-6.

Применение преобразователей для криволинейных поверхностей должно соответствовать требованиям ISO 17640.

Рекомендации по выбору преобразователей приведены в таблице 2.

7.2.3 Сканирующие устройства

Должны выполняться требования, изложенные в EN 583-6. Чтобы достичь постоянства изображений (собранных данных), рекомендуется применять направляющие устройства.

8 Подготовка к контролю

8.1 Контролируемый объем

Контроль должен выполняться в соответствии с EN 583-6. Цель контроля оговаривается в исходных данных. На основе его должен быть определен контролируемый объем.

Контролируемый объем находится между преобразователями. Например, для уровней контроля А и В преобразователи размещают симметрично относительно оси сварного шва. Для уровней контроля С и D могут потребоваться дополнительные смещенные сканирования.

Для контроля в процессе производства контролируемый объем определяется зоной, включающей в себя сварной шов и основной металл по обе стороны сварного соединения на ширину не менее 10 мм или на ширину зоны термического влияния (при этом выбирают большее значение). Во всех случаях контролю подлежит весь объем.

Обычно этот контроль выполняется в соответствии с признанными стандартами, применяя границы допустимости для гарантии качества. Если применяются методы «пригодности к использованию по назначению», тогда устанавливают соответствующие критерии приемки.

При контроле в процессе эксплуатации контролируемый объем может быть ориентирован на определенную область, представляющую интерес, например на внутреннюю 1/3 часть сварного соединения. При этом устанавливают критерии приемки и минимальный размер несплошности, который необходимо выявить в интересующей области.

8.2 Выбор ультразвуковых преобразователей

Преобразователи выбирают так, чтобы охватить заданный контролируемый объем и обеспечить оптимальные условия для возбуждения и обнаружения дифракционных сигналов. Для стыковых сварных швов простых геометрических форм и с узким валиком на обратной поверхности контроль выполняют одной или несколькими конфигурациями (сканированиями), в зависимости от толщины стенки (см. таблицу 2). Таблица 2 также может быть использована в качестве руководства для других типов швов, например для Х-образных сварных швов, с разной толщиной основного металла или сужающихся. В данном случае результативность контролируемого объема проверяют при помощи настроечных образцов для верификации. Выбор преобразователей для полного контроля всего объема сварного соединения выполняют в соответствии с таблицей 2. Особо тщательно выбирают требуемую комбинацию параметров. Например, в диапазоне толщин от 15 до 35 мм частота 10 МГц, угол ввода 70° и размер пьезоэлемента 3 мм могут подойти для толщины 16 мм, но не для 32 мм.

Для уровней контроля А и В рекомендуется, чтобы TOFD-конфигурация была проверена при помощи настроечных образцов.

Для уровней контроля С и D все выбранные конфигурации для объектов контроля проверяют при помощи настроечных образцов.

Если параметры конфигурации не соответствуют таблице 2, необходимо проверить выбранные характеристики при помощи настроечных образцов.

При контроле в процессе эксплуатации точку пересечения акустических осей излучающего и приемного преобразователей задают для контролируемого объема.

8.3 Выбор шага записи разверток типа А (А-разверток)

Выбор шага записи А-разверток зависит от контролируемой толщины стенки. Для толщин до 10 мм шаг должен быть не более 0,5 мм. Для толщин от 10 до 150 мм шаг должен быть не более 1 мм. Для толщины свыше 150 мм должен использоваться шаг не более 2 мм.

8.4 Анализ геометрии

Особое внимание следует обратить на контроль сварных швов сложных геометрических объектов, например сварных соединений материалов различной толщины, сваренных под углом или патрубков. Так как метод TOFD основан на измерениях временных интервалов звуковых волн, проходящих самый короткий путь между точкой ввода и точкой приема через точки отражения или дифракции, то некоторые зоны контроля могут быть недоступны. Дополнительные сканирования во многих случаях помогут решить эту проблему. Разработка контроля объектов сложной геометрической формы требует хороших знаний в области распространения звука, изготовления настроечных образцов, современного программного обеспечения, а также обладания знаниями, которые не ограничиваются содержанием настоящего стандарта.

8.5 Подготовка поверхностей сканирования

Поверхности сканирования должны быть достаточно широкими, чтобы выполнить контроль в полном объеме.

Поверхности сканирования должны быть ровными и без инородных тел (загрязнения), которые могут помешать контакту преобразователей (например, ржавчина, рыхлая окалина, сварочные брызги, насечки, канавки). Волнистость

поверхностей сканирования не должна приводить к образованию зазора между одним из преобразователей и поверхностью больше чем 0,5 мм. Данные требования при необходимости можно обеспечить с помощью зачистки.

Поверхности сканирования могут считаться удовлетворительными, если шероховатость Ra не превышает 6,3 мкм для обработанных поверхностей или не более 12,5 мкм для поверхностей, подвергнутых дробеструйной обработке.

Т а б л и ц а 2 – Рекомендуемые TOFD-конфигурации для простых стыковых швов в зависимости от толщины стенки

Толщина t , мм	Количество TOFD-конфигураций	Диапазон глубины Δt , мм	Средняя частота f , МГц	Угол ввода (продольные волны) α	Размер пьезоэлемента, мм	Пересечение акустических осей
6-10	1	$0 - t$	15	70^0	2-3	$2/3t$
>10-15	1	$0 - t$	15-10	70^0	2-3	$2/3t$
>15-35	1	$0 - t$	10-5	$70^0 - 60^0$	2-6	$2/3t$
>35-50	1	$0 - t$	5-3	$70^0 - 60^0$	3-6	$2/3t$
>50-100	2	$0 - t/2$	5-3	$70^0 - 60^0$	3-6	$1/3t$
		$t/2 - t$	5-3	$60^0 - 45^0$	6-12	$5/6t$
>100-200	3	$0 - t/3$	5-3	$70^0 - 60^0$	3-6	$2/9t$
		$t/3 - 2t/3$	5-3	$60^0 - 45^0$	6-12	$5/9t$
		$2t/3 - t$	5-2	$60^0 - 45^0$	6-20	$8/9t$
> 200 - 300	4	$0 - t/4$	5-3	$70^0 - 60^0$	3-6	$1/12t$
		$t/4 - t/2$	5-3	$60^0 - 45^0$	6-12	$5/12t$
		$t/2 - 3t/4$	5-2	$60^0 - 45^0$	6-20	$8/12t$
		$3t/4 - t$	3-1	$50^0 - 40^0$	10-20	$11/12t$; или t для $\alpha \leq 45^0$

8.6 Температура

При использовании типовых преобразователей и контактных сред температура поверхности объекта контроля должна быть в диапазоне от 0 °С до 50 °С.

Для температур вне этого диапазона проводят проверку пригодности оборудования.

8.7 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.

8.8 Представление базовых координат

В целях обеспечения повторяемости результатов контроля, применяют постоянную систему отсчета.

9 Контроль основного материала

Основной материал предварительно не проверяют на расслоения (обычно с использованием ультразвукового контроля прямым преобразователем), так как они будут обнаружены во время TOFD-контроля сварного соединения. Тем не менее, наличие несплошностей в основном материале, прилегающем к сварному шву, может привести к загромождению зон или вызвать трудности в интерпретации данных.

10 Настройка диапазона и чувствительности

10.1 Настройка

10.1.1 Основные положения

Настройку диапазона и чувствительности выполняют перед каждым контролем в соответствии с настоящим стандартом и EN 583-6. Любые изменения TOFD-конфигурации, например, изменение расстояния между центрами преобразователей (PCS), требует новой настройки.

Шум следует минимизировать, например усреднением сигнала.

10.1.2 Развертка

Развертка должна охватывать как минимум диапазон глубины, указанный в таблице 2;

а) для контроля всей толщины с использованием только одной TOFD-конфигурации развертка должна начинаться по времени как минимум за 1 мкс до переднего фронта LW-сигнала и, если это возможно, должна включать первый эхо-сигнал от обратной поверхности трансформированной (поперечной) волны;

б) если используется больше, чем одна конфигурация, развертки должны перекрываться по крайней мере на 10 % диапазона глубины.

Начало и ширину разверток проверяют на объекте контроля.

10.1.3 Настройка глубиномера

Для отдельно взятого PCS настройку глубиномера лучше выполнять, используя LW-сигнал и сигнал от обратной поверхности с известной скоростью звука в материале.

Эту настройку необходимо проверять (для всех уровней контроля) на подходящем образце известной толщины (точность 0,05 мм). По крайней мере одно измерение глубины должно быть выполнено в контролируемом диапазоне глубин, как правило, с записью минимального значения 20 А-разверток.

Точность измеренной толщины или глубины должна быть в пределах 0,2 мм действительной или известной толщины или глубины. Для криволинейных поверхностей могут понадобиться геометрические поправки.

10.1.4 Настройка чувствительности

Для всех уровней контроля настройку чувствительности выполняют на объекте контроля. Амплитуда LW-сигнала должна быть между 40 % и 80 % полной высоты экрана (FSH). В случаях, где использование LW-сигнала не предусмотрено (например, состояние поверхности, применение крутого угла призмы), чувствительность должна быть настроена таким образом, чтобы амплитуда сигнала от обратной поверхности была между 18 и 30 дБ выше FSH. Если отсутствует возможность использования LW-сигнала или сигнала от обратной поверхности, то чувствительность настраивают таким образом, чтобы амплитуда от шумов, обусловленных зернистостью материала, находилась между 5 % и 10 % FSH.

Для уровней контроля В, С и D чувствительность проверяют при помощи настроечных образцов, содержащих механически изготовленные несплошности (пазы, боковые сверления и т. п.) (см. 10.3).

10.2 Проверка настройки

Проверки на подтверждение настройки диапазона и чувствительности осуществляют с периодичностью не реже чем через 4 часа и по окончании контроля. Проверки также должны проводиться всякий раз, когда системный параметр изменен или предполагают изменения в аналогичных параметрах. Если настроечный образец использовался для начальной настройки, этот же настроечный образец следует использовать и для последующих проверок. Как вариант можно ис-

пользовать меньший образец с известными свойствами передачи при условии, что он идентичен по свойствам первоначальному настроечному образцу.

Если настроечный образец не использовался для настройки, а вместо него использовался сам объект контроля, то последующие проверки выполняют в том же месте на объекте контроля, на котором проводилась настройка.

Если во время проведения этих проверок обнаружены отклонения от изначально установленных параметров в соответствии с 10.1.3 и 10.1.4, то необходимо выполнить коррекции в соответствии с таблицей 3.

Т а б л и ц а 3 – Коррекция чувствительности и диапазона

Чувствительность	
Отклонение ≤ 6 дБ	Не требуется никаких действий; данные могут быть скорректированы программным обеспечением
Отклонение > 6 дБ	Должна быть проведена настройка аппаратуры и повторно выполнен весь контроль, начиная с последней действительной проверки
Диапазон	
Отклонение $\leq 0,5$ мм или 2 % от заданного диапазона глубины, выбирается большее значение	Не требуется никаких действий
Отклонение $> 0,5$ мм или 2 % от заданного диапазона глубины, выбирается большее значение	Должна быть проведена настройка аппаратуры и повторно выполнен весь контроль, начиная с последней действительной проверки

10.3 Настроечные образцы

10.3.1 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.

10.3.2 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.

10.3.3 Размеры и форма

Толщину настроечного образца выбирают в зависимости от толщины объекта контроля. Поэтому толщина должна быть ограничена минимальной и максимальной величиной, относящейся к толщине объекта контроля.

Рекомендуется, чтобы толщина настроечных образцов была между 0,8 и 1,5 толщины объекта контроля с максимальной разностью в толщине 20 мм по сравнению с объектом контроля. Необходимо убедиться, чтобы угол по осевой линии между преобразователями внизу настроечного образца не был меньше 40° (см. рисунок А.1).

Минимальную толщину настроечного образца выбирают так, чтобы точка пересечения акустических осей выбранной конфигурации всегда находилась в пределах настроечного образца (см. рисунок А.2).

Длина и ширина настроечного образца должны быть выбраны таким образом, чтобы все искусственные отражатели в пределах контролируемой зоны могли быть обнаружены в соответствующем диапазоне сканирования.

Для контроля продольных сварных соединений в цилиндрических объектах используют криволинейные настроечные образцы диаметром от 0,9 до 1,5 диаметра объекта. Для объектов диаметром 300 мм и более можно использовать плоские настроечные образцы.

10.3.4 Настроечные отражатели

Для толщин от 6 до 25 мм требуется как минимум 3 отражателя, для толщин $t > 25$ мм требуется не менее 5 отражателей. Типовые настроечные отражатели - это боковые сверления и пазы. Возможно использование пазов различных форм при условии, что они образуют дифракционные сигналы.

11 Контроль сварных швов

Два преобразователя перемещаются параллельно сварному шву на фиксированном расстоянии и ориентированы по направлению к оси сварного шва.

Данные, полученные во время сканирования, должны использоваться для целей обнаружения и определения размеров. Последующая оценка TOFD-индикаций, полученных во время первоначального сканирования, может потребовать проведения дополнительных сканирований, таких как смещенные сканирования, перпендикулярные сканирования относительно несплошности, или использования дополнительных TOFD-конфигураций.

Скорость сканирования следует выбирать такой, чтобы получались удовлетворительные изображения (см. 12.1). Скорость сканирования зависит от шага записи, усреднения сигнала, частоты следования импульса, частоты обработки данных и контролируемого объема. Пропущенные линии развертки могут указывать на то, что использовалась слишком высокая скорость. Допускается максимальный пропуск 5 % от общего количества линий, собранных в одном отдельном файле, при отсутствии пропусков смежных линий.

Если сварное соединение разделяют на несколько частей для сканирования, то между смежными сканированиями требуется перекрытие не менее 20 мм. При сканировании кольцевого сварного соединения необходимо обеспечить такое же перекрытие между окончанием последнего и началом первого сканирования.

Снижение амплитуды LW-сигнала, сигнала от обратной поверхности, шума, обусловленного зернистостью металла, или трансформированных сигналов в процессе сканирования более чем на 12 дБ может указывать на потерю акустического контакта (см. рисунки В.7 и В.8). При подозрении на потерю акустического кон-

такта повторно сканируют нужную область. Если результаты сканирования не-удовлетворительные, необходимо предпринять соответствующие меры.

Перенасыщенность LW-сигнала или завышенный шум, обусловленный зернистостью ($> 20 \% FSH$), при проведении сканирования требуют принятия корректирующих мер и проведения повторного сканирования.

12 Расшифровка и анализ TOFD-изображений

12.1 Общие положения

Расшифровка и анализ TOFD-изображений обычно осуществляется следующим образом;

- a) оценка качества TOFD-изображения;
- b) анализ пригодных для оценки TOFD-индикаций и исключение ложных индикаций;
- c) классификация соответствующих TOFD-индикаций на:
 - 1) внутренние (протяженные, точечные);
 - 2) выходящие на поверхность;
- d) определение координат (обычно положение в x- и z-направлении) и размеров (длина, высота и глубина);
- e) оценка в соответствии с критериями приемки.

12.2 Оценка качества TOFD-изображений

TOFD-контроль должен выполняться так, чтобы получались изображения удовлетворительного качества, которые в дальнейшем можно уверенно оценивать. Изображения удовлетворительного качества считаются подходящими, если:

- a) имеется контакт (см. 8.7 и раздел 11);
- b) собраны данные (см. раздел 11);
- c) настроена чувствительность (см. 10.1.4);
- d) настроена длительность развертки (см. 10.1.2).

Оценку качества TOFD-изображений должен проводить квалифицированный и опытный персонал (см. 7.1). Специалист принимает решение о необходимости повторного сканирования для некачественных изображений.

Примеры некачественных изображений приведены в приложении В.1.

12.3 Анализ пригодных для оценки TOFD-индикаций

TOFD-изображения удовлетворительного качества рассматривают на наличие TOFD-индикаций. TOFD-индикации должны быть распознаны по образу или отклонению в пределах изображения.

С помощью метода TOFD можно получить как отображение несплошностей в сварном шве, так и особенности геометрии объекта контроля. Для того чтобы определить индикации TOFD, которые связаны с особенностями геометрии, необходима более подробная информация об объекте контроля. Такие TOFD-индикации могут быть вызваны предполагаемой или имеющейся формой объекта контроля и рассматриваются как не относящиеся к делу, т. е. не принимаются к рассмотрению. Примеры TOFD-индикаций, связанных с особенностями геометрии, приведены в приложении В.3.

Для того чтобы определить, является ли такая индикация TOFD относящейся к делу, т. е. вызвана ли она несплошностью, ее образ или соответствующее отклонение изображения на экране с учетом формы и амплитуды сигнала оценивают по отношению к общему уровню шума. Для того чтобы оценить такую TOFD-индикацию, может потребоваться принятие во внимание уровня насыщенности шкалы серого цвета или соседних участков с изображениями.

12.4 Классификация пригодных для оценки TOFD-индикаций

12.4.1 Общие положения

Амплитуда, фаза, расположение и форма пригодных для оценки TOFD-индикаций могут содержать информацию о типе несплошности.

Пригодные для оценки TOFD-индикации классифицируются как TOFD-индикации либо от выходящих на поверхность, либо внутренних несплошностей путем проведения анализа следующих характеристик:

- a) отклонение LW-сигнала;
- b) отклонение отражения от обратной поверхности;
- c) TOFD-индикации между LW-сигналом и отражением от обратной поверхности;
- d) фаза TOFD-индикаций между LW-сигналом и отражением от обратной поверхности;
- e) трансформированные сигналы после первого отражения от обратной поверхности.

Некоторые типовые TOFD-изображения несплошностей в сварных соединениях, полученных сваркой плавлением, приведены в приложении В.2.

12.4.2 Индикации от несплошностей, выходящих на поверхность

12.4.2.1 Общие положения

Несплошности, выходящие на поверхность, можно разделить на три типа (12.4.2.2 - 12.4.2.4).

12.4.2.2 Несплошности поверхности сканирования

Данный тип проявляется в виде протяженной индикации, вызванной сигналом, излучаемым от нижнего края несплошности, и ослаблением или потерей LW-сигнала (не всегда наблюдается). Индикация от нижнего края может быть скрыта LW-сигналом, но, как правило, индикацию можно наблюдать в части изображения трансформированного сигнала. При фиксации малых несплошностей можно наблюдать лишь небольшую задержку LW-сигнала.

12.4.2.3 Несплошности обратной поверхности

Данный тип проявляется в виде протяженной индикации, вызванной сигналом, излучаемым от верхнего края несплошности, и ослаблением, потерей или задержкой отражения от обратной поверхности (не всегда наблюдается).

12.4.2.4 Сквозная несплошность

Этот тип проявляется как потеря или ослабление обоих типов волн LW-сигнала и отражения от обратной поверхности, сопровождаемых дифракционными сигналами от обоих краев несплошности.

12.4.3 TOFD-индикации от внутренних несплошностей

12.4.3.1 Общие положения

TOFD-индикации от внутренних несплошностей обычно не изменяют вид LW-сигнала или отражения от обратной поверхности.

Внутренние несплошности можно разделить на три категории (12.4.3.2 - 12.4.3.4).

12.4.3.2 Точечная несплошность

Данный тип проявляется как отдельная кривая гиперболической формы, которая может находиться на любой глубине.

12.4.3.3 Протяженная несплошность с неизмеряемой высотой

Данный тип проявляется как протяженная индикация на экране, соответствующая видимому сигналу от верхнего края.

12.4.3.4 Протяженная несплошность с измеряемой высотой

Данный тип проявляется в виде двух продолговатых индикаций на экране, расположенных на разных глубинах, соответствующих нижнему и верхнему кра-

ям несплошности. Индикация нижнего края, как правило, совпадает по фазе с LW-сигналом, а индикация верхнего края, как правило, совпадает по фазе с отражением от обратной поверхности.

12.4.4 Неклассифицированные несплошности

Индикации, которые не могут быть классифицированы в соответствии с 12.4.2 и 12.4.3, могут потребовать дополнительного контроля и анализа.

12.5 Определение координат и размеров

12.5.1 Координаты

Координаты несплошности в x - и z -направлениях, как указано в EN 583-6, определяются по данным, собранным в соответствии с разделом 11.

Положение точечных несплошностей характеризуется в достаточной мере x - и z -координатами. Положение протяженных несплошностей должно характеризоваться x - и z -координатами их крайних точек.

Если требуется положение в y -направлении, необходимы дополнительные сканирования. Если требуются данные по более точному положению, то может понадобиться алгоритм реконструкции, например, можно использовать метод искусственной фокусировки апертуры (SAFT).

12.5.2 Определение размеров

Размер несплошности определяется его длиной и высотой. Длина определяется разностью x -координат крайних точек TOFD-индикации. Высота определяется максимальной разностью z -координат. Для TOFD-индикаций, отображающих различные z -координаты вдоль их длины, высота должна быть определена в x -позиции, где разность между z -координатами наибольшая.

12.6 Оценка по критериям приемки

После классификации всех соответствующих TOFD-индикаций и определения их координат и размеров они должны быть оценены по установленным критериям приемки. На основе данной оценки TOFD-индикации можно разделить на две категории: «допустимые» и «недопустимые».

13 Протокол контроля

Протокол контроля должен включать как минимум;

- a) ссылку на настоящий стандарт;
- b) данные, относящиеся к объекту контроля:
 - 1) идентификационные данные объекта контроля;
 - 2) размеры, включая толщину стенки;
 - 3) тип материала и форма изделия;
 - 4) геометрическая конфигурация;
 - 5) расположение контролируемых сварных соединений;
 - 6) ссылки на процесс сварки и термообработку;
 - 7) состояние поверхности и температура, если она выходит за пределы диапазона 0⁰C - 50⁰C;
 - 8) стадию производства;
- c) информацию, относящуюся к оборудованию:
 - 1) изготовитель и тип TOFD-оборудования, включая сканирующие устройства с идентификационными номерами, при необходимости;
 - 2) изготовитель, тип, частота, размер пьезоэлемента и угол (углы) ввода преобразователей с идентификационными номерами, при необходимости;
 - 3) подробное описание настроечных образцов с идентификационными номерами, при необходимости;
 - 4) тип используемой контактной среды;
- d) информацию, относящуюся к методу контроля:

- 1) уровень контроля и ссылка на документально оформленную инструкцию или процедуру, при необходимости;
 - 2) цель и контролируемый объем;
 - 3) подробные данные о начале отсчета и системе координат;
 - 4) подробные данные по TOFD-конфигурации;
 - 5) способ и величины, используемые для настройки диапазона и чувствительности;
 - 6) подробная информация по усреднению сигнала и настройкам по шагу записи;
 - 7) подробные данные по смещенным сканированиям, при необходимости;
 - 8) ограничение (отсутствие) доступа и отклонения от настоящего стандарта, если таковые имеются;
- е) информацию, относящуюся к результатам контроля:
- 1) TOFD-изображения по крайней мере тех мест, к которым относятся детектированные TOFD- индикации;
 - 2) принятые критерии приемки;
 - 3) данные в табличной форме классификации, координат и размеров, соответствующих TOFD- индикаций, и результаты оценок;
 - 4) дата контроля;
 - 5) фамилии, подписи и сертификаты компетентности персонала.

Приложение А

(справочное)

Настроечные образцы

А.1 Требования к толщине

А.1.1. Общие положения

Толщина настроечных образцов должна соответствовать 10.3.3, А.1.2 и А.1.3.

А.1.2. Максимальная толщина

Толщина настроечного образца должна быть выбрана таким образом, чтобы угол в нижней части настроечного образца был не менее 40° (как показано на рисунке А.1), чтобы избежать зоны, где нет дифракции в нижней части образца.

Если Z - положение глубины точки пересечения, $2S$ - расстояние между центрами преобразователей и α - угол акустической оси выбранной конфигурации, то в соответствии с рисунком А.1 максимальная толщина t_{max} может быть рассчитана:

$$\left. \begin{aligned} S &= Z \operatorname{tg} \alpha \\ S &= t_{max} \operatorname{tg} 40^\circ \end{aligned} \right\} \Rightarrow Z \operatorname{tg} \alpha = t_{max} \operatorname{tg} 40^\circ \Rightarrow t_{max} = Z \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} 40^\circ} \right)$$

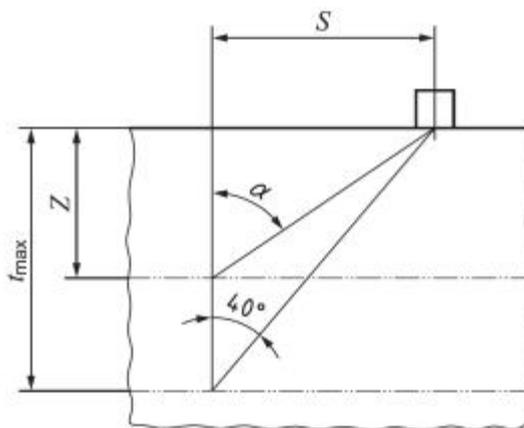
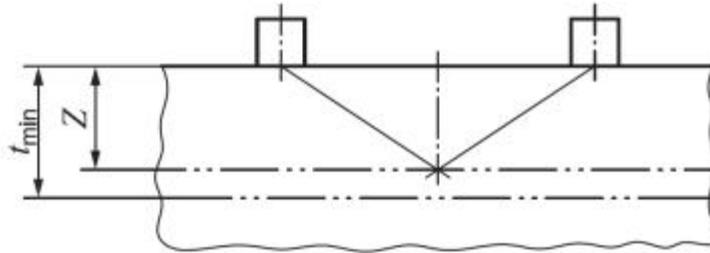


Рисунок А.1 - Ограничение максимальной толщины

А.1.3 Минимальная толщина

Минимальную толщину t_{\min} настроечного образца выбирают таким образом, чтобы глубина Z точки пересечения акустических осей выбранной конфигурации всегда была внутри настроечного образца (см. рисунок А.2). Это значит: $t_{\min} \geq Z$.



Обозначения:

t_{\min} – минимальная толщина настроечного образца;

Z – глубина положения точки пересечения акустических осей

Рисунок А.2 – Ограничение минимальной толщины

А.2 Настроечные отражатели

Для толщин от 6 до 25 мм рекомендуется как минимум 3 настроечных отражателя (см. рисунки А.4 и А.5). Отражатели могут быть выполнены механической обработкой в одном или нескольких образцах:

- один паз на нижней части образца длиной l и высотой h (см. таблицу А.1);
- одно боковое сверление диаметром 2 мм и длиной 30 мм, расположенное на глубине 4 мм от поверхности;
- одно боковое сверление диаметром D_d (см. таблицу А.2) и длиной 45 мм, расположенное на глубине $t/2$ от поверхности. В качестве варианта может использоваться паз на сканируемой поверхности глубиной $t/2$, с углом при вершине, равным 60° (см. рисунок А.3), шириной w (см. таблицу А.2) и минимальной длиной 40 мм.

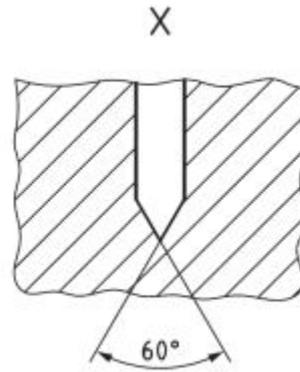


Рисунок А.3 – Детализация вершины паза

Для толщин более 25 мм рекомендуется как минимум 5 настроечных отражателя (см. рисунки А.4 и А.5). Отражатели могут быть выполнены механической обработкой в одном или нескольких образцах:

- один паз на нижней части образца длиной l и высотой h (см. таблицу А.1);
- одно боковое сверление диаметром 2 мм и минимальной длиной 30 мм, расположенное на глубине 4 мм от поверхности;
- три боковых сверления диаметром D_d (см. таблицу А.2) и длиной l (см. таблицу А.3), расположенных на глубинах $t/4$, $t/2$ и $3 t/4$ от поверхности. В качестве варианта могут использоваться три паза от поверхности сканирования глубиной $t/4$, $t/2$ и $3 t/4$, с углом при вершине, равным 60° (см. рисунок А.5), шириной w (см. таблицу А.2) и минимальной длиной 40 мм.

Предельные отклонения для всех размеров следующие:

- на диаметр - $\pm 0,2$ мм;
- на длину - ± 2 мм;
- на угол - $\pm 2^\circ$.

Т а б л и ц а А.1 Длина и глубина паза на нижней поверхности настроечного образца

Толщина t , мм	Длина паза l , мм	Высота паза h , мм
$6 < t \leq 40$	t	$1 \pm 0,2$
$40 < t \leq 60$	40 ± 2	$2 \pm 0,2$

$60 < t \leq 100$	50 ± 2	$2 \pm 0,2$
$t > 100$	60 ± 2	$3 \pm 0,2$

Т а б л и ц а А.2 - Диаметр боковых сверлений и ширина поверхностных пазов

Толщина t , мм	Диаметр бокового сверления D_d , мм	Ширина поверхностного паза w , мм
$6 < t \leq 25$	$2,5 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$
$25 < t \leq 50$	$3,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$
$50 < t \leq 100$	$4,5 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,2$
$t > 100$	$6,0 \pm 0,2$	$6,0 \pm 0,2$

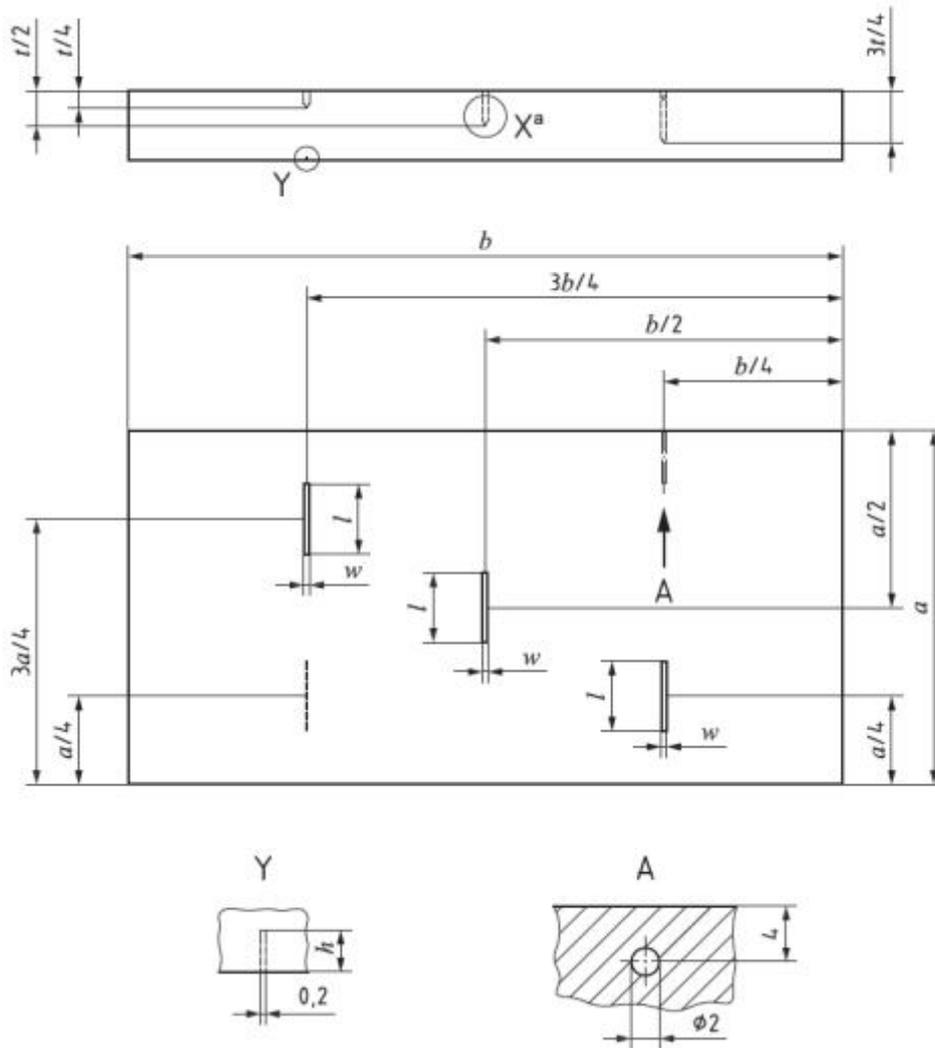
Т а б л и ц а А.3 - Диаметр боковых сверлений и ширина поверхностных пазов

Глубина	Три сверления на одной и той же стороне	Три отдельные стороны с одним сверлением на каждой	Три паза на одной и той же стороне	Три отдельные стороны с одним пазом на каждой стороне
	Минимальная длина, мм	Минимальная длина, мм	Минимальная длина, мм	Минимальная длина, мм
$t/4$	$l_o = 45$	45	40	40
$t/2$	$l_o + 15$	45	40	40
$3t/4$	$l_o + 30$	45	40	40

А.3 Типовые настроечные образцы

Некоторые примеры настроечных образцов, используемых в TOFD-методе, содержащих типовые настроечные отражатели, как указано в А.2, представлены на рисунке А.3 (с пазами) и на рисунке А.4 (с боковыми сверлениями и пазом).

Размеры в миллиметрах



Обозначения:

a – ширина образца;

b – длина образца;

t – толщина образца;

w – ширина паза;

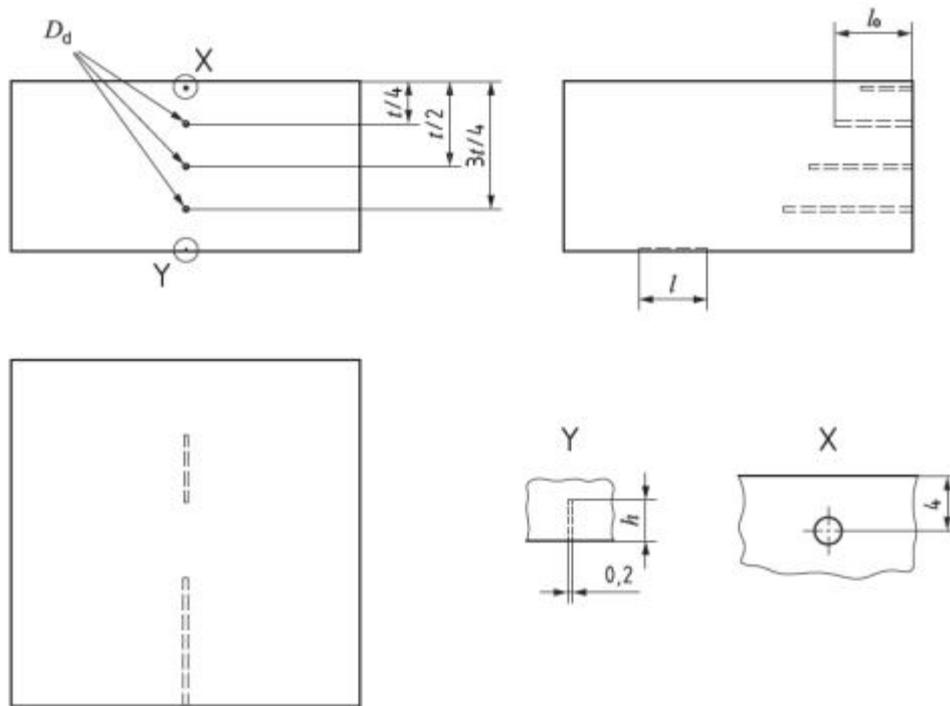
l – длина паза;

h – высота паза

a) См. рисунок А.3

Рисунок А.4 – Настроечный образец с пазами

Размеры в миллиметрах



Обозначения:

t – толщина образца;

D_d – диаметр бокового сверления;

L_0 – длина бокового сверления;

l – длина паза нижней поверхности образца;

h – высота паза

Рисунок А.5 – Настроечный образец с односторонними боковыми сверлениями и пазом

Приложение В

(справочное)

Примеры TOFD-сканирований

В.1 TOFD-изображения удовлетворительного и неудовлетворительно качества

На рисунке В.1 представлено TOFD-изображение удовлетворительного качества, включающее:

- свободный от помех LW-сигнал (амплитуда между 40 % и 80 % FSH);
- четыре TOFD-индикации от пазов на разных глубинах;
- прямое отражение от обратной поверхности;
- трансформированные сигналы от пазов и обратной поверхности.

На рисунках В.2 – В.8 представлены TOFD-изображения неудовлетворительного качества.

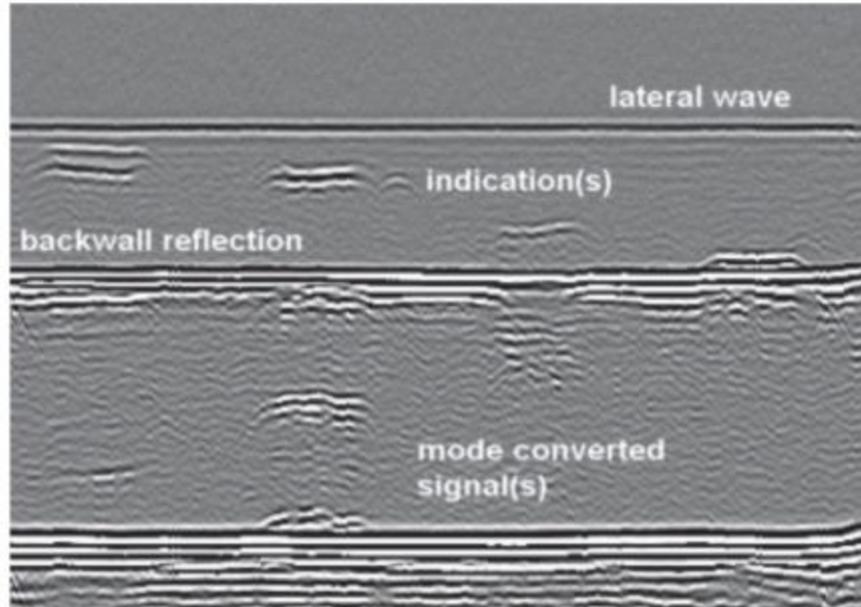
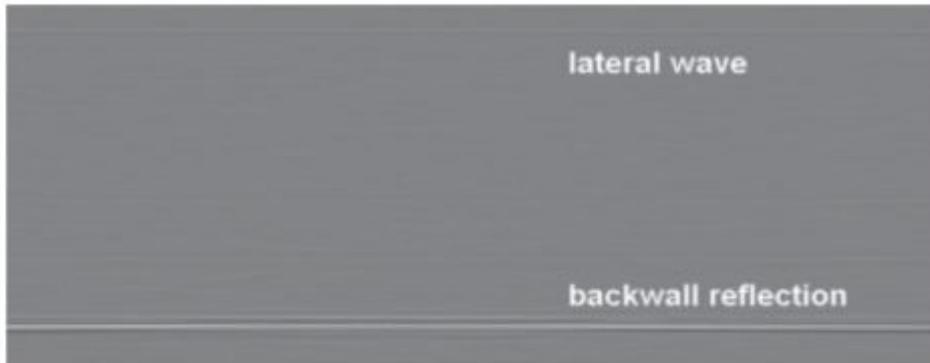


Рисунок В.1 – TOFD-изображение удовлетворительного качества



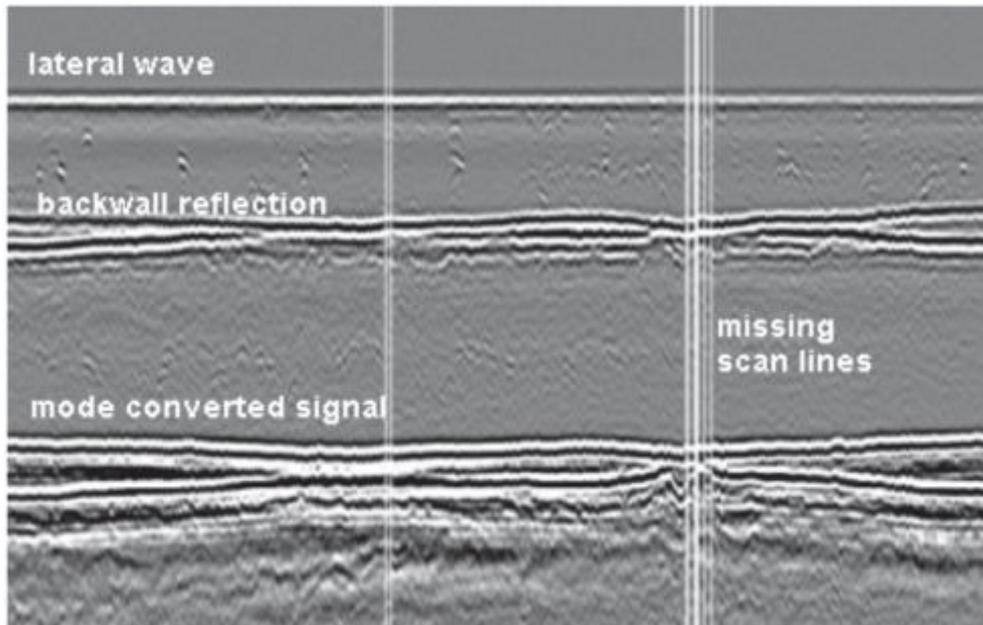
Амплитуда LW-сигнала значительно меньше 40% FSH

Рисунок В.2 – Установлено слишком низкое усиление



Амплитуда LW-сигнала значительно больше 80 % FSH (перенасыщение)

Рисунок В.3 – Установлено слишком высокое усиление



LW-сигнал не представлен на развертке

Рисунок В.4 – Неудовлетворительная настройка развертки

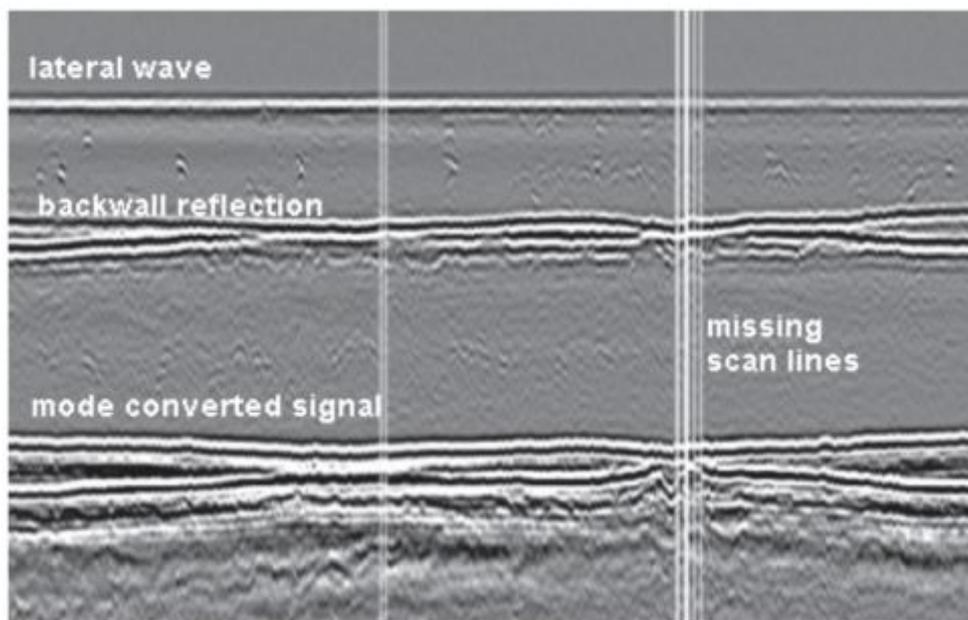


Рисунок В.5 – Пропущенные линии развертки

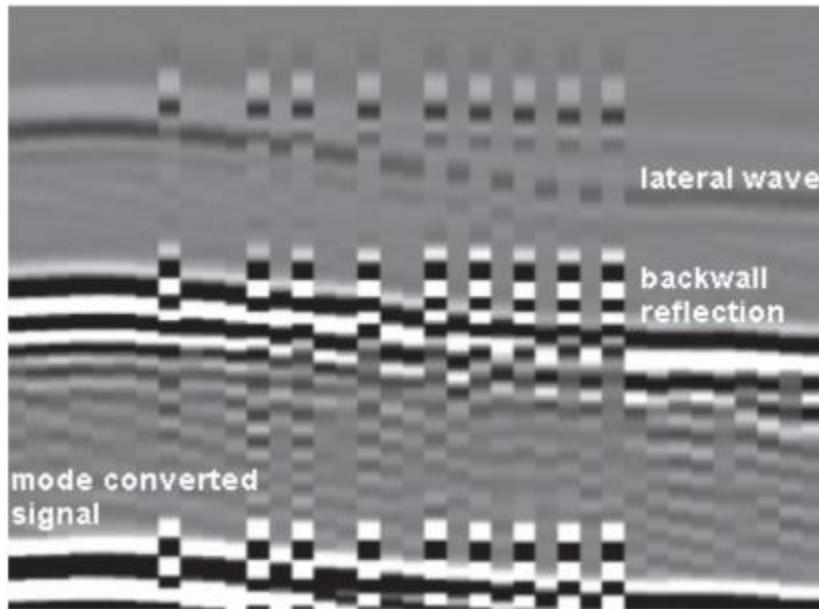


Рисунок В.6 – Проблемы с генератором импульсов

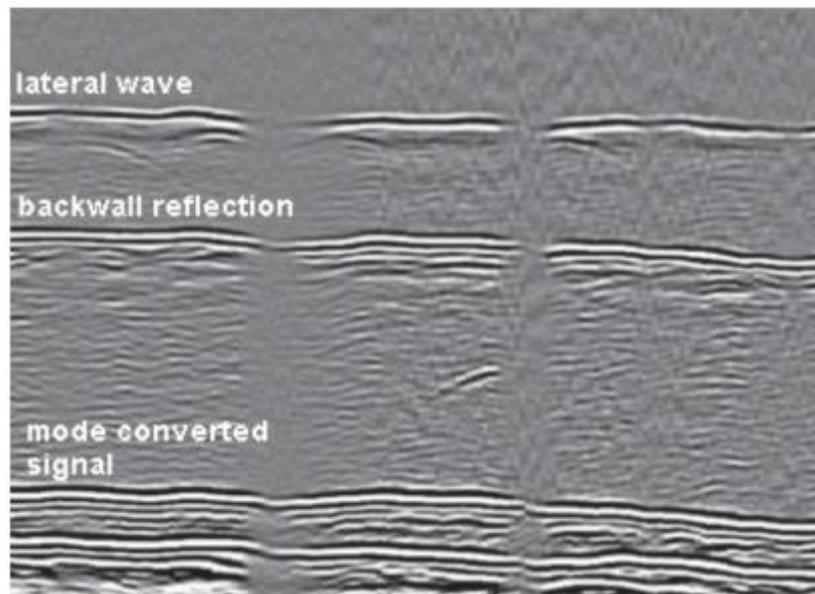


Рисунок В.7 – Потеря сигналов из-за недостатка контактной среды

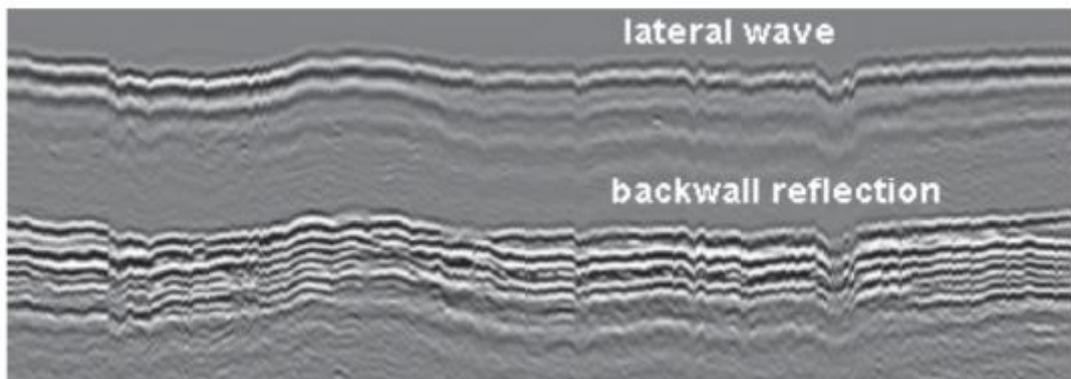


Рисунок В.8 – TOFD-изображение, отражающее влияние толщины слоя контактной среды (может быть выпрямлено при помощи программного обеспечения)

В.2 Типовые TOFD-изображения несплошностей в сварных соединениях, полученных сваркой плавлением

См. рисунки В.9 - В.14.

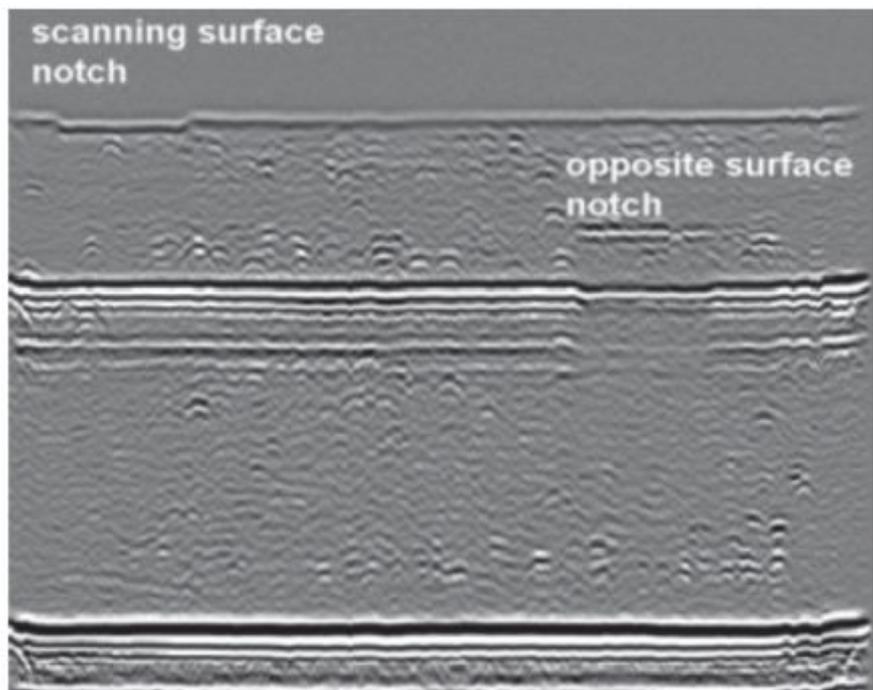
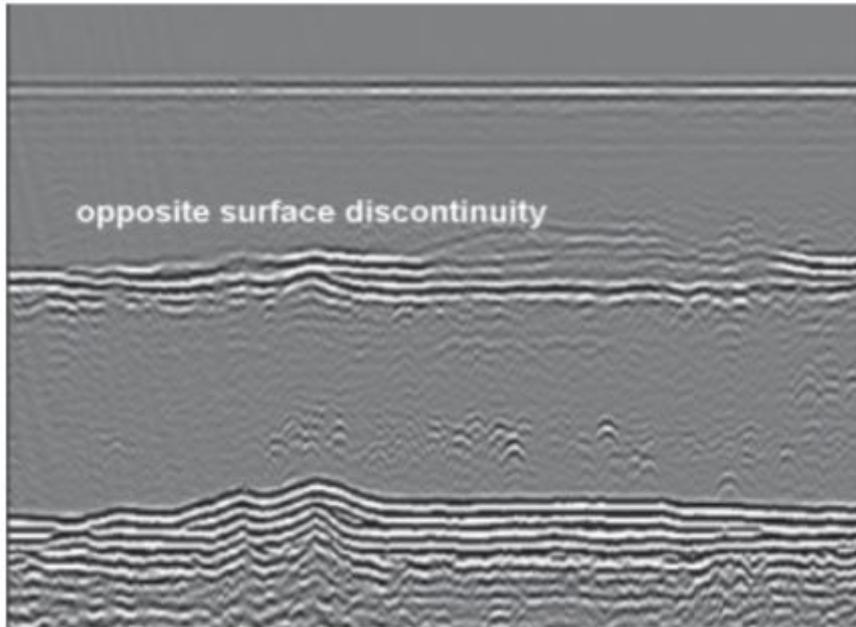
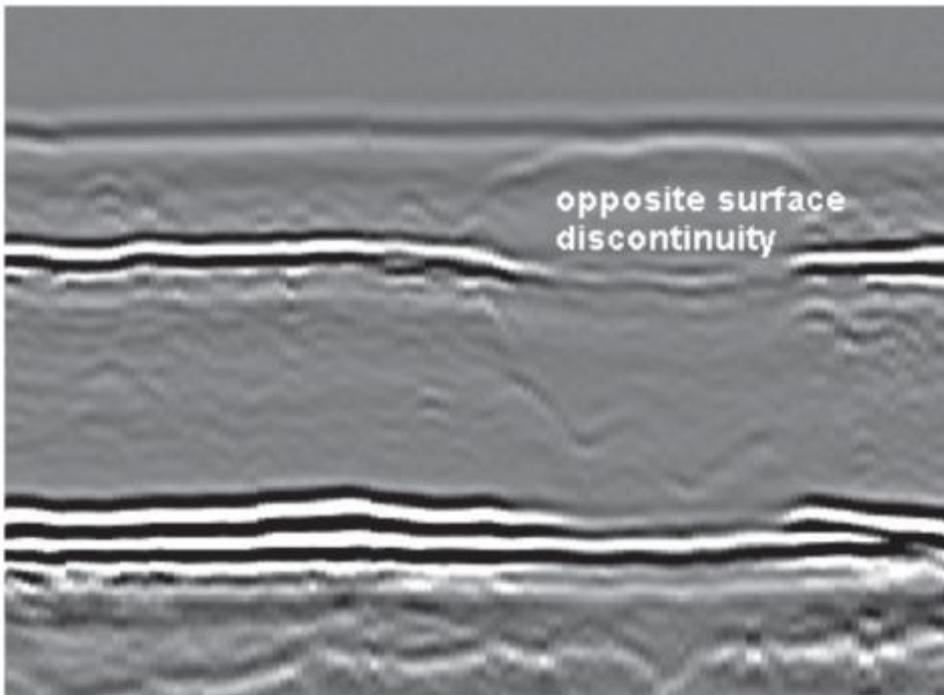


Рисунок В.9 – TOFD-индикации паза на сканируемой поверхности (отклонение LW-сигнала) и паза на обратной поверхности (прямой дифракционный

**сигнал, приведший к незначительному отклонению сигнала обратной по-
верхности)**



**Рисунок В.10 – Протяженная TOFD-индикация от несплошности, выходящей
на обратную поверхность**



**Рисунок В.11 – Протяженная TOFD-индикация несплошности, почти выхо-
дящей на поверхность (практически сквозная)**

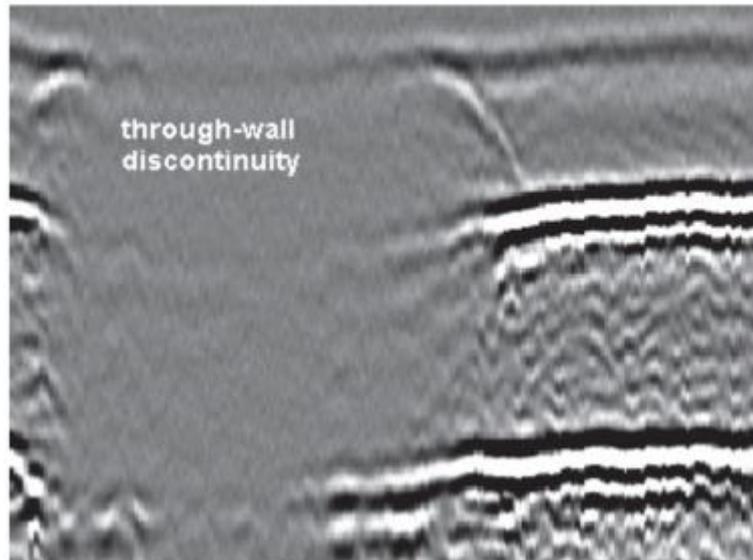


Рисунок В.12 – TOFD-индикация сквозной трещины (отсутствие LW-сигнала, сигнала от обратной поверхности и индикация соответствующего типа дифракционного сигнала слева и справа на данном участке)

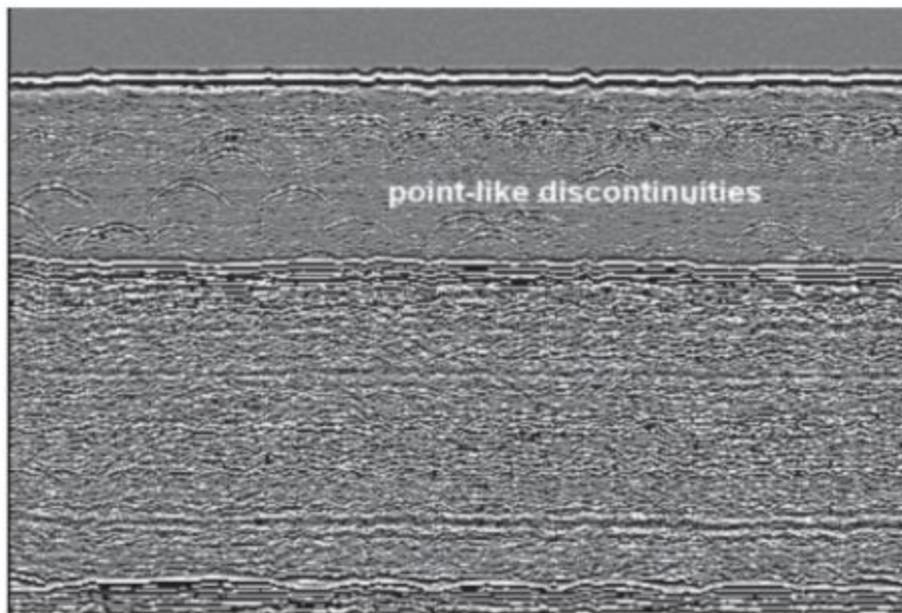


Рисунок В.13 – TOFD-индикации многочисленных точечных несплошностей

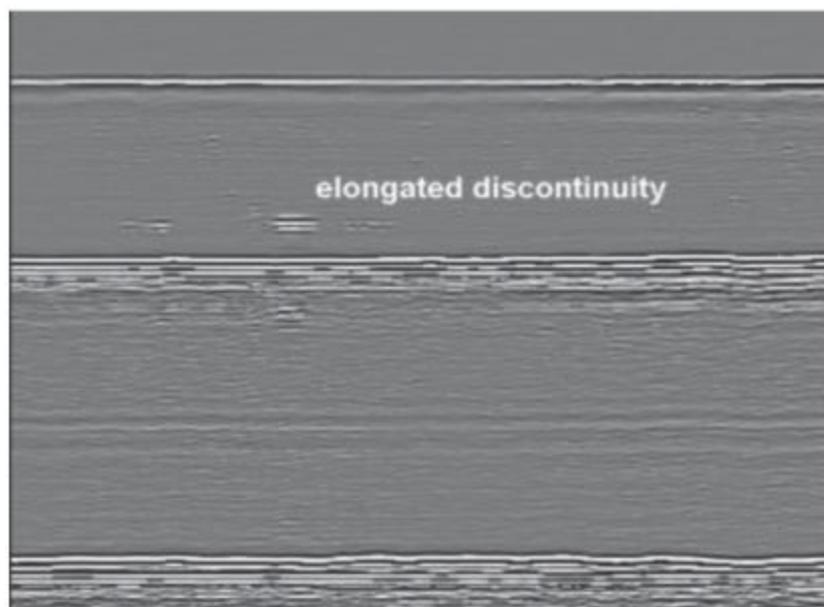


Рисунок В.14 – TOFD-индикации протяженных несплошностей с измеряемой высотой

В.3 TOFD-изображения геометрических параметров

См. рисунки В. 15 - В. 18.

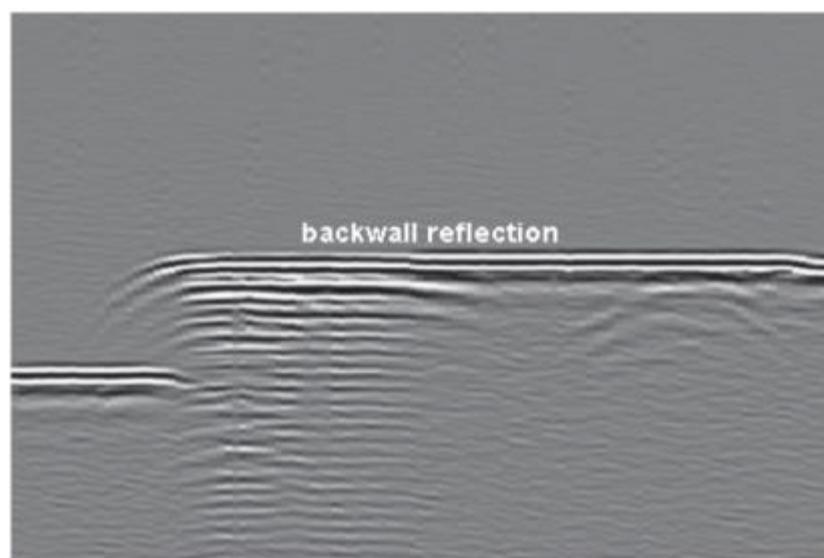


Рисунок В.15 - TOFD-индикации изменений в толщине стенки

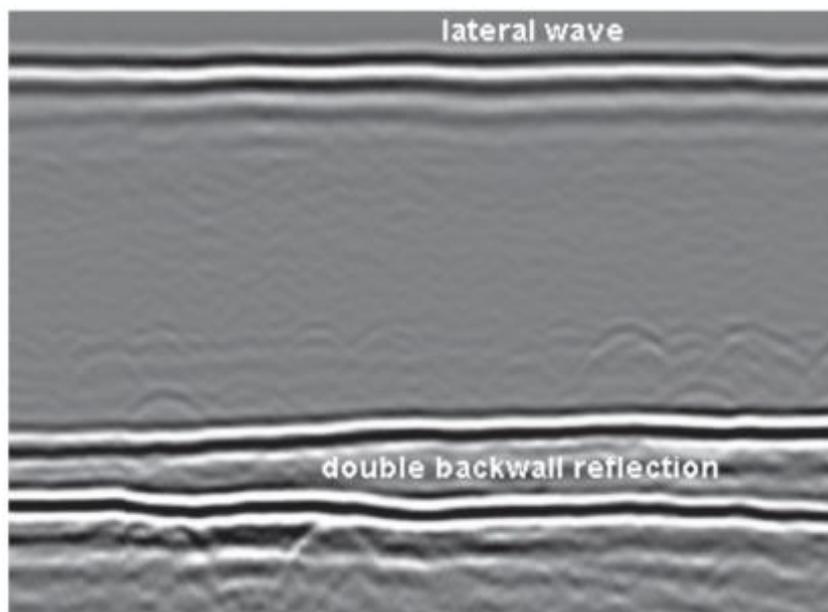


Рисунок В.16 - Двойное отражение от обратной поверхности из-за различных толщин стенки

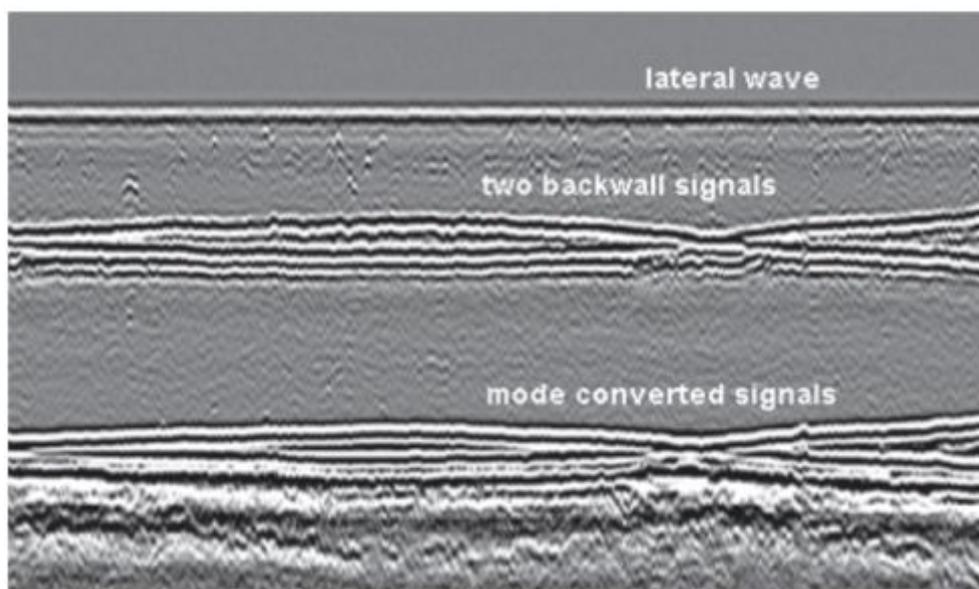


Рисунок В.17 - Изображение смещения осей сваренных труб

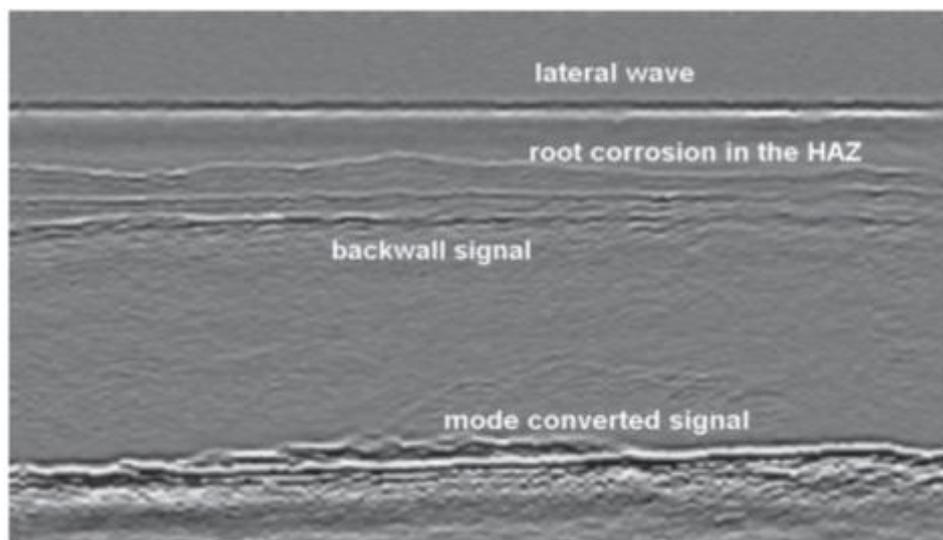


Рисунок В.18 - TOFD-индикация коррозии в корневой зоне на обеих сторонах сварного соединения в зоне термического влияния (ЗТВ)

Приложение Д.А (справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным межгосударственным стандартам

Т а б л и ц а ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 9712	-	*
ISO 17635	IDT	Проект ГОСТ ISO 17635
ISO 17640	-	*
EN 473	-	*
EN 583-6	-	*
EN 1330-4	-	*
EN 12668	-	*
ISO 17643	-	*
ISO 19285	-	*
ISO 23277	-	*
ISO 23278	-	*
ISO 23279	-	*

П р и м е ч а н и е – В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT – идентичные стандарты.

* Соответствующие межгосударственные стандарты отсутствуют. До их принятия рекомендуется использовать переводы на русский язык международных стандартов. Официальные переводы указанных международных стандартов находятся в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов Российской Федерации.

Библиография

EN 583-1 Non-destructive testing - Ultrasonic examination - Part 1: General principles

(Контроль неразрушающий. Ультразвуковой метод. Часть 1. Общие положения)

EN 15617 Non-destructive testing of welds - Time-of-flight diffraction technique

(TOFD) - Acceptance levels (Контроль неразрушающий сварных соединений. Ди-

фракционно-временной метод (TOFD). Границы допустимости)