

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ**

**ГОСТ
ISO 10863 –
20**

**Неразрушающий контроль сварных соединений.
Ультразвуковой метод.
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, вторая 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)

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	3
4 Общие замечания по техническим возможностям метода	4
5 Уровни контроля	6
6 Информация, необходимая для контроля	7
6.1 Вопросы, требующие согласования	7
6.2 Особая информация, требуемая оператору 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 Параметры ультразвуковых преобразователей	11
8.3 Шаг сканирования	12
8.4 Анализ геометрии изделия	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 развертки и чувствительности	15
10.1 Настройка	15
10.2 Проверка настройки	16

10.3 Настроечные образцы	17
11 Контроль сварных соединений	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 местоположения 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-изображений	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 метод.

**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 стали. Если указано и целесообразно, метод TOFD также может быть использован и на других видах материалов, которые обладают низким затуханием ультразвука (преимущественно из-за рассеяния).

Стандарт устанавливает зависящие от материала ультразвуковые параметры для сталей, в которых скорость распространения продольных волн 5920 ± 50 м/с, а поперечных 3255 ± 30 м/с. При контроле материалов с отличными от вышеуказанных скоростями звука ультразвуковые параметры могут изменяться.

Настоящий стандарт содержит ссылки на основополагающий стандарт EN 583-6 и рекомендации по определенным возможностям и ограничениям техноло-

гии TOFD для обнаружения, определения координат, размеров и характеристик несплошностей в сварных соединениях, полученных при сварке плавлением. Метод TOFD может быть использован как отдельно, так и в сочетании с другими методами или способами неразрушающего контроля, как для производственного контроля, так и для контроля в процессе эксплуатации.

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

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 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 параметры дифракционно-временного метода; TOFD-схема (time-of-flight diffraction setup; TOFD setup): Параметры преобразователей, определяемые 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 выхода двух преобразователей.

Примечание:

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

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

3.4 индикация дифракционно-временного метода; TOFD-индикация (time-of-flight diffraction indication; TOFD indication): Сигналы или резкое отклонение на TOFD-изображении, которым 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-схемы).

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 оси 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 шва, 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 ориентации несплошности. Несплошности, ориентированные перпендикулярно поверхности и в промежуточных углах наклона, обнаруживаются так же 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 схемой 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 акустического контакта и ошибок сбора и обработки данных, см. 12.2.

Для расшифровки TOFD-изображений требуются квалифицированные и опытные операторы. 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 или способами неразрушающего контроля.

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-схема	Настроечный образец для проверки настройки (см. 8.2)	Настроечный образец для настройки чувствительности (см. 10.1.4)	Смещенное сканирование	Разработка процедуры контроля
A	В соответствии с таблицей 2	Нет	Нет	Нет	Не требуется
B	В соответствии с таблицей 2	Нет	Да	Нет	Не требуется
C	В соответствии с таблицей 2	Да	Да	а)	Требуется разработка
D	В соответствии со спецификацией	Да	Да	а)	Требуется разработка
а) Должны быть определены необходимость, количество и позиция смещенных сканирований.					

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

Для контроля на стадии изготовления (см. также ISO 17635) применяются все уровни контроля. Уровень А следует использовать только для сварных соединений толщиной до 50 мм. При контроле в процессе эксплуатации следует использовать только уровень D.

6 Информация, необходимая для контроля

6.1 Вопросы, требующие согласования

Требуемая информация:

- а) цель и объем TOFD-контроля (см. разделы 5 и 8);
- б) уровни контроля (см. раздел 5), в том числе:
 - 1) требуется или нет разработка процедуры контроля;
 - 2) требуются или нет настроечные образцы;

- с) спецификация на настроечные образцы (см. 10.3), в случае необходимости;
- d) этап производства или эксплуатации, на котором необходимо провести контроль;
- е) требования к доступности и состоянию поверхности и температуре (см. раздел 8);
- f) требования к отчету (см. раздел 13);
- g) критерии приемки;
- h) квалификация персонала (см. 7.1).

6.2 Особая информация, необходимая оператору перед проведением контроля

Перед началом контроля сварного соединения персонал, проводящий контроль, должен иметь доступ ко всей информации, указанной в п. 6.1, вместе со следующими дополнительными сведениями:

- a) процедура контроля (см. 6.3), если требуется;
- b) тип(ы) основного материала и форма изделия (т.е., отливка, поковка, прокат);
- с) подготовка сварного соединения и размеры;
- d) технология сварки или соответствующая информация о процессе сварки;
- е) время контроля относительно любой термообработки;
- f) результат какого-либо контроля основного металла, проведённого до и/или после сварки;
- g) тип и характеристики дефектов, подлежащих выявлению.

6.3 Разработка процедуры контроля

Настоящий стандарт удовлетворяет требованиям письменной процедуры контроля для уровней контроля А и В.

Для уровней контроля С и D или если методы, описанные в настоящем стандарте, не применимы к сварному соединению, подлежащему контролю, должна быть разработана специальная письменная процедура контроля.

Для выполнения работ по сбору данных персоналу 1-го уровня необходимо предоставить процедуру контроля. Процедура контроля 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 его компетентности.

Разработка процедуры контроля, 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, действующим в соответствующем производственном секторе. Персонал 1-го уровня может выполнять настройку оборудования, сбор и сохранение данных, подготовку протокола в соответствии с разработанной процедурой контроля и под руководством 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 помогать технический персонал.

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

7.2 Оборудование

7.2.1 Ультразвуковое оборудование

Ультразвуковое оборудование, которое используется для метода TOFD, там, где это применимо, должно соответствовать требованиям EN 12668.

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

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

- а) оборудование должно иметь возможность выбора соответствующей части временной развертки, в которой оцифровываются А-развертки;
- б) рекомендуется использовать частоту оцифровки А-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.

Адаптация преобразователей к криволинейной поверхности должна соответствовать требованиям ISO 17640.

Рекомендации по выбору параметров преобразователей приведены в таблице 2.

7.2.3 Сканирующие устройства

Сканирующие устройства должны удовлетворять требованиям, изложенным в EN 583-6. Для достижения стабильности изображений (собранных данных), рекомендуется применять устройства позиционирования.

8 Подготовка к контролю

8.1 Контролируемый объем

Контроль должен выполняться в соответствии с EN 583-6. Цель контроля определяется спецификацией. На ее основе необходимо определить подлежащий контролю объём.

Контролируемый объем находится между преобразователями. Например, для уровней контроля А и В преобразователи следует размещать 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 шва на ширину не менее 10 мм или на ширину зоны термического влияния (при этом выбирают большее значение). Контролю подлежит весь установленный объем.

Для обеспечения качества контроль, как правило, выполняется в соответствии со стандартами, определяющими уровни приемки. Если применяются методы «пригодности к использованию по назначению», тогда устанавливают соответствующие критерии приемки.

При контроле в процессе эксплуатации контролируемым объемом может быть определенная область, представляющая интерес, например внутренняя 1/3 часть сварного соединения. При этом устанавливают критерии приемки и минимальный размер несплошности, который необходимо выявить в интересующей области.

8.2 Параметры ультразвуковых преобразователей

Преобразователи выбирают таким образом, чтобы охватить интересующую область и обеспечить оптимальные условия для ввода и приема дифрагированных сигналов в интересующей области. Для стыковых сварных соединений простых

геометрических форм и с узким валиком на обратной поверхности контроль выполняют одной или несколькими схемами (сканированиями), в зависимости от толщины стенки (см. таблицу 2). Таблица 2 также может быть использована для других типов швов, например для Х-образных сварных швов, с разной толщиной основного металла или со скосом. В этом случае проверку выявляемости дефектов и контролируемый объем проверяют при помощи настроечных образцов. Выбор преобразователей для контроля всего контролируемого объема сварного соединения рекомендуется выполнять в соответствии с таблицей 2. Целесообразно точнее выбирать комбинацию параметров. Например, для диапазона 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-схема была проверена при помощи настроечных образцов.

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

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

При контроле в процессе эксплуатации точку пересечения акустических осей излучающего и принимающего преобразователей рекомендуется оптимизировать для установленного контролируемого объема.

8.3 Шаг сканирования

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

8.4 Анализ геометрии изделия

При внешнем осмотре рекомендуется уделять внимание сварным соединениям сложной формы, например, разнотолщинным, угловым сварным соединениям или приварке штуцеров. Так как метод TOFD основан на измерениях временных интервалов прохождения звуковых волн, проходящих самый короткий путь между точкой излучения 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 процедуры контроля объектов сложной геометрической формы требует знаний в области распространения ультразвука, типовых настроечных образцов, современного программного обеспечения, а также обладания знаниями, которые не ограничиваются содержанием настоящего стандарта.

8.5 Подготовка поверхностей сканирования

Поверхность сканирования должна быть очищенной и достаточной для проведения указанного объема контроля.

Поверхность сканирования должна быть ровной и не иметь загрязнений, которые могут повлиять на качество акустического контакта (например, ржавчина, рыхлая окалина, брызги металла, зарубки, бороздки). Зазор между поверхностью и преобразователем в результате волнистости изделия не должен быть более 0,5 мм. Эти требования должны быть обеспечены путём обработки сканируемой поверхности, если это необходимо.

Поверхности сканирования можно принять за удовлетворительные, если их шероховатость R_a (R_z) составляет не более 6,3 мкм для поверхностей с машинной обработкой и не более 12,5 мкм для поверхностей с дробеструйной обработкой.

**Т а б л и ц а 2 – Рекомендуемые TOFD-схемы для простых стыковых соединений
в зависимости от толщины стенки**

Толщина t , мм	Количе- ство TOFD-схем	Диапазон глубины Δt , мм	Средняя частота f , МГц	Угол ввода (продольные волны) α	Размер пье- зоэлемента, 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	$50^\circ - 40^\circ$	10 - 20	$11/12t$; или t для $\alpha \leq 45^\circ$

8.6 Температура

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

Для температур вне этого диапазона проводят проверку пригодности оборудования.

8.7 Контактная среда

Для получения качественных изображений следует использовать контактную среду, которая обеспечивает стабильный акустический контакт между преобразователями и изделием.

Контактная среда, используемая при настройке, должна быть той же, как и при контроле и проверке настройки.

8.8 Система отсчета

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

9 Контроль основного материала

Для основного материала обычно не требуется предварительный контроль на расслоения (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 ограничению контролируемых зон или вызвать трудности в интерпретации данных.

10 Настройка диапазона развертки и чувствительности

10.1 Настройка

10.1.1 Общие положения

Настройку диапазона развертки и чувствительности выполняют перед проведением контроля в соответствии с настоящим стандартом и EN 583-6. Любые изменения TOFD-схемы, например, изменение расстояния между центрами преобразователей (PCS), требуют новой настройки.

Шумы рекомендуется минимизировать, например усреднением сигнала.

10.1.2 Временная развертка

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

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

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

Начало и ширину временных 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 при известной скорости звука в материале.

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

Точность измеренной толщины или глубины должна быть в пределах 0,2 мм фактической 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 от 40 % до 80 % полной высоты экрана (FSH). В случаях, когда использование LW-сигнала не предусмотрено (например, из-за состояния поверхности, применения малого угла призмы), чувствительность должна быть настроена таким образом, чтобы амплитуда сигнала от обратной поверхности была на 18 - 30 дБ выше FSH. Если отсутствует возможность использования LW-сигнала или сигнала от обратной поверхности, то чувствительность рекомендуется настраивать таким образом, чтобы амплитуда сигнала шумов, обусловленных зернистостью материала, находилась от 5 % до 10 % FSH.

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

10.2 Проверка настройки

По завершении контроля проверка настройки должна проводиться не реже, чем каждые 4 часа. Проверка настройки также должна проводиться, когда параметры системы контроля изменен или есть подозрения об изменении параметров системы. Если для первоначальных настроек использовался настроечный образец, то для проверки рекомендуется использовать тот же самый настроечный образец. В качестве альтернативы можно использовать меньший образец со схожими акустическими свойствами.

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 удовлетворительной 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 удовлетворительной 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 целесообразно изготавливать из того же либо аналогичного по акустическим свойствам материала, что и объект контроля, например, с учетом скорости звука, структуры и состояния поверхности.

10.3.3 Размеры и форма

Толщину настроечного образца рекомендуется выбирать в зависимости от толщины объекта контроля и ограничивать минимальным и максимальным значением.

Рекомендуется, чтобы толщина настроечных образцов была от 0,8 до 1,5 толщины объекта контроля при максимальной разности в толщине 20 мм по сравнению с объектом контроля. Рекомендуется убедиться, что угол, образованный центральной линией между преобразователями и линией, проходящей через точку выхода преобразователя и точку пересечения вышеуказанной линии с донной поверхностью, составляет не менее 40° (см. рисунок А.1).

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

Длина и ширина настроечного образца рекомендуется выбрать 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 настроечные образцы диаметром от 0,9 до 1,5 от диаметра объекта

контроля. Для объектов контроля 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 настроечных отражателя, для толщин более 25 мм требуется не менее 5 настроечных отражателей. Типовые настроечные отражатели - это боковые цилиндрические отверстия и пазы. Возможно использование пазов различных форм при условии, что они образуют дифрагированные волны.

11 Контроль сварных соединений

Два преобразователя перемещаются параллельно сварному шву на фиксированном расстоянии и определенным образом ориентированными относительно оси сварного шва.

Для обнаружения и определения размеров несплошностей должны использоваться данные, полученные во время сканирования. Оценка TOFD-индикаций, полученных во время первоначального сканирования, может потребовать дополнительного проведения смещенного сканирования, сканирования перпендикулярно оси несплошности, или использования дополнительных TOFD-схем.

Скорость сканирования следует выбирать такой, чтобы получались удовлетворительные изображения (см. 12.1). Скорость сканирования зависит от шага сканирования, усреднения сигнала, частоты следования импульсов, частоты оцифровки данных и контролируемого объема. Пропущенные линии развертки могут указывать использование слишком высокой скорости сканирования. На одиночном изображении может отсутствовать максимум 5% от общего числа собранных линий, при условии, что они не смежные.

Если сварное соединение разделяют на несколько участков сканирования, то эти участки при сканировании должны перекрываться не менее чем на 20 мм. При

сканировании кольцевого сварного соединения необходимо обеспечить такое же перекрытие между окончанием последнего и началом первого участка.

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 отсутствие акустического контакта (см. рисунки В.7 и В.8). При отсутствии акустического контакта повторно сканируют соответствующую область. Если результаты сканирования неудовлетворительные, необходимо принять соответствующие меры.

При чрезмерном увеличении LW-сигнала или шума, обусловленном зернистостью ($> 20 \% \text{ FSH}$), при проведении сканирования принимаются корректирующие меры, и проводится повторное сканирование.

12 Расшифровка и анализ TOFD-изображений

12.1 Общие положения

Расшифровка и анализ TOFD-изображений обычно осуществляется в следующем порядке:

- а) оценка качества TOFD-изображения;
- б) анализ пригодных для оценки TOFD-индикаций и исключение ложных индикаций;
- с) классификация соответствующих TOFD-индикаций на:
 - 1) внутренние (протяженные, точечные);
 - 2) выходящие на поверхность;
- д) определение координат (обычно положение в x- и z-направлении) и размеров индикаций (длина, высота и глубина);
- е) 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. Качество TOFD-изображений считается удовлетворительным, если:

- a) имеется акустический контакт (в соответствии с 8.7 и разделом 11);
- b) собраны данные (в соответствии с разделом 11);
- c) настроена чувствительность (в соответствии с 10.1.4);
- d) настроена длительность развертки (в соответствии с 10.1.2).

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

Примеры изображений с неудовлетворительным качеством 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 набору сигналов или изменению в изображениях.

С помощью метода TOFD могут выявляться как несплошности в сварном шве, так и особенности геометрии объекта контроля. Для того чтобы выделить TOFD-индикации, которые связаны с особенностями геометрии, необходима более подробная информация об объекте контроля. Эти TOFD-индикации могут быть вызваны формой объекта контроля и не подлежат дальнейшей оценке. Примеры TOFD-индикаций, связанных с особенностями геометрии, приведены в приложении В.3.

Для определения TOFD-индикации от несплошности, необходимо оценивать набор сигналов или соответствующее изменение изображения на экране с учетом формы и амплитуды сигнала по отношению к общему уровню шума. Для оценки

этой TOFD-индикации, следует оценивать значение градации серого по отношению к соседним участкам изображения.

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 от несплошностей, выходящих на поверхность, либо от внутренних, путем анализа следующих характеристик:

- а) отклонение LW-сигнала;
- б) отклонение сигнала от обратной поверхности;
- в) наличие TOFD-индикации между LW-сигналом и сигналом от обратной поверхности;
- г) фаза TOFD-индикаций между LW-сигналом и сигналом от обратной поверхности;
- д) трансформированные сигналы после первого сигнала 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, выходящие на поверхность сканирования

Данный тип несплошности проявляется в виде индикации, вызванной сигналом 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, её можно наблюдать в части изображения трансформированного сигнала. При фиксации малых несплошностей можно наблюдать лишь небольшую задержку LW-сигнала.

12.4.2.3 Несплошности, выходящие на обратную поверхность

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

12.4.2.4 Сквозная несплошность

Данный тип несплошности проявляется как потеря или ослабление как LW-сигнала, так и сигнала от обратной поверхности, сопровождаемое дифракционными сигналами от обоих концов 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 сигнала 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 несплошности проявляется как отдельная кривая параболической формы, которая может находиться на любой глубине.

12.4.3.3 Протяженная несплошность с неизмеряемой высотой

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

12.4.3.4 Протяженная несплошность с измеряемой высотой

Данный тип несплошности проявляется в виде двух индикаций на экране, расположенных на разных глубинах, соответствующих нижнему и верхнему краям 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 TOFD-индикации

Для индикаций, которые не могут быть классифицированы в соответствии с 12.4.2 и 12.4.3, могут потребоваться дополнительный контроль и анализ.

12.5 Определение местоположения и размеров

12.5.1 Местоположение

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

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

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

12.5.2 Определение размеров

Размер несплошности определяется ее 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, высоту рекомендуется определять 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 могут 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:

- а) ссылку на настоящий стандарт;
- б) данные об объекте контроля:
 - 1) идентификационные данные объекта контроля;
 - 2) размеры, включая толщину стенки;
 - 3) материал и форма изделия;
 - 4) геометрические размеры;
 - 5) расположение контролируемых сварных соединений;
 - 6) технология сварки и термообработка;
 - 7) состояние поверхности и температура, если она выходит за пределы диапазона 0°C - 50°C ;
 - 8) стадия, на которой выполняется контроль;
- с) информацию об оборудовании:

- 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 о технологии контроля:
- 1) уровень контроля и ссылка на документальную процедуру, при необходимости;
 - 2) цель и объем контроля;
 - 3) информация о применяемой опорной точке и системе координат;
 - 4) параметры TOFD-схемы;
 - 5) способ и значения, используемые для настройки диапазона и чувствительности;
 - 6) информация об усреднении сигнала и настройках шага сканирования;
 - 7) данные о смещенных сканированиях, при необходимости;
 - 8) ограничение (отсутствие) доступа и отклонения от настоящего стандарта, если таковые имеются;
- e) информацию о результатах контроля:
- 1) TOFD-изображения по крайней мере тех мест, к которым относятся зарегистрированные TOFD- индикации;
 - 2) установленные уровни приемки;
 - 3) данные о классификации, координатах и размерах соответствующих TOFD- индикаций, и результаты их оценок;
 - 4) дата контроля;
 - 5) фамилии, подписи и данные о сертификации 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 рекомендуется выбрать таким образом, чтобы угол, образованный центральной линией между преобразователями и линией, проходящей через точку выхода преобразователя и точку пересечения вышеуказанной линии с донной поверхностью, был не менее 40° (как показано на рисунке А.1), чтобы избежать отсутствия дифракции в зоне, прилегающей к обратной поверхности образца.

Если Z - положение глубины точки пересечения, $2S$ - расстояние между точками выхода преобразователей и α - угол ввода выбранной схемы, то в соответствии с рисунком А.1 максимальная толщина t_{max} может быть рассчитана по формуле:

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

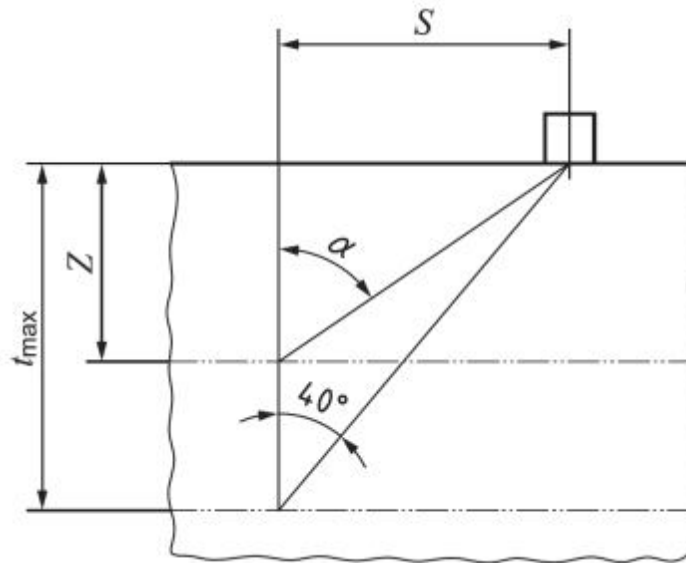
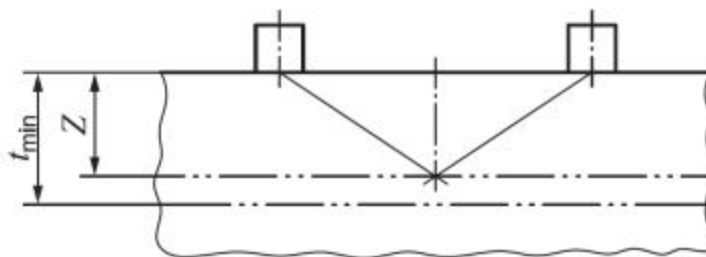


Рисунок А.1 - Ограничение максимальной толщины

А.1.3 Минимальная толщина

Минимальную толщину $t_{\min}$ настроечного образца рекомендуется выбирать таким образом, чтобы глубина Z точки пересечения акустических осей преобразователей выбранной схемы не выходила за пределы настроечного образца (см. рисунок А.2), т.е. $t_{\min} \geq Z$.



$t_{\min}$ – минимальная толщина настроечного образца;

Z – глубина положения точки пересечения акустических осей преобразователей

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 на одном или нескольких образцах:

- один паз на обратной поверхности образца длиной l и высотой h (см. таблицу А.1);
- одно боковое цилиндрическое отверстие диаметром 2 мм и длиной 30 мм, расположенное на глубине 4 мм от поверхности;
- одно боковое цилиндрическое отверстие диаметром D_d (см. таблицу А.2) и длиной 45 мм, расположенное на глубине $t/2$ от поверхности. В качестве альтернативы 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.

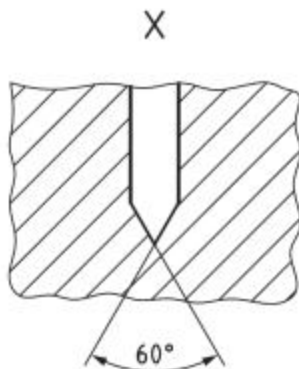


Рисунок А.3 – Детализация вершины паза

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

- один паз на обратной поверхности образца длиной l и высотой h (см. таблицу А.1);
- одно боковое цилиндрическое отверстие диаметром 2 мм и минимальной длиной 30 мм, расположенное на глубине 4 мм от поверхности;

- три боковых цилиндрических отверстия 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 альтернативы 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 обратной поверхности настроечного образца

Толщина t , мм	Длина паза l , мм	Глубина 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 цилиндрических отверстий и ширина поверхностных пазов

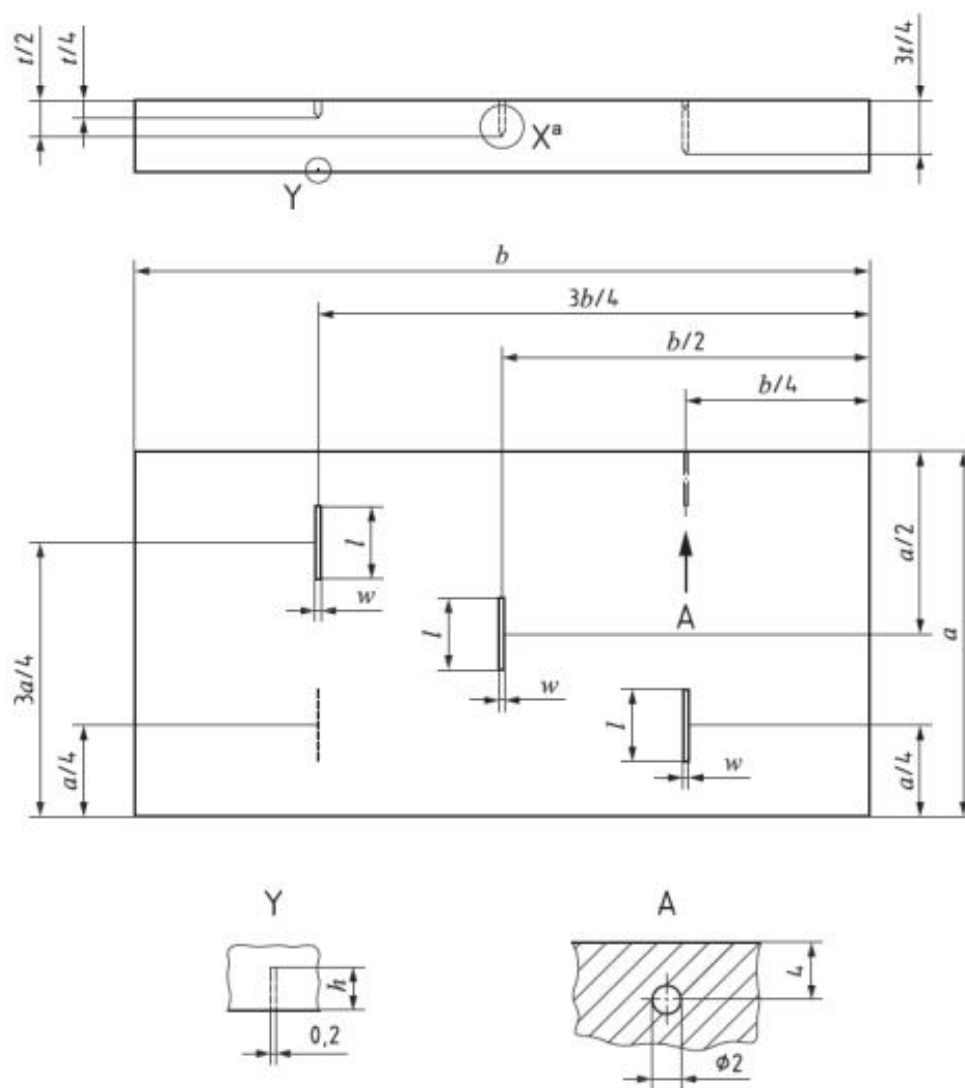
Толщина t , мм	Диаметр бокового цилиндрического отверстия D_d , мм	Ширина поверхностного паза w , мм
$6 < t \leq 25$	$2,5 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$
$25 < t \leq 50$	$3,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$
$50 < t \leq 100$	$4,5 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,2$
$t > 100$	$6,0 \pm 0,2$	$6,0 \pm 0,2$

Т а б л и ц а А.3 - Длина боковых цилиндрических отверстий и ширина поверхностных пазов

Глубина	Три боковых цилиндрических в одном образце	Три отдельных образца с одним боковым цилиндрическим отверстием в каждом	Три паза в одном образце	Три отдельных образца с одним пазом в каждом
	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 Настроечные образцы

Примеры настроечных образцов, используемых при контроле методом TOFD, содержащих типовые настроечные отражатели, в соответствии с А.2, представлены на рисунке А.4 (с пазами) и на рисунке А.5 (с боковыми сверлениями и пазом).

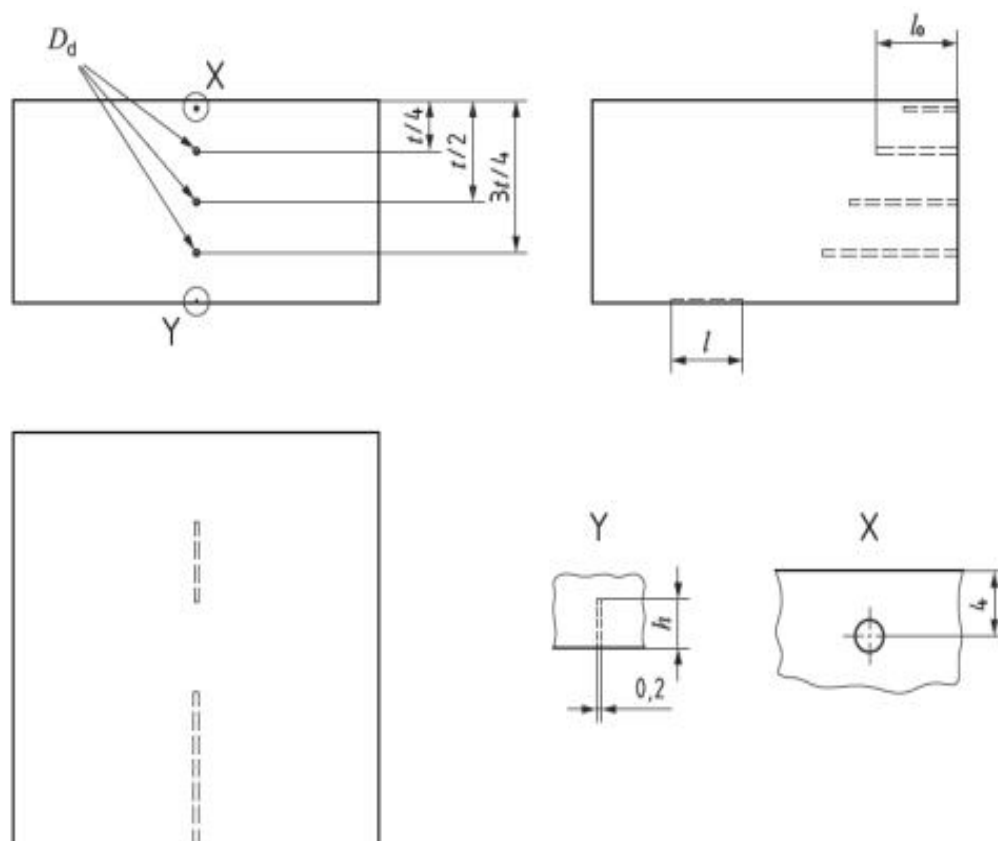


a – ширина образца; b – длина образца;
 t – толщина образца; w – ширина паза;
 l – длина паза; h – глубина паза

^{a)} См. рисунок А.3

Рисунок А.4 –Настрочный образец с пазами

Размеры в миллиметрах



t – толщина образца;
 D_d – диаметр бокового цилиндрического отверстия;
 L_o – длина бокового цилиндрического отверстия;
 l – длина паза обратной поверхности образца;
 h – глубина паза

Рисунок А.5 –Настрочный образец с боковыми цилиндрическими отверстиями и пазом

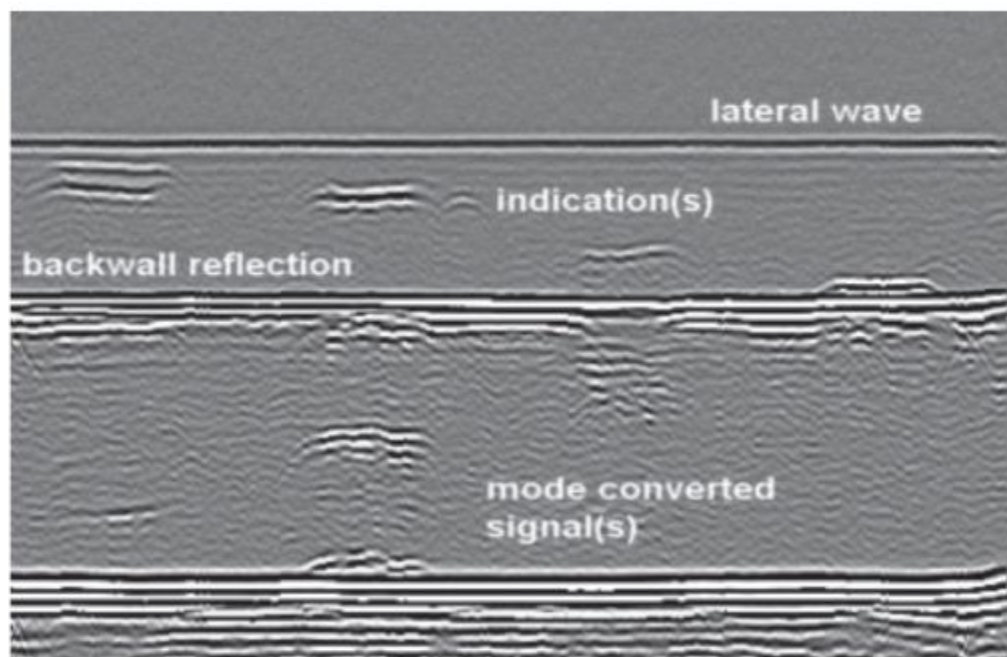
Приложение В (справочное) Примеры TOFD-изображений

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.



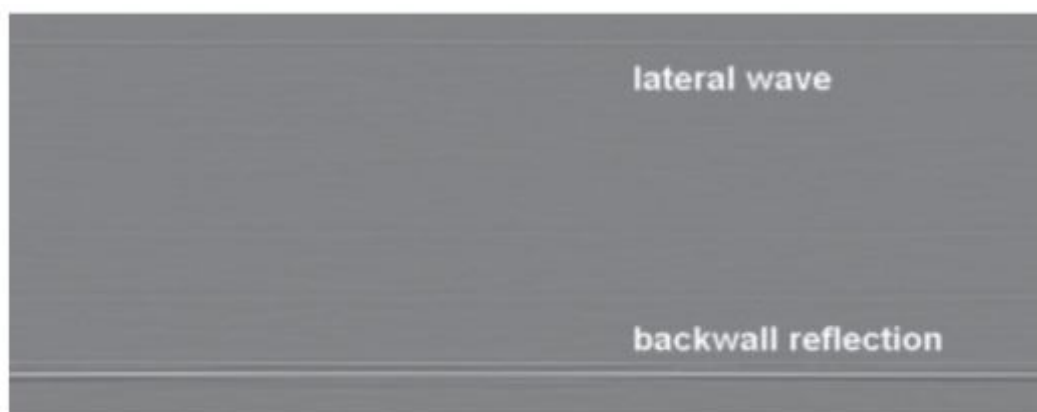
lateral wave – LW-сигнал

indication(s) – индикация(и)

backwall reflection – сигнал от обратной поверхности

mode converted signal(s) – трансформированный сигнал(ы)

Рисунок В.1 – TOFD-изображение удовлетворительного качества



Амплитуда LW-сигнала значительно меньше 40% FSH

lateral wave – LW-сигнал

backwall reflection – сигнал от обратной поверхности

Рисунок В.2 – Установлено слишком низкое усиление

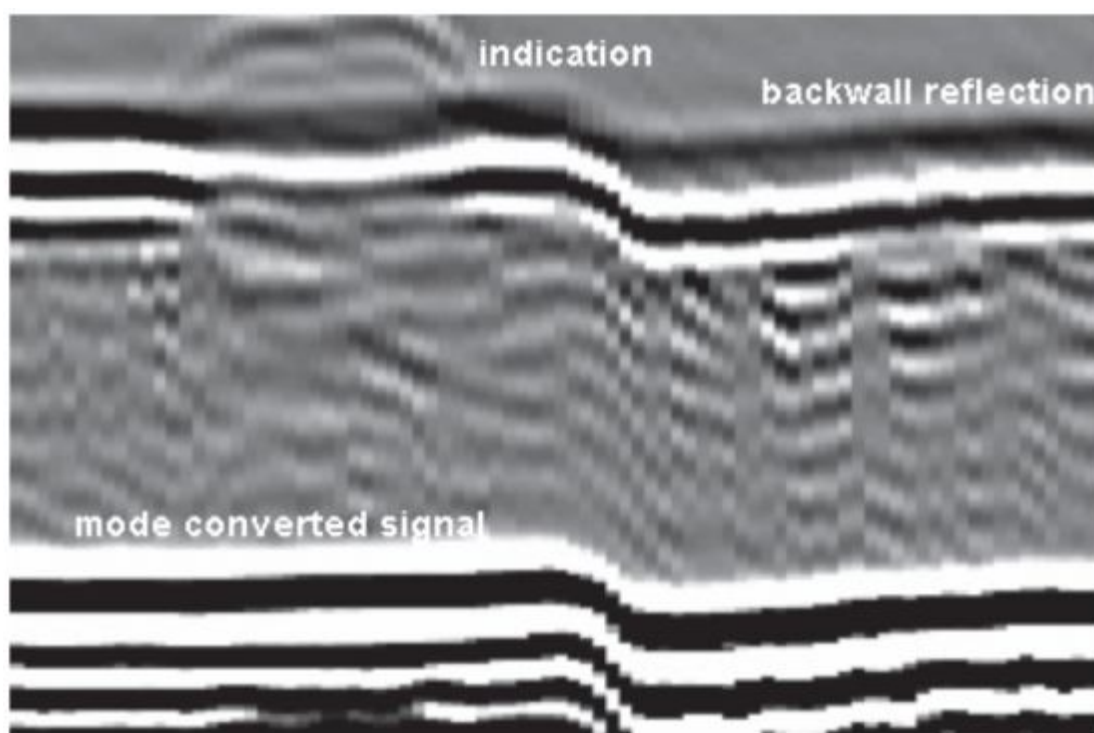


Амплитуда LW-сигнала значительно больше 80 % FSH (чрезмерное усиление сигнала)

lateral wave – LW-сигнал

backwall reflection – сигнал от обратной поверхности

Рисунок В.3 – Установлено слишком высокое усиление



LW-сигнал не представлен на развертке

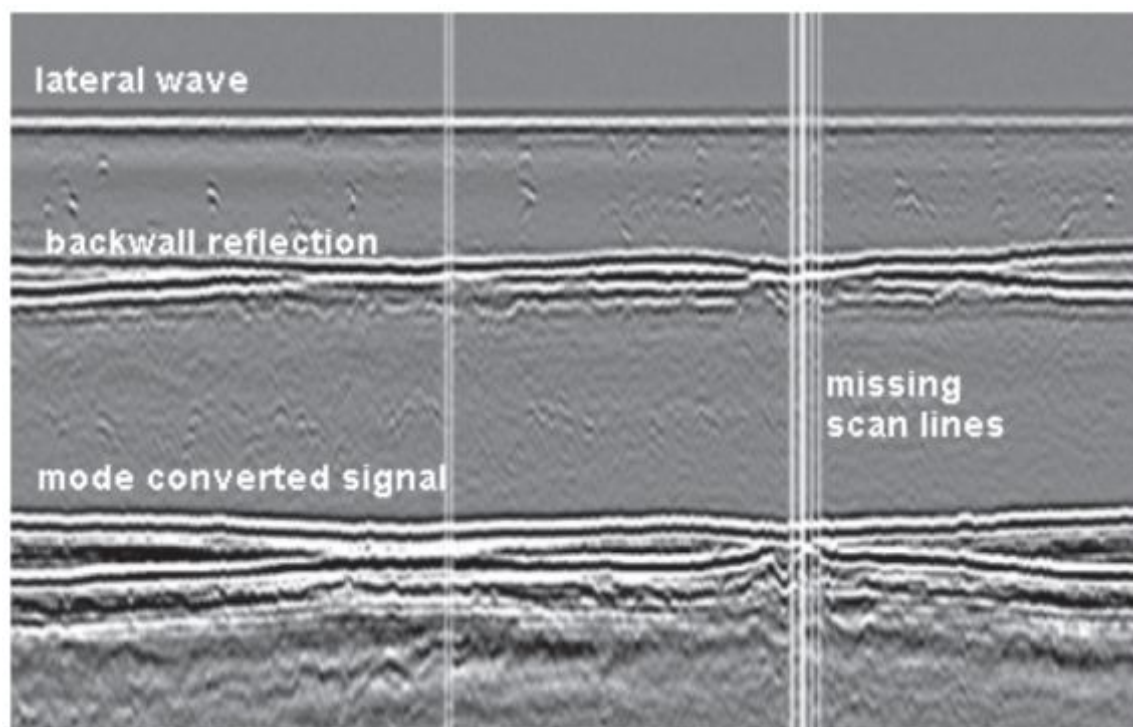
lateral wave – LW-сигнал

backwall reflection – сигнал от обратной поверхности

missing scan lines – пропущенные линии сканирования

mode converted signal – трансформированный сигнал

Рисунок В.4 – Неудовлетворительная настройка развертки



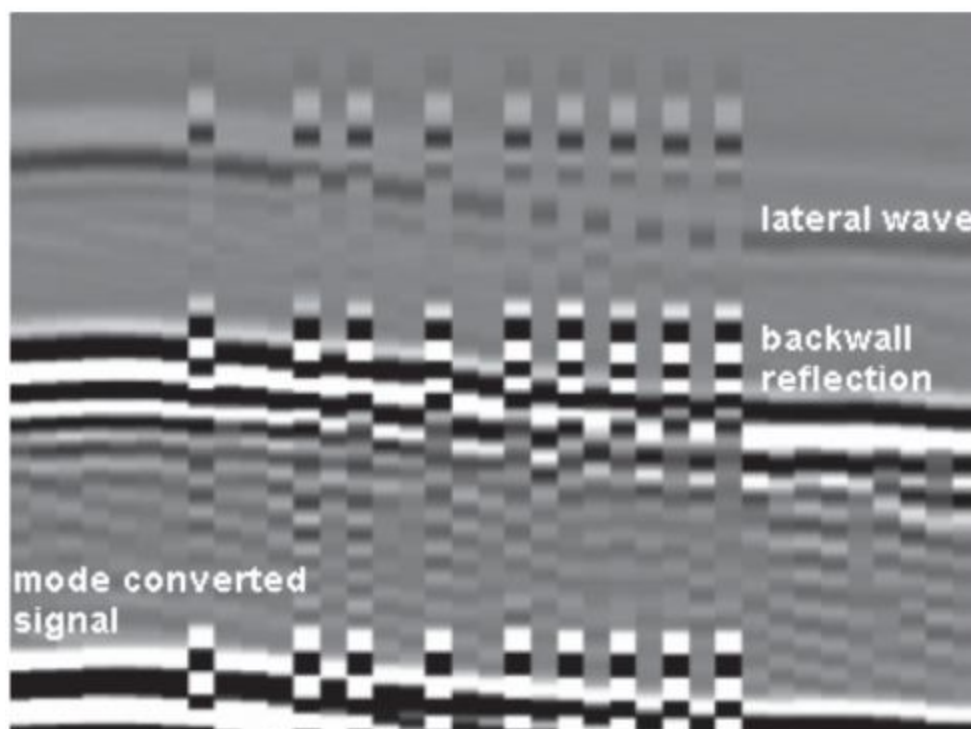
lateral wave – LW-сигнал

backwall reflection – сигнал от обратной поверхности

missing scan lines – пропущенные линии сканирования

mode converted signal – трансформированный сигнал

Рисунок В.5 – Пропущенные линии сканирования

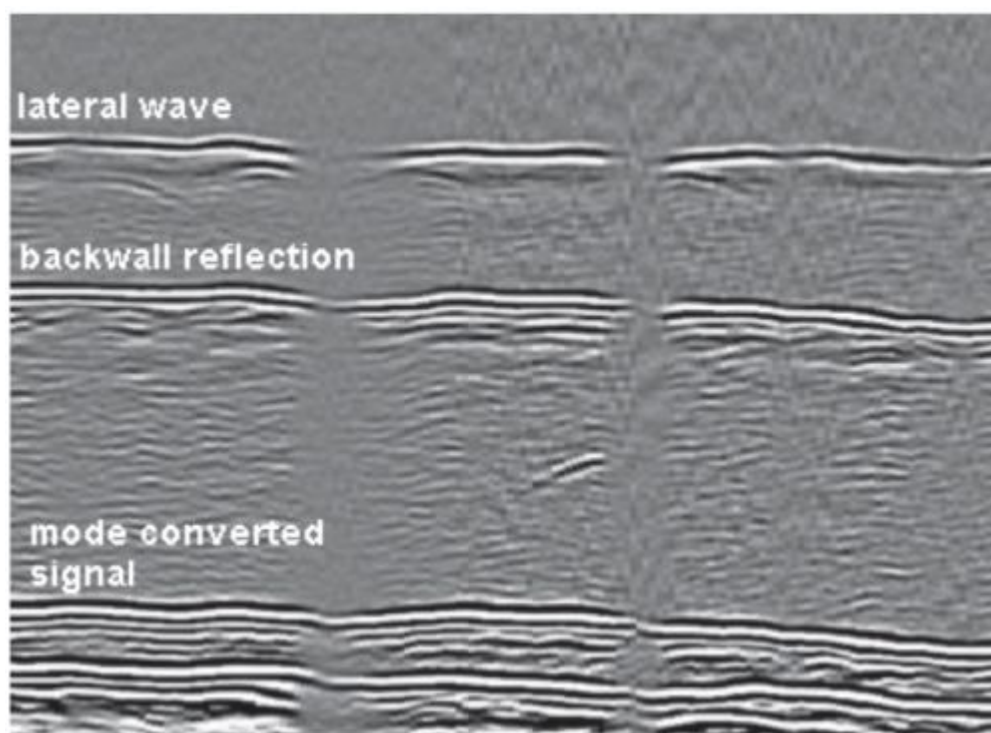


lateral wave – LW-сигнал

backwall reflection – сигнал от обратной поверхности

mode converted signal – трансформированный сигнал

Рисунок В.6 – Проблемы с синхронизацией временной оси развертки

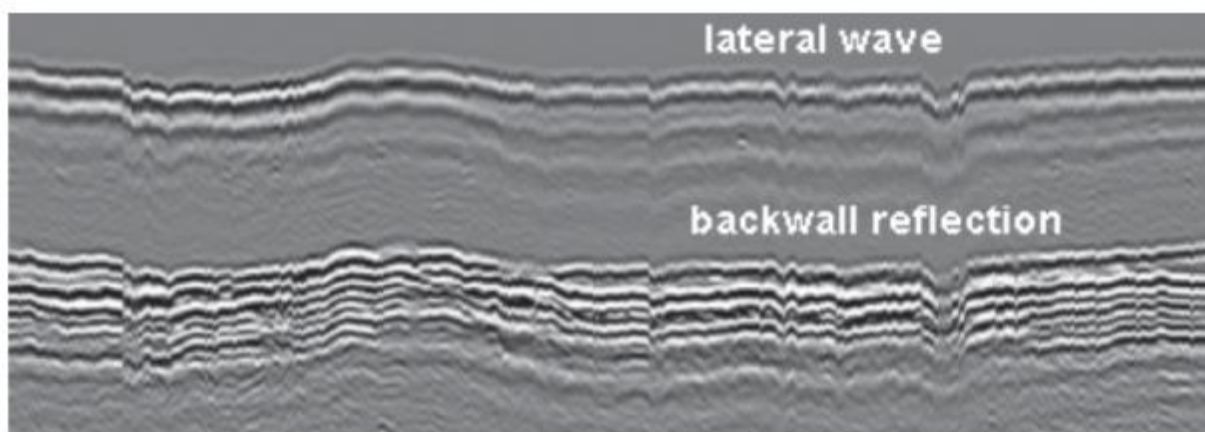


lateral wave – LW-сигнал

backwall reflection – сигнал от обратной поверхности

mode converted signal – трансформированный сигнал

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



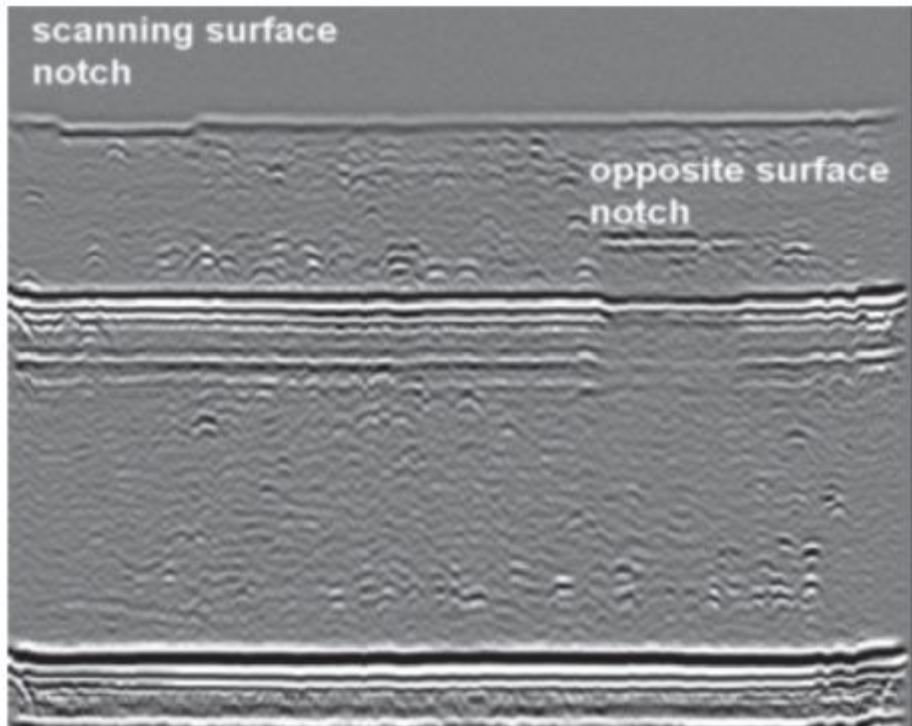
lateral wave – LW-сигнал

backwall reflection – сигнал от обратной поверхности

Рисунок В.8 – TOFD-изображение, отражающее непостоянную толщину слоя контактной среды (может быть выровнено при помощи программного обеспечения)

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

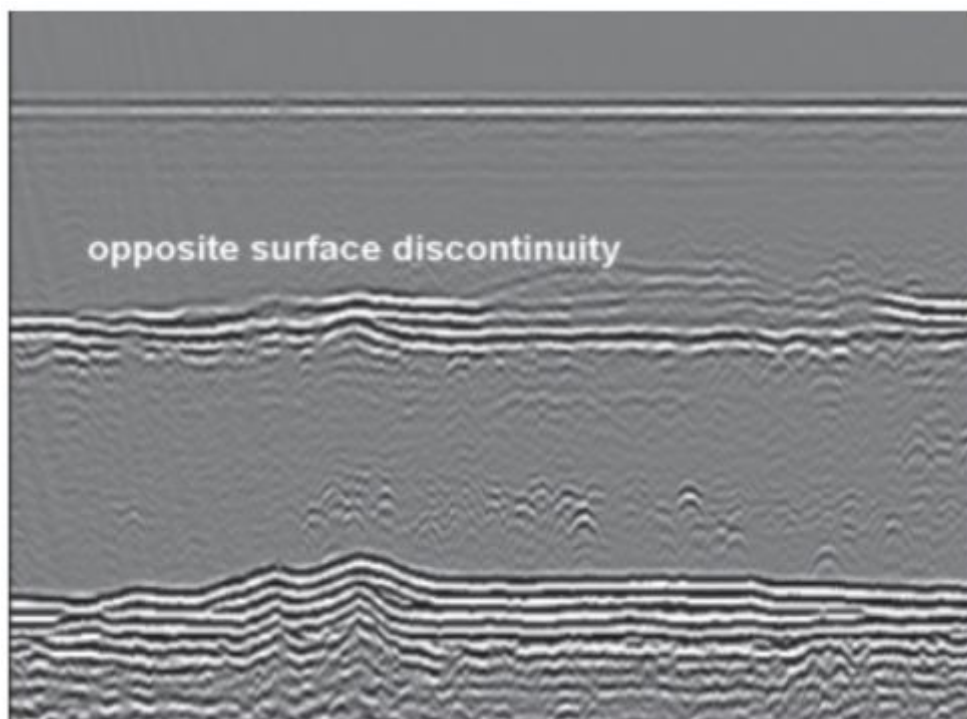
См. рисунки В.9 - В.14.



scanning surface notch – паз на поверхности сканирования

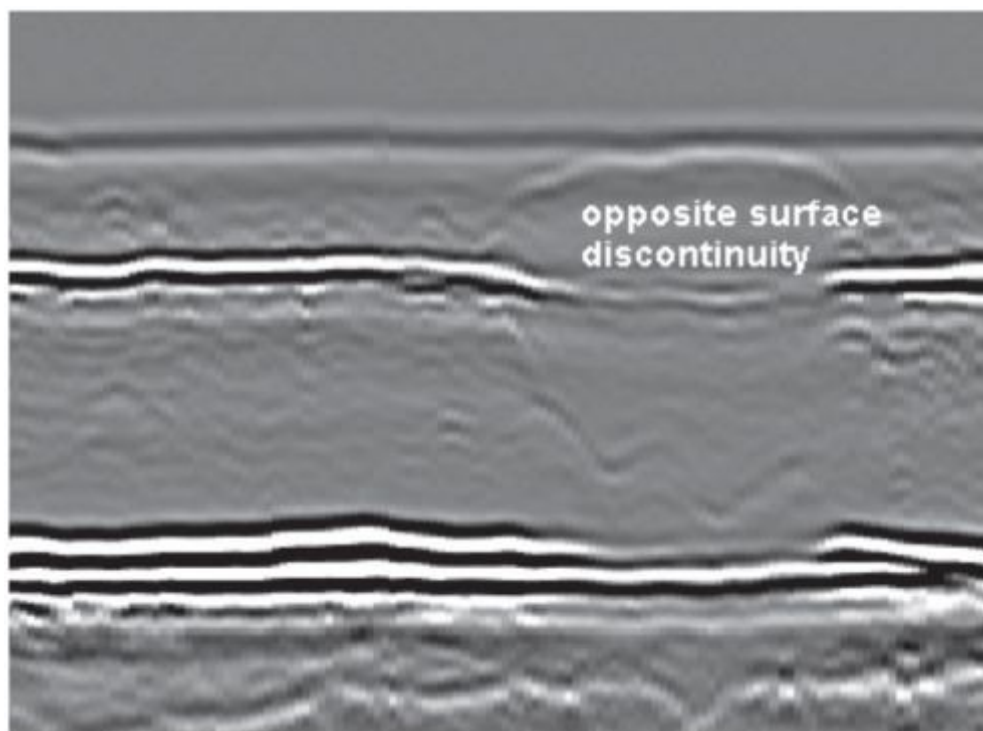
opposite surface notch – паз на обратной поверхности

Рисунок В.9 – TOFD-индикации паза на поверхности сканирования (отклонение LW-сигнала) и паза на обратной поверхности (дифрагированный сигнал с незначительным отклонением сигнала от обратной поверхности)



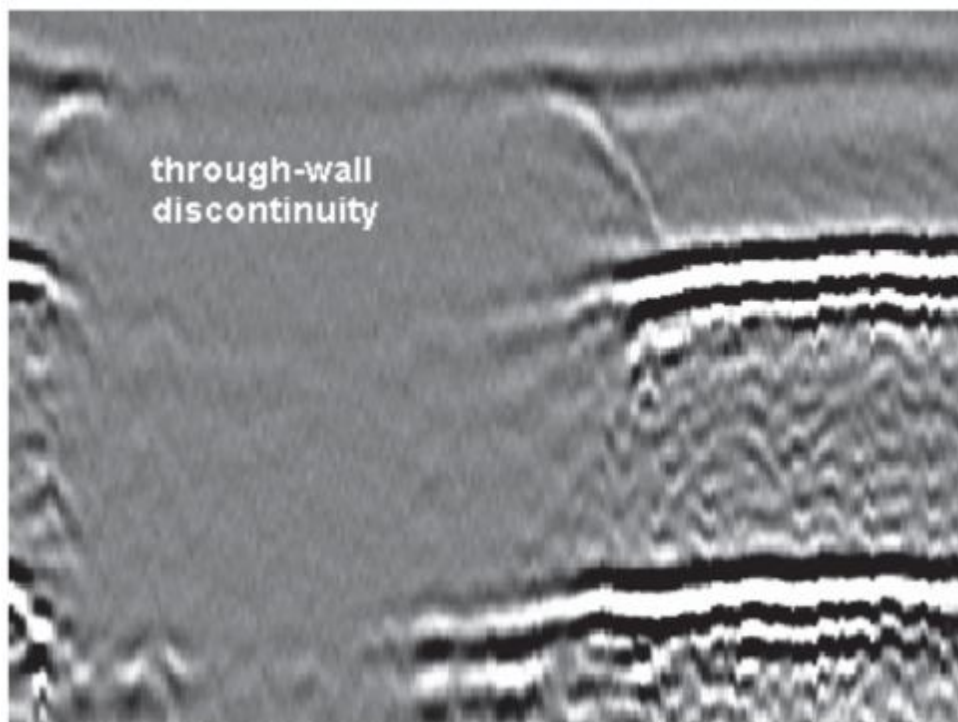
opposite surface discontinuity – несплошность вблизи обратной поверхности

Рисунок В.10 – Протяженная TOFD-индикация от несплошности, вблизи обратной поверхности



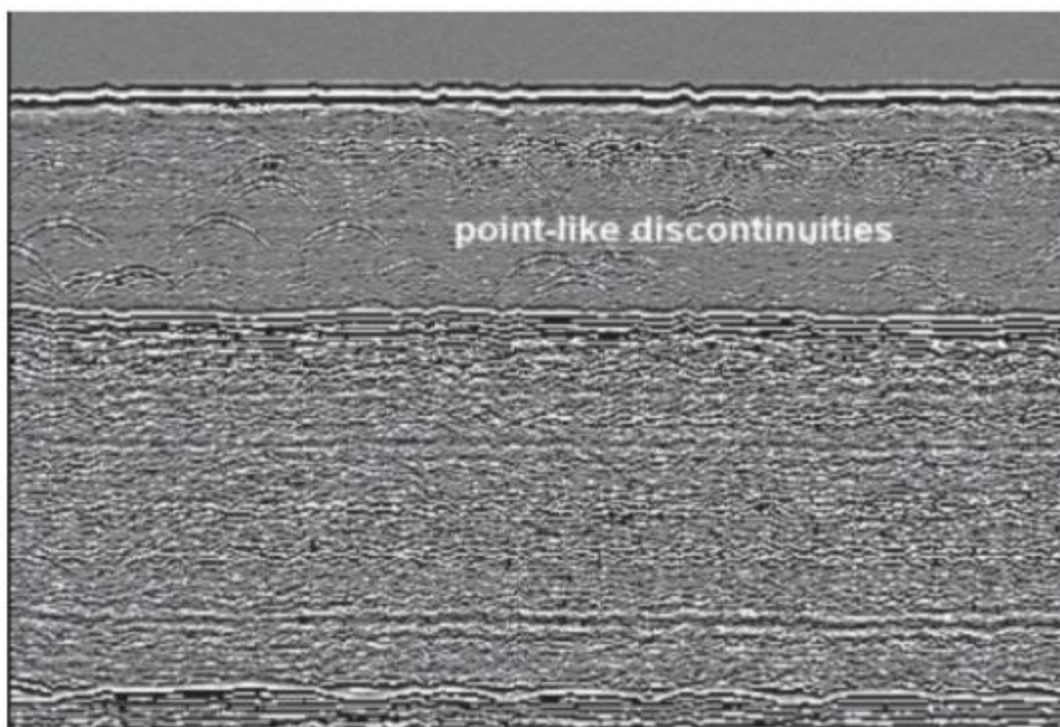
opposite surface discontinuity – несплошность вблизи обратной поверхности

Рисунок В.11 – Протяженная TOFD-индикация несплошности, выходящей на обратную поверхность (практически на всю толщину)



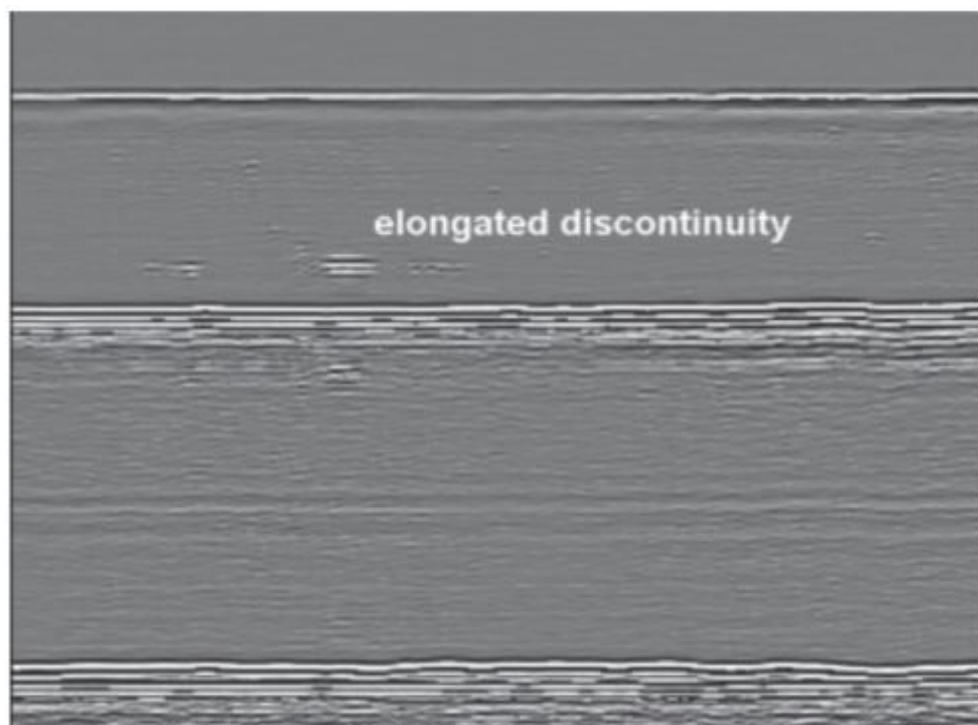
through-wall discontinuity – сквозная несплошность

Рисунок В.12 – TOFD-индикация сквозной трещины (отсутствие LW-сигнала и сигнала от обратной поверхности, при этом наблюдаются дифрагированные сигналы от начала и конца участка)



point-like discontinuities – точечные несплошности

Рисунок В.13 – TOFD-индикации многочисленных точечных несплошностей

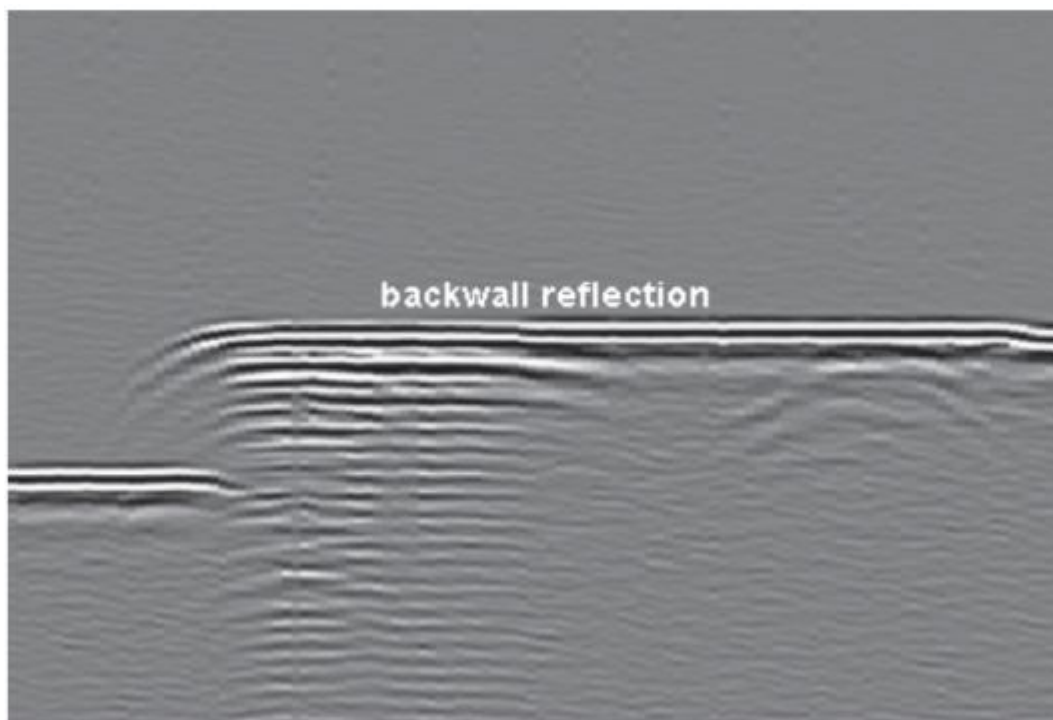


elongated discontinuity – протяженная несплошность

Рисунок В.14 – TOFD-индикация протяженной несплошности с измеряемой высотой

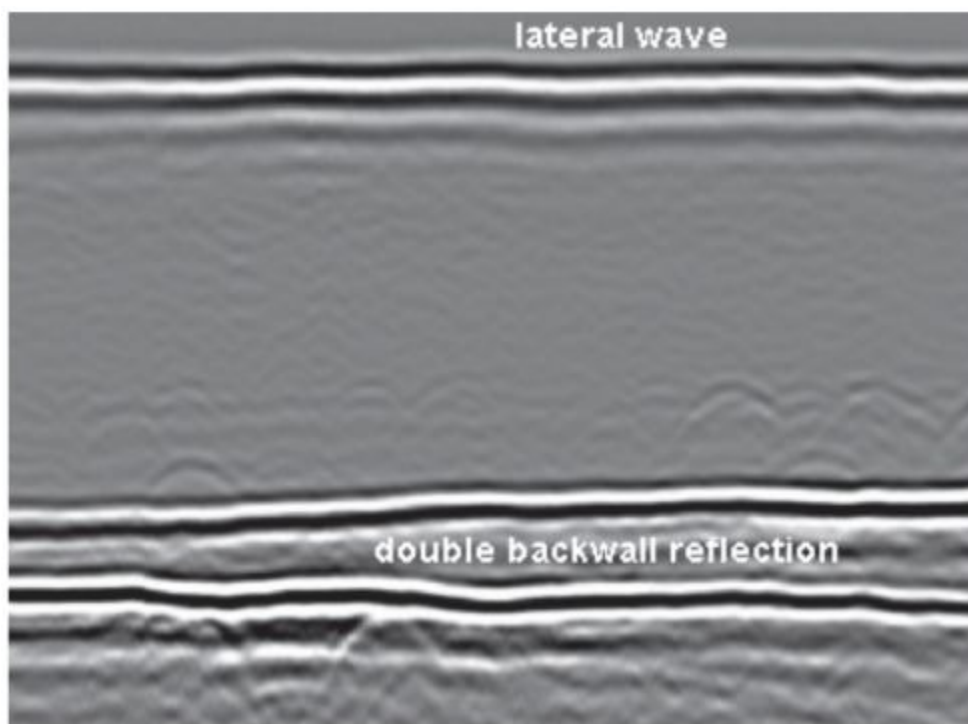
В.3 TOFD-изображения особенностей геометрии изделия

См. рисунки В. 15 - В. 18.



backwall reflection – сигнал от обратной поверхности

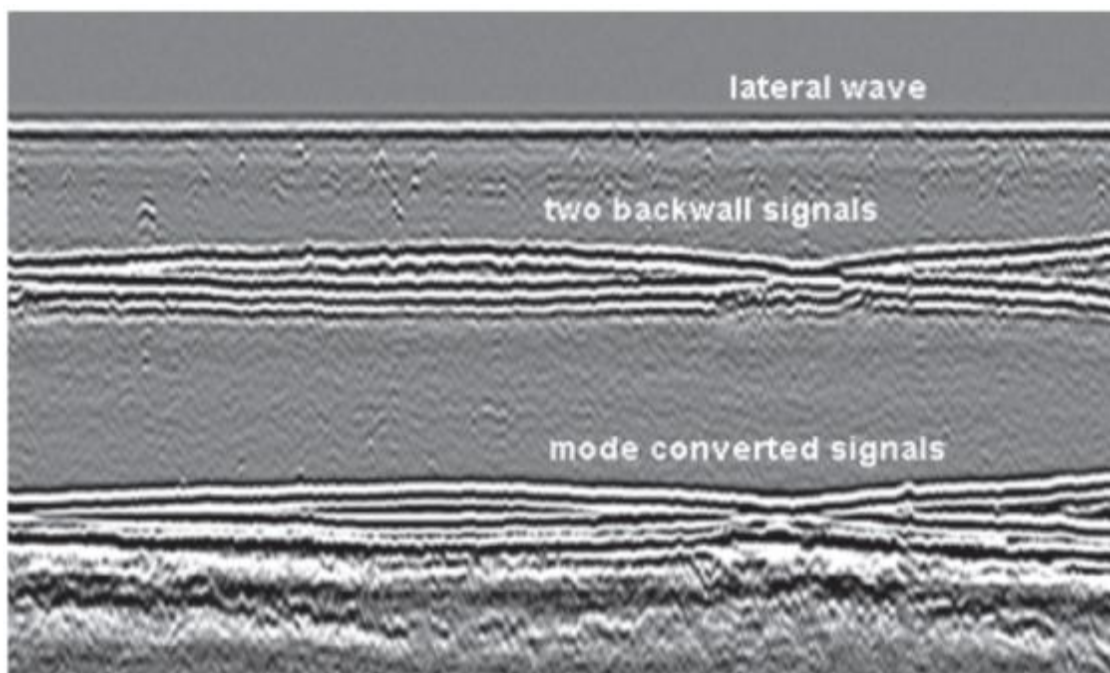
Рисунок В.15 - TOFD-индикации изменений толщины стенки



lateral wave – LW-сигнал

double backwall reflection – двойное отражение от обратной поверхности

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

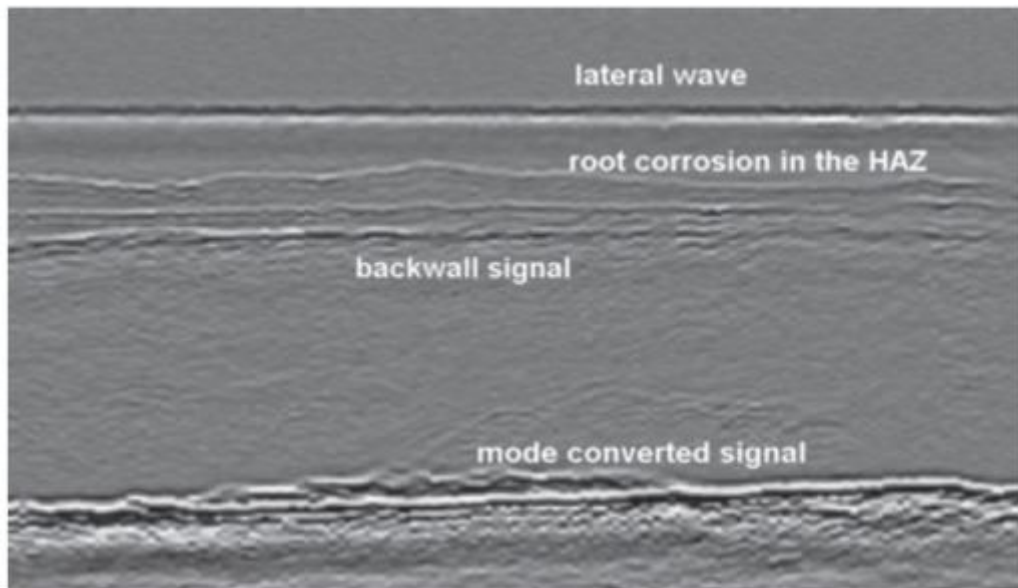


lateral wave – LW-сигнал

two backwall signals – двойное отражение от обратной поверхности

mode converted signals – трансформированные сигналы

Рисунок В.17 – Изображение при смещении осей сваренных труб



lateral wave – LW-сигнал
root corrosion in the HAZ – коррозия в корне в ЗТВ
backwall signal – сигнал от обратной поверхности
mode converted signal – трансформированный сигнал

Рисунок В.18 - TOFD-индикация коррозии в корневой зоне с обеих сторон 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. Дифракционно-временной метод (TOFD). Границы допустимости)