

---

---

**Неразрушающий контроль сварных  
соединений. Ультразвуковая  
дефектоскопия. Использование  
дифракционно-временного метода  
(TOFD)**

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

**iTeh STANDARDS REVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 10863:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ff5834a-8af9-4530-96cf-23e2bf41aa53/iso-10863-2011>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R  
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер  
ISO 10863:2011(R)

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 10863:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ff5834a-8af9-4530-96cf-23e2bf41aa53/iso-10863-2011>



**ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

© ISO 2011

Все права сохраняются. Если не задано иначе, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия офиса ISO по адресу, указанному ниже, или членов ISO в стране регистрации пребывания.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Опубликовано в Швейцарии

## Содержание

Страница

Предисловие.....	iv
1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения .....	2
4 Общие замечания по возможностям TOFD технологии.....	3
5 Уровни контроля.....	3
6 Информация, необходимая до начала неразрушающего контроля.....	4
6.1 Пункты контроля, определенные по техническим условиям .....	4
6.2 Специальная информация, необходимая оператору до начала неразрушающего контроля .....	4
6.3 Письменная инструкция или порядок действий .....	5
7 Требования к персоналу и оборудованию .....	5
7.1 Квалификация персонала .....	5
7.2 Оборудование .....	5
8 Подготовка к неразрушающему контролю .....	6
8.1 Объем для контроля.....	6
8.2 Установка преобразователей.....	6
8.3 Настройка шага развертки .....	7
8.4 Соображения по конфигурациям .....	7
8.5 Приготовление поверхностей под сканирование .....	7
8.6 Температура .....	8
8.7 Устройство сопряжения .....	8
8.8 Предоставление точек начала отсчета .....	8
9 Испытание основного металла.....	8
10 Настройки диапазона и чувствительности .....	9
10.1 Настройки.....	9
10.2 Проверки устанавливаемых параметров .....	10
10.3 Эталонные блоки.....	10
11 Неразрушающий контроль сварного соединения .....	11
12 Интерпретация и анализ изображений, полученных TOFD методом .....	12
12.1 Общие положения .....	12
12.2 Оценка качества TOFD изображения .....	12
12.3 Идентификация уместных TOFD индикаций.....	12
12.4 Классификация уместных TOFD индикаций .....	13
12.5 Определение местоположения и размера.....	14
12.6 Оценка по критериям приемки.....	15
13 Протокол неразрушающего контроля .....	15
Приложение А (информативное) Эталонные блоки .....	17
Приложение В (информативное) Примеры TOFD – сканов.....	22
Библиография.....	32

## Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов-членов ISO). Разработка международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные правительственные и неправительственные организации, имеющие связи с ISO, также принимают участие в работах. Что касается стандартизации в области электротехники, то ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC).

Проекты международных стандартов разрабатываются в соответствии с правилами Директив ISO/IEC, Часть 2.

Основной задачей технических комитетов является подготовка международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения не менее 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

Следует иметь в виду, что некоторые элементы настоящего международного стандарта могут быть объектом патентных прав. Международная организация по стандартизации не может нести ответственность за идентификацию какого-либо одного или всех патентных прав.

ISO 10863 подготовлен Техническим комитетом Европейского комитета по стандартизации (CEN) CEN/TC 121, *Сварка*, в сотрудничестве с Техническим комитетом ISO/TC 44, *Сварка и близкие по технологии процессы*, подкомитет SC 5, *Испытание и приемочный контроль сварных соединений*, в соответствии с договоренностью о техническом сотрудничестве между ISO и CEN (Венское соглашение).

Запросы по официальной интерпретации любого аспекта настоящего международного стандарта следует направлять в секретариат ISO/TC 44/SC 5 через вашу организацию по национальным стандартам. Полный перечень этих организаций можно найти по адресу [www.iso.org](http://www.iso.org).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ff5834a-8af9-4530-96cf-23e2bf41aa53/iso-10863-2011>

# Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковая дефектоскопия. Использование дифракционно-временного метода (TOFD)

## 1 Область применения

Настоящий международный стандарт задает применение дифракционно-временного метода (time-of-flight diffraction - TOFD) для полуавтоматической и полностью автоматизированной ультразвуковой дефектоскопии сварных соединений, полученных сваркой плавлением, в металлических материалах минимальной толщиной 6 мм. TOFD метод применяется к полностью проплавленным сварным швам простой геометрии в плитах, трубах и резервуарах в случаях, когда металл шва и основной материал являются низколегированной углеродистой сталью. Если TOFD метод задается по техническим условиям и является подходящим, то он может быть также использован на других типах материалов, которые показывают низкое ультразвуковое ослабление (особенно вследствие рассеяния).

Когда в этом международном стандарте задаются ультразвуковые параметры, зависящие от материала, то они базируются на сталях, в которых продольная и поперечная звуковая волна распространяется со скоростью  $(5\,920 \pm 50)$  м/с и  $(3\,255 \pm 30)$  м/с соответственно. Этот факт необходимо учитывать при контроле материалов с различной скоростью распространения звука.

Настоящий международный стандарт делает ссылку на основной стандарт EN 583-6 и предоставляет руководство по специфическим способностям и ограничениям TOFD метода для обнаружения, определения местоположения, размера и характеристик трещин (нарушений сплошности) в соединениях, полученных сваркой плавлением. Дифракционно-временной метод можно использовать автономно или в комбинации с другими методами или технологиями неразрушающего контроля (NDT) в процессе производства и эксплуатации.

Настоящий международный стандарт задает четыре уровня контроля (A, B, C, D) согласно ISO 17635, которые соответствуют увеличению уровня надежности. Руководство по выбору уровня контроля предоставляется.

Настоящий международный стандарт допускает оценку индикаций дефектов, обнаруженных с помощью TOFD метода, для целей приемки. Эта оценка базируется на анализе излученных, отраженных и дифрагированных ультразвуковых сигналов в пределах изображения, полученного сканером ультразвукового оборудования.

Настоящий международный стандарт не включает приемочные уровни для нарушений сплошности.

## 2 Нормативные ссылки

Следующие ссылочные документы являются обязательными для применения настоящего документа. Для устаревших ссылок применяется только цитируемое издание. Для недатированных ссылок применяется самое последнее издание ссылочного документа (включая поправки).

ISO 9712, *Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала. Общие принципы*

ISO 17635, *Неразрушающий контроль сварных соединений. Общие правила для металлических материалов*

ISO 17640:2010, *Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковая дефектоскопия. Технологии, уровни контроля и оценка*

EN 473, *Неразрушающий контроль. Квалификация и сертификация персонала. Общие принципы*

EN 583-6, *Неразрушающий контроль. Ультразвуковая проверка. Часть 6: Дифракционно-временная технология как метод обнаружения и определения размеров нарушений непрерывности.*

EN 1330-4, *Неразрушающий контроль. Терминология. Часть 4. Термины, использованные в ультразвуковой дефектоскопии*

EN 12668 (все части), *Неразрушающий контроль. Характеристика и проверка оборудования ультразвукового контроля*

### 3 Термины и определения

В настоящем документе применяются термины и определения, данные в EN 1330-4, и следующие

#### 3.1 установка для дифракционно-временного метода time-of-flight diffraction setup TOFD setup

расположение преобразователей (импульсный генератор – детектор), которое определяется их характеристиками (например, частотой, размером элемента преобразователя, углом падения излучения, типом волны) и разделением центров двух преобразователей друг от друга

#### 3.2 разделение центров преобразователей probe centre separation PCS

расстояние между индексными точками двух преобразователей

ПРИМЕЧАНИЕ Отдаление одного преобразователя от другого, когда они расположены на кривой поверхности, есть прямая линия, геометрическое отделение между индексными точками двух преобразователей, но не дистанция, измеренная вдоль поверхности.

#### 3.3 точка пересечения лучей beam intersection point

точка пересечения осей главных лепестков диаграмм направленности двух преобразователей

#### 3.4 индикация, полученная дифракционно-временным методом time-of-flight diffraction indication TOFD indication

узор или возмущение в полученном дифракционно-временным методом изображении, которое нуждается в дальнейшей оценке

#### 3.5 изображение, полученное дифракционно-временным методом time-of-flight diffraction image TOFD изображение TOFD image

двухмерное изображение, полученное путем накопления смежных разверток за время прозвучивания в режиме А-Скан и по мере перемещения установки неразрушающего контроля дифракционно-временным методом

ПРИМЕЧАНИЕ Амплитуда сигнала в режимах А-Скан является типичной, представленной значениями шкалы оттенков серого.

**3.6****смещенное сканирование  
offset scan**

сканирование параллельно оси сварного соединения, когда точка пересечения лучей не лежит на средней линии сварного шва

**4 Общие замечания по возможностям TOFD технологии**

Общие принципы TOFD метода изложены в EN 583-6. Чтобы осуществлять контроль соединений сваркой плавлением, необходимо принимать во внимание некоторые специфические возможности и ограничения этого метода.

Технология на основе дисперсионно-временного метода является способом генерации ультразвукового отображения, анализ которого позволяет обнаруживать, определять местоположение и размер дефекта. Также, до некоторой степени, возможна характеристика трещины (нарушения сплошности) в металле шва, а также основном металле.

Если сравнивать с методами контроля на основе простого отражения эхо-сигнала, то TOFD метод на основе дифракции, а также отражения, в меньшей степени зависит от ориентации трещины. С помощью этого метода обнаруживаются трещины, ориентированные перпендикулярно к поверхности и на промежуточных углах наклона, а также на поверхностях проплавленного металла шва.

В некоторых обстоятельствах (толщина, подготовка под сварку, объем контроля и т.д.) требуется более чем одна настройка неразрушающего контроля дифракционно-временным методом.

Типичное отображение, полученное дифракционно-временным методом, является линейным по времени (вертикальная ось) и перемещению преобразователей (горизонтальная ось). Вследствие V-конфигурации путей ультразвука, обнаружение возможного дефекта тогда является нелинейным. Неразрушающий контроль надо проводить правильно и согласованно, чтобы получить действительные изображения для последующего анализа. Надо, например, избегать потерь на сопряжения и ошибок сбора данных, см. 12.2.

Для интерпретации изображений по TOFD методу требуются квалифицированные и опытные операторы. Некоторые типовые отображения дефектов, полученных TOFD методом, в сварных соединениях плавлением представлены в Приложении В.

Ограничена возможность обнаружения трещин, расположенных вблизи или соединенных с поверхностью сканирования или обратной стороной. Это обстоятельство надо особенно принимать во внимание при контроле чувствительных к растрескиванию сталей или при обнаружении дефектов, возникших в результате эксплуатации. В случае, когда требуется полный охват упомянутых зон, то должны приниматься дополнительные меры, например, применение TOFD технологии может сопровождаться другими методами или технологиями неразрушающего контроля.

Дифракционные сигналы от несплошностей сварного шва могут иметь отклики небольшой амплитуды. Эффект зернового рассеяния в структуре крупнозернистого материала может затруднять обнаружение и оценку таких откликов. Это должно учитываться при неразрушающем контроле такого материала.

**5 Уровни контроля**

Настоящий международный стандарт задает четыре уровня контроля (А, В, С и D, см. Таблицу 1). От уровня А до уровня С обеспечивается повышение надежности контроля.

Таблица 1 — Уровни контроля

Уровень контроля	Установка для TOFD метода	Контрольный блок для проверки настройки (см. 8.2)	Образцы для настройки чувствительности (см. 10.1.4)	Смещенное сканирование	Методика в письменном виде
A	Как в Таблице 2	Нет	Нет	Нет	ISO 10863:2011
B	Как в Таблице 2	Нет	Да	Нет	ISO 10863:2011
C	Как в Таблице 2	Да	Да	a	Да
D	Согласно ТУ	Да	Да	a	Да

<sup>a</sup> Необходимость, число и позицию смещенных сканирований надо установить.

Если заданный уровень приемки предусматривает обнаружение трещин определенного размера на обеих или одной поверхности сварного соединения (см. Раздел 4), то для этого могут потребоваться технологии или методы, выходящие за область применения настоящего международного стандарта.

Для инспекций в процессе производства (смотрите также ISO 17635) применяются все уровни контроля. Только уровень А ограничивается толщиной стенки объекта контроля 50 мм. Для обнаружения дефектов, возникших в результате эксплуатации, должен применяться контроль только на уровне D.

## 6 Информация, необходимая до начала неразрушающего контроля

### 6.1 Пункты контроля, определенные по техническим условиям

Требуется информация по следующим пунктам:

- a) цель и степень контроля дифракционно-временным методом (см. Разделы 5 и 8);
- b) уровни контроля (см. Раздел 5), например:
  - 1) требуется ли методика контроля в письменном виде,
  - 2) требуются ли эталонные блоки для настройки;
- c) подробности об эталонных блоках, если требуются (см. 10.3);
- d) производственная или эксплуатационная стадия, на которой надо проводить неразрушающий контроль по TOFD технологии;
- e) требования к температуре, доступу и состоянию поверхности (см. Раздел 8);
- f) требования к протоколу контроля (см. Раздел 13);
- g) приемочные критерии;
- h) квалификация персонала (см. 7.1).

### 6.2 Специальная информация, необходимая оператору до начала неразрушающего контроля

Прежде чем начать проверку сварного соединения, оператор должен иметь доступ ко всем данным согласно 6.1 вместе со следующей дополнительной информацией:

- a) письменная инструкция или порядок действий (см. 6.3), если требуется;

- b) тип(ы) основного металла и форма изделия (т.е. литье,ковка, прокат);
- c) приготовление и размеры соединения;
- d) технология сварки или уместная информация по сварочному процессу;
- e) время контроля относительно термической обработки после сварки;
- f) результат проверки основного металла, сделанной до и/или после сварки;
- g) тип и морфология дефекта, который надо обнаружить.

### 6.3 Письменная инструкция или порядок действий

Для контроля на уровнях А и В настоящий международный стандарт дает все необходимое для составления порядка действий в письменном виде.

Для контроля на уровнях С и D или в случае, когда методики, изложенные в настоящем международном стандарте, являются неприемлемыми для исследуемого сварного соединения, то должна применяться специфическая технология неразрушающего контроля в письменном виде.

Когда сбор данных осуществляется персоналом, квалифицированным до уровня 1, то для него должна быть написана соответствующая инструкция. Эта письменная инструкция должна содержать, как минимум, информацию, перечисленную в Разделе 13.

## 7 Требования к персоналу и оборудованию

### 7.1 Квалификация персонала

В дополнение к общему знанию ультразвуковой дефектоскопии сварного соединения весь персонал должен быть компетентным в проведении контроля дифракционно-временным методом. Требуется документальное подтверждение их компетентности с указанием уровня подготовки и опыта.

Приготовление письменных инструкций неразрушающего контроля, конечный анализ полученных данных и утверждение протокола должно осуществляться специалистами, сертифицированными, как минимум, до уровня 2 в соответствии с ISO 9712 или EN 473 или для проведения эквивалентной ультразвуковой дефектоскопии в соответствующем промышленном секторе. Настройка оборудования, сбор и хранение данных, а также подготовка протокола может быть выполнена персоналом, сертифицированным минимум до уровня 1 в соответствии с ISO 9712 или EN 473 или для проведения эквивалентной ультразвуковой дефектоскопии в уместном секторе промышленности. Однако они должны действовать согласно разработанным письменным инструкциям и под надзором специалистов 2-го или 3-го уровня.

Сбор данных может осуществлять оператор 1-го уровня с подручным техническим специалистом.

В случаях, когда упомянутая выше минимальная квалификация не считается адекватной, то должна быть организована подготовка, ориентированная на запланированную работу.

### 7.2 Оборудование

**7.2.1 Ультразвуковое оборудование и дисплей.** Ультразвуковое оборудование, используемое для TOFD метода, должно в приемлемом случае отвечать требованиям EN 12668.

Программное обеспечение дисперсионно-временного метода контроля не должно маскировать никакие проблемы, например, потерю сопряжения, пропуск строк развертки, ошибки синхронизации или электронный шум.

Кроме того, должны применяться требования EN 583-6 с учетом следующего:

- a) оборудование должно быть способным выбирать подходящую временное окно, в пределах которого А-Сканы (прозвучивания) преобразуются в цифровую форму;
- b) рекомендованная частота выборки в режиме А-Скана, по меньшей мере, в 6 раз больше номинальной частоты используемого преобразователя.

**7.2.2 Преобразователи (генераторы акустических сигналов и детекторы обратного отражения),** которые используются для дисперсионно-временного метода контроля сварных соединений, должны соответствовать требованиям EN 583-6.

Адаптация преобразователей для сканирования кривых поверхностей должна осуществляться в соответствии с требованиями ISO 17640.

Рекомендация по выбору преобразователей дается в Таблице 2.

**7.2.3 Механизм сканирования.** Должны применяться требования EN 583-6. Для достижения непротиворечивости изображений (накопленных данных) можно использовать направляющий механизм.

## 8 Подготовка к неразрушающему контролю

### 8.1 Объем для контроля

Неразрушающий контроль должен выполняться в соответствии с EN 583-6. Цель контроля должна быть определена техническим заданием, на основе которого должен быть установлен объем, подлежащий неразрушающему контролю.

Объем, который надо проверить, располагается между преобразователями. Для уровней контроля А и В преобразователи должны быть установлены симметрично около средней линии сварного соединения. Для уровней контроля С и D может потребоваться дополнительное смещенное сканирование.

Для обнаружения дефектов в процессе производства исследуемый объем определяется как зона, которая включает сварной шов и основной металл, по меньшей мере, 10 мм с каждой стороны сварного шва, или ширину зоны термического влияния, что больше. Во всех случаях весь исследуемый объем должен быть охвачен неразрушающим контролем.

Нормально эти проверки проводятся в соответствии с признанными стандартами, применяя приемочные уровни для обеспечения качества. Если применяются методы, пригодные для поставленной цели, тогда соответствующие приемочные критерии должны быть точно определены.

Для обнаружения дефектов, возникших в результате эксплуатации, исследуемым объемом могут быть специальные участки, представляющие интерес, например, внутренняя часть на глубине, равной 1/3 толщины объекта контроля. Приемочные критерии и минимальный размер трещины, которую надо обнаружить на участке, представляющем интерес, должны быть точно определены.

### 8.2 Установка преобразователей

Преобразователи должны быть размещены с учетом обеспечения адекватного охвата и оптимального режима для инициирования и детектирования дифрагированных сигналов в зоне, представляющей интерес. Для стыковых сварных швов простой конфигурации с узкими вершинами сварочного шва на противоположенной поверхности неразрушающий контроль должен быть выполнен при одной установке или с несколькими вариантами расположения преобразователей (прозвучиваний) в зависимости от толщины стенки (см. Таблицу 2). Для других конфигураций, например, Х-образные формы сварных соединений, разная толщина основного металла на любой из двух сторон сварного шва или шов, суживающийся к одному концу, можно использовать Таблицу 2 в качестве руководства. Эффективность и зону охвата при конкретной установке преобразователей необходимо проверить на

эталонных блоках. Выбор преобразователей для полного охвата всей толщины сварного шва следует делать по Таблице 2. Внимание следует обращать на подбор соответствующей комбинации параметров. Например, если взять диапазон значений толщины от 15 мм до 35 мм, то такие параметры как частота 10 МГц, угол ввода луча 70° и размер элемента (призмы) 3 мм, могут быть подходящими для толщины 16 мм, но не подойдут для 32 мм.

Для уровней контроля А и В рекомендуется проверять установку для TOFD метода, используя эталонные блоки.

Для уровней контроля С и D все отобранные варианты установок преобразователей должны быть проверены с помощью эталонных блоков.

Если устанавливаемые параметры не соответствуют значениям в Таблице 2, тогда способность TOFD метода должна быть проверена с использованием эталонных блоков.

Для обнаружения дефектов, возникших в процессе эксплуатации объекта, точку пересечения акустических осей пары преобразователей следует оптимизировать для заданного объема неразрушающего контроля.

### 8.3 Настройка шага развертки

Настройка шага развертки должна зависеть от толщины стенки, исследуемой ультразвуком. При толщине до 10 мм шаг развертки должен быть не больше 0,5 мм. При толщине от 10 мм до 150 мм шаг развертки должен быть не больше 1 мм, а свыше 150 мм – не больше 2 мм.

### 8.4 Соображения по конфигурациям

Следует проявлять особое внимание на дефектоскопию сварных соединений сложной конфигурации, например, на сварные швы, соединяющие материалы неравной толщины, на материалы, которые соединяются под углом, или насадки. Так как TOFD метод базируется на измерении временных интервалов звуковых волн, распространяющихся по кратчайшему пути между точкой ввода излучения и точкой приема через точки отражения или дифракции, то некоторые участки, представляющие интерес с точки зрения дефектоскопии, могут быть слабо прозвученными. Дополнительные сканирования могут во многих случаях преодолеть эту проблему. Планирование неразрушающего контроля сложных конфигураций требует глубокого знания распространения звука, наличия репрезентативных эталонных блоков и усложненного программного обеспечения. Все эти вопросы выходят за рамки применения настоящего международного стандарта.

### 8.5 Приготовление поверхностей под сканирование

Поверхности, которые надо сканировать, должны быть достаточно широкими, чтобы обеспечить полный охват объема контроля.

Поверхности под сканирование должны быть ровными и свободными от постороннего вещества (например, пыли, рыхлой окалины, брызг от сварки), а также надрезов и канавок, которые мешают сопряжению преобразователей с исследуемой поверхностью. Волнистость исследуемой поверхности не должна иметь результатом образование зазора между преобразователями и исследуемой поверхностью величиной больше 0,5 мм. Эти требования должны быть обеспечены путем отделки в случае необходимости.

Поверхности под сканирование могут быть приняты как удовлетворительные, если шероховатость поверхности,  $Ra$ , не больше 6,3 мкм после механической и не больше 12,5 мкм после дробеструйной обработки.

Таблица 2 — Рекомендованные устанавливаемые параметры для дефектоскопии TOFD методом стыковых сварных соединений в зависимости от толщины стенки

Толщина $t$ мм	Число вариантов установки для TOFD - метода	Диапазон глубины контроля $\Delta t$ мм	Средняя частота $f$ МГц	Угол ввода луча (продольные волны) $\alpha$ °	Размер элемента	Положение точки пересечения акустических осей
6 – 10	1	0 – $t$	15	70	2 – 3	$2/3 t$
>10 – 15	1	0 – $t$	15 – 10	70	2 – 3	$2/3 t$
>15 – 35	1	0 – $t$	10 – 5	70 – 60	2 – 6	$2/3 t$
>35 – 50	1	0 – $t$	5 – 3	70 – 60	3 – 6	$2/3 t$
>50 - 100	2	0 – $t/2$	5 – 3	70 – 60	3 – 6	$1/3 t$
		$t/2 - t$	5 – 3	60 – 45	6 – 12	$5/6 t$
>100 - 200	3	0 – $t/3$	5 – 3	70 – 60	3 – 6	$2/9 t$
		$t/3 - 2t/3$	5 – 3	60 – 45	6 – 12	$5/9 t$
		$2/3t - t$	5 – 2	60 – 45	6 – 20	$8/9 t$
>200 - 300	4	0 – $t/4$	5 – 3	70 – 60	3 – 6	$1/12 t$
		$t/4 - t/2$	5 – 3	60 – 45	6 – 12	$5/12 t$
		$t/2 - 3t/4$	5 – 2	60 – 45	6 – 20	$8/12 t$
		$3t/4 - t$	3 – 1	50 – 40	10 – 20	$11/12 t$ ; или $t$ для $\alpha \leq 45^\circ$

ISO 10863:2011

## 8.6 Температура

Если используются обычные преобразователи и устройства сопряжения, то температура поверхности объекта контроля должна быть в диапазоне от 0 °C до 50 °C.

Если температура объекта за пределами этого диапазона, то пригодность ультразвукового оборудования подлежит проверке.

## 8.7 Устройство сопряжения

Чтобы получить правильные изображения, необходимо применять устройство сопряжения, которое обеспечивает постоянную передачу ультразвука между преобразователями и материалом.

Устройство сопряжения, используемое для тарировки, должно быть то же самое, которое применялось в последующем контроле и калибровках

## 8.8 Предоставление точек начала отсчета

Для гарантии повторяемости результатов неразрушающего контроля должна применяться постоянная система отсчета.

## 9 Испытание основного металла

Предварительное исследование основного металла сварного соединения на расслоение (типично для ультразвукового контроля прямым лучом), как правило, не требуется, так как оно обнаруживается во