

**Государственное предприятие
"Украинский центр подтверждения соответствия
"Промбезопасность"**

**Стандарт предприятия
ЛИТЬЕ
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ
ЧАСТЬ 1: ОТЛИВКИ ИЗ СТАЛИ ДЛЯ ОБЩЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СТП 80.3-015-08 (EN 12680-1:2003)**

Киев-2008

Предисловие

1 ВНЕСЕН

Внесено: Органом по сертификации персонала в сфере неразрушающего контроля ГП УЦПС "Промбезопасность"

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ

Приказом ГП УЦПС "Промбезопасность" от "___" _____ 2008 г. № _____

3 Стандарт соответствует EN 12680-1:2003 Gießereiwesen. Ultraschallprüfung. Teil 1: Stahlgussstücke für allgemeine Verwendung (Литье. Ультразвуковой контроль. Часть 1: отливки из стали для общего использования).

Степень соответствия – идентичный (IDT)

Перевод с немецкого

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Литье – Ультразвуковой контроль – Часть 1: Отливки из стали для общего использования

Gießereiwesen – Ultraschallprüfung – Teil 1: Stahlgussstücke für allgemeine Verwendung	Founding – Ultrasonic examination – Part 1: Steel castings for general purposes
--	---

Содержание

	Страница
Предисловие	5
1 Область применения	6
2 Нормативные ссылки	6
3 Термины и определения.....	6
4 Требования	7
4.1 Данные, требующиеся при заказе	7
4.2. Объем контроля.....	8
4.3. Предельно допустимые размеры индикаций.....	8
4.3.1 Уровни регистрации и приемки для плоскостных отражателей, направленных преимущественно перпендикулярно к внешней поверхности.....	8
4.3.2 Уровни приемки для объемных отражателей.....	8
4.4 Квалификация персонала.....	8
4.5 Зоны толщины стенки.....	9
4.6. Уровни качества	9
5 Технология контроля	9
5.1 Основные положения.....	9
5.2. Материал.....	9
5.3 Оборудование для контроля и контактные среды.....	10
5.4 Подготовка поверхностей отливок к контролю	10
5.5 Порядок проведения контроля	11
5.6 Протокол контроля.....	14
Приложение А (информационное) Диаметр ультразвукового пучка	21
Приложение В (справочное) Типы индикаций.....	23
Перечень литературы.....	34

ПРЕДИСЛОВИЕ

Этот документ (EN 12680-1:2003) был разработан Техническим комитетом CE/TC 190 „литье”, секретариат которого ведет DIN.

Этот Европейский стандарт должен получить статус национального стандарта через публикацию идентичного текста или через признание до июля 2003, а национальные стандарты, которые ему противоречат, должны быть упразднены до июля 2003.

В рамках рабочей программы Техническим комитетом CEN/TC 190 при содействии рабочей группы CEN/TC WG 4.10 “Внутренние дефекты” были разработаны следующие стандарты:
EN 12680-1, Литье - Ультразвуковой контроль - Часть 1: Отливки из стали для общего использования.

Этот стандарт является одним из серии Европейских стандартов по ультразвуковому контролю. Другими стандартами этой серии являются:

EN 12680-2, Литье – Ультразвуковой контроль – Часть 2: Отливки из стали для деталей, подвергающихся повышенным нагрузкам.

EN 12680-3, Литье – Ультразвуковой контроль – Часть 3: Отливки из чугуна с шарообразным графитом.

Приложения А и В – информативные.

Согласно регламенту CE/CENELEC этот стандарт должен быть принят национальными институтами стандартизации следующих стран: Бельгии, Дании, Германии, Финляндии, Франции, Греции, Ирландии, Исландии, Италии, Люксембурга, Мальты, Нидерландов, Норвегии, Австралии, Португалии, Швеции, Швейцарии, Испании, Чешской Республики и Соединенного Королевства.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Этот Европейский стандарт устанавливает требования к ультразвуковому контролю стального литья (с ферритной структурой) для общего использования, а также методы выявления внутренних дефектов с помощью эхо-импульсной технологии.

Этот европейский стандарт распространяется на ультразвуковой контроль стальных отливок, которые обычно поддаются термообработке для уменьшения зернистости структуры и имеют толщину стенки до 600 мм.

Для стенок большей толщины относительно способа контроля и диапазона регистрации действуют специальные соглашения.

Этот Европейский стандарт не распространяется на аустенитные стали и монтажную сварку.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Этот Европейский стандарт содержит через датированные или недатированные ссылки положения из других публикаций. Эти нормативные ссылки цитируются в соответствующих местах текста, а публикации приведены ниже. В случае датированных ссылок дальнейшие поправки и изменения будут касаться данного стандарта только, если они внесены в этот стандарт в виде поправки или изменения. При недатированных ссылках действующим будет последнее издание соответствующей публикации (вместе с изменениями).

EN 583-1, Неразрушающий контроль – Ультразвуковой контроль – Часть 1: Общие принципы.

EN 583-2, Неразрушающий контроль – Ультразвуковой контроль – Часть 2: Настройка чувствительности и расстояния.

EN 583-5, Неразрушающий контроль – Ультразвуковой контроль – Часть 5: Описания и определение размеров несплошностей.

EN 12223, Неразрушающий контроль – Ультразвуковой контроль – Описание калибровочного образца №1.

EN 12668-1, Неразрушающий контроль – Характеристика и верификация оборудования для ультразвукового контроля – Часть 1: Приборы контроля.

EN 12668-2, Неразрушающий контроль – Характеристика и верификация оборудования для ультразвукового контроля – Часть 2: Преобразователи.

EN 12668-3, Неразрушающий контроль – Характеристика и верификация оборудования для ультразвукового контроля – Часть 3: Полный набор оснащения для контроля.

EN 27963, Сварные соединения на стали – Калибровочный образец №2 для ультразвукового контроля сварных соединений (ISO 7963:1985).

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В целях применения Европейского стандарта используются следующие термины:

ПРИМЕЧАНИЕ: Другие термины, использованные в данном стандарте, приведены в EN 583-1, EN 583-2, EN 583-5 и EN 1330-4.

3.1

Относительная (базовая) амплитуда эхо-сигнала

наименьшая, поддающаяся регистрации индикация, обычно выраженная как диаметр эквивалентного плоскодонного отверстия (дискового отражателя).

3.2.

Отражатель без измеряемых размеров

Отражатель с размерами меньшими или равными диаметру звукового пучка

ПРИМЕЧАНИЕ: Размеры в этом стандарте относятся к длине, ширине и/или протяженности в направлении толщины стенки (высоте).

3.3

Отражатель с измеряемыми размерами

Отражатель с размерами большими, чем диаметр звукового пучка.

ПРИМЕЧАНИЕ: Размеры в этом стандарте относятся к длине, ширине и/или протяженности в направлении толщины стенки (высоте).

3.4

Плоскостной отражатель

Отражатель с двумя измеряемыми размерами

3.5

Объемный отражатель

Отражатель с тремя измеряемыми размерами

3.6

Специальная краевая зона

Внешняя часть краевой зоны со специальными требованиями (например, механически обработанные внешние поверхности, повышенная нагрузка, уплотнительные поверхности)

3.7

Сварка в процессе производства

Любая сварка, которая выполняется во время производства или перед окончательной выдачей отливки покупателям

3.7.1

Монтажная сварка

Сварка в процессе производства для соединения частей с целью изготовления целой единицы (узла)

3.7.2

Доводочная сварка

Сварка в процессе производства для обеспечения установленного договором качества отливок.

4 ТРЕБОВАНИЯ

4.1 Данные, требующиеся при заказе

На момент запроса и заказа должна быть представлена следующая информация (см. также EN 583-1):

- участки отливки и количество или часть отливок, на которые распространяются требования ультразвукового контроля;
- уровень качества, который должен применяться для различных зон или участков отливки;
- требование относительно письменной инструкции по контролю;

– имеются ли дополнительные требования к порядку выполнения контроля, см. также 5.5.1.

4.2. Объем контроля

Контроль отливки должен выполняться таким образом, чтобы при применении наиболее выгодного способа контроля были полностью охвачены все участки, указанные в договоре (насколько это возможно, в зависимости от формы отливки).

При толщине стенки более 600 мм договорные стороны должны достигнуть соглашения относительно порядка проведения контроля, а также уровней регистрации и приемки

4.3. Предельно допустимые размеры индикаций

4.3.1 Уровни регистрации и приемки для плоскостных отражателей, направленных преимущественно перпендикулярно к внешней поверхности.

Уровни приемки для плоскостных отражателей приведены на рис. 1.

Индикации с измеряемыми размерами при уровне качества 1 недопустимы.

Наибольшая высота индикации не должна превышать 10% толщины стенки, за исключением индикаций, измеряемая длина которых (поперек) ≤ 10 мм. Высота таких индикаций не должна превышать 25% толщины стенки или 20 мм.

Наибольшее расстояние между индикациями, как критерий для оценки в качестве отдельной индикации или скопления индикаций, должно составлять 10 мм перпендикулярно к внешней поверхности или сбоку (поперек).

Для скопления с измеряемой длиной и не измеряемой протяженностью в направлении толщины стенки эта не измеряемая величина должна приниматься за 3 мм и площадь рассчитывается следующим образом:

$$A = 3 \times L, \quad (1)$$

где

A	площадь, в квадратных миллиметрах
3	принятая величина, в миллиметрах
L	измеряемая длина, в миллиметрах

4.3.2 Уровни приемки для объемных отражателей

Уровни приемки для объемных отражателей приведены в таблице 1. Любой отражатель, который превышает один из этих критериев, должен рассматриваться как недопустимый.

4.4 Квалификация персонала

Предполагается, что контроль будет выполняться квалифицированным и знающим персоналом. Для подтверждения квалификации рекомендуется сертифицировать персонал в соответствии с EN 473.

4.5 Зоны толщины стенки

Толщина стенки, как показано на рис. 2, должна быть разделена на зоны. Эти зоны относятся к габаритам окончательно обработанных отливок.

4.6. Уровни качества

Если заказчик предписывает разные уровни качества в разных участках одной и той же отливки, они должны быть четко обозначены на чертеже заказчика и содержать следующее:

- все необходимые величины (размеры) для точного определения (локализации) зон;
- общий объем всех приваров и толщина всех специальных краевых зон.

Уровень качества 1 применяется только для приваров и специальных краевых зон.

Если на момент приема заказа другие требования не устанавливались, для доводочной сварки будут действовать те же требования, что и для основного металла.

5 ТЕХНОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ

5.1 Основные положения

Действуют основные положения по ультразвуковому контролю, изложенные в EN 583-1, EN 583-2 и EN 583-5.

5.2. Материал

Пригодность для ультразвукового контроля материала оценивается путем сравнения амплитуды эхо-сигнала от стандартного отражателя с уровнем шумов. Оценка должна производиться на таких выбранных участках отливки, которые являются типичными для характера поверхности и всего диапазона толщин стенки. Участки контроля должны иметь параллельные поверхности.

Амплитуда эхо-сигнала от стандартного отражателя в соответствии с таблицей 2 должна быть минимум на 6 дБ выше, чем от шумов («травы»).

Если амплитуда эхо-сигнала этого наименьшего различимого диаметра плоскодонного или эквивалентного отверстия в конце оцениваемого участка контроля меньше 6 дБ над уровнем шумов, значит пригодность для ультразвукового контроля снижена. В этом случае диаметр плоскодонного отверстия или поперечного отверстия, который еще поддается распознаванию при соотношении сигнал/шум минимум 6 дБ, должен быть занесен в акт испытаний (протокол контроля), а дальнейшие действия должны быть согласованы между производителем и покупателем.

ПРИМЕЧАНИЕ: Для определения соответствующих размеров плоскодонного отверстия можно использовать диаграмму амплитуда-расстояние-диаметр (АРД-диаграмму) или преобразователь из того же материала с одинаковой термообработкой и с одинаковой толщиной стенки, который содержит плоскодонные отверстия с диаметрами, соответствующими приведенным в таблице 2 или эквивалентные поперечные отверстия. Для перевода диаметров плоскодонных отверстий в диаметры поперечных отверстий используется следующая формула

$$D_Q = \frac{4,935 \times D_{\text{ФВН}}^4}{2 \times S}$$

где

- D_Q диаметр поперечного отверстия, в миллиметрах;
 $D_{\text{ФВН}}$ диаметр плоскодонного отверстия, в миллиметрах;
длина волн в миллиметрах;
 s длина пути звука в миллиметрах.

Уравнение будет справедливым, если $D_Q \geq 2$, а $s \geq 5$ x длину прилегающего поля, и кроме того, только для преобразователей с одной пьезопластиной.

5.3 Оборудование для контроля и контактные среды

5.3.1 Ультразвуковой дефектоскоп

Ультразвуковой дефектоскоп должен соответствовать требованиям, установленным в EN 12668-1, и иметь следующие характеристики:

- сплошной/непрерывный диапазон развертки, составляющий для продольных и поперечных волн в стали от 10 мм до 2 м;
- регулируемое усиление с максимальным шагом 2 дБ в минимальном диапазоне 80 дБ с точностью измерения до 1 дБ;
- линейность развертки и линейность по вертикали ниже 5% заданного диапазона (или диапазона установки) на экране;
- пригодность для работы как минимум с номинальными частотами от 1 до 5 МГц при эхо-импульсной технике в раздельно-совмещенном режиме и режиме с одной пьезопластиной.

5.3.2 Преобразователи и частоты

Преобразователи и частоты должны соответствовать требованиям EN 12668-2 и EN 12668-3, за исключением следующего:

- номинальные частоты должны находиться в диапазоне от 1 до 5 МГц;
- для прозвучивания под углом должны использоваться наклонные преобразователи с углами ввода от 35° до 70°.

ПРИМЕЧАНИЕ: Для контроля отливок из стали могут использоваться прямые и наклонные преобразователи. Тип применяемого преобразователя зависит от геометрии отливки и от типа дефектов.

Для контроля приповерхностных зон предпочтение нужно отдавать раздельно-совмещенным ПЭП (прямым или наклонным).

5.3.3 Контроль испытательного оборудования

Испытательное оборудование должно регулярно проверяться контролером в соответствии с EN 12668-3.

5.3.4 Контактные среды

В соответствии с EN 583-1 должна применяться контактная среда. Контактная среда должна наноситься на контролируемую поверхность для обеспечения достаточной передачи звука (акустического контакта). Для настройки и для всех последующих операций должна использоваться одна и та же контактная среда.

ПРИМЕЧАНИЕ: Наличие акустического контакта можно проверить путем получения одного или нескольких стабильных донных сигналов на участке изделия с параллельными поверхностями.

5.4 Подготовка поверхностей отливок к контролю

Для подготовки поверхности отливки к контролю см. EN 583-1.

Контролируемые поверхности должны быть обработаны таким образом, чтобы обеспечить безупречный контакт с преобразователем.

В случае использования совмещенных ПЭП удовлетворительный контакт может быть достигнут, если качество контролируемой поверхности будет как минимум соответствовать стандартным образцам 4 S1 или 4 S2 по EN 1370.

Шероховатость всех механически обработанных контролируемых поверхностей должна быть $R_a \leq 12,5$ мкм.

Специальные технологии контроля могут требовать более высокого качества поверхности, например, 2 S1, 2 S2 (см. EN 1370) и $R_a \leq 6,3$ мкм.

5.5 Порядок проведения контроля

5.5.1 Общие положения

Поскольку выбор как направления прозвучивания, так и соответствующих преобразователей в значительной мере зависит от формы отливки, возможных дефектов литья или дефектов доводочной сварки, при контроле изготовителем и контролером должен быть определен соответствующим порядком проведения контроля. В особых случаях могут быть достигнуты определенные договоренности.

Если есть возможность, контролируемые участки должны контролироваться с обеих сторон. При контроле только с одной стороны для обнаружения приповерхностных несплошностей должны применяться преобразователи с малой мертвой зоной (с близким расхождением). Контроль с помощью раздельно-совмещенных ПЭП целесообразен только для толщин стенки до 50 мм.

Кроме того, если покупатель и продавец не договорились о другом, для всех отливок должен проводиться контроль ниже перечисленных участков на глубину до 50 мм с помощью раздельно-совмещенных прямых и/или наклонных преобразователей:

- критические участки, например, галтели, перепады толщины стенки, участки с внешними ребрами охлаждения;
- места доводочной сварки;
- привары, как оговорено в заказе;
- критические специальные краевые зоны, как оговорено в заказе.

Доводочная сварка глубиной более 50 мм должна дополнительно контролироваться подходящими наклонными преобразователями.

При использовании наклонных преобразователей с углом ввода более 60° путь звука в изделии не должен превышать 150 мм.

Для полного контроля все контролируемые участки должны быть охвачены систематически перекрывающимися (накладывающимися) траекториями сканирования.

Скорость сканирования не должна превышать 150 мм/с.

5.5.2 Настройка развертки

Развертка должна регулироваться на экране дефектоскопа при использовании прямых или наклонных преобразователей по EN 583-2 с помощью одного из трех приведенных ниже вариантов:

- с помощью калибровочного образца №1 по EN 12223 или №2 по EN 27963;
- с помощью другого калибровочного образца, состоящего из материала с такими же акустическими характеристиками, что и контролируемый материал;
- на самой отливке с использованием прямого преобразователя; в этом случае контролируемая отливка должна иметь параллельные поверхности, расстояние между которыми можно точно измерить.

5.5.3 Настройка чувствительности

5.5.3.1 Общие положения

Чувствительность должна настраиваться после настройки развертки (см. 5.5.2) в соответствии с EN 583-2. Нужно использовать один из следующих способов:

Выравнивание по высоте

Для выравнивания по высоте с использованием кривых расстояние-амплитуда (DAC) применяется ряд однотипных отражателей (плоскодонные отверстия FBH или поперечные отверстия SDH), причем каждый отражатель имеет разный путь ультразвуковой волны.

ПРИМЕЧАНИЕ: Обычно применяют частоту 2 МГц и плоскодонные отверстия с диаметром 6 мм.

Метод амплитуда-расстояние-диаметр (метод АД-диаграмм)

При методе АД-диаграмм применяется ряд теоретически выведенных кривых, в которых акустический путь, усиление и диаметр связаны с перпендикулярно расположенным к звуковому пучку дисковым отражателем.

5.5.3.2 Поправка на затухание

Поправка на затухание должна определяться в соответствии с EN 583-2.

При использовании калибровочных образцов может быть необходима поправка на затухание. Для определения поправки на затухание нужно учитывать не только качество контактной поверхности, но и качество сопряженной поверхности, поскольку она тоже влияет на высоту (используемого для настройки) донного сигнала. Сопряженная поверхность будет иметь достаточное для измерения поправки на затухание качество, если она будет подвергнута механической обработке или если она будет соответствовать стандартным образцам 4 S1 или 4 S2 по EN 1370.

5.5.3.3 Обнаружение несплошностей

Для обнаружения несплошностей усиление должно быть увеличено до такого уровня, когда шумовой фон станет видимым на экране (чувствительность поиска).

Амплитуда эхо-сигналов от данных в таблице 2 плоскодонных отверстий или эквивалентных поперечных отверстий в конце диапазона контроля должна составлять 40% экрана.

Если при выполнении контроля возникает подозрение, что затухание звука при отражении от задней стенки превышает подлежащее регистрации значение (см. таблицу 3), контроль нужно повторить локально со сниженной чувствительностью и определить ослабление эхо-сигнала при отражении от задней стенки количественно в децибелах.

Настройка чувствительности наклонных преобразователей должна выполняться таким образом, чтобы на экране была видна типичная амплитуда эхо-сигнала этого отражателя (см. рисунок 3) при перемещаемом преобразователе.

ПРИМЕЧАНИЕ. Рекомендуется проверять настройку чувствительности наклонных преобразователей на естественных (не искусственных) плоских отражателях (трещины с протяженностями в направлении толщины стенки) или на стенках, расположенных перпендикулярно к контролируемой поверхности и бесконечно по отношению к ультразвуковому пучку. В этих случаях наконечник преобразователя должен быть подогнан к контуру отливки (см. EN 583-2)

5.5.4 Разные типы индикаций, на которые нужно обращать внимание

При контроле отливок по отдельности или вместе могут проявляться следующие типы индикаций, которые должны учитываться и оцениваться:

- ослабление эхо-сигнала, отраженного от задней стенки, которое не обусловлено формой отливки или качеством контакта;
- индикации от отражателей.

Ослабление эхо-сигнала от задней стенки выражается как снижение амплитуды эхо-сигналов от задней стенки в децибелах. Амплитуда индикации эхо-сигнала приводится как диаметр донного или поперечного отверстия.

5.5.5 Регистрация и уровни регистрации

Если другое не установлено, регистрации подлежат все случаи ослабления эхо-сигнала, отраженного от задней стенки, или те значения амплитуды эхо-сигнала, которые достигают или превышают значения, приведенные в таблице 3.

При использовании наклонных преобразователей должны регистрироваться для последующей оценки в соответствии с п. 5.5.7.2, все индикации, которые характеризуются неустойчивой динамикой или явной протяженностью в направлении толщины стенки, независимо от амплитуды эхо-сигнала.

Каждое место, где была обнаружена индикация, подлежащая регистрации, должно быть помечено и указано в протоколе контроля. Эти места должны быть документально зафиксированы, например, с помощью эскиза или фотоснимка.

5.5.6 Исследование регистрируемых индикаций

Места, на которых были обнаружены индикации, подлежащие регистрации (см. 5.5.5) должны быть рассмотрены подробно с учетом их типа, формы, размеров и положения. Это можно осуществить с помощью изменения параметров ультразвукового контроля (например, изменение угла ввода) или применения радиографического метода контроля.

5.5.7 Описание и определение размеров несплошностей

5.5.7.1 Общее

Для описания и определения размеров несплошностей смотри EN 583-5.

Определение размеров отражателя с помощью ультразвукового контроля с достаточной для технических прикладных случаев точностью возможно только при определенных условиях (например, если известен тип отражателя, простая геометрия отражателя, оптимальное падение ультразвукового пучка на отражатель).

Природу дефекта можно лучше определить, используя дополнительные углы ввода или направления прозвучивания. Для упрощения процесса отражатели разделяются на следующие группы:

- несплошности с неизмеряемыми размерами (круглые\точечные);
- несплошности с измеряемыми размерами (комплексные).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. Приложение А содержит данные о диаметрах ультразвукового пучка, чтобы показать разницу между отражателями с измеряемыми или неизмеряемыми размерами.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. Приложение В содержит данные относительно типов индикаций и определения их размеров. Кроме того, оно содержит информацию о настройке диапазона развертки (см. 5.5.2) и чувствительности (см. 5.5.3).

ПРИМЕЧАНИЕ 3. Для определения размеров отражателей рекомендуется использовать преобразователи с как можно меньшим диаметром ультразвукового пучка в месте отражателя (на отражателе).

5.5.7.2 Определение размеров протяженных несплошностей, расположенных параллельно к контролируемой поверхности

Габариты отражателя должны быть определены как периметр объема, на котором амплитуда эхо-сигнала снижается до 6 дБ ниже максимума или на котором, в случае отражения эхо-сигнала от задней стенки амплитуда отраженного эхо-сигнала будет приблизительно на 6 дБ (преобразователь 2 МГц) ниже по сравнению с невозмущенным эхо-сигналом от задней стенки.

ПРИМЕЧАНИЕ. Размеры несплошностей в направлении толщины стенки нужно определять в соответствии с рисунком 4.

5.5.7.3 Определение размеров несплошностей в направлении толщины стенки

Определение размеров плоскостных несплошностей и их оценка с точки зрения предписанного уровня качества должны выполняться в соответствии с п. 5.5.7.1 путем перемещения преобразователя, однако ослабление эхо-сигнала в этом случае должно составлять приблизительно 20 дБ (см. рисунок 3).

5.6 Протокол контроля

Протокол контроля должен содержать минимум следующее:

- ссылку на данный европейский стандарт (EN 12680-1);
- технические характеристики (параметры) контролируемой отливки;
- объем контроля;
- используемый ультразвуковой дефектоскоп;
- используемые преобразователи;
- применяемый способ контроля с указанием контролируемой области;
- все необходимые данные для настройки чувствительности;
- данные о всех обозначенных признаках регистрируемых индикаций (например, ослабление отраженного от задней стенки эхо-сигнала, положение и высота, длина, площадь и диаметр плоскодонного отверстия) и описание их положения (эскиз или фото);
- дата контроля и фамилия ответственного лица.

Таблица 1 – Уровни приемки для объемных отражателей

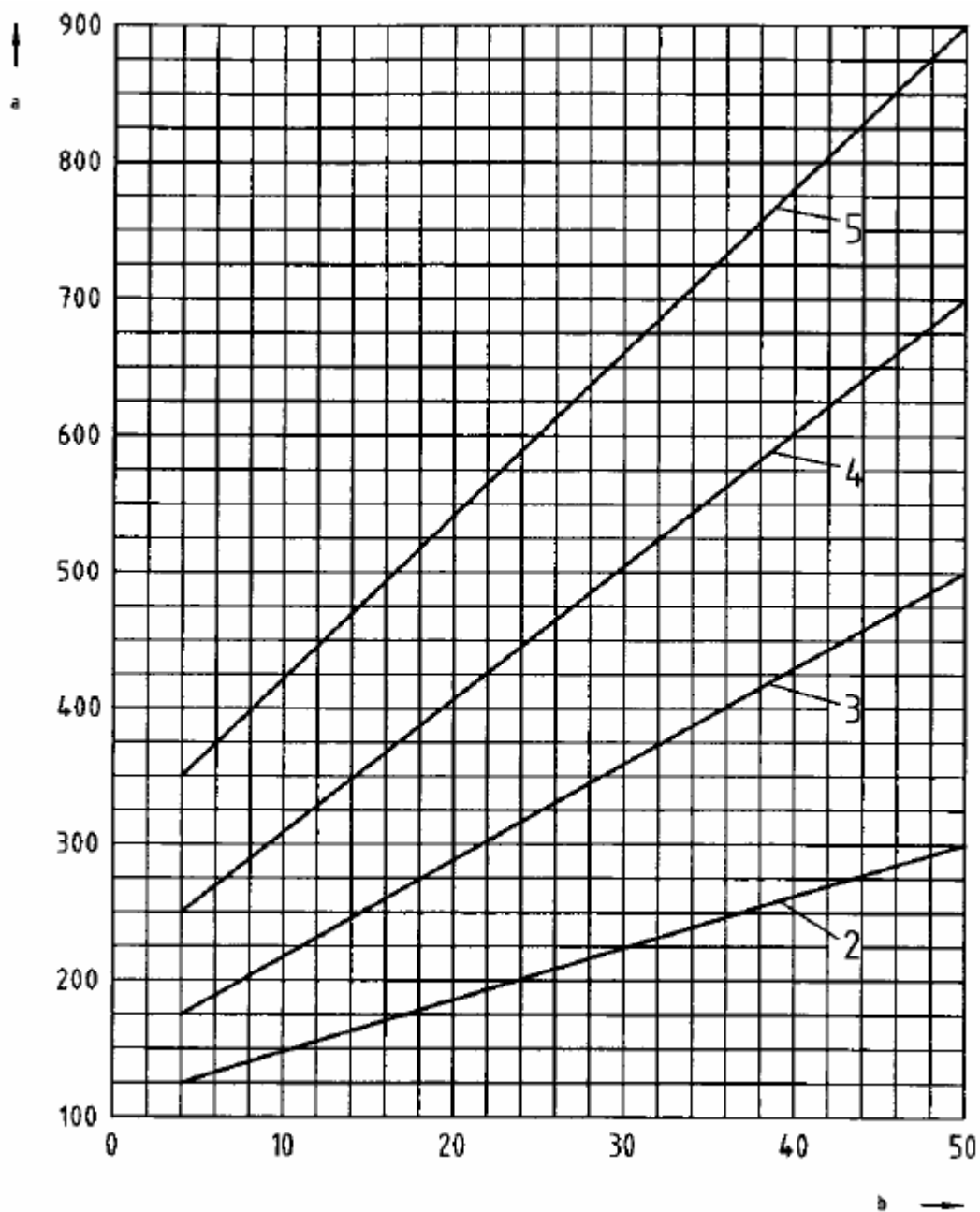
Признак	ед.	зона (см. рис. 2)	Уровни качества													
			1	2			3			4			5			
толщина стенки в контролируемой области	мм		–	≤50	>50 ≤100	>100 ≤600	≤50	>50 ≤100	>100 ≤600	≤50	>50 ≤100	>100 ≤600	≤50	>50 ≤100	>100 ≤600	
Отражатели с неизмеряемыми размерами																
больший диаметр эквивалентного донного отверстия	мм	край центр	3	а									не оценивается как признак			
количество регистрируемых отражателей на площади 100 мм x 100 мм		край центр	3 ^b	3	5	6	6		не оценивается как признак							
Отражатели с измеряемыми размерами																
больший диаметр эквивалентного донного отверстия	мм	край центр	3	а									не оценивается как признак			
наибольшая высота отражателя	–	край центр		15% толщины зоны									20% толщины зоны			
				15% толщины зоны									20% толщины зоны			
наибольшая длина без определяемой ширины	мм ²	край центр	не допускается	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
наибольшая единичная площадь кучных индикаций ^{c, d}	мм ²	край центр		600	1000	1000	600	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3000	4000	4000
наибольшая общая площадь каждой базовой поверхности ^c	мм ²	край центр		10000	10000	15000	15000	15000	20000	15000	15000	20000	20000	20000	30000	40000
				10000	10000	10000	10000	10000	10000	15000	15000	15000	15000	15000	20000	20000
				10000	15000	15000	15000	20000	20000	15000	20000	20000	20000	30000	40000	40000
базовая поверхность	мм ²	–		150 000 (390 мм x 390 мм)				100 000 (320 мм x 320 мм)								
<p>a если толщина стенки не больше 50 мм плоскодонные отверстия с диаметром более 8 мм недопустимы если толщина стенки больше 50 мм допустимость индикаций в соответствии с плоскодонными отверстиями с диаметром более 8 мм в краевых зонах должны оговариваться между изготовителем и покупателем</p> <p>b центральная зона + краевая зона</p> <p>c индикации, расстояние между которыми менее 25 мм считаются единой индикацией</p> <p>d если индикация в центральной зоне вызвана единичным отражателем, толщина которого не превышает 10% толщины стенки (например, осевая усадочная раковина), для уровней качества 2 – 4 допускается 50%-ое превышение данных в таблице значений, а для уровня 5 допускается неограниченная площадь индикации.</p>																

Таблица 2. Требования пригодности к ультразвуковому контролю

Толщина стенки	Наименьший диаметр донного отверстия, определяемого по п. 5.2.
≤ 300	3
> 300 до ≤ 400	4
> 400 до ≤ 600	6

Таблица 3. Уровни регистрации

Толщина стенки мм	Области контроля	Индикации с неизмеряемыми размерами диаметр эквив. донного отверстия ^а мин. мм	Индикации с измеряемыми размерами диаметр эквив. донного отверстия ^а мин. мм	Снижение амплитуды эхо-сигнала, отраженного от задней стенки мин. дБ
≤ 300	–	4	3	12
> 300 до ≤ 400	–	6	4	
> 400 до ≤ 600	–	6	6	
–	участки с уровнем качества 1	3	3	6
–	специальные краевые зоны	3	3	–
а формула для перевода диаметра донного отверстия в поперечный см. примечание к п. 5.2.				

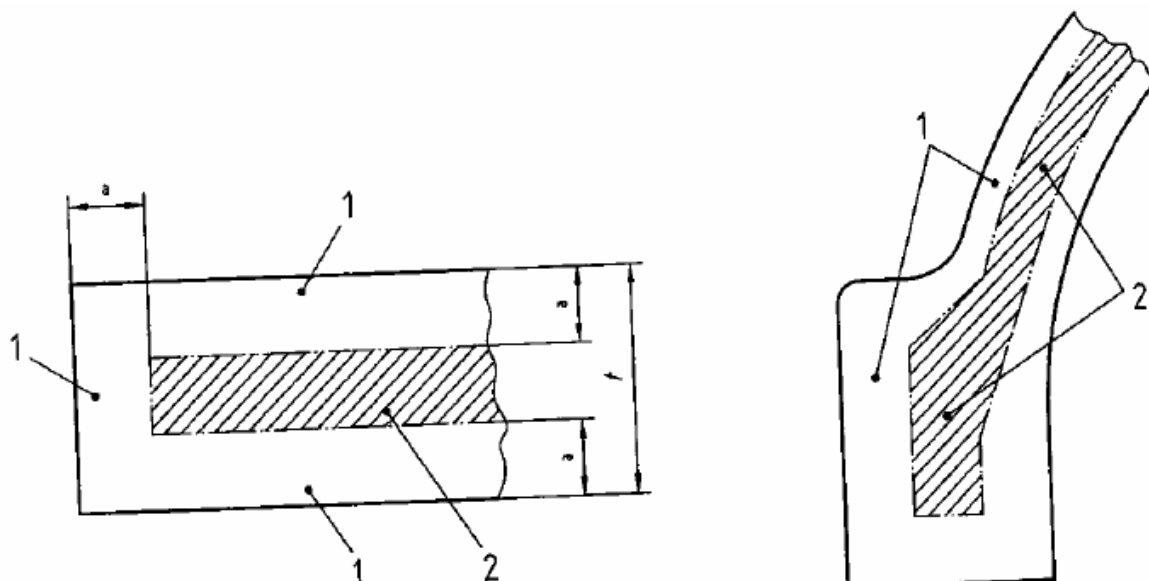


Условные обозначения:

- 2 уровень качества 2
- 3 уровень качества 3
- 4 уровень качества 4
- 5 уровень качества 5
- a максимально допустимые единичные индикации в мм²
- b расстояние от контролируемой поверхности в мм.

Индикации с измеряемыми размерами для уровня 1 – недопустимы.

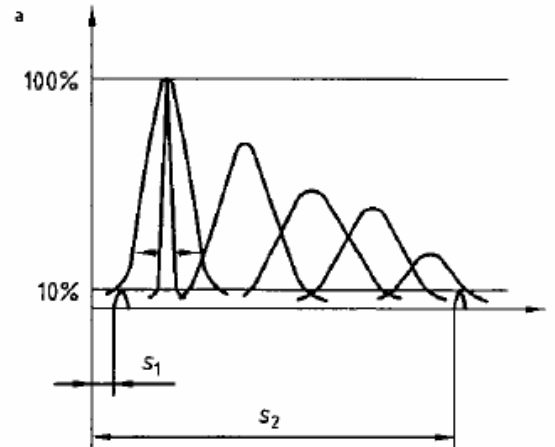
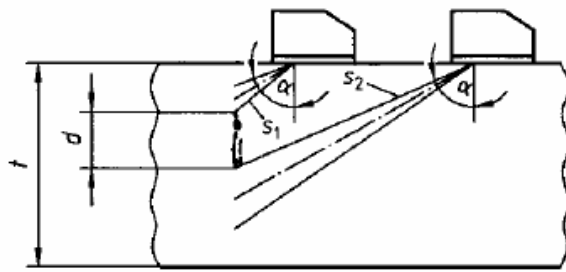
Рисунок 1. Уровни приемки для отдельных протяженных в направлении толщины стенки индикаций, плоскостных индикаций, определяемых наклонными преобразователями



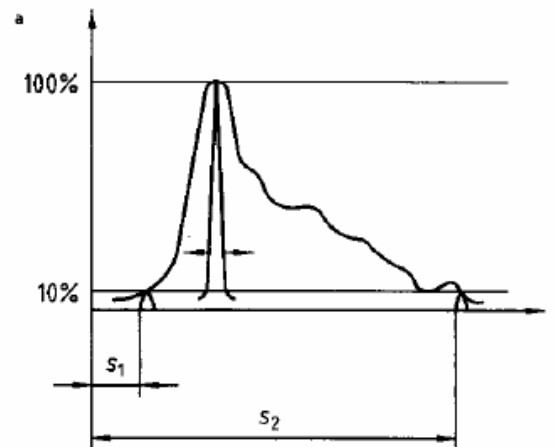
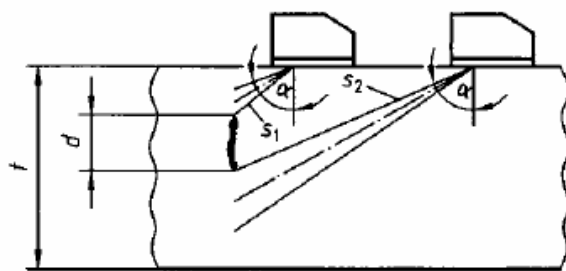
Условные обозначения

- 1 краевая зона
- 2 центральная зона
- t толщина стенки
- a $t/3$ (макс. 30 мм)

Рисунок 2. Распределение толщины стенки на зоны в разрезе



а) прерывистый отражатель



б) сплошной отражатель

Условные обозначения:

d высота (протяженность в направлении толщины стенки)

S_1, S_2 длина пути ультразвуковой волны

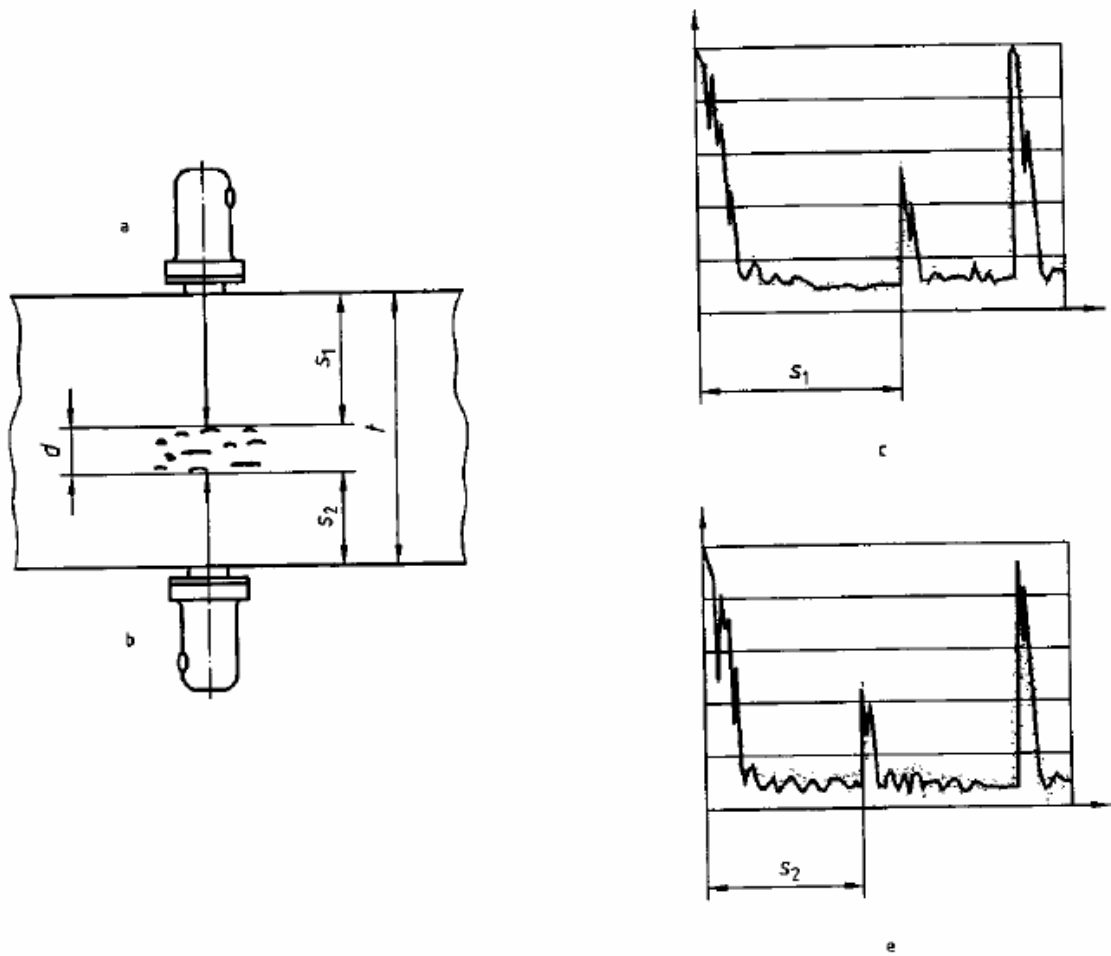
t толщина

угол ввода

a амплитуда эхо-сигнала

$$d = (s_2 - s_1) \times \cos$$

Рисунок 3. Измерение высоты (протяженности в направлении толщины стенки) отражателя



Условные обозначения

- a позиция прозвучивания «А»
- b позиция прозвучивания «В»
- c А-сканирование из позиции «А»
- e А-сканирование из позиции «В»

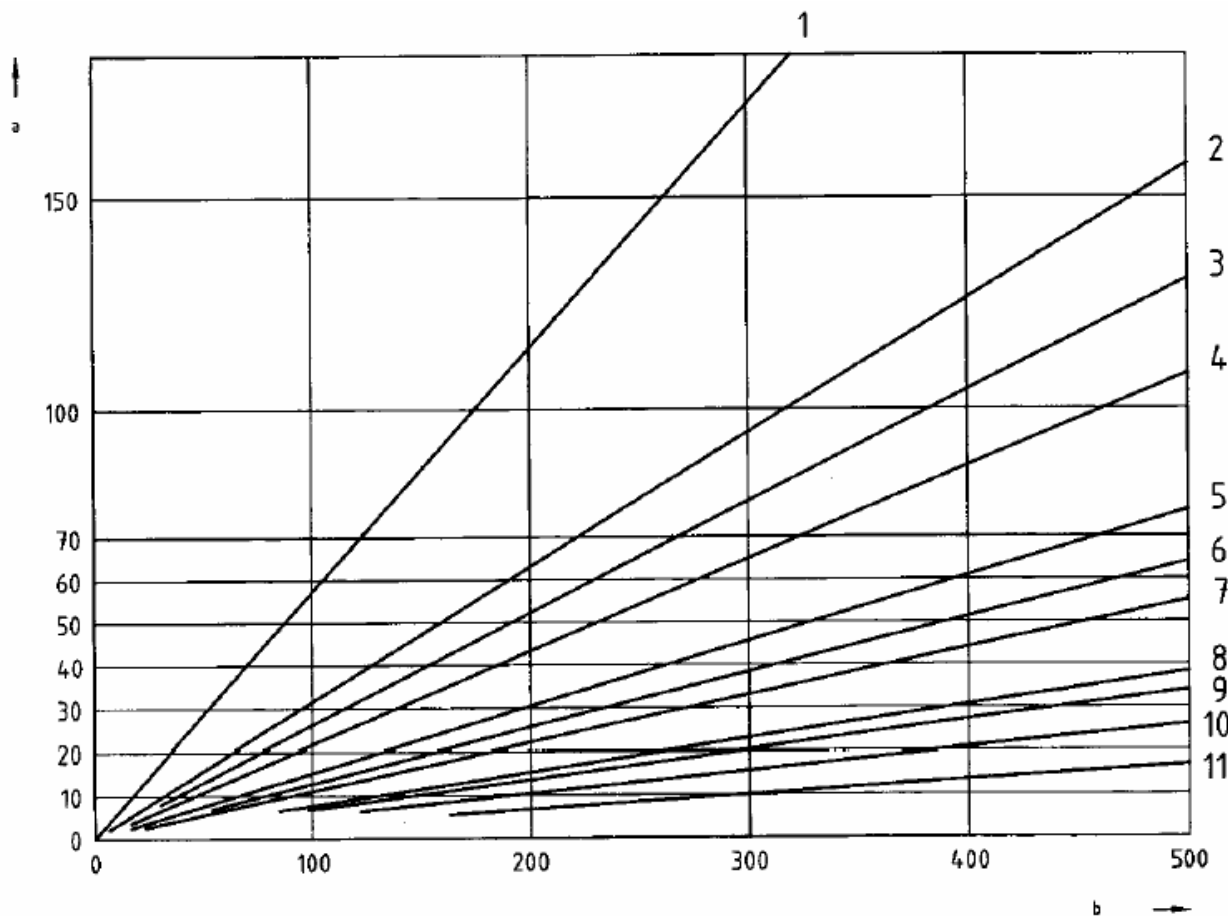
Высота $d = t - (S_1 + S_2)$

Рисунок 4. Измерение размеров отражателей в направлении толщины стенки с помощью прямых преобразователей

Приложение А

(информационное)

Диаметр ультразвукового пучка



Экспликация

1	1 МГц, L,	10
2	2 МГц, L,	10
3	1 МГц, L,	24
4	2 МГц, Т,	8 x 9
5	4 МГц, L,	10
6	2 МГц, L,	10
7	4 МГц, Т,	8 x 9
8	2 МГц, Т,	8 x 9
9	4 МГц, L,	24
10	5 МГц, L,	24
11	4 МГц, Т,	20x22

а диаметр ультразвукового пучка в миллиметрах

б путь ультразвуковой волны в миллиметрах

Длина поля ближней зоны

измерение шлейфа	Длина поля ближней зоны (приблизительные значения)					
	продольные волны				поперечные волны	
	мм	1 МГц	2 МГц	4 МГц	5 МГц	2 МГц
10	4,2	8,0	15,6	—	—	—
24	22,7	45	88	115	—	—
8 x 9	—	—	—	—	14	28
20 x 22	—	—	—	—	75	150

Рисунок А.1. Диаметр ультразвукового пучка в зависимости от пути ультразвуковой волны и длины поля ближней зоны для разных преобразователей

Длину поля ближней зоны и диаметр ультразвукового пучка можно рассчитать с помощью следующих уравнений:

$$N = \frac{D_c^2}{4x} \quad (\text{A.1})$$

$$D_F = \frac{2 \times s}{D_c} \quad (\text{A.2})$$

где

N длина поля ближней зоны, в мм

D_c диаметр шлейфа, в мм;

длина волны, в мм;

s длина пути ультразвукового сигнала;

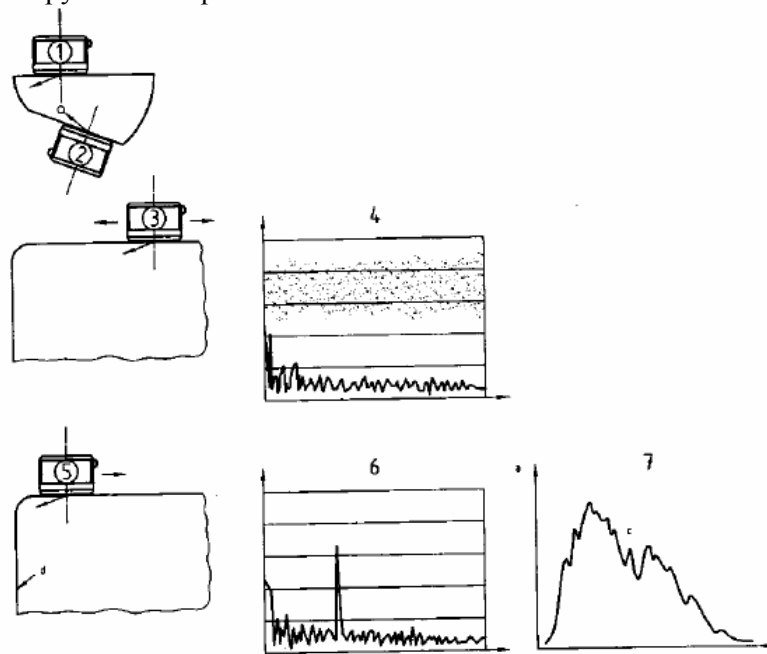
D_F диаметр ультразвукового пучка, в миллиметрах на протяжении пути ультразвукового сигнала, где звуковое давление рассеивается перпендикулярно к центральному лучу приблизительно на 6 дБ.

Приложение В (справочное)

Типы индикаций

Рисунки В.1 – В.11 показывают различия между разными типами индикаций с помощью амплитуды эхо-сигнала при перемещаемом преобразователе.

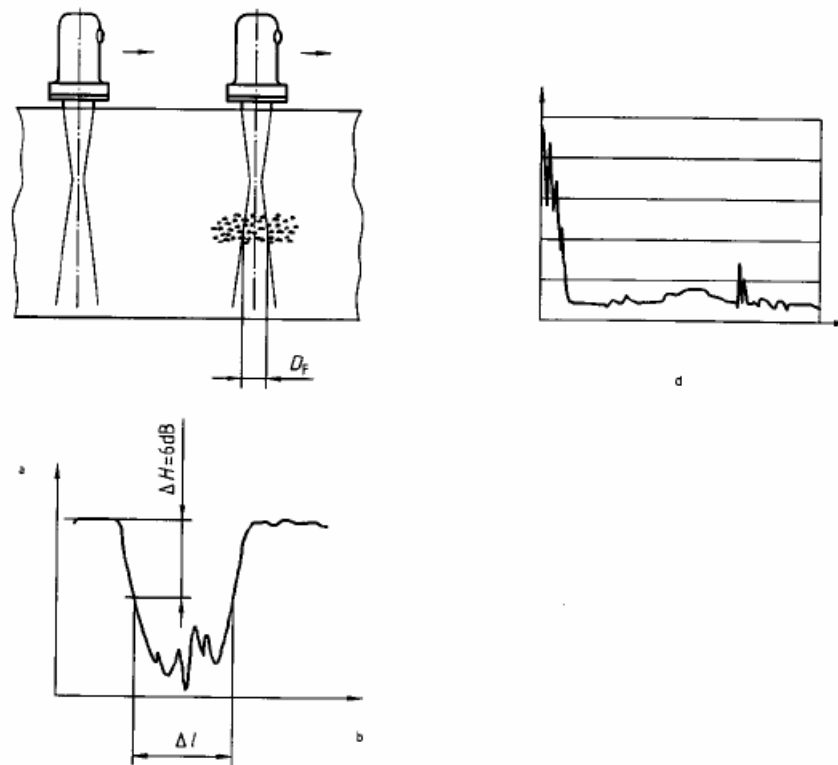
Для определения типа индикаций чувствительность контроля может изменяться в зависимости от:
расстояния от контролируемой поверхности;
геометрической формы;
качества контролируемой поверхности.



Условные обозначения

- 1 настройка диапазона контроля, например, с помощью калибровочных образцов по EN12223 или EN 27963
- 2 проверка дефектоскопа с помощью поперечных отверстий калибровочного образца, амплитуда эхо-сигнала поперечного отверстия – 100% высоты экрана
- 3 настройка чувствительности на бездефектном участке подлежащей контролю отливки без базового отражателя
- 4 среднее значение уровня помех приблизительно 5-10% высоты экрана
- 5 проверка чувствительности контроля и системы контроля путем наблюдения за амплитудой эхо-сигнала при перемещаемом преобразователе на внешней поверхности необработанного литья в направлении толщины стенки
- 6 А-сканирование
- 7 типичная амплитуда эхо-сигнала при движущемся преобразователе
- a амплитуда эхо-сигнала
- b перемещение преобразователя
- c амплитуда эхо-сигнала при движущемся преобразователе
- d внешняя поверхность необработанного литья

Рисунок В.1. Настройка диапазона контроля и чувствительности дефектоскопа путем сканирования с помощью раздельно-совмещенного наклонного преобразователя (4МГц, угол ввода 60°) для обнаружения отражателей с преимущественной ориентацией в направлении толщины стенки и измеряемой протяженностью в области краевой зоны



Типичная индикация:

Ослабление эхо-сигнала, отраженного от задней стенки более чем на 12 дБ. Индикации несплошностей часто неразличимы.

Причина: пористая усадочная раковина, газовая раковина, включения или большая косо расположенная несплошность

$$\Delta l \gg D_F.$$

где

D_F диаметр ультразвукового пучка;

Δl протяженность несплошности

Условные обозначения

ΔH ослабление/рассеивание эхо-сигнала, отраженного от задней стенки

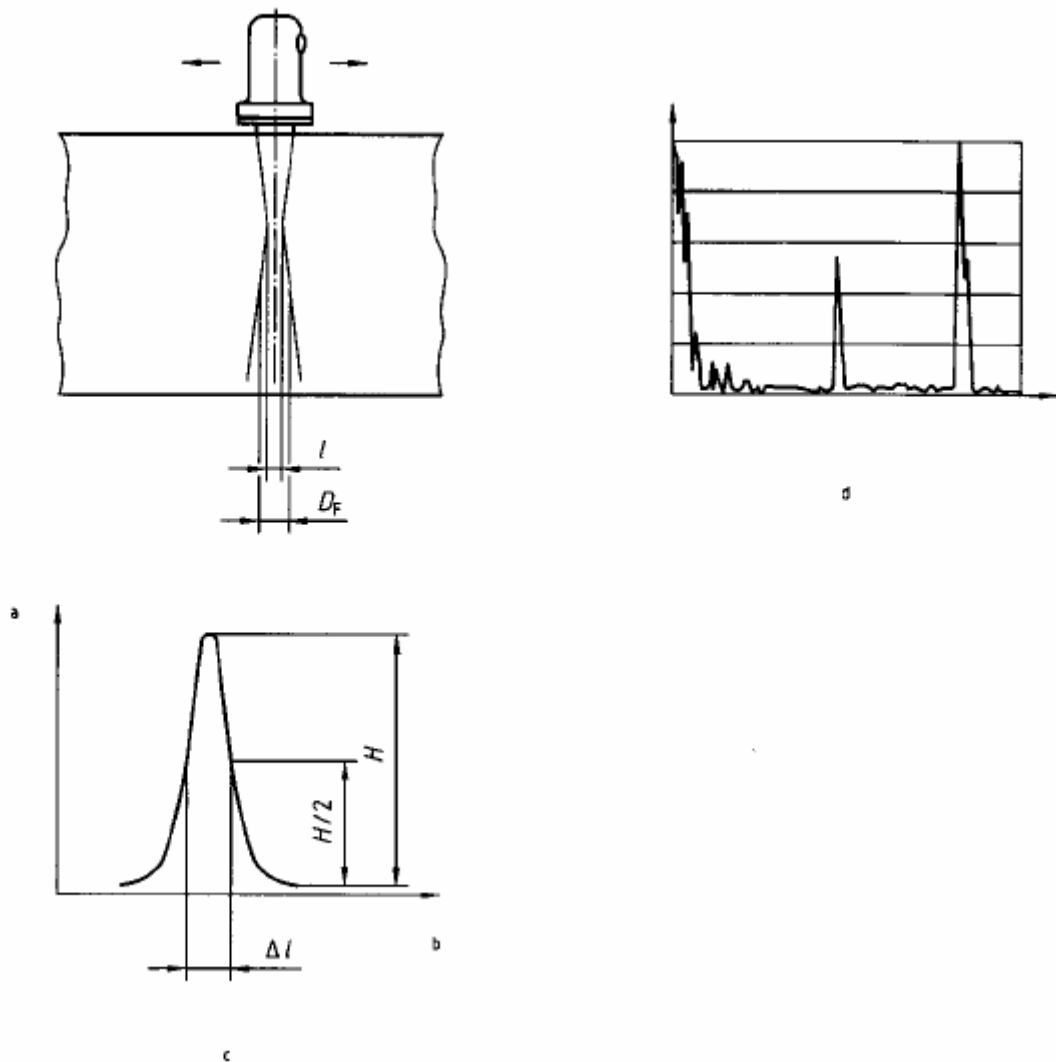
a амплитуда эхо-сигнала

b перемещение преобразователя

c амплитуда эхо-сигнала при движущемся преобразователе

d А-сканирование

Рисунок В.2. Ослабление эхо-сигнала, отраженного от задней стенки более чем на 12 дБ, измеряемая протяженность зоны индикаций



Типичная индикация:

Единичная индикация, половина значения Δl меньше или равно диаметру звукового пучка D_F

Условные обозначения:

l поперечный размер индикации

H пиковое значение амплитуды единичной индикации

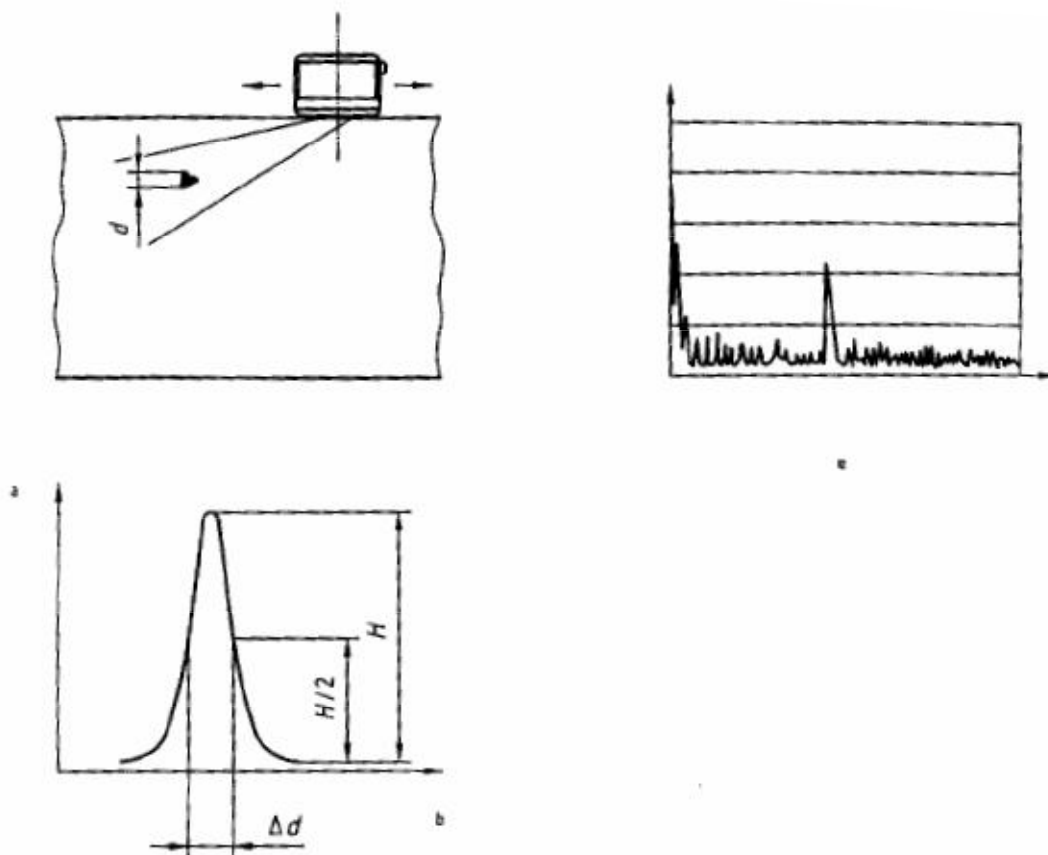
a амплитуда эхо-сигнала

b перемещение преобразователя

c амплитуда эхо-сигнала при движущемся преобразователе

d А-сканирование

Рисунок В.3. Единичная индикация без измеряемых размеров



Типичная индикация:

Единичная индикация, половина значения Δl меньше или равно диаметру звукового пучка D_F в месте отражения (рефлексии)

Условные обозначения:

l поперечный размер индикации

H пиковое значение амплитуды единичной индикации

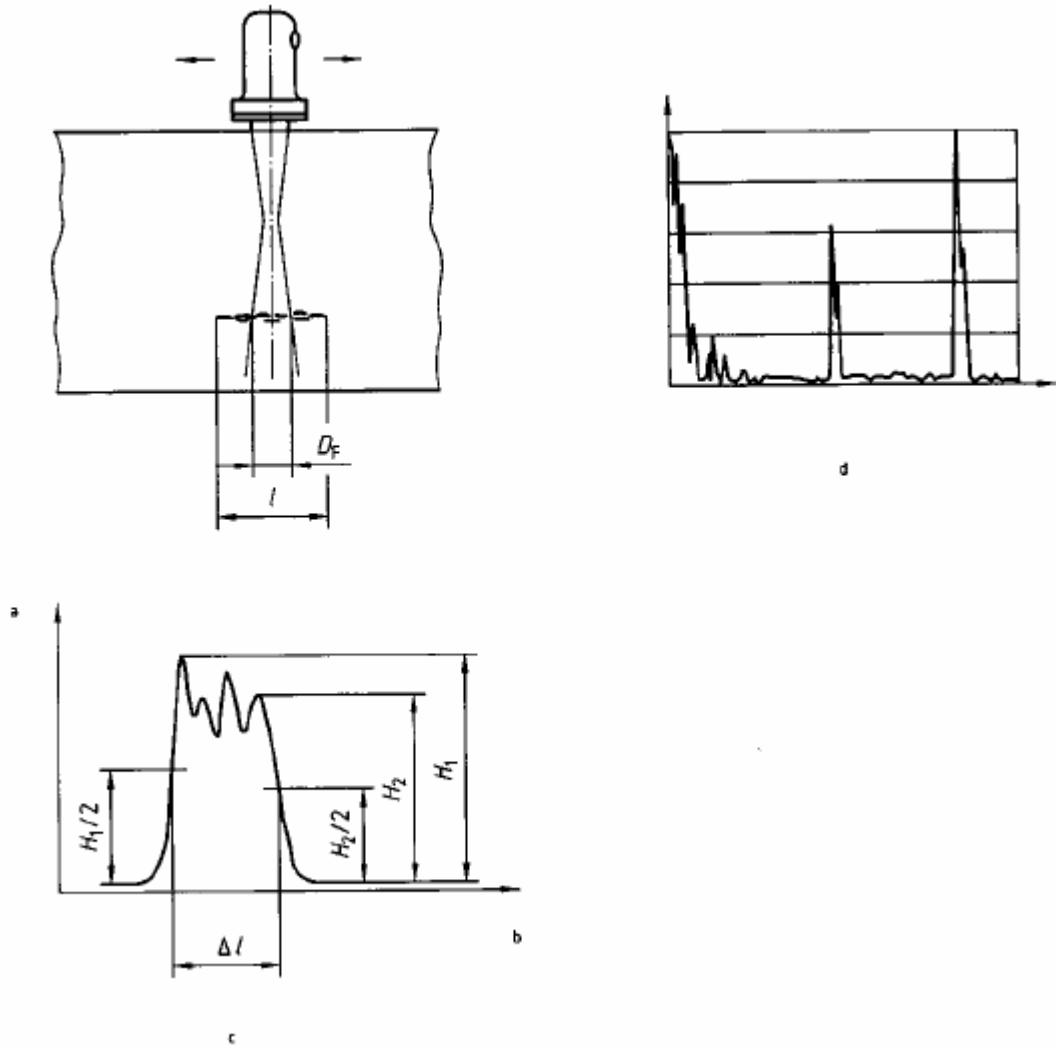
a амплитуда эхо-сигнала

b перемещение преобразователя

c амплитуда эхо-сигнала при движущемся преобразователе

d А-сканирование

Рисунок В.4. Единичная индикация без измеряемых размеров; единичная индикация с измеряемой протяженностью параллельной контролируемой поверхности и не измеряемой протяженностью в направлении толщины стенки



Типичная индикация:

Единичная индикация(и) с преимущественно одинаковым положением в направлении толщины стенки

Размеры зоны индикаций больше, чем диаметр ультразвукового пучка D_F

Условные обозначения:

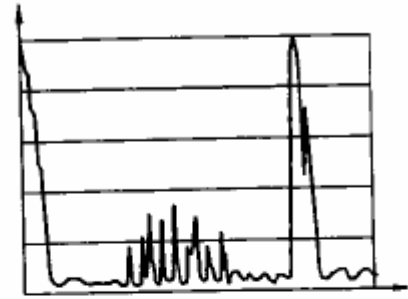
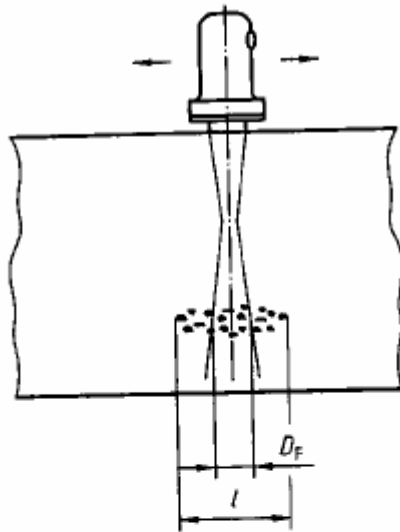
l поперечный размер индикации

Δl половина ширины индикации

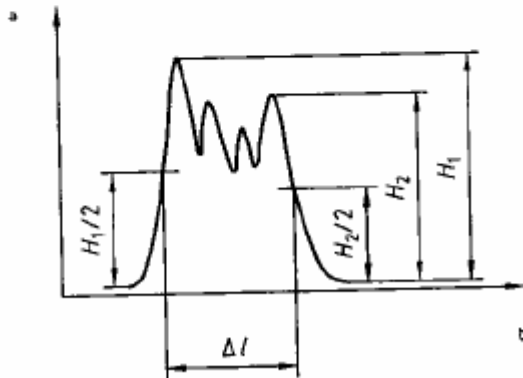
H_1, H_2 последнее пиковое значение амплитуды с противоположных сторон

- a амплитуда эхо-сигнала
- b перемещение преобразователя
- c амплитуда эхо-сигнала при движущемся преобразователе
- d А-сканирование

**Рисунок В.5. Единичная индикация с измеряемыми размерами;
измеряемая длина, не измеряемая ширина;
измеряема длина, измеряемая ширина**



d



c

Типичная индикация:

Множественные индикации преимущественно с раскрытием без измеряемых протяженностей

Диапазон индикаций равен или больше диаметра ультразвукового пучка D_F

Условные обозначения:

l поперечный размер индикации

Δl половина ширины индикации

H_1, H_2 последнее пиковое значение амплитуды с противоположных сторон индикации

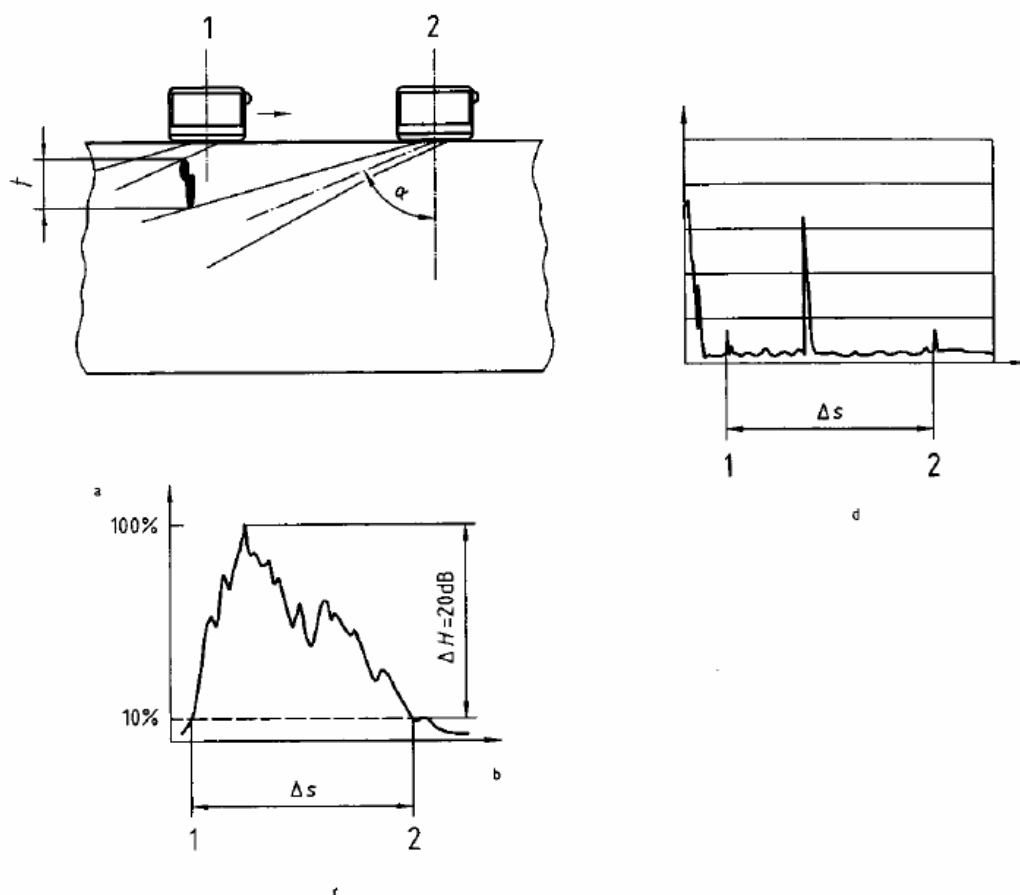
a амплитуда эхо-сигнала

b перемещение преобразователя

c амплитуда эхо-сигнала при движущемся преобразователе

d А-сканирование

Рисунок В.6. Групповые индикации (скопление) с расхождением с измеряемыми размерами диапазона индикаций



Типичная индикация:

Единичная индикация с четко выраженной амплитудой эхо-сигнала при перемещающемся преобразователе только в направлении толщины стенки (неустойчивая индикация) или в направлении стенки и параллельно к контролируемой поверхности

$$t = \Delta s \times \cos \alpha,$$

где

t протяженность в направлении толщины стенки;

Δs разница в длине ультразвукового пути при позиции 2 и позиции 1;
угол ввода.

Условные обозначения:

1 позиция преобразователя 1

2 позиция преобразователя 2

ΔH ослабление от пикового значения амплитуды эхо-сигнала индикации

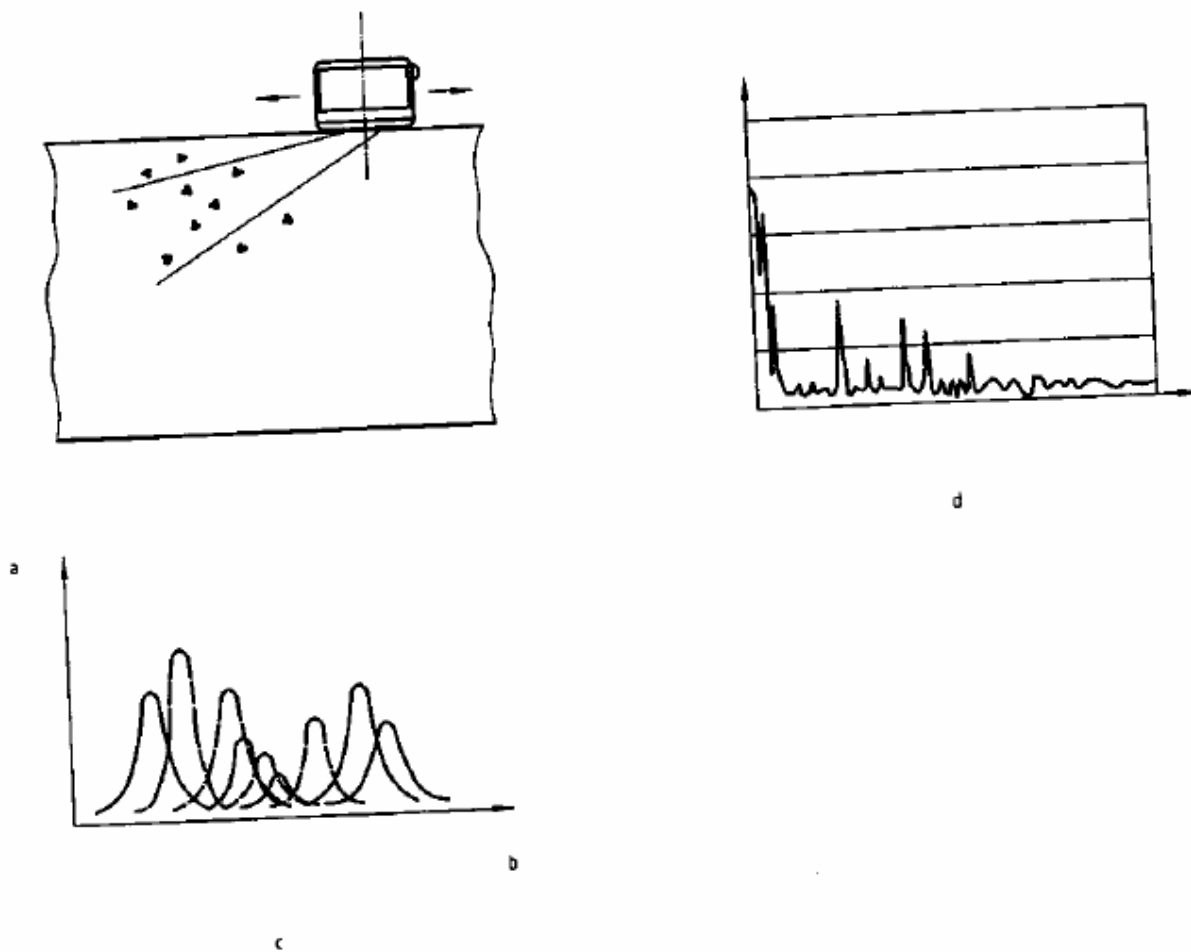
a амплитуда эхо-сигнала

b перемещение преобразователя

c амплитуда эхо-сигнала при движущемся преобразователе

d А-сканирование

Рисунок В.7. Единичная индикация с измеряемой протяженностью в направлении толщины стенки



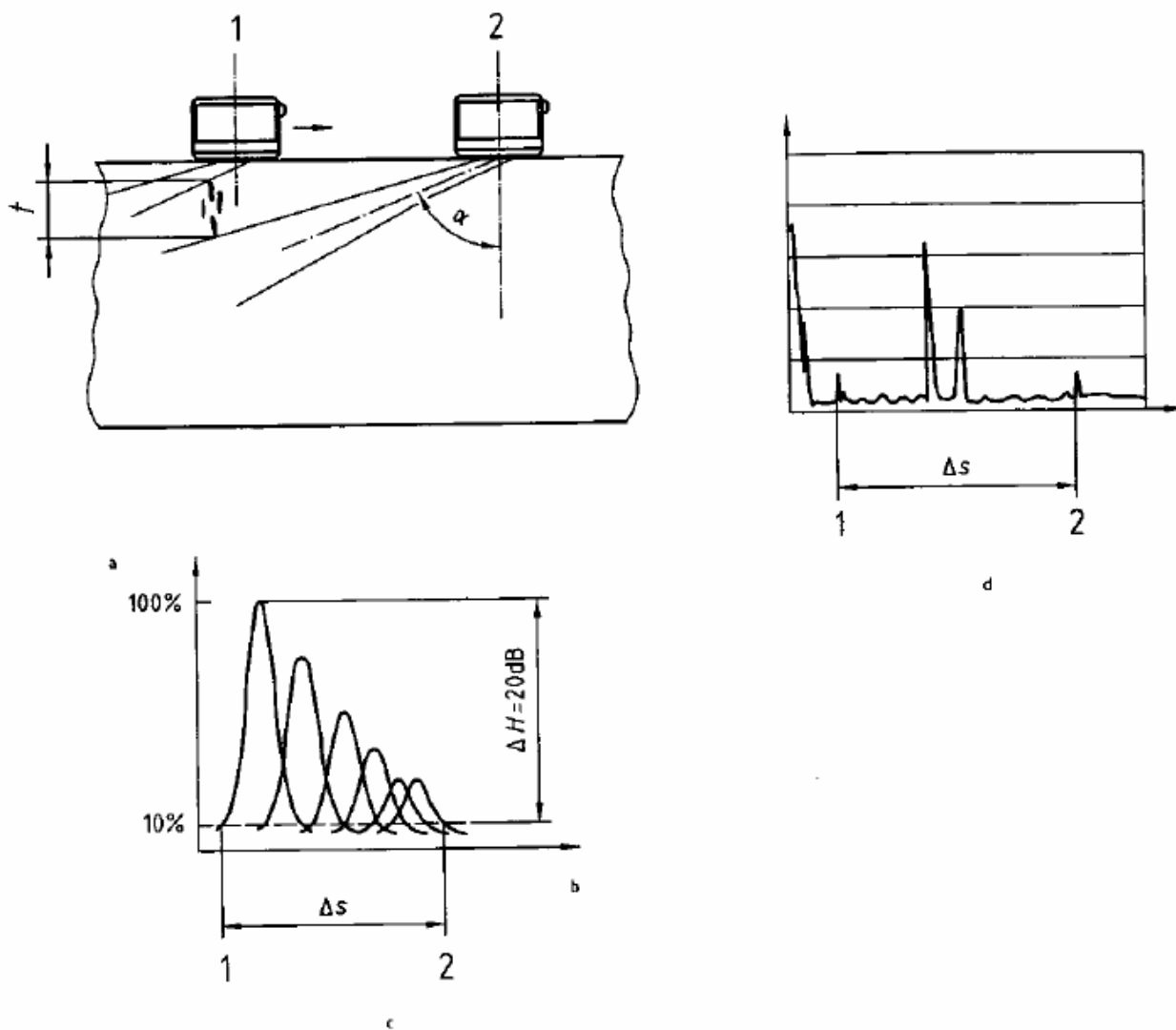
Типичная индикация:
 Многочисленные единичные индикации

При перемещении преобразователя изменяется длина ультразвукового пути, но все индикации остаются без измеряемых протяженностей

Условные обозначения:

- a амплитуда эхо-сигнала
- b перемещение преобразователя
- c амплитуда эхо-сигнала при движущемся преобразователе
- d А-сканирование

Рисунок В.8. Многочисленные единичные индикации с неизмеряемыми протяженностями, но с измеряемой протяженностью диапазона индикаций



Типичная индикация:

Единичные индикации с измеряемыми протяженностями в основном в направлении толщины стенки:

$$t = \Delta s \times \cos \alpha,$$

где

t протяженность в направлении толщины стенки;

Δs разница в длине ультразвукового пути при позиции 2 и позиции 1;

угол ввода.

Условные обозначения:

1 позиция преобразователя 1

2 позиция преобразователя 2

ΔH ослабление от пикового значения амплитуды эхо-сигнала индикации

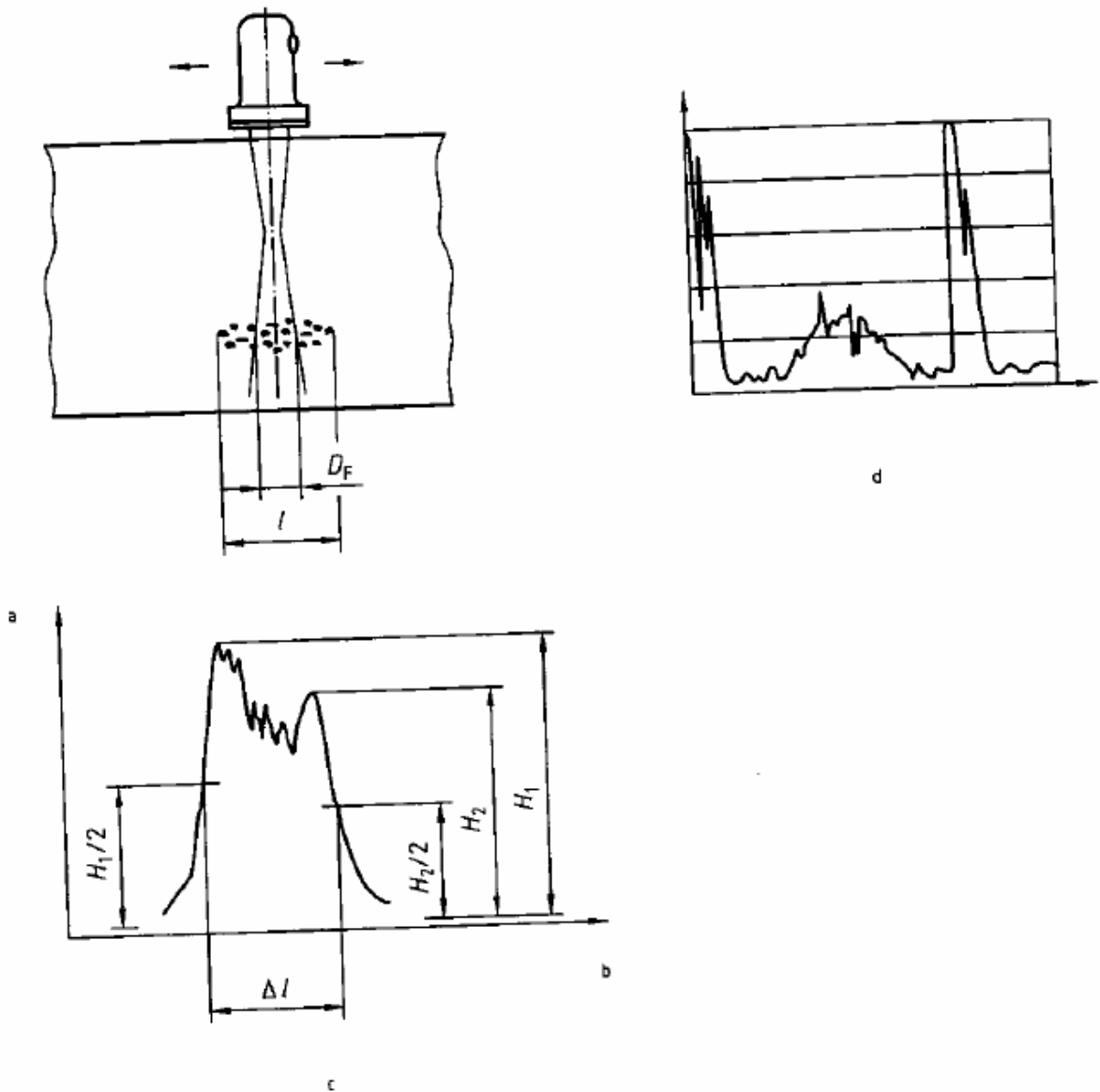
a амплитуда эхо-сигнала

b перемещение преобразователя

c амплитуда эхо-сигнала при движущемся преобразователе

d А-сканирование

Рисунок В.9. Многочисленные плоскостные индикации с измеряемыми протяженностями в направлении толщины стенки



Типичная индикация:

Группа индикаций преимущественно с не раскрываемыми единичными индикациями. Протяженность зоны индикаций равна или больше диаметра ультразвукового пучка D_F

Эти индикации должны оцениваться только в том случае, если из-за геометрических характеристик нельзя получить отраженного от задней стенки эхо-сигнала.

Одновременное ослабление эхо-сигнала, отраженного от задней стенки, нужно оценивать в соответствии с рисунком В.2.

Условные обозначения:

l поперечная протяженность индикации

Δl половина ширины индикации

H_1, H_2 последнее пиковое значение амплитуды с противоположных сторон индикации

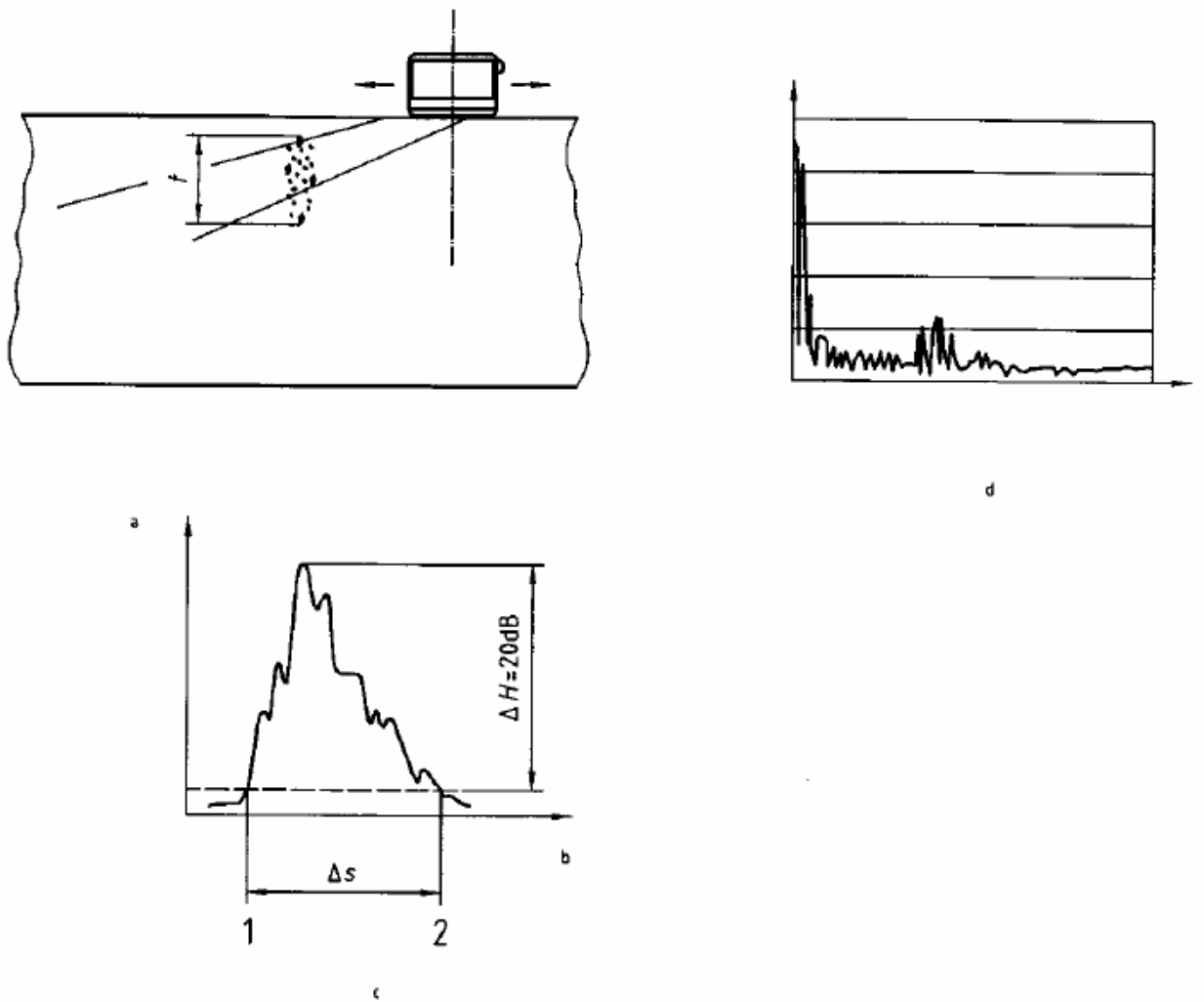
a амплитуда эхо-сигнала

b перемещение преобразователя

c амплитуда эхо-сигнала при движущемся преобразователе

d А-сканирование

Рисунок В.10. Групповые индикации не раскрываемые с измеряемыми протяженностями зоны индикаций (прямой преобразователь)



Типичная индикация:

Группа преимущественно не раскрываемых индикаций:

$$t = \Delta s \times \cos \alpha,$$

где

t протяженность в направлении толщины стенки;

Δs разница в длине ультразвукового пути при позиции 2 и позиции 1;
 α угол ввода.

Условные обозначения:

1 позиция преобразователя 1

2 позиция преобразователя 2

ΔH ослабление от пикового значения амплитуды эхо-сигнала индикации

a амплитуда эхо-сигнала

b перемещение преобразователя

c амплитуда эхо-сигнала при движущемся преобразователе

d А-сканирование

Рисунок В.11. Группа не раскрываемых индикаций с измеряемыми протяженностями зоны индикаций (наклонный преобразователь)

Перечень литературы

- [1] EN 43 Zerstorungsfreie Prufung – Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prufung – Allgemeine Grundlagen (Неразрушающий контроль. Квалификация и сертификация персонала неразрушающего контроля. Общие принципы)
- [2] EN 1330-4, Zerstorungsfreie Prufung – Terminologie – Teil 4: Begriffe der Ultraschallprufung (Неразрушающий контроль. Терминология. Часть 4: Термины ультразвукового контроля)
- [3] EN 1370, Gie?ereiwesen – Prufung der Oberflächenrauheit mit Hilfe von Vergleichsmustern (Литье. Контроль шероховатости поверхности с помощью сравнительных образцов)
- [4] EN 1559-2, Gie?ereiwesen – Technische Lieferbedingungen – Teil 2: Zusätzliche Anforderungen an Stahlgussstücke (Литье. Технические условия поставок. Часть 2: Дополнительные требования к стальным отливкам).