**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Контроль неразрушающий.**

**УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ. ХАРАКТЕРИСТИКИ И ВЕРИФИКАЦИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТОЛЩИНОМЕРОВ**

**Дата введения**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1 Область применения

Настоящий международный стандарт устанавливает методы и критерии приемки для оценки характеристик приборов для измерения толщины с помощью ультразвукового эхо-импульса.

Настоящий международный стандарт охватывает прямые (цифровые) показания и типы дисплеев аналоговых сигналов с помощью одно- или двухэлементных преобразователей.

Настоящий международный стандарт можно использовать для верификации оборудования, рассматриваемого в стандарте EN 12668, при использовании его для измерения толщины.

**2 Нормативные ссылки**

Следующие ссылочные документы необходимы для применения настоящего документа. Для датированных ссылок используется только цитируемое издание. Для недатированных ссылок используется последнее издание ссылочного документа (включая любые поправки).

ISO 5577, Контроль неразрушающий. Ультразвуковой контроль. Словарь (ISO 5577

Non-destructive testing — Ultrasonic inspection — Vocabulary)

EN 1330-4, Контроль неразрушающий. Терминология. Часть 4. Термины, используемые в ультразвуковом контроле (EN 1330-4 Non-destructive testing — Terminology — Terms used in ultrasonic testing)

EN 10025-2, Изделия горячекатаные из конструкционных сталей. Часть 2. Технические условия поставки нелегированных конструкционных сталей (EN 10025-2 Hot rolled products of structural steels — Technical delivery conditions for non-alloy structural steels)

EN 12668-2, Контроль неразрушающий. Определение характеристик и верификация оборудования для ультразвукового контроля. Часть 2. Преобразователи (EN 12668-2 Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic examination equipment — Probes).

**3 Термины и определения**

В рамках настоящего документа используются термины и определения, указанные в ISO 5577 и EN 1330-4.

**4 Общие требования соответствия**

Ультразвуковое оборудование для измерения толщины соответствует настоящему стандарту, если удовлетворяет следующим условиям:

a) ультразвуковой прибор и преобразователь соответствуют техническим требованиям настоящего стандарта;

b) наличие декларации соответствия, выданного организацией, сертифицированной в соответствии с ISO 9001; или сертификата, выданного организацией, аккредитованной в соответствии с ISO/IEC 17050-1 и ISO/IEC 17050-2, или протокола испытания, выданного организацией, выполняющей собственную калибровку;

c) ультразвуковой прибор и преобразователь четко маркированы для идентификации производителя, типа и серии и содержат уникальный серийный номер;

d) наличие руководства пользователя для определенного типа и серии ультразвукового оборудования;

e) наличие технического условия производителя на соответствующий тип и серию ультразвукового оборудования, в которых определены эксплуатационные критерии в соответствии с настоящим стандартом.

Примечание - Технические условия производителя сами по себе не являются подтверждением измеренных значений, требуемых в пункте b).

**5 Технические условия производителя на ультразвуковое оборудование для измерения толщины**

**5.1 Общие положения**

Технические условия производителя на определенную модель ультразвукового оборудования для измерения толщины должны содержать, как минимум, информацию, приведенную в 5.2 по 5.5. Значения, полученные в испытаниях, описанных в разделе 7, должны быть приведены в качестве номинальных значений с соответствующими допусками.

**5.2 Общие данные**

Должны быть указаны следующие данные:

a) размер;

b) масса (на рабочем этапе);

c) тип(ы) источника питания;

d) тип(ы) контактных гнезд преобразователя;

e) время работы батареи (новой, при максимальном потреблении энергии с определенной производительностью);

f) диапазоны температуры и напряжения (сети и/или батареи), в которых эксплуатация удовлетворяет техническим условиям - если необходим период прогрева, должна быть указана продолжительность этого периода;

g) форма индикации, когда низкое напряжение батареи приводит к выходу характеристик ультразвукового прибора за пределы технических условий;

h) частоты повторения импульсов (положения переключения и/или переменные диапазоны);

i) выходные сигналы монитора (при наличии), указывающие, когда измеренные значения выходят за пределы установленного допуска;

j) возможность с помощью этого оборудования выполнения измерения через покрытия;

k) минимальная и максимальная измеримая толщина определенного материала;

Примечание - Нулевую минимальную измеримую толщину нельзя верифицировать и, следовательно, ее не указывают.

l) точность и разрешение должны быть указаны в миллиметрах для стали (продольные волны).

**5.3 Дисплей**

Должны быть указаны следующие данные:

a) тип дисплея (алфавитно-цифровой или графический, а также светодиодный, жидкокристаллический или электронно-лучевой);

b) размер алфавитно-цифрового дисплея;

c) размер графического дисплея.

**5.4 Передатчик**

Должны быть указаны следующие данные:

a) форма передаваемого импульса;

b) при каждой настройке энергии импульса с выходом, подключенным к соответствующему определенному преобразователю или к определенной искусственной нагрузке:

1) напряжение передаваемого импульса (размах);

2) время нарастания импульса;

3) длительность импульса (для прямоугольной волны - диапазон, в котором можно установить длительность импульса).

**5.5 Приемник**

Должны быть указаны следующие данные:

a) характеристики регулировки усиления, если они выбраны пользователем;

b) рабочий частотный диапазон.

**5.6 Дополнительная информация**

В дополнении к информации, указанной в пунктах с 5.2 по 5.5, должна быть предоставлена подробная информация о принципах:

a) средства вывода и хранения данных (объем памяти);

b) хранения калибровочных параметров;

c) калибровочных механизмов;

d) средств отображения и воспроизведения;

e) времени отклика дисплея;

f) количестве пикселей для отображения формы волны;

g) выходе принтера.

В соответствующих случаях эти данные должны также включать в себя используемые частоты выборки, влияние частоты повторения импульсов или диапазона отображения на частоту выборки и время отклика.

Кроме того, должны быть описаны принципы всех алгоритмов, используемых для обработки данных для отображения.

**6 Калибровочные образцы**

**6.1 Общие положения**

Наряду с верификацией ультразвукового оборудования для измерения толщины выполняют измерения на определенных калибровочных образцах. Эти образцы определены в 6.2 и 6.3.

**6.2 Материал**

Образцы должны быть изготовлены из стали сорта S355J0 в соответствии с EN 10025-2.

Образцы должны быть обработаны начерно перед термообработкой, которая состоит из:

— аустенизации при температуре 920°С в течение 30 мин;

— резкого охлаждения (закалки) в воде;

— отпуска путем нагревания до температуры 650°С в течение 3 ч; а затем

— охлаждения на воздухе.

Скорость распространения продольных волн в калибровочном образце должна быть равна (5920±30) мс-¹.

Поверхности, используемые для измерения, должны быть механически обработаны до значения Ra, не превышающего 0,8 мкм.

Перед окончательной механической обработкой необходимо убедиться в отсутствии в образце внутренних несплошностей.

Допускается хромирование или нанесение никелевого покрытия методом химического восстановления на поверхности образца максимум на 0,5% от толщины образца.

Примечание - При использовании хромирования необходимо принять меры, чтобы избежать отслоения покрытия.

**6.3 Форма и размер**

**6.3.1 Образцы для калибровки точности**

Калибровочные образцы представляют собой цилиндры диаметром D и длиной L, размеры которых приведены в таблице 1.

**Таблица 1 - Размер калибровочных образцов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Образец | Диаметр | Длина |
| *D* | *L* |
| A | ≥0,5*L* | Минимальная заданная  толщина |
| B | ≥0,5*L* | *L*a+ 0,25 (*L*e - *L*a) |
| C | ≥0,5*L* | *L*a + 0,50 (*L*e - *L*a) |
| D | ≥0,5*L* | *L*a + 0,75 (*L*e - *L*a) |
| E | ≥0,5*L* | Максимальная заданная  толщина |

где

*L*a высота образца A; и

*LЕ* высота образца E.

Примечание: Если LА < 0,1 LЕ, то вычитание LА можно опустить.

*Значение D не должно быть меньше ˂3-кратного диагонального размера поверхности преобразователя*.

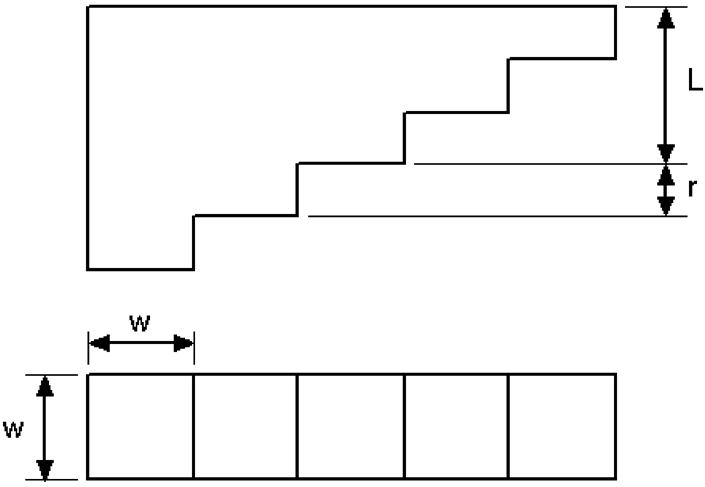
Значения 0,25, 0,5 и 0,75 могут изменять до 10% от рассматриваемого значения.

Общая высота образца должна быть ≤3 (10-4*L*) по площади измерения.

Фиксированный размер L измеряют в центре образца с точностью 10-4 *L*.

По окружности образцов должна быть нанесена неудаляемая маркировка действительной толщины*,* например, *L,* *например L* = 50,333 мм, и уникальный идентификатор (серийный номер)).

**6.3.2 Образец для калибровки разрешающей способности (см. рисунок 1)**

****

Условные обозначения:

w ширина ступеньки

r высота ступеньки

L длина образца C (см. таблицу 1)

**Рисунок 1 - Образец для калибровки разрешающей способности**

Значение w должно быть ≥ 3-кратного диагонального размера поверхности преобразователя, а значение r должно быть менее или равно заданной разрешающей способности.

Образец должен содержать не менее пяти ступенек.

**7 Эксплуатационные требования к ультразвуковому оборудованию для измерения толщины**

Для обеспечения соответствия настоящему стандарту, оборудование должно пройти испытания, описанные ниже и перечисленные в таблице 2.

**Группа 1:** Испытания, проводимые производителем (или его представителем) на типичном образце производимого ультразвукового оборудования для измерения толщины. Эти испытания позволяют производителю верифицировать и подтвердить технические условия на оборудование.

**Группа 2:** Испытания, проводимые на всем ультразвуковом оборудовании для измерения толщины:

1) производителем или его представителем перед поставкой оборудования (пусконаладочные испытания);

2) производителем, владельцем или лабораторией ежегодно для верификации эксплуатационных характеристик оборудования на протяжении его срока службы;

3) после любого ремонта оборудования.

**Группа 3:** Испытания, проводимые оператором на месте до и после выполнения любой серии измерений.

**Таблица 2 - Список испытаний ультразвукового оборудования для измерения толщины**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование испытания** | **Группа 1** | **Группа 2** | **Группа 3** |
| **Физические** |  |  |  |
| Общее механическое состояние и внешние аспекты |  | См. 10.4 | См. 10.4 и 11.2 |
|  |  |  |  |
| **Общие характеристики** |  |  |  |
| Устойчивость к температуре | См. 9.3 |  |  |
| Предупреждение о разряженной батарее | См. 9.4 | См. 9.4 |  |
| Время работы батареи | См. 9.5 |  |  |
| Рабочий диапазон напряжения | См. 9.6 | См. 9.6 |  |
| Рабочий диапазон тока | См. 9.7 | См. 9.7 |  |
| Рабочий диапазон температуры | См. 9.8 |  |  |
|  |  |  |  |
| **Передатчик** |  |  |  |
| Для каждой настройки  длительности и энергии импульса |  |  |  |
| Частота повторения импульса | См. 9.9 | См. 9.9 |  |
| Форма, время нарастания и максимальное напряжение передаваемого импульса | См. 9.10 | См. 9.10 |  |

*Оканчание таблицы*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование испытания** | **Группа 1** | **Группа 2** | **Группа 3** |
|  |  |  |  |
| **Приемник** |  |  |  |
| Рабочий частотный диапазон | См. 9.11 |  |  |
| **Эксплуатационные**  **характеристики** |  |  |  |
| Минимальная и максимальная  измеримая толщина | См. 9.12 | См. 9.12 |  |
| Точность и разрешающая  способность | См. 9.13 | См. 9.13 |  |
| Настройка диапазона скоростей  распространения звука | См. 9.14 |  |  |
| Калибровочные механизмы | См. 9.15 |  | См. 11.3 |
| Хранение калибровочных  параметров | См. 9.16 | См. 9.16 | См. 11.4 |
|  |  |  |  |
| **Дисплей/данные** |  |  |  |
| Хранение данных | См. 9.17 |  | См. 11.5 |
| Печать | См. 9.18 |  |  |
| Отображение и воспроизведение | См. 9.19 | См. 9.19 |  |
| Время отклика дисплея | См. 9.20 |  |  |
|  |  |  |  |
| **Преобразователь** | См. 8 |  |  |

**8 Преобразователи**

Для верификации соответствия центральной частоты всех преобразователей, определенных производителем для использования с измерительным оборудованием, указанной частоте используют EN 12668-2.

**9 Испытания группы 1**

**9.1 Общие положения**

Данные испытания должен проводить производитель (или его представитель) на типичном образце производимого ультразвукового оборудования для измерения толщины.

**9.2 Оборудование, необходимое для испытаний группы 1**

Оборудование, необходимое для выполнения испытаний группы 1 на ультразвуковом оборудовании для измерения толщины:

a) цифровой или аналоговый осциллограф с минимальной шириной полосы частот 100 МГц с щупом с делителем или с высоковольтным щупом;

b) безреактивный резистор 1×50 Ом ±1% или 1×75 Ом ±1% в зависимости от используемого осциллографа;

c) регулируемый источник питания постоянного тока;

d) цифровой или аналоговый вольтметр;

e) цифровой или аналоговый амперметр;

f) регистратор использованного времени или таймер;

g) камера для испытаний на воздействие окружающей среды.

Все оборудование, используемое для измерения или генерирования тестовых сигналов, должно быть соответствующим образом прокалибровано и способно измерять с заданной точностью.

**9.3 Устойчивость к температуре**

**9.3.1 Процедура**

Измерительное оборудование (прибор и преобразователь) настраивают при температуре 20°С на настроечном образце, который соответствует приблизительно середине заданного диапазона. Затем измерительное оборудование и настроечный образец помещают в камеру для испытаний на воздействие окружающей среды. Температуру в камере устанавливают на минимальное значение заданной температуры, среднее значение в заданном диапазоне, максимальное значение заданной температуры.

При заданной температуре снимают и записывают показания толщины.

Данное испытание повторяют для каждого типа преобразователя и в каждом эксплуатационном диапазоне, в котором обычно работает оборудование.

**9.3.2 Критерий приемки**

Расхождение между записанными и калиброванными показаниями должно находиться в пределах точности, указанной производителем.

**9.4 Предупреждение о разряженной батарее**

**9.4.1 Процедура**

Снимают батареи оборудования. Приводят оборудование в состояние измерения с подачей напряжения от источника питания постоянного тока с выходным напряжением, установленным в середине диапазона, который для него определен.

Наблюдают за показаниями во время регулировки выходного напряжения источника питания до минимального значения, указанного для напряжения предупреждения о разряженной батарее.

**9.4.2 Критерий приемки**

Показание должно оставаться в пределах заданной точности и разрешающей способности в этом диапазоне, а предупреждение о разряженной батарее должно отображаться в пределах ±5% заданного напряжения.

Если у оборудования предусмотрено отключение питания или подача аварийного сигнала в этот момент, то аварийная сигнализация должна быть заметной, но при этом не препятствовать выполнению измерений.

**9.5 Время работы батареи**

**9.5.1 Процедура**

Включают оборудование, переводят его в обычное состояние измерения и непрерывно измеряют данный калибровочный образец. Определяют время периода измерения до достижения «предупреждения о разряженной батарее».

Данное испытание повторяют для всех рекомендованных типов батарей.

**9.5.2 Критерий приемки**

Измеренный период времени должен находиться в пределах ±5% заданного времени.

Если заданное время связано с производительностью, в измеренное время необходимо внести соответствующую поправку.

**9.6 Рабочий диапазон напряжения**

**9.6.1 Процедура**

Подключают вольтметр, чтобы измерить выходное значение из источника питания постоянного тока. Измерительное оборудование (прибор и преобразователь) должно выполнять измерение на заданном тестовом образце, питаемом от источника питания постоянного тока с выходным напряжением, установленным в середине диапазона, который для него определен.

Наблюдают за показаниями во время регулировки выходного напряжения источника питания до минимального значения, указанного для заданного максимального выходного напряжения источника питания.

Данное испытание повторяют для всех типичных рекомендованных типов преобразователей.

**9.6.2 Критерий приемки**

Показание должно оставаться в пределах заданной точности и разрешающей способности в этом диапазоне.

**9.7 Рабочий диапазон тока**

**9.7.1 Процедура**

Подключают оборудование, как описано в 9.5.1. Подключают амперметр, чтобы измерить силу тока из источника питания постоянного тока. При выполнении испытаний рабочего диапазона напряжения согласно 9.6.1 регистрируют силу тока при минимальном и максимальном рабочем напряжении.

Данное испытание повторяют для всех рекомендованных типов преобразователей.

**9.7.2 Критерий приемки**

Показание тока должно находиться в пределах ±10% значений, указанных для минимального и максимального заданного напряжения.

**9.8 Рабочий диапазон температуры**

**9.8.1 Общие положения**

Данное испытание проводят для оборудования и контактной среды, которые определены для выполнения измерений при температурах выше и ниже значений, указанных в 5.2 f).

**9.8.2 Процедура**

Тестовый образец доводят до заданной температуры. Измерительное оборудование необходимо подготовить к эксплуатации с заданным преобразователем и рекомендуемой контактной средой. Измерения выполняют с регулярными интервалами, указанными производителем, в течение периода времени, который считается оптимальным в практических условиях.

Полученные показания записывают.

**9.8.3 Критерий приемки**

Чтобы соответствовать требованиям настоящего стандарта, показания должны удовлетворять указанной производителем точности.

После окончания периода испытания указанный преобразователь не должен быть поврежден.

**9.9 Частота повторения импульсов, PRF**

**9.9.1 Процедура**

Если возможно, переключают ультразвуковой прибор на работу с раздельно-совмещенным преобразователем (отсоединяют приемник от передатчика) и подключают осциллограф к выходу передатчика.

Убеждаются в том, что вход осциллографа не может получить повреждение из-за высокого напряжения передатчика.

Подключают безреактивный резистор [см. 9.2, b)] к выходному гнезду передатчика. С помощью осциллографа измеряют частоту повторения импульсов при каждой настройке, которая дает различную частоту повторения импульсов. Если более одной комбинации управляющих параметров дают одну и ту же частоту повторения импульсов (обычно диапазон и частоту повторения импульсов), то частоту повторения импульсов измеряют только с одной такой комбинацией. Для ультразвуковых приборов с непрерывно регулируемым параметром частоты повторения импульсов выбирают настройку в соответствии с техническими условиями производителя.

**9.9.2 Критерий приемки**

При каждой настройке измеренное значение частоты повторения импульсов должно находиться в пределах ±20% значения, указанного в технических условиях производителя.

**9.10 Форма, время нарастания и максимальное напряжение передаваемого импульса**

**9.10.1 Процедура**

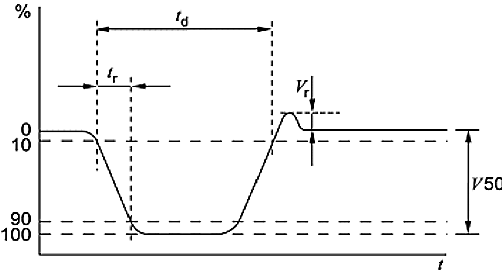
Если возможно, переключают ультразвуковой прибор на работу с раздельно-совмещенным преобразователем (отсоединяют приемник от генератора) и подключают осциллограф к выходу генератора.

Подключают безреактивный резистор [см. 9.2, b)] к выходному гнезду генератора (в соответствии с указанием производителя).

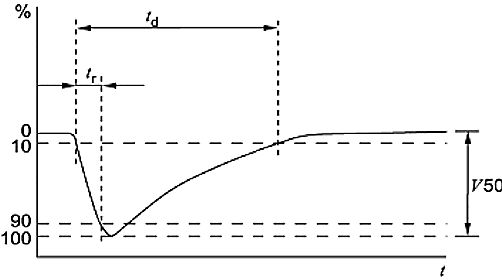
Устанавливают частоту повторения импульсов на максимум. С помощью осциллографа измеряют напряжение передаваемого импульса, V50. Измеряют время нарастания импульса, длительность и амплитуду любой реверберации, как показано на рисунке 2.

Повторяют эти измерения при каждой настройке энергии импульса и/или настройке частоты передаваемого импульса с максимальным и минимальным затуханиями.

Повторяют эти испытания с минимальной частотой повторения импульсов, которая дает четко определенный след на экране осциллографа.



**a) Прямоугольный**



**b) Острый**

**Условные обозначения**

*t*d длительность импульса

*tr* время нарастания импульса

*Vr* реверберация импульса

*V*50 напряжение передаваемого импульса, с нагрузкой

**Рисунок 2 - Измеряемые параметры передаваемого импульса**

**9.10.2 Критерий приемки**

При максимальной и минимальной частотах повторения импульсов и при каждой энергии импульса и/или частотной полосе передаваемого импульса:

a) напряжение передаваемого импульса (с нагрузкой, т.е. *V*50) должно находиться в пределах ±10% значения, указанного в технических условиях производителя;

b) время нарастания импульса *t*r, должно быть меньше максимального значения, указанного в технических условиях производителя;

c) длительность импульса *t*d должна находиться в пределах значения, указанного в технических условиях производителя;

d) любая реверберация импульса *Vr* должна быть менее 4% размаха напряжения передаваемого импульса.

**9.11 Рабочий частотный диапазон приемника**

**9.11.1 Процедура**

Калибруют прибор со всеми рекомендованными преобразователями на калибровочном образце приблизительно в середине диапазона, рекомендованного производителем для выбранного преобразователя.

**9.11.2 Критерий приемки**

Полученные показания должны соответствовать значениям точности и разрешающей способности, указанным производителем.

**9.12 Минимальная и максимальная измеримая толщина**

**9.12.1 Процедура**

Оборудование испытывают со всеми указанными преобразователями на ряде соответствующих калибровочных образцов.

**9.12.2 Критерий приемки**

Полученные показания должны находиться в пределах значений точности и разрешающей способности, указанных производителем.

**9.13 Точность и разрешающая способность**

**9.13.1 Процедура**

Оборудование испытывают со всеми указанными преобразователями на калибровочных образцах A-E из таблицы 1, чтобы верифицировать точность.

Оборудование испытывают со всеми указанными преобразователями на образце для калибровки разрешающей способности, показанном на рисунке 1, чтобы верифицировать разрешающую способность.

**9.13.2 Критерий приемки**

Полученные показания должны находиться в пределах значений точности и разрешающей способности, указанных производителем.

**9.14 Диапазон скоростных параметров (калибровка)**

Процедуры определения минимальной и максимальной измеримой толщины с заданной точностью и разрешающей способностью предназначены только для стали (5 920 мс-1). Характеристики для других материалов верифицируют отдельно.

**9.15 Калибровочные механизмы**

**9.15.1 Общие положения**

Шаг 1 по 9.15.2 выполняют только в том случае, когда прибор используется в режиме, отличном от режима 3 по ISO 16809 (многократный эхо-сигнал).

Процедуры этого пункта выполняют с помощью всех рекомендованных преобразователей для системы.

**9.15.2 Процедура**

Шаг 1: выполняют операцию установки преобразователя на нуль в соответствии с инструкциями производителя.

Шаг 2: регулируют скорость распространения звука для системы с помощью калибровочного образца С. Выполняют измерения на других калибровочных образцах.

**9.15.3 Критерий приемки**

Полученные показания должны находиться в пределах точности, указанной производителем.

**9.16 Хранение калибровочных параметров**

**9.16.1 Процедура**

Калибруют прибор с рекомендованным преобразователем на калибровочном образце С. Снимают ряд показаний на калибровочных образцах А по Е. Повторяют эту процедуру для следующих трех испытаний:

— намеренно выключают прибор;

— позволяют оборудованию автоматически выключиться (в соответствующем случае);

— отключают батарею (если возможно).

Оставляют оборудование выключенным в течение не менее 3 мин.

Включают оборудование и повторяют измерения на калибровочных образцах А по Е.

**9.16.2 Критерий приемки**

Полученные показания должны находиться в пределах значений точности и разрешающей способности, указанных производителем.

**9.17 Хранение данных**

**9.17.1 Процедура**

С оборудования в обычном режиме работы снимают показания и сохраняют их в соответствии с руководством по эксплуатации. Полученные показания сохраняют в системе и отдельно с помощью других методов. Общее число полученных показаний должно быть равно максимальному числу, которое можно сохранить, плюс 1.

Дополнительное показание предназначено для верификации поведения системы в случае превышения максимального объема памяти.

**9.17.2 Критерий приемки**

При попытке принять дополнительное показание система должна действовать контролируемым и предсказуемым образом, чтобы оператор получил предупреждение о достижении максимального объема памяти и, следовательно, чтобы не были повреждены ранее сохраненные данные.

Через 72 ч показания, сохраненные системой, сверяют с теми показаниями, которые были сохранены отдельно с помощью любого метода, указанного производителем. Ошибки помечают и анализируют.

Если ошибок не обнаружено, испытание считают успешно пройденным.

**9.18 Печать**

**9.18.1 Процедура**

Репрезентативное количество сохраненных данных распечатывают определенным способом на всех принтерах, указанных производителем.

**9.18.2 Критерий приемки**

Распечатанные данные должны соответствовать техническим условиям производителя.

**9.19 Отображение и воспроизведение**

**9.19.1 Процедура**

Репрезентативное количество сохраненных данных рассматривают на дисплее оборудования.

**9.19.2 Критерий приемки**

Данные должны соответствовать техническим условиям производителя.

**9.20 Время отклика дисплея**

**9.20.1 Процедура**

С помощью образца для калибровки разрешающей способности используют оборудование для измерения на двух ступеньках путем повторного перемещения преобразователя по двум ступенькам. Датчик перемещают с ускорением, пока оборудование не перестанет отображать изменение ступеньки. Время между измерениями записывают.

Время обновления определяют как половину записанного времени.

Данное испытание выполняют для каждого указанного преобразователя и рабочего диапазона.

**9.20.2 Критерий приемки**

Показания, полученные при заданном времени обновления/отклика, должны находиться в пределах значений точности и разрешающей способности, указанных производителем.

**10 Испытания группы 2**

**10.1 Общие положения**

Данные испытания проводят на всем ультразвуковом оборудовании для измерения толщины:

a) производителем или его представителем перед поставкой оборудования (пусконаладочные испытания);

b) производителем, владельцем или лабораторией ежегодно для верификации эксплуатационных характеристик оборудования на протяжении его срока службы;

c) после любого ремонта оборудования.

**10.2 Оборудование, необходимое для испытаний группы 2**

Оборудование, необходимое для выполнения испытаний группы 2 на ультразвуковом оборудовании для измерения толщины:

a) цифровой или аналоговый осциллограф с минимальной шириной полосы частот 100 МГц с преобразователем с аттенюатором или высоковольтным преобразователем;

b) безреактивный резистор 1×50 Ом ±1% или 1×75 Ом ±1% в зависимости от используемого осциллографа;

c) регулируемый источник питания постоянного тока;

d) цифровой или аналоговый вольтметр;

e) аналоговый амперметр.

**10.3 Общие характеристики**

Выполняют испытания раздела 9 и в соответствии с таблицей 2.

**10.4 Общее механическое состояние и внешние аспекты**

Визуально проверяют внешние поверхности ультразвукового оборудования на наличие физических повреждений, которые могут повлиять на текущую работу или будущую надежность оборудования.

Убеждаются в наличии всех уплотнений (прокладок) на корпусе оборудования, в гнездах и преобразователе, где они предусмотрены, чтобы обеспечить эксплуатационную пригодность и предотвратить проникновение влаги и/или загрязнений.

Проверяют и убеждаются в отсутствии повреждений и/или чрезмерного износа, в том, что линии задержки (сменные прокладки) правильно установлены и в случае необходимости соединены с поверхностью преобразователя.

Убеждаются в целостности всех кабелей и соединителей.

**11 Испытания группы 3**

**11.1 Общие положения**

Данные испытания проводит оператор на месте до и после выполнения любой серии измерений.

Выполняют испытания согласно разделам 9 и 10 в соответствии с Таблицей 2.

**11.2 Общее механическое состояние и внешние аспекты**

Обеспечивают наличие на рабочем месте руководства по эксплуатации (технологических инструкций) производителя.

**11.3 Система калибровки**

**11.3.1 Процедура**

Выбирают рекомендованный преобразователь для материала и диапазона измеряемой толщины.

Шаг 1: в случае необходимости выполняют операцию установки преобразователя на нуль в соответствии с инструкциями производителя.

Шаг 2: Регулируют скорость распространения звука в материале для системы с помощью калибровочного образца, изготовленного из того же материала, что и измеряемый объект, с толщиной в предполагаемом диапазоне измерения.

**11.3.2 Критерий приемки**

Полученные показания должны находиться в пределах точности, указанной производителем.

**11.4 Хранение калибровочных параметров**

**11.4.1 Процедура**

Калибруют прибор с рекомендованным преобразователем на калибровочном образце, описанном в 11.3.1 (шаг 2).

Выполняют следующие 3 испытания:

— намеренно выключают прибор;

— позволяют оборудованию автоматически выключиться (в соответствующем случае);

— отключают батарею (в соответствующем случае).

Оставляют оборудование выключенным в течение не менее 3 мин. Включают оборудование и повторяют измерения на калибровочном образце.

**11.4.2 Критерий приемки**

Полученные показания должны находиться в пределах точности, указанной производителем.

**11.5 Хранение данных**

**11.5.1 Процедура**

С оборудованием в обычном режиме работы снимают показания и сохраняют их в соответствии с инструкциями производителя.

Воспроизводят репрезентативное количество сохраненных данных на дисплее оборудования.

**11.5.2 Критерий приемки**

Данные и их формат должны соответствовать техническим условиям производителя.

**Библиография**

[1] EN 12668-1, Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic examination equipment — Part 1: Instruments (Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Основные технические характеристики и методы их определения. Часть 1. Электронные блоки)

[2] EN 12668-3, Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic examination equipment — Part 3: Combined equipment (Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Основные технические характеристики и методы их определения. Часть 3. Приборы)

[3] ISO 9001, Quality Management Systems — Requirements (Системы менеджмента качества — Требования)

[4] ISO/IEC 17050-1, Conformity assessment — Supplier’s declaration of conformity — Part 1: General requirements (ISO/IEC 17050-1:2004) (Оценка соответствия. Декларация поставщика о соответствии. Часть 1. Общие требования (ISO/IEC 17050-1:2004))

[5] ISO/IEC 17050-2, [5] ISO/IEC 17050-2, Conformity assessment — Supplier’s declaration of conformity — Part 2: Supporting documentation (ISO/IEC 17050-2:2004) (Оценка соответствия. Декларация поставщика о соответствии. Часть 2. Подтверждающая документация (ISO/IEC 17050-2:2004))

[6] ISO 16809:1 Non-destructive testing — Ultrasonic thickness measurement (Контроль неразрушающий. Контроль ультразвуковой. Измерение толщины).

|  |
| --- |
| **МКС 19.100**  **Ключевые слова:** контроль неразрушающий, ультразвуковой контроль, калибровочные образцы, оборудование, рабочий диапазон |

|  |
| --- |
| **МКС 19.100**  **Ключевые слова:** контроль неразрушающий, ультразвуковой контроль, калибровочные образцы, оборудование, рабочий диапазон |

**РАЗРАБОТЧИК**

РГП на ПХВ «Казахстанский институт стандартизации и метрологии» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

|  |  |
| --- | --- |
| **Заместитель Генерального директора** | **Радаев C.Ю.** |
| **Руководитель Департамента разработки нормативно-технических документов** | **Сопбеков А.Н.** |
| **Специалист Департамента разработки нормативно-технических документов** | **Берік А.Б.** |