

Государственное предприятие
«Национальная атомная энергогенерирующая компания
«Энергоатом»

НАЕК "ЭНЕРГОАТОМ"
ОАО
БОРНАТИОННИ АСКИРАТИ 19

**СТАНДАРТ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«НАЦИОНАЛЬНАЯ АТОМНАЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩАЯ
КОМПАНИЯ «ЭНЕРГОАТОМ»**

**Техническое обслуживание и ремонт
КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ.
МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ МОНОМЕТАЛЛОВ,
БИМЕТАЛЛОВ И АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ**

СОУ НАЕК 028:2014

НАЕК
КОМПАН

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНО: Обособленное подразделение «Атомремонтсервис» ГП «НАЭК «Энергоатом»

2 РАЗРАБОТЧИКИ:

Шаламай Р.В.	(Дирекция ГП НАЭК "Энергоатом");
Касперович И.Л.	(ОП "Атомремонтсервис");
Ковальчук Т.П.	(ОП "Атомремонтсервис");
Логин М.А.	(ОП "Атомремонтсервис");
Пугачев А.С.	(ОП "Запорожская АЭС");
Пилипенко С.Ю.	(ОП "Запорожская АЭС");
Федосов А.В.	(ОП "Запорожская АЭС");
Бодрова М.Н.	(ОП "Запорожская АЭС");
Кравец В.П.	(ОП "Ривненская АЭС");
Рябенко Ю.В.	(ОП "Ривненская АЭС");
Соловьев А.А.	(ОП "Ривненская АЭС");
Ромась А.Т.	(ОП "Ривненская АЭС");
Штикало С.Я.	(ОП "Ривненская АЭС");
Палий А.Н.	(ОП "Южно-Украинская АЭС");
Красовский Н.В.	(ОП "Южно-Украинская АЭС");
Соломенцев В.Б.	(ОП "Южно-Украинская АЭС");
Денисенко А.С.	(ОП "Южно-Украинская АЭС");
Стасюк К.А.	(ОП "Хмельницкая АЭС");
Кибец В.Н.	(ОП "Хмельницкая АЭС").

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ: приказ ГП «НАЭК «Энергоатом» от 16.03.2016 № 254

СОГЛАСОВАН: письмо Госатомрегулирования от 29.12.2014 № 18-31/8749

4 ДАТА ВВОДА В ДЕЙСТВИЕ: 31.03.2016

5 ВВЕДЕНО ВПЕРВЫЕ

6 ПРОВЕРКА: 31.03.2021

7 КОД КНДК: 2.20.35

8 ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ, ОТВЕТСТВЕННОЕ ЗА ВЕДЕНИЕ СТАНДАРТА: департамент по управлению продлением эксплуатации исполнительной дирекции по производству

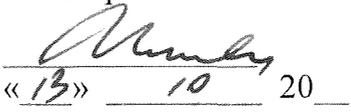
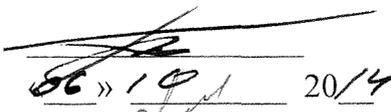
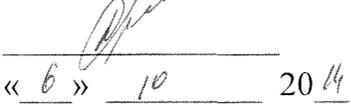
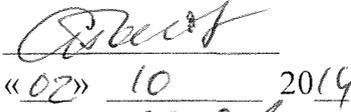
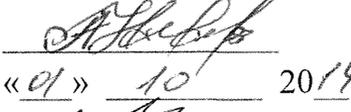
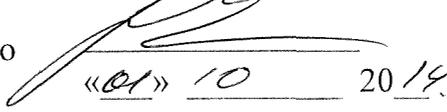
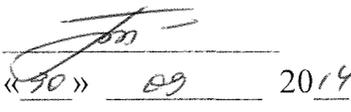
9 МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ОРИГИНАЛА СТАНДАРТА: отдел стандартизации департамента по управлению документацией и стандартизации исполнительной дирекции по качеству и управлению

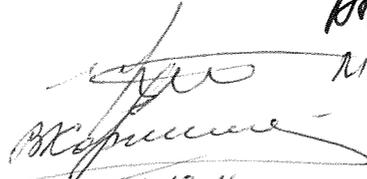
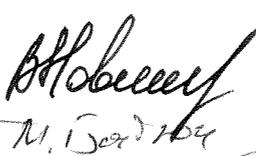
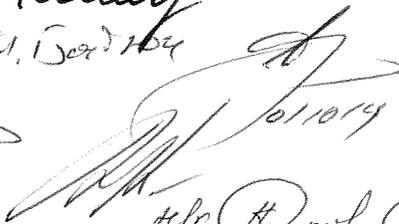
10 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ: С введением в действие этого стандарта применение в ГП «НАЭК «Энергоатом» ПНАЭ Г-7-031-91 «Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Ультразвуковой контроль. Часть III. Измерение толщины монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий» допускается до 31.12.2018

Этот стандарт запрещено полностью или частично воспроизводить, тиражировать и распространять в коммерческих целях без разрешения ГП «НАЭК «Энергоатом»

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ СОУ НАЕК 028:2014

Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий ультразвуковой.
Методика измерения толщины монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий

Первый вице-президент – технический директор	 «13» 10 20__	А.В. Шавлаков
Вице-президент	 «06» 10 20/4	В.М. Пышный
Генеральный инспектор – директор по безопасности	 «6» 10 2014	Д.В. Билей
Исполнительный директор по качеству и управлению	 «02» 10 2014	С.А. Попов
Начальник отдела стандартизации	 «01» 10 2014	А.А. Нелепов
Исполнительный директор по производству	 «01» 10 2014	В.А. Кравец
Технический директор - главный инженер ОП «Атомремонтсервис»	 «30» 09 2014	В.Г. Белов
ОП ЗАЭС	исх. №16-27/13202 от 06.06.2014	
ОП РАЭС	исх. №104/Ф-2244 от 03.06.2014	
ОП ХАЭС	исх. №36/469/4785 от 04.06.2014	
ОП ЮУАЭС	исх. №11/6920 от 30.05.2014	



01.10.14

M. I. Serdyuk
10/10/14

del. (H.) mol. Pr 0010 AP 01/10/14

СОДЕРЖАНИЕ

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки.....	1
3	Термины и определения.....	3
4	Принятые сокращения.....	6
5	Общие положения.....	7
6	Квалификация персонала.....	9
7	Требования безопасности	9
8	Средства измерения толщины	10
9	Подготовка изделия к измерению толщины УЗ-методом	19
10	Настройка УЗ-аппаратуры	20
11	Погрешность измерений	23
12	Проведение измерений.....	24
13	Оформление результатов измерений.....	27
	Приложение А. Методика определения погрешности измерения.....	29
	Приложение Б. Форма журнала учета результатов измерения толщины ультразвуковым методом.....	33
	Приложение В. Библиография	34
	Лист регистрации изменений	35

**СТАНДАРТ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«НАЦИОНАЛЬНАЯ АТОМНАЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩАЯ
КОМПАНИЯ «ЭНЕРГОАТОМ»**

Техническое обслуживание и ремонт

**КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ.
МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ МОНОМЕТАЛЛОВ,
БИМЕТАЛЛОВ И АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ**

Технічне обслуговування та ремонт

**КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВИЙ.
МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ МОНОМЕТАЛІВ, БІМЕТАЛІВ ТА
АНТИКОРОЗІЙНОГО ПОКРИТТЯ**

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Этот стандарт устанавливает технологию измерения толщины ультразвуковым методом (далее УЗ-методом) монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий, нанесенных путем плакирования или наплавки материалов из сталей аустенитного класса на изделия из сталей перлитного класса на этапах изготовления, монтажа, эксплуатации, ремонта и реконструкции оборудования и трубопроводов АЭС Украины.

1.2 Требования настоящего стандарта являются обязательными для руководителей и персонала подразделений, входящих в состав ГП «НАЭК «Энергоатом» (далее Компания) и участвующих в измерении толщины УЗ-методом монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий на оборудовании и трубопроводах атомных электростанций, а также обязательны для включения в договор с подрядными организациями, выполняющими такой контроль для Компании, изготавливающими и поставляющими продукцию для АЭС.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В этом стандарте есть ссылки на такие документы:

ДСТУ 2865-94 Контроль неруйнівний. Терміни та визначення

ДСТУ 2960-94 Організація промислового виробництва. Основні поняття. Терміни та визначення

ДСТУ 3021-95 Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення

ДСТУ 3761.2-98 Зварювання та споріднені процеси. Частина 2. Процеси зварювання та паяння. Терміни та визначення

ДСТУ 3761.3-98 Зварювання та споріднені процеси. Частина 3. Зварювання металів: з'єднання та шви, технологія, матеріали та устаткування. Терміни та визначення

ДСТУ ГОСТ 29298:2008 Тканини бавовняні і змішані побутові. Загальні технічні умови

ДСТУ ISO 9000:2007 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів

ГОСТ 2.101-68 ЕСКД. Виды изделий

ГОСТ 8.315-97 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения

ГОСТ 12.1.001-89 ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 5272-68 Коррозия металлов. Термины

ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 23829-85 Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения

ГОСТ 26266-90 Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые. Общие технические требования

ОСТ 34-38-702-85 Система технического обслуживания и ремонта оборудования электростанций. Основные понятия для АЭС. Термины и определения

НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні

НПАОП 0.00-1.01-07 Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів

НПАОП 0.00-1.15-07 Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті

НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей

ПНАЭ Г-7-010-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля

СОУ НАЕК 033:2015 Техническое обслуживание и ремонт. Правила организации технического обслуживания и ремонта систем и оборудования атомных электростанций

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Ниже приведены термины и определения, применяемые в этом стандарте:

3.1 акустическая аппаратура неразрушающего контроля

Составная часть акустической установки, объединяющая функционально связанные акустические приборы неразрушающего контроля и (или) электронные блоки и преобразователи (ГОСТ 23829)

3.2 акустический контакт

Соединение рабочей поверхности электроакустического преобразователя с объектом контроля, обеспечивающее передачу акустической энергии между ними (ГОСТ 23829)

3.3 акустическая контактная среда (контактная среда)

Вещество, через которое осуществляется акустический контакт (ГОСТ 23829)

3.4 акустический пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП)

Электроакустический преобразователь, принцип работы которого основан на пьезоэлектрическом эффекте (ГОСТ 23829)

3.5 акустический прибор неразрушающего контроля (УЗ-аппаратура)

Акустическое средство неразрушающего контроля, состоящее из электронного блока и акустического блока или преобразователей, вспомогательных и регистрирующих устройств, использующее методы акустического неразрушающего контроля (ГОСТ 23829)

3.6 донный сигнал

Эхосигнал от донной поверхности объекта контроля (ГОСТ 23829)

3.7 зона контроля

Часть объекта контроля или стандартного образца, в пределах которой контролируемый параметр может быть определен с заданной степенью достоверности (ГОСТ 23829)

3.8 зона сплавления

Зона частично оплавившихся при сварке зерен основного металла на границе с металлом шва (используется в этом стандарте)

3.9 искусственный отражатель

Модель дефекта или поверхность стандартного образца, предназначенные для получения эхосигнала (ГОСТ 23829)

3.10 качество

Степень, до которой совокупность собственных характеристик удовлетворяет требованиям (ДСТУ ISO 9000)

3.11 конструкторская документация

Совокупность конструкторских документов, содержащих данные, необходимые в общем случае для разработки, изготовления, контроля, приемки, поставки и эксплуатации изделия, включая ремонт (используется в этом стандарте)

3.12 коррозия пятнами

Местная коррозия металла в виде отдельных пятен (ГОСТ 5272)

3.13 коррозионная язва

Местное коррозионное разрушение, имеющее вид отдельной раковины (ГОСТ 5272)

3.14 наклонный электроакустический преобразователь

Электроакустический преобразователь, излучающий и (или) принимающий упругие волны в направлениях, отличных от нормали к поверхности объекта контроля (ГОСТ 23829)

3.15 наплавка

Нанесение одного или нескольких слоев материала на поверхность изделия с использованием процессов сварки (ДСТУ 3761.2)

3.16 несплошность

Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений (используется в этом стандарте)

3.17 номинальная толщина сваренных деталей

Толщина основного металла деталей, указанная в чертеже (без учета допусков) в зоне, примыкающей к сварному шву (используется в этом стандарте)

3.18 номинальная толщина основного металла наплавленной детали (изделия)

Толщина основного металла детали (изделия), указанная в чертеже (без учета допусков) (используется в этом стандарте)

3.19 оборудование АЭС

Различные устройства, системы, приспособления, механизмы и т.п., установленные на АЭС и действующие в общем технологическом процессе преобразования энергии деления ядер атомов в электрическую энергию и тепло (ОСТ 34-38-702)

3.20 объем контроля

Количество объектов и совокупность контролируемых признаков, устанавливаемых для проведения контроля (ГОСТ 16504)

3.21 плакирование (плакировка)

Нанесение методом горячей прокатки или прессования на поверхность металлических листов, плит, труб, проволоки тонкого слоя другого металла или сплава (например, нанесение латунного покрытия на стальные листы) (используется в этом стандарте)

3.22 преобразователь акустического прибора неразрушающего контроля

Часть акустического прибора неразрушающего контроля, состоящая из излучающего и (или) приемного устройства, предназначенная для выработки электрических сигналов измерительной информации (ГОСТ 23829)

3.23 прямой электроакустический преобразователь

Электроакустический преобразователь, излучающий и (или) принимающий упругие волны в направления нормали к его рабочей поверхности (ГОСТ 23829)

3.24 поверхность ввода

Поверхность объекта контроля, через которую вводятся упругие колебания (ГОСТ 23829)

3.25 пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП)

Устройство, предназначенное для преобразования электрического (акустического) сигнала в акустический (электрический), основанное на использовании пьезоэлектрического эффекта и применяемое для работы в составе средств неразрушающего контроля (ГОСТ 26266)

3.26 ПЭП общего назначения

ПЭП, в технических условиях на которые не установлен конкретный тип контролируемого изделия или группы изделий (ГОСТ 26266)

3.27 раздельно-совмещенный электроакустический преобразователь

Электроакустический преобразователь, содержащий два или более чувствительных элемента, размещенных в одном корпусе, один из которых излучает, а другие принимают упругие колебания (ГОСТ 23829)

3.28 развертка типа А

Форма индикации на экране электронно-лучевой трубки в прямоугольных координатах, при которой амплитуда исследуемого сигнала представляется отклонением электронного луча по оси ординат, а время от начала цикла – отклонением по оси абсцисс (ГОСТ 23829)

3.29 сигнал акустического прибора неразрушающего контроля

Электрический или акустический сигнал, функционально связанный с контролируруемыми параметрами объекта контроля (ГОСТ 23829)

3.30 совмещенный электроакустический преобразователь

Электроакустический преобразователь, чувствительный элемент которого поочередно используется в режиме излучения и приема (ГОСТ 23829)

3.31 стандартный образец предприятия (организации); СО предприятия; СОП

Стандартный образец, утвержденный руководителем предприятия (организации) и применяемый в соответствии с требованиями нормативных документов предприятия (организации), утвердившего СО (ГОСТ 8.315)

3.32 техническая документация

Совокупность документов, необходимых и достаточных для непосредственного использования на каждой стадии жизненного цикла изделия от его создания до утилизации (СОУ НАЕК 033)

3.33 угол ввода преобразователя

Угол между нормалью к поверхности ввода и акустической осью преобразователя, измеренный в плоскости, перпендикулярной к рабочей поверхности

преобразователя и проходящей через его акустическую ось (ГОСТ 23829)

3.34 частота акустического прибора

Частота заполнения сигнала прибора акустического неразрушающего контроля, если его форма имеет вид радиоимпульса (ГОСТ 23829)

3.35 шум (помехи) преобразователя

Электрическое напряжение на ПЭП, обусловленное воздействием на него импульса генератора и флуктуационными шумами, возникающими в ПЭП, и его электрической и акустической нагрузках при сигнале помехи от внешних источников, не превышающем установленного значения, и при отсутствии полезного сигнала (эхоимпульса от определенного отражателя) (ГОСТ 26266)

3.36 электромагнитно-акустический преобразователь

Электроакустический преобразователь, принцип работы которого основан на взаимодействии возбуждаемого им электромагнитного поля с полем, наводимым в материале объекта контроля (ГОСТ 23829)

3.37 эхоимпульсный акустический метод

Акустический метод отражения, основанный на анализе параметров акустических импульсов, отраженных от дефектов и поверхностей объекта контроля (ГОСТ 23829)

3.38 эхосигнал

Сигнал, обусловленный отражением упругих волн от неоднородностей и (или) от границы раздела двух сред (ГОСТ 23829)

4 ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АЭС	– атомная электростанция
ГП «НАЭК «Энергоатом»	– государственное предприятие «Национальная атомная энергогенерирующая компания «Энергоатом»
КД	– конструкторская документация
НД	– нормативный документ
ОП	– обособленное подразделение
ОТК	– отдел технического контроля
ПНАЭ	– правила и нормы в атомной энергетике
ПОТ	– правила охраны труда
ППБ	– правила пожарной безопасности
ПРБ	– правила радиационной безопасности
ПТЭ	– правила технической эксплуатации
ПЭВМ	– персональная электронно-вычислительная машина
ПЭП	– пьезоэлектрический преобразователь
СОП	– стандартный образец предприятия

СО	– стандартный образец
СУ	– сканирующее устройство
ТД	– технологическая документация
УЗ	– ультразвуковой
ЭМА	– электромагнитно-акустический

5 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1 Измерение толщины УЗ методом применяется в местах, недоступных для измерения толщины механическим измерительным инструментом (типа штангенциркуля, микрометрического или индикаторного глубиномера).

5.2 Измерения толщины УЗ-методом выполняются, как правило, на эквидистантных (равноудаленных) поверхностях или участках поверхностей.

5.3 Необходимость проведения измерений толщины УЗ-методом, объем измерений, конкретные точки для измерений и критерии оценки результатов (значения минимально допустимых толщин) должны быть оговорены в КД и ТД.

5.4 КД и ТД, содержащая требование измерения толщины УЗ методом, должна быть согласована с подразделением контроля металла в целях:

- оценки технической возможности измерения толщины с заданной погрешностью;
- оценки правильности формулирования требований по измерению толщины;
- проведения своевременной подготовки производства (разработка технологических карт измерения толщины, изготовление образцов, приспособлений и др.).

5.5 Погрешность измерений определяется при доверительной вероятности $P = 0,95$. Необходимость оценки погрешности при более высоком значении доверительной вероятности должна быть указана в КД и ТД.

5.6 Оценка годности изделия по фактическим показаниям прибора (без учета погрешности) проводится, если выполняется одно из следующих условий:

5.6.1 Погрешность измерений не превышает 35% половины поля допуска на контролируемый размер; при одностороннем допусковом контроле (отдельно по нижнему или верхнему отклонению) погрешность измерений не превышает 35% соответствующего предельного отклонения.

5.6.2 В КД и ТД указано предельное значение измеряемой (минимально допустимое значение) толщины.

5.6.3 Если установленная погрешность измерения превышает значения, указанные в 5.6.1 этого стандарта, и нет возможности применить более точное средство измерения, то назначаются сокращенные приемочные границы, смещение которых определяется по формуле (1).

$$\Delta = (\delta) - 0,35 (\Delta_{\text{н}} + \Delta_{\text{в}}) / 2 \quad (1)$$

где δ - погрешность метода измерения, определенная по методике, изложенной в приложении А;

$\Delta_{\text{н}}$ и $\Delta_{\text{в}}$ - нижнее и верхнее отклонения от номинального размера.

5.7 Если условия 5.6.1 - 5.6.3 не выполняются, а также в случаях, когда КД предусматривает факультативное измерение толщины УЗ-методом или метод измерения не указан, оценка годности изделия не проводится.

5.8 Измерение толщины выполняется дискретно - в отдельных точках или непрерывно вручную или с помощью СУ.

5.9 КД и ТД, предусматривающие измерение толщины УЗ-методом, должны включать схему разметки изделия на точки (для дискретных измерений), в которых необходимо проводить измерения. Схема разметки должна иметь привязку начала отсчета.

5.10 КД и ТД, предусматривающие измерение толщины УЗ-методом, должны содержать следующие операции:

- а) разметку изделия с нумерацией точек измерения (для дискретных измерений);
- б) подготовку поверхности;
- в) проверку качества подготовки контролируемой поверхности;
- г) оценку погрешности измерения (в случае если доверительная вероятность будет отличаться от 0,95);
- д) измерение толщины.

5.11 Оценка погрешности измерения для однотипных изделий принимается в соответствии с разделом 11.

5.12 На основании этого стандарта должны быть разработаны технологические карты измерения толщины.

5.13 На несколько изделий может быть составлена одна технологическая карта измерения толщины, если выполняются следующие условия:

- а) изделия изготовлены из стали или сплава одинаковой марки и подверглись одинаковому виду пластической деформации;
- б) поверхности изделий в точках измерения имеют одинаковое значение шероховатости поверхности;
- в) диапазон измеряемых толщин соответствует характеристикам преобразователя;

5.14 Технологическая карта измерения толщины должна иметь порядковый номер и содержать:

- идентификационные данные объекта контроля (наименование изделия, номер чертежа, обозначение контролируемого объекта или антикоррозионного покрытия и т.д.);
- схему разметки изделия для измерения толщины;
- обозначение марки стали, а для наплавки - марки сварочных материалов, число слоев;
- информацию о применяемых средствах контроля;
- качество подготовки контролируемой поверхности;
- документ по контролю и оценке качества (указание об оценке годности изделия).

5.15 Отступления от данной методики должны быть оформлены техническим решением.

6 КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

6.1 К работам по измерению толщины УЗ-методом монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий допускаются контролеры (специалисты, дефектоскописты, лаборанты и т.д.), прошедшие проверку знаний по вопросам ПОТ, ППБ, ПРБ, ПТЭ и ПНАЭ (в объеме должностных (рабочих) инструкций и квалификационных характеристик), теоретическую и практическую подготовку по измерению толщины УЗ-методом, и аттестованные в соответствии с требованиями раздела 4 ПН АЭ Г-7-010-89.

6.2 К работам по измерению толщины УЗ-методом допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие среднее, средне-специальное или высшее образование и получившие положительное заключение по результатам медицинского обследования.

6.3 Теоретическая и практическая подготовка контролеров по измерению толщины УЗ-методом проводится по программам подготовки к аттестации контролеров ГП «НАЭК «Энергоатом».

6.4 Контролеры имеют право проводить измерение толщины УЗ-методом монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий на оборудовании и трубопроводах при условии наличия у них удостоверений установленной формы на право проведения измерения толщины УЗ-методом. При этом аттестационная комиссия по аттестации контролеров ОП должна провести дополнительную проверку практических навыков для контролеров, которых привлекает из сторонних организаций (организаций не являющихся структурными подразделениями ГП «НАЭК «Энергоатом») для проведения контроля при эксплуатации с оформлением результатов.

6.5 Квалификация контролеров, аттестованных с правом выдачи заключений, должна быть не ниже 4 разряда.

7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 При выполнении работ по измерению толщины УЗ-методом необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.002.

7.2 При эксплуатации УЗ-аппаратуры, представляющей собой переносные электроприемники, должны соблюдаться требования НПАОП 40.1-1.21-98, ГОСТ 12.1.001 и требования «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей».

7.3 Мероприятия по пожарной безопасности выполняются в соответствии с требованиями НАПБ А.01.001-2014.

7.4 При использовании на участке контроля подъемных механизмов должны быть учтены требования НПАОП 0.00-1.01-07.

7.5 К работам с УЗ-аппаратурой допускаются лица, прошедшие инструктаж и имеющие I квалификационную группу по электробезопасности для приборов с автономным питанием и II квалификационную группу для приборов с питанием от сети 220 В.

7.6 Измерение толщины УЗ-методом рекомендуется выполнять звеном не менее чем из двух контролеров.

7.7 Работы по измерению толщины УЗ-методом на оборудовании и

трубопроводах выполняются по наряд-допуску или распоряжению в установленном на ОП порядке.

7.8 При измерении толщины УЗ-методом на расстоянии менее 10 метров от мест выполнения сварочных, шлифовальных, обрубочных и т.п. работ, рабочее место контролера должно быть ограждено защитным экраном.

Запрещается применять масло в качестве контактной жидкости при проведении контроля на расстоянии менее 3 метров от места кислородной резки, сварки, а также в помещении, где находятся кислородные баллоны.

При контроле объектов, рабочей средой которых является кислород, в качестве контактной среды необходимо применять жидкости на основе декстрина или обойного клея, специальные гели, не имеющие в своем составе компонентов, которые при контакте с кислородом образуют легковоспламеняющиеся и взрывоопасные соединения.

7.9 При обнаружении неисправности УЗ-аппаратуры работы по измерению толщины УЗ-методом необходимо прекратить и отключить УЗ-аппаратуру.

7.10 При использовании электромагнитно-акустического (ЭМА) толщиномера, следует помнить, что в ЭМА- преобразователи встроены постоянные магниты и неосторожная установка ЭМА- преобразователя на объект контроля может привести к травмам. Применяя данные приборы, во избежание удара за счет сильного магнитного притяжения, необходимо устанавливать ЭМА- преобразователь на объект контроля из ферромагнитного материала под углом 45°, противодействуя силе притяжения. Для обеспечения отрыва ЭМА- преобразователя его необходимо предварительно наклонить под углом 45°. Следует избегать случайного приближения ЭМА- преобразователя к объектам из ферромагнитных материалов, т.к. это может привести к травмам.

8 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ

8.1 Измерение толщины допускается проводить с помощью УЗ-аппаратуры, использующей различные способы генерации продольных и сдвиговых ультразвуковых волн (пьезоэлектрический, электромагнитно-акустический и других физических способов).

Для измерения толщины рекомендуется применять УЗ-аппаратуру с цифровой индикацией результатов измерений, а также имеющую функцию построения развертки типа А-(В-скан) с возможностью запоминания и вывода результатов измерений на ПЭВМ для создания баз данных измерения толщины.

8.2 УЗ-аппаратура

8.2.1 Для измерения толщины следует применять следующую УЗ-аппаратуру, работающую в диапазоне частот от 0,5 МГц до 20,0 МГц:

- цифровые УЗ-толщинометры с цифровой индикацией результатов измерений, а также имеющие функцию построения развертки типа А-скан;
- пьезоэлектрические преобразователи с возможностью подключения к выбранному типу дефектоскопа;
- УЗ-толщинометры в комплекте с СУ, предназначенные для непрерывного измерения толщины в режиме «Рельеф»;

– цифровые УЗ-дефектоскопы, работающие в режиме толщинометрии, второй и выше группы.

8.2.2 Допускается применять ЭМА-толщиномеры.

8.2.3 Диапазон применения УЗ-аппаратуры по минимальным и максимальным геометрическим размерам (толщина стенки, радиус кривизны) определяется параметрами конкретной аппаратуры или устанавливается экспериментально.

8.2.4 УЗ-аппаратура должна иметь паспорта или формуляры и проходить метрологическую аттестацию и калибровку в установленном порядке.

8.3 Преобразователи

8.3.1 Для измерения толщины следует применять наклонные, прямые, совмещенные или раздельно-совмещенные преобразователи с протектором в диапазоне частот от 0,8 МГц до 15,0 МГц.

8.3.2 Выбор преобразователей для измерения толщины изделия производится в соответствии с диапазоном измеряемых толщин, указанных в паспорте ПЭП с учетом 8.2.3.

8.3.3 Все используемые для контроля преобразователи должны проходить калибровку в комплекте с УЗ-аппаратурой.

8.4 Кабели

8.4.1 Кабели, подключаемые к УЗ-аппаратуре и преобразователям должны иметь разъемы и тип, указанные в руководстве по эксплуатации на применяемое оборудование, а так же длину, обеспечивающую работоспособность УЗ-аппаратуры.

8.5 Контактная среда

8.5.1 Подготовленные для работы поверхности необходимо проверить на соответствие требованиям раздела 9 и непосредственно перед контролем тщательно протереть ветошью и покрыть слоем акустической контактной среды.

8.5.2 Контактная среда должна обладать достаточной смачиваемостью, вязкостью и однородностью, быть прозрачной для ультразвука в рабочем диапазоне частот, легко удаляться с поверхности, быть безвредной для дефектоскописта и не вызывать коррозию контролируемой поверхности.

8.5.3 В качестве контактной среды применяют жидкие технические масла, глицерин и т. д.

При большой кривизне поверхности контролируемого изделия следует использовать контактную среду более густой консистенции.

8.5.4 Вещества, входящие в состав контактной среды, и сама контактная среда не является дефектоскопическим материалом и входному контролю не подлежат.

8.6 Образцы

Для настройки УЗ-аппаратуры используются СОП следующих типов:

8.6.1 Т1 (рис.1) - для настройки скорости развертки УЗ-аппаратуры при измерении толщины монометалла и биметалла.

8.6.2 Т2 (рис.2) - для настройки УЗ-аппаратуры при измерении толщины монометалла.

8.6.3 ТБ 1 (рис.3) - для настройки УЗ-аппаратуры при измерении толщины

биметалла.

8.6.4 ТН1 (рис.4) - для настройки скорости развертки УЗ-аппаратуры при измерении толщины антикоррозионного покрытия со стороны основного металла.

8.6.5 ТН2 (рис.5) - для настройки УЗ-аппаратуры при измерении толщины антикоррозионного покрытия со стороны покрытия.

8.6.6 ТН3 (рис.6) - для настройки УЗ-аппаратуры при измерении толщины антикоррозионного покрытия, как со стороны основного металла, так и со стороны покрытия.

8.6.7 ТНН1 (рис.7) - для настройки УЗ-аппаратуры при измерении толщины плакирующего слоя биметаллических труб наклонными ПЭП.

8.6.8 СОП может совмещать функции по 8.6.3 и 8.6.4. В этом случае он обозначается ТБ1Н1.

Примечание. При изготовлении СОП типа ТН положение границы сплавления определяется УЗ-методом по номинальному значению расстояния до соответствующего эхосигнала.

8.6.9 При измерении толщины труб и гибов с наружным диаметром < 100 мм СОП рекомендуется выполнять в виде фрагментов этих изделий (рис.8).

8.6.10 Для получения высоких точностных показателей измерения в КД и ТД может быть предусмотрено изготовление СОП непосредственно из контролируемой заготовки с учетом 8.6.9.

8.6.11 Возможно применение фрагментов СОП по 8.6.4 и 8.6.5. При этом глубина пазов или высота ступеней выбираются исходя из толщины контролируемого покрытия. Обозначение типа СОП (ТН1 или ТН2) сохраняется.

8.6.12 Допускается применение других СОП при условии выполнения требований указанных в 8.7 и 8.8 этого документа.

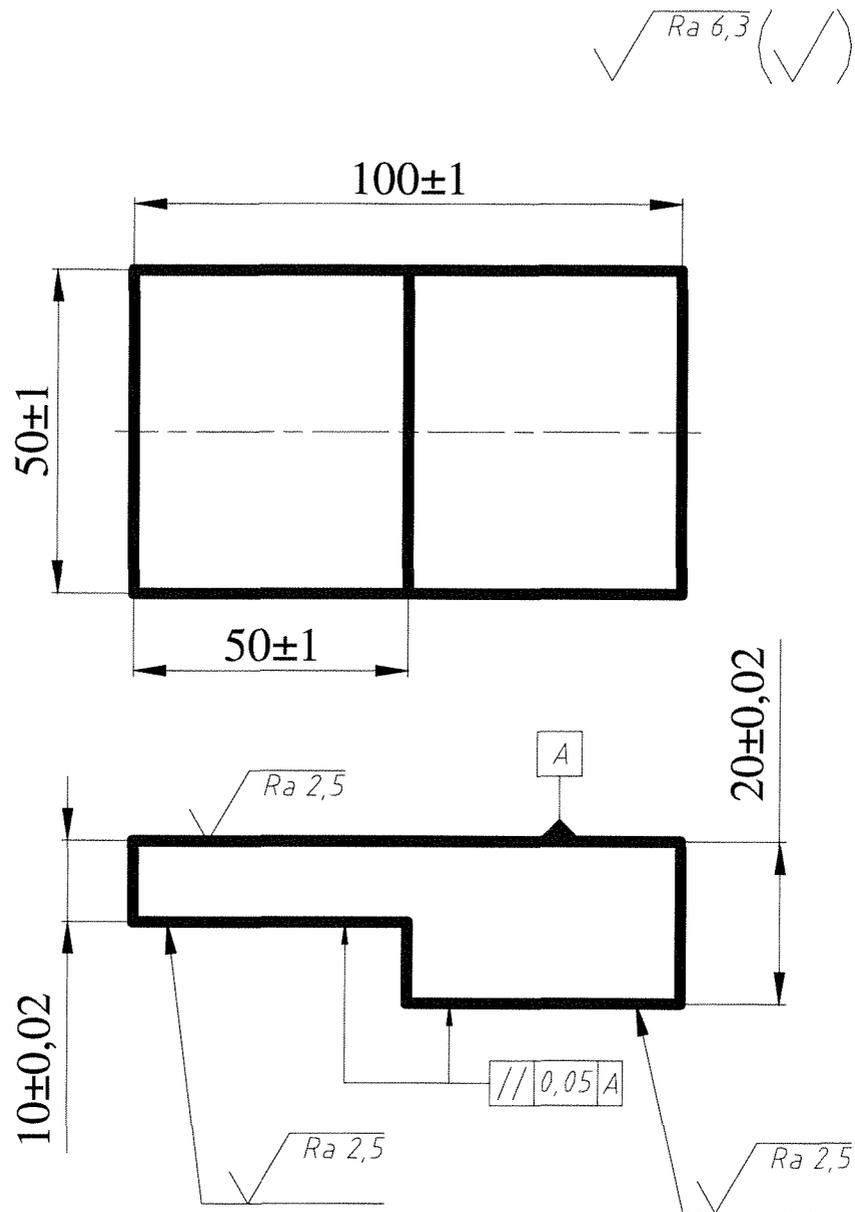


Рисунок 1 - СОП тип Т1 для настройки скорости развертки УЗ-аппаратуры при измерении толщины монометалла и биметалла

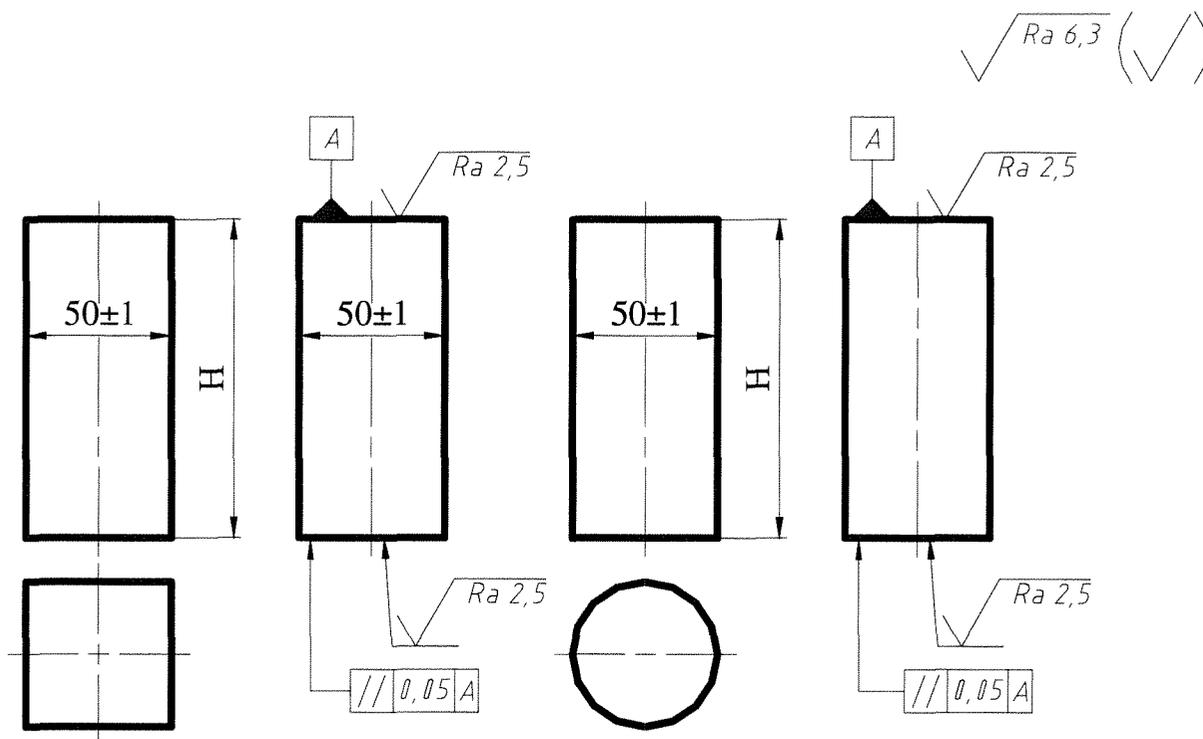


Рисунок 2 - СОП тип Т2 для настройки УЗ-аппаратуры при измерении толщины монометалла: а – вариант 1; б – вариант 2 (варианты 1 и 2 равнозначны); $H = (1 \pm 0,1) \cdot H_0$, где H_0 – номинальная толщина контролируемого изделия

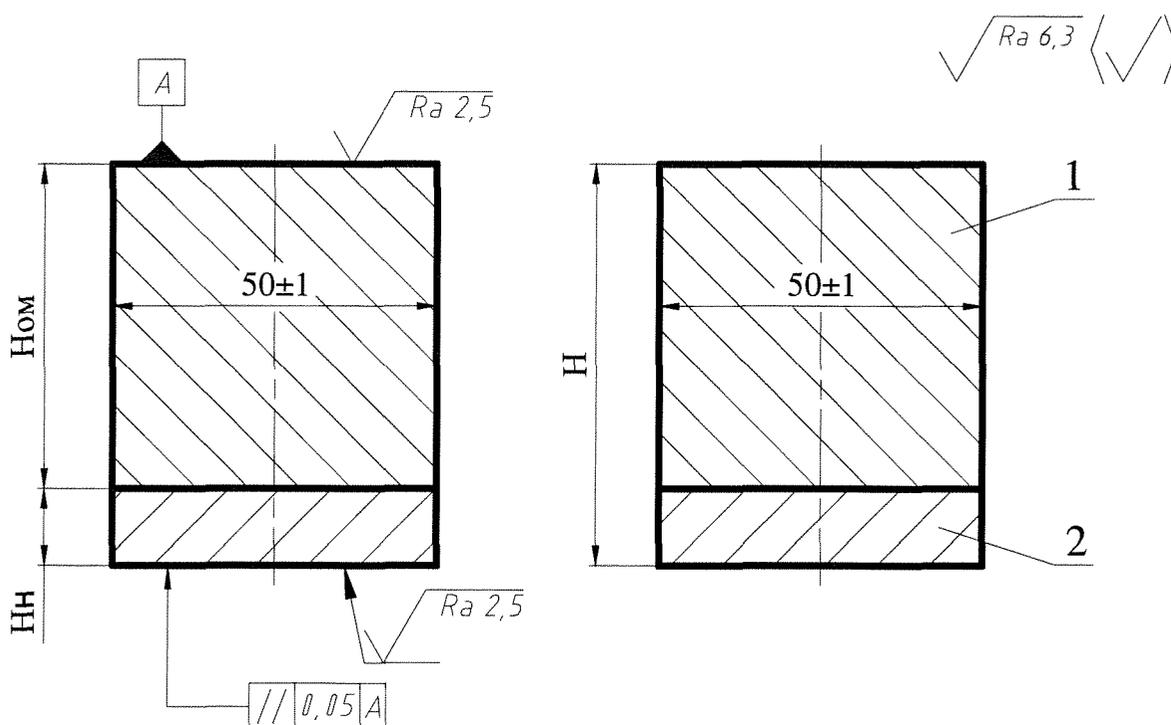


Рисунок 3 - СОП тип ТБ1 для настройки УЗ-аппаратуры при измерении толщины биметалла: 1 - основной металл; 2 - антикоррозионное покрытие; $H = (1 \pm 0,1) \cdot H_0$; $H_{ом} = (1 \pm 0,1) \cdot H_{ом0}$; $H_{н} = H_{нmin} + 2$ мм, где H_0 , $H_{ом0}$ - номинальные значения толщин биметалла и основного металла соответственно; $H_{нmin}$ - минимальная толщина антикоррозионного покрытия

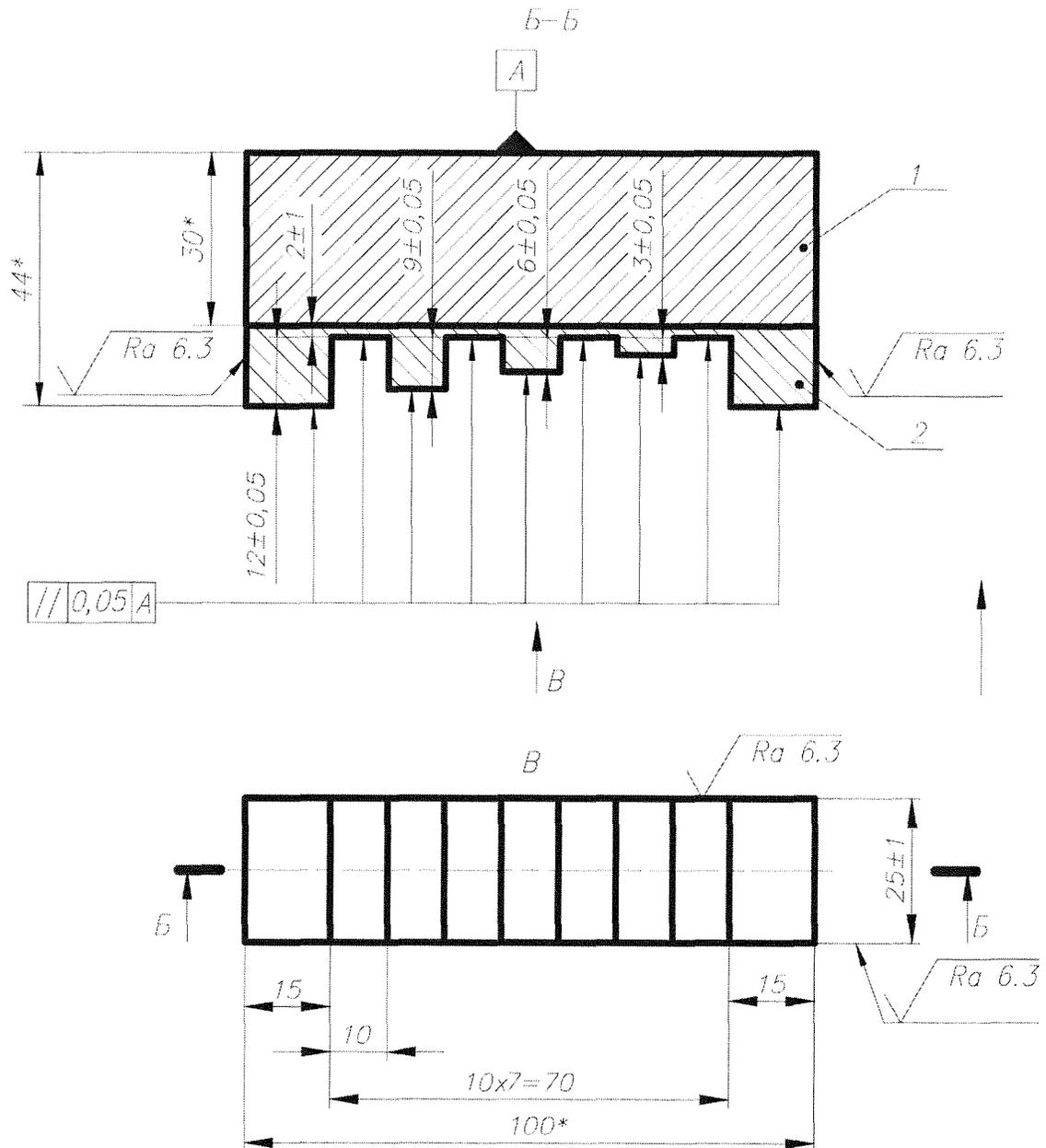


Рисунок 4 - СОП тип ТН1 для настройки скорости развертки УЗ-аппаратуры при измерении толщины антикоррозионного покрытия со стороны основного металла. (Допуск на размеры 15 и 10 составляет $\pm 2,0$; * - размер для справки): 1 - основной металл; 2 - антикоррозионное покрытие

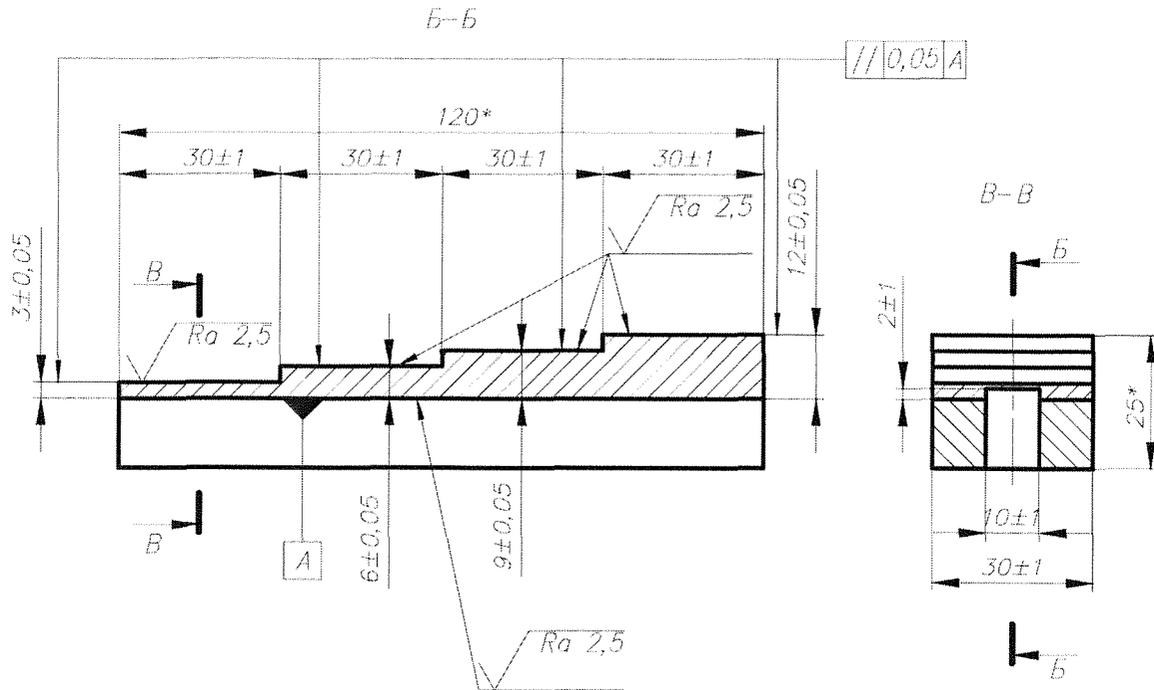


Рисунок 5 - СОП тип ТН2 для настройки УЗ-аппаратуры при измерении толщины антикоррозионного покрытия со стороны покрытия (* - размер для справки):
 1 - антикоррозионное покрытие; 2 - основной металл

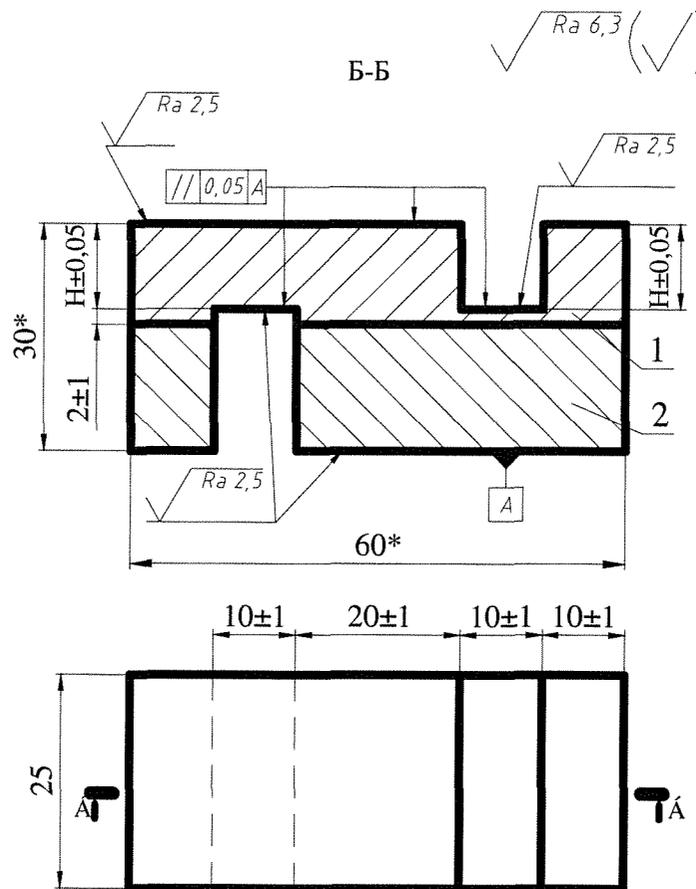


Рисунок 6 - СОП тип ТН3 для настройки УЗ-аппаратуры при измерении толщины антикоррозионного покрытия, как со стороны основного металла, так и со стороны покрытия (* - размер для справки): 1 - антикоррозионное покрытие; 2 - основной металл; $H = H_n \pm 1$, где H_n - номинальная толщина антикоррозионного покрытия

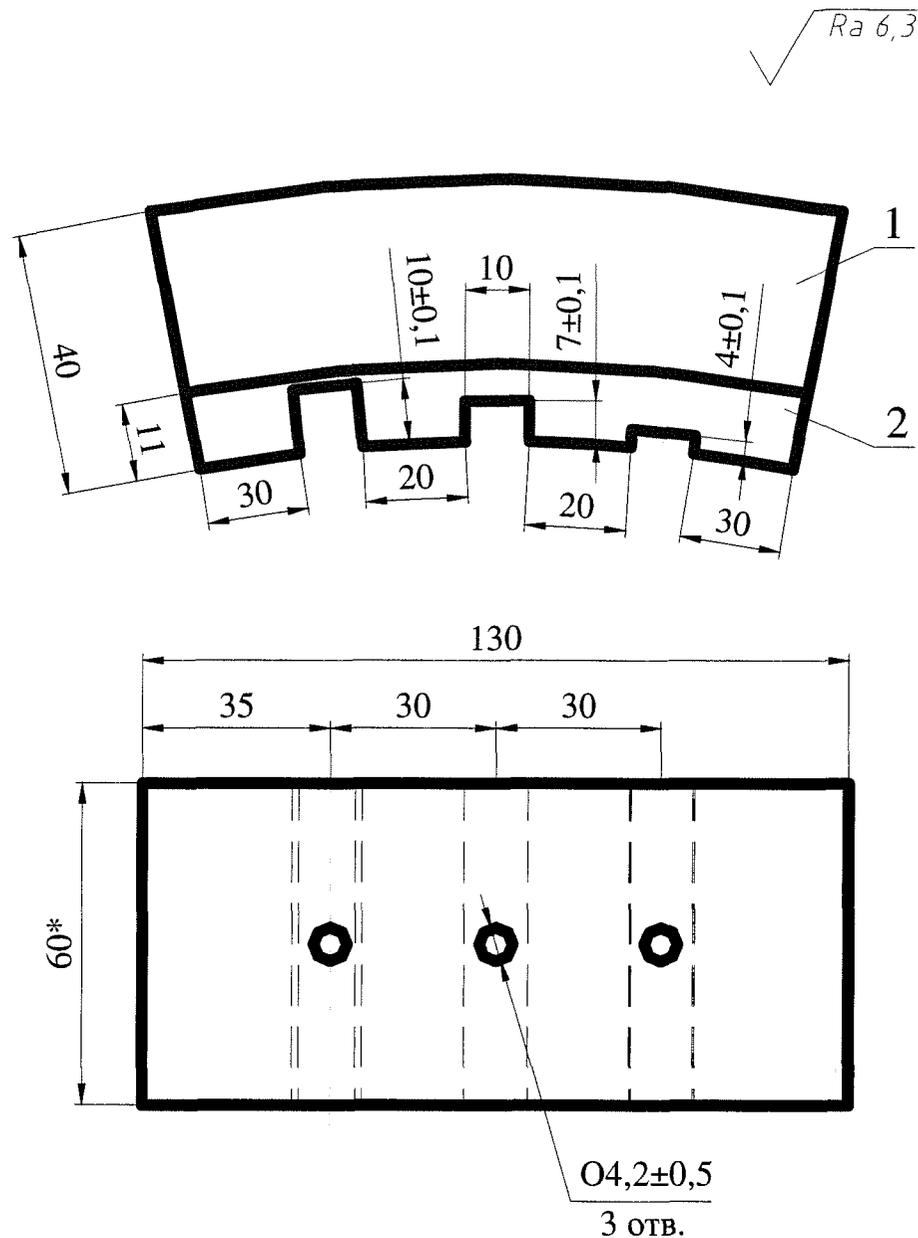


Рисунок 7 - СОП тип ТНН1 для настройки УЗ-аппаратуры при измерении толщины плакирующего слоя биметаллических труб наклонным ПЭП (В СОП допускается изготавливать пазы или плоскодонные отражатели. Глубина расположения дна отверстий должна быть такой же, как глубина пазов): 1 - основной металл; 2 - плакирующий слой; * - при УЗ-толщинометрии наклонными преобразователями ширина образца 150 мм

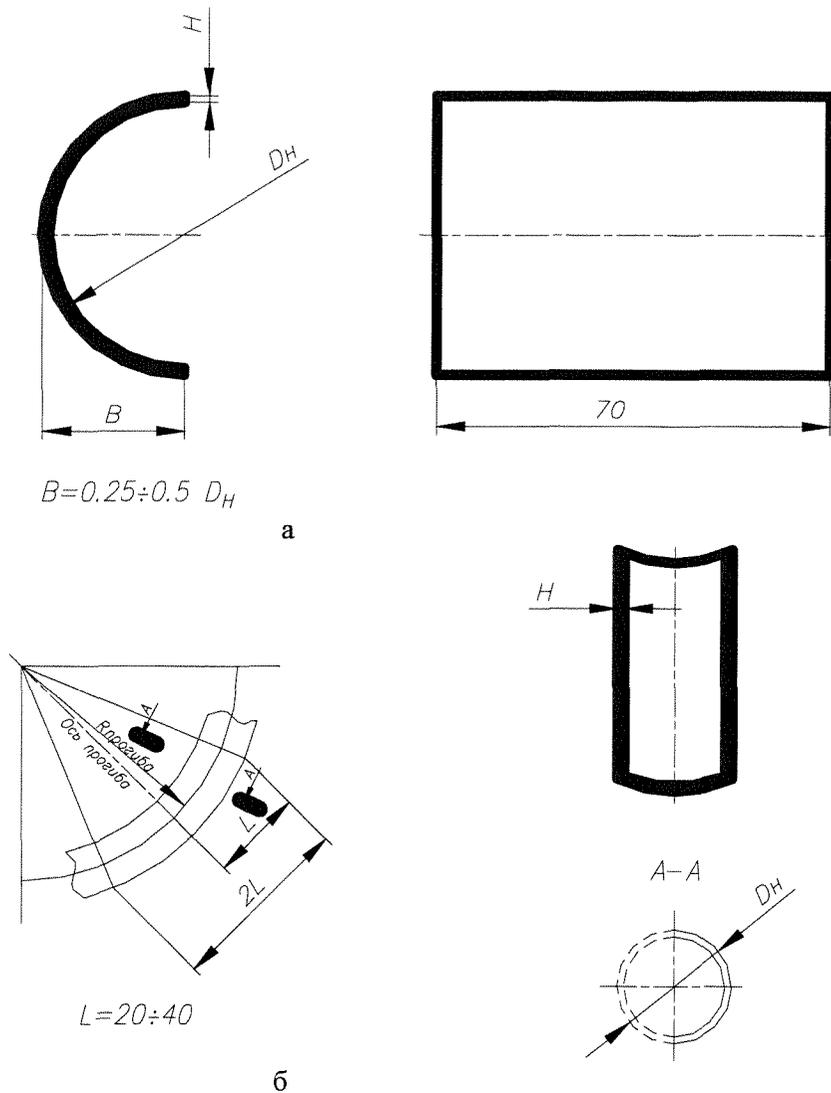


Рисунок 8 - СОП в виде фрагментов изделий: а - отрезка трубы; б - участкагиба трубы

8.7 СОП должны быть выполнены из того же материала, а для СОП с антикоррозионными покрытиями и по той же технологии, иметь ту же шероховатость поверхности что и контролируемое изделие. В них должны отсутствовать несплошности, обнаруживаемые методами УЗК.

Допускаются следующие отличия по свойствам образца:

- по скорости звука..... $\pm 5\%$;
- по характеристическому импедансу..... $\pm 5\%$;
- по коэффициенту затухания..... $\pm 20\%$;
- по параметру шероховатости R_a ;
- по поверхности ввода.....2,5 мкм;
- по донным сигналам при одинаковой толщине.....4 дБ.

При выполнении последнего требования затухание не проверяется.

Ширина СОП должна быть больше размера преобразователя и обеспечивать отсутствие влияния отражения от боковых поверхностей на амплитуду эхосигнала от искусственного отражателя.

8.8 СОП должны проходить метрологическую аттестацию и калибровку с учетом 8.7 этого стандарта в установленном порядке. Проверяются следующие

параметры: состояние и шероховатость рабочих поверхностей (тех поверхностей, на которые устанавливается ПЭП при измерении, и поверхностей, отражающих звук) и расстояние между рабочими поверхностями (толщина).

8.9 Периодичность калибровок указывается в паспортах СОП и должна проводиться один раз в год.

8.10 Каждый СОП должен иметь маркировку, указывающую его тип, регистрационный номер и толщины, по которым проводится настройка.

8.11 В паспорте на СОП должны указываться тип, регистрационный номер образца, его назначение, результаты метрологической аттестации и калибровки. Паспорт подписывается руководителями метрологической службы и подразделения контроля металла предприятия.

9 ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К ИЗМЕРЕНИЮ ТОЛЩИНЫ УЗ-МЕТОДОМ

9.1 Измерение толщины УЗ-методом, в общем случае, проводится при температуре окружающего воздуха и поверхности изделия от + 5 °С до + 40 °С.

9.2 Проводится разметка и нумерация точек (при дискретном измерении) в соответствии с технологической картой измерения толщины. Разметка должна быть выполнена так, чтобы она не мешала измерению и не стиралась при осуществлении процесса измерения. Например, разметка может быть выполнена с помощью маркировочного фломастера.

9.3 Для измерения толщины основного металла подготавливается площадка размером 30 мм × 30 мм с центром в точке измерения.

9.4 Для измерения толщины антикоррозионного покрытия прямыми и раздельно-совмещенными ПЭП подготавливается площадка размером 50 мм × 50 мм. При использовании наклонных ПЭП размер площадки 40 мм × 3,4 • Н с центром в точке измерения, где Н - толщина изделия, мм. Большой размер площадки на криволинейных поверхностях – вдоль прямолинейной образующей параллельно к направлению наплавки.

9.5 Подготовленная площадка должна быть свободна от загрязнений, отслаивающейся окалины или краски. Шероховатость поверхности изделия со стороны ввода УЗ-колебаний должна быть не более $Ra = 6,3$ мкм ($Rz = 40$ мкм) по ГОСТ 2789.

9.6 Допускается проводить измерения толщины стенки сосудов и трубопроводов, наполненных водой.

9.7 При измерении толщины УЗ-методом на участках зачистки поверхностных несплошностей в месте максимальной глубины выборки для установки ПЭП должна быть подготовлена плоская площадка диаметром 15 мм, параллельная поверхности изделия. В некоторых случаях измерение может быть выполнено со стороны, противоположной выборке.

9.8 Если выборка имеет крутой профиль и обеспечить плоскую площадку для установки ПЭП не представляется возможным, то следует измерить толщину в точках вокруг выборки. Глубина выборки измеряется микрометрическим либо индикаторным глубиномером. Толщина изделия в месте выборки находится как разница между его минимальной толщиной вокруг выборки по данным измерений УЗ-методом и максимальной глубиной выборки по результатам измерения микрометрическим либо индикаторным глубиномером. Погрешность этого измерения принимается равной погрешности УЗТ, определенной по приложению А.

9.9 Изделия предъявляются на контроль в порядке, принятом на ОП.

9.10 Подготовка изделия к измерению толщины УЗ-методом, создание необходимых условий для его выполнения (установка лесов или подмостей, снятие тепло- и гермоизоляции, очистка, обезжиривание и т.д.), а также удаление контактной среды после проведения измерения в обязанности контролера не входят.

9.11 В случае использования электромагнитно-акустического толщиномера специальные меры по подготовке контролируемой поверхности не требуются.

10 НАСТРОЙКА УЗ-АППАРАТУРЫ

10.1 Настройка УЗ-аппаратуры включает две операции:

10.1.1 Установка нуля или настройка задержки развертки.

10.1.2 Настройка на скорость звука в изделии.

10.2 Настройка на скорость звука в изделии проводится:

- 1) для монометаллов - по образцу Т1 (рис.1);
- 2) для биметаллов - по образцу ТБ1 (рис.3);
- 3) для антикоррозионных покрытий при измерении со стороны основного металла - по образцам ТН1 или ТН3 (рис.4 или 6);
- 4) для антикоррозионных покрытий при измерении со стороны покрытия - по образцам ТН2 или ТН3 (рис.5 или 6);
- 5) для плакирующего слоя биметаллических труб наклонным ПЭП - по образцу ТНН1 (рис.7).

10.2.1 Настройка на скорость звука в изделии заключается в такой регулировке УЗ-аппаратуры, чтобы:

- расстояние между эхосигналами от ступней 10 мм и 20 мм образца Т1 (рис.1) составляло 10,0 мм;
- расстояние между первым и вторым донными эхосигналами из образца ТБ1 (рис.9,а) составляло Н;
- расстояние между первым и вторым донными эхосигналами ступени образца ТН2 или покрытия под пазом образца ТН3 (рис.9,б) соответствовало толщине покрытия на данном участке образца;
- расстояние между эхосигналами от впадины и выступа образцов ТН1, ТН3 или ТНН1 (рис.10, 11) соответствовало глубине паза.

10.3 Установка нуля и настройка задержки развертки проводится в соответствии с инструкцией по эксплуатации УЗ-аппаратуры.

10.3.1 Установка нуля или настройка задержки развертки УЗ-аппаратуры выполняется:

- 1) для монометаллов - по образцу Т2 (рис.2) или по образцам вмонтированным в корпус УЗ-аппаратуры;
- 2) для биметаллов - по образцу ТБ1 (рис.3);
- 3) для антикоррозионных покрытий со стороны основного металла - по донному сигналу на изделии;
- 4) для антикоррозионных покрытий при измерении со стороны покрытия - по образцам ТН2 или ТН3 (рис.5 или 6);
- 5) для антикоррозионного слоя биметаллических труб наклонным ПЭП - по образцу ТНН1 (рис.7).

Примечание. Операции по 10.3.1, 1) и 2) допускается проводить по участку изделия, доступному прямому измерению с погрешностью, не превышающей $\pm 0,05$ мм.

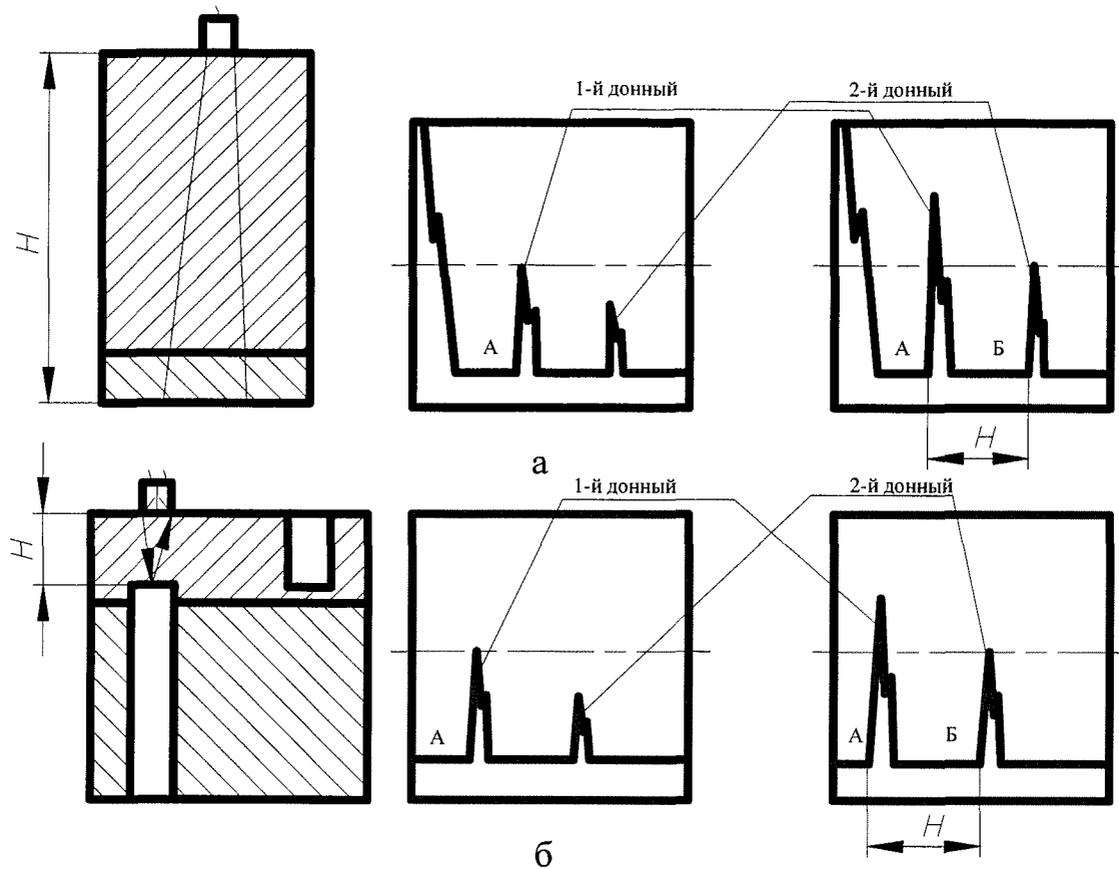


Рисунок 9 - Схема настройки на скорость звука в изделии по образцам ТБ1 (а) и ТН3 (б)

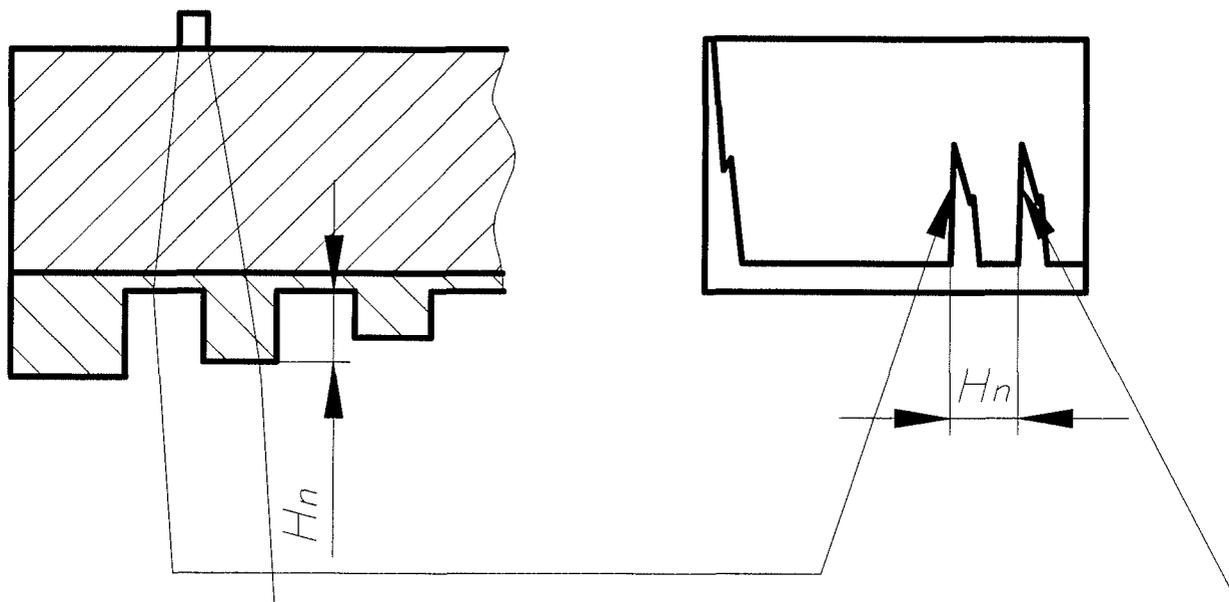


Рисунок 10 - Настройка на скорость звука в антикоррозионном покрытии по образцу ТН1

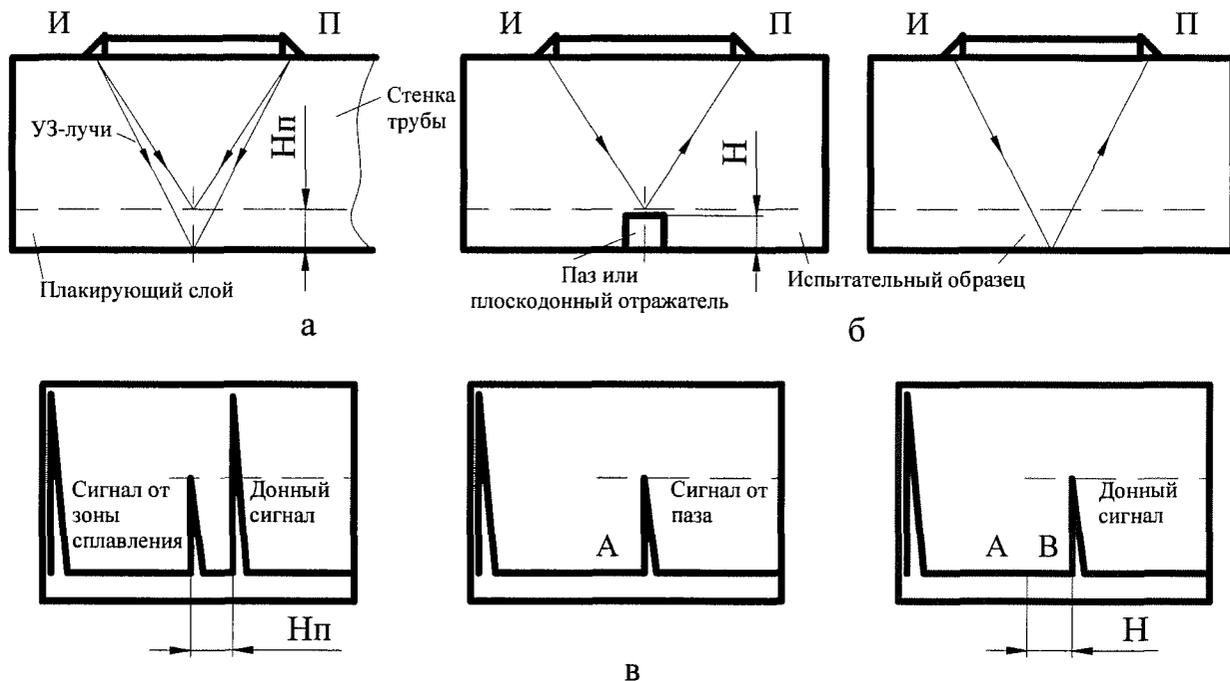


Рисунок 11 - Измерение толщины антикоррозионного покрытия наклонными преобразователями: а - схема измерения; б - схема настройки УЗ-аппаратуры; в - осциллограммы экрана, УЗ-аппаратуры; где И - излучатель; П - приемник; $H_{п}$ – толщина антикоррозионного покрытия (плакирующего слоя); Н - глубина паза (плоскодонного отверстия)

10.3.2 Настройка задержки развертки УЗ-аппаратуры имеющей развертку типа А заключается в такой регулировке, чтобы измеряемые эхосигналы занимали положение в пределах средней трети горизонтальной шкалы экрана.

10.3.3 В случаях, когда УЗ-аппаратура имеет калиброванный измеритель скорости звука, настройка скорости звука может быть выполнена путем установки на УЗ-аппаратуре известного значения этой скорости.

10.3.4 Во всех случаях настройки и измерения высота измеряемого эхосигнала должна быть одинаковой и находиться в пределах от 1/5 до 1/2 высоты экрана УЗ-аппаратуры имеющей развертку типа А.

10.3.5 Если при измерении толщины нет устойчивого эхосигнала, то путем вращения или небольшого перемещения ПЭП следует добиться устойчивого эхосигнала.

10.3.6 Форма эхосигнала может быть оптимизирована введением отсечки или другими способами, реализовать которые позволяет используемый тип УЗ-аппаратуры имеющей развертку типа А. При этом положения оптимизирующих регулировок в режимах настройки и измерения не должны отличаться.

10.3.7 Для УЗ-аппаратуры имеющей развертку типа А отсчет положения измеряемого эхосигнала проводится по точке пересечения переднего фронта эхосигнала с горизонтальной линией развертки.

10.3.8 После окончания настройки ее следует проверить на образце или в контрольной точке на изделии по толщине, отличающейся от настроечной не более чем на 10%. Если при этом будет получено отклонение от фактической толщины более чем на величину дискретности измерения то настройку следует повторить.

10.3.9 После проверки настройки УЗ-аппаратуры положение органов

регулировки необходимо зафиксировать, убедившись, что настройка не сбилась во время фиксации.

10.3.10 При настройке УЗ-аппаратуры, работа которой основана на эхо-импульсном методе, и измерении толщины этой аппаратурой необходимо обеспечить плотное и равномерное прилегание ПЭП к поверхности изделия.

10.3.11 При настройке УЗ-аппаратуры, работа которой основана на электромагнитно-акустическом методе, и измерении толщины этой аппаратурой расположение ЭМА-преобразователя относительно поверхности изделия определяется в соответствии с руководством по эксплуатации (паспортом) на применяемую УЗ-аппаратуру.

11 ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

11.1 Погрешность измерения толщины УЗ-методом определяется в соответствии с методикой, изложенной в приложении А.

11.2 При измерении толщины антикоррозионной наплавки погрешность Δ принимается равной $\pm 1,0$ мм при установленной доверительной вероятности $P = 0,95$ (далее по тексту Р).

11.3 При измерении толщины плакировки листов и изделий, изготовленных из плакированных листов, погрешность принимается равной $\pm 0,2$ мм при $P = 0,95$.

11.4 При измерении толщины монометаллических изделий из сталей перлитного класса и биметаллических изделий толщиной 20 мм или более погрешность принимается равной $\pm 0,01 \cdot H$, но не менее шага дискретности цифровки УЗ-аппаратуры, где H – толщина изделия.

11.5 При измерении толщины монометаллических изделий толщиной менее 20 мм погрешность принимается равной $\pm 0,2$ мм при $P=0,95$.

11.6 Если СОП типов Т1, Т2 или ТБ1 изготовлены непосредственно из контролируемой заготовки, то погрешность принимается равной шагу дискретности УЗ-аппаратуры.

11.7 В случае если доверительная вероятность будет отличаться от 0,95, то погрешность измерений определяется по методике, данной в приложении А.

12 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

12.1 Перед проведением измерения толщины УЗ-методом контролер должен ознакомиться с технологической картой измерения толщины.

12.2 Выполнить настройку УЗ-аппаратуры в соответствии с разделом 10.

12.3 На каждом из заранее намеченных участков следует выполнить однократное измерение толщины (при дискретном измерении). Если при выполнении измерений произошла грубая ошибка, т.е. погрешность измерений существенно превысила ожидаемую в данных условиях, то этот результат отбрасывается и выполняются три измерения взамен ошибочного. В этом случае за результат измерения принимается минимальное значение.

12.4 При измерении толщины УЗ-методом трубопроводов раздельно-совмещенным ПЭП акустический экран, разделяющий призмы ПЭП, должен быть ориентирован перпендикулярно к образующей трубы.

12.5 Порядок измерения толщины в местах выборок изложен в 9.7, 9.8.

12.6 Особенности измерения толщины антикоррозионных покрытий.

12.6.1 При измерении толщины УЗ-методом со стороны основного металла следует использовать прямые совмещенные ПЭП с жестким протектором, конструкция и размеры которых обеспечивают получение акустического контакта с поверхностью изделия, частоту ультразвуковых колебаний необходимо выбирать из условия получения наиболее четкого сигнала. При этом рекомендуется применять ПЭП с более высоким значением номинальной частоты и узкой диаграммой направленности.

12.6.2 При измерении толщины УЗ-методом плакирующего слоя труб наклонными ПЭП используются преобразователи с углом ввода от 40° до 52° , частотой от 2 МГц до 5 МГц.

12.6.3 Для измерения толщины УЗ-методом антикоррозионных покрытий (наплавки и плакировки) номинальной толщиной от 2 мм со стороны покрытия применяются раздельно-совмещенные ПЭП с частотой от 4 МГц до 6 МГц, максимальный размер контактной поверхности 16 мм.

12.6.4 На площадке, подготовленной для замера толщины (9.4), необходимо выбрать такое положение ПЭП, при котором на экране УЗ-аппаратуры будет получен устойчивый эхосигнал от границы раздела двух металлических сред (границы сплавления основного металла с наплавкой, плакировкой).

12.6.5 При измерении толщины УЗ-методом антикоррозионного покрытия наклонными ПЭП используются два жестко скрепленных преобразователя (излучатель и приемник), подключенных к УЗ-аппаратуре по раздельной схеме (см. рис.9) и расположенных на трубе вдоль ее образующей.

12.6.6 Заведомо недостоверные показания - эхосигналы от несплошностей вблизи зоны сплавления, границ отдельных слоев (или проходов) (рис. 12); структурные шумы из наплавки не учитываются.

12.6.7 При измерении толщины УЗ-методом со стороны основного металла толщина антикоррозионной наплавки определяется как разность положений эхосигналов от дна и зоны сплавления.

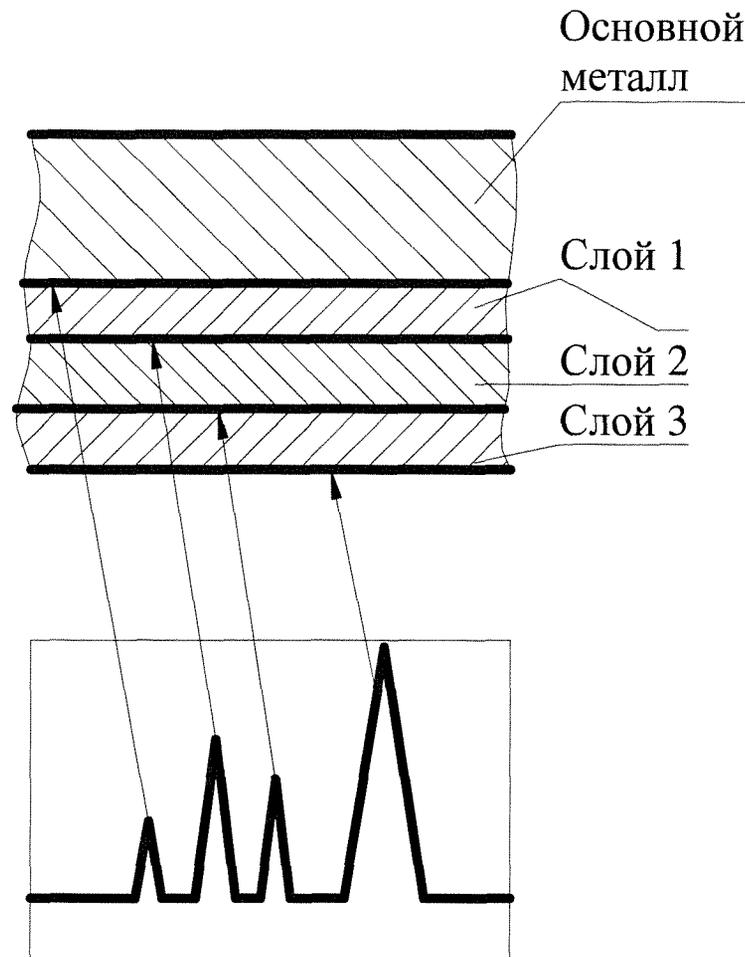


Рисунок 12 - Отражения от зоны сплавления наплавки с основным металлом и границ слоев наплавки

12.6.8 При отсутствии эхосигнала от зоны сплавления перед первым донным сигналом необходимо использовать для измерения второй или третий донный сигнал и соответствующий эхосигнал от зоны сплавления (рис.13) или применить наклонный ПЭП.

12.6.9 При невозможности измерения толщины плакировки из-за отсутствия сигнала от зоны сплавления такие участки оконтуриваются и составляется эскиз с указанием толщины плакирующего слоя по краям участка и полной толщины в требуемой точке измерения.

12.6.10 При измерении со стороны покрытия толщина определяется положением эхосигнала от зоны сплавления.

12.6.11 Если при измерении толщины УЗ-методом со стороны покрытия не удастся получить достоверное отражение от зоны сплавления, то в заключении по результатам измерения отмечается отсутствие технической возможности измерения толщины в данной точке.

12.7 Особенности измерения остаточной толщины изделий в местах коррозионных повреждений.

12.7.1 Перед измерениями целесообразно получить сведения о характере ожидаемых коррозионных повреждений внутренней поверхности (например, визуальным осмотром, с помощью оптических приборов, в частности, с использованием приборов на основе волоконной оптики или радиографическим

контролем), которые должны быть указаны в заявке на проведение контроля, и по возможности провести зачистку подвергнутой коррозии поверхности.

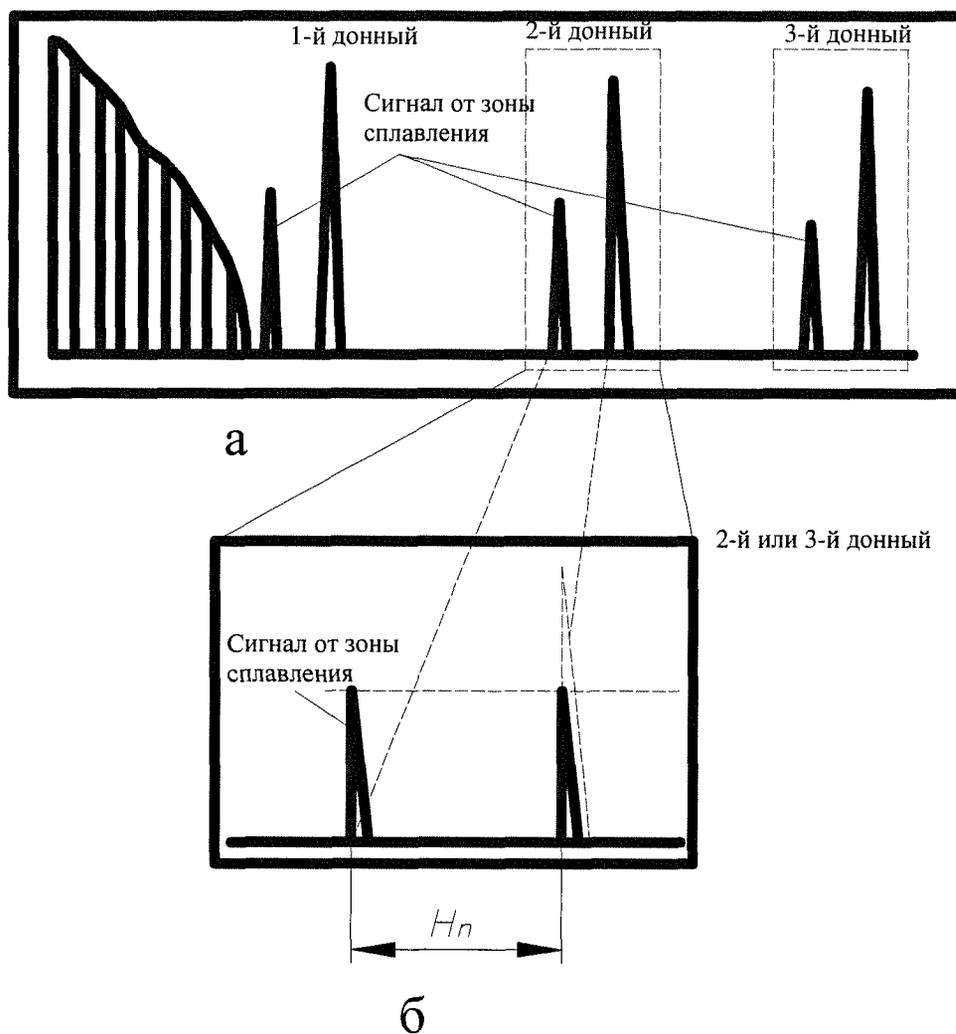


Рисунок 13 - Экран УЗ-аппаратуры: а - при измерении толщины антикоррозионной наплавки на биметаллической трубе; б - с увеличенным масштабом развертки

12.7.2 При определении остаточной толщины изделий в местах воздействия коррозии на внутренней поверхности, в заранее намеченных зонах контроля должны быть выполнены измерения дискретно, с шагом не более 3 мм, или непрерывно вручную, или с помощью СУ. В качестве результата измерения принимается минимальное показание УЗ - аппаратуры.

12.7.3 При измерении остаточной толщины изделий, со стороны, противоположной стороне, подвергнутой коррозии, при получении любых необъяснимых показаний УЗ-толщиномера, требуется дополнительное исследование объекта контроля.

12.7.4 Резкие изменения толщины, происходящие на расстоянии, примерно равном длине ультразвуковой волны и меньше, при измерении толщины УЗ-методом не фиксируются. Наименьший радиус кривизны углубления в месте наименьшей остаточной толщины должен быть более 1,5 мм.

12.7.5 При отсутствии сведений о характере коррозионных повреждений изделия они могут быть ориентировочно получены при установке ПЭП в заранее намеченном участке изделия на основе следующих рекомендаций:

– УЗ-аппаратура стабильно показывает значение толщины, равное с учетом погрешности измерения номинальной толщине изделия - изделие коррозионным повреждениям не подвергнуто;

– УЗ-аппаратура стабильно показывает значение толщины меньше номинальной толщины изделия (частным случаем является стабильное нулевое показание) - изделие подвергнуто равномерной коррозии;

– УЗ-аппаратура при перестановке ПЭП показывает различные значения толщины, в том числе нулевую и номинальную толщины изделия, толщины больше и меньше номинальной - изделие подвергнуто коррозии пятнами;

– УЗ-аппаратура показывает номинальное значение толщины, а при дальнейшей перестановке ПЭП на ограниченном участке - нулевое (или нестабильное) значение и значение меньше номинального - изделие подвергнуто язвенной коррозии (нулевое и нестабильное показания прибора соответствуют установке ПЭП над скосом язвы).

12.7.6 Если результат измерения существенно отличается от ожидаемого и не связан с грубой ошибкой измерения, то целесообразно эти участки проконтролировать УЗ-аппаратурой имеющей развертку типа А, так как причиной уменьшения толщины может быть нарушение сплошности металла.

12.8 Считывание результата измерения проводят после получения устойчивого и достоверного показания. Для цифровых приборов оно характеризуется либо одним значением, либо двумя, изменяющимися в пределах дискретности прибора. В последнем случае записывается наименьшее значение. Если разница между двумя значениями больше дискретности прибора, то такие участки необходимо измерять УЗ-аппаратурой с разверткой типа А.

12.9 Проверка настройки УЗ-аппаратуры осуществляется в следующих случаях:

- перед началом работы;
- через каждые 30 минут работы;
- при возможном нарушении настройки;
- при замене преобразователя;
- в случае получения результата, значительно отличающегося от ожидаемого;
- после окончания работ.

12.10 Проверка настройки проводится с помощью соответствующего СОП.

12.11 В случае обнаружения отклонения настройки результаты серии замеров от предыдущей проверки до момента обнаружения ошибки аннулируются. Измерения должны быть повторены вновь.

13 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

13.1 Результаты измерений толщины УЗ-методом регистрируются в журналах с соблюдением единой системы нумерации точек, обеспечивающей привязку результатов к изделию. Рекомендуемая форма журнала приведена в приложении Б. Допускается вместо регистрации результатов контроля в журнале, оформлять заключение (протокол) по результатам контроля в двух экземплярах, один из которых должен храниться в подразделении контроля металла.

13.2 На проконтролированные участки на основании записей в журнале оформляются заключение (протоколы), в котором должно быть приведено следующий минимум сведений:

- а) сведения об участке контроля;
- б) типы УЗ-аппаратуры и ПЭП;
- в) обозначение методического документа;
- г) обозначение нормативного документа;
- д) значение минимально допустимой толщины стенки изделия в соответствии с требованиями нормативного документа или расчета на прочность;
- е) результаты измерений;
- ж) заключение о соответствии его требованиям нормативного документа в форме – уд. (неуд.);
- з) дата проведения контроля и номер заключения;
- и) фамилия и подпись лица, оформившего заключение.

При отсутствии минимально допустимой толщины и неизвестной номинальной толщине измерения считаются факультативными и оценка качества не проводится.

13.3 При оформлении заключения (протокола) по результатам измерения толщины УЗ-методом рекомендуется в протоколе оформлять картограмму УЗ-контроля с указанием точек замеров.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

А.1 Задача методики - установление фактического значения погрешности определения толщины металла с учетом случайных ошибок при требуемой доверительной вероятности.

А.2 Настоящим Стандартом минимальное значение доверительной вероятности P установлено 0,955. Это означает, что вероятность нахождения ошибки измерения находится в интервалах от $-2\sigma_x$ до $+2\sigma_x$, где σ_x - среднее квадратичное отклонение результата измерения при заданном количестве измерений.

А.3 Величина доверительной вероятности P зависит от безразмерной функции вероятности ε :

Таблица А.1

ε	1,0	1,5	1,6	2,0	2,2	2,4	2,5	2,6
P	0,683	0,866	0,890	0,955	0,972	0,984	0,988	0,990

А.4 Определение погрешности при измерении толщины монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий

А.4.1 Определение погрешности при измерении толщины монометаллов, биметаллов

А.4.1.1 Определение погрешности измерений проводится на СОП, применяющихся для контроля заданных изделий. Толщины СОП должны быть в пределах заданного диапазона измерений (ожидаемых значений) толщин.

Действительная толщина X_d участков должна быть измерена с погрешностью, не превышающей 20% заданной (планируемой) погрешности.

Погрешность измерений толщины определяется для каждого диапазона измерений прибора.

А.4.1.2 Прибор настраивается согласно настоящего стандарта.

А.4.1.3 На подготовленных участках выполняются 10 независимых измерений толщины.

А.4.1.4 Вычисляется систематическая составляющая погрешности измерений (среднеарифметическая погрешность):

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n (x_d - x_i)}{n},$$

где n - число измерений;

x_i - результат i -того измерения толщины УЗ-прибором.

А.4.1.5 Вычисляется среднеарифметическое значение X ряда полученных результатов, как оценка математического ожидания:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i ,$$

где n , x_i то же, что в А.4.1.4

А.4.1.6 Вычисляется среднеквадратичное отклонение σ_x

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}$$

А.4.1.7 Интервал, в котором с установленной доверительной вероятностью P находится суммарная погрешность измерений Δ в данных конкретных условиях, приближенно определяется неравенством

$$(\delta - \varepsilon\sigma) < \Delta < (\delta + \varepsilon\sigma),$$

где ε - безразмерная функция вероятности P , определяемая по таблице А.1, приведенной в А.3 настоящего приложения.

А.4.1.8 Если систематическая погрешность не превышает 1/3 среднего квадратичного значения случайных погрешностей, то ею при определении суммарной погрешности измерения можно пренебречь.

А.4.1.9 Значащих цифр погрешности измерения должно быть не более двух.

А.4.2 Определение погрешности при измерении толщины антикоррозионного покрытия

А.4.2.1 Для выполнения измерений подготавливается образец с антикоррозионным покрытием, выполненный по той же технологии, что и покрытие на изделии.

А.4.2.2 Прибор настраивается согласно настоящего стандарта.

А.4.2.3 В 50 точках, расположенных на одной линии, перпендикулярной к направлению валиков или лент наплавки, выполняются 50 измерений толщины.

А.4.2.4 Образец разрезается по линии измерений, поверхность реза шлифуется и протравливается.

А.4.2.5 В тех же 50 точках проводится определение действительной толщины с погрешностью не более 0,02 мм.

А.4.2.6 Дальнейшие действия выполняются в соответствии с А.4.1.4 - А.4.1.9.

А.4.2.7 При использовании непрерывного метода измерения толщины (вручную или с помощью СУ) оценка и определение погрешности измерения проводятся аналогично оценке и определению погрешности при дискретном методе измерения.

А.5 Пример расчета погрешности определения толщины

А.5.1 Контролируемые детали имеют номинальную толщину 10 мм, при этом планируемая погрешность при определении толщины методом УЗТ составляет $\pm 0,1$ мм.

А.5.2 Требуемая погрешность прямого измерения толщины СОП не должна превышать 20% планируемой погрешности.

А.5.3 По результатам измерений микрометром толщина X_d СОП, по которому настраивается толщиномер, составляет 10,0 мм.

А.5.4 При определении толщины этого СОП в 10 точках ($n=10$) методом УЗТ (данным толщиномером и данным ПЭП) значения толщины X_i в каждой точке составили:

$$X_i = 9,9; 9,9; 9,9; 10,0; 9,9; 10,1; 10,0; 9,9; 9,9; 10,1 \text{ мм}$$

А.5.5 Систематическая составляющая погрешности $\delta = X_d - X_i$ для каждой из точек составляет (мм):

$$10 - 9,9 = 0,1$$

$$10 - 9,9 = 0,1$$

$$10 - 9,9 = 0,1$$

$$10 - 10 = 0$$

$$10 - 9,9 = 0$$

$$10 - 10,1 = 0,1$$

$$10 - 10 = 0$$

$$10 - 9,9 = 0,1$$

$$10 - 9,9 = 0,1$$

$$10 - 10,1 = 0,1$$

А.5.6 Для 10 точек соответственно:

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n (x_d - x_i)}{n} \quad ;$$

$$\delta = \frac{0,1 + 0,1 + 0,1 + 0 + 0 + 0,1 + 0 + 0,1 + 0,1 + 0,1}{10} = \frac{0,7}{10} = 0,07 \text{ мм}$$

А.5.7 Среднеарифметическое значение толщины X составляет:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{9,9 + 9,9 + 9,9 + 10,0 + 9,1 + 10,1 + 10,0 + 9,9 + 9,9 + 10,1}{10} = 9,96 \text{ мм}$$

A.5.8 Среднеквадратичное отклонение σ равно:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,06^2 + 0,06^2 + 0,06^2 + 0,04^2 + 0,06^2 + 0,14^2 + 0,04 + 0,06^2 + 0,06^2 + 0,14^2}{10-1}} =$$

$$= \sqrt{\frac{0,0036 \cdot 6 + 0,0016 \cdot 2 + 0,0196 \cdot 2}{9}} = \sqrt{\frac{0,064}{9}} = 0,08433 \approx 0,084 \text{ мм}$$

где: $\bar{x} - x_i$

$$9,96 - 9,9 = 0,06$$

$$9,96 - 9,9 = 0,06$$

$$9,96 - 9,9 = 0,06$$

$$9,96 - 10 = 0,04$$

$$9,96 - 9,9 = 0,06$$

$$9,96 - 10,1 = 0,14$$

$$9,96 - 10 = 0,01$$

$$9,96 - 9,9 = 0,06$$

$$9,96 - 9,9 = 0,06$$

$$9,96 - 10,1 = 0,14$$

A.5.9 Интервал, в котором с установленной доверительной вероятностью P находится суммарная погрешность измерений Δ :

$$(\delta - \epsilon\sigma) < \Delta < (\delta + \epsilon\sigma)$$

A.5.10 Для $P = 0,955$ и $\epsilon = 2$ интервал составляет

$$0,07 - 2 \cdot 0,084 < \Delta < 0,07 + 2 \cdot 0,084$$

$$- 0,098 \text{ мм} < \Delta < +0,238 \text{ мм}$$

A.5.11 Таким образом, при определении толщины изделия необходимо результат измерения записывать с учетом рассчитанной погрешности. Допустим, определенная методом УЗТ толщина изделия составляет 9,8 мм. Результат с учетом погрешности записывается:

$$9,8_{-0,098}^{+0,238} \text{ мм}$$

A.5.12 Указанная запись означает, что определенная методом УЗТ толщина изделия находится с вероятностью $P = 0,955$ в интервале от 9,7 мм до 10,04 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

**ФОРМА ЖУРНАЛА УЧЕТА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ
УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ**

№ записи	Дата проведения контроля	Наименование контролируемого объекта, № чертежа или схемы контроля	Контролируемый участок	Тип прибора и ПЭП, заводские номера	Обозначение методической и нормативной документации
1	2	3	4	5	6

Результаты измерений	Заключение о соответствии требованиям нормативного документа	Фамилия и подпись контролера	Номер и дата выдачи заключения
7	8	9	10

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

БИБЛИОГРАФИЯ

- 1 СТП 80.3-011-08 «Контроль неразрушающий. Методы ультразвуковые. Контроль толщины металла. Основные положения» ([К18])

