

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

**Стандарт предприятия
КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ.
МЕТОДЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ.
КОНТРОЛЬ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛА.
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

СТП 80.3-011-08

Киев-2008

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Внесено: Отделом аттестации испытательных и диагностических лабораторий ГП УЦПС "Промбезопасность"
2. Авторы: Еськов Ю.Б., Якубович И.П., Радько В.И., Заплотинский И.А.
3. Утверждено и введено в действие приказом начальника ГП УЦПС "Промбезопасность" от "___" _____ 2008р. № _____

Введено впервые

Содержание

1. Область применения.....	4
2. Нормативные ссылки.....	4
3. Определения.....	5
4. Обозначения и сокращения.....	5
5. Общие положения.....	5
6. Квалификация персонала.....	6
7. Требования к аппаратуре, преобразователям и образцам.....	6
8. Требования к технологической документации.....	14
9. Подготовительные работы.....	15
10. Настройка аппаратуры.....	16
11. Контроль толщины металла.....	17
12. Погрешность контроля и оценка качества.....	19
13. Оформление результатов.....	21
14. Требования техники безопасности.....	22
Приложение А (обязательное)	23
Методика определения угла отклонения диаграммы направленности прямых ПЭП	
Приложение Б (обязательное)	24
Методика определения погрешности УЗТ	
Приложение В (рекомендуемое)	28
Рекомендации по контролю толщины некоторых узлов и элементов изделий	

КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ. МЕТОДЫ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ. КОНТРОЛЬ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛА. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий Стандарт устанавливает основные положения и порядок контроля толщины металла деталей, элементов и узлов изделий, оборудования и объектов (далее – изделия), поднадзорных Госгорпромнадзору Украины, ультразвуковым методом.

Стандарт распространяется на определение толщины металла следующих основных видов изделий:

- труб (отводов, гибов, прямых участков);
- листов, поковок, полуфабрикатов;
- барабанов паровых котлов, сосудов, баков и других емкостей;
- металлоконструкций грузоподъемных сооружений;
- строительных металлоконструкций;
- валов (в т.ч. полых);
- литых изделий (корпусов турбин, арматуры и т.п.), а также других объектов повышенной опасности, поднадзорных Госнадзорохрантруда Украины.

По согласованию с ГП УЦПС "Промбезопасность" настоящий Стандарт может быть использован для проведения контроля толщины изделий, оборудования и объектов другими организациями и ведомствами.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем Стандарте использованы ссылки на следующие документы:

1. ГОСТ 20415 "Методы акустические. Общие положения".
2. ГОСТ 23829-85 "Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения"
3. ГОСТ 14782-86 "Контроль неразрушающий. Швы сварные. Методы ультразвуковые"
4. ГОСТ 30489-97 (EN 473:1992) "Квалификация и сертификация персонала в области неразрушающего контроля. Общие требования"
5. ДНАОП 0.00-1.27-96 "Правила аттестации специалистов неразрушающего контроля"
6. ПНАЭ Г-7-031-91 Правила и нормы в атомной энергетике "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"

7. Методические указания по ультразвуковому измерению толщины стенок входных участков змеевиков ПВД (М.: - Союзтехэнерго, 1979 г.).

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем Стандарте использованы термины, касающиеся основных понятий в области акустических методов неразрушающего контроля и сертификации персонала, определения которых установлены ГОСТ 23829-85 и ГОСТ 30489-97 (EN 473:1992).

4. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

БЦО - блок цифрового отсчета;
КД - конструкторская документация;
НД - нормативная документация;
НК – неразрушающий контроль;
КД - производственно-конструкторская документация;
ТД - производственно-технологическая документация;
ПЭП - пьезоэлектрический преобразователь;
РС - раздельно-совмещенный;
СО - стандартный образец;
СОП - стандартный образец предприятия;
ТК - технологическая карта;
УЗ - ультразвуковой;
УЗК - ультразвуковой контроль;
УЗТ - ультразвуковая толщинометрия (контроль толщины металла);
ЭЛТ - электронно-лучевая трубка.

5. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- 5.1. УЗТ проводится при температуре металла изделия от + 5°С до + 40°С. Допускается выполнять УЗТ при температуре отличающейся от указанной, если это позволяют технические характеристики применяемой аппаратуры.
- 5.2. УЗТ металла проводится при доступе к изделию хотя бы с одной стороны с использованием эхо-импульсного метода УЗК.
- 5.3. УЗТ выполняется на эквидистантных (равноудаленных) поверхностях или участках поверхностей изделия при условии, что неэквидистантность не превышает 0,15. Значение допускаемой неэквидистантности определяется по КД или на образцах продукции. Под влиянием эксплуатационных

факторов эквидистантность поверхностей может нарушаться, в результате чего УЗТ становится невозможна.

При УЗТ изделий с неэквидистантностью поверхностей, в пределах 0,10...0,15, погрешность контроля следует определять по СОП с такой же неэквидистантностью.

5.4. УЗТ выполняется на контролепригодных изделиях. Факторами, определяющими контролепригодность, являются:

- доступность к месту измерения;
- форма и размеры изделия в месте контроля;
- эквидистантность поверхностей изделия в местах УЗТ;
- шероховатость и волнистость наружной и внутренней поверхностей изделия;
- величина затухания и скорости УЗ колебаний в изделии.

Информация о неконтролепригодности участков (зон) контроля в обязательном порядке вносится в протокол (заключение) по контролю.

5.5. На основании настоящего Стандарта для конкретных изделий разрабатываются технологические карты (технологические процессы) УЗТ с учетом особенностей УЗТ этих изделий.

5.6. Объемы, периодичность и выбор мест проведения УЗТ при изготовлении, монтаже, эксплуатации и ремонте различных изделий устанавливаются соответствующей НД, КД, ТД.

6. КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

6.1 К выполнению УЗТ допускаются специалисты, сертифицированные в соответствии с требованиями ДНАОП 0.00-1.27-97.

6.2 Право выдачи заключений о годности изделий имеют специалисты II и III уровней квалификации.

7 ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТУРЕ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМ И ОБРАЗЦАМ

7.1 Для УЗТ применяются:

- ультразвуковые эхо-импульсные толщиномеры, дефектоскопы с БЦО, а также дефектоскопы-толщиномеры;
- ПЭП;
- образцы, поставляемые комплектно с толщиномерами;
- стандартные образцы;
- стандартные образцы предприятия.

7.2 Для контроля толщины металла до 20 мм применяются ультразвуковые толщиномеры, с погрешностью не более $\pm 0,1$ мм.

Допускается применение дефектоскопов, если измерения на образцах подтверждают погрешность не более указанной.

- 7.3 Для определения толщин от 20 мм и более могут применяться как ультразвуковые толщиномеры, так и дефектоскопы с погрешностью не более $\pm 0,005 H$, где H - номинальная толщина изделия.
Допускается также применение дефектоскопов-толщиномеров с А-разверткой и погрешностью не более $\pm 0,1$ мм для УЗТ толщин до 20мм и с погрешностью не более $\pm 0,005 H$ для толщин 20мм и более.
- 7.4 Дефектоскопы применяются в диапазоне действия задержки развертки.
- 7.5 Диапазон применения толщиномеров и дефектоскопов по минимальным геометрическим размерам (толщин стенки, радиус кривизны) определяется параметрами конкретного прибора с ПЭП или устанавливается экспериментально.
Допускается применение дефектоскопов и толщиномеров с электромагнитоакустическими преобразователями (ЭМА ПЭП) с погрешностью не хуже вышеприведенной для соответствующих толщин.
- 7.6 Толщиномеры и дефектоскопы должны быть аттестованы и поверены в установленном порядке. Рабочие проверки проводятся каждый раз перед началом работы.
- 7.7 Для определения толщины следует применять прямые совмещенные и РС ПЭП с жестким протектором, обладающие высокой чувствительностью и низким уровнем собственных шумов в диапазоне до 10,0 МГц. Для особо точных измерений в диапазоне толщин менее 10 мм рекомендуется применение высокодемпфированных ПЭП с частотой 10-15 МГц.
- 7.8 Выбор ПЭП проводится в соответствии с инструкциями по эксплуатации толщиномеров и дефектоскопов с учетом измеряемой толщины и параметров ПЭП, указанных в инструкциях (углы наклона пьезопластин в РС ПЭП, фокусное расстояние и мертвая зона, размеры пьезопластин и др.).
- 7.9 К применению для УЗТ допускаются ПЭП с отклонением акустической оси от нормали к рабочей поверхности не более, чем на 2° . Проверка отклонения акустической оси проводится в соответствии с приложением А.
- 7.10 Образцы, поставляемые в комплекте с толщиномераами, служат для настройки прибора при подготовке его к работе, а также проверки его в процессе работы и используются согласно инструкции по эксплуатации толщиномера.
- 7.11 Для настройки дефектоскопов и толщиномеров на диапазон контролируемых толщин (с учетом марки материала, шероховатости и кривизны поверхности контролируемых изделий) применяются СОП.
- 7.12 СОП должны быть изготовлены из материала с теми же акустическими свойствами, что и контролируемое изделие. В СОП должны отсутствовать несплошности, обнаруживаемые методом УЗК.
- 7.13 Рабочие поверхности СОП, (поверхности, со стороны которых вводится ультразвук и противоположные поверхности, отражающие ультразвук) должны иметь шероховатость не более $R_z=40$ мкм ($Ra = 6,3$).

7.14 Допускаются следующие отличия акустических свойств СОП от свойств изделия:

- по скорости звука $\pm 5\%$;
- по коэффициенту затухания $\pm 20\%$;
- по характеристическому импедансу $\pm 5\%$.

Примечание: Вместо определения коэффициента затухания допускается оценивать затухание путем сопоставления амплитуд донных сигналов в СОП и изделия. Разница амплитуд эхо-сигналов не должна быть более 4дБ. Оценка производится тем же дефектоскопом и ПЭП, которыми проводится контроль.

7.15 С целью предупреждения влияния отражения ультразвука от боковых поверхностей СОП на поле излучения-приема ПЭП, ширина СОП должна быть не менее, чем $0,5H + B$, где H - толщина СОП, а B - наибольший размер контактной поверхности ПЭП.

7.16 При контроле цилиндрических изделий, когда требуется применение СОП с цилиндрической поверхностью, радиус кривизны поверхности СОП должен удовлетворять условию:

$$0,9 R_{\text{изд.}} \leq R_{\text{обр.}} \leq 1,2 R_{\text{изд.}}$$

где $R_{\text{изд.}}$ и $R_{\text{обр.}}$ - радиусы кривизны изделия и образца соответственно.

7.17 Настройка дефектоскопов и толщиномеров для УЗТ проводится на СОП следующих типов:

7.17.1 Т1 - для настройки скорости развертки дефектоскопов и толщиномеров при определении толщины плоских металлических изделий (рисунок 1).

7.17.2 Т2 - для настройки дефектоскопов и толщиномеров при определении металлических изделий с плоской поверхностью и цилиндрических изделий с радиусом кривизны более 50 мм (рисунок 2).

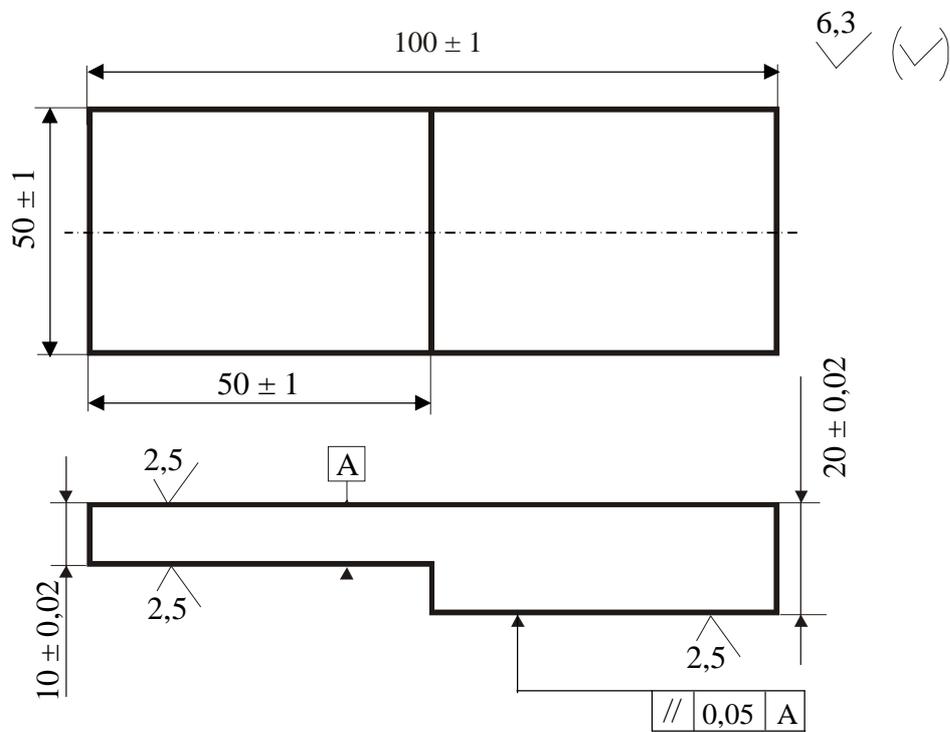
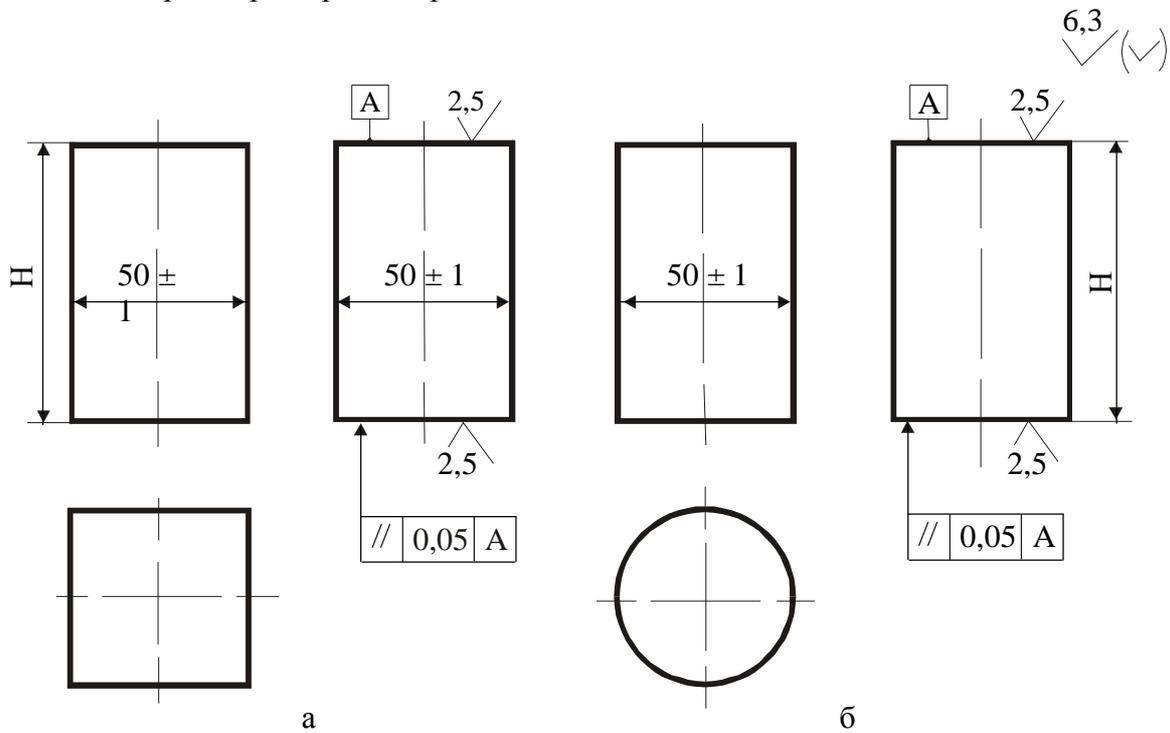


Рис. 1. Стандартный образец предприятия (тип Т1) для настройки скорости развертки дефектоскопа

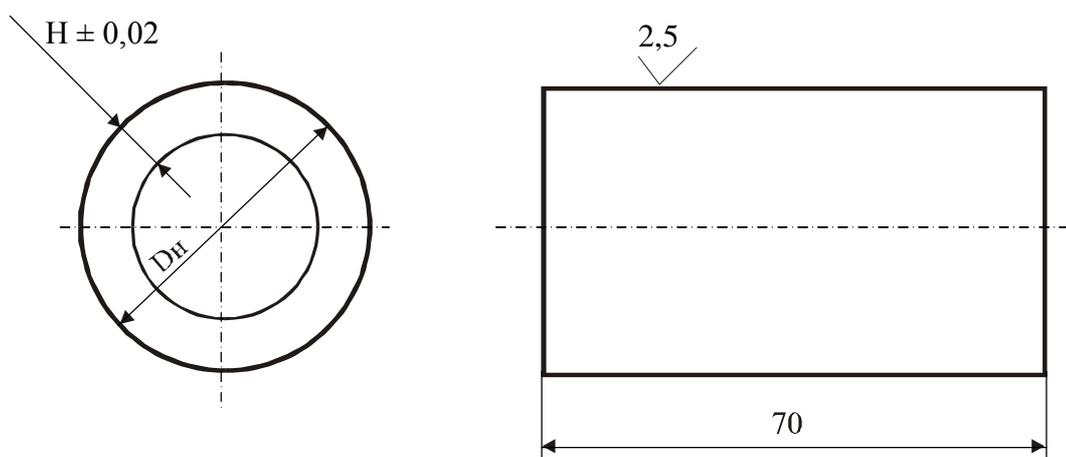


а - вариант 1;
б - вариант 2 (варианты 1 и 2 равнозначны)

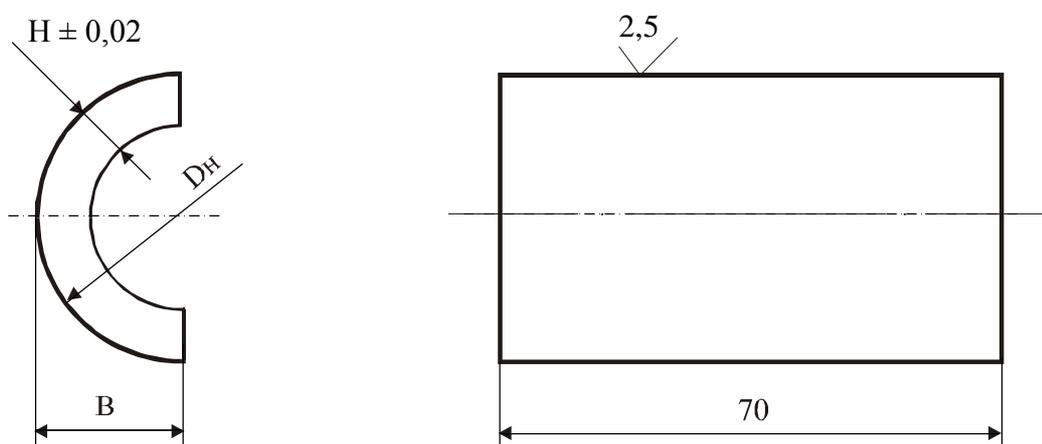
Рис. 2. Стандартный образец предприятия (тип Т2) для настройки прибора при контроле толщины металла; $H = (1 \pm 0,1)H_0$, где H_0 - номинальная толщина контролируемого изделия

- 7.17.3 ТЗ - для настройки дефектоскопов и толщиномеров при определении толщины металлических изделий с радиусом кривизны поверхности менее 50 мм (рисунок 3).
- 7.17.4 Образцы типа Т2 могут выполняться ступенчатого типа. В этом случае они маркируются Т2СТ1 и Т2СТ2 соответственно (рисунки 4 и 5). Длина образца, количество ступеней и их высота определяются диапазоном толщин, подлежащих УЗТ.
- 7.17.5 Дискретность высоты ступеней в образцах типа Т2 определяется диапазоном толщин изделий, подлежащих контролю.
- 7.17.6 При определении толщины труб и гибов с наружным диаметром менее 50 мм СОП могут выполняться в виде фрагментов этих изделий (рисунок 3б).
- 7.17.7 Настройку скорости развертки дефектоскопов и толщиномеров для контроля толщины плоских металлических изделий допускается проводить по стандартным образцам типа СО-2, СО-3 по ГОСТ 14782-86 или по образцам V1 и V2 Международного института сварки при условии, что толщина контролируемого изделия находится в диапазоне толщин упомянутых СО.
- 7.17.8 Толщина металла образца, по которой проводится настройка, должна быть определена с погрешностью не хуже $\pm 0,01$ мм.
- 7.17.9 СО и СОП должны иметь паспорта, быть аттестованы и поверены метрологической службой, имеющей право на выполнение этих работ. При поверке СОП проверяются следующие параметры:
- состояние и шероховатость рабочих поверхностей (см.п.7.12);
 - расстояние между рабочими поверхностями (толщина);
 - радиус кривизны (при необходимости).
- Измерение шероховатости можно выполнять ультразвуковыми методами.
- 1.20 Каждый СОП должен иметь маркировку, указывающую его тип, регистрационный (инвентарный) номер, толщины, по которым проводится настройка, радиус кривизны (для образцов цилиндрической формы), марку материала.
- 1.21 В паспорте на СОП указывается его тип, регистрационный (инвентарный) номер, назначение, марка материала, радиус кривизны, результаты метрологической аттестации и очередной поверки. К паспорту прилагается чертеж СОП. Паспорт подписывает лицо, проводившее аттестацию (поверитель).

6,3 (✓)



а - вариант 1



$$B = 0,25 \dots 0,5 D_n$$

б - вариант 2 (варианты 1 и 2 равнозначны)

Рис. 3. Стандартный образец предприятия (тип ТЗ) для настройки прибора при измерении толщины изделий с радиусом кривизны менее 50 мм

6,3 (✓)

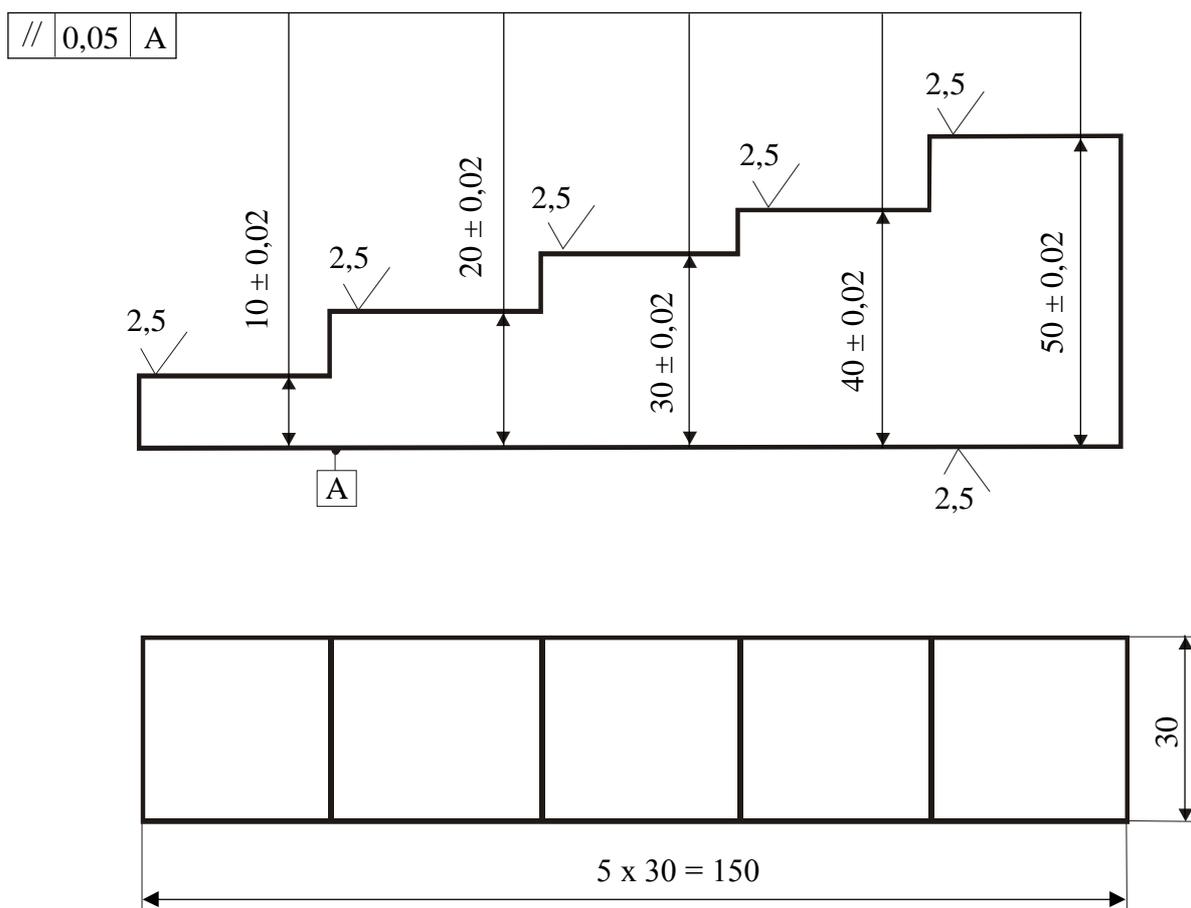


Рис. 4. Стандартный образец T2 ст для диапазона толщин от 10 до 50 мм

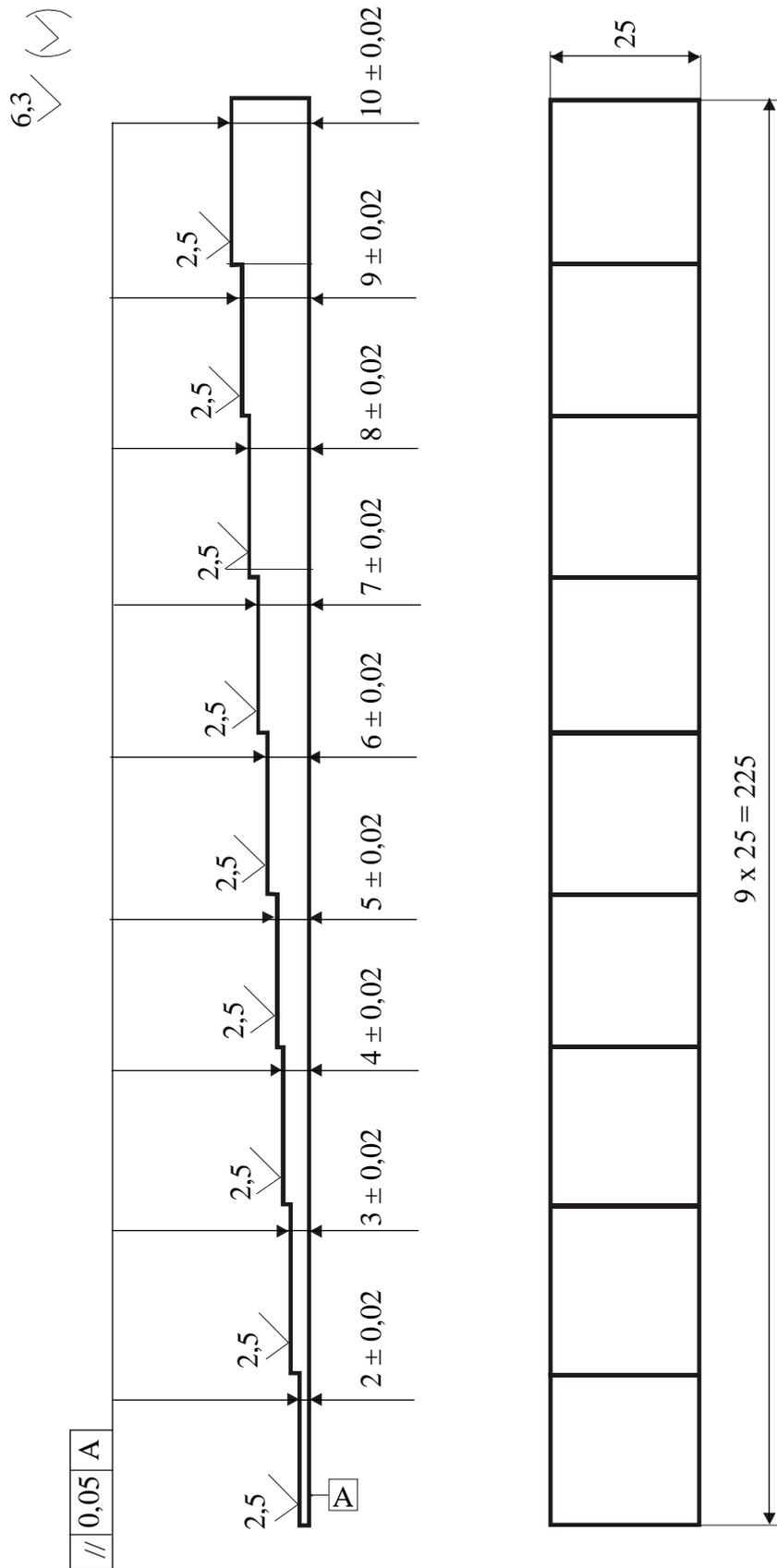


Рис. 5. Стандартный образец для диапазона толщин от 2 до 10 мм

8 ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТАЦИИ

8.1 К ТД на УЗТ кроме настоящего Стандарта относится:

- НД, предписывающая выполнение УЗТ (объемы, периодичность, места контроля толщины);
- КД;
- ТК контроля.

8.2 ТК должна иметь порядковый номер и содержать:

- идентификационные данные объекта контроля (наименование изделия, номер чертежа, обозначение сварного шва, трубы и т.д.);
- схему разметки изделия для определения толщины, либо наименование КД, содержащей эту схему;
- обозначение марки стали (для наплавки – тип электродов);
- указание о номинальной толщине изделия с допускаемыми отклонениями;
- указания о контролепригодности изделия и состоянии его поверхности (шероховатость, волнистость);
- информацию о применяемых средствах контроля: приборы, преобразователи, образцы;
- данные о погрешности определения толщины;
- применяемые материалы для акустического контакта;
- наименование методических и нормативных документов, на основе которых проводятся измерение толщины и оценка годности изделия;
- нормы оценки качества с учетом погрешности УЗТ.

8.3 ТК разрабатывается специалистом II или III уровня квалификации по УЗК.

8.4 ТК подписывает ее разработчик, утверждает технический руководитель подразделения, выполняющего УЗТ или специалист III уровня квалификации по УЗК. Если в ТК содержатся нормы оценки качества, она утверждается у технического руководителя предприятия, выполняющего УЗТ.

8.5 На УЗТ нескольких изделий может быть составлена одна типовая ТК, если выполняются следующие условия:

- изделия изготовлены из стали или сплава одинаковой марки и подвергались одинаковому виду пластической деформации;
- поверхности изделий имеют в местах проведения УЗТ одинаковое значение шероховатости;
- толщины отличаются не более, чем на 10%;
- для неплоских поверхностей с радиусом кривизны менее 250 мм выполняется неравенство:

$$\frac{r_2 - r_1}{r_2} \leq 0,1, \quad \text{при } r_1 < r_2,$$

где r_1 и r_2 , - радиусы кривизны поверхности измерения.

- 8.6 В КД или ТД, предусматривающих проведение УЗТ, должна содержаться схема разметки изделия на точки (участки) с указанием начала отсчета. В ТД кроме этого должны содержаться: операции по подготовке поверхности, порядок сдачи изделия на контроль и проведение УЗТ по настоящему Стандарту.
- 8.7 В нормативной документации, устанавливающей выполнение УЗТ на изделиях в процессе эксплуатации, указывается: наименование изделий подлежащих УЗТ и объем контроля, могут содержаться нормы оценки качества или рекомендации по их выбору, конкретизироваться места возможных утонений.
- 8.8 При составлении ТК изделий в процессе эксплуатации, места контроля выбираются как по п. 8.7, так и на основании анализа повреждаемости изделий и по результатам контроля визуальным осмотром.

9 ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

- 9.1 Место проведения контроля должны быть защищены от источников яркого света и пыли.
- 9.2 Перед проведением УЗТ изделия выполняется разметка и нумерация точек контроля толщины согласно ТК или КД. Разметка выполняется так, чтобы она не стиралась при выполнении УЗТ.
- 9.3 Для контроля толщины металла подготавливается площадка размером не менее контактной поверхности ПЭП.
- 9.4 Подготовленная площадка должна быть свободна от загрязнения, отслаивающейся окалины или краски.
Шероховатость поверхности изделия со стороны ввода УЗ колебаний должна быть не более $R_a=6,3$ ($R_z=40$ мкм).
- 9.5 Оценку шероховатости контролируемой поверхности по месту можно производить визуально путем ее сравнения с поверхностью аттестованных образцов, а также измерять с помощью специальных приборов, например, шерохометров и т.п.
- 9.6 Допускается проводить УЗТ по поверхности, покрытой плотной пленкой оксидов, тонким ровным слоем краски, металлизированным покрытием.
Возможность выполнения УЗТ и ее точность в этих условиях должны быть предварительно установлены экспериментальной проверкой специалистами по контролю и отражены в ТК.
- 9.7 Допускается проводить контроль толщины стенки сосудов и трубопроводов, полностью заполненных водой. В этом случае настройка толщиномеров или дефектоскопов должна проводиться на образцах, погруженных в воду. Поверхность ввода УЗ колебаний в воду не погружается.

- 9.8 При контроле толщины на участках устранения поверхностных дефектов в месте максимальной глубины выборки должна быть подготовлена плоская площадка параллельная поверхности изделия (для установки ПЭП) размером не менее контактной поверхности ПЭП.
Если это возможно, то контроль толщины должен быть выполнено со стороны, противоположной выборке.
- 9.9 Если выборка имеет крутой профиль и обеспечить плоскую площадку для установки ПЭП не представляется возможным, то следует определить толщину в точках вокруг выборки. Толщина в месте выборки определяется как разница между измеренным значением толщины и глубиной выборки. Глубина выборки измеряется микрометрическим либо индикаторным глубиномером. Погрешность такого контроля принимается равной погрешности УЗ прибора с данным ПЭП.
- 9.10 Изделия предъявляются к контролю в порядке, принятом на предприятии.
- 9.11 Подготовка изделия к УЗТ и создание необходимых условий для контроля в обязанности специалиста по НК не входят.

10 НАСТРОЙКА АППАРАТУРЫ

- 10.1 Настройка прибора включает три операции:
- настройку на скорость звука в изделии;
 - установку нуля или настройку задержки развертки;
 - проверку настройки по образцам.
- 10.2 Настройка УЗ приборов проводится в соответствии с инструкцией по эксплуатации.
Если марка материала контролируемого изделия соответствует марке материала образцов, поставляемых комплектно с толщиномером, то толщиномер настраивается по указанным образцам, а затем проверяется по СОП.
- 10.3 Для настройки скорости развертки дефектоскопов следует применять образец Т1.
- 10.4 Установка нуля или настройка задержки развертки дефектоскопов выполняется с помощью образцов Т2.
- 10.5 Во всех случаях настройки и контроля определение толщины производится при одинаковой высоте импульса.
- 10.6 Форма импульса на экране ЭЛТ должна быть оптимизирована с помощью регуляторов, имеющихся в применяемой аппаратуре.
- 10.7 Если форма измеряемого импульса существенно отличается от формы импульса при настройке, то путем вращения или небольшого перемещения ПЭП следует получить идентичный по форме импульс.
- 10.8 После окончания настройки ее следует проверить в контрольной точке на изделии с толщиной, отличающейся от настроенной не более, чем на 10%. Если при этом будет получено отклонение от фактической толщины более, чем на величину дискретности отсчета, то настройку следует повторить.

10.9 После проверки настройки дефектоскопа положение органов регулировки не должно изменяться до окончания контроля.

11 КОНТРОЛЬ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛА

11.1 Перед проведением УЗТ специалист должен ознакомиться с ТК.

11.2 На каждом из заранее намеченных участков выполняется однократное определение толщины. Если при этом произошла грубая ошибка, т.е. погрешность существенно превысила ожидаемую в данных условиях, то этот результат отбрасывается и выполняются три замера взамен ошибочного. В этом случае за результат контроля принимается среднеарифметическое значение.

11.3 При определении толщины трубопроводов с применением РС ПЭП экран, разделяющий призмы ПЭП, должен быть ориентирован перпендикулярно к образующей трубы.

11.4 При проведении УЗТ с помощью УЗ дефектоскопов высоту импульсов на экране ЭЛТ следует устанавливать на одном уровне.

11.5 Порядок определения толщины в местах выборок изложен в п.п. 9.8 и 9.9.

11.6 Особенности определения остаточной толщины изделий в местах коррозионных повреждений.

11.6.1 Перед УЗТ следует, если это возможно, получить сведения о характере коррозионных повреждений внутренней поверхности изделия.

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

- прибор стабильно показывает значение толщины, равное с учетом погрешности номинальной толщине изделия - изделие коррозионным повреждениям не подвергнуто;
- прибор стабильно показывает значение толщины менее номинальной толщины изделия (частным случаем является стабильное нулевое показание) - изделие подвергнуто равномерной коррозии;
- прибор при перестановке ПЭП показывает различные значения толщины, в том числе нулевую и номинальную толщины изделия, толщины больше и меньше номинальной - изделие подвергнуто пятнистой коррозии;
- прибор 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).

11.6.3 Для контроля остаточной толщины изделий в местах пятнистой и язвенной коррозии внутренней поверхности изделия в заранее намеченных районах УЗТ выполняется с шагом ≤ 3 мм. При этом фиксируется минимальное показание прибора.

- 11.6.4 При контроле остаточной толщины изделий толщиной до 20 мм со стороны, противоположной стороне, подвергнутой коррозии, толщиномер может не фиксировать изменения толщины, связанные с наличием одиночных язв сферической формы диаметром до 2,5 мм. В этом случае следует применять для УЗТ дефектоскопы, т.к. вероятность фиксации язвенной коррозии дефектоскопами выше при использовании высокочастотных ПЭП и обеспечении требуемой погрешности.
- 11.6.5 Скачкообразное изменение толщины, происходящее на расстоянии, примерно равном длине УЗ-волны и менее (вертикальные трещины, игольчатые поры, язвы и др. с радиусом кривизны менее 1,5 мм) при УЗТ прибор может не фиксировать.
- 11.6.6 Если результат УЗТ с помощью толщиномера существенно отличается от ожидаемого и не связан с грубой ошибкой, то целесообразно эти участки проконтролировать УЗ дефектоскопом, так как причиной уменьшения толщины может быть нарушение сплошности металла.
- 11.6.7 Считывание результата определения толщины проводят после получения устойчивого и достоверного показания. Для цифровых приборов оно характеризуется либо одним значением, либо двумя, изменяющимися в пределах дискретности измерений прибора. В последнем случае записывается значение, ближайшее к границе допуска на размер.
- 11.6.8 Проверка настройки прибора по образцу или контрольной точке на изделии проводится в следующих случаях:
- в случае возможного нарушения настройки;
 - после каждого выключения прибора;
 - после окончания работ.
- 11.7 В случае обнаружения отклонения настройки результаты серии замеров от предыдущей проверки до момента обнаружения ошибки аннулируются. УЗТ должна быть повторена вновь.
- 11.8 При проведении УЗТ со стороны поверхности с защитными покрытиями необходимо в месте установки ПЭП с помощью дефектоскопа измерить ослабление сигнала и убедиться, что покрытие не отслаивается. Если покрытие нанесено с обеих сторон изделия, необходимо с помощью специально изготовленных образцов с покрытиями убедиться, что обе стороны не влияют на результаты УЗТ.
- 11.9 При возможном наличии плотных отложений на поверхности противоположной поверхности ввода УЗ колебаний, для исключения ложной индикации и более точной идентификации сигналов, рекомендуется применять дефектоскопы или толщиномеры с А-разверткой.

12 ПОГРЕШНОСТЬ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

- 12.1 Оценка изделий по результатам УЗТ может производиться только при установленной погрешности контроля толщины металла.
- 12.2 Погрешность определяется при доверительной вероятности $P=0,95$, если в КД, ТД или НД не содержится других указаний. Необходимость оценки погрешности при более высоком значении доверительной вероятности должна быть указана в ТК, определяющей условия проведения контроля толщины.
- 12.3 Погрешность УЗТ определяется в соответствии с методикой, изложенной в приложении Б.
- 12.4 При определении толщины металлических изделий толщиной менее 20 мм погрешность не должна превышать значение $\pm 0,2$ мм, что обеспечивает проведение контроля с доверительной вероятностью $P = 0,95$.
- 12.5 При определении толщины металлических изделий толщиной 20 мм и более, погрешность при $P = 0,95$ принимается равной $\pm 0,01H$, но не менее шага дискретности цифровых приборов и не должна превышать это значение.
- 12.6 Погрешность при $P=0,95$ может быть меньше указанных значений в п.п. 12.4 и 12.5, если это доказано действиями, выполненными по приложению Б и оформлено протоколом испытаний.
- 12.7 Оценка качества изделия по результатам УЗТ может проводиться, если выполняется одно из следующих условий:
- 12.7.1 Погрешность УЗТ 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.

Пример. Допуск на толщину изделия составляет $\pm 0,4$ мм, а погрешность УЗТ, установленная по приложению Б, составляет $\pm 0,2$ мм. Тогда 35% поля допуска составит $0,35(\Delta_{\text{H}} + \Delta_{\text{B}})/2$, а именно: $0,35(0,4+0,4)/2=0,14$ мм, что меньше установленной погрешности и удовлетворяет условиям п.12.7.1.

- 12.7.2. В нормативной или конструкторской документации указаны предельные значения толщины и погрешность ее определения.
- 12.7.3. Если установленная погрешность превышает значения, указанные в п.12.7.1 и нет возможности применить более точные средства контроля, то назначаются сокращенные приемочные границы, смещение которых Δ определяются по формуле:

$$\Delta = |\delta| - 0,35 (\Delta_{\text{H}} + \Delta_{\text{B}})/2, \text{ где}$$

δ - погрешность, определенная по приложению Б,

Δ_{H} и Δ_{B} - нижнее и верхнее отклонения от номинального размера.

Установленные границы утверждаются техническим руководителем предприятия - изготовителя или владельца изделия

- 12.8 Если условия п.12.7 не выполняются, а также в случаях, когда предусматривается факультативное измерение толщины УЗ-методом, либо не указан метод контроля толщины, оценка годности изделия не производится.
- 12.9 Оценка качества (годности) проконтролированного изделия по результатам ультразвукового контроля толщины производится на основании сравнения результатов УЗТ со значениями допускаемых толщин с учетом погрешности, указанной в НД, КД и ТД.
- 12.10 При отсутствии отраслевых норм для изделий, контролируемых в процессе эксплуатации, или норм, установленных конструкторской или технологической документацией для изделий при изготовлении, допускается применение местных норм, утвержденных техническим руководителем предприятия-владельца изделия.
- 12.11 Для трубопроводов, трубных систем, сосудов и других объектов, работающих под давлением, нормы устанавливаются на основании расчетов на прочность с учетом износа (утонения) за счет эксплуатационных факторов в межконтрольный период.
- 12.12 Изделие считается годным, если измеренное значение толщины находится в пределах значений, заданных НД, КД и ТД с учетом допустимой погрешности определения.
- Пример 1. Предельно допустимое минимальное значение толщины трубы (сосуда) указано 4,2 мм. Измеренное значение $4,4 \pm 0,2$ мм. Изделие годно, т.к. выполнено условие прочности: $4,4 - 0,2 = 4,2$ мм.
- Пример 2. Предельные значения размеров детали (изделия) $45^{+1,0}_{-0,6}$ мм. Измеренное значение размера $45,2 \pm 0,5$ мм. Изделие годно.
- Пример 3. Предельные значения размеров детали (изделия) $62,0 \pm 0,8$ мм. Измеренное значение $62,5 + 0,6$ мм. Изделие не годно, т.к. $62,5 + 0,6 > 62,0 + 0,8$. Для уточнения необходимо применить толщиномер с более высокой точностью определения.
- 12.13 Если предельно допустимые значения толщины указаны без учета допустимой погрешности ее определения, то при сравнении с нижним пределом допустимого размера от измеренного значения вычитается допустимое "минусовое" значение погрешности, а при сравнении с верхним пределом допустимого размера к измеренному значению прибавляется допустимое "плюсовое" значение погрешности.
- Пример 1. Предельно допустимое минимальное значение толщины трубы (сосуда) указано 4,2 мм. Измеренное значение толщины $4,2 \pm 0,2$ мм. Изделие (объект) не годно, т.к.
- $$4,2 \text{ мм} > 4,2 - 0,2 \text{ мм},$$
- $$(S \text{ доп.} > S \text{ изм.} - \Delta)$$
- Пример 2. Толщина листа должна быть в пределах 18...22 мм. Измеренное значение толщины листа $19 \pm 0,5$ мм, т.е. от 18,5 до 19,5 мм. Изделие годно.

13 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

- 13.1 Процедура регистрации результатов УЗТ может устанавливаться индивидуально на каждом предприятии, где имеются подразделения, выполняющие контроль толщины. При этом обязательной формой документации являются рабочий журнал результатов УЗТ (может быть совместным с журналом УЗК) и составляемые на его основании протоколы или заключения по результатам УЗТ с приложенной схемой расположения мест выполнения УЗТ.
- 13.2 Заключение (документ, содержащий результаты определения толщины с выводами о годности проконтролированного изделия) выдается только при наличии норм (пределов) допустимого значения толщины, которые установлены отраслевыми нормативными документами или определены расчетами на прочность с учетом добавки на возможный износ в межконтрольный период. Расчет на прочность утверждается техническим руководителем предприятия, на котором устанавливалось или эксплуатируется проконтролированное изделие (оборудование).
- 13.3 Протокол (документ, в котором приведены только результаты УЗТ – значения толщины), не содержит выводов о годности (не годности) к дальнейшей эксплуатации проконтролированного изделия (объекта).
- 13.4 В рабочем журнале, протоколе или заключении должны содержаться следующие сведения:
- а) идентификационные данные объекта контроля;
 - б) вид контроля (УЗТ основного металла или наплавки; при изготовлении или в процессе эксплуатации и т.п.);
 - в) тип прибора, ПЭП, заводской номер прибора, инвентарный номер ПЭП;
 - г) тип и номер СО или СОП для настройки;
 - д) если вводились поправки, указать какие, по какому документу;
 - е) номер (шифр) или наименование методического документа, по которому проводился контроль;
 - ж) номер (шифр) нормативного документа (или его наименование), устанавливающего допустимые пределы толщин;
 - з) индексы (номера) точек замера и результаты УЗТ в каждой точке с привязкой к формуляру (чертежу, эскизу);
 - и) заключение о соответствии требованиям нормативного документа (только для заключения);
 - к) дата контроля и порядковый номер записи в журнале регистрации протоколов (заключений);
 - л) фамилия и инициалы специалиста или контролера, выполнившего УЗТ, номер сертификата, уровень квалификации;
 - м) подпись специалиста или контролера;
 - н) подпись руководителя подразделения, которое проводило контроль.
- 13.5 Вместо сведений по п/п. ж) п. 13.4 может быть указан номер соответствующей ТК.

- 13.6 Результат контроля толщины должен быть представлен в виде X, Δ от Δ_n до Δ_v ; P (X - результат определения; Δ_n, Δ_v - нижний и верхний пределы погрешности УЗТ; P - вероятность, с которой погрешность находится в этих границах).
Пример: $3,80 \text{ мм} \pm 0,20 \text{ мм}, P = 0,972$
- 13.7 Значение доверительной вероятности допускается не указывать, если $P = 0,95$.
- 13.8 При оформлении нескольких результатов с одинаковыми показателями точности в виде таблицы или ряда значений показатели точности (Δ и P) указываются один раз для всех результатов.
- 13.9 Наименьшие разряды числовых значений результатов и численных показателей точности должны быть одинаковы.

14 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

- 14.1 При выполнении УЗТ изделий должны соблюдаться требования техники безопасности, действующие на предприятии-владельце данного изделия.
- 14.2 При проведении УЗТ во взрывоопасных помещениях (объектах) должны применяться приборы во взрывобезопасном исполнении.
- 14.3 При проведении УЗТ в условиях повышенной опасности работы выполняются по наряду-допуску.
- 14.4 УЗТ предпочтительно проводить приборами с автономным питанием. При использовании приборов с питанием от сети переменного тока должны соблюдаться требования электробезопасности.

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА ОТКЛОНЕНИЯ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ПРЯМЫХ ПЭП

1. Проверка диаграммы направленности прямого ПЭП проводится с использованием стандартного образца СО 2 по ГОСТ 14782-76.
2. Для проверки параметров ПЭП его устанавливают на образце СО 2 и находят максимальное значение амплитуды эхо-сигнала от бокового сверления α диаметром 6 мм, расположенного на глубине 44 мм (рисунок 6). По шкале СО 2, проградуированной в градусах, отмечают местоположение X_0 средней точки контактной поверхности ПЭП. Затем смещают ПЭП, как это указано на рисунке 6, до положения X , соответствующего уменьшению амплитуды в 2 раза (на 6 дБ).
3. ПЭП считается пригодным для УЗТ, если значение X_0 не превышает 2° , а значение X составляет $6^\circ \pm 30'$ для частоты 2,5 МГц и $9^\circ \pm 30'$ для частоты 5 МГц.
4. Контроль диаграммы направленности проводится не менее, чем в трех плоскостях, составляющих одна с другой угол 120° (ПЭП поворачивается вокруг своей оси в одной точке измерения).

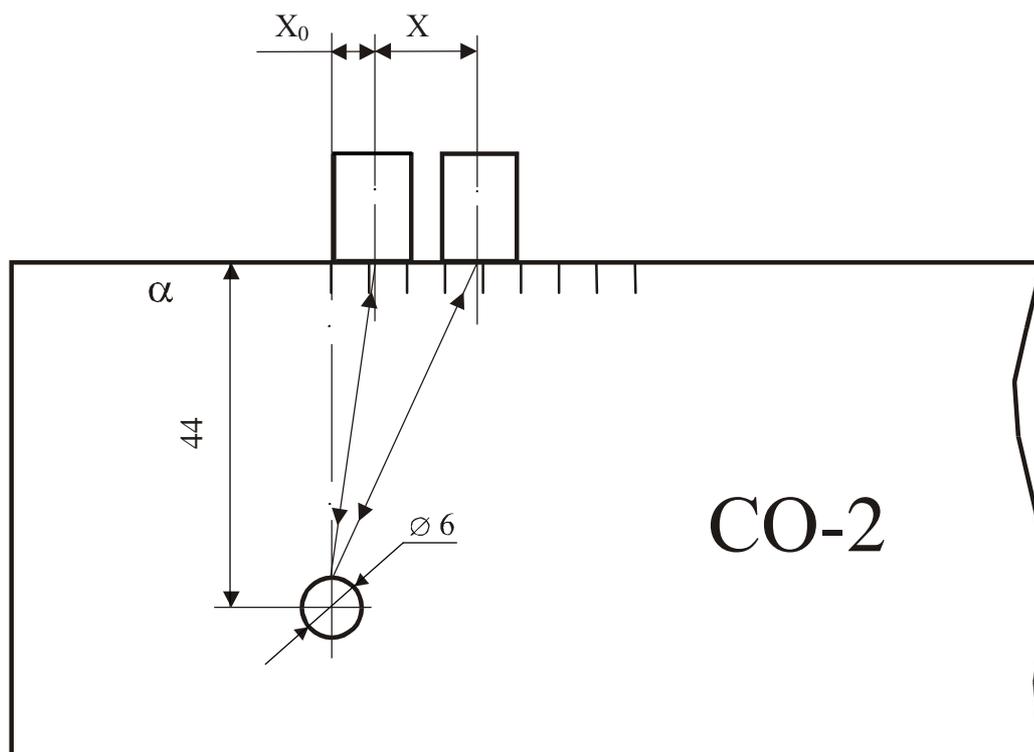


Рис. 6. Проверка диаграммы направленности прямого ПЭП

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ УЗТ

1. Задача методики - установление фактического значения погрешности определения толщины металла с учетом случайных ошибок при требуемой доверительной вероятности.
2. Настоящим Стандартом минимальное значение доверительной вероятности Р 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.
3. Величина доверительной вероятности Р зависит от безразмерной функции вероятности ϵ :

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

4. 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.
5. Прибор настраивается согласно настоящего Стандарта.
6. На подготовленных участках выполняются 10 независимых измерений толщины.
7. Вычисляется систематическая составляющая погрешности измерений (среднеарифметическая погрешность):

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n (X_d - X_i)}{n}, \text{ где}$$

n - число измерений

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

8. Вычисляется среднеарифметическое значение \bar{X} ряда полученных результатов как оценка математического ожидания:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \text{где } n, x_i \text{ то же, что в п.7}$$

9. Вычисляется среднее квадратическое отклонение s_x

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

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

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

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

11. Если систематическая погрешность не превышает $1/3$ среднего квадратичного значения случайных погрешностей, то ею при определении суммарной погрешности измерения можно пренебречь.
12. Значащих цифр погрешности измерения должно быть не более двух.

Пример расчета погрешности определения толщины

1. Контролируемые детали имеют номинальную толщину 10 мм, при этом планируемая погрешность при определении толщины методом УЗТ составляет $\pm 0,1$ мм.
2. Требуемая погрешность прямого измерения толщины СОП не должна превышать 20% планируемой погрешности:

$$0,05 \cdot 0,1 = 0,005 \text{ мм}$$

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

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

5. Систематическая составляющая погрешности $\delta = X_d - X_i$ для каждой из точек составляет (мм):
 $10 - 9,9 = 0,1$

$$\begin{aligned}
10 - 9,9 &= 0,1 \\
10 - 9,9 &= 0,1 \\
10 - 10 &= 0 \\
10 - 9,9 &= 0 \\
10 - 10,1 &= 0,1 \\
10 - 10 &= 0 \\
10 - 9,9 &= 0,1 \\
10 - 9,9 &= 0,1 \\
10 - 10,1 &= 0,1
\end{aligned}$$

6. Для 10 точек соответственно:

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n (X_d - X_i)}{n};$$

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

7. Среднеарифметическое значение толщины X составляет:

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

8. Среднеквадратичное отклонение σ равно:

$$\begin{aligned}
\sigma &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,06^2 + 0,06^2 + 0,06^2 + 0,04^2 + 0,06^2 + 0,14^2 + 0,04 + 0,06^2 + 0,06^2 + 0,14^2}{10-1}} = \\
&= \sqrt{\frac{0,0036 \cdot 6 + 0,0016 \cdot 2 + 0,0196 \cdot 2}{9}} = \sqrt{\frac{0,064}{9}} = 0,08433 \approx 0,084 \text{ мм}
\end{aligned}$$

где: $\bar{X} - X_i$

$$\begin{aligned}
9,96 - 9,9 &= 0,06 \\
9,96 - 9,9 &= 0,06 \\
9,96 - 9,9 &= 0,06 \\
9,96 - 10 &= 0,04 \\
9,96 - 9,9 &= 0,06 \\
9,96 - 10,1 &= 0,14 \\
9,96 - 10 &= 0,04 \\
9,96 - 9,9 &= 0,06 \\
9,96 - 9,9 &= 0,06 \\
9,96 - 10,1 &= 0,14
\end{aligned}$$

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

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

10. Для $P = 0,955$ и $\varepsilon = 2$ интервал составляет

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

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

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:

$$9,8^{+0,238}_{-0,098} \text{ мм}$$

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

КОНТРОЛЬ ТОЛЩИНЫ НЕКОТОРЫХ УЗЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ИЗДЕЛИЙ

1. Задача контроля

Контроль толщины выполняется как одна из операций по установлению технического состояния контролируемых объектов при проведении технического диагностирования на стадии изготовления объектов, при входном контроле и в процессе эксплуатации.

В процессе изготовления объектов контроль проводится в соответствии с действующими НД по техническим требованиям к данным объектам и конструкторской документацией.

При входном контроле следует использовать указанные выше документы, объемы контроля могут быть уменьшены, если при контроле не будут выявлены сверхнормативные утонения.

Контроль в процессе эксплуатации (эксплуатационный контроль) проводится в сроки и в объемах, которые установлены отраслевыми Положениями о техническом диагностировании или другими распорядительными (директивными) документами.

Задача эксплуатационного контроля – обнаружение мест утонения элементов контролируемого оборудования. Допустимость выявленных утонений определяется поверочными расчетами. Так, например, применительно к трубам и гибам при проведении этих расчетов следует установить, что остаточная толщина S_p стенки не выходит за пределы исходной расчетной толщины за период между проведенным и планируемым следующим контролем:

$$S_p = S_{\text{ном.}} - (C_{11} + C_{12} + C_2), \quad \text{где:}$$

$S_{\text{ном.}}$ – номинальная по сортаменту толщина трубы;

C_{11} - добавка, учитывающая допустимые отклонения толщины стенки при изготовлении труб (листов);

C_{12} - добавка, учитывающая допустимое отклонение толщины стенки при деформации (гибке, штамповке и т.п.);

C_2 - добавка на уменьшение толщины в процессе эксплуатации.

Для гибов расчетная толщина может быть определена по формуле:

$$S_{\text{гиба}} = S_p / X_i Y_i, \quad \text{где:}$$

X_i – торový коэффициент;

Y_i – коэффициент формы для соответствующего участкагиба (растянутая, нейтральная или сжатая часть).

В некоторых элементах энергооборудования имеются характерные места возникновения и специфического развития утонений.

В настоящем Приложении приведены рекомендации по проведению УЗТ при эксплуатационном контроле упомянутых мест.

2 Контроль элементов подогревателей высокого давления (ПВД) котлоагрегатов

2.1 Змеевики спиралей ПВД

Утонение змеевиков происходит за счет эрозионного износа внутренней поверхности гибов на участках от сварных швов приварки змеевиков к входным и выходным коллекторам до прямых участков между гибоми и спиралью.

Причина эрозии – турбулизация высокоскоростного потока воды при проходе его по гибу, а также через отверстие в коллекторе. Турбулизации также могут способствовать зазор между торцом трубы змеевика и плоскостью выточки отверстия в коллекторе и неперпендикулярность вварки змеевика в коллектор.

Поэтому зона контроля змеевиков – входные и выходные участки от сварных угловых швов приварки змеевика к коллектору до прямого участка между гибом и спиралью.

В этой связи контроль толщины входных и выходных участков змеевиков проводится на указанных выше участках по всей поверхности непрерывным сканированием.

2.2 Места вварки диафрагм в коллекторы

Диафрагмы представляют собой диски с отверстием в центре. Служат для распределения давления по коллектору с целью обеспечения равномерного распределения потоков воды по змеевикам.

С обеих сторон диафрагмы возникает большая разность давления, вызывающая размыв отверстия диафрагмы и размыв внутренней поверхности коллектора за диафрагмой.

Контроль толщины участков с возможным износом проводится со стороны наружной поверхности коллекторов с обеих сторон от сварного шва вварки диафрагм на участке, свободном от вварки змеевиков.

2.3 Гибы трубопроводов в пределах ПВД

За счет скоростного напора на внутренней поверхности гибов в растянутой зоне зоне возможен эрозионный износ.

Контролю подлежит растянутая часть ггиба. Однако, учитывая, что трубы выпускаются разностенными, необходимо провести контроль толщины по периметру на прямом и гнутом участках, чтобы определить разностенность трубы.

Особенности контроля ггибов приведены в разделе 3 настоящего Приложения.

3 Ггибы трубопроводов

В процессе эксплуатации утонение ггибов обычно происходит за счет эрозии при протекании водяной и, особенно, пароводяной среды. Очень редко встречаются утонения на ггибах, в которых течет паровая среда. Наиболее повреждаемая часть ггибов – внутренняя поверхность растянутой зоны, где за счет закругления ггиба возникает турбулизация потока.

Утонение ггибов может происходить также за счет коррозионных процессов, которые вызывают поражение как внутренней, так и наружной поверхности.

В связи с тем, что НД, по которым выпускаются трубы, допускают достаточно значительную разностенность (например, по ТУ 14-3-460 «Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов» допускается утонение стенки трубы при изготовлении до 10 %) до начала контроля ггиба необходимо проверить разностенность трубы. Для этого с обоих концов ггиба контролируется по периметру толщина стенки трубы на прямом и гнутом участках по одним образующим. Дискретность контроля 30 ... 50 мм в зависимости от диаметра трубы.

Далее выполняется общий контроль ггибов по сечениям через 150 ... 200 мм при радиусе ггиба до 1250 мм и через 300 ... 350 мм при радиусе от 1400 мм и более. В каждом сечении ггиб должен контролироваться в точках, находящихся в каждой из четырех в каждой из характерных зонах ггиба: растянутой, сжатой, нейтральной .

Ггибы труб с наружным диаметром до 89 мм контролируются в 4-х точках, с увеличением диаметра число точек возрастает : сначала увеличивается их число в растянутой зоне, затем в нейтральных, далее – в сжатой зоне. Сжатая зона представляет так же интерес: в ней часто имеет место неравномерность толщины.

После общего контроля выполняется более тщательный контроль растянутой зоны и ггиба и участков перехода от растянутой зоны к нейтральной.

Здесь рекомендуется выполнять контроль в точках разметки поверхности по сетке (40x40 мм)...(60x60 мм) в зависимости от диаметра ггиба. Следует иметь в виду, что турбулентные потоки могут вызывать локальные утонения стенки ггиба на площади 4...6 см² с «точечным» утонением 50% толщины стенки и более на площади 1,5...3 см².

4 Участки трубопроводов воды с местными гидравлическими сопротивлениями (регулирующими органами, дроссельными наборами и т.п.)

Местные гидравлические сопротивления вызывают интенсивную турбулизацию потоков за счет перепада давления, возникающего в месте сопротивления.

Потенциальная энергия давления переходит в кинетическую энергию струи за счет перепада давления. Чем больше перепад, тем интенсивнее идет коррозия. В регулирующих органах шиберного типа при этом искривляется траектория струи. Траектория струи может искривляться и в шайбовых наборах за счет размыва отверстий и их децентровки при изготовлении.

Поэтому эрозионное воздействие можно ожидать практически в любых местах на расстоянии до 10 Dвн (внутренний диаметр) за и (3... 5) Dвн до местного сопротивления. Особенно интенсивный износ за местным сопротивлением.

За регулируемыми органами шиберного типа интенсивный износ наблюдается в нижней части патрубка клапана, очень часто вымывает стенки приварки клапана к трубопроводу, чему способствует подкладное кольцо. При УЗК этих стыков размывы не выявляются как фиксируемые, а тем более, как бракуемые дефекты. Выявить размывы можно радиографией и УЗК, при прозвучивании через сварной стык. Для этого необходимо снимать усиление.

Контроль участков трубопроводов, где ожидается эрозионный износ рекомендуется проводить по сечениям, через 100 – 150 мм (с увеличением диаметра трубопровода расстояние возрастает). В каждом сечении измерения проводить через 50 мм. Точки контроля в каждом сечении располагать вдоль одних и тех же образующих.

При обнаружении утонения место утонения исследовать.

5 Тупиковые участки и другие застойные зоны трубопроводов, сосудов, баков

На внутренней поверхности таких участков, вследствие коррозионных процессов может возникать утонение стенки.

УЗТ проводится с контроля в точках по разметочной сетке с ячейкой 4...7 см, в зависимости от диаметра трубопроводов (меньше диаметр – меньше ячейка).

В баках и сосудах размер ячейки можно увеличить до 15 ...20 см.

При обнаружении утонения место утонения исследовать.

6 Сосуды, барабаны котлов, баки, деаэраторы

В этих объектах основная причина утонения стенок - коррозионные процессы, которые могут развиваться как на внутренней, так и на наружной поверхности обечайки и днищ.

Внутренняя поверхность указанных объектов обычно не защищена покрытиями, за исключением некоторых сосудов, для хранения газов (напр. водородных ресиверов). Наружная поверхность покрывается теплоизоляцией или защитными покрытиями (краска, металлоизоляция и др.).

Коррозия развивается под теплоизоляцией, может развиваться и под защитными покрытиями.

Поэтому, в тех случаях, когда оборудование сосудов проводится без снятия теплоизоляции или защитного покрытия (напр. металлизированного), УЗТ выполняется со стороны внутренней поверхности. Обычно УЗТ проводится со стороны наружной поверхности.

УЗТ проводится для общей оценки состояния объекта и углубленной в местах, где ожидается износ из-за коррозии или эрозии.

Для общей оценки толщины стенки объектов УЗТ проводится в точках, равномерно расположенных по поверхности из расчета не менее 8 точек на 1 м² поверхности.

В местах, где ожидается коррозионный износ (напр. нижняя часть воздухооборудователей теплообменников и т.п.) проводится при необходимости углубленный контроль в объеме 16 – 20 точек на 1 м² поверхности.

В ряде сосудов (например в деаэраторах и др. теплообменниках), в местах ввода воды и часто в местах на стороне противоположной вводу воды может иметь место эрозионный износ.

При обнаружении утонения место утонения надо исследовать.

7 Трубы поверхностей нагрева котлов

Трубы поверхностей нагрева подвергаются различным видам коррозии и механическому износу.

Механический износ возникает из-за воздействия на трубы конвективных поверхностей, особенно водяных экономайзеров, твердых частиц золы (золовый износ), а так же из-за воздействия дроби (при работе дробеочисток) или струи пара при очистке поверхностей нагрева обдувочными аппаратами.

Коррозия труб поверхностей нагрева может быть с наружной и внутренней стороны, (с огневой стороны топки на наружной поверхности может быть газовая высокотемпературная коррозия, в трубах из легированной стали, а с тыловой стороны топки на наружной поверхности может развиваться химическая коррозия из-за попадания воды на теплоизоляцию, сернистая и т.п. – ванадиевая с внутренней стороны труб может быть коррозия, вызванная химическими и тепловыми процессами (например подшламовая).

Коррозия труб поверхностей нагрева может быть и на внутренней поверхности труб.

7.1 Особенности контроля экранных труб

Основная причина, вызывающая утонение труб - высокотемпературная коррозия. Ее действию подвержена наружная поверхность. Износ неравномерный. Создает большую волнистость поверхности, часто препятствующую контролю. Образуется с огневой стороны точки.

При контроле такой поверхности надо тщательно сканировать преобразователем, добиваясь получения четкого эхо-сигнала и отыскивая минимальное значение толщины.

Контроль проводится на участках, намеченных для контроля, длиной не менее 50 мм вдоль образующей (« одна точка контроля »). Ширина - зона между соседними трубами.

Особую сложность представляет контроль износа ошпированных труб. Контроль проводится между шипами с применением специальных малогабаритных преобразователей с размером контактной поверхности 4 x 8 мм.

Контроль толщины экранных труб рекомендуется проводить на различных уровнях (« поясах »), выбирая их в местах наибольших тепловых напряжений. Например, выше зажигательного пояса, в местах нарушения сплошности торкрета в топках, где сжигается пылевидное топливо, на уровне горелок в топках, в которых сжигается газомазутное топливо и т.д. Как правило, в энергетических барабанных котлах контроль ведется не менее чем на трех поясах в объеме 100 % труб по каждому поясу.

Химическая коррозия наружной поверхности часто развивается на тепловой части экранных труб, в некоторых котлах из-за конструктивных особенностей коррозия развивается и с огневой стороны (например, в водогрейных котлах КВГМ, установленных в полуоткрытой компоновке). Поэтому рекомендуется выборочно вскрывать обшивку котла и контролировать толщину труб с тепловой стороны.

Коррозионные утонения внутренней поверхности могут устойчиво не выявляться УЗТ из-за особенностей выявления язвенной коррозии. Для уточнения результатов УЗТ рекомендуется производить контрольные вырезки из участков труб с наибольшими выявленными утонениями.

7.2 Ширмовые пароперегреватели

На ширмовых пароперегревателях (ШПП) в основном, возникает высокотемпературная или ванадиевая коррозия. УЗТ змеевиков ШПП проводится по «точкам» (участкам длиной 50 мм) по всему периметру труб. Точки выбираются в нижних, наиболее теплонапряженных участках змеевиков, в том числе на гibaх. В нижних частях змеевиков также может развиваться стояночная коррозия.

Для утонения результатов УЗТ рекомендуется производить контрольные вырезки из участков труб с наибольшими выявленными утонениями.

7.3 Конвективные поверхности нагрева

Конвективные поверхности нагрева подвержены различным видам износа, в зависимости от условий работы. Здесь может иметь место износ в следствии высокотемпературной коррозии, различные виды механического износа, химической коррозии.

Большой сложностью контроля является ограниченный доступ к трубам конвективных поверхностей 1–2 ряды, хотя действия коррозионных факторов распространяются вглубь пакетов на большое расстояние. Так, интенсивный золовой износ водяных экономайзеров имеет место на 7 – 11 рядах труб от начала поверхности. Коррозия конвективных поверхностей водогрейных котлов поражает целые пакеты полностью и т.д.

В котлах энергоблоков 250 – 300 МВт и более в указанном объеме (по 3 поясам), рекомендуется проводить на каждой из поверхностей нагрева (НРЧ, СРЧ, ВРЧ).

Поэтому вначале выполняется контроль в доступных местах, делаются контрольные вырезки, а затем, с учетом опыта эксплуатации объекта принимается решение о возможности и сроки его дальнейшей эксплуатации.

Контроль выполняется в «точках» на участках длиной 50 мм на возможно (из местных условий) большей части периметра. Количество точек определяется исходя из состояния поверхности нагрева по результатам осмотра и пробного контроля.

8 Исследования выявленных утоненных мест при проведении УЗТ

При обнаружении мест утонения, зона контроля расширяется, плотность сканирования увеличивается.

Утоненными следует считать места, толщина стенки в которых на 10 % и более, меньше номинального значения по паспорту либо от фактического номинального значения. Если установлено изделие с толщиной больше, чем указано в паспорте.

Результаты УЗТ следует подтверждать исследованием на вырезках.

9 Листы стальные. Изделия из листов – обечайки сосудов, барабанов, трубы сварные, баки, днища из листов – плоские и конические

Толщина новых листов в состоянии поставки и в новых изделиях измеряется не менее чем в 6 точках на $0,8 \div 1 \text{ м}^2$ поверхности листа. Толщина вставок из листов размером от $0,5 \text{ м}^2$ до $0,8 \text{ м}^2$ измеряется в не менее 4-х точках, до $0,5 \text{ м}^2$ – не менее чем в 2-х точках, равномерно расположенных на поверхности.

Схема контроля толщины листов, из которых смонтированы объекты, после эксплуатации такая же, но уточняется по результатам визуального контроля наружной и, особенно, внутренней поверхности.

В случае наличия коррозионных повреждений количество точек замера увеличивается.

При УЗТ конических и плоских днищ сосудов и баков, находящихся в эксплуатации, следует контролировать зону примыкания днищ к обечайкам, где наиболее интенсивно может иметь место коррозия. Здесь необходим контроль по поясу с дискретностью 0,1...0,15 м. Ширина пояса – 0,2 м.

10 Кованые, тянутые, штампованные днища профильной формы с отбортовкой

Днища изготавливаются переменной и постоянной толщины. При деформации листа в процессе изготовления днища может иметь место разнотолщинность. Кованые днища барабанов котлов и сосудов высокого давления, как правило, имеют разную толщину : она увеличивается от сварного шва к вершине. Поэтому контроль толщины следует вести по поясам (рис. 7) с одинаковой толщиной по сечению.

Толщина штампованных днищ, изготовленных из листов, проверяется на меньшем числе точек – на 16 (рис. 8).

В случае обнаружения коррозии или выбоков – число точек увеличивается.

11 Цельнотянутые, центробежнолитые трубы и гибы из этих труб

11.1 Прямые участки труб.

В связи с особенностями технологии производства, трубы и гибы из этих труб выпускаются с отклонениями от линейных размеров:

- с некруглостью (овальностью)
- с разнотолщинностью поперек и вдоль трубы

Поэтому задача УЗТ– установить наличие разнотолщинности труб.

Для этого УЗТ новых труб, например при входном контроле, проводится по периметру трубы в поперечном направлении и вдоль трубы (рис. 9). В поперечном направлении толщина измеряется на трубах диаметром:

- до 51 мм вкл. – в 4-х равномерно расположенных точках;
- до 10 мм откл. – в 5 точках;
- до 108 мм вкл. – в 6 точках;
- до 168 мм вкл. – в 7 точках.

В продольном направлении толщина труб измеряется через 0,5 м на трубах диаметром до 83 мм, через 0,75 м на трубах диаметром до 168 мм и через 1 метр на трубах большего диаметра.

Измерения вдоль трубы проводятся вдоль образующих поверхности трубы, проходящих через точки измерения первого с начала измерения сечения трубы.

В необходимых случаях (например, по результатам эндоскопического контроля) частота измерений может быть увеличена.

При обнаружении зоны утонения выполняется непрерывное сканирование с целью установления ее границ и размеров утонения.

11.2 Гибы

При гибке цельнотянутых труб имеет место деформация труб, вызывающая разностенность гибов. В гيبة имеются 4 характерные зоны: утоненная растянутая часть по наружному отводу ггиба, утолщенная сжатая часть по внутреннему обводу ггиба и слабodeформированные боковые участки, получившие название нейтральных зон (рис 10).

Контроль толщины гибов проводится по аналогии с контролем прямых труб. Измерение проводится по образующим от одного прямого участка к другому. Образующие должны проходить через центры каждой из зон. При контроле гибов из труб диаметром до 159 мм достаточно по периметру провести измерение в 6 точках (в центре растянутой зоны – 1 точка, по краям растянутой зоны – 2 точки, в нейтральных и сжатой зоне – по 1 точке).

Контроль гибов большего диаметра проводится на большем числе образующих – через 150 мм.

Схемы УЗТ некоторых видов изделий приведены на рисунках 7-12.

На штампованных и секторных коленах толщина стенки определяется также со стороны внутреннего обвода.

На переходах с постоянной толщиной стенки допускается проводить УЗТ в одном центральном сечении (в конусной его части) в четырех точках.

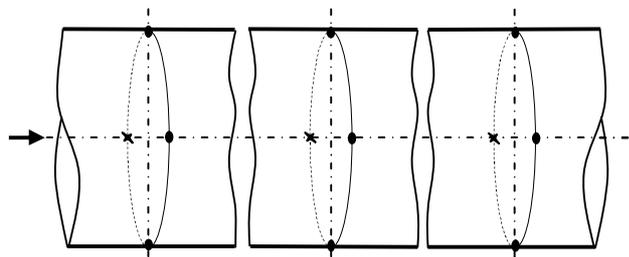


Рис. 7. Труба (прямой участок)

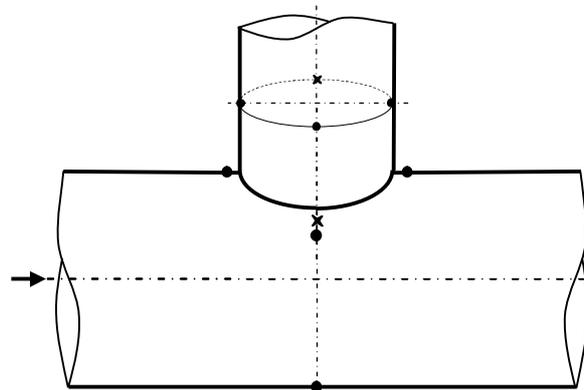


Рис. 10. Тройники (штампованные, штам-
посварные) и врезки в трубопровод

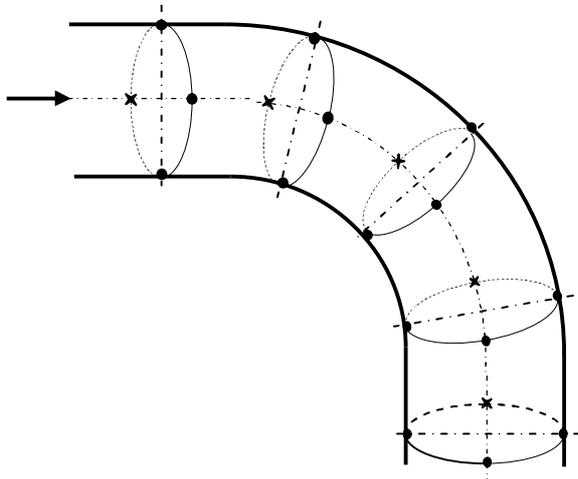


Рис. 8. Отводы (гибы)

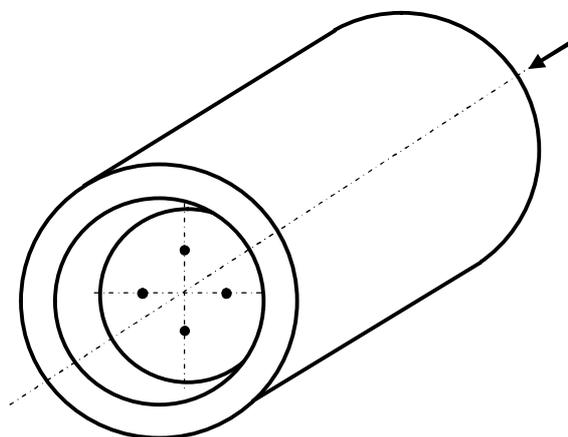


Рис. 11. Заглушка (плоская)

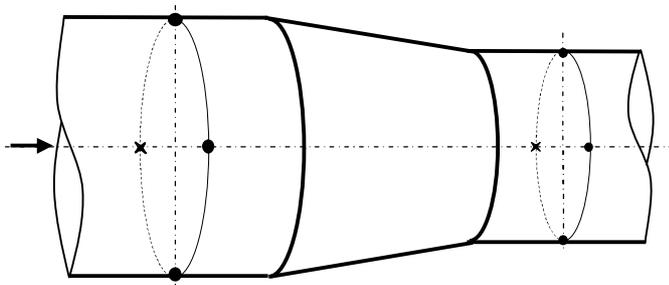


Рис. 9. Переходы

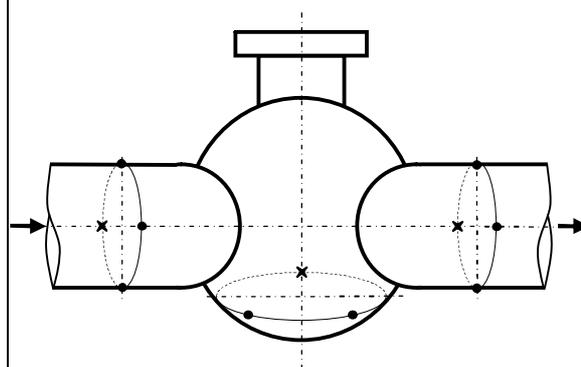


Рис. 12. Арматура

●; X – точки контроля со стороны видимой и невидимой поверхностей соответственно