

**СОСУДЫ РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ. ТЕХНИЧЕСКОЕ
ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ**

УДК

КП

Ключевые слова: энергетика, тепловые электростанции, сосуды, контроль, техническое диагностирование, назначенный срок службы.

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области промышленной безопасности установлены Законом Республики Беларусь «О промышленной безопасности» от 5 января 2016 г. N 354-З

1 РАЗРАБОТАН ОАО «БЕЛЭНЕРГОРЕМНАЛАДКА»

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ _____ указанием
государственного производственного объединения электроэнергетики
«БЕЛЭНЕРГО» от _____

3 В настоящем стандарте организации реализованы положения

ТКП 054-2007 (02300) Техническое диагностирование и продление назначенного ресурса (назначенного срока службы) безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений. Общие положения

4 ВЗАМЕН СТП 33240.17.429-18 Инструкция по продлению срока службы сосудов, работающих под давлением

Настоящий стандарт организации не может быть тиражирован
или распространен без разрешения ГПО «Белэнерго»

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения	4
2 Нормативные ссылки	4
3 Термины и определения	7
4 Общие требования	8
5 Требования к организации проведения технического диагностирования сосудов	10
6 Требования при подготовке к техническому диагностированию	11
7 Требования к проведению технического диагностирования сосудов	
7.1 Анализ технической документации	12
7.2 Разработка программы технического диагностирования	12
7.3 Визуальный и измерительный контроль	13
7.4 Контроль сварных соединений ультразвуковым или радиографическим методом	15
7.5 Контроль методами капиллярной и магнитопорошковой дефектоскопии	15
7.6 Контроль толщины стенки	16
7.7 Определение химического состава, механических свойств и структуры металла методами неразрушающего контроля или лабораторными исследованиями	17
7.8 Гидравлическое испытание сосуда	18
7.9 Анализ результатов технического диагностирования и проведение расчетов на прочность	18
8 Нормы и критерии оценки технического состояния сосудов	19
9 Определение возможности, сроков, параметров и условий эксплуатации сосудов	21
10 Оформление результатов технического диагностирования	22
Приложение А (обязательное) Программа технического диагностирования поверхностных теплообменников (ПВД, ПНД, бойлеров и т.п.)	24
Приложение Б (обязательное) Программа технического диагностирования деаэраторов	31
Приложение В (обязательное) Программа технического диагностирования расширителей и сепараторов	36
Приложение Г (обязательное) Программа технического диагностирования ресиверов, в том числе ресиверов водорода, воздухохоборников, сосудов электролизерных установок, баллонов, цистерн, бочек, предназначенных для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов, жидкостей и сыпучих тел, работающих и периодически находящихся под давлением выше 0,07 МПа (0,7 бар)	38
Приложение Д (обязательное) Программа технического диагностирования фильтров газовых в исполнении сосудов	41
Приложение Е (обязательное) Значения твердости металла при измерении переносным прибором	43
Библиография	44

**СТАНДАРТ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ОБЪЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ «БЕЛЭНЕРГО»****ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОДЛЕНИЮ СРОКА СЛУЖБЫ СОСУДОВ,
РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

Дата введения

1 Область применения

Настоящий стандарт Государственного производственного объединения электроэнергетики «Белэнерго» (далее - ГПО «Белэнерго») устанавливает порядок и правила проведения технического диагностирования, методы и объемы контроля, нормы и критерии оценки качества основных элементов сосудов, работающих под избыточным давлением, и вакуумных деаэраторов по истечении назначенного срока службы, а также после аварии.

Настоящий стандарт распространяется на предприятия и организации ГПО «Белэнерго» Министерства энергетики Республики Беларусь.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТР ТС 032/2013 О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением

ТКП 049-2007 (02300) Сосуды для сжиженной двуокиси углерода. Порядок проведения технического диагностирования

ТКП 054-2007 (02300) Техническое диагностирование и продление назначенного ресурса (назначенного срока службы) безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений. Общие положения

ТКП 608-2025 (33240) Теплотехническое оборудование электростанций и тепловых сетей. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации

СТБ ЕН 583-1-2005 Контроль неразрушающий. Ультразвуковой метод Часть 1 Общие положения

СТБ ЕН 583-2-2005 Контроль неразрушающий. Ультразвуковой метод Часть 2 Настройка чувствительности и длительности развертки

СТБ ЕН 875-2002 Испытание металла соединений на ударный изгиб. Требования к образцам и оформлению результатов

СТБ ЕН 895-2002 Испытание сварных соединений на растяжение на образцах, вырезанных поперек шва

СТБ ЕН 910-2002 Испытание металла сварных соединений на статический изгиб

СТБ 1133-98 Сварные соединения. Метод контроля внешним осмотром и измерениями Общие требования

СТБ 1172-99 Контроль неразрушающий. Контроль проникающими веществами (капиллярный) Основные положения

СТБ 1428-2003 Контроль неразрушающий. Соединения сварные трубопроводов и металлоконструкций. Радиографический метод

СТБ ЕН 1435-2004 Контроль неразрушающий сварных соединений. Радиографический метод контроля сварных соединений, выполненных сваркой плавлением

СТБ ЕН 1714-2002 Контроль неразрушающий сварных соединений. Ультразвуковой метод

ГОСТ ISO 5817-2019 Сварка. Сварные швы при сварке плавлением стали, никеля, титана и других сплавов (лучевая сварка исключена). Уровни качества в зависимости от дефектов

ГОСТ ISO 6506-1-2022 Материалы металлические. Измерение твердости по Бринеллю. Часть 1. Метод измерений

СТБ ISO 9712-2024 Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала в области неразрушающего контроля

СТБ ИСО/МЭК 17025-2007 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

СТБ ISO 17638-2013 Контроль неразрушающий сварных соединений. Метод контроля магнитопорошковый

ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества Марки

ГОСТ 1050-2013 Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия

ГОСТ 1497-84 Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 1778-70 Сталь. Металлографический метод определения неметаллических включений

ГОСТ 5520-2017 Прокат толстолистовой из нелегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия

ГОСТ 5632-2014 Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно - стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки

ГОСТ 5640-2020 Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры проката стального плоского

ГОСТ 6996-66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 8233-56 Сталь. Эталоны микроструктур

ГОСТ 9454-78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженной, комнатной и повышенной температурах

ГОСТ 11150-84 Металлы. Методы испытания на растяжение при пониженных температурах

ГОСТ 12344-2003 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения углерода

ГОСТ 12345-2001 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения серы

ГОСТ 12346-78 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения кремния

ГОСТ 12347-77 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения фосфора

ГОСТ 12348-78 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения марганца

ГОСТ 14019-2003 Материалы металлические. Метод испытания на изгиб

ГОСТ 34233.1-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования

ГОСТ 34233.2-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек

ГОСТ 34233.3-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет укрепления отверстий

ГОСТ 34233.4-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений

ГОСТ 34233.5-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок

ГОСТ 34233.6-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках

ГОСТ 34233.7-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность трубчатых решеток и теплообменных труб

ГОСТ 34233.8-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность сосудов и аппаратов с рубашками

ГОСТ 34233.9-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и вибрацию кожухотрубчатых теплообменников

ГОСТ 34233.10-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и устойчивость сосудов и аппаратов, работающих под наружным давлением

ГОСТ 34233.11-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Метод определения напряженного состояния для элементов сосудов методом конечных элементов

ГОСТ 34233.12-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Требования к представлению результатов расчета на прочность

ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные Методы ультразвуковые

ГОСТ 18895-97 Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа

ГОСТ 19281-2014 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 20700-75 Болты, шпильки, гайки и шайбы для фланцевых и анкерных соединений, пробки и хомуты с температурой среды от 0 до 650 0С. Технические условия

ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения

ГОСТ 21014-2022 Металлопродукция из стали и сплавов. Дефекты поверхности. Термины и определения

ГОСТ 21105-87 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод

ГОСТ 22536.0-87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Общие требования к методам анализа

ГОСТ 22536.1-88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения общего углерода и графита

ГОСТ 22536.2-87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения серы

ГОСТ 22536.3-88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения фосфора

ГОСТ 22536.4-88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения кремния

ГОСТ 22536.5-87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения марганца

ГОСТ 28702-90 Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования

СТП 33240.17.102-25 Металл паросилового оборудования электростанций. Методы металлографического анализа в условиях эксплуатации

СТП 34.17.415-96 Инструкция по проведению ультразвукового контроля крепежа энергооборудования

СТП 33240.17.418-21 Инструкция по дефектоскопии гибов трубопроводов из перлитной стали

СТП 33240.20.501-23 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей

Примечания

1 При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим указателям, опубликованным в текущем году.

2 Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения, обозначения и сокращения

В настоящем стандарте организации применяют термины с соответствующими определениями, установленные в ТКП 054, ГОСТ 27.002, ГОСТ 20911 термины с соответствующими определениями, а также обозначения и сокращения:

3.1 давление внутреннее (наружное): Давление, действующее на внутреннюю (наружную) поверхность стенки сосуда.

3.2 давление пробное: Давление, при котором проводится испытание сосуда.

3.3 давление рабочее: Максимальное внутреннее избыточное или наружное давление, возникающее при нормальном протекании рабочего процесса.

3.4 днище: Неотъемная часть корпуса сосуда, ограничивающая внутреннюю полость с торца.

3.5 индивидуальная программа технического диагностирования: Программа разрабатываемая применительно к сосуду или группе сосудов одинаковой конструкции, работающих в одинаковых условиях, и учитывающая конкретные условия эксплуатации, повреждения и выполненные ремонт или реконструкцию.

3.6 крышка: Отъемная часть, закрывающая внутреннюю полость сосуда или отверстие люка

3.7 обечайка: Цилиндрическая оболочка замкнутого профиля, открытая с торцов.

3.8 опора: Устройство для установки сосуда в рабочем положении и передачи нагрузок от сосуда на фундамент или несущую конструкцию.

3.9 сосуд: Герметически закрытая емкость, предназначенная для ведения химических, тепловых и других технологических процессов, а также для хранения и транспортирования газообразных, жидких и других веществ. Границей сосуда являются входные и выходные штуцеры.

3.10 температура рабочей среды максимальная (минимальная): Максимальная (минимальная) температура среды в сосуде при нормальном протекании технологического процесса.

3.11 элемент сосуда: Сборочная единица сосуда, предназначенная для выполнения одной из основных функций сосуда.

3.12 В настоящем стандарте применяют следующие обозначения и сокращения:

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

ВТК – вихретоковый контроль;

ЛИ – разрушающий контроль (лабораторные исследования, механические испытания, металлографический контроль);

МК – металлографический контроль (анализ и исследования макро- и микроструктуры);

МПД – магнитопорошковая дефектоскопия;

ОВ – контроль овальности;

ПВД – подогреватель высокого давления;

ПНД – подогреватель низкого давления;

РГГ – радиографический (радиационный) контроль;

СА – спектральный анализ металла;

СЕРТ – контроль сертификатных данных и входящей документации, контроль и анализ наличия протоколов неразрушающего контроля в соответствии с [1];

ТВ – измерение твердости;

УЗД – ультразвуковая дефектоскопия;

УЗТ – ультразвуковая толщинометрия.

ЭТК – экспертно - техническая комиссия.

4 Общие требования

4.1 Техническое диагностирование сосудов должно быть проведено:

- при достижении назначенного срока службы, а также количества циклов нагружения, установленных его изготовителем;

- при временном нахождении под воздействием факторов, параметры которых превышают предельно допустимые для материала, из которого изготовлены элементы;

- по решению субъекта промышленной безопасности (физические лица, работающие по трудовым договорам, предусматривающим выполнение работы в области промышленной безопасности);

- при восстановлении паспорта сосуда;

- при отсутствии документов, подтверждающих проведение неразрушающего контроля (или недостаточном объеме проведенного неразрушающего контроля) сварных соединений основных элементов и материалов, из которых они изготовлены.

4.2 Назначенный (расчетный) срок службы сосуда должен устанавливаться предприятием - изготовителем с указанием его в паспорте сосуда. При отсутствии этих сведений назначенный срок службы следует принимать равным:

- для ресиверов водорода и сосудов электролизных установок - 16 лет;
- для ресиверов (кроме водородных) - 20 лет.
- для остальных сосудов, в том числе вакуумных деаэраторов (работающих при давлении ниже атмосферного – 7,5 – 50 кПа), деаэраторов атмосферного типа (0,12 МПа) и деаэраторов повышенного давления (от 0,6 до 1,25 МПа) – 30 лет.

Примечание – Сосуды для сжиженной двуокиси углерода следует диагностировать в соответствии с требованиями ТКП 049.

4.3 Настоящий стандарт основан на требовании обеспечения надежности и безопасной эксплуатации, заключающемся в оценке технического состояния сосудов по узлам и элементам, работающим в наиболее напряженных условиях. Выбор ПОЭ осуществлен на основе информации о конструктивных особенностях сосудов, условиях их эксплуатации, расчетов на прочность и статистических сведений о выявленных дефектах.

Перечень ОПО и ПОО изложен в Законе от 05.01.2016 № 354-З «О промышленной безопасности»

4.4 Сосуд считается пригодным к дальнейшей эксплуатации, если по результатам технического диагностирования подтверждается, что состояние основного и наплавленного металла удовлетворяет требованиям ТНПА и раздела 8.

4.5 Техническое диагностирование сосуда, отработавшего назначенный срок службы, должно включать:

- анализ технической документации;
- разработку индивидуальной программы технического диагностирования (при необходимости);
- визуальный контроль наружной и внутренней поверхностей;
- контроль геометрических размеров (внутреннего или наружного диаметра; при необходимости: прогиба, овальности (для горизонтально расположенных сосудов), смещения кромок стыкуемых элементов, высоты развальцованных участков труб и др.);
- измерение выявленных дефектов (коррозионных язв или эрозионных повреждений, трещин, деформаций и др.);
- контроль толщины стенки неразрушающим методом;
- контроль сплошности сварных соединений и зон основного металла неразрушающими методами;
- измерение твердости с помощью переносных приборов;
- лабораторные исследования химического состава, механических свойств и структуры материала основных элементов (при необходимости);
- прогнозирование допустимых рабочих параметров, возможности, условий и срока дальнейшей эксплуатации сосуда на основании анализа результатов технического диагностирования с учетом расчетов (в случае необходимости) на статическую и циклическую прочность, остаточного ресурса по критерию скорости протекания коррозионных процессов и по критерию хрупкого разрушения;

- гидравлическое испытание.

4.6 После аварии должно проводиться досрочное (внеочередное) техническое диагностирование сосуда, которое может быть полным или частичным в зависимости от места, характера и степени повреждения элементов сосуда.

4.7 Техническое диагностирование не заменяет проводящихся в установленном порядке технических освидетельствований сосуда.

4.8 Техническое диагностирование сосудов, установленных на электростанциях и котельных, необходимо выполнять персоналом электростанций или энергоремонтных предприятий при наличии соответствующих лицензий и подготовленных экспертов по сосудам. При необходимости допускается привлекать другие специализированные организации.

4.9 На основании результатов технического диагностирования специализированная организация выдает заключение о возможности, параметрах и сроке дальнейшей эксплуатации сосуда. Срок продления эксплуатации до следующего технического диагностирования не может превышать восемь лет.

4.10 Для принятия решения о возможности эксплуатации элементов оборудования после достижения назначенного срока службы, а также при получении неудовлетворительных результатов контроля или при необходимости временной работы с неустраненными дефектами, приказом генерального директора республиканского унитарного предприятия электроэнергетики (далее – РУП - облэнерго) должна создаваться постоянно действующая ЭТК.

4.12 В состав ЭТК следует включать: главного инженера РУП - облэнерго (председатель), начальника (заместителя начальника) теплотехнической службы (службы эксплуатации и ремонта теплотехнического оборудования) РУП - облэнерго, главного инженера структурного подразделения (электростанции, котельной), начальника (заместителя начальника) производственно-технического отдела, начальника (заместителя начальника) цеха, эксплуатирующего сосуды, начальника (заместителя начальника) структурного подразделения, осуществляющего контроль и наблюдение за металлом (испытательная лаборатория, лаборатория контроля металла и т.п.), начальника (заместителя начальника) МЛКМиС.

По усмотрению руководства РУП - облэнерго в состав ЭТК допускается включать и других специалистов.

5 Требования к организации проведения технического диагностирования

5.1 Организацию и подготовку к проведению работ по техническому диагностированию следует возлагать на предприятие - владельца сосуда.

5.2 Техническое диагностирование сосудов и оформление заключения по его результатам должны выполнять специализированные организации (предприятия), имеющие специальное разрешение (лицензию) Госпромнадзора на деятельность в области промышленной безопасности в соответствии с требованиями действующего законодательства в области промышленной безопасности.

5.3 Выполнение неразрушающего контроля, аналитических, экспериментальных и прочностных расчетов, механических испытаний, химического и спектрального

анализов, металлографических исследований может осуществлять испытательная лаборатория, аттестованная на независимость и техническую компетентность в соответствии с требованиями СТБ ИСО/МЭК 17025 и имеющая аттестат аккредитации, выданный БГЦА на основании положительного решения технической комиссии по аккредитации.

5.4 Техническое диагностирование сосудов проводят специалисты, прошедшие специальную теоретическую подготовку и практическое обучение, аттестованные в установленном порядке и сертифицированные по СТБ ISO 9712.

5.5 Техническое диагностирование сосудов следует проводить по программам приложений А, Б, В, Г, Д или по индивидуальной программе в зависимости от конкретного типа сосуда, условий эксплуатации и его технического состояния. Решение о выборе программы обследования сосуда должна принимать организация (предприятие), выполняющая данное техническое диагностирование.

5.6 Все виды неразрушающего контроля, измерения, определение механических свойств, исследование микроструктуры металла, расчеты на прочность следует проводить в соответствии с требованиями ТНПА и раздела 2.

5.7 Порядок оформления результатов технического диагностирования приведен в разделе 10.

6 Требования при подготовке к техническому диагностированию

6.1 Сосуды (группа сосудов), подлежащие техническому диагностированию, должны быть выведены из работы, охлаждены, опорожнены и отключены заглушками от действующих трубопроводов.

6.2 Обшивка, обмуровка и тепловая изоляция, препятствующие контролю технического состояния должны быть частично или полностью удалены; указанные требования остаются в силе и при обнаружении следов промокания изоляции; при необходимости должны быть сооружены леса или другие вспомогательные приспособления (подмости, лестницы и т.п.) в соответствии с требованиями ТКП 608.

6.3 Для обеспечения доступа к элементам сосуда при диагностировании внутрикорпусные устройства должны быть частично или полностью удалены.

6.4 Внутренние и наружные поверхности сосуда, подлежащие диагностированию, должны быть очищены от загрязнений. Зоны, объем и качество подготовки поверхностей необходимо определять требованиями программы диагностирования сосуда и нормативными документами на применяемые методы контроля.

6.5 При проведении технического диагностирования сосудов лица, осуществляющие диагностирование, и администрация предприятий должны руководствоваться требованиями ТКП 608, СТП 33240.20.501.

6.6 Владелец сосуда представляет организации, проводящей техническое диагностирование, паспорт сосуда, ремонтный и сменный журналы, предписания Госпромнадзора, заключения по предыдущим техническим диагностированиям и прочие материалы, в которых содержатся данные по конструкции сосуда, условиям эксплуатации, ремонтам и реконструкциям.

7 Требования к проведению технического диагностирования

7.1 Анализ технической документации

7.1.1 До начала диагностирования необходимо ознакомиться с эксплуатационно - технической документацией на сосуд, включающей: паспорт, чертежи, предписания Госпромнадзора, относящиеся к техническому состоянию сосуда, результаты ранее выполненных обследований и прочие материалы, в которых может содержаться полезная информация.

7.1.2 Провести анализ эксплуатационной и технической документации в целях детального ознакомления с конструкцией, особенностями изготовления, характером и конкретными условиями работы сосуда на протяжении всего срока эксплуатации, а также предварительной оценки его технического состояния.

7.1.3 Анализ технической и эксплуатационной документации включает:

- установление даты изготовления, пуска в эксплуатацию и регистрации сосуда, а также определение предприятия - изготовителя и возможного предыдущего владельца;
- анализ конструктивных особенностей сосуда, основных размеров элементов, материалов, включая сертификатные данные, и технологии изготовления, а также сведений о проверке качества сосуда на предприятии - изготовителе;
- оценку проектных технических характеристик и их соответствия фактическим условиям эксплуатации по температуре, давлению, рабочей среде, а также анализ особенностей эксплуатации (стационарный или переменный режимы работы, количество пусков - остановов и гидроиспытаний, возможность колебаний давления с размахом более 15 % номинального значения и ориентировочная периодичность этих колебаний);
- анализ результатов технических освидетельствований, осмотров, гидравлических испытаний и обследований сосуда, а также данных о повреждениях, ремонтах и реконструкциях.

7.1.4 По результатам анализа эксплуатационно-технической документации принимается решение о программе технического диагностирования сосуда, то есть, будет использована программа настоящего стандарта или необходима разработка индивидуальной программы технического диагностирования.

7.2 Разработка индивидуальной программы технического диагностирования

7.2.1 Программы технического диагностирования сосудов наиболее распространенных типов приведены в приложениях А - Г.

7.2.2 В программах определены зоны контроля, предрасположенные к образованию дефектов, а также указаны объемы и методы контроля или исследования механических свойств и микроструктуры металла.

7.2.3 Индивидуальную программу технического диагностирования следует разрабатывать в случае отсутствия ТНПА на данный конкретный тип сосуда, при невозможности демонтажа трубной системы теплообменного аппарата, в зависимости от условий эксплуатации и технического состояния.

7.2.4 Индивидуальная программа должна разрабатываться на каждый сосуд или группу однотипных сосудов, работающих в одинаковых условиях.

Индивидуальная программа должна учитывать результаты анализа эксплуатационно-технической документации, в том числе: конструктивные особенности и конкретные условия эксплуатации, возможность доступа для визуального контроля и возможность применения конкретного вида неразрушающего контроля, наличие или отсутствие аварий за период эксплуатации, их характер и причины, результаты предыдущих обследований и проверок, наличие ремонтов или реконструкций, а также другие данные.

7.2.5 В индивидуальной программе определяются элементы и зоны сосуда, подлежащие контролю, приводятся объемы и методы неразрушающего контроля, а также указываются, при необходимости, объемы лабораторных исследований структуры и свойств металла сосуда с назначением мест отбора проб.

7.2.6 Индивидуальная программа подписывается специалистом, разработавшим программу, начальником (заместителем) лаборатории контроля металла (или подразделения, выполняющего аналогичные функции), утверждается главным инженером (заместителем) организации, проводящей диагностирование и согласовывается владельцем оборудования.

7.3 Визуальный и измерительный контроль

7.3.1 ВИК наружной и внутренней поверхностей элементов сосуда, а также его опорной системы проводят с целью обнаружения и определения размеров дефектов (трещин или других несплошностей, выходящих на поверхность, коррозионных повреждений, эрозионного износа, механических повреждений, вмятин, выпучин и других изменений геометрии). ВИК должен проводиться в соответствии с СТБ 1133, ГОСТ 21014, и разделом 8. По результатам ВИК допускается уточнение (дополнение) программы технического диагностирования сосуда.

7.3.2 При проведении визуального контроля повышенное внимание должно быть обращено на выявление следующих дефектов:

- трещин, образующихся чаще всего в местах геометрической, температурной и структурной неоднородности: на кромках и поверхности отверстий, в местах приварки штуцеров, укрепляющих накладок, лазерных отверстий, деталей крепления, опор, сепарационных устройств, косынок, ребер жесткости, фланцев, в зонах сопряжения разнотолщинных элементов, переходов от выпуклой части днищ к отбортовке и от основного металла к усилению сварного шва;

- коррозионных и коррозионно-усталостных повреждений металла, наиболее часто встречающихся на внутренней поверхности в нижней части сосудов, в зоне раздела сред, в местах скопления (застоя) воды или конденсата, а также на наружной поверхности в местах нарушения тепловой изоляции или краски и (или) возможного попадания и скапливания воды (как правило, для сосудов, находящихся на открытом воздухе и подверженных воздействию атмосферных осадков, под тепловой изоляцией, под табличками и т.п.);

- эрозионного износа поверхностей сосуда;

- дефектов сварки и несоответствие геометрических размеров швов требованиям ТНПА;

- непрямолинейности соединяемых элементов, овальности, прогиба, смещения или увода кромок в соответствии с требованиями ТНПА.

7.3.3 При выполнении визуального контроля целесообразно зачищать отдельные участки поверхности, а также использовать лупу и местную подсветку. При визуальном контроле внутренней поверхности сосудов, недоступной для прямого обзора, следует использовать эндоскопы, перископы или простейшие приспособления в виде штанги с закрепленными на ней зеркалом и источником света.

7.3.4 При обнаружении в элементах сосуда трещин или деформированных участков дефектные зоны элементов следует осмотреть также со стороны противоположной поверхности.

7.3.5 Контроль геометрических размеров и формы основных элементов сосуда проводят для получения информации об их изменениях по отношению к первоначальным (проектным) геометрическим размерам и форме.

7.3.6 Овальность цилиндрических элементов определяют путем измерения максимального D_{max} и минимального D_{min} внутреннего или наружного диаметров в двух взаимно перпендикулярных направлениях контрольного сечения. Для измерения диаметров обечаек сосудов рекомендуется использовать дальномер лазерный, нутромер, раздвижную штангу или рейку с мерной линейкой с ценой деления 1 мм. Величину овальности (a) в процентах рассчитывают по формуле

$$a = \frac{2 \cdot (D_{max} - D_{min})}{D_{max} + D_{min}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где D_{max} и D_{min} - наибольший и наименьший наружные диаметры, измеренные в одном сечении, мм;

7.3.7 Контроль прямолинейности образующей необходимо выполнять линейкой с ценой деления 1 мм путем измерения расстояния от контролируемой образующей до металлической струны, натянутой между кольцевыми швами приварки днищ к обечайкам сосуда, а также при помощи лазерного дальномера.

Для измерения местных отклонений от прямолинейности или нормальной кривизны допускается применять шаблоны.

7.3.8 В случае обнаружения вмятин или выпучин в стенках элементов сосуда следует измерить максимальные размеры вмятины или выпучины по поверхности элемента в двух взаимно перпендикулярных направлениях (продольном и поперечном, m и n) и максимальную ее глубину (прогиб δ). Глубина вмятины (высота выпучины) отсчитывается от образующей (или направляющей) недеформированного элемента сосуда. По выполненным измерениям определить относительный прогиб в процентах:

$$(\delta/m) \cdot 100\%, (\delta/n) \cdot 100\%, \quad (2)$$

где δ – максимальная глубина вмятины (выпучины), мм;

m и n – максимальные размеры вмятины (выпучины) в продольном и поперечном направлениях, мм;

Если максимальный из размеров вмятины (выпучины) " m " или " n " превышает $20 \cdot S$ (где S - толщина стенки элемента сосуда, мм) или превышает 200 мм, то необходимо измерить ее глубину в нескольких точках. В качестве таких точек следует принять узловые точки сетки, ячейки которой не превышают $5 \cdot S$, но не более 50 мм, и результаты измерений представить в виде таблицы; при этом, одна из узловых точек сетки должна быть совмещена с центром вмятины (выпучины), где ее глубина δ является максимальной.

Если вмятина (выпучина) имеет плоский участок, то необходимо измерить его размеры и указать их на формуляре или схеме.

7.3.9 При обнаружении в процессе визуального и измерительного контроля дефектов, выходящих за пределы допустимых (раздел 8), расположение, количество и размеры этих дефектов указывают на прилагаемой схеме или в формуляре.

7.4 Контроль сварных соединений ультразвуковым или радиографическим методами

7.4.1 Неразрушающий контроль сварных соединений с целью выявления внутренних дефектов (трещин, непроваров, пор, шлаковых включений и др.) проводится ультразвуковым или радиографическим методами в соответствии с требованиями СТБ ЕН 583-1, СТБ ЕН 583-2, СТБ 1428, СТБ ЕН 1435, СТБ ЕН 1714, СТБ ISO 5817, ГОСТ 14782.

Сварные соединения сосудов 1-ой группы рабочих сред (согласно ТР ТС 032) должны контролироваться в объеме 100 %.

7.4.2 При обнаружении недопустимых дефектов в процессе выборочного контроля сварных соединений объем контроля должен быть увеличен не менее, чем вдвое и, в первую очередь, следует расширить зоны контроля сварных соединений в местах обнаружения дефектов. При повторном обнаружении недопустимых дефектов – необходимо провести 100 % - й контроль сварных соединений.

7.4.3 При разработке индивидуальных программ технического диагностирования следует иметь в виду, что участки пересечения продольных и поперечных (кольцевых) сварных соединений должны быть включены в зоны контроля.

7.4.4 Результаты контроля следует оформлять в виде заключений или протоколов. Расположение участков контроля по отношению к основным размерам элементов сосуда следует изображать на прилагаемой схеме (формуляре).

7.5 Контроль методами капиллярной и магнитопорошковой дефектоскопии

7.5.1 Контроль внутренней и наружной поверхностей элементов сосуда методами КД и МПД осуществляется в соответствии с требованиями СТБ 1172, СТБ ISO 5817 СТБ ISO 17638 с целью выявления и определения размеров и ориентации трещин, расслоений и других трещиноподобных дефектов, выходящих на поверхность в объеме 100 % протяженности каждого соединения - для сосудов 1-ой группы рабочих сред и 25 % - для сосудов 2-ой группы рабочих сред (согласно ТР ТС 032).

7.5.2 Контроль методами КД или МПД проводят на контрольных участках поверхности элементов, указанных в программе диагностирования, на участках внутренней поверхности вокруг всех отверстий с шириной контролируемой зоны не менее 50 мм, на участках, где по результатам визуального контроля или анализа эксплуатационно-технической документации предполагается наличие трещин, а также в местах ремонтных заварок, выборок трещин, коррозионных язв и других дефектов.

7.5.3 При обнаружении недопустимых дефектов в процессе выборочного контроля сварных соединений объем контроля должен быть увеличен не менее, чем вдвое и, в первую очередь, следует расширить зоны контроля сварных соединений в местах

обнаружения дефектов. При повторном обнаружении недопустимых дефектов – необходимо провести 100 % - й контроль сварных соединений.

7.5.4 Результаты контроля поверхности элементов сосуда методами КД или МПД следует оформлять в виде заключения или протокола, в которых необходимо приводить описание размеров, формы и месторасположения выявленных дефектов. Расположение участков контроля и выявленных дефектов следует условно изображать на прилагаемой схеме (формуляре).

7.6 Контроль толщины стенки

7.6.1 УЗТ элементов сосуда рекомендуется выполнять ультразвуковым методом с применением ультразвуковых толщиномеров, отвечающих требованиям ГОСТ 28702, в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

7.6.2 Контроль толщины стенки проводят с целью определения утонения стенки элементов сосуда, которое происходит в процессе его эксплуатации. По результатам контроля определяют скорость коррозионного или коррозионно-эрозионного износа стенок, как скорость потери толщины за один год эксплуатации, и устанавливают расчетом на прочность допустимый срок эксплуатации изношенных элементов или уровень снижения рабочих параметров.

7.6.3 Контроль толщины стенки проводят в местах, указанных в программах диагностирования, включая зоны интенсивного коррозионно-эрозионного износа металла, а также местах выборок дефектов, вмятин (выпучин). Измерение толщины стенки обечаек сосудов рекомендуется выполнять в контрольных сечениях, отстоящих друг от друга на расстоянии не более 1 м и в каждом контрольном сечении выполнять не менее трех измерений, равномерно распределенных по окружности.

Обязательному контролю подлежат днища сосудов, а также зоны обечаек вдоль нижней образующей при горизонтальной компоновке сосуда.

7.6.4 При обнаружении расслоения (несплошности) листа число точек измерения в этом месте должно быть увеличено до количества, достаточного для установления границ (контура) зоны расслоения (несплошности).

7.6.5 Контроль толщины стенки патрубков или штуцеров проводить при наружном диаметре 76 мм и более в четырех точках, расположенных равномерно по окружности элемента.

7.6.6 Контроль толщины стенки гнутых отводов трубной системы теплообменных аппаратов выполнять в растянутой и нейтральных зонах в трех контрольных сечениях в соответствии с СТП 33240.17.418.

7.6.7 Результаты измерений толщины стенки элементов сосуда следует оформлять в виде заключения или протокола, в которых значения толщин вносятся в таблицы, содержащие название или номер элемента, номер точки замера толщины стенки и результат измерения. Точки замера толщины стенки указывать на прилагаемой схеме (формуляре).

7.7 Определение химического состава, механических свойств и структуры металла методами неразрушающего контроля или лабораторными исследованиями

7.7.1 Химический состав, механические свойства и состояние структуры основного металла или сварного соединения на вырезках образцов из элементов сосуда необходимо определять в следующих случаях:

- при неудовлетворительных результатах измерения твердости металла переносным прибором;
- при обнаружении изменений структуры металла по данным металлографического анализа на сколах или репликах, выходящих за пределы требований ТНПА на металл в исходном состоянии;
- при необходимости установления причин возникновения дефектов металла, влияющих на работоспособность сосуда;
- при нарушении режимов эксплуатации, в результате которого возможны изменения в структуре и свойствах металла, деформации и разрушения элементов сосуда или появление других недопустимых дефектов;
- при отсутствии в технической документации сведений о марке стали элементов сосуда или использовании при ремонте сосуда материалов или полуфабрикатов, на которые отсутствуют сертификатные данные.

7.7.2 Химический состав, механические свойства и структуру металла следует определять согласно ГОСТ 380, СТБ ЕН 875, СТБ ЕН 895, СТБ ЕН 910, ГОСТ 1050, ГОСТ 1497, ГОСТ 1778, ГОСТ 5520, ГОСТ 5632, ГОСТ 5640, СТБ ИСО 6506-1, ГОСТ 6996, ГОСТ 8233, ГОСТ 9454, ГОСТ 11150, ГОСТ 12344, ГОСТ 12345, ГОСТ 12346, ГОСТ 12347, ГОСТ 12348, ГОСТ 14019, ГОСТ 18895, ГОСТ 19281, ГОСТ 22536.0, ГОСТ 22536.1, ГОСТ 22536.2, ГОСТ 22536.3, ГОСТ 22536.4, ГОСТ 22536.5 для установления их соответствия требованиям ТНПА и выявления изменений, возникших в результате нарушения нормальных условий работы или в связи с длительной эксплуатацией.

7.7.3 Определение механических свойств и структуры металла следует проводить неразрушающими методами контроля, а в необходимых случаях - на образцах, изготовленных из вырезок металла основных элементов сосуда.

Вырезка проб металла (с последующим испытанием образцов) для отдельных случаев может не производиться по заключению специализированной организации, выполнившей расчет на прочность с учетом фактических размеров элементов и состояния металла сосуда.

7.7.4 ТВ неразрушающими методами проводится при помощи переносных приборов (твердомеров) в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора, а полученные значения должны соответствовать значениям, изложенным в приложении Е. Для косвенной (приближенной) оценки временного сопротивления разрыву металла при 20 °С допускается применять таблицы перевода величин твердости в прочностные характеристики металла согласно ТНПА. Измерения допускается выполнять в местах проведения УЗТ.

7.7.4 При получении значения твердости, не соответствующего требованиям ТНПА, следует определить фактические прочностные характеристики металла при комнатной и рабочей температурах (предел текучести $\sigma_{0,2}$, $\sigma_{t_{0,2}}$ и временное сопротивление

разрыву σ_v , σ'_v) из пробки, вырезанной из корпуса (не менее трех образцов, ось образцов должна располагаться перпендикулярно оси корпуса).

7.7.6 Для определения химического состава стали допускается использовать оптико – эмиссионные анализаторы или методы аналитического анализа (из отобранной стружки). Отбирается стружка на предварительно зачищенных участках наружной поверхности сосуда путем сверления отверстий диаметром 3 - 4 мм и глубиной не более 30 % толщины стенки элемента, но не более 5 мм. При этом расстояние между ближайшими кромками рассверливаемых отверстий, а также расстояние от кромки отверстия до стенки ближайшего штуцера (патрубка) или оси сварного шва должно быть не менее $2 \cdot \sqrt{D_{cp} \cdot S}$, где D_{cp} - средний диаметр сосуда, S — номинальная толщина стенки.

Для определения марки легированных сталей допускается применять стилоскопирование переносным прибором.

7.7.7 Исследование структуры основного металла и сварных соединений неразрушающими методами следует выполнять на репликах или сколах. Исследовать микроструктуру следует при 100 - и 500 - кратном увеличении.

7.7.8 Результаты определения химического состава, механических свойств и исследование структуры следует оформлять в виде протоколов. Микроструктура металла представляется на фотографиях и дается описание ее характерных особенностей.

7.8 Гидравлическое испытание сосуда

7.8.1 Гидравлическое испытание проводится при положительных результатах технического диагностирования и после устранения обнаруженных недопустимых дефектов.

7.8.2 При проведении гидравлического испытания допускается использование методов и приборов акустической эмиссии.

7.9 Анализ результатов технического диагностирования и проведение расчетов на прочность

7.9.1 Данные по геометрическим размерам, форме, свойствам металла элементов сосуда, полученные по результатам контроля, необходимо сравнить с исходными (паспортными) данными и результатами предыдущего диагностирования. Выявленные отклонения размеров и формы, а также дефекты (коррозионные язвы, деформация, дефекты сварки и др.) следует сопоставить с требованиями ТНПА и нормами оценки качества по разделу 8.

7.9.2 В случае обнаружения недопустимых отклонений от требований ТНПА следует выполнить поверочные расчеты на прочность, с учетом полученных при диагностировании фактических данных по толщине стенки, размерам, форме, свойствам металла элементов и наличию в них дефектов.

7.9.3 Поверочный расчет на прочность при статической нагрузке следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 34233.1, ГОСТ 34233.2, ГОСТ 34233.3, ГОСТ 34233.4, ГОСТ 34233.5, ГОСТ 34233.7, ГОСТ 34233.8, ГОСТ 34233.9, ГОСТ 34233.10, ГОСТ 34233.12.

7.9.4 Поверочный расчет на прочность при малоцикловых нагрузках следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 34233.6 в следующих случаях:

- при несоблюдении хотя бы одного условия по 8.4 - 8.8, 8.14 и 8.15;
- если число циклов изменения давления и температурных напряжений при работе сосуда при переменном режиме за весь срок эксплуатации превышает 1000. При этом учитывается количество пусков - остановов сосуда, гидроиспытаний и циклов переменных давлений, если размах колебаний давления превышает 15 % номинального значения.

7.9.5 В отдельных случаях, при несоответствии расчетных моделей требованиям и ограничениям ТНПА указанных в п.п. 7.9.3 и 7.9.4 расчеты следует выполнять методами конечных элементов по ГОСТ 34233.11.

7.9.6 Количество циклов при расчете на усталостную прочность принимается по данным владельца сосуда за весь период эксплуатации, включая планируемый срок продления, но в любом случае оно должно быть не менее 300.

7.9.7 При интенсивной местной или общей коррозии металла элементов сосуда (средняя скорость коррозии превышает 0,1 мм/год) следует выполнить расчет на прочность согласно ГОСТ 34233.2, ГОСТ 34233.6 по минимальной фактической толщине стенки с учетом ее последующего утонения на конец планируемого срока эксплуатации.

8 Нормы и критерии оценки технического состояния сосудов

8.1 Размеры основных элементов сосуда должны соответствовать проектным, указанным в паспорте и заводских чертежах, с учетом допусков на размеры полуфабрикатов и их изменение при технологических операциях на предприятии - изготовителе.

8.2 Механические свойства металла основных элементов сосуда, указанные в сертификатных данных, должны удовлетворять требованиям ТНПА.

8.3 Минимальная толщина стенки элементов корпуса сосуда при равномерном коррозионном или (и) эрозионном ее повреждении должна быть не менее расчетной с учетом эксплуатационной прибавки (на коррозию и эрозию). Допускается, чтобы минимальная толщина стенки была равна расчетной без учета эксплуатационной прибавки, но в этом случае остаточный срок службы сосуда должна установить экспертная организация.

8.4 Отклонения формы, увод (угловатость) кромок в сварных швах, смещение кромок стыкуемых листов должны соответствовать допускам, установленным ТНПА.

8.5 Отклонение от прямолинейности образующей цилиндрического корпуса сосуда не должно превышать 2 мм на длине 1 м, но не более 20 мм при длине корпуса до 10 м и не более 30 мм при длине корпуса свыше 10 м.

8.6 Относительная овальность корпуса сосуда (при горизонтальном расположении) не должна превышать 1,5 %. Овальность гнутых отводов труб диаметром 76 мм и более должна соответствовать требованиям ТНПА.

8.7 Для вмятин или выпучин, наибольший размер которых по поверхности элемента не превышает $20 \cdot S$ (где S - толщина стенки элемента сосуда), но не более 200 мм, максимальный относительный прогиб не должен превышать 5 %, а абсолютная

величина прогиба не должна превышать половины толщины стенки элемента. Если эти требования не выполняются, возможность допуска к дальнейшей эксплуатации сосуда с вмятиной (выпучиной) должна определяться на основе расчета на прочность.

8.8 Значения твердости металла по данным измерений переносными приборами должны находиться в пределах, указанных в приложении Е.

8.9 Одиночные коррозионные язвы, эрозионные повреждения или другие дефекты (за исключением трещин) глубиной менее 15 % номинальной толщины стенки элемента, но не более 3,0 мм, и максимальной протяженностью не более $0,25 \cdot \sqrt{D_{cp} \cdot S}$ обнаруженные при визуальном осмотре, допускается не выбирать. Одиночными считаются дефекты, расстояние между ближайшими кромками которых составляет не менее $\sqrt{D_{cp} \cdot S}$, но не менее 50 мм.

8.10 Допускается оставлять без выборки скопления коррозионных язв глубиной не более 10% номинальной толщины стенки, но не более 1 мм и продольные цепочки язв глубиной не более 0,5 мм, если максимальная протяженность поврежденного участка поверхности не превышает $2 \sqrt{D_{cp} \cdot S}$. Подлежащие выборке дефекты необходимо зашлифовать (с плавным скруглением краев выборок) и затем проконтролировать на отсутствие трещин методами КД или МПД по всей поверхности выборок.

8.11 Все обнаруженные при контроле трещины должны быть выбраны абразивным инструментом. Полнота выборки трещин должна быть проконтролирована методами КД или МПД.

8.12 Одиночные, удаленные выборки дефектов глубиной не более 20 % номинальной толщины стенки элемента, но не более 3,5 мм и максимальной протяженностью не более $0,25 \cdot \sqrt{D_{cp} \cdot S}$ допускается не заваривать. Решение о необходимости заварки выборок, превышающих указанные размеры, должно приниматься на основании расчета на прочность.

8.13 В вальцовочных соединениях труб с трубными досками не допускаются следующие дефекты развальцованных участков труб:

- расслоения, плены, трещины, разрывы на концах труб;
- подрезы или закаты в переходных зонах вальцовочного пояса;
- вмятины, риски глубиной более 0,5 мм на внутренней поверхности труб;
- несплошное прилегание трубы к трубному отверстию в пределах вальцовочного пояса;
- отклонение угла разбортовки в одну сторону более чем на 10°;
- уменьшение толщины стенки конца разбортованной трубы более, чем на 50 % номинальной толщины.

Длина выступающих концов труб в вальцовочных соединениях должна быть не менее 5 мм.

8.14 Качество сварных соединений должно соответствовать требованиям ТНПА. Качество сварных соединений считается неудовлетворительным, если в них при любом виде контроля будут обнаружены внутренние или поверхностные дефекты, выходящие за пределы норм, установленных ТНПА.

8.15 Глубина подрезов, допущенных при изготовлении, в сосудах, работающих при температуре не ниже 0 °С, не должна превышать 5 % толщины стенки элемента, но не более 0,5 мм, а общая протяженность - 10 % длины шва.

При проведении ремонтных работ подрезы не допускаются.

8.16 Структура металла по результатам металлографических исследований на вырезках, сколах, репликах не должна иметь аномальных изменений по сравнению с требованиями к исходному состоянию. Металлографические исследования сварных соединений должны проводиться в соответствии с требованиями ТНПА.

8.17 Механические свойства, определенные при комнатной температуре на образцах из вырезок металла элементов сосуда, должны удовлетворять следующим требованиям:

- прочностные характеристики металла (временное сопротивление или условный предел текучести) не должны отличаться более чем на 5 % в меньшую сторону от значений, регламентированных действующими нормативными документами;
- отношение предела текучести к временному сопротивлению не должно превышать 0,65 для углеродистых сталей и 0,75 для легированных сталей;
- относительное удлинение должно быть не менее 19 % для углеродистых сталей и 17 % для легированных сталей;
- значение ударной вязкости, полученное по результатам испытаний при температуре ниже минус 20 °С, должно быть не ниже 20 Дж/см²;
- показатели механических свойств сварных соединений должны соответствовать требованиям ТНПА.

9 Определение возможности, сроков, параметров и условий эксплуатации сосудов

9.1 Возможность, сроки и параметры дальнейшей эксплуатации сосудов следует определять по результатам технического диагностирования и, при необходимости (согласно 7.9.2), расчетов на прочность.

9.2 Необходимым условием возможности дальнейшей безопасной эксплуатации сосуда при расчетных или разрешенных параметрах должно быть соответствие элементов сосуда условиям статической прочности, установленным ГОСТ 34233.2, ГОСТ 34233.5, ГОСТ 34233.6, а также выполнение обязательных требований раздела 8 настоящего документа.

9.3 Если по условиям прочности при статическом нагружении отдельные элементы или узлы сосуда не обеспечивают нормативного запаса прочности при расчетных параметрах из - за утонения стенки от коррозии, эрозии или каких-либо других повреждений или отклонений, а также из - за снижения механических свойств основного металла или сварных соединений, продление срока эксплуатации возможно при установлении пониженных параметров или после восстановительного ремонта элементов (узлов), не удовлетворяющих условиям прочности.

9.4 Если по результатам технического диагностирования и расчетов на прочность дальнейшая эксплуатация сосуда разрешается на пониженном давлении, владельцу сосуда необходимо произвести перерасчет пропускной способности предохранительных устройств и перенастроить автоматику сосуда и предохранительных устройств на новое разрешенное давление.

9.5 На основании результатов технического диагностирования, расчетов на прочность (при их выполнении) диагностируемый сосуд может быть допущен к дальнейшей эксплуатации при расчетных или сниженных параметрах сроком не более, чем на 8 лет.

9.6 По истечении срока службы сосуда, установленного по результатам первичного диагностирования, следует провести очередное техническое диагностирование сосуда для определения возможности, условий и сроков его дальнейшей эксплуатации. Программа последующего (повторного) технического диагностирования может отличаться от программы первичного технического диагностирования сосуда.

10 Оформление результатов технического диагностирования

10.1 На работы, выполненные при техническом диагностировании, организация (предприятие) их проводившая, должна составить первичную документацию (акты, заключения, протоколы, таблицы, схемы, фотографии), в которой отражаются все обнаруженные отклонения, особенности и дефекты.

На основании первичной документации о результатах технического диагностирования и выполненных расчетов на прочность (при необходимости) оформляется технический отчет.

10.2 Первичная документация, включая формуляры (схемы) с графическим изображением результатов контроля, прилагается к отчету.

10.3 Результаты контроля по отдельным диагностическим операциям следует оформлять в виде заключений или протоколов в соответствии с Руководством по качеству аккредитованной лаборатории.

10.4 На основании анализа технической документации за все время эксплуатации и технического отчета по результатам выполненного технического диагностирования необходимо составить экспертное заключение, которое должно включать следующий текстовый материал:

10.4.1 Введение - краткая постановка задачи (основание для проведения работы, сведения об экспертной организации, сведения о владельце сосуда, цель работы).

10.4.2 Основные сведения о диагностируемых сосудах (конструкция, материалы и технология изготовления, условия эксплуатации):

- предприятие - изготовитель сосуда;
- дата изготовления и дата ввода в эксплуатацию;
- заводской номер сосуда;
- адрес владельца;
- регистрационный номер по реестру органа Госпромнадзора;
- краткая характеристика конструкции и технологии изготовления сосуда;
- расчетные (проектные) технические характеристики (давление, температура, емкость);
- разрешенные (фактические) параметры работы сосуда (если отличаются от проектных);
- основные размеры элементов сосуда (диаметр, толщина, высота);
- материалы основных элементов сосуда (использованные предприятием - изготовителем);
- данные по сварке (выполненной предприятием - изготовителем);
- объемы, методы и результаты контроля при изготовлении;
- сведения об эксплуатации (количество пусков - остановов и гидроиспытаний, данные о наличии циклической составляющей нагружения);

- сведения о реконструкции и ремонте (использованные марки сталей и сварочные материалы; объемы, методы и результаты контроля).

10.4.3 Результаты анализа технической документации:

- краткая информация о ремонте и реконструкции сосуда с оценкой соответствия действующим ТНПА;

- сводные данные по результатам предыдущих обследований и контроля;

- причины, послужившие основанием для ремонта и реконструкции;

- специфические особенности эксплуатации (если таковые имели место).

10.4.4 Программа технического диагностирования. При каждом техническом диагностировании разрабатывается индивидуальная программа технического диагностирования, в которой указываются конкретные элементы, методы, объемы и зоны контроля.

10.4.5 Результаты технического диагностирования.

В настоящем разделе приводятся обобщенные данные обследования сосуда по различным диагностическим операциям:

- типы (марки) испытательного оборудования и дефектоскопической аппаратуры, использованной при данном техническом диагностировании, их заводские номера, основные характеристики преобразователей, эквивалентная площадь допустимого дефекта;

- сведения, подтверждающие квалификацию дефектоскопистов;

- нормативные ссылки на метод и объект контроля;

- сведения о дефектах, обнаруженных при наружном и внутреннем осмотрах и измерениях основных размеров;

- данные о дефектах в сварных соединениях и основном металле, обнаруженных методами неразрушающего контроля;

- сводные данные по результатам УЗТ;

- результаты измерений ТВ металла переносным прибором;

- результаты исследования механических свойств, химического состава и структуры металла (если таковые проводились);

- условия проведения и результаты гидроиспытания.

10.4.6 Расчеты на прочность (в случае необходимости). Расчетами на прочность необходимо подтвердить возможность эксплуатации сосуда при рабочих параметрах либо определить допускаемые (пониженные) значения параметров его дальнейшей эксплуатации.

10.4.7 При необходимости следует провести экспериментальные исследования или специальные расчеты (расчет остаточного ресурса по механизму коррозии, по критерию циклической прочности, по критерию хрупкого разрушения). Необходимость проведения определенного вида расчета и его методика должны уточняться экспертной организацией в каждом конкретном случае.

10.4.8 Выводы и рекомендации. По результатам выполненного технического диагностирования необходимо сформулировать выводы и рекомендации с указанием возможности, разрешенных параметров, условий и сроков дальнейшей эксплуатации сосуда или объемов его ремонта.

Приложение А (обязательное)

Программа технического диагностирования поверхностных теплообменников (ПВД, ПНД, бойлеров и т.п.)

Общие положения

До начала диагностирования необходимо провести анализ эксплуатационно-технической документации на сосуд за все время эксплуатации.

Анализ эксплуатационной и технической документации следует проводить в целях детального ознакомления с конструкцией, особенностями изготовления, характером и конкретными условиями работы сосуда на протяжении всего срока эксплуатации, а также предварительной оценки его технического состояния.

ВИК наружной и внутренней поверхностей корпуса сосуда, включая все сварные соединения, а также элементов трубной системы в доступных местах (трубные доски, вальцованные соединения труб и др.) необходимо проводить с целью обнаружения трещин, коррозионных язв, выпучин, вмятин и других возможных дефектов, выходящих на поверхность.

При обнаружении дефектов необходимо зафиксировать их расположение и размеры на прилагаемой к протоколу ВИК схеме или в формуляре.

При обнаружении скоплений коррозионных язв следует измерить размеры и глубину коррозионного повреждения и указать их расположение на схеме или в формуляре.

Для одиночных язв и раковин, расположенных от кромки ближайшего отверстия на расстоянии не менее $2 \cdot \sqrt{D_{cp} \cdot S}$ (где D_{cp} - средний диаметр, S - толщина стенки элемента), их допустимая глубина не должна превышать 3,0 мм для корпусов сосудов с толщиной стенки 16 мм и более и 2,0 мм - для остальных сосудов при максимальной протяженности дефекта не более $0,25 \cdot \sqrt{D_{cp} \cdot S}$. Одиночными считаются язвы или раковины, расположенные на расстоянии между их кромками не менее $\sqrt{D_{cp} \cdot S}$, но не менее 50 мм.

Допускается оставлять без выборки скопления коррозионных язв глубиной не более 1,0 мм и продольные цепочки язв глубиной не более 0,5 мм при максимальной протяженности скоплений и цепочек язв не более $2 \cdot \sqrt{D_{cp} \cdot S}$.

Коррозионные язвы, раковины, эрозионные повреждения бóльшей глубины (размеров) необходимо выбрать абразивным инструментом с плавным скруглением краев выборок. Все обнаруженные при визуальном осмотре трещины подлежат выборке.

Необходимость заварки выборок обнаруженных дефектов должна определяться требованиями 8.12.

Обнаруженные вмятины или выпучины необходимо измерить и указать их размеры и расположение на схеме или в формуляре; при этом глубина вмятины (выпучины) отсчитывается от образующей (или направляющей) недеформированного участка сосуда. Если наибольший размер вмятины (выпучины) не превышает 200 мм, то

достаточно измерить глубину вмятины (выпучины) только в точке максимального прогиба с указанием расположения этой точки по отношению к границам вмятины (выпучины). Если максимальный размер вмятины (выпучины) превышает 200 мм, то необходимо измерить ее глубину в нескольких точках. В качестве таких точек следует принять узловые точки сетки, ячейки которой не превышают 50х50 мм, и результаты измерений представить в виде таблицы; при этом одна из узловых точек сетки должна быть совмещена с центром вмятины (выпучины), где ее глубина (высота) является максимальной. При наличии плоского участка вмятины или выпучины необходимо измерить его и указать на той же схеме или в формуляре.

А.1 Подогреватели высокого давления

Техническое диагностирование ПВД должно включать:

А.1.1 ВИК внутренней и наружной поверхностей корпуса, включая сварные соединения приварки опор. При обнаружении смещений или увода (угловатости) кромок сварных соединений стыкуемых элементов, превышающих требования ТНПА, необходимо измерить максимальные значения параметров смещения (в) или увода (f) и указать их в протоколе.

А.1.2 УЗК или РГ стыковых сварных соединений сосуда в объеме 25 % длины продольных сварных соединений и 10 % длины поперечных (кольцевых) соединений, включая участки пересечения продольных и поперечных сварных соединений на их длине не менее 200 мм в каждую сторону от точек пересечения. При обнаружении недопустимых дефектов объем контроля должен быть увеличен вдвое. При повторном обнаружении недопустимых дефектов контроль указанных сварных соединений следует провести в объеме 100 %.

А.1.3 УЗК или РГ угловых сварных соединений диаметром 76 мм и более, в случае выполнения их без конструктивного непровара, контролировать в объеме 25 % от общего количества соединений. При обнаружении недопустимых дефектов объем контроля должен быть увеличен вдвое. При повторном обнаружении недопустимых дефектов контроль указанных сварных соединений следует провести в объеме 100 %.

А.1.4 КД или МПД сварных соединений фланцев с обечайкой и днищем корпуса, с околошовной зоной 50 мм с обеих сторон шва с внутренней и наружной сторон в объеме требований 1.3.

А.1.5 КД или МПД швов приварки парового штуцера к корпусу, парового штуцера к укрепляющей накладке и укрепляющей накладки к корпусу, 100 % швов приварки патрубков диаметром 76 мм и более с околошовной зоной 50 мм с обеих сторон шва.

А.1.6 КД или МПД участков внутренней поверхности вокруг всех отверстий, не содержащих укрепляющей накладки, с шириной контролируемой зоны не менее 50 мм.

А.1.7 КД или МПД участков внутренней поверхности в объеме одного контрольного участка размером 100х100 мм на каждом листе обечайки и на каждом днище.

А.1.8 КД или МПД всех сомнительных по результатам визуального контроля участков поверхности корпуса, а также поверхности вмятин (выпучин), выборки дефектов и мест ремонтных заварок (включая заводские).

А.1.9 Толщину стенки цилиндрического корпуса необходимо контролировать не менее, чем в восьми точках каждой камеры и обечайки, равномерно распределенных по поверхности элемента. Толщина стенки укороченных обечаек (длиной не более 400 мм) подлежит контролю в четырех точках, равномерно распределенных по окружности обечайки. При невозможности полного внутреннего осмотра корпуса (камер) участки измерения толщины стенок следует совмещать с зонами повышенного износа, включая окрестности патрубков подвода пара, подвода конденсата и отвода конденсата.

А.1.10 Толщину стенки каждого днища необходимо контролировать не менее, чем в девяти точках: одна точка в центре и по две точки на каждом из четырех радиусов днища, разнесенных через $\sim 90^\circ$ по окружности.

Толщину стенки патрубков диаметром 76 мм и более следует контролировать в четырех точках по окружности патрубка через $\sim 90^\circ$.

А.1.11 При обнаружении сомнительных участков по результатам визуального контроля (коррозионный или эрозионный износ, язвы, вмятины или выпучины) или при наличии выборок, а также при выявлении расслоения металла количество точек измерения следует увеличить до количества, достаточного для установления границ (контура) зоны расслоения (неспложности).

А.1.12 УЗТ труб отвода конденсата от греющей секции.

Количество точек измерения должно быть не менее десяти, включая прямые участки и отводы до ближайшей запорной или регулирующей арматуры. Расстояние между точками измерений не более 500 мм.

А.1.13 ТВ переносным прибором.

Определение переносным прибором (твердомером) твердости металла обечаек и днищ корпуса следует выполнять не менее, чем по двум образующим обечаек и четырем радиусам днищ. На каждой обечайке корпуса проводить не менее трех измерений по одной образующей (в средней и крайних ее зонах), а на днищах - не менее трех измерений на каждом из четырех радиусов.

По одному контрольному участку на каждом из четырех радиусов следует располагать в непосредственной близости от парового штуцера.

Точки измерения твердости следует совмещать с точками измерения толщины стенки.

А.1.14 Исследование микроструктуры металла в зоне парового штуцера методом реплик или на сколах выполнять для ПВД с температурой греющего пара 400°C и более согласно СТП 33240.17.102.

А.1.15 Исследование механических свойств и структуры металла на вырезках из верхнего участка цилиндрической части корпуса (в случае необходимости). Расстояние от края вырезаемой пробки до кромки ближайшего отверстия или сварного шва должно быть не менее $2 \cdot \sqrt{D_{cp} \cdot S}$ (где D_{cp} - средний диаметр элемента, S - толщина стенки).

А.1.16 Поэлементный поверочный расчет на прочность в соответствии с 7.9.3, а при необходимости - расчеты специальными методами (расчет остаточного ресурса по механизму коррозии, по критерию циклической прочности, по критерию хрупкого разрушения и т. п.).

А.1.17 Расчет на усталостную прочность корпуса и элементов трубной системы ПВД, ПВД эксплуатируется в режиме циклического нагружения, т.е. количество

циклов нагрузки, включая колебания давления с размахом не менее 15 % давления в отборе при номинальной нагрузке турбины, превышает 1000 (с учетом планируемого срока продления эксплуатации) в соответствии с 7.9.4.

A.1.18 Контроль и оценку состояния крепежных деталей следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 20700.

A.1.19 Дефектацию шпилек, гаек и болтов проводить по результатам проверки соответствия марок сталей, ВИК, проверки калибрами по номинальному размеру резьбы. Отсутствие трещин в шпильках проверять по СТБ 1172, ГОСТ 21105, СТП 34.17.415.

A.1.20 Крепежные детали подлежат замене, если при дефектации обнаружены:

- несоответствие марки стали требованиям ТНПА (механические свойства ниже проектных);
- вытягивание резьбы;
- трещины;
- рваные места, выкрашивание ниток резьбы глубиной более 1/2 высоты профиля резьбы или длиной более 5 % общей длины резьбы по винтовой линии, а в одном витке - более 25 % его длины;
- отклонение от прямолинейности более 0,2 мм на 100 мм длины;
- повреждение граней и углов гаек, препятствующее затяжке крепежного изделия, или уменьшение номинального размера под ключ более чем на 3 %;
- вмятины глубиной более 1/2 профиля резьбы.

A.1.21 Обнаруженные заусенцы, вмятины глубиной менее 1/2 высоты профиля резьбы и длиной менее 8 % длины резьбы, а в одном витке менее 50 % его длины следует устранить прогонкой резьбонарезным инструментом. Допустимая шероховатость резьбы - не более Rz 40.

A.1.22 Повреждения гладкой части шпилек (болтов) устранить механической обработкой. Допустимое уменьшение диаметра не должно превышать 3 % номинального. Шероховатость поверхности - не более Rz 20.

A.1.23 Если в процессе эксплуатации ПВД производилась полная или частичная замена крепежных деталей, выполнить анализ документации по входному контролю, при отсутствии документации по входному контролю – выполнить входной контроль.

A.1.24 ВК трубной системы.

A.1.25 Измерение толщины стенки элементов трубной системы.

A.1.26 Перечень контролируемых элементов трубной и дренажной систем ПВД приведен в таблице 1.

Таблица А.1 - Перечень элементов трубной системы ПВД, контролируемых УЗТ и УЗД

Объект контроля	Объем контроля
Ответвления: от входного стакана к раздающему коллектору, от верхнего сборника к центральной отводящей трубе	За сварным швом и на расстоянии 50 и 100 мм от него по всей поверхности (в 8-12 точках)
Отводы ответвлений от входного стакана к коллекторам и от собирающих коллекторов к верхнему сборнику	В среднем радиальном сечении отвода и на расстоянии 50 мм от него по обе стороны

Завершение таблицы А1

Участки коллекторных и перепускных труб за дроссельными шайбами	За сварным стыком дроссельной шайбы и на расстоянии 50 и 100 мм от него по ходу питательной воды в доступных местах
Участки конденсаторопроводов за регулирующими клапанами уровня воды в ПВД	За сварным стыком и на расстоянии 50 и 100 мм от него по ходу конденсата
Прямые участки и отводы входных участков змеевиков	На длине 250 мм
УЗК отводов ответвлений и перепускных труб за дроссельными шайбами	100%

А.1.27 Гидравлическое испытание трубной системы и корпуса проводить в соответствии с требованиями [1].

А.2 Подогреватели низкого давления (ПНД), сетевой воды и мазута, бойлеры, испарители и другие теплообменные аппараты

Техническое диагностирование теплообменных аппаратов должно включать:

А.2.1 ВИК внутренней и наружной поверхностей корпуса, включая сварные соединения приварки опор. При обнаружении смещений или увода (угловатости) кромок стыкуемых элементов сварных соединениях, превышающих требования ТНПА, необходимо измерить максимальные значения параметров смещения (в) или увода (f) и указать их в протоколе.

А.2.2 УЗК или РГ стыковых сварных соединений сосуда в объеме 10 % длины продольных и поперечных (кольцевых) сварных соединений, включая участки пересечения продольных и поперечных сварных соединений на их длине не менее 200 мм в каждую сторону от точек пересечения. При обнаружении недопустимых дефектов объем контроля должен быть увеличен вдвое. При повторном обнаружении недопустимых дефектов контроль указанных сварных соединений следует провести в объеме 100 %.

А.2.3 УЗК или РГ угловых сварных соединений диаметром 76 мм и более, в случае выполнения их без конструктивного несправки, контролировать в объеме 25 % от общего количества соединений. При обнаружении недопустимых дефектов объем контроля должен быть увеличен вдвое. При повторном обнаружении недопустимых дефектов контроль указанных сварных соединений следует провести в объеме 100 %.

А.2.4 КД или МПД сварных соединений фланцев с обечайкой и днищем корпуса, с околошовной зоной 50 мм с обеих сторон шва с внутренней и наружной сторон в объеме требований А.2.3.

А.2.5 КД или МПД швов приварки парового штуцера к корпусу, парового штуцера к укрепляющей накладке и укрепляющей накладки к корпусу, 100 % швов приварки патрубков диаметром 76 мм и более с околошовной зоной 50 мм с обеих сторон шва.

А.2.6 КД или МПД участков внутренней поверхности вокруг всех отверстий, не содержащих укрепляющей накладки, с шириной контролируемой зоны не менее 50 мм.

А.2.7 КД или МПД участков внутренней поверхности в объеме одного контрольного участка размером 100x100 мм на каждом листе обечайки и на каждом днище.

А.2.8 КД или МПД всех сомнительных по результатам визуального контроля участков поверхности корпуса, а также поверхности вмятин (выпучин), выборок дефектов и мест ремонтных заварок (включая заводские).

А.2.9 УЗТ обечаек, камер, днищ и патрубков сосудов.

А.2.10 Толщину стенки цилиндрического корпуса необходимо контролировать не менее, чем в восьми точках каждой камеры и обечайки, равномерно распределенных по поверхности элемента. Толщина стенки укороченных обечаек (длиной не более 400 мм) подлежит контролю в четырех точках, равномерно распределенных по окружности обечайки. При невозможности полного внутреннего осмотра корпуса (камер) участки измерения толщины стенок следует совмещать с зонами повышенного износа, включая окрестности патрубков подвода пара и отвода конденсата.

А.2.11 Толщину стенки каждого днища необходимо контролировать не менее, чем в девяти точках: одна точка в центре и по две точки на каждом из четырех радиусов днища, разнесенных через $\sim 90^\circ$ по окружности.

Толщину стенки патрубков диаметром 76 мм и более следует контролировать в четырех точках по окружности патрубка через $\sim 90^\circ$.

А.2.12 При обнаружении сомнительных участков по результатам визуального контроля (коррозионный или эрозионный износ, язвы, вмятины или выпучины) или при наличии выборок, а также при выявлении расслоения металла количество точек измерения следует увеличить до количества, достаточного для установления границ (контура) зоны расслоения (неспложности).

А.2.13 УЗТ труб отвода конденсата от греющей секции.

Количество точек измерения должно быть не менее десяти, включая прямые участки и отводы до ближайшей запорной или регулирующей арматуры. Расстояние между точками измерений не более 500 мм.

А.2.14 ТВ металла переносным прибором.

Определение переносным прибором (твердомером) твердости металла обечаек и днищ корпуса следует выполнять не менее, чем по двум образующим обечаек и четырем радиусам днищ. На каждой обечайке проводить не менее трех измерений по одной образующей (в средней и крайних ее зонах), а на днищах - не менее трех измерений на каждом из четырех радиусов.

Точки измерения твердости следует совмещать с точками измерения толщины стенки.

А.2.15 Исследование механических свойств и структуры металла на вырезках из верхнего участка цилиндрической части корпуса (в случае необходимости). Расстояние от края вырезаемой пробки до кромки ближайшего отверстия или сварного шва должно быть не менее $2 \cdot \sqrt{D_{cp} \cdot S}$ (где D_{cp} - средний диаметр элемента, S - толщина стенки).

А.2.16 Поэлементный поверочный расчет на прочность в соответствии с п. 7.9.3, а при необходимости - расчеты специальными методами (расчет остаточного ресурса по

механизму коррозии, по критерию циклической прочности, по критерию хрупкого разрушения и т. п.).

А.2.17 Расчет на усталостную прочность корпуса и элементов трубной системы ПНД, если ПНД эксплуатируется в режиме циклического нагружения, т.е. количество циклов нагрузки, включая колебания давления с размахом не менее 15 % давления в отборе при номинальной нагрузке турбины, превышает 1000 (с учетом планируемого срока продления эксплуатации) в соответствии с 7.9.4.

А.2.18 Контроль и оценку состояния крепежных деталей следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 20700.

А.2.19 Дефектацию шпилек, гаек и болтов проводить по результатам ВИК, проверки калибрами по номинальному размеру резьбы. Отсутствие трещин в шпильках проверять по СТБ 1172, ГОСТ 21105, СТП 34.17.415.

А.2.20 Крепежные детали подлежат замене, если при дефектации обнаружены:

- вытягивание резьбы;
- трещины;
- рваные места, выкрашивание ниток резьбы глубиной более 1/2 высоты профиля резьбы или длиной более 5 % общей длины резьбы по винтовой линии, а в одном витке - более 25 % его длины;
- отклонение от прямолинейности более 0,2 мм на 100 мм длины;
- повреждение граней и углов гаек, препятствующее затяжке крепежного изделия, или уменьшение номинального размера под ключ более чем на 3 %;
- вмятины глубиной более 1/2 профиля резьбы.

А.2.21 Обнаруженные заусенцы, вмятины глубиной менее 1/2 высоты профиля резьбы и длиной менее 8 % длины резьбы, а в одном витке менее 50 % его длины следует устранить прогонкой резьбонарезным инструментом. Допустимая шероховатость резьбы - не более Rz 40.

А.2.22 Повреждения гладкой части шпилек (болтов) устранить механической обработкой. Допустимое уменьшение диаметра не должно превышать 3 % номинального. Шероховатость поверхности - не более Rz 20.

А.2.23 Если в процессе эксплуатации ПНД производилась полная или частичная замена крепежных деталей на детали, изготовленные из других марок сталей (механические свойства которых ниже исходных), необходимо проверить соответствие сочетаний марок сталей шпилек, гаек и болтов требованиям ГОСТ 20700.

А.2.24 Гидравлическое испытание трубной системы и корпуса проводить в соответствии с требованиями [1].

Приложение Б (обязательное)

Программа технического диагностирования деаэраторов

Кольцевой участок наружной поверхности деаэрационного бака вокруг деаэрационной колонки шириной не менее 500 мм и колонка должны быть освобождены от обшивки и изоляции.

Б.1 Деаэрационный бак (обечайки и днища)

Техническое диагностирование включает:

Б.1.1 ВИК обшивки бака. При обнаружении на обшивке следов пропаривания или протечек следует удалить соответствующие участки обшивки и изоляции, после чего провести ВК освобожденных участков наружной поверхности бака.

Б.1.2 ВИК наружной и внутренней поверхностей корпуса бака (особое внимание обратить на зону сопряжения деаэрационной колонки с баком изнутри и снаружи). При обнаружении трещин или других недопустимых дефектов необходимо указать их расположение, количество и размеры на прилагаемой к протоколу визуального осмотра схеме или в формуляре. Если повреждения (трещины, язвы) концентрируются в определенных зонах, то необходимо указать расположение и размеры этих зон на схеме или в формуляре.

Б.1.3 Одиночные коррозионные язвы, эрозионные повреждения, раковины глубиной не более 2,5 мм и протяженностью не более $0,25 \cdot \sqrt{D_{cp} \cdot S}$ допускается не выбирать. Допускается оставлять без выборки скопления коррозионных язв глубиной не более 1,0 мм и продольные цепочки язв глубиной не более 0,5 мм с максимальной протяженностью поврежденной зоны не более $2 \cdot \sqrt{D_{cp} \cdot S}$. Дефекты большей глубины или (и) протяженности должны быть выбраны абразивным инструментом с плавным скруглением краев выборок.

Б.1.4 Все обнаруженные при ВИК трещины должны быть выбраны. Решение о необходимости заварок выборок принимается согласно разделу 8.

Б.1.5 Обнаруженные вмятины или выпучины необходимо измерить и указать их размеры и расположение на прилагаемой схеме или в формуляре, при этом глубина вмятины (выпучины) отсчитывается от образующей (или направляющей) недеформированного участка сосуда. Если наибольший размер вмятины (выпучины) не превышает 200 мм, то достаточно измерить глубину вмятины (выпучины) только в точке максимального прогиба с привязкой этой точки к границам вмятины. Если максимальный размер вмятины (выпучины) превышает 200 мм, то необходимо измерить ее глубину в нескольких точках. В качестве таких точек следует принять узловые точки сетки, ячейки которой не превышают 50x50 мм, при этом одна из

узловых точек сетки должна быть совмещена с центром вмятины (выпучины), где ее глубина является максимальной. Результаты измерений представить в виде таблицы.

При наличии плоского участка вмятины следует измерить его размеры и указать их на той же схеме или в формуляре.

Б.1.6 При обнаружении смещений или увода (угловатости) кромок стыкуемых элементов в сварных соединениях, превышающих требования ТНПА, необходимо измерить максимальные значения параметров смещения (*e*) или увода (*f*) и указать их в протоколе.

Б.1.7 Определение овальности бака измерением его горизонтального и вертикального диаметров в заданных сечениях. Количество контролируемых сечений определяется количеством деаэрационных колонок, установленных на баке деаэратора.

Для деаэраторов с одной колонкой измерения проводят в четырех сечениях: в двух над несущими опорами и в двух - в местах пересечения верхней образующей бака со стенкой деаэрационной колонки.

Для деаэраторов с двумя колонками измерения проводят в семи сечениях: в двух над несущими опорами, в одном в середине бака и в четырех - в местах пересечения верхней образующей бака со стенками деаэрационных колонок.

Контроль прямолинейности верхней и нижней образующих бака. Контроль выполняется по всей длине бака в сечениях, расположенных через 500 мм вдоль оси бака, и в сечениях измерения овальности бака.

Б.1.8 УЗК или РГ стыковых сварных соединений сосуда в объеме 25 % длины продольных и поперечных сварных соединений на их длине не менее 200 мм в каждую сторону от точек пересечения.

Б.1.9 УЗК или РГ угловых сварных соединений приварки штуцеров диаметром 76 мм и более, в случае выполнения их без конструктивного непровара, контролировать в объеме 25 % от общего количества соединений.

Б.1.10 Кроме указанных выше участков, УЗК должны быть подвергнуты любые сомнительные по результатам ВИК участки сварных соединений.

Б.1.11 При обнаружении недопустимых дефектов объем контроля должен быть увеличен вдвое. При повторном обнаружении недопустимых дефектов следует провести 100 % - й контроль указанных сварных соединений.

Б.1.12 УЗК или РГГ сварных соединений приварки деаэрационной колонки к баку на длине 250 мм в каждую сторону от четырех контрольных точек, две из которых расположены на верхней образующей бака, а две другие - в поперечном сечении бака, проходящем через осевую линию колонки. При обнаружении недопустимых дефектов объем контроля должен быть увеличен вдвое. При повторном обнаружении недопустимых дефектов контроль указанных сварных соединений следует провести в объеме 100 %.

Б.1.13 Если сварное соединение колонки с баком выполнено с конструктивным непроваром, то УЗК не проводится.

Б.1.14 Контроль методами ЦД или МПД не менее двух участков размерами 200x200 мм на каждом листе обечайки и одного участка на каждом из днищ в водяном объеме бака. Кроме указанных участков, контролю должны быть подвергнуты любые сомнительные по результатам ВИК участки сварных соединений или основного

металла, включая зоны коррозионного повреждения, поверхность вмятин (выпучин), места выборки дефектов и ремонтных (в том числе заводских) заварок.

Б.1.15 Контроль методами ЦД или МПД качества поверхности бака в зоне его сопряжения с деаэрационными колонками как с внутренней, так и с наружной сторон колонок.

Контроль должен выполняться на участках обнаружения дефектов при ВИК, а также в окрестностях четырех контрольных точек, две из которых расположены на верхней образующей бака, а две другие - в поперечном сечении бака, проходящем через осевую линию колонки.

Размеры контролируемых участков - 250 мм в каждую сторону от контрольной точки вдоль сварного соединения и 50 мм - поперек сварного соединения.

Б.1.16 УЗТ деаэрационного бака.

Измерения должны проводиться не менее, чем в пяти равноотстоящих поперечных сечениях бака, при этом, на каждую отдельную обечайку должно приходиться не менее одного контрольного сечения. В каждом контрольном сечении должно выполняться не менее четырех измерений: ориентировочно по концам вертикального диаметра и в зонах раздела сред (пар - вода) внутри бака, при этом на каждый лист обечайки должно приходиться не менее одной точки измерения. На каждом из днищ бака измерения проводятся не менее, чем в пяти точках, при этом на каждый лист днища должно приходиться не менее двух точек измерения. Точки измерения должны быть приведены на прилагаемой к протоколу измерения схеме или в формуляре.

Б.1.17 УЗТ стенки бака в местах выборок обнаруженных ранее дефектов и в местах повышенного коррозионного износа.

Следует измерить максимальные размеры выборки по поверхности элемента в двух взаимно перпендикулярных направлениях (продольном и поперечном) и максимальную ее глубину. Глубина выборки отсчитывается от образующей недеформированного элемента сосуда. Если максимальный из размеров выборки превышает $20 \cdot S$ (где S - толщина стенки элемента сосуда, мм) или превышает 200 мм, то необходимо измерить ее глубину в нескольких точках. В качестве таких точек рекомендуется принять узловые точки сетки, размер ячейки которой не превышает $5 \cdot S$, но не более 50 мм, при этом, одна из узловых точек сетки должна быть совмещена с центром выборки, где ее глубина является максимальной.

Участки контроля должны быть указаны на прилагаемой к протоколу измерений схеме или в формуляре.

Б.1.18 Измерение твердости металла.

Измерение должно выполняться переносным прибором (твердомером) не менее, чем в пяти равноотстоящих поперечных сечениях бака, при этом, на каждую обечайку должно приходиться не менее одного контрольного сечения. В каждом контрольном сечении измерения проводятся не менее, чем в трех точках, при этом, на каждый лист обечайки должно приходиться не менее одной точки измерения. На каждом из днищ бака измерения проводятся не менее, чем в пяти точках. Точки измерения твердости допускается совмещать с точками измерения толщины стенки и их следует указать на прилагаемой к заключению схеме или в формуляре.

Б.1.19 Объем диагностирования деаэраторов с кольцевыми ребрами жесткости дополнительно к Б.1.1 – Б.1.19 должен включать:

- ВИК сварных соединений приварки ребер жесткости в объеме 100 % длины швов;

- УЗК сварных соединений приварки ребер жесткости к баку на длине не менее 20 % протяженности каждого соединения. Участки контроля следует выбирать по результатам ВК, при этом не менее половины контролируемых сварных соединений должно располагаться в водяном объеме бака. При обнаружении дефектов, подтвержденных выборкой, объем контроля необходимо увеличить до 100 % швов приварки ребер жесткости.

- ЦД или МПД сомнительных участков (при подозрении о наличии дефектов) обечайки, примыкающей к ребрам жесткости, на ширине не менее 30 мм от сварного соединения приварки ребер;

Б.1.19 По результатам контроля необходимо выполнить:

- выборку трещин в сварных соединениях и зонах термического влияния (при обнаружении) при помощи абразивного инструмента;
- ЦД или МПД для контроля полноты выборки трещин;
- вырезку и удаление прилегающей к трещине части ребра (или ребро целиком), если установлено, что трещины распространяются в основной металл обечайки;
- зачистку обечайки абразивным инструментом на месте удаленного ребра на ширину, превышающую ширину ребра не менее, чем на 30 мм в каждую сторону;
- выборку трещин, ЦД или МПД полноты выборки трещин и качества металла под удаленной частью ребра;
- составление формуляров, в которых указать размеры удаленных частей ребер и размеры выборок металла в обечайке бака.

Б.2 Деаэрационная колонка (обечайка и днище)

Б.2.1 ВИК деаэрационной колонки.

ВИК наружной и внутренней (в доступных местах) поверхностях корпуса колонки с целью обнаружения трещин, вмятин, выпучин, коррозионных язв и других дефектов, выходящих на поверхность. Контроль колонок со стороны внутренней поверхности, для которых продлевался назначенный срок службы или претерпевших аварию, должен проводиться при демонтированных дырчатых тарелках, препятствующих проведению контроля. Применение других методов неразрушающего контроля внутренней поверхности колонки уточняется по результатам ВИК. При обнаружении недопустимых дефектов необходимо зафиксировать их расположение и размеры на прилагаемой к протоколу ВИК схеме или в формуляре. Обмер вмятины (выпучины) должен проводиться в соответствии с Б.1.2.

Измерение параметров смещения (δ) или увода (f) кромок стыкуемых элементов должен проводиться согласно Б.1.3.

Б.2.2 УЗК или РГГ стыковых сварных соединений обечаек и днищ.

Объем контроля - 10 % длины продольных сварных соединений, в том числе участки на длине не менее 150 мм в каждую сторону от точек их пересечения с поперечными (кольцевыми) сварными соединениями, а также участки поперечных (кольцевых) сварных соединений на длине не менее 150 мм в каждую сторону от точек их пересечения с продольными сварными соединениями.

Б.2.3 УЗК или РГ угловых сварных соединений приварки штуцеров диаметром 76 мм и более, в случае выполнения их без конструктивного непровара, контролировать в объеме 25 % от общего количества соединений.

При обнаружении недопустимых дефектов объем контроля должен быть увеличен вдвое. При повторном обнаружении недопустимых дефектов контроль указанных сварных соединений следует провести в объеме 100 %.

Б.2.4 ЦД или МПД поверхности вмятины (выпучины), если по результатам ВИК в корпусе колонки обнаружены вмятины (выпучины).

Б.2.5 УЗК или ЦД, или МПД сомнительных участков, на которых по результатам ВИК или из опыта предшествующей эксплуатации предполагается наличие трещин.

Б.2.6 УЗТ стенки цилиндрической части колонки по двум диаметрально противоположным образующим не менее чем в десяти точках, в том числе, в пяти точках на каждой образующей равномерно по высоте колонки. На днище колонки измерения должны проводиться не менее, чем в пяти точках, расположенных равномерно по поверхности.

Б.3 Отверстия и патрубки

Б.3.1 ВИК всех отверстий (в доступных местах), а также прилегающих участков внутренней поверхности бака шириной не менее 50 мм и всех угловых сварных соединений приварки патрубков.

Б.3.2 ЦД или МПД всех отверстий в баке с прилегающими участками внутренней поверхности шириной не менее 50 мм и угловых сварных соединений приварки патрубков с конструктивным непроваром в объеме п. Б.2.3.

Б.3.3 УЗТ всех патрубков диаметром 76 мм и более. Толщина стенки измеряется в одном сечении в четырех диаметрально противоположных точках по окружности патрубка через $\sim 90^\circ$.

Б.3.4 ЦД или МПД угловых сварных соединений приварки штуцеров с диаметром 76 мм и более по всей длине соединения с прилегающей контролируемой зоной не менее 50 мм в объеме 25% от общего количества, при этом в контрольную группу включать патрубки с максимальным типоразмером.

Б.4 Проведение расчетов

Б.4.1 Поэлементный расчет на прочность проводится согласно п.7.9.3. В случаях, оговоренных 7.9.4, следует выполнить расчет на усталостную прочность корпуса деаэратора согласно ГОСТ 34233.6.

Б.5 Гидравлическое испытание

При положительных результатах технического диагностирования или после устранения обнаруженных дефектов необходимо провести гидравлическое испытание деаэратора пробным давлением в соответствии с требованиями [1].

Приложение В (обязательное)

Программа технического диагностирования расширителей и сепараторов

Техническое диагностирование включает:

В.1 ВИК наружной и внутренней поверхностей корпуса сосуда (в доступных местах, включая сварные соединения приварки опор). При обнаружении трещин, выпучин (вмятин), а также коррозионных язв или эрозионных повреждений недопустимой глубины необходимо указать их размеры и расположение на прилагаемой к протоколу визуального осмотра схеме или в формуляре. Измерение вмятин или выпучин должно выполняться в соответствии с требованиями 7.3.8. Решение о необходимости заварок выборок принимается согласно разделу 8.

В.2 Смещение или увод (угловатость) кромок стыкуемых элементов в сварных соединениях, превышающих допустимые значения согласно ТНПА, необходимо измерить и максимальные значения параметров смещения (e) или увода (f) указать в протоколе.

В.3 УЗК или РГГ стыковых сварных соединений обечаек и днищ.

Объем контроля - 10 % длины сварных соединений, в том числе участки на длине не менее 150 мм в каждую сторону от точек пересечения кольцевых и поперечных сварных соединений.

В.4 УЗК или РГ угловых сварных соединений диаметром 76 мм и более, в случае выполнения их без конструктивного несправки, контролировать в объеме 25 % от общего количества соединений.

Кроме указанных выше участков, УЗК или РГГ должны быть подвергнуты любые сомнительные по результатам ВИК участки сварных соединений.

В.5 При обнаружении недопустимых дефектов объем контроля должен быть увеличен вдвое. При повторном обнаружении недопустимых дефектов следует провести 100 % - ный контроль указанных сварных соединений.

В.6 КД или МПД сварных соединений фланцев с обечайкой и днищем корпуса, с околошовной зоной 50 мм с обеих сторон шва с внутренней и наружной сторон в объеме требований В.4.

В.7 ЦД или МПД угловых сварных соединений приварки штуцеров с диаметром 76 мм и более по всей длине соединения с прилегающей контролируемой зоной не менее 50 мм в объеме В.4.

В.6 ЦД или МПД участков внутренней поверхности вокруг всех отверстий, не содержащих укрепляющей накладки, с прилегающими участками внутренней поверхности шириной не менее 50 мм.

В.7 ЦД или МПД участков внутренней поверхности в объеме одного контрольного участка размером 100х100 мм на каждом листе обечайки и на каждом днище. Кроме указанных зон, контролю методом ЦД или МПД должны быть подвергнуты все сомнительные по результатам визуального контроля участки сварных соединений или основного металла, включая поверхность вмятин или выпучин, а также места выборок и ремонтных заварок.

В.8 УЗТ обечаяек, днищ и патрубков.

Толщина стенки корпуса должна контролироваться не менее, чем в восьми точках каждой обечайки и каждого днища (крышки), равномерно распределенных по поверхности элемента. При невозможности полного внутреннего осмотра корпуса участки измерения толщины стенок следует совмещать с зонами повышенного износа, включая окрестности патрубков входа продувочной воды, отвода отсепарированного пара и выхода конденсата (отсепарированной воды).

Толщина стенки каждого днища (крышки) должна контролироваться в двух точках на каждом из четырех радиусов, разнесенных через $\sim 90^\circ$ по окружности.

Толщина стенки патрубков диаметром 76 мм и более должна контролироваться в четырех точках по окружности патрубка через $\sim 90^\circ$.

При обнаружении сомнительных участков по результатам визуального контроля (коррозионный или эрозионный износ, язвы, вмятины или выпучины) или при выявлении расслоения металла количество точек измерения следует увеличить до количества, достаточного для установления границ (контура) зоны расслоения (несплошности).

В.9 Измерение твердости металла переносным прибором.

На каждой обечайке сосуда и на каждом днище контроль твердости металла необходимо проводить не менее, чем в четырех точках.

Точки измерения твердости следует совмещать с точками измерения толщины стенки.

В.10 Поэлементный расчет на статическую прочность (в соответствии с требованиями 7.9.2) необходимо выполнять согласно п.7.9.3.

В случаях, оговоренных 7.9.4, следует выполнить расчет на усталостную прочность корпуса сосуда согласно ГОСТ 34233.6.

В.11 Гидравлическое испытание сосуда провести согласно требованиям [1].

Приложение Г (обязательное)

Программа технического диагностирования ресиверов, в том числе ресиверов водорода, воздухохранилищ, сосудов электролизерных установок, баллонов, цистерн, бочек, предназначенных для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов, жидкостей и сыпучих тел, работающих и периодически находящихся под давлением выше 0,07 МПа (0,7 бар)

Техническое диагностирование включает:

Г.1 ВИК внутренней и наружной поверхностей корпуса, включая сварные соединения приварки опор, с целью обнаружения трещин, коррозионных язв, выпучин, вмятин и других дефектов, выходящих на поверхность.

При обнаружении недопустимых дефектов необходимо указать их расположение и размеры на прилагаемой к протоколу визуального контроля схеме или формуляре.

При обнаружении трещин, выпучин (вмятин), а также коррозионных язв или эрозионных повреждений недопустимой глубины необходимо указать их размеры и расположение на прилагаемой к протоколу визуального осмотра схеме или в формуляре. Измерение вмятин или выпучин выполняется в соответствии с требованиями 7.3.8. Решение о необходимости заварок выборок принимается согласно разделу 8.

Смещение или увод (угловатость) кромок стыкуемых элементов в сварных соединениях, превышающих требования ТНПА, необходимо измерить и максимальные значения параметров смещения (ϵ) или увода (f) указать в протоколе.

Г.2 УЗК или РГ сварных соединений сосуда в объеме 25 % длины сварных соединений, включая участки пересечения продольных и поперечных сварных соединений на их длине не менее 200 мм в каждую сторону от точек пересечения

Г.3 ЦД или МПД сварных соединений фланцев с обечайкой и днищем корпуса, сварных соединений приварки штуцеров диаметром 76 мм и более, с околошовной зоной 50 мм с обеих сторон шва в объеме требований Г.2.

Г.4 Неразрушающий контроль по п.п. Г2, Г3 сварных соединений сосудов 1-ой группы рабочих сред (согласно ТР ТС 032) следует проводить в объеме 100 %.

Г.5 ЦД или МПД участков внутренней поверхности в объеме одного контрольного участка размером 100x100 мм на каждом листе обечайки и на каждом днище. Исследуемые участки контроля следует выбирать по результатам визуального контроля. Обязательному контролю ЦД или МПД подлежит поверхность обнаруженных вмятин или выпучин, а также всех сомнительных по результатам визуального контроля участков поверхности сосуда, включая места ремонтных заварок (в том числе заводских).

Г.6 ЦД или МПД участков внутренней поверхности вокруг всех отверстий, не содержащих укрепляющей накладки, с шириной контролируемой зоны не менее 50 мм.

Г.7 УЗТ стенки в местах выборок обнаруженных ранее дефектов и в местах повышенного коррозионного или эрозионного износа стенки. Участки для измерений определить по результатам визуального контроля и указать на прилагаемой к протоколу измерения схеме или в формуляре.

Г.8 УЗТ обечаек, днищ и патрубков. Контроль проводить со стороны внешней или внутренней поверхностей ресивера. Измерения проводить по четырем образующим обечайки и патрубков и четырем радиусам днища через $\sim 90^\circ$ по окружности элемента. На каждой обечайке сосуда провести не менее трех измерений по одной образующей (в нижней, средней и верхней ее зонах). На днищах или крышках проводить не менее трех измерений на каждом из четырех радиусов.

В случае необходимости, например, при обнаружении выпучин (вмятин), зон с повышенным коррозионным поражением, расслоением металла и др. количество точек измерения следует увеличить до количества, достаточного для установления границ (контура) зоны несплошности.

Г.9 Измерение твердости металла переносным прибором (твердомером) обечаек и днищ сосуда проводить не менее, чем в трех поперечных сечениях по высоте сосуда, при этом, на каждую обечайку должно приходиться не менее одного контрольного сечения. В каждом контрольном сечении измерения проводить не менее, чем в трех точках. На днищах или крышках измерения выполнять по четырем радиусам через $\sim 90^\circ$ по окружности, на каждом радиусе должно быть не менее двух точек измерения твердости.

Г.10 Обнаруженные при контроле трещины должны быть выбраны при помощи абразивного инструмента, а полнота выборки трещин проконтролирована методами МПД или ЦД.

Г.11 Для ресиверов (воздухосборников) иностранного производства необходимо установить отечественные аналоги материалов (марок стали), которые использовались при изготовлении. Если в паспорте сосуда материал не указан, необходимо выполнить химический анализ и механические испытания материала ресивера (воздухосборника) для установления сертификатных данных.

Г.12 Для ресиверов (воздухосборников), установленных на открытых площадках (или в неотапливаемых помещениях) в климатических зонах, где температура воздуха в наиболее холодный период времени опускается ниже минус 30°C , а для сосудов из стали Ст3 - ниже минус 20°C , требуется провести испытания образцов с острым надрезом (тип Шарпи) на ударную вязкость при температуре минус 40°C . «Пробку» для изготовления образцов следует вырезать из элемента сосуда (обечайки или днища), имеющего максимальное значение твердости металла по результатам измерений переносным прибором. Количество образцов для испытаний на ударную вязкость должно быть не менее трех.

Значение ударной вязкости, полученное по результатам испытаний, должно быть не ниже 20 Дж/см^2 .

При получении значения ударной вязкости менее 20 Дж/см^2 необходимо сделать повторную вырезку (для изготовления не менее пяти образцов) и провести испытания

по определению порога критической хрупкости металла для принятия решения о возможности дальнейшей эксплуатации сосуда.

Ресиверы, подпадающие под действие настоящего пункта, могут быть допущены в дальнейшую эксплуатацию без вырезки пробки и определения ударной вязкости металла только в случае обоснования соблюдения условий хрупкой прочности ресивера на основании соответствующего заключения экспертной организации.

Г.13 С учетом результатов диагностирования согласно 7.9.2 следует провести поэлементный поверочный расчет на статическую прочность в соответствии с п.7.9.3.

Г.14 В случаях, оговоренных 7.9.4, требуется выполнить расчет на малоцикловую усталость в соответствии с требованиями ГОСТ 34233.6 для определения остаточного ресурса работы сосуда. При расчете следует учитывать фактические значения толщины элементов, полученные по результатам УЗТ.

Г.15 При положительных результатах технического диагностирования или после устранения обнаруженных при техническом диагностировании дефектов следует провести гидравлическое испытание в соответствии с требованиями [1].

Приложение Д **(обязательное)**

Программа технического диагностирования фильтров газовых в исполнении сосудов

Техническое диагностирование включает:

Д.1 ВИК наружной и внутренней поверхностей корпуса сосуда (в доступных местах, включая сварные соединения приварки опор). При обнаружении трещин, выпучин (вмятин), а также коррозионных язв или эрозионных повреждений недопустимой глубины необходимо указать их размеры и расположение на прилагаемой к протоколу визуального осмотра схеме или в формуляре. Измерение вмятин или выпучин должно выполняться в соответствии с требованиями 7.3.8. Решение о необходимости заварок выборок принимается согласно разделу 8.

Д.2 Смещение или увод (угловатость) кромок стыкуемых элементов в сварных соединениях, превышающих допустимые значения согласно ТНПА, необходимо измерить и максимальные значения параметров смещения (ϵ) или увода (f) указать в протоколе.

Д.3 УЗК или РГГ стыковых сварных соединений обечаек и днищ.

Объем контроля - 100 % длины сварных соединений.

Д.4 УЗК или РГ угловых сварных соединений диаметром 76 мм и более, в случае выполнения их без конструктивного непровара, контролировать в объеме 100 % от общего количества соединений.

Д.5 КД или МПД сварных соединений фланцев с обечайкой и днищем корпуса, с околосшовной зоной 50 мм с обеих сторон шва с внутренней и наружной сторон в объеме требований Д.4.

Д.6 ЦД стыковых сварных соединений обечаек и днищ в объеме требований Д.3.

Д.7 ЦД или МПД угловых сварных соединений приварки штуцеров с диаметром 76 мм и более по всей длине соединения с прилегающей контролируемой зоной не менее 50 мм в объеме Д.4.

Д.6 ЦД или МПД участков внутренней поверхности вокруг всех отверстий, не содержащих укрепляющей накладкой, с прилегающими участками внутренней поверхности шириной не менее 50 мм.

Д.7 ЦД или МПД участков внутренней поверхности в объеме одного контрольного участка размером 100x100 мм на каждом листе обечайки и на каждом днище. Кроме указанных зон, контролю методом ЦД или МПД должны быть подвергнуты все сомнительные по результатам визуального контроля участки сварных соединений или основного металла, включая поверхность вмятин или выпучин, а также места выборок и ремонтных заварок.

Д.8 УЗТ обечаек, днищ и патрубков.

Толщина стенки корпуса должна контролироваться не менее, чем в восьми точках каждой обечайки и каждого днища (крышки), равномерно распределенных по поверхности элемента. При невозможности полного внутреннего осмотра корпуса участки измерения толщины стенок следует совмещать с зонами повышенного износа, включая окрестности патрубков входа продувочной воды, отвода отсепарированного пара и выхода конденсата (отсепарированной воды).

Толщина стенки каждого днища (крышки) должна контролироваться в двух точках на каждом из четырех радиусов, разнесенных через $\sim 90^\circ$ по окружности.

Толщина стенки патрубков диаметром 76 мм и более должна контролироваться в четырех точках по окружности патрубка через $\sim 90^\circ$.

При обнаружении сомнительных участков по результатам визуального контроля (коррозионный или эрозионный износ, язвы, вмятины или выпучины) или при выявлении расслоения металла количество точек измерения следует увеличить до количества, достаточного для установления границ (контура) зоны расслоения (несплошности).

Д.9 Измерение твердости металла переносным прибором.

На каждой обечайке сосуда и на каждом днище контроль твердости металла необходимо проводить не менее, чем в четырех точках.

Точки измерения твердости следует совмещать с точками измерения толщины стенки.

Д.10 Поэлементный расчет на статическую прочность (в соответствии с требованиями 7.9.2) необходимо выполнять согласно п.7.9.3.

В случаях, оговоренных 7.9.4, следует выполнить расчет на усталостную прочность корпуса сосуда согласно ГОСТ 34233.6.

Д.11 Гидравлическое испытание сосуда провести согласно требованиям [1].

Приложение Е (обязательное)

Допустимые значения твердости основного металла и сварных соединений сосудов приведены в таблице Е1.

Таблица Е1 - Значения твердости металла при измерении переносными приборами

Марка стали	Допустимые пределы твердости основного металла, ед. НВ*	Допустимая твердость металла шва и зоны термического влияния, ед. НВ, не более
Ст.2, ст.3, сталь 10, 15, 20, 15К, 16К	120 - 160	180
18К	120 - 160	190
20К, 22К	130 - 190	200
20ЮЧ	140 - 190	220
09Г2С	120 - 180	225
10Г2С1	130 - 190	225
16ГС	120 - 180	225
10Г2	120 - 190	225
12МХ	140 - 180	240
12ХМ	140 - 170	240
15ХМ	140 - 200	240
12Х1МФ	130 - 170	240
15Х5М	130 - 170	240
15Х5МУ	170 - 235	270
08Х18Н10Т	150 - 180	200
12Х18Н10Т		
10Х17Н13М2Т		
10Х17Н13М3Т		
* - допустимое отклонение указанных пределов не должно превышать +20НВ и –10НВ		

Библиография

- [1] Правила по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением (утв. постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 27 декабря 2022 г. № 84)