РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ЖИДКОЙ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА

Методические указания

РД 26. 260.12 - 99

ОАО "ВНИИПТхимнефтеаппаратуры"
Данная копия является подлинным документом
Дата 29. 08. 2008
Подпись

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДАЮ

Председатель ТК 260
«Оборудование химическое и нефтегазоперерабатывающее»

_____ В.А. Заваров

«___» _____ 1999 г.

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

РД 26. 260. 12 -99

ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ЖИДКОЙ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА

Методические указания

Генеральный директор
ЗАО НПО «Ремгазкомплектпоставка» — В.С. Заленский

Главный конструктор — Ю.И. Черчагин

Руководитель отдела диагностики, канд. техн. наук — С.О. Гевлич

Руководитель отдела материаловедения, канд. техн. наук — В.В. Агафонов

Главный специалист отдела
материаловедения, д-р техн. наук, проф. — А.А. Барон

Ведущий специалист
технологического отдела, канд. техн. наук — А.А. Сосков

Генеральный директор
ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», канд. техн. наук — В.А. Панов

Заместитель директора по НИР, канд. техн. наук — В.Л. Мирочник

Заведующий отделом стандартизации — В.Н. Заруцкий

Ведущий специалист отдела
материаловедения, канд. техн. наук — И.Г. Леушин

Ведущий специалист отдела
материаловедения — В.П. Новиков

СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора по научно - производственной деятельности ОАО «НИИХИММАШ» — В.В. Раков

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН ЗАО Научно-производственное объединение «Ремгазкомплектпоставка» (ЗАО НПО «Ремгазкомплектпоставка») и ОАО «Волгоградский научно-исследовательский и проектный институт технологии химического и нефтяного аппаратостроения» (ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры»).

2. СОГЛАСОВАН письмом Госгортехнадзора России № 12-22/1066 от 08.12.99 г.

3. УТВЕЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Техническим комитетом № 260 «Оборудование химическое и нефтеперерабатывающее» Листом Утверждения от декабря 1999 г.

4. РД соответствует требованиям международных стандартов: API Standart 601, DIN 2699

5. ВЗАМЕН РД 26-3-86

Содержание

1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Общие положения	3
5	Методика выполнения работ	4
5.1	Анализ технической документации	4
5.2	Проверка режима и условий эксплуатации	4
5.3	Наружный осмотр резервуара	4
5.4	Визуально - измерительный контроль сосуда	5
5.5	Толщинометрия сосуда	6
5.6	Контроль сварных соединений	7
5.7	Измерение твердости металла	8
5.8	Контроль химического состава металла сосуда	8
5.9	Контроль микроструктуры металла сосуда	8
5.10	Разрушающие методы контроля свойств металла	8
5.11	Контроль качества тепловой изоляции	9
5.12	Проверочный расчет на прочность	10
6	Прогнозирование остаточного ресурса резервуара	10
6.1	Специальные исследования остаточного ресурса	10
6.2	Разработка рекомендаций по возможности продления срока службы резервуара	17
7	Восстановление резервуара	17
8	Указание мер безопасности	17
9	Условие продления срока службы	19
10	Срок продления эксплуатации	19
Приложение А Экспертное заключение		20
Приложение Б Схема расположения мест, видов контроля и количества измерений		21
Приложение В Инструкция. Ремонт и исправление дефектов сосудов изотермических резервуаров для жидкой двуокиси углерода		24
Приложение Г Определение прочностных свойств по результатам измерения твердости		28

ОКП 36 9500

РД 26.260.12 – 99

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

Продление срока службы резервуаров для жидкой двуокиси углерода

Методические указания

Дата введения 2000-01-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие методические указания распространяются на изотермические резервуары типа ЦЖУ, НЖУ, УДХ, РХДУ, РХДУ (Д), РДХ и другие типоразмеры, изготовленные в соответствии с ГОСТ 19662-89, ГОСТ 19663-90 и применяемые для транспортировки и хранения жидкой двуокиси углерода.

Резервуары, изготовленные ранее 1983 года, подлежат списанию. В отдельных случаях, а также при выявлении дефектов или отдельных отклонений от требований настоящих методических указаний, вызывающих сомнение в работоспособности сосуда, вопрос о возможности дальнейшей эксплуатации резервуара решается на основании специальных исследований, выполняемых ЗАО НПО «Ремгазкомплектпоставка», ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры».

Методические указания разработаны в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»* Госгортехнадзора России и устанавливают объем и методику работ по техническому диагностированию и выполнению мероприятий, обеспечивающих возможность дальнейшей эксплуатации резервуаров, отработавших срок службы, назначенный предприятием изготовителем, или для которых продлевался срок службы на основании РД 26-3-86.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем руководящем документе использованы ссылки на следующие стандарты и нормативно – технические документы:

ГОСТ 111-90 Стекло листовое. Технические условия

ГОСТ 1497-84 Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 5639-82 Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна

ГОСТ 5640-68 Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и ленты

---

*В дальнейшем по тексту «Правила»

Издание официальное **Перепечатка запрещена**

ОАО "НИИхиммаш" 1

Зарегистрировано № 147 2000-01-18

Заместитель Генерального директора

В.В. Раков

ГОСТ 5520-79 Сталь листовая углеродистая низколегированная и легированная для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия

ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия

ГОСТ 9454-78 Металлы. Методы испытаний на ударный изгиб при пониженных, комнатных и повышенных температурах

ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

ГОСТ 10796-74 Резаки ручные воздушно-дуговые. Типы и основные параметры

ГОСТ 14249-89 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность

ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.

ГОСТ 10832-91 Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия

ГОСТ 17177-87 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы контроля

ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования

ГОСТ 18661-73 Сталь. Измерение твердости методом ударного отпечатка

ГОСТ 19281-89 Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 19662-89 Резервуары изотермические для жидкой двуокиси углерода. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 19663-90 Резервуары изотермические для жидкой двуокиси углерода. Общие технические требования

ГОСТ 20415-92 Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения.

ГОСТ 22536-87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Общие требования к методам анализа

ГОСТ 22761-77 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Бринелю переносными твердомерами статического действия

ГОСТ 22762-77 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости на пределе текучести вдавливанием шара

ГОСТ 25859-83 Сосуды и аппараты стальные. Нормы и методы расчета на прочность при малоцикловых нагрузках

ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

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

ГОСТ 12.2.013-91 ССБТ. Машины ручные электрические. Общие требования безопасности и методы испытаний

ГОСТ 12.4.035-78 ССБТ. Щитки защитные лицевые для электросварщиков. Технические условия

ОСТ 26-5-88 Контроль неразрушающий. Цветной метод контроля сварных соединений наплавляемого и основного металла

ОСТ 26-291-94 Сосуды и аппараты стальные сварные. Технические требования

ОСТ 26-2044-83 Швы стыковых и угловых сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля

ПБ 10-115-96 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением: Госгортехнадзор России

Правила аттестации специалистов неразрушающего контроля: Госгортехнадзор России

Методические указания по обследованию и техническому освидетельствованию объектов котлонадзора: Госгортехнадзор России

МИ-1400-86 Государственная система обеспечения единства измерений. Уровнемер типа УПМ поплавковый с магнитной связью. Методика поверки: Госгортехнадзор России

Резервуары изотермические для жидкой двуокиси углерода. Техническое описание и инструкция по эксплуатации: ВНИИПТхимнефтеаппаратуры

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Организация проведения работ возлагается на предприятие-владельца резервуара.

3.2 Диагностику резервуаров проводят организации, имеющих разрешение (лицензию) органов Госгортехнадзора России на выполнение соответствующих работ.

3.3 При выполнении работ по продлению срока службы резервуаров следует руководствоваться нормативно-техническими документами, перечисленными в разделе 2 настоящего документа.

3.4 Резервуары, изготовленные не по ГОСТ 19662, ГОСТ 19663, в том числе и импортного изготовления подвергаются диагностированию по специальным методикам, согласованным с Госгортехнадзором России.

4 ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

4.1 Техническое диагностирование.

При техническом диагностировании последовательно проводятся:

а) анализ технической документации;

б) проверка режима работы и условий эксплуатации;

в) внешний осмотр резервуара;

г) визуально-измерительный контроль сосуда;

д) толщинометрия сосуда;

е) контроль сварных соединений;

ж) измерение твердости металла;

з) контроль сосуда разрушающими методами;

и) контроль качества тепловой изоляции;

к) проверочный расчет сосуда на прочность;

л) прогнозирование остаточного ресурса резервуара;

м) пневмоиспытания кожуха;

н) гидроиспытания внутреннего сосуда;

о) разработка рекомендаций по возможности продления срока службы резервуара.

4.2 Восстановление резервуара.

Регламент ремонтно-профилактических работ устанавливается на основании результатов технического диагностирования.

4.3 Оформление документации

4.3.1 Оформление результатов диагностирования и восстановления производитсятся актами (протоколами), подписанными ответственными исполнителями работ и утвержденными руководителями организаций (предприятий), проводивших соответствующие работы, с указанием всех выявленных и устраненных недостатков, дефектов, отклонений и рекомендаций.

5 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

5.1 Анализ технической документации

При анализе технической документации проверяется наличие, правильность оформления и ведения:

- паспорта сосуда, работающего под давлением;
- формуляра изделия;
- паспортов на предохранительные устройства;
- инструкции по режиму работы и безопасному обслуживанию сосудов, утвержденной руководством организации - владельца сосуда;
- сменного журнала работы сосудов и других эксплуатационных документов владельца резервуара;

5.2 Проверка режима и условий эксплуатации

5.2.1 Проверка режима работы резервуара производится путем сбора и анализа эксплуатационной информации из сменного журнала и другой эксплуатационной документации.

- количество заправок;
- общий пробег (для транспортных резервуаров);
- длительность эксплуатации;
- виды и количество регламентных работ (продувка, пропарка и т.д.);
- количество циклов изменения давления (учитывается циклы, где размах колебания давления составляет не менее 0,3 МПа (3,0 кгс/см^2).

5.2.2 Количество заправок должно определяться только для транспортных цистерн. При отсутствии достаточной информации и невозможности определить количество заправок на весь период эксплуатации допускается устанавливать количество заправок на основании данных об интенсивности эксплуатации за последние 3 года.

Тогда общее количество заправок за весь период эксплуатации цистерны определяется:

$$N = n_{max} T,$$

где n_{max} - среднегодовое количество заправок в течении последних 3 лет;

T – период эксплуатации цистерны, г.

5.2.3 Пробег следует определять только для транспортных цистерн типа ЦЖУ вместимостью от 6 тонн и более. Для цистерн вместимостью менее 4 тонн пробег не определяется. При отсутствии достаточной информации допускается общий пробег за весь период эксплуатации определять:

$$L = 2 l N,$$

где l – расстояние от завода-потребителя до наиболее удаленного завода – поставщика, км;

N – общее количество заправок за весь период эксплуатации цистерны.

5.2.4 Длительность эксплуатации исчисляется с момента, когда инспектором Госгортехнадзора впервые произведена запись в паспорте резервуара, разрешающая введение эксплуатацию.

5.3 Наружный осмотр резервуара

5.3.1 Осмотр арматуры, предохранительных устройств, КИП, средств автоматики и сигнализации производится путем обязательного опробования их действия. Техническая характеристика узлов и приборов должна соответствовать условиям эксплуатации.

5.3.2 Осмотр комплектующих изделий, входящих в состав резервуара (ходовой части, холодильного агрегата, перекачивающего насоса и т.п.) производится с целью определения их технического состояния и соответствия требованиям паспортов и инструкций.

5.3.3 Осмотр узлов крепления сосуда в кожухе и крепления резервуара на ходовой части (для транспортных резервуаров) производится с целью проверки целостности узлов и недопущения ослабления крепления.

5.3.4 Проверка состояния кожуха (защитного покрытия)

5.3.4.1 При наружном осмотре поверхности металлического кожуха резервуара с насыпной изоляцией определяется состояние его антикоррозионного покрытия (окраска), места и степень поверхностной коррозии, а также сквозная коррозия, пробоины, неплотности прилегания крышек, люков, сальников выхода трубопроводов, состояние сварных швов и другие дефекты кожуха, появившиеся при эксплуатации и влияющие на его герметичность.

5.3.4.2 В случае нарушения целостности кожуха, вызывающего опасения в механическом или коррозионном повреждении наружной поверхности сосуда, допускается механическая или огневая вырезка окон в кожухе и удаление изоляционного материала для обеспечения доступа к сосуду. После проведения осмотра окно в кожухе должно быть заварено установкой заплаты внахлест. Варить сплошным плотным швом по всему периметру прилегания заплаты с целью обеспечения герметичности кожуха. Изоляционный слой следует полностью восстановить досыпкой необходимого количества материала.

5.3.4.3 При наружном осмотре резервуара с твердой полимерной теплоизоляцией определяют целостность теплоизоляционного слоя и его металлического или неметаллического защитного покрытия (облицовки) – проверяют состояние окраски поверхности, наличие вмятин, пробоин. При наличии металлической облицовки определяют также места и степень поверхностной коррозии, неплотности прилегания элементов покрытия, наличие всех винтов или заклепок его крепления.

5.3.4.4 В случае нарушения целостности покрытия и теплоизоляционного слоя, вызывающего опасение в механическом или коррозионном повреждении наружной поверхности сосуда, допускается местное удаление покрытия и теплоизоляционного слоя для обеспечения доступа к поверхности сосуда. После осмотра сосуда теплоизоляционный слой и покрытие должны быть полностью восстановлены.

5.4 Визуально-измерительный контроль сосуда

5.4.1 Проверка соответствия марки стали сосуда

5.4.1.1 Соответствие материала сосуда должно подтверждаться данными, занесенными в паспорт сосуда, сертификатами на металл, прилагаемыми к паспорту, заводскими табличками и клеймением на внутреннем сосуде.

5.4.1.2 При полном или частичном отсутствии упомянутой в п.5.4.1.1 информации, производится проверка марки металла методами химического и спектрального анализа. Проверке подвергается каждый лист обечайки и днищ сосуда. При несоответствии металла сосуда материалу, указанному в паспорте резервуар подлежит списанию.

5.4.2 Осмотр внутренней поверхности сосуда

5.4.2.1 Перед осмотром сосуд необходимо отогреть, очистить от загрязнения, промыть и просушить в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

5.4.2.2 Поверхность сварных швов и прилегающие к ним участки основного металла шириной не менее 20 мм в обе стороны от шва должны быть зачищены до металлического блеска.

5.4.2.3 При осмотре стенок сосуда с целью выявления коррозионных повреждений особое внимание должно обращаться на нижнюю часть сосуда, а также области расположения отверстий для дренажного и жидкостного патрубков, где наиболее вероятно появление коррозионных язв и трещин.

5.4.2.4 Визуальный осмотр сварных соединений выполняется с целью выявления поверхностных дефектов проводится в соответствии с требованиями «Правил».

5.4.3 Проверка геометрической формы

5.4.3.1 При проверке геометрической формы сосуда должно определяться:

- отклонение внутреннего диаметра обечайки;
- овальность поперечного сечения обечайки.

5.4.3.2 Расчет величины отклонений, а также определение их допустимых значений проводятся в соответствии с требованиями «Правил».

5.4.3.3 Каждая из составляющих сосуд цилиндрических обечаек должна подвергаться измерению в трех поперечных сечениях, из которых два расположены у кольцевых стыков, а третье – посредине между ними.

5.5 Толщинометрия сосуда

5.5.1 Подготовка к работе

5.5.1.1 При подготовительных работах должны быть выполнены следующие операции:

- для резервуаров с насыпной изоляцией необходимо снять крышку люка-лаза кожуха, отсыпать теплоизоляционный материал в заранее подготовленную тару, освободив крышку люка внутреннего сосуда;
- для резервуаров с твердой полимерной теплоизоляцией необходимо снять торцевую крышку защитного покрытия теплоизоляции (покровного слоя) с закладным элементом из пенопласта, освободив крышку люка внутреннего сосуда;
- снять крышку люка-лаза внутреннего сосуда, обеспечив меры безопасности в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

5.5.1.2 Перед измерением толщины стенок сосуда на внутренней поверхности определяются места замера. Предварительно составляется схема расположения обечаек, сварных швов и днищ сосуда (развертка) и на ней намечаются контрольные точки замера. Расположение точек замеров уточняется при разметке внутри сосуда, при этом должны учитываться места с явными признаками коррозии или других наружных дефектов.

Разметку точек рекомендуется проводить краской или мелом по окружности, начиная от верхней или нижней образующей цилиндра. Расстояние между точками на каждом листе обечайки или днища должно быть не более 800 мм, а от сварных швов – не более 100 мм. На эллиптических днищах сосудов точки замера толщины должны располагаться по радиусам на продолжении линий рядов точек, расположенных на обечайках. Около штуцеров (трубопроводов) на расстояние не более 50 мм отмечаются по 3-4 точки на каждый штуцер. Все точки должны обозначаться порядковыми номерами. Пример расположения точек замера приводится на схеме на чертеже развертки сосуда (приложение Б).

5.5.1.3 Поверхность сосуда в точках измерения толщины его стенок зачистить от грязи, краски, ржавчины, окалины и пр. до металлического блеска. Диаметр контактного пятна - не менее 30 мм. Для механической зачистки применять шлифмашинки, шаберы, металлические щетки. Величина шероховатости не более R_z=40 по ГОСТ 2789. Для создания акустического контакта зачищенные поверхности в точках измерения протереть мягкой ветошью и нанести вязкую смазку (вазелин, солидол, ЦИАТИМ-201 и др.).

5.5.2 Проверка толщины стенок

5.5.2.1 Измерение толщины стенок должно производиться в соответствии с инструкцией по эксплуатации толщиномера. Для измерения толщины стенок сосудов неразрушающими методами контроля должны применяться ультразвуковые толщиномеры, про-

шедшие поверку и имеющие технические характеристики, позволяющие измерять толщину стального листа в диапазоне от 2 до 10 мм с погрешностью измерения не более ±0,15 мм и от 2 до 25 мм с погрешностью измерения не более ±0,3 мм.

5.5.2.2 Настройку ультразвуковых толщиномеров следует проводить в соответствии с руководством по их эксплуатации по контрольным образцам, входящим в комплект прибора. При радиусе поверхности сосуда менее 800 мм необходимо изготовить контрольные образцы того же радиуса и контактирующую поверхность преобразователя прибора (при ширине более 10 мм) притереть по поверхности образца (через наждачное полотно).

5.5.2.3 При измерении по криволинейным поверхностям погрешность измерений зависит от положения преобразователя. Минимальная погрешность достигается при направлении экрана, разделяющего призму раздельно-совмещенного преобразователя, перпендикулярно образующей цилиндрической поверхности обечайки. Для сферических поверхностей днищ положение преобразователя безразлично.

5.5.2.4 Если толщина, показанная прибором, меньше расчетного значения, то вокруг замеряемой точки дополнительно производят несколько замеров для определения уменьшения толщины, граница которой обозначается мелом.

5.5.2.5 Результаты измерения толщины стенок сосуда оформляются актом со схемой контроля и таблицей замеров. Пример оформления схемы мест контроля приведен в приложении Б.

5.6 Контроль сварных соединений

5.6.1 Контроль сварных соединений осуществляется ультразвуковой дефектоскопией (УЗД контроль). Ультразвуковой дефектоскопии должны подвергаться продольные, кольцевые сварные соединения корпуса, а также угловые (или стыковые) сварные соединения узлов: люка-лаза, бобышки уровнемера и штуцеров. Объем проведения УЗД контроля - 100%.

Контроль металла корпуса в околошовной зоне в местах приварки перегородок проводится в зоне шириной 20 мм от границы шва с целью выявления трещин, которые могут возникать при эксплуатации резервуара.

5.6.2 При ультразвуковом контроле сварных швов должны использоваться дефектоскопы типов УД2-12, УД2-17М и другие дефектоскопы соответствующие стандартам Российской Федерации, имеющие автономный источник питания с напряжением не более 12 В, укомплектованные наклонными преобразователями с углом наклона акустической оси от 53°, 50° и 40° на рабочую частоту 2,5, 5,0 и 10,0 МГц, а также стандартные и испытательные образцы по ГОСТ 14782 и ОСТ 26-2044.

5.6.3 Подготовка к ультразвуковому контролю, выбор параметров и проведение контроля должны выполняться в соответствии с требованиями ОСТ 26-2044. Контроль проводится изнутри сосуда без удаления теплоизоляционного слоя с наружной поверхности. Сварные швы соединения днища с корпусом и бобышки уровнемера с днищем контролируются с одной стороны шва (по поверхности корпуса). Контроль металла корпуса в местах приварки перегородок проводится тем же наклонным преобразователем, который используется для контроля сварных швов корпуса, прямым и однократно отраженным лучом с перемещением преобразователя перпендикулярно оси шва с шагом 5-6 мм вдоль шва.

5.6.4 Оценку качества сварных соединений следует выполнять в соответствии с требованиями ОСТ 26-291 и ОСТ 26-2044. Результаты ультразвуковой дефектоскопии сварных соединений должны оформляться актом с указанием на схеме или развертке сосуда номеров швов и обнаруженных недопустимых дефектов. В комплект документации по этому разделу входит схема замеров с указанием объема измерений (приложение Б).

5.6.5. Цветная дефектоскопия

5.6.5.1 Контролю цветной дефектоскопией должны подвергаться все сварные соединения сосуда, не охваченные ультразвуковой дефектоскопией, кроме швов приварки перегородок, а также вызывающие сомнения участки поверхности основного металла, выявленные при проведении осмотра сосуда.

5.6.5.2 Подготовка и проведение цветной дефектоскопии швов вварки трубопроводов выполнить в соответствии с требованиями ГОСТ 18442 «Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования» и ОСТ 26-5 «Контроль неразрушающий. Цветной метод контроля сварных соединений наплавляемого и основного металла».

5.6.5.3 Оценка качества контролируемой поверхности проводится в соответствии с ОСТ 26-291. При этом трещины всех видов не допускаются, если по результатам специальных исследований не будут разработаны другие рекомендации. Остальные дефекты допускаются в пределах норм визуального контроля сварных соединений по ОСТ 26-291. Класс чувствительности по ГОСТ 18442 – 2 -ой.

5.7 Измерение твердости металла

5.7.1 Измерения твердости металла проводятся на каждом листе каждой обечайки корпуса сосуда и на каждом днище сосуда. Для измерений твердости применяются переносные твердомеры отечественные и импортные. Методика определения твердости должна соответствовать требованиям ГОСТ 18661, 22761, 22762. Количество измерений – не менее трех на каждом листе. Значения твердости должны быть приведены в единицах НВ (твердость по Бринеллю).

5.7.2 Результаты измерения твердости оформляются актом со схемой контроля и таблицей замеров. Места замера твердости указываются в соответствии с приложением Б.

5.7.3 По результатам измерений твердости могут быть определены основные механические свойства металла по номограммам или расчетным методом. Номограммы и расчетные формулы приведены в Приложении Г.

5.8 Контроль химического состава металла сосуда

5.8.1 Химический состав металла сосуда подтверждается данными сертификатов, приложенных к паспорту сосуда.

5.8.2 При отсутствии данных по химическому составу металла сосуда его следует определить, руководствуясь пп. 5.10 и 5.10.4 и приложением приложения Б настоящего руководящего документа. Химический анализ металла сосуда производить согласно требованиям РТМ 26-362 и РТМ 26-366.

5.9 Контроль микроструктуры металла сосуда

Микроструктура основного металла определяется на обечайке, в которую вварен жидкостной патрубок (Приложение Б). Применяются методы полевой металлографии. Определение величины зерна (d) производится по ГОСТ 5639. Количество перлита (П) определяется в соответствии с ГОСТ 5640.

5.10 Разрушающие методы контроля свойств металла

5.10.1 Обязательность применения этого метода контроля

Определение механических свойств, химического состава и металлографические исследования с использованием разрушающих методов контроля производят в том случае, когда полностью или частично отсутствует техническая документация на сосуд, невозможно определить год изготовления и пуска цистерны в эксплуатацию или есть обоснованные подозрения в недостоверности имеющейся в распоряжении информации.

5.10.2 Отбор проб производится из той части корпуса сосуда, куда вварен жидкостной патрубок. Пробу вырезают газопламенной резкой из стенки корпуса. Проба имеет форму диска, согнутого по диаметру сосуда, диаметром не менее 200 мм. При этом взамен

удаленной части корпуса или крышки должна быть изготовлена вставка из стали 09Г2С по ГОСТ 5520, категорий 15 и 16 с требованиями к величине ударной вязкости: не менее 3,0 кгс•м/см^2 (0,3 МДж/м^2) при температуре испытаний минус 70 °С.

5.10.3 Объем исследований механических свойств включает в себя испытания: на ударную вязкость, на определение прочностных и пластических свойств. При испытаниях на ударную вязкость определяют, во-первых, уровень свойств при температурах испытаний минус 70 °С и 20 °С на образцах «Менаже», ГОСТ 9454 , вид концентратора «U», используются по 3 (три) образца на каждую температуру испытаний. Во-вторых, испытываются 21 образец «Шарпи», ГОСТ 9454, вид концентратора «V», с целью построения температурной зависимости ударной вязкости, определения нижнего и верхнего порогов хладноломкости и температуры 50 процентного кристаллического излома. Испытания проводят при семи различных температурах, по три образца на одну температуру. Шаг по шкале температур 20 – 30 °С. Испытания предпочтительно производить с записью процесса разрушения в координатах: $P=f(\delta)$ или $P=f(\tau)$, здесь P – сила, воздействующая на образец в процессе разрушения, δ - перемещение силы, τ - время действия силы. После проведения испытаний проводят фрактографию изломов. При испытаниях на прочность используются 5-кратные разрывные образцы по ГОСТ 1497, образец № 5, тип II. При испытаниях определяются:$\sigma_в$, $\sigma_т$ или $\sigma_{0,2}$, δ_5, ψ,- с записью диаграммы растяжения. Испытания проводятся при тех же температурах, что и испытаниях на ударную вязкость, но не менее десяти испытаний при пяти температурах: минус 196 °С, 20 °С, при температурах нижнего и верхнего порогов хладноломкости и при температуре 50 % кристаллического излома. Испытывают по два образца на каждую температуру испытаний.

5.10.4 Определение химического состава производится для подтверждения марочного состава и точного определения содержания в металле следующих элементов (C_i): С (углерод), Mn (марганец), Si (кремний), Ni (никель), S (сера) и P (фосфор).

5.10.5 Объем металлографических исследований включает в себя определение размера зерна (d) в миллиметрах, доли перлита в структуре (П) в процентах.

5.10.6 Оформление результатов исследований производится в соответствии с рекомендациями, изложенными в разделе 6 «Прогнозирование остаточного ресурса резервуара» настоящего руководящего документа.

5.11 Контроль качества тепловой изоляции

5.11.1 Для проверки качества материала насыпной теплоизоляции вскрывают верхние люки цилиндрической части кожуха, люк переднего днища кожуха и берут пробы насыпной изоляции в зоне, прилегающей к поверхности сосуда, в количестве 1 литра из каждого люка.

5.11.2 Определение влажности и объемной насыпной массы каждой пробы выполняется по методике, приведенной в ГОСТ 17177.

5.11.3 Влажность материала теплоизоляции (перлитового песка вспученного согласно ГОСТ 10832), установленная как среднеарифметическое значение взятых проб, не должна превышать максимально допустимого значения при эксплуатации – 50 % по массе. При этом объемная насыпная масса соответственно не должна превышать:

- 110 кг/м^3 для транспортных цистерн;
- 150 кг/м^3 для стационарных резервуаров.

При превышении указанной влажности и объемной насыпной массы теплоизоляция должна быть удалена и заменена новым или просушенным перлитовым песком, при этом должна быть установлена причина повышения влажности теплоизоляционного материала.

5.11.4 При контроле качества жесткой теплоизоляции (пенопласт) проверяют целостность изоляционного слоя и плотность его прилежания к поверхности сосуда.

5.12 Проверочный расчет на прочность

5.12.1 Проверочный расчет выполняется в соответствии с ГОСТ 14249 при наличии следов коррозии на стенке корпуса внутреннего сосуда резервуара в случае уменьшения толщины стенки по результатам толщинометрии. Для обечайки и для днищ сосуда определяется допускаемое внутреннее избыточное давление с учетом фактической минимальной толщины стенки S_{min}, установленной по п.5.5.2 и прибавки для компенсации коррозии при возможной дальнейшей эксплуатации, т.е.

$$S_{min} - 0{,}5 \geq S_p ,$$

где S_{min} – минимальная толщина стенки, полученная при измерениях, мм;

S_p - расчетная толщина, мм.

5.12.2 Результаты расчета признаются удовлетворительными, если выполняется условие:

$$[p] \geq p_{раб.},$$

где $[p]$ - допускаемое давление;

$p_{раб.}$ - рабочее давление, установленное в паспорте сосуда.

6 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА РЕЗЕРВУАРА

6.1 Специальные исследования остаточного ресурса

6.1.1 Общая часть

При прогнозировании остаточного ресурса резервуара рассматриваются все аспекты возможности разрушения резервуара (сосуда), исходя из современных представлений механики разрушения.

В первую очередь оценивается возможность хрупкого (внезапного, катастрофического) разрушения сосуда в связи с имевшимися ранее случаями взрывов углекислотных резервуаров, как наиболее опасного с точки зрения объема разрушения и возможности человеческих жертв.

Затем оценивается наиболее вероятная возможность разрушения (или потери функции) сосуда от роста технологических дефектов в процессе эксплуатации в связи циклическим характером нагрузок в стенке сосуда.

В последнюю очередь оценивается наименее вероятная возможность разрушения за счет пластической нестабильности.

Исследования содержат экспериментальную, документальную и расчетную части.

6.1.2 Экспериментальная часть.

Экспериментальная часть представляет собой систематизированное оформление проведенных в предыдущих разделах испытаний металла сосуда.

6.1.2.1 Химический состав металла сосуда

Определение химического состава металла сосуда производится в соответствии с п.п. 5.8 и 5.10 настоящего документа.

6.1.2.2 Механические свойства металла сосуда

6.1.2.2.1 Определение твердости металла методом вдавливания шарика

Твердость металла, определенная тем или иным способом переводится в единицы Бринеля (НБ). При этом в протоколе испытаний обязательно указывается каким способом и каким прибором были произведены замеры.

6.1.2.2.2 Механические испытания разрушающими методами

При механических испытаниях определяются температурные зависимости предела текучести и ударной вязкости от температуры испытаний в диапазоне температур вязко-хрупкого перехода. Ударные испытания проводят на образцах «Шарпи» с острым надрезом. Требования к исполнению образцов приведены в п. 5.8.2.

6.1.2.3 Металлографические исследования

Из всего комплекса металлографических исследований проводится фрактографические исследования изломов ударных образцов «Шарпи» с V – образным надрезом с определением количества кристаллической составляющей в изломе и исследование микроструктуры с определением размера действительного зерна ($d_з$) в мм. и количества перлита (П) в %.

6.1.2.3.1 Фрактографические исследования

Фрактографические исследованиям подвергаются изломы ударных образцов непосредственно после испытаний. При невозможности быстро провести фрактографию, образцы должны храниться на воздухе в присутствии силикогеля, концентрированной серной кислоты или в 96%-ом этиловом спирте.

6.1.2.3.2 Исследование микроструктуры

При исследованиях микроструктуры определяют размер действительного зерна и количество перлита в поле наблюдения шлифа

6.1.2.4 Результаты ультразвуковой дефектоскопии

6.1.2.4.1 Толщинометрия сосуда

При обнаружении утонения стенки сосуда или днища необходимо провести дополнительные обследование толщины в окрестностях обнаруженного утонения для выявления его формы и площади в соответствии с п.5.5.2.4 настоящего руководящего документа. Местоположение утонения привязывается к кольцевому шву приварки одного из днищ сосуда. Результаты оформляются в виде схемы сосуда с нанесенной на нее областью утонения и привязкой к кольцевому шву в соответствии с Приложением Б.

6.1.2.4.2 Дефектоскопия сварных соединений

При обнаружении дефектов в сварных соединениях каждый из них обследуется индивидуально. При этом необходимо определить следующие его параметры: длину и ширину дефекта, местоположение по толщине стенки, координаты относительно ближайшего продольного и кольцевого сварных швов. Данные индивидуального обследования оформляются в виде схемы сосуда с нанесенными на него дефектами и характеристиками каждого дефекта, представленных в виде локальных рисунков на поле упомянутой схемы в соответствии с Приложением Б. Требования к оборудованию и методике контроля изложены в п.5.6 настоящего руководящего документа.

6.1.3 Документальная часть

Документальная часть содержит сведения о числе циклов нагружения, величине и степени асимметрии нагрузки. Число циклов нагружения принимается на условиях, определенных в п. 5.2 настоящего руководящего документа. Коэффициент асимметрии принят для рассматриваемых сосудов равным R=0,3.

6.1.4 Расчеты остаточного ресурса

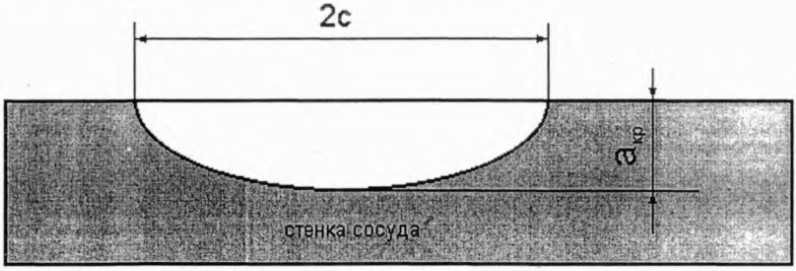
6.1.4.1 Оценка возможности хрупкого разрушения (статической трещиностойкости металла) сосуда

Оценка возможности хрупкого разрушения сосуда производится на основе расчетов величин критических (опасных для разрушения сосуда) дефектов и сравнения их с величинами деф-

фектов, обнаруженных при УЗД сварных соединений. Если обнаруженные дефекты меньше критических, возможность хрупкого разрушения непосредственно отсутствует.

6.1.4.1.1 Формализация реального дефекта

На основании проведенной формализации всех возможных видов дефектов принято считать основным типом дефектов полуэллиптическую трещину с параметрами, представленными на рисунке 1.



$a_{кр}$ – глубина дефекта; 2c – длина дефекта.

Рисунок 1- Параметры формализованного дефекта

6.1.4.1.2 Расчет величины критического дефекта

Величина критического дефекта $a_{кр}$ определяется по формуле:

$$a_{кр} = \frac{K_{1c}^2 Q}{1{,}21\pi\sigma^2},$$

где K_{1c} – критический коэффициент интенсивности напряжений;

Q – коэффициент формы дефекта (определяется по таблице 1);

σ - разрушающее напряжение (без учета концентрации напряжений на галтелях) равно рабочему.

Таблица 1- Значения параметра Q при разных отношениях $\sigma/\sigma_{0,2}$ и a/2c

$\sigma/\sigma_{0,2}$	Q при a/2c				
	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4
1,0	0,88	1,07	1,21	1,38	1,76
0,9	0,91	1,12	1,24	1,41	1,79
0,8	0,95	1,15	1,27	1,45	1,83
0,7	0,98	1,17	1,31	1,48	1,87
0,6	1,02	1,22	1,35	1,52	1,90
<0,6	1,10	1,29	1,43	1,6	1,98

6.1.4.1.3 Определение критического коэффициента интенсивности напряжений

6.1.4.1.3.1 Определение критического коэффициента интенсивности напряжений (K_{1c}) с использованием результатов определения химического анализа и металлографических исследований. Для этой цели используется известные зависимости (Рисунок 2, п. 6.1.4.1.3.2) между K_{1c} и сдвигом температуры 50% кристаллического излома (ΔT_{50}) в соответствии с номограммой, приведенной на рисунке 2., и ΔT_{50} и некоторыми параметрами упрочнения ($\Delta\sigma_i$), определяемыми при химическом и металлографическом анализах в соответствии с приведенным ниже уравнением.

$$\Delta T_{50} = (0{,}4-0{,}6)\Delta\sigma_{т.р.} + 0{,}4\Delta\sigma_{д} + 0{,}3\Delta\sigma_{д.у.} + 0{,}9\Delta\sigma_{п} - 0{,}7\Delta\sigma_{з},$$

где $\Delta\sigma_{т.р.}$ – упрочнение твердого раствора растворенными в нем легирующими элементами и примесями и определяется по формуле:

где значения k_i выбираем по таблице 2, а C_i (массовая доля элементов в металле, %)

$$\Delta\sigma_{т.р.} = \sum_{i=1}^{n} k_i C_i,$$

Таблица 2- Значения параметра k_i

Элемент	Mn	Si	Ni	P
k_i, МПа/1%	35	85	30	600

$\Delta\sigma_д$ – упрочнение, обусловленное сопротивлением скользящей дислокации другими дислокациями в кристалле (дислокационное упрочнение). Для феррито-перлитных горячекатанных и нормализованных сталей, в частности для 09Г2С, принимается значение, равное 20МПа;

$\Delta\sigma_{д.у.}$ – упрочнение, вызванное образованием дисперсных частиц второй фазы при распаде пересыщенного твердого раствора (дисперсионное твердение), для 09Г2С $\Delta\sigma_{д.у.} = 0$;

$\Delta\sigma_п$ – упрочнение, обусловленное препятствием скольжению из-за наличия перлитных колоний. Определяется по формуле:

$$\Delta\sigma_п = 2{,}4\ П,$$

где П - содержание перлита в микроструктуре в %.

$\Delta\sigma_з$ – упрочнение, обусловленное препятствием скольжению размером зерна. Определяется по формуле:

$$\Delta\sigma_з = k_y d^{-0,5},$$

где k_y для феррито-перлитных сталей и, в частности для 09Г2С, составляет 16 – 21 Н/мм$^{3/2}$, а d – размер зерна в мм.

После определения ΔT_{50} по рисунку. 2. находим значения K_{1c} для соответствующих температур.

6.1.4.1.3.2 Определение критического коэффициента интенсивности напряжений (K_{1c}) с использованием результатов ударных испытаний образцов «Шарпи»

Используется известная зависимость между толщиной образца «Шарпи» и трещиностойкостью испытанного материала при температуре испытаний, равной T_{50}: $(K_{1c}/\sigma_{0,2})^2 = 2{,}5t$,

Здесь t=10 мм. Тогда K_{1c} определится по формуле:

$$K_{1c} = \sigma_{0,2}\sqrt{2{,}5t}$$

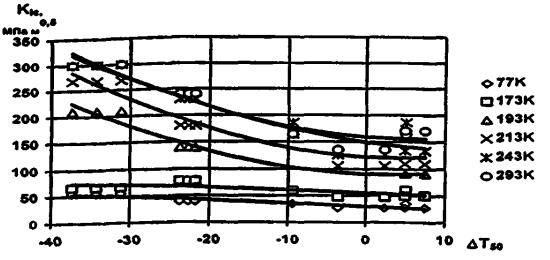


Рисунок 2 - Обобщенная зависимость между ΔT_{50} и K_{1c} для низколегированных и низкопрочных сталей

6.1.4.1.3.3 Вынесение заключения о возможности хрупкого разрушения сосуда

На основании имеющихся литературных данных о зависимостях $K_{1c}=f(T)$ и $\sigma_T=f(T)$ проведена оценка возможности хрупкого разрушения рассматриваемых в настоящем руководящем документе сосудов. Оценка показывает малую вероятность возможности хрупкого разрушения сосудов.

Однако, так как прогноз с использованием аппарата механики разрушения носит конкретный характер, получение описанных в настоящем разделе данных о характеристиках металла корпуса сосуда является необходимым условием для формирования точного прогноза сопротивляемости конкретного сосуда хрупкому разрушению.

При принятии решения об отсутствии опасности хрупкого разрушения проводятся дальнейшие работы по оценке возможности разрушения сосуда от циклических нагрузок.

6.1.4.2 Оценка возможности разрушения (или потери функции) сосуда от роста технологических дефектов в процессе эксплуатации в связи циклическим характером нагрузок в стенке сосуда

Оценка возможности разрушения сосуда от роста технологических дефектов в процессе эксплуатации проводится на основании зависимости циклической долговечность сосудов из стали 09Г2С от величины дефекта (Рисунок 3 и формула п. 6.1.4.2.2), полученной из анализа кинетической диаграммы усталостного разрушения (КДУР) стали 09Г2С.

6.1.4.2.1 Оценка возможности усталостного разрушения при необнаружении трещиноподобных дефектов в корпусе сосуда

При необнаружении трещиноподобных дефектов в корпусе сосуда равновероятны два решения:

- дефекта нет, тогда принимается решение о том, что металл корпуса сосуда не исчерпал возможностей сопротивления зарождению усталостной трещины (не достиг порогового значения размаха коэффициента интенсивности напряжений ΔK_{th} на КДУР);

- дефект мал и случайно пропущен при использовании стандартной методики УЗД – контроля, тогда принимается решение, что пропущенный дефект имеет глубину 1 мм.(стадия разрушения на КДУР – стабильный рост трещины). Следует провести оценку остаточного ресурса на основе данных приведенных на рисунке 3. Так как этот подход более консервативный по сравнению с предыдущим, при первом обследовании по настоящему РД принимается всегда он.

6.1.4.2.2 Оценка возможности усталостного разрушения при обнаружении трещиноподобных дефектов в корпусе сосуда

При обнаружении трещиноподобных дефектов в корпусе сосуда оценка остаточного ресурса производится по формуле:

$$N = \frac{2}{(n-2)\,CM^{n/2}\Delta\sigma^{n}}\left[\frac{1}{a_0^{(n-2)/2}} - \frac{1}{a_{kp}^{(n-2)/2}}\right]$$

где N – остаточный ресурс (число циклов до разрушения), может принимается по номограмме на рисунке 3;

C, n – константы уравнения Пэриса. $C = 1{,}41 \cdot 10^{-10}$; $n = 3{,}7$; a_0 – глубина обнаруженной трещины, при необнаружении трещины a_0 принимается равной 1 мм, $a_{кр}$ – глубина критической трещины, принято $a_{кр}=S$ мм, где S – толщина стенки сосуда;

M – геометрический параметр трещины. Находится как $M=1{,}21\pi/Q$, где коэффициент формы дефекта Q определяется по таблице 1; исходя из положения Дж. Ирвина «течи перед разрушением» принимаем $Q=1{,}9$.

$\Delta\sigma=(1-R)\sigma_{max}$ – амплитуда колебаний напряжений в стенке сосуда, $R=0{,}3$ в соответствии с п. 6.1.3, а $\sigma_{max}=\sigma$, согласно п. 6.1.4.1.2 настоящего руководящего документа.

При оценке циклической долговечности N≥740 (два года ежедневной загрузки) принимается решение о проведении повторного обследования (УЗД сварных соединений) через два года. При необнаружении дефектов при повторном УЗД обследовании следующее обследование назначается через 4 года. При необнаружении дефектов через 4 года решение о возможности дальнейшей эксплуатации резервуаров принимается на основании следующего обследования, проведенного по рекомендациям настоящего РД.



Условие «течи» перед разрушением: $a_{кр}=S$; $\Delta\sigma=136$ МПа; $C = 1{,}41 \cdot 10^{-10}$; $n = 3{,}7$.

Рисунок 3 - Циклическая долговечность сосудов из стали 09Г2С

6.1.4.3 Оценка возможности разрушения за счет пластической нестабильности

Предельное разрушающее давление в цилиндрических сосудах с дефектами рассчитывается по уравнению:

$$p_{kr}=\alpha\sigma^{*}S/r,$$

где r- внутренний радиус сосуда в поперечном сечении - $r=D/2-S$;

$$\alpha=\frac{(S/a)-1}{(S/a)-(1/\mu)};\qquad \mu=\left(1+1{,}61\frac{c^2}{\bar{S}\bar{R}}\right)^{1/2};$$

$$\bar{R}=(D-S)/2;\qquad \sigma^{*}=(\sigma_{в}+\sigma_{0,2})/2,$$

D – наружный диаметр сосуда; S – толщина стенки сосуда; a, c – параметры дефекта, согласно рисунка1.

Условие прочности – предельное разрушающее давление не должно превышать рабочего давления, указанного в паспорте сосуда.

6.2 Разработка рекомендаций по возможности продления срока службы резервуара. Продления срока службы резервуара проводится на основании выводов сформулированных в пунктах 6.1.4.1; 6.1.4.2 и 6.1.4.3.

7 ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕЗЕРВУАРА

7.1 Восстановление резервуара производится на основании регламента, составленного при необходимости по результатам технического диагностирования.

7.2 Восстановительные работы выполняются путем профилактики, ремонта и замены узлов, деталей и материалов, входящих в состав изделия.

7.3 При проведении ремонта и профилактики резервуара и его элементов следует руководствоваться требованиями «Правил», ГОСТ 19663, и инструкцией по эксплуатации (паспортов), определяющих требования к их техническому состоянию.

7.4 Ремонт сосуда

7.4.1 При ремонте сосуда производится исправление выявленных в результате проведенного контроля недопустимых внутренних и наружных дефектов сварных соединений путем их полного удаления с последующей заваркой.

7.4.2 Границы дефектных участков сварных соединений, подлежащих исправлению, отмечаются краской или мелом. Дефекты и прилегающие к ним поверхности на расстоянии не менее 20 мм должны очищаться от следов масла, грязи, ржавчины и окалины путем зачистки до металлического блеска и обезжиривания растворителем (ацетоном, уайт-спиритом и т.п.) или прокалкой огневым методом, например, пламенем газовой горелки.

7.4.3 К сварке допускаются сварщики, имеющие удостоверение установленного образца на право производства сварочных работ, выданное квалификационной комиссией в соответствии с «Правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства», утвержденными Госгортехнадзором России, и опыт сварки углеродистых и легированных сталей во всех пространственных положениях, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности в соответствии с местными условиями выполнения сварочных работ на конкретном объекте.

7.4.4 Для питания сварочной дуги используются однопостовые источники питания постоянного тока с круто спадающими внешними характеристиками типа: ВС -600, ВДУ-500, ПСГ- 500 или многопостовые типа ПСМ – 1000, оборудованные балластными реостатами. Воздушно-дуговая резка угольным электродом производится специальными резаками по ГОСТ 10796. Для питания дуги могут применяться сварочные преобразовате-

ли, выпрямители, рассчитанные на номинальный ток 500 А и напряжение холостого хода 70-90 В.

7.4.5 Подготовка к ремонту, удаление и заварка дефектов, меры безопасности при выполнении работ, контроль и оценка качества ремонтных работ должны выполняться в соответствии с требованиями приложения В.

7.4.6 Контроль качества сварочных работ осуществляется в следующей последовательности:

а) проверка квалификации исполнителей;

б) контроль качества сварочных материалов;

в) проверка состояния сварочного оборудования и оснастки;

г) контроль разделки дефектных швов под сварку;

д) надзор за соблюдением технологии и правильности ведения работ;

е) контроль качества сварных швов.

7.5 Ремонт кожуха или защитного покрытия, а также восстановление теплоизоляционного слоя должно производится согласно рекомендациям контроля по п.п.5.3.4 и 5.9.

7.6 Пневматическое испытание кожуха

7.6.1 Кожух резервуара должен пройти пневматическое испытание независимо от того подвергался он ремонту или нет, согласно требованиям ГОСТ 19663. Пневмоиспытание кожуха производится подачей в изоляционное пространство избыточного давления 0,015 МПа, которое через 5-10 минут должно быть снижено до 0,01 МПа. Герметичность сварных швов и плотность прилежания люков кожуха проверяется обмыливанием

7.6.2 Для проведения пневмоиспытаний в верхнюю часть кожуха вваривают два штуцера с резьбой не менее М12. Один – для подвода сжатого воздуха, другой – для присоединения манометра с пределами измерений 0+0,1 МПа.

7.6.3 На линии подвода сжатого воздуха должен устанавливаться редуктор типа СД8-1Са. Предохранительная мембрана кожуха должна заменяться металлической пластинкой.

7.6.4 После проверки герметичности штуцера необходимо заглушить. Допускается применять другие способы, обеспечивающие надежный контроль герметичности кожуха.

7.7 После ремонта и пневмоиспытаний необходимо произвести окраску кожуха, нанести отличительные полосы и соответствующие надписи на нем в соответствии с требованиями ГОСТ 19663.

8 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

8.1 К работам внутри сосуда и на высоте допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие осмотр, специальное обучение, аттестацию, инструктаж по технике безопасности и усвоившие безопасные приемы работы.

8.2 При работах внутри сосуда все распоряжения о порядке их проведения должны даваться лицом, ответственным за работу. Внутри сосуда могут находиться одновременно не более двух человек при обязательном наблюдении за ними ответственного за работу лица, находящегося снаружи, чтобы в случае необходимости оказать помощь по выходу из сосуда.

8.3 Работающие внутри сосуда должны быть обеспечены спецодеждой – костюмом, каской, рукавицами, а при чистке внутренней поверхности – очками и респиратором, а также индивидуальными средствами защиты от шума (звукоизолирующими полу шлемами, наушниками и т.п.)

8.4 Снятие крышки люка-лаза и другие работы по подготовке и измерению толщины стенки и проверка состояния сварных швов могут производится только после освобождения сосуда от двуокиси углерода и снижения давления в нем до атмосферного. Кроме этого, сосуды должны быть отключены заглушками с явно видимыми хвостовиками от всех трубопроводов, соединяющих сосуды с источниками давления.

8.5 Сосуд необходимо отогреть, очистить от загрязнений, промыть и просушить в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Люки и все вентили должны быть открыты и обеспечена принудительная вентиляция с не менее чем 3-кратным обменом воздуха в час.

8.6 Работа внутри сосуда должна проводиться в шланговом противогазе. Работа без противогаза разрешается только после того, как содержание двуокиси углерода внутри сосуда будет ниже 0,5 % по объему. Определение содержания двуокиси углерода следует выполнять в соответствии с ГОСТ 8050 «Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия» или по ГОСТ 12.1.005 – шахтным интерферометром ШИ-II. Отбор проб газа производить через жидкостной трубопровод сосуда.

8.7 При проведении работ на высоте более 2 м сосуды должны быть оборудованы приспособлениями, обеспечивающими безопасность доступа ко всем элементам сосуда (лестницами и площадками-помостами с ограждением).

8.8 Электроприборы и устройства сосуда с питанием от электрической сети должны быть отключены.

8.9 При работе внутри сосуда должны применяться только безопасные светильники и приборы с источником питания напряжением не выше 12 В.

Все рабочие, служащие и инженерно – технические работники, участвующие в работах по подготовке и проведению измерений толщины стенок и проверке состояния сварных швов штуцеров должны пройти обучение технике безопасности труда в соответствии с ГОСТ 1.0.004 и отраслевыми положениями об организации обучения работающих безопасности труда на предприятиях.

8.10 Зачистка внутренней поверхности сосуда может производиться шлифмашинкой с пневмоприводом или электроприводом с напряжением не выше 12В. Применение ручных электрических и пневматических инструментов вращательного действия должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.0.010 и ГОСТ 12.2.013. Выполнять операцию зачистки следует на ватных ковриках (матах), защищающих рабочего от воздействия вибрации.

8.11 УЗД – дефектоскопия и толщинометрия должны производиться звеном из двух дефектоскопиетов, один из которых должен иметь квалификацию не ниже 2-го уровня в соответствии с действующими нормами и правилами.

8.12 Контроль цветным методом производится изнутри сосуда звеном из двух человек, один из которых находится снаружи контролируемого сосуда и поддерживает связь с работающим внутри сосуда чтобы обеспечить соблюдение требований и правил техники безопасности. Время непрерывного нахождения дефектоскописта внутри сосуда не должно превышать одного часа, после чего необходимо произвести его замену или сделать перерыв в работе.

8.13 При проведении работ по цветной дефектоскопии сварных швов должны выполняться требования безопасности в соответствии с ГОСТ 18442.

9 УСЛОВИЕ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ

9.1 Резервуару может быть продлен срок службы только в том случае, если он полностью укомплектован, соответствует проекту, не имеет недопустимых дефектов и строго соответствует требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», утвержденных Госгортехнадзором России, настоящих методических указаний, инструкцией по эксплуатации резервуара и входящих в него изделий (узлов).

9.2 Для всех типов резервуаров, транспортных и стационарных, при продлении срока службы разрешенное рабочее давление ($P_{раз. раб.}$) должно быть меньше на 0,2 МПа рабочего (расчетного) давления ($P_{раб.}$), если по результатам специальных исследований не будут разработаны другие рекомендации, т.е.

$$P_{раз. раб} = P_{раб.} - 0,2$$

Предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на установочное давление $P_{уст.}$ (давление срабатывания), равное разрешенному рабочему давлению, т.е.

$$P_{уст.} = P_{раз. раб} = (P_{раб.} - 0,2) \pm 0,2$$

Установки типа УДХ (РДХ) должны эксплуатироваться без холодильных агрегатов, если принятое разрешенное рабочее давление резервуаров не выдерживается при работе установок в режиме длительного хранения.

9.3 Замеренная толщина стенки должна соответствовать требованиям п.5.5.2.

9.4 Каждый резервуар должен быть оборудован:

а) транспортная цистерна – уровнемером типа УПМ, прошедшим поверку в соответствии с методическим указаниями МИ 1400 «Государственная система обеспечения единства измерений. Уровнемер типа УПМ поплавковый с магнитной связью. Методика поверки».

Стационарный резервуар – уровнемером типа УПМ или другим устройством, позволяющим определять количество жидкой двуокиси углерода, находящееся в резервуаре;

б) двумя пружинными полноподъемными предохранительными клапанами, изготовленными по чертежам КК 7644.000;

в) предохранительной (разрывной) мембраной, установленной на внутреннем сосуде.

9.5 Все стационарные резервуары должны быть оборудованы световой и звуковой сигнализацией максимального и минимального рабочего давления. Стационарные резервуары типа НЖУ, изготовленные по ГОСТ 19662, а также резервуары типа УДХ и РДХ и т.п. должны быть оборудованы световой и звуковой сигнализацией о достижении максимального уровня жидкой двуокиси углерода в сосуде.

10 СРОК ПРОДЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

10.1 Возможность и срок дальнейшей эксплуатации, дата очередного диагностирования, объем диагностических работ при следующем техническом диагностировании, а также регламентные работы в период до очередного технического диагностирования (при необходимости) определяется «Экспертным заключением». К «Экспертному заключению» обязательно прилагаются акты инструментального и визуального контроля, пневмоиспытаний кожуха и гидроиспытаний внутреннего сосуда, схемы и карты контроля.

10.2 В паспорт сосуда заносятся результаты экспертного заключения, в том числе: разрешенное максимальное рабочее давление, дата следующего диагностирования, регламентные работы выполняемые владельцем резервуара (при необходимости) по назначению экспертной организации.

Приложение А
(обязательное)

Форма экспертного заключения
(описание)

1. Титульный лист.

Должен содержать:

- название предприятия (шапка);
- утверждающая подпись руководителя предприятия, дата (левый верхний угол);
- наименование экспертного заключения: продление, тип резервуара, зав. и рег. номера, принадлежность, дислокация (по центру);
- должности и подписи лиц, подготовивших экспертное заключение(внизу);
- сведения о наличии у предприятия лицензий, выданных Федеральным округом Госгортехнадзора России, номера и содержание (мелким шрифтом в «подвале»).

2. Второй лист.

Должен содержать:

- ссылки на «Правила проведения промышленной экспертизы», настоящее РД, а также РД, ПБ, ГОСТ, ОСТ, ТУ, действующие в настоящее время и необходимые для проведения экспертизы (сверху);
- основание для проведения экспертизы: договор, лицензии ГГТН (ниже);
- перечень рассмотренной при проведении экспертизы документов (ниже);
- техническая характеристика: тип, марка резервуара, зав., рег. номера, изготовитель, год изготовления, год пуска в эксплуатацию, номинальный объем, рабочая среда, максимальное рабочее давление, минимальная температура стенки внутреннего сосуда, геометрические размеры внутреннего сосуда, марка стали, категория, ГОСТ, ТУ, общее число рабочих циклов (налив-опорожнение), суммарный пробег цистерны на момент обследования (ниже).

3. Третий лист.

Должен содержать:

сведения об объеме обследования: оценка состояния ведения технической документации, обследование общего технического состояния резервуара, обследование внутреннего сосуда (наверху);

результаты обследования – краткое заключение по каждому из упомянутых выше трех разделов (ниже);

итоговое заключение: возможность или запрещение на дальнейшую эксплуатацию, срок следующего освидетельствования, виды экспертных работ при следующем освидетельствовании (ниже);

указание эксплуатирующей организации о проведении специальных работ по обслуживанию и наблюдению за эксплуатацией резервуара в промежутке времени до следующего освидетельствования (при необходимости) (ниже).

перечень обязательных приложений: результаты обследования общего технического состояния резервуара (приложение № 1), акт пневмоиспытаний кожуха (приложение № 2), акт внутреннего осмотра сосуда резервуара (приложение № 3), акт проверки толщины стенок сосуда (приложение № 4), акт замера твердости металла корпуса и днищ (приложение № 5), акт УЗД сварных соединений (приложение № 6), акт цветной дефектоскопии сварных соединений (приложение № 7), проверочный расчет на прочность сосуда (приложение № 8), оценка ресурса внутреннего сосуда (приложение №9), акт гидроиспытаний (приложение № 10), копии лицензий (ниже).

подпись лица составившего заключение и подпись руководителя подразделения предприятия по компетенции, печать предприятия (внизу).

Приложение Б
Схема расположения мест, видов контроля и количества измерений

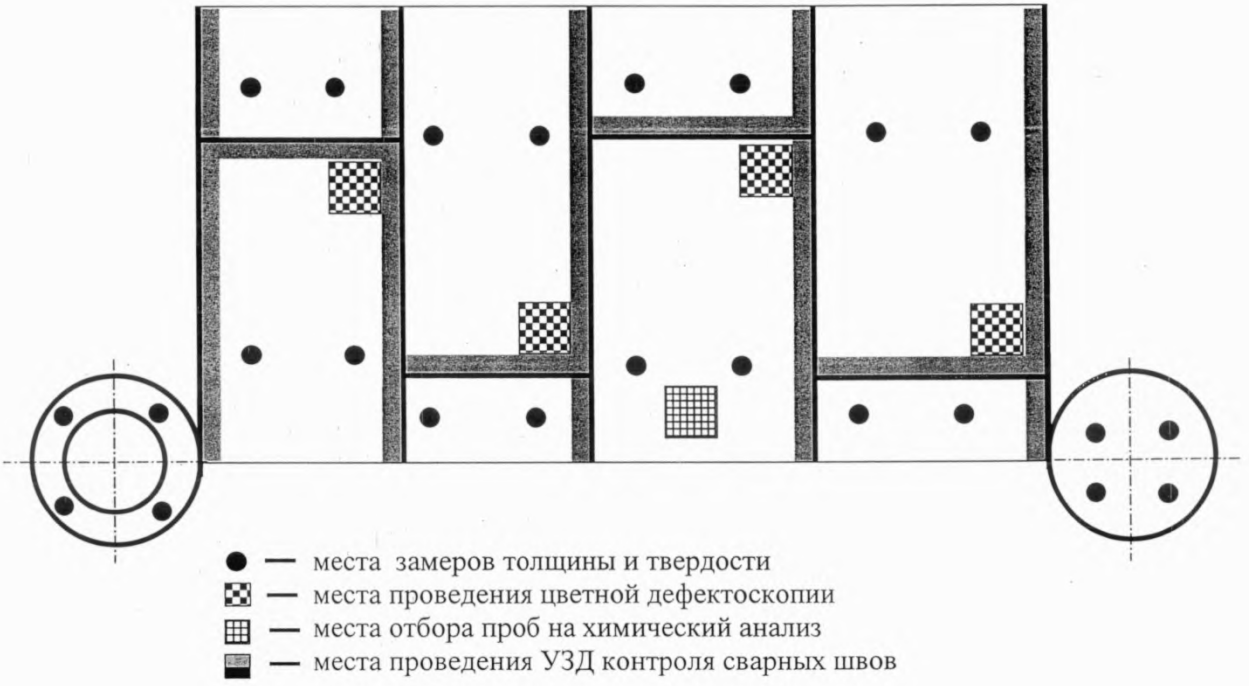
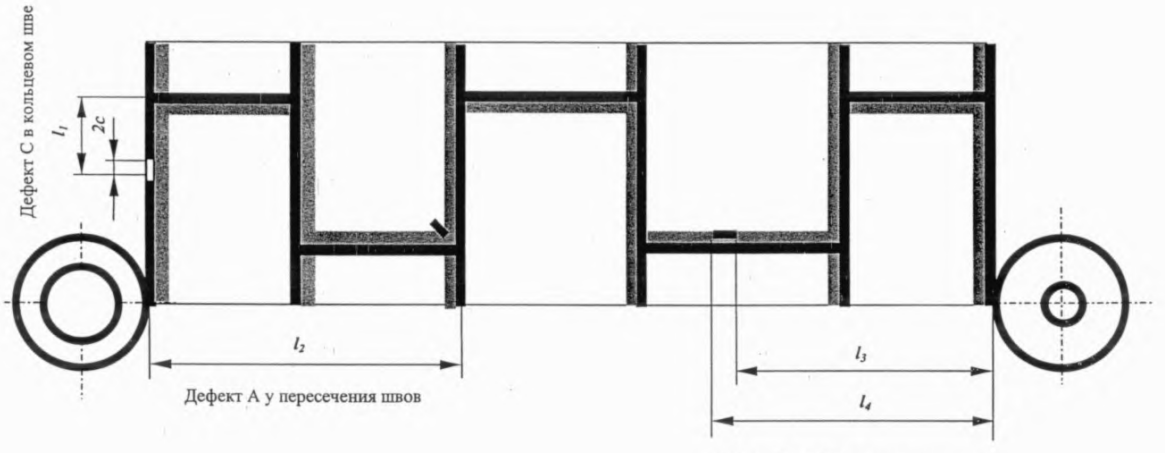
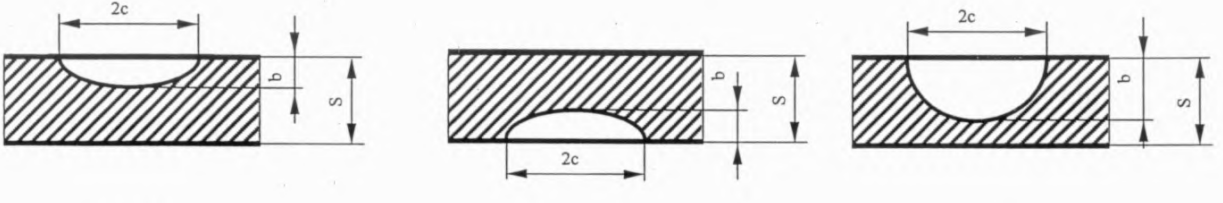


Рисунок Б.1 – Карта контроля резервуара

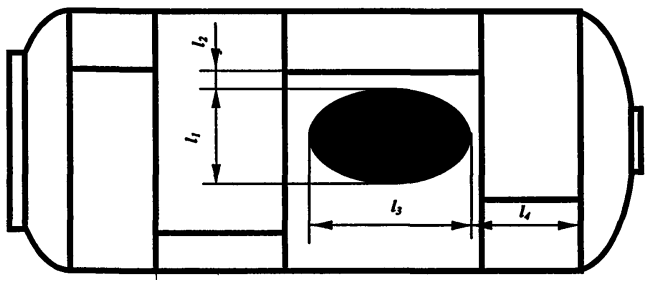


Форма дефектов



Дефект А Дефект В Дефект С

Рисунок Б. 2 - Схема расположения обнаруженных трещиноподобных дефектов



Утонение стенки сосуда

Сечение утоненного места

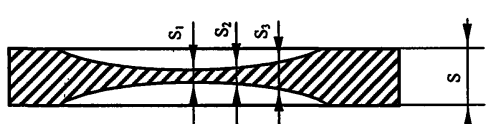


Рисунок Б. 3 - Схема сканирования обнаруженного утонения

Приложение В

ИНСТРУКЦИЯ

Ремонт и исправление дефектов сосудов изотермических резервуаров для жидкой двуокиси углерода

Настоящая инструкция распространяется на исправление дефектов сварных швов внутренних сосудов изотермических резервуаров, изготовленных из стали 09Г2С и предназначенных для хранения и транспортировки жидкой двуокиси углерода.

Инструкция предназначена для руководства при выполнении ремонтных работ с целью продления срока эксплуатации изотермических резервуаров.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Технические требования, предъявляемые к ремонтным работам изотермических резервуаров должны соответствовать требованиям рабочих чертежей на их изготовление и ОСТ 26-291.

1.2 Расположение, протяженность, количество и вид дефектов на ремонтируемых резервуарах должны быть отражены в актах осмотра резервуара и проверки сварных соединений ультразвуковой и цветной дефектоскопией.

2 КВАЛИФИКАЦИЯ СВАРЩИКОВ

2.1 К сварке допускаются сварщики, имеющие удостоверение установленного образца на право выполнения сварочных работ при изготовлении, монтаже и ремонте объектов котлонадзора, выданное квалификационной комиссией в соответствии с «Правилами аттестации сварщиков», утвержденными Госгортехнадзором РФ, и проинструктированные по технике безопасности в соответствии с местными условиями выполнения сварочных работ на конкретном объекте.

2.2 Сварочные работы должны выполняться сварщиками, имеющими опыт сварки углеродистых и легированных сталей во всех пространственных положениях.

3 СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

3.1 Заварка дефектных участков швов корпуса резервуара из стали марки 09Г2С выполняется электродами типа Э-50А по ГОСТ 9467 марок, ВП-4, ВП-6 или УОНИ 13/55 диаметром 3-4 мм.

3.2 Для выполнения воздушно-дуговой резки (строжки) применяются угольные электроды диаметром до 12 мм по ГОСТ 10720.

4 СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

4.1 Для питания сварочной дуги следует использовать источники питания постоянного тока с крутопадающими внешними характеристиками типа ВСС-300, ВДУ-304, ПСО-500 и т.п.

4.2 Воздушно-дуговая резка угольным электродом производится специальными резаками по ГОСТ 10796. Для питания дуги могут применяться сварочные преобразователи, выпрямители, генераторы, рассчитанные на номинальный ток 500 А и напряжение холостого хода 70-90В.

4.3 Сварочное оборудование должно быть в исправном состоянии и снабжено контрольно-измерительными приборами.

4.4 Колебание напряжения питающей сети, к которой подключено сварочное оборудование, допускается не более ± 5 % от номинального.

5 ИСПРАВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ СВАРНЫХ ШВОВ

5.1 Общие положения

5.1.1 Для удобства ведения ремонтных работ рекомендуется снять защитный кожух резервуара, а также удалить изоляционный материал (перлитовый песок). Допускается производить сварочные работы, не снимая кожуха.

5.1.2 Границы дефектных участков сварных соединений, подлежащих исправлению, следует отметить краской или мелом.

5.1.3 Удалению с последующей заваркой подлежат трещины, свищи и швы, выполненные неправильно выбранными электродами. Дефекты и прилегающие к ним поверхности на расстоянии не менее 20 мм не должны иметь следов масла, грязи, ржавчины и окалины. При наличии следов масла или других загрязнений кромки и прилегающие к ним поверхности в указанных пределах должны быть зачищены до металлического блеска и обезжирены растворителем (ацетоном, уайт-спиритом и т.п.).

5.1.4 Сварка в зависимости от температуры окружающего воздуха и толщины свариваемого металла может производится без предварительного подогрева или с подогревом.

Выполнение сварочных работ допускается при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20 °С. При сварке конструкций толщиной свыше 16 мм и температуре от 0 °С до минус 20 °С необходим подогрев свариваемых кромок до 150-200 °С. Режимы сварки приведены в таблице.

Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Сила сварочный ток, А при положение шва	
		нижнее	вертикальное, горизонтальное и потолочное
УОНИ 13/55, * ВП-4, ВП-6,	4	150-180	120-150
УОНИ 13/55, ВП-4, ВП-6	3	100-120	80-100
* Электроды ВП-4 и ВП-6 изготавливаются ПО «Уралхиммаш» г. Екатеринбург.			

5.2 Подрезы

5.2.1 Обнаруженные подрезы подлежат исправлению путем их заварки.

5.2.2 Перед заваркой подрезов следует произвести зачистку дефектного участка, включая прилегающие участки основного металла на ширине 20 мм от дефекта, металлической щеткой или наждачным кругом до чистого металла.

5.3 Трещины

5.3.1 Исправление сварных швов с трещинами производится путем удаления дефектного участка с последующей заваркой.

5.3.2 Удаление дефектных участков швов должно производиться механическим способом. Допускается применение воздушно-дуговой строжки с последующей механической зачисткой поверхности до полного удаления следов резки (строжки) на глубину 1,0-1.5 мм. Надежность удаления трещин проверяется цветной дефектоскопией. Форма и размеры выборки дефекта должны обеспечивать возможность полного провара исправляемого участка. Перед удалением трещин ее концы следует засверлить сверлом диаметром 3-4 мм.

5.4 Прочие наружные дефекты сварных швов (свищи, поры, незаваренные кратеры и др.), а также недопустимые внутренние дефекты подлежат исправлению путем их полного удаления с последующей заваркой электродами соответствующей марки согласно пп.3.1, 3.2.

5.5 Исправленные сварные швы контролировать в соответствии с требованиями раздела 6.

5.6 В том случае, если при контроле качества исправленного участка в нем вновь будут обнаружены дефекты, превышающие допустимые, необходимо провести их повторное исправление.

5.7 Исправление дефектов, обнаруженных в основном металле, должно производиться аналогично работам со сварными швами.

6 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СВАРНЫХ ШВОВ

6.1 Контроль качества сварочных работ осуществляется в следующей последовательности:

1) проверка квалификации исполнителей;
2) контроль качества сварочных материалов;
3) проверка состояния сварочного оборудования и оснастки;
4) контроль за подготовкой и разделкой дефектных швов под сварку;
5) надзор за соблюдением технологии и правильности ведения работ;
6) контроль качества сварных швов.

6.2 Электроды, поступающие для сварки, должны подвергаться испытанию на технологичность в соответствии с ГОСТ 9466.

6.3 Контроль качества сварных швов производится следующими методами:

1) визуальным контролем и измерениями;
2) ультразвуковой дефектоскопией;
3) цветной дефектоскопией (выборочно);
4) замером твердости металла шва;
5) гидравлическим испытанием.

6.4 Визуальный контроль сварных соединений и измерение сварных швов производится с двух сторон в доступных местах по всей протяженности швов.

6.5 Визуальному контролю подвергаются сварные швы, предварительно зачищенные от шлака, окалины и брызг металла.

В ремонтных сварных швах не допускаются следующие наружные дефекты:

а) трещины всех видов и направлений;

б) свищи и пористость наружной поверхности шва;

в) подрезы и резкие переходы от основного металла к металлу шва;

г) наплывы, прожоги и незаплавленные кратеры.

6.6 Ультразвуковой дефектоскопии подвергаются стыковые сварные швы, выполненные при ремонте, в объеме 100 % длины швов.

6.7 Ультразвуковой контроль, а также оценку качества сварных соединений следует производить в соответствии с ОСТ 26-2044.

6.8 Цветная дефектоскопия производится по указанию технадзора выборочно в отдельных местах. Сварные швы соединений патрубков с корпусом сосуда подвергаются 100 %-му контролю методом цветной дефектоскопии. Подготовку и проведение цветной дефектоскопии, а также оценку качества контролируемой поверхности следует производить в соответствии с инструкцией И 26-7.

6.9 Гидроиспытания следует проводить в соответствии с ТУ на изделие, ОСТ 26-291, ГОСТ 19663 и Правилами Госгортехнадзора.

6.10 Исправление дефектов сварных швов, выявленных в процессе контроля указанными в п.6.3 методами, производится путем удаления дефекта механическим способом до «здорового» металла, либо воздушно-дуговой резкой (строжкой) с последующей зачисткой поверхности строжки от грата и наплывов наждачным кругом на глубину 1,0-1.5 мм, заваркой вновь в соответствии с разделом 5 и визуальным контролем и УЗД в объеме 100 %. Исправление дефектов следует производить до гидроиспытания резервуара.

6.11 Контроль качества ремонта дефектов, обнаруженных в основном металле, должен производиться аналогично работам со сварными швами.

7 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 Производство сварочных работ должно осуществляться в соответствии с «Правилами техники безопасности и производственной санитарии при электросварочных работах», утвержденными постановлением ЦК профсоюза рабочих машиностроения от 8 января 1960 года и изменениями от 15 февраля 1963 года, согласованными с Главной государственной санитарной инспекцией СССР.

7.2 Сварочные работы в замкнутых емкостях должны выполняться по специальному разрешению администрации предприятия в соответствии с документацией, утвержденной Госгортехнадзором России.

7.3 При сварке внутри емкости следует устанавливать вытяжную вентиляцию. Рекомендуется применять переносные портативные местные отсосы, а также подачу воздуха непосредственно под щиток сварщика. При отсутствии местных отсосов электросварщики должны применять средства индивидуальной защиты органов дыхания.

7.4 Сварочные работы внутри емкости должны производиться сварщиком под контролем наблюдающего, имеющего квалификационную группу II по технике безопасности, который должен находиться снаружи свариваемой емкости. Электросварщик, работающий внутри емкости, должен иметь предохранительный пояс, снабженный заплечными ремнями и канатом, конец которого должен находится у наблюдающего.

7.5 При выполнении сварочных работ внутри резервуара разрешается пользоваться переносными лампами или стационарными светильниками при напряжении не более 12 В.

7.6 Сварщик должен обеспечиваться спецодеждой, надежно защищающей от искр и брызг расплавленного металла, механических воздействий, влаги, вредных излучений.

7.7 При сварочных работах внутри емкости электросварщик, кроме спецодежды, должен обеспечиваться диэлектрическими перчатками, галошами и ковриками.

7.8 Для защиты головы электросварщика от механических травм и поражения электрическим током должны выдаваться защитные каски из токонепроводящих материалов.

7.9 Для защиты лица и глаз используются щитки по ГОСТ 12.4.035 со светофильтром по ГОСТ 12.4.080, покровным стеклом по ГОСТ 111.

Приложение Г
Определение прочностных свойств по результатам измерения твердости

Расчетные формулы для определения механических свойств по данным измерений твердости.

$HB = 1{,}35\ H_d^{0{,}89}$ - твердость по Бринелю, кгс/мм^2

$\sigma_{0,2} = 0{,}185 H_d$ - предел текучести, кгс/мм^2

$\sigma_B = 0{,}37\ H_d (1 - 10^{-3} H_d)$ - временное сопротивление, кгс/мм^2

Номограммы для определения основных механических свойств по данным измерений твердости представлены на рисунках Д.1-Д.3.

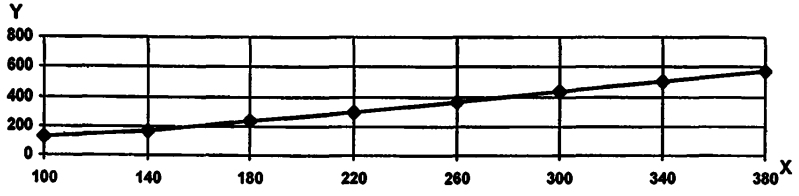


Рисунок Д.1-Зависимость нового числа твердости Hd, кгс/мм^2(осьY) от числа твердости по Бринелю HB, кгс/мм^2 (ось X)

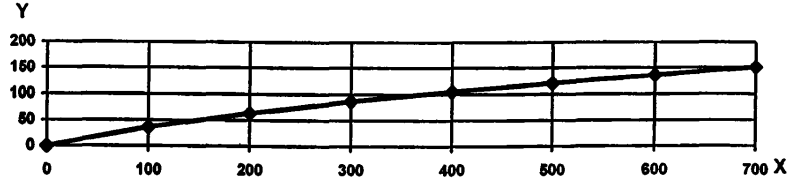


Рисунок Д.2 – Зависимость предела прочности, $\sigma_в$, кгс/мм^2 (осьY) от нового числа твердости Hd, кгс/мм^2 (ось X)

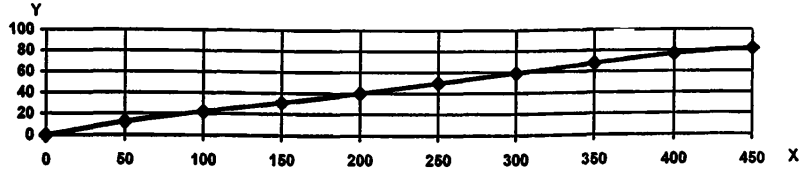


Рисунок Д.3 - Зависимость предела текучести, $\sigma_{0,2}$, кгс/мм^2 (осьY) от нового числа твердости Hd, кгс/мм^2 (ось X)

УДК Г47

Ключевые слова: резервуар изотермический, жидкая двуокись углерода, внутренний сосуд, кожух, теплоизоляция, предохранительный клапан, предохранительная мембрана, диагностика, срок службы, ресурс, продление

gost.e-ecolog.ru