Документы Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору



Серия 03

Документы межотраслевого применения
по вопросам промышленной безопасности
и охраны недр

Выпуск 4

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ И АГРЕССИВНЫХ ПРОДУКТОВ

Сборник документов

gost.e-ecolog.ru

009

Документы Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору

Серия 03

Документы межотраслевого применения
по вопросам промышленной безопасности
и охраны недр

Выпуск 4

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ И АГРЕССИВНЫХ ПРОДУКТОВ

Сборник документов

2-е издание, исправленное

Москва

ООО «НТЦ «Промышленная безопасность»

2009

ББК 30.604.5
Н83

Ответственные составители-разработчики:
**Е.А. Иванов, А.А. Шаталов, Х.М. Ханухов,
Г.М. Селезнев, С.А. Жулина**

Н83 **Нормативные документы по техническому обследованию резервуаров для хранения взрывопожароопасных и агрессивных продуктов: Сборник документов. Серия 03. Выпуск 4** / Колл. авт. — 2-е изд., испр. — М.: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-технический центр «Промышленная безопасность», 2009. — 236 с.

ISBN 978-5-9687-0275-3.

Инструкции вводятся в целях установления для всех экспертных и эксплуатирующих организаций единых требований по проведению экспертизы промышленной безопасности: шаровых резервуаров и газгольдеров для хранения сжиженных газов под давлением (РД 03-380–00 — разработчики: НПК Изотермик, ЦНИИПСК им. Мельникова, Уралхиммаш. Авт. колл.: А.А. Шаталов, Ю.А. Дадонов, В.С. Котельников, Х.М. Ханухов, С.В. Зимина, Е.Ю. Дорофеев, И.В. Гулевский, А.А. Дубов, А.Е. Воронецкий, В.М. Горицкий, Н.Е. Демыгин, И.Д. Грудев, Л.И. Осокин, А.И. Засыпкин, А.Ф. Гуйда); изотермических резервуаров сжиженных газов (РД 03-410–01 — разработчики: НПК Изотермик, ЦНИИПСК им. Мельникова, Северодонецкий Оргхим, НИАП, ГИАП, ГИАП-Дистцентр, ПИИ «Фундаментпроект», Теплопроект. Авт. колл.: А.А. Шаталов, Ю.Д. Комолов, Х.М. Ханухов, А.Е. Воронецкий, Е.Ю. Дорофеев, В.М. Горицкий, Б.М. Гусев, Б.П. Сергеев, В.В. Левченко, В.А. Блохин, В.М. Лебедев, А.А. Дубов, В.Н. Марченко, Н.И. Азаров, Ю.З. Массарский, Б.М. Шойхет, А.В. Горностаев); железобетонных резервуаров для нефти и нефтепродуктов (РД 03-420–01 — разработчики НПК Изотермик. Авт. колл.: Н.Д. Богатов, В.Т. Гладких, Х.М. Ханухов, А.Е. Воронецкий, Е.А. Гузеев, Е.Ю. Дорофеев).

ББК 30.604.5

ISBN 978-5-9687-0275-3



© Оформление. Общество с ограниченной ответственностью «Научно-технический центр «Промышленная безопасность», 2009

СОДЕРЖАНИЕ

Инструкция по обследованию шаровых резервуаров и газгольдеров для хранения сжиженных газов под давлением (РД 03-380–00) 4
Инструкция по проведению комплексного технического освидетельствования изотермических резервуаров сжиженных газов (РД 03-410–01) 77
Инструкция по техническому обследованию железобетонных резервуаров для нефти и нефтепродуктов (РД 03-420–01) 181

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Утверждена
постановлением Госгортехнадзора
России от 20.09.00 № 51.
Введена в действие с 01.01.02 г.
постановлением Госгортехнадзора
России от 05.12.01 № 59

ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ ШАРОВЫХ РЕЗЕРВУАРОВ И ГАЗГОЛЬДЕРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

РД 03-380–00

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Требования настоящей Инструкции распространяются на проведение комплексного технического обследования наземных стальных сварных шаровых резервуаров и газгольдеров объемом от 25 до 2000 м^3 и более для хранения легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), сжиженных газов (СУГ, СПГ), сжатых газов, агрессивных продуктов (кислот) и игристых вин под давлением от 0,25 до 1,8 МПа при климатическом и изотермическом температурном режиме.

1.2. Настоящая Инструкция содержит основные требования, объем и методы выполнения организационных и технических мероприятий, необходимых для проведения комплексного технического обследования шаровых резервуаров и газгольдеров (далее — шаровые резервуары).

1.3. Настоящая Инструкция не распространяется на обследование технологических трубопроводов, наземных комплексов технологических сооружений, производственных и административных сооружений.

1.4. Основной целью комплексного технического обследования является определение возможности дальнейшей безопасной эксплуатации, сроков и полноты последующих обследований, необходимости ремонта или исключения из эксплуатации шарового резервуара при заданных технологических параметрах.

1.5. Комплексное техническое обследование включает:

периодический контроль технического состояния шарового резервуара;

полное техническое обследование шарового резервуара.

1.6. Комплексному техническому обследованию подлежат следующие элементы шарового резервуара:

оболочка сферического корпуса, верхнее и нижнее сферические днища;

сварные швы приварки лепестков оболочки друг к другу, а также к верхнему и нижнему сферическим днищам;

продольные сварные швы сопряжения верхнего и нижнего сферических днищ;

места пересечений сварных швов;

узлы приварки горловин люков к верхнему и нижнему сферическим днищам;

места приварки штуцеров, опор и других элементов;

конструкции опор;

технологическое оборудование (газоуравнительная система, дыхательные, предохранительные клапаны, задвижки, арматура трубопроводов, система заземления и молниезащиты и др.);

вспомогательные металлические конструкции (лестницы, площадки обслуживания, переходы и т.д.).

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШАРОВЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

2.1. Шаровые резервуары (ТУ 26-01-150–80 [1]) предназначены:

объемом 600 и 2000 м^3 — для хранения легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), сжиженных газов (СУГ, СПГ), сжатых газов и агрессивных продуктов (кислот) при избыточном давлении от 0,25 до 1,8 МПа при климатическом и изотермическом температурном режиме;

объемом от 25 до 2000 м^3 и более — для хранения сжатых и сжиженных газов при избыточном давлении до 16 МПа и температуре окружающего воздуха;

объемом от 50 до 600 м^3 — для производства игристых вин при избыточном давлении до 0,6 МПа и температуре 60–65 °С внутри резервуара.

2.2. Шаровые резервуары имеют одинаковое конструктивное решение:

шаровая оболочка, опирающаяся на вертикальные трубчатые стойки;

шахтная или кольцевая наружная лестница для подъема;

наружные площадки обслуживания;

внутренняя смотровая стационарная подвижная лестница (только в резервуарах объемом 600 и 2000 м^3).

2.3. Шаровые оболочки изготовляются:

методом холодной вальцовки — для резервуаров объемом 600 и 2000 м^3 с толщиной оболочки 16–30 мм;

методом горячей штамповки — для резервуаров объемом от 25 до 2000 м^3 и более с толщиной оболочки до 120 мм;

методом рулонирования из плоских лепестков — для резервуаров объемом от 25 до 600 м^3 с толщиной оболочки 4–6 мм.

2.4. Для изготовления шаровых оболочек применяются марки сталей, рекомендуемые ПБ 10-115–96 [6] и ТУ 26-01-150–80 [1], с хорошей свариваемостью и высокими пластическими свойствами.

2.5. В большинстве случаев для изготовления шаровых оболо-

чек применяется сталь марки 09Г2С по ГОСТ 5520–79* [2] 12–15-й категории, где категории определяются абсолютно минимальной температурой окружающего воздуха от –40 до — 65 °С.

2.6. Для отдельных продуктов хранения, вызывающих сероводородное растрескивание металла, применяется сталь марки 20ЮЧ по ТУ 14-1-4853–82 [3] (только для районов с абсолютно минимальной температурой окружающего воздуха до –40 °С).

2.7. Для агрессивных сред используется нержавеющая сталь 12Х18Н10Т по ГОСТ 7350–77* [4] и др. или двухслойная сталь по ГОСТ 10885–85* [5], где основной металл — сталь марки 09Г2С по ГОСТ 5520–79* [2] и плакирующий слой из нержавеющей стали марки 10Х17Н13М3Т по ГОСТ 7350–77* [4].

2.8. Шаровые оболочки методом холодной вальцовки выпускаются с 1964 года заводом Уралхиммаш, имеющим соответствующее оборудование (ТУ 26-01-150–80 [1]). На Ижорском заводе и Атоммаше шаровые оболочки изготовляются методом горячей штамповки.

2.9. Всего с 1964 года изготовлено и смонтировано около 2000 шаровых резервуаров, срок службы которых в соответствии с ТУ 26-01-150–80 [1] составляет 12 лет.

2.10. Технические характеристики некоторых шаровых резервуаров, сооружаемых в РФ, представлены в табл. 1.

2.11. Шаровые резервуары, толщина оболочки которых более 30 мм, независимо от метода их изготовления должны пройти объемную термообработку в проектном положении [1].

2.12. Температура хранимого продукта зависит от вида технологического процесса, в котором эксплуатируется шаровой резервуар.

2.13. Количество шаровых резервуаров в установках определяется технологическими требованиями предприятий-владельцев и составляет от 1, 2, 4 до парков из 30–40 штук.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Таблица 1

Объем, м³		Диаметр, м	Наименование продукта хранения	Расчетное избыточное давление, МПа	Толщина оболочки, мм	Масса оболочки, т	Материал ГОСТ, ТУ	Количество стоек, шт.
номинальный	геометрический							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
600	606	10,5	ЛВЖ	0,25	16,0	46,0	09Г2С-12-15, ГОСТ 5520–79*	6–8
			Сжиженные газы (бутан, бутадиен, изобутилен)	0,6	16,0	46,0	То же	6–8
			Жидкий аммиак	0,6	16,0	46,0	»	6–8
			Сжатые газы (азот, воздух, инертные)	0,8	16,0	46,0	»	6–8
			То же	1,0	20,0	57,5	»	6–8
			Легкие углеводороды сжиженные	1,2	24,0	69,0	»	6–8
			Сжиженный пропан	1,8		96,0	»	6–8
			Сжиженный гелий	1,8	34,0	96,0	»	6–8

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
600	606	10,5	Агрессивные продукты (варочная кислота, соляная, сернистый ангидрид)	0,6		63,0	09Г2С10Х17Н13М3Т двухслойная, ГОСТ10885–85*	8
2000	2145	16,0	ЛВЖ	0,25	16,0	104	09Г2С-12-15, ГОСТ 5520–79*	12
			Сжиженные газы (бутан, бутадиен, изобутилен)	0,6	20,0	134	То же	12
			Жидкий аммиак	0,6	20,0	134	»	12
			Сжатые газы (инертные, воздух)	1,2 0,7	36,0 22,0	241 144	»	12 12
			Вакуумные резервуары		22,0	144	»	12

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ШАРОВЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

3.1. Организация и проведение работ по периодическому контролю технического состояния производятся эксплуатационным персоналом организации — владельца шаровых резервуаров.

3.2. Очередность и полнота периодического контроля технического состояния определяется настоящей Инструкцией в соответствии с положениями раздела 4.

3.3. Полное техническое обследование шаровых резервуаров выполняется экспертными организациями, которые располагают необходимыми средствами технического диагностирования, нормативно-технической документацией, имеют обученных специалистов и лицензию органов Госгортехнадзора России[1].

3.4. Полное техническое обследование производится по индивидуально разрабатываемой программе обследования на каждый резервуар (приложение 11) в соответствии с положениями раздела 5 настоящей Инструкции. Индивидуальные программы обследования резервуаров разрабатываются экспертной организацией, выполняющей обследование, и согласовываются с руководством территориального органа Госгортехнадзора России.

3.5. Проведение диагностических работ при полном техническом обследовании разрешается после прохождения инструктажа по технике безопасности на рабочем месте и при наличии наряда-допуска на проведение указанных работ.

3.6. Первое полное техническое обследование шарового резервуара после ввода в эксплуатацию проводится через 12 лет.

3.7. Сроки последующих полных технических обследований устанавливаются экспертной организацией, проводившей последнее

[1] Указами Президента Российской Федерации от 09.03.04 № 314 и от 20.05.04 № 649 функции Федерального горного и промышленного надзора России (Госгортехнадзора России) переданы Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзору). (*Примеч. изд.*)

обследование, в соответствии с табл. 4 раздела 9 настоящей Инструкции и в экстренном порядке после обнаружения серьезных дефектов и повреждений, выявленных при периодическом контроле технического состояния шаровых резервуаров (пп. 4.4, 4.5).

3.8. Очередность и объем работ полного технического обследования шаровых резервуаров определяются настоящей Инструкцией с учетом их технического состояния, длительности эксплуатации, вида хранимого продукта.

Первоочередному полному техническому обследованию должны подвергаться шаровые резервуары:

выработавшие установленный проектом или предприятием-изготовителем ресурс эксплуатации;

не имеющие установленного ресурса и находящиеся в эксплуатации 12 лет и более;

не имеющие установленного ресурса и за время работы накопившие 1000 циклов нагружения и более (под циклом нагружения подразумевается колебание уровня заполнения шарового резервуара более 30 %);

временно находившиеся под воздействием параметров, превышающих расчетные (например, при пожаре или аварии);

по мнению предприятия-владельца требует оценки остаточного ресурса.

Кроме того, рекомендуется проведение полного технического обследования при страховании и для определения экономической целесообразности ремонта или реконструкции шарового резервуара.

3.9. Организация проведения работ по полному техническому обследованию выполняется силами предпрятия — владельца шарового резервуара и включает подготовку хранилища (раздел 5.2) и передачу исполнителю работ комплекта технической документации:

сдаточную документацию на изготовление и монтаж шарового резервуара;

эксплуатационную документацию.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

3.10. Сдаточная монтажная документация должна содержать:
рабочие и деталировочные чертежи проекта шарового резервуара;
заводские сертификаты на поставленные стальные конструкции;
документы о согласовании отступлений от чертежей при изготовлении и монтаже металлоконструкций;
документы, удостоверяющие качество материалов, сталей, электродов и т.д., применяемых при монтаже и вошедших в состав сооружения;
данные о результатах геодезических измерений;
акты проверки герметичности шарового резервуара;
акты гидравлических испытаний шарового резервуара;
акты на скрытые работы;
документы о контроле качества сварных соединений;
акты приемки смонтированного технологического оборудования;
схема и акт испытания заземления шарового резервуара;
акт на сдачу шарового резервуара в эксплуатацию.
3.11. Эксплуатационная документация должна содержать:
паспорт шарового резервуара;
журнал текущего обслуживания;
технологический журнал;
журнал эксплуатации молниезащиты, защиты от проявления статического электричества;
журнал регистрации нивелирных отметок;
журнал ремонтных работ;
журнал аналитического контроля;
план ликвидации аварийных ситуаций;
предписания надзорных органов.
3.12. В случае отсутствия паспорта владелец должен восстановить его в соответствии с Инструкцией И5-94 [46].
3.13. В отдельных случаях, при положительных результатах наружного и внутреннего осмотра в процессе полного технического обследования одного из группы шаровых резервуаров (шаровые резервуары однотипной конструкции, с одинаковым способом из-

готовления и продуктом хранения, сроком и режимом эксплуатации), полное техническое обследование остальных шаровых резервуаров этой группы допускается проводить без внутреннего осмотра, без освобождения от продукта хранения и без выведения их из эксплуатации (в соответствии с п. 5.1.3) по решению экспертной организации с согласованием органов Госгортехнадзора России.

4. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШАРОВЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

4.1. Периодический контроль технического состояния шаровых резервуаров включает следующее:

а) контроль герметичности фланцевых, резьбовых, сальниковых, разъемных соединений арматуры, трубопроводов;

б) контроль наличия пломб на приборах КИПиА, предохранительных и дыхательных клапанах;

в) ведение технологического журнала с записью показаний уровня, давления и температуры продукта;

г) контроль средств сигнализации, осмотр и поддержку работоспособности газоанализаторов;

д) контроль исправности насосно-компрессорного оборудования;

е) контроль заземляющих устройств и молниезащиты. Осмотр и измерение электрических сопротивлений заземляющих устройств для защиты от статического электричества;

ж) контроль взрывозащищенного электрооборудования и сетей;

з) наружный и внутренний осмотр ответственным по надзору на предприятии-владельце;

и) наружный и внутренний осмотр экспертной организацией;

к) гидравлическое испытание пробным давлением.

Мероприятия, указанные в пунктах «а»—«ж», проводятся эксплуатационным персоналом предприятия-владельца в соответствии с заводскими инструкциями в режиме эксплуатации шаро-

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

вого резервуара для соблюдения технологических параметров, своевременного обнаружения неисправностей оборудования в целях упреждения аварийных ситуаций.

Мероприятия, указанные в пунктах «з»—«к», проводятся в соответствии с требованиями ПБ 10-115–96 [6].

4.2. При периодическом контроле технического состояния проверка осадки шарового резервуара нивелировкой основания опор в точках, указанных в журнале регистрации нивелирных отметок, производится один раз в 5 лет;

4.3. Результаты проведенных работ при периодическом контроле технического состояния фиксируются в журнале осмотра шарового резервуара.

4.4. В случае отсутствия возможности выяснения причин неисправности и выхода из строя технологического оборудования или отклонения технологических параметров от нормы без остановки шарового резервуара приглашается специализированная организация для проведения полного технического обследования.

4.5. Для проведения полного технического обследования шарового резервуара необходимо привлекать экспертную организацию в обязательном порядке, если при периодическом контроле технического состояния выявлены следующие дефекты и повреждения:

нарушение герметичности шарового резервуара;

неравномерная осадка шарового резервуара;

превышение допустимого объема заполнения емкости и установленного в нем давления.

Во всех вышеперечисленных случаях необходимо вывести шаровой резервуар из эксплуатации и подготовить его в соответствии с разделом 5.2 для полного технического обследования.

5. ПОЛНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ШАРОВЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

5.1. Общие положения

5.1.1. Полное техническое обследование шарового резервуара проводится в целях оценки его технического состояния по совокупности диагностируемых параметров для выработки рекомендаций об условиях его дальнейшей безопасной эксплуатации с вероятным остаточным ресурсом, о сроках и уровнях последующих обследований либо о необходимости проведения ремонта или исключения его из эксплуатации.

5.1.2. Полное техническое обследование шарового резервуара проводится в такой последовательности (минимальный перечень работ):

остановка и подготовка шарового резервуара;

анализ комплекта технической и эксплуатационной документации;

наружный и внутренний осмотр шарового резервуара;

геодезические измерения опорных стоек шарового резервуара;

неразрушающие методы контроля качества: акустико-эмиссионный (АЭ) контроль целостности оболочки шарового резервуара, ультразвуковая дефектоскопия или радиографический метод, цветная дефектоскопия или магнитопорошковый метод;

ультразвуковая толщинометрия оболочки шарового резервуара;

определение физико-механических характеристик и химического состава материала оболочки (разрушающим или неразрушающим методом контроля);

испытания шарового резервуара на прочность и герметичность;

оценка технического состояния шарового резервуара;

оценка остаточного ресурса безопасной эксплуатации шарового резервуара.

5.1.3. При выявлении по результатам АЭ-контроля зон с повышенной активностью АЭ-источников необходимо проводить не-

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

разрушающий метод контроля этих участков (ультразвуковым или радиографическим методом). При положительном результате АЭ-контроля объем работ по проведению неразрушающего контроля допускается сократить в соответствии с п. 5.6.1.2.

5.1.4. Кроме минимального объема работ, перечисленного в п. 5.1.2, по решению экспертной организации возможно проведение дополнительных работ по полному техническому обследованию шарового резервуара:

неразрушающие методы контроля оболочки [вакуумный (пузырьковый), вихретоковый метод, метод керосиновой пробы, метод магнитной памяти металла];

металлографические и электронно-фрактографические исследования структурного и коррозионного состояния основного металла и материала сварных швов, отобранных изнутри оболочки неразрушающим методом контроля (согласно п. 5.6.2.15 и п. 5.7.1).

5.1.5. При проведении полного технического обследования шарового резервуара без выведения его из эксплуатации (согласно п. 3.13) проводятся следующие виды работ:

анализ комплекта технической и эксплуатационной документации;

наружный осмотр шарового резервуара;

геодезические измерения опорных стоек шарового резервуара;

АЭ-контроль целостности оболочки шарового резервуара при гидравлических или пневматических испытаниях [7];

ультразвуковая толщинометрия наружной оболочки шарового резервуара;

определение физико-механических характеристик и химического состава материала оболочки (дюрометрический метод оценки прочности, определение фактических механических характеристик и химического состава, в том числе неразрушающий метод контроля на микропробах, отобранных снаружи оболочки);

металлографические и электронно-фрактографические исследования структурного и коррозионного состояния основного металла и материала сварных швов, отобранных снаружи оболочки;

оценка технического состояния шарового резервуара;

оценка остаточного ресурса безопасной эксплуатации шарового резервуара.

При выявлении по результатам проведения АЭ-контроля целостности оболочки зон с повышенной активностью АЭ-источников необходимо вывести резервуар из эксплуатации и провести полное техническое обследование в соответствии с п. 5.1.2.

5.2. Остановка и подготовка шаровых резервуаров к обследованию

5.2.1. Для проведения полного технического обследования шаровой резервуар должен быть остановлен, отглушен, освобожден от продукта и подготовлен к безопасному ведению работ в соответствии с требованиями ПБ 10-115–96 [6].

5.2.2. Остановка шарового резервуара перед подготовкой к полному техническому обследованию производится на основании письменного распоряжения руководства предприятия-владельца.

5.2.3. Освобождение шарового резервуара от продукта производится согласно «Программе по освобождению», разрабатываемой предприятием-владельцем.

5.2.4. Подготовка шарового резервуара к полному техническому обследованию производится силами предприятия-владельца и осуществляется в такой последовательности:

освобождение шарового резервуара от продукта;

установка заглушек;

удаление остатков продукта;

зачистка внутренней поверхности шарового резервуара;

монтаж освещения;

подготовка сварных швов и основного металла для проведения неразрушающих методов контроля качества и металлографических исследований.

5.2.5. Очистка внутренней поверхности шарового резервуара от продуктов, накопившихся в процессе эксплуатации (продукты коррозии, твердые отложения в виде пыли, грязи), осуществляет-

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

ся после положительных результатов анализов воздушной среды (не превышающих ПДК для данного продукта), взятых не менее чем в двух точках внутри емкости.

5.3. Анализ комплекта технической и эксплуатационной документации

5.3.1. При анализе технической и эксплуатационной документации устанавливается ее комплектность (пп. 3.9–3.12) и собираются следующие сведения:

срок эксплуатации шарового резервуара;

данные по изготовлению и монтажу шарового резервуара (отступления от проекта в процессе сооружения, дефекты при монтаже);

данные о периодичности осмотра технологического оборудования, о проведенных ранее частичных наружных и полных технических обследованиях с заключениями о техническом состоянии и рекомендациями по дальнейшей эксплуатации или ремонту;

данные о проведенных ремонтах с указанием характера и объема произведенных работ;

виды и результаты испытаний шарового резервуара;

наличие изменений в технологической схеме, не согласованных с проектными организациями;

соблюдение технологического режима (запись показаний приборов, соответствие и отклонения от регламентных норм);

данные о циклах и степени нагружения шарового резервуара;

нештатные предаварийные и аварийные ситуации, их количество, действия обслуживающего персонала;

наличие и ход выполнения мероприятий по повышению безопасной эксплуатации шарового резервуара;

план ликвидации аварийных ситуаций (наличие плана и разработанных заводских инструкций);

предписания надзорных органов.

5.4. Наружный и внутренний осмотр конструкций шаровых резервуаров

5.4.1. При наружном осмотре необходимо выявить видимые поверхностные дефекты, появившиеся и развившиеся в процессе эксплуатации на наружной поверхности. При этом необходимо обратить внимание на:

следы пропусков продукта и потения на основном металле и сварных швах;

наличие трещин, отслоений, видимых нарушений геометрической формы, следов коррозии;

состояние опорных стоек.

5.4.2. Внутренний осмотр шарового резервуара производится в условиях достаточной освещенности с применением, в случае необходимости, луп с увеличением до 7 раз и бинокля с увеличением до 10 раз.

5.4.3. Целью внутреннего осмотра является выявление дефектов на внутренней поверхности шарового резервуара.

5.4.4. При внутреннем визуальном осмотре обязательной проверке подлежат:

состояние основного металла оболочки;

местные деформации, вмятины и выпучины;

состояние сварных соединений конструкций шаровых резервуаров в соответствии с требованиями проектов, СНиП, стандартов на соответствующие виды сварки и типы сварных швов.

5.4.5. Тщательному осмотру внутренней поверхности подлежат зоны концентрации напряжений (места приварки подкладных листов опор к оболочке, места приварки лепестков оболочки к нижнему и верхнему сферическим днищам), а также те участки, где вероятнее всего происходит максимальный износ (застойные зоны, места скопления влаги и коррозионных продуктов, места раздела фаз «газ — жидкость», места изменения направления потоков, зоны входных и выходных штуцеров).

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

5.4.6. На осматриваемой поверхности основного металла, предварительно очищенной от грязи и отложений продукта, выявляется наличие коррозионных повреждений, царапин, задиров, трещин, прожогов, оплавлений, вырывов, расслоений, неметаллических включений, закатов и других дефектов. Все выявленные дефекты подлежат измерению по глубине залегания, протяженности и в масштабе наносятся на эскизы.

5.4.7. Коррозионные повреждения подлежат разграничению по их виду на:

равномерную коррозию (когда сплошная коррозия охватывает всю поверхность металла);

местную (при охвате отдельных участков поверхности);

язвенную, точечную, питтинговую и пятнистую в виде отдельных точечных и пятнистых язвенных поражений, в том числе сквозных.

5.4.8. Глубину раковин, образовавшихся от коррозии, измеряют штангенциркулем, специальным приспособлением с индикатором часового типа или щупом.

5.4.9. По результатам осмотра отмечают участки коррозионных повреждений поверхности, на которых затем проводят измерения толщин ультразвуковым толщиномером.

5.4.10. Визуальному осмотру подлежат все сварные соединения оболочки шарового резервуара и прилегающие к ним зоны основного металла на расстоянии не менее 20 мм, которые перед осмотром должны быть очищены от краски, грязи и остатков продукта.

5.4.11. Визуальный осмотр сварных швов, измерения шаблонами их геометрических размеров проводятся в условиях достаточной освещенности в целях выявления следующих наружных дефектов:

несоответствия размеров швов требованиям проекта, СНиП и стандартов;

трещин всех видов и направлений;

наплывов, подрезов, прожогов, незаваренных кратеров, непроваров, пористости и других технологических дефектов;

отсутствия плавных переходов от одного сечения к другому;

несоответствия общих геометрических размеров сварного узла требованиям проекта.

5.4.12. В случае необходимости для повышения надежности при проведении наружного и внутреннего осмотра оборудования производится зачистка отдельных участков его поверхности абразивным инструментом с последующим травлением и использованием капиллярных или других методов дефектоскопии.

5.4.13. Относительная овальность шарового резервуара вычисляется по формуле

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

где D_{max} — максимальный внутренний диаметр, мм;

D_{min} — минимальный внутренний диаметр, мм.

Максимальный и минимальный внутренние диаметры замеряются в двух взаимно перпендикулярных плоскостях среднего экваториального сечения [6].

5.4.14. Результаты визуального внутреннего и наружного осмотра шарового резервуара оформляются протоколом (приложение 5).

5.5. Геодезические измерения опорных стоек шаровых резервуаров

5.5.1. Геодезические измерения проводятся в целях выявления величины неравномерной осадки и отклонений опорных стоек шарового резервуара от вертикали, а также соответствия величин отклонений требованиям действующей нормативно-технической документации.

5.5.2. Измерения отклонений от вертикали проводятся на уровне верха опорных стоек с помощью отвеса путем прямых измерений либо при помощи теодолита или другим способом.

5.5.3. Величина неравномерной осадки определяется путем нивелирования опорных плит стоек по периметру шарового резервуара с применением оптических или гидравлических нивелиров и вычисления превышений между ними.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

5.5.4. Для оценки осадки шаровых резервуаров за длительный период эксплуатации необходимо установить постоянные точки нивелирования и проводить привязку отметок точек нивелирования к постоянному реперу.

5.5.5. Геодезические измерения рекомендуется проводить, определяя наибольшие величины отклонений дважды: на заполненном и пустом резервуаре. Результаты измерений заносятся в протокол (приложение 10).

5.6. Неразрушающие методы контроля качества

5.6.1. Общие положения

5.6.1.1. Решение о необходимости использования разрушающего метода, а также того или иного неразрушающего метода контроля целостности оболочки шарового резервуара принимается экспертной организацией, проводящей полное техническое обследование.

5.6.1.2. При положительном результате проведения АЭ-контроля целостности оболочки допускается неразрушающий метод контроля, кроме ультразвуковой толщинометрии, не производить.

5.6.1.3. Объем проведения неразрушающих методов контроля целостности оболочки шарового резервуара по наружной и внутренней поверхности при невозможности проведения АЭ-контроля по тем или иным причинам определяется по результатам визуального осмотра. При этом обязательными неразрушающими методами контроля являются: ультразвуковая дефектоскопия или радиографический метод, цветная или магнитопорошковая дефектоскопия, ультразвуковая толщинометрия.

5.6.1.4. Метод магнитной памяти металла, вакуумный (пузырьковый) метод, вихретоковый метод и метод керосиновой пробы являются дополнительными и рекомендательными неразрушающими методами контроля целостности оболочки шарового резервуара.

5.6.2. АЭ-контроль

5.6.2.1. АЭ-контроль целостности оболочки проводится в соответствии с РД 03-131–97 [7] и применяется во время испытаний оболочки на прочность в целях выявления дефектов (коррозионных и усталостных трещин, зон пластической деформации), развивающихся во время нагружения. Допускается использование АЭ-контроля при испытаниях на герметичность в целях обнаружения и локализации сквозных дефектов и мест утечки.

5.6.2.2. В тех случаях, когда испытания на прочность проводятся путем нагружения шарового резервуара избыточным внутренним давлением с использованием сжатого газа, АЭ-контроль проводится в обязательном порядке. При этом АЭ-методом должны контролироваться все потенциально опасные с точки зрения возможного развития дефектов зоны оболочки шарового резервуара. При проведении гидроиспытаний оболочки АЭ-контроль дополняет результаты обследования оболочки другими методами. По результатам АЭ-контроля в зонах, где обнаружена повышенная активность АЭ, могут назначаться дополнительные работы по контролю оболочки другими методами.

5.6.2.3. Целью проведения АЭ-контроля является:

повышение безопасности испытаний на прочность при проведении пневмоиспытаний или использовании хранимого продукта для создания избыточного давления в оболочке путем подачи сигнала для остановки нагружения и снижения давления до безопасного уровня при обнаружении дефектов, соответствующих IV классу (катастрофически активный АЭ-источник), или утечек через сквозные дефекты;

обнаружение и определение местоположения наиболее опасных развивающихся дефектов, трещин, зон пластической деформации, коррозионных повреждений;

обнаружение утечек через сквозные дефекты, фланцы, неплотные соединения.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

5.6.2.4. АЭ-контроль проводится на шаровых резервуарах, находившихся в эксплуатации не менее одного года после проведения испытаний на прочность.

5.6.2.5. Для проведения АЭ-контроля шаровых резервуаров объемом 25 $м^3$ и более необходимо использовать многоканальную аппаратуру. Необходимое число каналов аппаратуры АЭ определяется площадью контролируемых зон и размерами зоны, контролируемой одним преобразователем (или группой преобразователей при использовании многоканальных локационных режимов аппаратуры). В обязательном порядке должны контролироваться зоны сопряжения верхнего и нижнего сферических днищ шарового резервуара с лепестками оболочки, включая зоны ПРП (приемно-раздаточных патрубков), зоны сопряжения опорных стоек с оболочкой и другие потенциально опасные зоны, выявленные при визуальном осмотре шарового резервуара. Размеры зоны, контролируемой одним преобразователем АЭ, определяют с помощью имитатора Су-Нильсена. Акустический сигнал от излома графитового стержня имитатора на границе контролируемой зоны должен регистрироваться при выбранном коэффициенте усиления и пороге дискриминации канала. При использовании многоканальных локационных систем акустический сигнал от излома графитового стержня имитатора должен быть обнаружен и локализован в пределах контролируемой зоны. Рабочая частота преобразователей АЭ и каналов аппаратуры должна лежать в пределах от 100 до 500 кГц. Общее усиление каналов аппаратуры (предусилитель и конечный усилитель) должно быть не менее 80 дБ.

5.6.2.6. Конструкция, исполнение и техническое состояние преобразователей АЭ, предусилителей, кабельных соединений и конечных усилителей должны обеспечивать достаточную защиту от электромагнитных наводок и помех, поступающих из сети. Персональный компьютер или компьютерный блок, входящий в состав АЭ-системы, должен обеспечивать оперативный контроль в процессе нагружения общей АЭ-активности по всем каналам и

активности в каждой контролируемой зоне (при использовании зонной локации) или вывод локационных графиков (при использовании многоканальных локационных режимов). Данные АЭ должны регистрироваться в процессе испытаний в виде файлов данных для последующего воспроизведения, обработки и анализа.

5.6.2.7. Испытания шаровых резервуаров на прочность с использованием АЭ-контроля проводятся в сухую безветренную погоду при отсутствии атмосферных осадков и температуре окружающего воздуха в пределах рабочих температур электронного блока, находящегося на открытом воздухе. Рабочий диапазон температур оболочки должен соответствовать температуре акустических преобразователей во время испытаний.

5.6.2.8. Подготовка шарового резервуара к испытаниям с использованием АЭ-контроля включает:

проведение работ по заполнению резервуара продуктом или рабочим веществом, герметизацию всех люков и разъемных соединений;

проверку герметичности люков, фланцевых соединений, арматуры;

опрессовку всех подводящих трубопроводов до давления, превышающего максимальное давление при испытаниях на прочность;

зачистку мест установки преобразователей АЭ до шероховатости поверхности Rz = 40, установку преобразователей на поверхности оболочки шарового резервуара;

подключение аппаратуры АЭ, проверку работоспособности каналов, проведение необходимых предварительных замеров (координаты расположения преобразователей АЭ, уровень шумов по каждому каналу при отсутствии нагружения избыточным давлением, скорости распространения акустических сигналов в оболочке);

проверку приборов для измерения и регистрации давления внутри шарового резервуара;

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

подготовку рабочего места испытания;

проверку системы оперативной связи оператора АЭ-системы с персоналом, осуществляющим управление нагружением шарового резервуара.

5.6.2.9. До начала испытаний оболочки на прочность проводятся предварительные нагружения шарового резервуара избыточным давлением в пределах не выше 25 % от максимального давления при испытаниях на прочность с целью оценки уровня акустических шумов и электромагнитных помех по каждому каналу аппаратуры АЭ в процессе нагружения шарового резервуара. Все выявленные источники шумов должны быть устранены, а уровень шумов снижен до приемлемого уровня. На этом этапе может понадобиться несколько нагружений шарового резервуара.

5.6.2.10. Испытания шарового резервуара на прочность проводятся путем ступенчатого подъема избыточного давления. Рекомендуется, до превышения рабочего давления, остановки нагружения делать через каждые 25 % рабочего давления, а после превышения рабочего давления — через каждые 10 % рабочего давления. Максимальное давление при испытаниях на прочность определяется в соответствии с действующей нормативно-технической документацией, но в любом случае должно составлять не менее 110 % разрешенного рабочего давления. Рекомендуемое время выдержки на каждой ступени 10 мин. Во время нагружения все работы на шаровом резервуаре и подводящих трубопроводах должны быть прекращены, чтобы не создавать дополнительных акустических шумов. В процессе нагружения шарового резервуара контролируют общую активность АЭ по всем каналам, активность АЭ по каждому каналу, активность АЭ в отдельных зонах, а также производят запись параметров АЭ в файл данных для последующего анализа.

5.6.2.11. Нагружение немедленно останавливается при обнаружении:

резкого роста активности в процессе нагружения или выдерж-

ки под нагрузкой по любому каналу или в любой контролируемой зоне;

сохранения активности АЭ на высоком уровне по любому каналу или в любой контролируемой зоне во время выдержки под нагрузкой;

АЭ-источника, который может быть классифицирован как источник IV класса.

После остановки нагружения необходимо снизить давление до уровня, соответствующего прекращению акустической активности источника, или до нуля, после чего произвести осмотр зоны с повышенной активностью или ее контроль другими методами.

5.6.2.12. В случае если при первом испытании получены данные, которые требуют уточнения, проводится повторное нагружение шарового резервуара после разгрузки до величины давления 50–75 % рабочего. Порядок повышения давления при повторном нагружении такой же, как и при первом нагружении. Отсутствие акустической активности при повторном нагружении свидетельствует об отсутствии особо опасных (катастрофически активных) АЭ-источников в контролируемых зонах.

5.6.2.13. После завершения испытаний на прочность производятся обработка и анализ данных АЭ. В результате анализа должны быть получены:

графики нагружения шарового резервуара в ходе испытаний;

графики активности АЭ, совместимые с графиками нагружения для всех контролируемых зон;

локационные графики при использовании многоканальных локационных режимов;

графики других параметров АЭ (суммарный счет, энергия, распределение амплитуд и т.п.), если это необходимо для интерпретации полученных данных. Перечисленные графики вместе с другими данными о контролируемом шаровом резервуаре и условиях проведения испытаний прилагаются к протоколу АЭ-контроля шарового резервуара (приложение 2).

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

5.6.2.14. В протокол включают также сведения о всех нестандартных ситуациях, имевших место в ходе испытаний: выход из строя испытательного оборудования или отдельных каналов аппаратуры АЭ, появление источников посторонних шумов, изменение погодных условий и т.п.

5.6.2.15. По результатам анализа готовится заключение, которое содержит выводы по результатам АЭ-контроля шарового резервуара:

наличие, месторасположение и классификацию выявленных источников АЭ по каждой контролируемой зоне;

рекомендации по дополнительному использованию неразрушающих методов контроля (согласно п. 5.6.4.1) и отбору проб для металлографических и электронно-фрактографических исследований (согласно п. 5.7) в зонах выявленных АЭ-источников;

заключение о возможности дальнейшей эксплуатации шарового резервуара по результатам АЭ-контроля.

5.6.2.16. Во время проведения испытаний на прочность весь персонал, участвующий в проведении АЭ-контроля, должен соблюдать все правила безопасности, действующие на данном предприятии, включая правила техники безопасности, электробезопасности и пожарной безопасности.

5.6.2.17. Применяемая при проведении АЭ-контроля аппаратура должна быть аттестована и проходить метрологическую поверку в установленном порядке.

5.6.2.18. АЭ-контроль должна проводить бригада, состоящая не менее чем из двух специалистов, из них по крайней мере один специалист должен иметь II или III уровень квалификации.

5.6.3. Неразрушающие методы контроля основного металла и металла сварных соединений оболочки

5.6.3.1. Контроль основного металла и металла сварных швов неразрушающими методами контроля производится по результатам проведения АЭ-контроля шарового резервуара в местах с по-

вышенной активностью выявленных источников АЭ в целях определения фактического местоположения дефектов, возникших в процессе монтажа и эксплуатации шарового резервуара.

5.6.3.2. К недопустимым дефектам основного металла и металла сварных швов относятся трещины всех видов, расслоения, непровары, прожоги, перерывы в швах, незаваренные кратеры, крупная чешуйчатость, резкие переходы от наплавленного металла к основному, чрезмерное усиление шва, неполномерность шва.

5.6.3.3. Критическое снижение прочности оболочки шарового резервуара, а также образование трещин в сварных швах могут быть обусловлены следующими факторами:

дефектами сварочно-монтажных работ;

охрупчиванием металла при низких температурах;

агрессивным воздействием хранимых продуктов;

чрезмерной концентрацией напряжений вследствие дефектов формы и размеров конструкции резервуара;

нарушениями правил эксплуатации.

5.6.3.4. К допустимым дефектам сварных соединений относятся:

отдельные шлаковые включения, поры или их скопления размером в диаметре не более 10 % толщины свариваемого металла, но не более 3 мм;

отдельные расслоения площадью не более 100 мм^2, не выходящие на сварные швы;

шлаковые включения или поры, расположенные цепочкой вдоль шва при суммарной их длине, не превышающей 200 мм на 1 м шва;

скопление газовых пор и шлаковых включений на отдельных участках шва в количестве не более 5 на 1 см^2 площади шва при диаметре одного дефекта не более 1,5 мм.

5.6.3.5. Обязательными (основными) методами при необходимости проведения неразрушающего контроля сварных швов и основного металла (пп. 5.1.2, 5.1.3) являются:

ультразвуковая дефектоскопия (УЗД);

радиографический метод;

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

цветная дефектоскопия;

магнитопорошковая дефектоскопия.

5.6.3.6. Цветная дефектоскопия проводится в соответствии с ГОСТ 18442–88 [9], ОСТ 26-5–88 [10] и позволяет обнаружить поверхностные дефекты, главным образом трещины, в различных сварных соединениях.

5.6.3.7. Ширина зоны контроля для проведения цветной дефектоскопии должна быть не менее 50 мм в каждую сторону от оси сварного шва.

5.6.3.8. Осмотр контролируемой поверхности после нанесения проявителя должен осуществляться дважды: через 5 мин после высыхания проявителя (предварительный контроль) и через 20 мин после высыхания проявителя (окончательный контроль) с применением лупы 10-кратного увеличения.

5.6.3.9. Для контроля сварных швов рекомендуется применять комплекты типа ЦАН, позволяющие выявить дефекты с шириной раскрытия до 1 мкм. Результаты контроля оформляются протоколом (приложение 6).

5.6.3.10. УЗД проводится в соответствии с ГОСТ 14782–86 [11], ОСТ 26-2044-10–83 [12] и обеспечивает выявление внутренних и поверхностных дефектов в сварных швах и околошовной зоне основного металла. При УЗД определяются условная протяженность, глубина и координаты расположения дефекта.

5.6.3.11. Перед началом УЗД сварных соединений изготовляются эталоны сварных соединений для настройки дефектоскопа и пьезоэлектрических преобразователей. Результаты УЗД заносятся в протокол (приложение 7).

Примечание. В случае применения одновременно цветной дефектоскопии и УЗД, предусмотренных настоящей Инструкцией, цветная дефектоскопия должна выполняться перед проведением УЗД. Обратный порядок контроля не допускается.

5.6.3.12. Радиографический метод контроля выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 7512–82 [13] и ОСТ 26-1103–84 [14], является одним из самых достоверных и позволяет выявить микроскопические дефекты в виде трещин, непроваров, газовых и шлаковых включений с размерами не менее 0,5 мм. Результаты контроля оформляются протоколом (приложение 8).

5.6.3.13. Магнитопорошковый метод контроля выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 21105–87 [15], позволяя выявить мельчайшие дефекты и трещины с шириной раскрытия 0,001 мм, глубиной 0,01 мм и более.

5.6.3.14. Контроль сварных швов магнитопорошковой дефектоскопией должен выполняться по ширине 100 мм по обе стороны шва. Результаты контроля оформляются протоколом (приложение 9).

5.6.3.15. Для контроля основного металла и металла сварных швов в случае необходимости (обнаружение недопустимых дефектов, ремонт внутренней емкости, вырезка образцов металла и др.) предусматривается применение дополнительных методов неразрушающего контроля:

вихретоковый метод (выполняется в соответствии с ГОСТ 24289–80 [16]);

вакуумный (пузырьковый) метод (выполняется в соответствии с ГОСТ 3242–79 [17]);

метод керосиновой пробы (выполняется в соответствии с ГОСТ 11128–65 [18]).

5.6.3.16. Сварные швы и участки основного металла, подлежащие обязательному неразрушающему контролю, в случае невозможности проведения АЭ-контроля шарового резервуара по тем или иным причинам, указаны в табл. 2.

5.6.3.17. Все дефекты, превышающие допустимые размеры, наносятся на схему сварных соединений сферического верхнего, нижнего днищ и лепестков оболочки шарового резервуара, после чего специализированной экспертной организацией принимает-

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

ся решение о работоспособности поврежденных участков основного металла или сварного шва и необходимости их ремонта.

5.6.3.18. Для выполнения работ, связанных с применением неразрушающих методов контроля, предусмотренных настоящей Инструкцией при проведении полного технического обследования шарового резервуара, допускаются дефектоскописты, прошедшие теоретическое и практическое обучение и имеющие удостоверение с квалификацией не ниже II уровня.

Таблица 2

№ п/п	Наименование зоны контроля	Объем контроля
1	Участки основного металла внутренней поверхности в местах приварки горловин люков и патрубков	Ширина не менее 100 мм
2	Участки основного металла внутренней и наружной поверхности в местах приварки к оболочке накладных пластин опорных стоек	На 100 мм от накладных пластин в каждом направлении
3	Кольцевые сварные швы между сферическим верхним и нижним днищами с лепестками оболочки	100 %
4	Сварные швы между элементами сферического верхнего и нижнего днищ	100 %
5	Сварные швы приварки горловин люков и патрубков к оболочке	100 %
6	Сварные швы и зоны внутренней и наружной поверхности в местах с дефектами	Места с дефектами
7	Сварные швы и зоны внутренней и наружной поверхности в местах проведенных ремонтов	Места проведенных ремонтов

5.6.4. Метод магнитной памяти металла (ММП контроль)

5.6.4.1. ММП контроль, основанный на измерении поля остаточной намагниченности (H_p), является рекомендательным неразрушающим методом контроля целостности оболочки шарового резервуара, проводится в соответствии с Методикой экспресс-диагностики сосудов и аппаратов с использованием магнитной памяти металла [9] и применяется для оценки напряженно-деформированного состояния шаровых резервуаров с учетом неоднородности структуры металла. При ММП контроле используется эффект магнитной памяти металла к зонам действия максимальных рабочих нагрузок. ММП контроль не требует специальной подготовки поверхности металла и проводится в процессе эксплуатации хранилища.

5.6.4.2. ММП контролю подлежат все сварные швы, участки днища, расположенные посредине между относительно жесткими узлами, а также участки, расположенные посредине между зонами приварки опор к оболочке.

5.6.4.3. ММП контроль осуществляют два оператора. Один оператор выполняет сканирование датчиками, другой оператор следит на экране прибора за изменениями измеряемого параметра. В отдельных случаях допускается ММП контроль осуществлять одним оператором.

5.6.4.4. Зоны ММП контроля основного металла и сварных соединений разбиваются на несколько участков. Рекомендуемая длина каждого участка 4–5 м. Длина участка может быть увеличена для ускорения контроля, но при этом дискретность записи (расстояние между фиксируемыми точками контроля) увеличивается. Разбиение зон ММП контроля на несколько участков делается для выполнения записи измерений в блок памяти прибора. Условное обозначение (кодирование) участков производится на клавиатуре прибора в виде нескольких цифр. При этом рекомендуется первой цифрой (или двумя первыми цифрами) обозначать порядковый номер зоны ММП контроля. Например, код 112 означает номер зоны ММП контроля 11, участок 2.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

5.6.4.5. При обнаружении скачкообразного изменения знака и величины Нр на поверхности контролируемого участка мелом или краской делается отметка. Затем производится запись результатов контроля в блок памяти прибора.

5.6.4.6. Направление сканирования должно быть одинаковым для всех контролируемых зон ММП контроля. Начало и направление сканирования, а также условная разбивка зон ММП контроля на участки обозначаются на формуляре хранилища в целях дальнейшей обработки результатов контроля. По результатам контроля каждой намеченной зоны ММП контроля выявляются зоны максимальной концентрации напряжений, которые характеризуются максимальным градиентом величины $|\Delta H_p|$ по длине контролируемого участка $L_к$.

5.6.4.7. Компьютерная система обработки данных в сочетании с двухканальным датчиком автоматически определяет значение измеряемого градиента магнитного поля $|\Delta H_p|/\Delta L_к$ и фиксирует на экране его графическое изображение.

5.6.4.8. После выполнения контроля всех участков основного металла и сварных швов рекомендуется произвести контроль в зонах концентрации напряжений на предмет выявления в них возможных дефектов методом УЗД. Наиболее опасным для развития повреждения сварного шва является совпадение зон концентрации напряжений от технологии сварки (непровары, шлаковые включения, смещение кромок и т.д.) с концентрацией в этом месте рабочих нагрузок.

5.6.4.9. По результатам контроля методом магнитной памяти на формуляре хранилища строятся эпюры распределения величины H_p по всем проконтролированным участкам, указываются зоны потери устойчивости шарового резервуара и зоны максимальной концентрации напряжений. Далее производится анализ напряженно-деформированного состояния хранилища.

5.6.5. Ультразвуковая толщинометрия металлоконструкций шаровых резервуаров

5.6.5.1. Ультразвуковая толщинометрия производится для выявления возможного уменьшения толщины элементов оболочки шарового резервуара в целях определения скорости коррозионного или коррозионно-эрозионного износа.

5.6.5.2. Ультразвуковая толщинометрия элементов оболочки шарового резервуара проводится в соответствии с ГОСТ 28702–90 [19] с помощью ультразвуковых толщиномеров отечественного и зарубежного производства, позволяющих измерять толщину в интервале 0,6–1000 мм с точностью до 0,1 мм при температуре окружающего воздуха от –10 до +40 °С и отвечающих требованиям ГОСТ 28702–90 [19].

5.6.5.3. Объем работ по измерениям толщин устанавливается на основании визуального контроля внутренней поверхности и в зависимости от длительности эксплуатации. Для оценки толщины металла оболочки шаровых резервуаров за длительный период эксплуатации необходимо установить постоянные точки измерений, обозначив их несмываемой краской.

5.6.5.4. Количество точек измерения в общем случае должно быть следующее:

не менее четырех на каждом лепестке оболочки (причем по одной из них на расстоянии не более 100 мм от сварного шва между лепестком, сферическим верхним и нижним днищами);

не менее двух на каждой части сферического верхнего и нижнего днища (одна на расстоянии не менее 100 мм от сварного шва между днищем и лепестком, другая на расстоянии не менее 50 мм от сварного шва между частями днища);

не менее двух на впускном и выпускном патрубке;

в местах, наиболее пораженных коррозией, — по усмотрению специализированной организации.

5.6.5.5. Поверхность металла оболочки в точках измерений должна быть зачищена до шероховатости Rz = 40 по ГОСТ 2789–73 [20], диаметр контактного пятна не менее 30 мм.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

5.6.5.6. Результаты ультразвуковой толщинометрии оформляются в виде протокола с приложением схемы расположения точек измерений на развертке оболочки шарового резервуара (приложения 3, 4).

5.7. Металлографические и электронно-фрактографические исследования структурного и коррозионного состояния основного металла и материала сварных швов оболочки

5.7.1. Металлографические и электронно-фрактографические исследования проводятся в случае визуального обнаружения трещиноподобных поверхностных дефектов, щелевой и точечной коррозии, возникших в процессе эксплуатации, а также для шаровых резервуаров, для которых периодичность обследования по табл. 4 раздела 9 установлена менее 8 лет.

Кроме того, металлографические исследования проводят в случае определения механических свойств стали без использования стандартных образцов.

5.7.2. Металлографические исследования проводятся с целью оценки структуры металла и степени ее изменения, а также при установлении степени ее коррозионных и коррозионно-механических повреждений под воздействием эксплуатационных факторов.

5.7.3. Для проведения металлографических исследований могут быть использованы как разрушающие, так и неразрушающие методы.

5.7.4. Проведение металлографических исследований неразрушающим методом осуществляется методом «реплик».

5.7.5. При использовании разрушающего метода используют шлифы, изготовленные из вырезанной массивной заготовки или из микропроб размером (1,2–1,5)×(5–10)×(15–25) мм с наибольшим сечением рабочей части не менее 3 мм^2. Места микропроб подвергаются механической зачистке до устранения концентраторов напряжений. Необходимость проведения восстановительного ремонта в месте отбора микропробы устанавливается специализированной организацией, проводящей обследование.

5.7.6. Исследования структуры стали с применением методов количественной металлографии проводятся в соответствии с ГОСТ 5639–82 [21] и ГОСТ 5640–68 [22].

5.7.7. Электронно-фрактографические исследования проводятся в целях определения степени охрупчивания (повреждения) металла различных зон сварного соединения и установления причин его трещинообразования.

5.7.8. Изломы для электронно-фрактографического анализа получают при испытаниях стандартных ударных образцов (ГОСТ 9454–78 [23]) при отрицательных температурах, обеспечивающих наличие на поверхности разрушения «хрупкого квадрата», или при разрушении микропроб, предварительно охлажденных в жидком азоте для получения хрупкого излома. В обоих случаях следует предусмотреть меры по предотвращению коррозионных повреждений при отогреве и сушке изломов.

5.7.9. Выбор оборудования для проведения электронно-фрактографического анализа и определения доли межзеренной составляющей $F_м$, указывающей на повреждение границ зерен, осуществляется в соответствии с методическими указаниями МР 5-81 [24].

5.7.10. Степень межзеренного охрупчивания металла, вызванного ослаблением границ зерен из-за наводороживания, сульфидного и хлоридного растрескивания и иных неблагоприятных процессов, определяется по величине прироста доли межзеренного разрушения $\Delta F_м$ в хрупком изломе по сравнению с хрупким изломом исходного материала.

5.7.11. Порядок определения степени межзеренного охрупчивания металла оболочки приведен в пп. 5.8.3.4 и 5.8.3.5.

5.8. Определение механических свойств и отбор проб материала

5.8.1. Определение химического состава материала оболочки

5.8.1.1. При обнаружении аварийных дефектных мест оболочки шарового резервуара, а также после пожара, стихийных бед-

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

ствий и длительных простоев по решению специализированной организации проводится комплексная оценка физико-механических свойств металла различных зон сварных соединений.

5.8.1.2. Определение химического состава стали проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 22536.0–87—ГОСТ 22536.12–88, ГОСТ 22536.14–88 [25] титриметрическим, спектральным или другими методами, обеспечивающими необходимую точность химического анализа.

5.8.1.3. Химический анализ стали проводят после зачистки поверхности металла (пробы) до металлического блеска, исключающей искажение результатов анализа состава металла.

5.8.1.4. При интерпретации результатов химического анализа допускаемые отклонения содержания легирующих элементов в готовом прокате учитывают согласно техническим требованиям к низкоуглеродистым и низколегированным сталям (ГОСТ 27772–88 [26], ГОСТ 380–94 [27], ГОСТ 19281–89 [28] и др.).

5.8.1.5. При комплексной оценке физико-механических свойств основного металла и металла различных зон сварных соединений производится вырезка массивной заготовки в виде круга диаметром 300 мм, содержащей сварной шов.

5.8.1.6. Вырезку металла необходимо проводить из наиболее нагруженных мест, удобных для последующего ремонта.

5.8.1.7. На вырезанную заготовку наносится маркировка (номер резервуара и лепестка), направление прокатки, расположение и характер (вертикальный, заводской, монтажный) шва, указывается внутренняя и внешняя поверхность.

5.8.1.8. Для определения степени повреждения металла под воздействием эксплуатационных факторов и оценки механических свойств металла допускается проводить отбор микропроб размером в соответствии с п. 5.7.5.

5.8.1.9. Микропробы отбираются с внутренней части шарового резервуара механическим (скол, спил, срез), электроэрозионным или иным способом, обеспечивающим получение микропробы требуемых размеров без деформации металла.

5.8.1.10. При выполнении п. 5.8.1.9 рекомендуется отбор микропроб проводить на трех уровнях: в жидкой фазе, газовой фазе и в зоне переменного смачивания. На каждом уровне микропробы отбираются от основного металла и металла шва и (или) околошовной зоны вертикального шва.

5.8.1.11. Количество проб и места их отбора устанавливаются специализированной организацией в зависимости от степени повреждения шарового резервуара, выявленной при проведении обследования.

5.8.1.12. Места отбора микропроб подвергаются механической зачистке до устранения концентраторов напряжений.

5.8.1.13. При вырезке массивной заготовки определяют механические свойства при растяжении (предел текучести, временное сопротивление, относительное удлинение) и ударную вязкость, а также проводят металлографический анализ в целях выявления повреждения (деградации) структуры и наличия микротрещин. При обследовании шаровых резервуаров, испытывающих в процессе эксплуатации малоцикловое нагружение, проводят испытания на малоцикловую усталость по ГОСТ 25859–83 [29].

5.8.1.14. Количество образцов и температуры испытаний устанавливаются специализированной организацией, проводящей обследование с учетом требований ГОСТ 7564–73 [30]. Испытания на статическое растяжение и ударную вязкость проводят по ГОСТ 1497–84 [31] и ГОСТ 9454–78 [23] соответственно.

5.8.2. Оценка прочностных характеристик материала оболочки без вырезки массивной заготовки

5.8.2.1. Характеристики прочности определяют по результатам химического, металлографического и дюрометрического анализа.

5.8.2.2. Твердость стали по методам Виккерса или Бринелля на стационарных твердомерах устанавливают в соответствии с ГОСТ 2999–75 [32] и ГОСТ 9012–59 [33] соответственно. Минимальные размеры проб и требования к подготовке поверхности металла приведены в ГОСТ 2999–75 [32] и ГОСТ 9012–59 [33].

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

5.8.2.3. Допускается измерение твердости проводить непосредственно на объекте переносными твердомерами статического или динамического типов по ГОСТ 22761–77 [34] и ГОСТ 18661–73 [35] соответственно. Применение твердомеров других типов разрешается при условии обеспечения необходимой точности измерений.

5.8.2.4. Требования к качеству зачистки поверхности, размеру и плоскости зачищаемой площадки устанавливают в соответствии с техническим паспортом используемого твердомера. При измерении твердости основного металла зачищаемая площадка должна располагаться на расстоянии не менее 100 мм от сварного шва и не далее 300 мм от места отбора пробы.

5.8.2.5. Количество замеров твердости на пробу или точку должно быть не менее трех при использовании стационарных твердомеров, исключая случай существенного (более 10 %) рассеяния значений твердости и обнаружения с помощью переносных твердомеров аномально низких или аномально высоких значений твердости.

5.8.2.6. При существенном рассеянии значений твердости количество измерений увеличивается до 9 на точку.

5.8.2.7. В качестве характеристики твердости стали принимается среднеарифметическое значение.

5.8.2.8. При обнаружении аномально низких или аномально высоких значений твердости устанавливают форму и размер этой области аномальной твердости. Количество замеров устанавливают специалисты, проводящие измерения.

5.8.2.9. При способах отбора микропроб, обеспечивающих полное отсутствие наклепа металла, измерение твердости проводят в соответствии с п. 5.8.2.2, а определение предела текучести допускается проводить в соответствии с ГОСТ 22762–77 [36].

5.8.2.10. Предел текучести сталей в интервале от 200 до 450 МПа рассчитывается по результатам химического и количественного металлографического анализа.

5.8.2.11. Предел текучести низкоуглеродистых и низколегированных сталей (кроме сталей с карбонитридным упрочнением) рассчитывается по формуле

$$\sigma_т = \left(\sigma_0^2 + \sigma_п^2\right)^{1/2} + \left(\Delta\sigma_{т.р}^2 + \Delta\sigma_д^2\right)^{1/2} + K_y d^{-1/2},$$

где σ_0 — напряжение трения решетки α-железа, для настоящего расчета принимается равным 30 МПа;

$\sigma_п$ — напряжение за счет упрочнения стали перлитом, $\sigma_п = 2{,}4П$, МПа, здесь П — процент перлитной составляющей;

$\Delta\sigma_{т.р}$ — напряжение за счет упрочнения твердого раствора легирующими элементами, устанавливаемое по величине их концентрации C_i — в % по массе легирующих элементов в α-железе (феррите);

$$\Delta\sigma_{т.р} = 4670C_{C+N} + 33C_{Mn} + 86C_{Si} + 31C_{Cr} + 30C_{Ni} + 11C_{Mo} + 60C_{Al} + 39C_{Cu} + 690C_P + 3C_V + 82C_{Ti}, \text{ МПа};$$

$\Delta\sigma_д$ — напряжение за счет упрочнения дислокациями, оценивается по плотности дислокаций ρ, где $\Delta\sigma_д = 5Gb\rho^{1/2}$, МПа, — для горячекатаных и нормализованных сталей допускается принимать $\Delta\sigma_д = 30$ МПа;

d — средний условный диаметр зерна феррита, определяемый по ГОСТ 5639–82 [21];

$K_y = 20$ МПа·мм$^{1/2}$.

5.8.2.12. Предел текучести сталей с карбонитридным упрочнением рассчитывается по формуле

$$\sigma_т = \left(\sigma_0^2 + \sigma_п^2\right)^{1/2} + \left(\Delta\sigma_{т.р}^2 + \Delta\sigma_{д.у}^2 + \Delta\sigma_д^2\right)^{1/2} + K_y d^{-1/2},$$

где $\Delta\sigma_{д.у}$ — напряжение за счет упрочнения стали дисперсными частицами, определяемое по следующему выражению:

$$\Delta\sigma_{д.у} = \frac{0{,}46Gb}{\lambda - D}\ln\left(\frac{\lambda - D}{2b}\right),$$

где $G = 8{,}4\cdot10^4$ МПа — модуль сдвига;

$b = 2{,}5\cdot10^{-7}$ мм — вектор Бюргерса;

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

D — размер (диаметр) дисперсных упрочняющих частиц, мм;

λ — межчастичное расстояние, мм.

5.8.2.13. Погрешность оценки предела текучести не превышает при определении по:

п. 5.8.2.9 и п. 5.8.2.11 — $\pm 7\,\%$;

п. 5.8.2.12 — $\pm 10\,\%$.

5.8.2.14. Временное сопротивление стали рассчитывается по соотношению

$$\sigma_в = 0{,}34\text{НВ} \text{ или } \sigma_в = 0{,}34(\text{HV}).$$

Для исследуемого класса сталей значения твердости по Виккерсу (HV) и Бринеллю (НВ) принимаются совпадающими.

5.8.3. Дюрометрический метод оценки характеристик прочности материала оболочки

5.8.3.1. При установлении степени охрупчивания металла $\Delta T_К$ за счет пластической деформации (наклепа) в зонах изменения формы элемента конструкции или выявленных зонах концентрации напряжений используется дюрометрический метод (измерение твердости) с применением переносных твердомеров.

5.8.3.2. Определение степени охрупчивания стали в результате пластической деформации устанавливается по соотношению

$$\Delta T_К = A\,(\text{HV}^э - \text{HV}^н),$$

где $A = 0{,}16$ °С/МПа;

$\text{HV}^э$, $\text{HV}^н$ — твердость стали после эксплуатации на момент обследования и в исходном состоянии (до эксплуатации).

5.8.3.3. При отсутствии сведений о твердости стали в исходном состоянии в качестве ее значения принимается среднее значение трех измерений твердости вне зоны развития пластической деформации (концентрации напряжений) соответствующего элемента конструкции.

5.8.3.4. Степень межзеренного охрупчивания $\Delta T_К^Г$ металла определяется по соотношению

$$\Delta T_К^Г = T_К^О + B\left(F_м^э + F_м^и\right),$$

где $F_м^э$, $F_м^и$ — приведенная доля в процентах межзеренной составляющей в хрупком изломе до и после эксплуатации соответственно;

B — коэффициент пропорциональности, а именно $B = 1{,}04$ °С, $T_К^О = 10$ °С для стали со структурой феррита и феррит + перлит и $T_К^О = 20$ °С для стали со структурой мартенсита и бейнита отпуска, сорбита и троостита.

5.8.3.5. При отсутствии сведений о строении изломов в исходном состоянии следует принять $F_м^и = 0$.

5.8.3.6. В качестве степени межзеренного охрупчивания металла оболочки принимается наибольшее значение $\Delta T_К^Г$ одного из его элементов отдельно для основного металла и металла сварного шва.

5.8.3.7. Для конструкций, выполненных из разнородных материалов, степень межзеренного охрупчивания определяется для каждой стали.

5.8.3.8. Суммарная степень охрупчивания оболочки в пределах зоны пластической деформации определяется по выражению

$$\Delta T_к = \Delta T_К^М + \Delta T_К^Г = \Delta T_К^О + A\left(HV^э - HV^н\right) + B\left(F_м^э + F_м^и\right).$$

6. ИСПЫТАНИЯ ШАРОВЫХ РЕЗЕРВУАРОВ НА ПРОЧНОСТЬ И ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

6.1. Проверка прочности и герметичности производится путем гидравлических испытаний оболочки шарового резервуара после проведения ремонтных работ по устранению обнаруженных дефектов и повреждений.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

6.2. При проведении огневых работ во время ремонта по устранению дефектов и повреждений гидравлические испытания проводятся в обязательном порядке.

6.3. В случае ремонта шарового резервуара без проведения огневых работ гидравлические испытания допускается заменять пневматическими при обязательном условии контроля этого испытания методом акустической эмиссии (раздел 5.6.2).

6.4. Подготовка и проведение гидроиспытаний оболочки проводится в соответствии с требованиями ПБ 10-115–96 [6], ТУ 26-01-150–80 [1].

6.5. Разность температур оболочки шарового резервуара и окружающего воздуха не должна вызывать конденсацию влаги на поверхности оболочки при гидроиспытаниях.

6.6. Максимальное пробное давление при гидроиспытаниях определяется в соответствии с действующей нормативно-технической документацией [6]. Время выдержки при пробном давлении должно быть не менее 10 мин.

6.7. После выдержки шарового резервуара при пробном давлении величину давления необходимо снизить до расчетного и произвести визуальный контроль наружной поверхности оболочки, сварных швов и разъемных соединений.

6.8. Шаровой резервуар считается выдержавшим гидроиспытания, если при этом не обнаружено следующих дефектов:

падения давления;

течи на основном металле, в сварных швах и разъемных соединениях;

трещин или признаков разрывов;

видимых остаточных деформаций элементов.

6.9. Результаты гидроиспытаний шарового резервуара оформляются в виде протокола, где указываются его характеристики (номер, емкость, продукт хранения, рабочее давление, марка стали и т.д.), максимальное давление при испытаниях, рабочая среда, результаты испытаний, заключение и фамилии специалистов, проводивших испытания.

7. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШАРОВЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

7.1. По результатам полного технического обследования на основании полученных данных все выявленные дефекты и повреждения должны быть сопоставлены с требованиями действующей нормативно-технической документации и руководящих документов: ТУ 26-01-150–80 [1], ПБ 10-115–96 [6], СНиП 3.03.01–87 [37], ОСТ 26-291–94 [38].

7.2. При необходимости оценки однородности данных, полученных в результате полного технического обследования шарового резервуара, применяется статистическая обработка.

7.3. К недопустимым отклонениям относятся следующие дефекты и показатели:

следы пропусков на основном металле и сварных швах наружной поверхности;

коррозионное растрескивание в зонах концентрации напряжений (места приварки опор к подкладным листам и подкладных листов опор к оболочке, места приварки лепестков оболочки к сферическому нижнему и верхнему днищам, застойные зоны, места скопления влаги и коррозионных продуктов, места раздела фаз «газ — жидкость», места изменения направления потоков, зоны входных и выходных штуцеров);

трещины всех видов в металле сварного шва;

увод и смещение кромок на величину, превышающую требования ТУ 26-01-150–80 [1];

прочностные характеристики металла (временное сопротивление или условный предел текучести) отличаются от нормативных более чем на 5 % в меньшую сторону;

отношение предела текучести к временному сопротивлению свыше 0,75 для легированных сталей и свыше 0,65 для углеродистых;

относительное удлинение для легированных сталей менее 17 %, для углеродистых — менее 19 %;

трещины, рваные места крепежных деталей опор;

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

отклонение опор от прямолинейности более 0,2 %;

овальность шарового резервуара в экваториальном сечении превышает 0,5 % диаметра [1];

местные деформации в виде выступов и вмятин более 5 мм при любых толщинах стенки [1];

другие дефекты и отклонения, превышающие требования ТУ 26-01-150–80 [1] и ОСТ 26-291–94 [38].

7.4. Решение вопроса о техническом состоянии шарового резервуара и условиях его дальнейшей безопасной эксплуатации при выявлении отклонений, указанных в п. 7.3, принимается на основании результатов поверочных расчетов на прочность и на устойчивость с учетом изменения формы и геометрических размеров элементов, фактических свойств металла и состояния сварных швов.

7.5. Все выявленные при полном техническом обследовании дефекты и повреждения элементов шарового резервуара, которые могут быть исправлены, должны быть устранены с последующими испытаниями и контрольной проверкой.

7.6. Ремонтные и восстановительные работы конструктивных элементов шарового резервуара и защиты наружной поверхности оболочки должны производиться согласно графику на ремонт в соответствии с требованиями ПБ 10-115–96 [6].

7.7. Ремонт шаровых резервуаров, находящихся под давлением, не допускается.

7.8. Целесообразность ремонта шарового резервуара и сроки его безопасной эксплуатации должны решаться в каждом конкретном случае на основании результатов полного технического обследования и с учетом технико-экономического анализа.

8. РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА СТАТИЧЕСКОЙ, ХРУПКОЙ И ЦИКЛИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ШАРОВЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

8.1. Расчетная оценка прочности производится в целях установления соответствия шарового резервуара требованиям действующих норм прочности и определения условий дальнейшей безопасной эксплуатации.

8.2. Необходимость проведения расчетов на прочность и их методика определяются специализированной организацией, проводящей полное техническое обследование, по результатам полученных данных в ходе обследования.

8.3. Поверочные расчеты шарового резервуара выполняются в соответствии с РД РТМ 26-01-111–78 [39]. Поверочный расчет шарового резервуара на статическую прочность проводится в соответствии с ГОСТ 14249–89 [40], ГОСТ 24755–89 [41], ГОСТ 25221–82 [42], ГОСТ 26202–84 [43]. Поверочный расчет на прочность при малоцикловых нагрузках — в соответствии с ГОСТ 25859–83 [29]. Поверочный расчет на хрупкую прочность — в соответствии со СНиП II-23–81* [44] и Руководства по расчету стальных конструкций на хрупкую прочность [45].

8.4. Шаровой резервуар считается работоспособным, если его основные элементы имеют запасы прочности для статических и малоцикловых условий нагружения не ниже величин, указанных соответственно в ГОСТ 14249–89 [40] и ГОСТ 25859–83 [29].

8.5. Величина допускаемого внутреннего давления P на момент проведения полного технического обследования зависит от фактических физико-механических свойств металла элементов оболочки шарового резервуара и толщины стенки:

$$P = \frac{2\varphi\sigma S_{\min}}{D_{\max} + S_{\min}},$$

где φ — коэффициент прочности сварного шва;

$\sigma = \min(\sigma_т/n_т; \sigma_в/n_в)$ — допускаемое напряжение, МПа;

$\eta_т, \eta_в$ — коэффициенты запаса прочности;

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

здесь $\sigma_т, \sigma_в$ — минимальные значения предела текучести и временного сопротивления элементов оболочки (МПа) из сравнения фактических данных, полученных согласно п. 5.8.2, и данных НД;

S_{min} — минимальная толщина стенки оболочки по результатам толщинометрии, мм;

D_{max} — максимальный внутренний диаметр шарового резервуара по результатам измерений, мм;

8.6. Формула определения величины допускаемого внутреннего давления P (п. 8.5) применима для идеальной сферической оболочки. При определении допускаемых напряжений σ (п. 8.5) необходимо учитывать краевые эффекты (вызванные сопряжением со сферической оболочкой патрубков, опор, люков и др.) коэффициентами концентрации напряжений [29]. Величина коэффициентов концентрации напряжений определяется в каждом конкретном случае.

8.7. При неудовлетворительных результатах расчетной оценки прочности шарового резервуара с дефектами дефектные места подлежат ремонту с обязательным последующим обследованием. При невозможности устранения дефектов дальнейшая эксплуатация шарового резервуара не допускается. При удовлетворительных результатах расчетной оценки прочности шарового резервуара с дефектами условия его дальнейшей безопасной эксплуатации определяются специализированной организацией.

9. ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И НАЗНАЧЕНИЕ СРОКОВ СЛЕДУЮЩИХ ПОЛНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ ШАРОВЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

9.1. Оценка остаточного ресурса безопасной эксплуатации шарового резервуара производится на основании результатов полного технического обследования:

по данным наружного и внутреннего осмотра металлоконструкций;

по данным геодезических измерений опорных стоек;

по данным неразрушающих методов контроля оболочки;

по фактическим физико-механическим характеристикам, химическому составу и структурному состоянию материала оболочки;

по результатам металлографических и электронно-фрактографических исследований структурного и коррозионного состояния основного металла и материала сварных швов оболочки;

по результатам испытания оболочки на прочность и герметичность;

по результатам расчетной оценки статической, хрупкой и циклической прочности.

9.2. Оценка остаточного ресурса безопасной эксплуатации определяется типом основного повреждающего фактора, действующего на шаровой резервуар в процессе эксплуатации и установленного по результатам полного технического обследования и анализа условий предшествующей эксплуатации.

9.3. Для сосудов, работающих под давлением, трещины в элементах оболочки не допускаются, поэтому основным критерием предельного состояния является уменьшение толщины стенок элементов из-за коррозии (или эрозии) до предельной величины, ниже которой не обеспечивается необходимый запас его несущей способности.

9.4. Оценка остаточного ресурса безопасной эксплуатации шарового резервуара по развитию коррозионных повреждений осуществляется только при наличии поверхностной коррозии оболочки, без наличия коррозионного растрескивания и локальной коррозии, недопустимых при его эксплуатации.

9.5. Оценка остаточного ресурса безопасной эксплуатации шарового резервуара, эксплуатирующегося в условиях статического нагружения, где основным повреждающим фактором являются коррозионно-эрозионные процессы, производится по формуле

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

$$T = (S_ф - S_{бр})/C,$$

где T — расчетный ресурс, годы;

$S_ф$ — фактическая толщина элемента, мм;

$S_{бр}$ — отбраковочная толщина элемента, мм;

C — скорость коррозии (или эрозионного износа), мм/год.

9.6. За фактическую величину $S_ф$ принимается минимальное значение из полученных данных по толщинометрии, проводимой при полном техническом обследовании. Отбраковочная толщина $S_{бр}$ определяется согласно РД РТМ 26-01-111–78 [39] с учетом концентрации напряжений, создаваемых дефектами формы и другими дефектами, а также с учетом фактических свойств металла по результатам полного технического обследования, как большее из двух значений, рассчитанных для рабочих условий и условий гидравлических испытаний.

9.7. Для элементов оболочки величина $S_{бр}$ вычисляется по формуле

$$S_{бр} = \max\left[\frac{P_р D}{2\varphi\sigma - P_р};\ \frac{P_н D}{2\varphi\sigma_н - P_н}\right],$$

где $P_р$ и $P_н$ — расчетное давление и давление при испытаниях, МПа;

D — внутренний диаметр шарового резервуара, м;

φ — коэффициент прочности сварного шва (для автоматической дуговой электросварки $\varphi = 1{,}0$);

σ и $\sigma_н$ — допускаемое напряжение в рабочих условиях, определяемое согласно п. 8.6, и при испытаниях соответственно, МПа;

9.8. Для цилиндрических элементов шарового резервуара (горловин люков и патрубков) $S_{бр}$ вычисляется по формуле

$$S_{бр} = \max\left[\frac{P_р d}{2\varphi\sigma - P_р};\ \frac{P_н d}{2\varphi\sigma_н - P_н}\right],$$

где d — внутренний диаметр горловины люка или патрубка, м.

9.9. За скорость коррозии C (мм/год) принимается максимальное из двух значений: по паспорту шарового резервуара для данного продукта хранения либо исходя из разницы начальной толщины элемента и последних данных толщинометрии, полученных при полном техническом обследовании, деленной на срок эксплуатации.

9.10. Оценка остаточного ресурса безопасной эксплуатации производится для каждого нагруженного элемента шарового резервуара, за ресурс шарового резервуара принимается минимальное из полученных значений для отдельных элементов, но не более 8 лет.

9.11. Для шаровых резервуаров, эксплуатирующихся в условиях малоциклового нагружения, основным повреждающим фактором является малоцикловая усталость металла, поэтому оценка остаточного ресурса безопасной эксплуатации выполняется по ГОСТ 25859–83 [29]. Если расчетный ресурс превышает 8 лет, то он принимается равным 8 годам.

9.12. Для шаровых резервуаров, эксплуатирующихся при воздействии других основных повреждающих факторов, включая охрупчивание металла в процессе эксплуатации, схема расчета ресурса определяется специалистами, выполняющими полное техническое обследование.

9.13. Сроки проведения очередного полного технического обследования назначаются в зависимости от агрессивности продукта хранения согласно табл. 4.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Таблица 4

Объем, м³		Диаметр, м	Наименование продукта хранения	Расчетное избыточное давление, МПа	Толщина оболочки, мм	Масса оболочки, т	Материал ГОСТ, ТУ	Периодичность обследования, лет*
номинальный	геометрический							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
600	606	10,5	ЛВЖ	0,25	16,0	46,0	09Г2С-12-15, ГОСТ 5520–79*	10
			Сжиженные газы (бутан, бутадиен, изобутилен)	0,6	16,0	46,0	То же	6
			Жидкий аммиак	0,6	16,0	46,0	»	6
			Сжатые газы (азот, воздух, инертные)	0,8	16,0	46,0	»	8
			То же	1,0	20,0	57,5	»	8
			Легкие углеводороды сжиженные	1,2	24,0	69,0	»	8
			Сжиженный пропан	1,8	34,0	96,0	»	6
			Сжиженный гелий	1,8	34,0	96,0	»	8

© Оформление: ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
600	606	10,5	Агрессивные продукты (вароч-ная кислота, со-ляная)	0,6	22,0	63,0	09Г2С10Х17Н13М3Т двухслойная, ГОСТ10885–85*	8
2000	2145	16,0	ЛВЖ	0,25	16,0	104	09Г2С-12-15, ГОСТ 5520–79*	10
			Сжиженные газы (бутан, бутадиен, изобутилен)	0,6	20,0	134	То же	6
			Жидкий аммиак	0,6	20,0	134	»	4
			Сжатые газы (инертные, воздух)	1,2 0,7	36,0 22,0	241 144	»	8 8
			Вакуумные резервуары		22,0	144	»	8

* В случае обнаружения трещиноподобных дефектов в зоне сварных соединений, возникших в процессе эксплуатации, величина срока последующих обследований уменьшается на 2 года.

10. ОФОРМЛЕНИЕ И ВЫДАЧА ЗАКЛЮЧЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОЛНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

10.1. На выполненные при полном техническом обследовании шарового резервуара работы организации, проводившие их, составляют первичную документацию согласно СНиП 3.03.01–87 [37] (акты, эскизы элементов металлоконструкций с фиксацией дефектов, протоколы, журналы, ведомости дефектов, расчеты и т.п.), на основании которой в соответствии с требованиями ПБ 03-246–98 [47] оформляется Заключение экспертизы промышленной безопасности о возможности и условиях дальнейшей безопасной эксплуатации шарового резервуара, необходимости его ремонта или исключения из эксплуатации. Первичная документация хранится у исполнителя.

10.2. По результатам полного технического обследования состояния шарового резервуара экспертная организация выдает предприятию-владельцу Заключение экспертизы промышленной безопасности о возможности эксплуатировать шаровой резервуар при заданных технологических параметрах с установлением срока его безопасной эксплуатации, а также приложение, содержащее расчетную оценку прочности, акты, протоколы и заключения, указанные в п. 10.3 настоящей Инструкции.

10.3. Приложение Заключения экспертизы промышленной безопасности должно содержать следующие документы:

протокол визуального наружного и внутреннего осмотра (приложение 5);

протокол геодезических измерений опорных плит стоек (приложение 10);

протокол акустико-эмиссионного контроля (приложение 2);

протоколы неразрушающего метода контроля основного металла и металла сварных соединений (приложения 6, 7, 8, 9);

протокол ультразвуковой толщинометрии (приложения 3, 4);

заключение о качестве стали (по результатам оценки прочности дюрометрическим методом, по определению фактических механических характеристик, химического состава, металлографическим и электронно-фрактографическим исследованиям структурного и коррозионного состояния основного металла и материала сварных швов оболочки);

протокол гидравлических испытаний.

10.4. Заключение экспертизы промышленной безопасности о возможности дальнейшей безопасной эксплуатации шарового резервуара при допустимом технологическом регламенте его работы выдается только экспертной организацией. Титульный лист Заключения экспертизы промышленной безопасности на техническое состояние металлоконструкций шарового резервуара представлен в приложении 12.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Приложение 1[1]
Справочное

Термины и определения

Акустико-эмиссионный контроль целостности оболочки — выявление дефектов (коррозионных и усталостных трещин, зон пластической деформации), развивающихся во время нагружения.

Безопасная эксплуатация шарового резервуара — система мер, обеспечивающих предупреждение аварий строительных конструкций путем систематических технических осмотров конструкций и их инструментальное освидетельствование.

Визуальный наружный и внутренний осмотр — осмотр металлоконструкций шарового резервуара с наружной и внутренней стороны в целях выявления и определения размеров поверхностных дефектов и коррозионных повреждений в основном металле и сварных соединениях.

Дефект — неисправность, возникающая в конструкции на стадии ее изготовления, транспортировки, монтажа и эксплуатации.

Деформация конструкций — изменение формы и размеров конструкций (или части ее), а также потеря устойчивости под влиянием нагрузок и воздействий.

Деформация основания — деформация, возникающая в результате передачи усилий от сооружения на основание или изменения физического состояния грунта основания в период эксплуатации.

Заключение — документ, указывающий о сроках и условиях дальнейшей безопасной эксплуатации шарового резервуара, который выдает специализированная организация по результатам проведения полного технического обследования и определения прогнозируемого остаточного ресурса.

Нагрузка — механическое воздействие, мерой которого является сила, характеризующая величину и направление этого воздействия и вызывающая изменения напряженно-деформируемого состояния конструкций сооружения и его основания.

[1] Ссылка на приложение в настоящем документе отсутствует. (*Примеч. изд.*)

Надежность — свойство (способность) сооружения, а также его несущих и ограждающих конструкций выполнять заданные функции в период эксплуатации.

Неразрушающий метод контроля основного металла и сварных соединений — выявление внутренних дефектов основного металла и сварных швов при использовании методов, указанных в разделе 5.6 настоящей Инструкции (АЭ-контроль, цветная и ультразвуковая дефектоскопия, ультразвуковая толщинометрия, радиографический метод, метод магнитной памяти металла, магнитопорошковый метод, вакуумный (пузырьковый) метод, вихретоковый метод, метод керосиновой пробы).

Отклонение — отличие фактического значения любого из параметров технического состояния от требований норм, проектной документации или требований обеспечения технического процесса.

Отклонения недопустимые — отклонения, которые создают препятствия нормальной эксплуатации конструкций или вносят такие изменения в расчетную схему, учет которых требует усиления конструкций.

Оценка технического состояния конструкций — оценка проводится по результатам технического обследования и включает: поверочный расчет конструкций с учетом обнаруженных дефектов и повреждений, фактических и прогнозируемых нагрузок, воздействий и условий эксплуатации.

Охрупчивание — повышение хрупкости металла в связи с изменением его свойств в результате старения, понижения температуры или высокой скорости нагружения.

Периодический контроль технического состояния — комплекс работ, проводимых персоналом предприятия — владельца шарового резервуара с использованием штатного приборного оборудования, в целях своевременного обнаружения неполадок, принятия мер по их устранению и поддержанию работоспособности резервуара между очередными полными техническими обследованиями.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Повреждение — отклонение качества, формы и фактических размеров элементов и конструкций от требований нормативных документов или проекта, возникающее в процессе эксплуатации.

Полное техническое обследование — проведение комплекса технических мероприятий по неразрушающему и разрушающему методам контроля, исследованию коррозионного состояния, анализу прочности и др., которые позволяют определить соответствие шарового резервуара требованиям действующей нормативно-технической документации, направленным на обеспечение безопасной эксплуатации.

Прогнозируемый остаточный ресурс безопасной эксплуатации — продолжительность эксплуатации шарового резервуара от данного момента времени до его предельного состояния.

Срок службы резервуара — продолжительность эксплуатации резервуара в календарных годах до перехода в предельное состояние.

Старение металлов — изменение свойств металлов, протекающее либо самопроизвольно при нормальных условиях (естественное старение), либо при нагреве (искусственное старение) и приводящее к увеличению их прочности и твердости одновременно с уменьшением пластической и ударной вязкости.

Твердость — свойство материалов сопротивляться пластической деформации или хрупкому разрушению в поверхностном слое при местных контактных силовых воздействиях.

Техническая диагностика — научная дисциплина, выявляющая причины возникновения отказов и повреждений, разрабатывающая методы их обнаружения и оценки. Цель диагностики — разработка способов и средств оценки технического состояния сооружений.

Усиление — увеличение несущей способности или жесткости конструкции путем изменения сечений или схемы ее работы.

Усилия — внутренние силы, возникающие в поперечном сечении элемента конструкций от внешних нагрузок и воздействий (продольная и поперечная силы, изгибающий и крутящий моменты).

Усталость материалов — изменение механических и физических свойств материала под длительным действием циклических изменяющихся во времени напряжений и деформаций.

Устойчивость сооружения — способность сооружения противостоять усилиям, стремящимся вывести его из исходного состояния статического или динамического равновесия.

Хрупкость — способность твердых тел разрушаться при механических воздействиях без заметной пластической деформации (свойство, противоположное пластичности).

Шаровые резервуары и газгольдеры — сосуды объемом от 25 до 2000 $м^3$ для хранения продуктов в сжиженном или газообразном состоянии под давлением от 0,25 до 1,8 МПа.

Экспертная организация — организация, имеющая лицензию Госгортехнадзора России на проведение экспертизы промышленной безопасности в соответствии с действующим законодательством.

Эксплуатационно-техническая документация — комплекс руководящих и рабочих документов, которыми руководствуется служба надзора по эксплуатации сооружений.

Элемент резервуара — сборная единица шарового резервуара, предназначенная для выполнения одной из основных функций резервуара.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Приложение 2
Справочное

ПРОТОКОЛ
акустико-эмиссионного контроля шарового резервуара _____ во время гидро(пневмо) испытаний

1. Контролируемый объект

Наименование _____
Организация-изготовитель _____
Заводской номер _____
Дата изготовления _____
Эксплуатирующая организация _____
Регистрационный номер _____
Объем _____
Максимальное рабочее давление _____
Рабочая среда _____
Материал частей шарового резервуара:
лепестков _____
днища _____
Максимальное давление при испытаниях на прочность: _____
Дата последнего обследования: _____

2. Аппаратура и методика испытаний

Датчики _____
Способ крепления датчиков _____
Предусилители _____
Акустико-эмиссионная аппаратура _____
Режимы работы АЭ-системы _____
Способ нагружения _____
Максимальное давление _____
Дата проведения испытаний _____

3. Результаты испытаний

_____

_____

4. Заключение

_____

_____

5. Приложение

1. Схема установки датчиков акустической эмиссии на _____ л.
2. Графики активности акустической эмиссии и давления на _____ л.
3. Локационные графики на _____ л.

Акустико-эмиссионный контроль проводили:
Ф.И.О. _____
_____ (квалификационный уровень, № удостоверения)

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Приложение 3
Справочное

ПРОТОКОЛ № _____
ультразвуковой толщинометрии

Наименование аппарата _____
Регистрационный № _____
Тип элемента _____
Метод проверки _____
Примечание _____

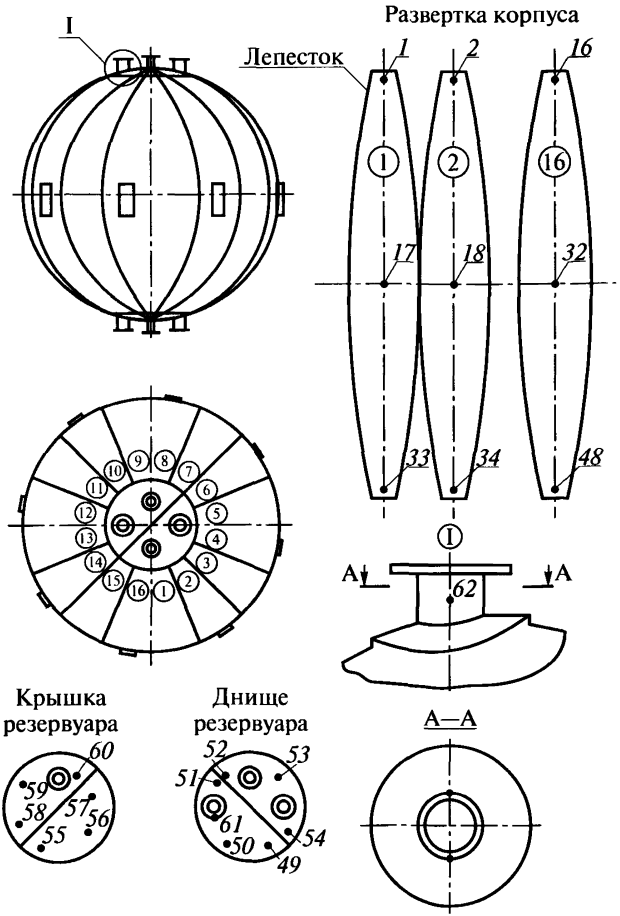
№ п/п	Паспортная толщина, мм	Фактическая толщина, мм					
			Дата	Замер	Дата	Замер	Дата

Приложение. Схема расположения точек измерения.

Ультразвуковую толщинометрию проводили:
Ф.И.О._____
_____(квалификационный уровень, № удостоверения)

Приложение 4
Справочное

Схема расположения точек измерения толщины стенок резервуара



© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Приложение 5
Справочное

ПРОТОКОЛ №_____
визуального наружного и внутреннего осмотра шарового резервуара

Организация-изготовитель _____
Заводской номер _____
Дата изготовления _____
Эксплуатирующая организация _____
Регистрационный номер _____
Объем _____
Максимальное рабочее давление _____
Рабочая среда _____

Состояние шарового резервуара и обнаруженные дефекты

Элемент контроля	Наружная поверхность	Внутренняя поверхность	Сварные соединения
Оболочка			
Нижнее днище			
Верхнее днище			

Приложение. Схема расположения дефектов шарового резервуара.
Визуальный осмотр проводили:
Ф.И.О._____
_____
_____

«___» _____ 200 _ г.

Приложение 6
Справочное

ПРОТОКОЛ №_____
контроля качества сварных швов цветной дефектоскопией

Наименование аппарата _____
Регистрационный № _____
Заказчик _____
Тип дефектоскопического комплекта _____
Оценка качества по _____
(наименование и номер технической документации)

Чувствительность _____

№ п/п	Номер сварного шва по схеме	Вид контроля (первич., вторич.)	Дата	Описание дефектов	Оценка качества

Приложение. Схема расположения сварных швов, контролируемых методом цветной дефектоскопии.

Цветную дефектоскопию проводили:
Ф.И.О._____
_____(квалификационный уровень, № удостоверения)

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Приложение 7
Справочное

ПРОТОКОЛ №_____
ультразвукового контроля сварных соединений

Наименование аппарата _____
Регистрационный № _____
Заказчик _____
Тип прибора _____
Рабочая частота прибора _____
Угол ввода _____
Условная чувствительность _____

№ п/п	Объект контроля	№ по схеме	Толщина, мм	Оценка дефектов согласно ГОСТ	Дата	Примечание

Приложение. Схема расположения объектов контроля.

Ультразвуковой контроль проводили:
Ф.И.О._____
_____ (квалификационный уровень, № удостоверения)

Приложение 8
Справочное

ПРОТОКОЛ №_____
радиографического контроля сварных соединений

Наименование аппарата _____
Регистрационный № _____
Заказчик _____
Тип прибора _____

Результаты испытаний

№ п/п	№ шва	Клеймо сварщика	Пленка		Чувствительность снимка	Обнаружено дефектов	Соответствие требованиям ГОСТ
			№	Размер			

Приложение. Схема расположения сварных швов, контролируемых радиографическим методом.

Руководитель работ _____
Испытания производили _____

(квалификационный уровень, № удостоверения)

«___» _____ 200 _ г.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Приложение 9
Справочное

ПРОТОКОЛ №_____
магнитопорошкового контроля поверхности материала оболочки шарового резервуара

Наименование аппарата _____
Регистрационный № _____
Заказчик _____
Дефектоскоп _____
Магнит, способ намагничивания, способ нанесения порошка, чувствительность, образец, освещенность и т.д. _____
_____
_____

Результаты контроля

Расположение контрольного участка	№ схем	Обозначение по схеме	Описание дефектов

Приложение. Схема расположения контрольных участков.
Контроль проводили:

Ф.И.О._____
_____ (квалификационный уровень, № удостоверения)

«___» _____ 200 _ г.

Приложение 10
Справочное

ПРОТОКОЛ №_____
геодезических измерений опорных плит стоек шарового резервуара

Наименование аппарата _____
Регистрационный № _____
Заказчик _____
Тип нивелира _____

№ опоры	Пустой резервуар		Заполненный резервуар		Допустимое значение, мм
	Относительная отметка, мм	Разность отметок смежных точек, мм	Относительная отметка, мм	Разность отметок смежных точек, мм	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Приложение. Профиль нивелировки опорных плит стоек шарового резервуара.

Геодезические измерения проводили:
Ф.И.О. _____
_____

«___» _____ 200 _ г.

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Приложение 11
Справочное

СОГЛАСОВАНО	УТВЕРЖДАЮ
Руководитель округа	Руководитель
Госгортехнадзора России	экспертной организации
«___» _____ 200_ г.	«___» _____ 200_ г.

ПРОГРАММА
полного технического обследования для определения ресурса дальнейшей безопасной эксплуатации шарового резервуара

1. Общие положения _____

2. Состав работ:

2.1. Подготовка шарового резервуара к полному техническому обследованию (выполняется силами предприятия-заказчика): освобождение от продукта, установка заглушек, удаление остатков продукта, зачистка внутренней поверхности резервуара, монтаж освещения, подготовка сварных швов и основного металла для проведения неразрушающих методов контроля качества и металлографических исследований.

2.2. Подбор и анализ проектной, исполнительной, эксплуатационной документации, механической нагруженности шарового резервуара, предписаний надзорных органов.

2.3. Визуальный наружный и внутренний осмотр конструкционных элементов шарового резервуара с выявлением мест эксплуатационных и монтажных повреждений и мест отбора проб металла. Составление дефектных ведомостей.

2.4. Акустико-эмиссионный контроль оболочки шарового резервуара для выявления зон пластической деформации, дефектов, склонных к развитию при рабочих нагрузках, и их локализация.

2.5. Дефектоскопия сварных швов и оболочки шарового резервуара неразрушающими методами контроля (цветная и ультразву-

ковая дефектоскопия, радиографический и магнитопорошковый метод, ультразвуковая толщинометрия, метод магнитной памяти металла, вакуумный (пузырьковый) метод, вихретоковый метод, метод керосиновой пробы).

2.6. Ультразвуковая толщинометрия элементов шарового резервуара для определения величин коррозионного износа и зон расслоения металла.

2.7. Геодезические измерения опорных плит стоек шарового резервуара в целях определения неравномерности осадки фундамента.

2.8. Определение механических свойств основного металла и материала сварных швов дюрометрическим методом. Отбор проб, определение химического состава материала оболочки, металлографическое и электронно-фрактографическое исследование основного металла и материала сварных швов в целях выявления структурных изменений и установления степени охрупчивания.

2.9. Испытания шарового резервуара на прочность и герметичность.

2.10. Расчетно-экспериментальная оценка остаточного ресурса.

3. Составление Заключение экспертизы промышленной безопасности, определение условий безопасной эксплуатации, срока следующего полного технического обследования шарового резервуара.

4. Данные специализированной организации:

наименование специализированной организации _____

_____

регистрационный номер лицензии _____

дата выдачи лицензии _____

срок действия лицензии _____

лицензия действует до _____

лицензия действует на территории[1] _____

лицензия выдана _____

[1] Согласно Федеральному закону от 08.08.01 № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» деятельность, на осуществление которой лицензия предоставлена федеральным органом исполнительной власти, может осуществляться на всей территории Российской Федерации. (*Примеч. изд.*)

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

Приложение 12
Справочное

Наименование специализированной организации, проводившей полное техническое обследование

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА

Техническое состояние металлоконструкций шарового резервуара объемом _____ $м^3$ позиции _____ для хранения _____ на _____
(*наименование предприятия*)

Рег. № _____

Руководитель специализированной организации

_____

«___» _____ 200 __ г.

м.п.

Город

Приложение 13[1]
Справочное

ЛИТЕРАТУРА[2]

1. ТУ 26-01-150–80. Резервуары шаровые. Технические условия.

2. ГОСТ 5520–79*. Прокат листовой из углеродистой, низколегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия.

3. ТУ 14-1-4853–82. Прокат толстолистовой стойкий к коррозионному растрескиванию.

4. ГОСТ 7350–77*. Сталь толстолистовая коррозионностойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия.

5. ГОСТ 10885–85*. Сталь листовая горячекатаная двухслойная коррозионностойкая. Технические условия.

6. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115–96)[3].

7. Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов (РД 03-131–97).

8. Методика экспресс-диагностики сосудов и аппаратов с использованием магнитной памяти металла. Утв. Госгортехнадзором России 18.01.95[4].

9. ГОСТ 18442–80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.

10. ОСТ 26-5–88. Контроль неразрушающий. Цветной метод контроля сварных соединений, наплавленного и основного металла.

[1] Ссылка на приложение в настоящем документе отсутствует. (*Примеч. изд.*)

[2] В настоящем издании в списке литературы не приведены сведения о документах, на которые нет ссылок в Инструкции. (*Примеч. изд.*)

[3] Действуют Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 03-576–03), утвержденные постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.03 № 91. (*Примеч. изд.*)

[4] Сведения о документе не включались в перечни действующих нормативных документов Госгортехнадзора России, утверждавшиеся Госгортехнадзором России до 2004 г.; другие сведения о нем не обнаружены. (*Примеч. изд.*)

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

11. ГОСТ 14782–86. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.

12. ОСТ 26-2044-10–83. Швы стыковых и угловых сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля.

13. ГОСТ 7512–82. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.

14. ОСТ 26-1103–84. Швы сварные соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Радиографический метод контроля.

15. ГОСТ 21105–87. Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод.

16. ГОСТ 24289–80. Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения.

17. ГОСТ 3242–79. Соединения сварные. Методы контроля качества.

18. ГОСТ 11128–65. Керосин осветительный из сернистых нефтей.

19. ГОСТ 28702–90. Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования.

20. ГОСТ 2789–73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.

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

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

23. ГОСТ 9454–78. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах.

24. МР 5-81. Расчеты на прочность в машиностроении. Фрактографический метод определения критической температуры хрупкости металлических материалов. ВНИИМАШ, М., 1981.

25. ГОСТ 22536.0–87 — ГОСТ 22536.12–88, ГОСТ 22536.14–88. Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы анализа.

26. ГОСТ 27772–88. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия.

27. ГОСТ 380–94. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки[1].

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

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

30. ГОСТ 7564–73. Сталь. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний[2].

31. ГОСТ 1497–84. Металлы. Методы испытаний на растяжение.

32. ГОСТ 2999–75. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу.

33. ГОСТ 9012–59. Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю.

34. ГОСТ 22761–77. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Бринеллю переносными твердомерами статического действия.

35. ГОСТ 18661–73. Сталь. Измерение твердости методом ударного отпечатка.

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

37. СНиП 3.03.01–87. Несущие и ограждающие конструкции.

38. ОСТ 26-291–94. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические требования.

39. Резервуары шаровые стальные сварные. Методы расчета на прочность (РД РТМ 26-01-111–78).

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

41. ГОСТ 24755–89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий.

42. ГОСТ 25221–82. Сосуды и аппараты. Днища и крышки сферические неотбортованные. Нормы и методы расчета на прочность.

[1] Действует ГОСТ 380–2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки». (*Примеч. изд.*)

[2] Действует ГОСТ 7564–97 «Прокат. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний». (*Примеч. изд.*)

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

43. ГОСТ 26202–84. Нормы и методы расчета на прочность обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок.

44. СНиП II-23–81*. Стальные конструкции. Нормы проектирования.

45. Руководство по расчету стальных конструкций на хрупкую прочность, ЦНИИПСК им. Мельникова. М., 1983.

46. И5-94. Инструкция по восстановлению паспорта сосуда. Подготовлена НИИхиммаш 24.11.94 г., согласована с Госгортехнадзором России 03.06.95 г.

47. Правила проведения экспертизы промышленной безопасности (ПБ 03-246–98). Вып. 1. ГГТН РФ, НТЦ «Промышленная безопасность», 1999.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ[1]

1. ГОСТ 12730.0–78. Бетоны. Общие требования к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости. М.: Изд-во стандартов, 1978.

2. ГОСТ 12730.2–78. Бетоны. Метод определения влажности. М.: Изд-во стандартов, 1978.

3. ГОСТ 12730.5–84*. Бетоны. Методы определения водонепроницаемости. М.: Изд-во стандартов, 1984.

4. ГОСТ 17624–87. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности. М.: Изд-во стандартов, 1986.

5. ГОСТ 18105–86*. Бетоны. Правила контроля прочности. М.: Изд-во стандартов, 1986.

6. ГОСТ 22266–94. Цементы сульфатостойкие. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1995.

7. ГОСТ 22690–88. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. М.: Изд-во стандартов, 1988.

8. ГОСТ 22904–93. Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения защитного слоя бетона и расположения арматуры. М.: Изд-во стандартов, 1994.

9. ГОСТ 28570–90. Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций. М.: Изд-во стандартов, 1990.

10. СНиП 2.03.01–84*. Бетонные и железобетонные конструкции. М.: Стройиздат, 1990[2].

[1] В настоящем издании в списке не приведены сведения о документах, на которые нет ссылок в Инструкции. (*Примеч. изд.*)

[2] Действуют СНиП 52-01–2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». (*Примеч. изд.*)

© Оформление. ООО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2009

11. СНиП 2.03.11–85. Защита строительных конструкций от коррозии. М.: Стройиздат, 1985.

12. СНиП 3.03.01–87. Несущие и ограждающие конструкции. М.: Стройиздат, 1988.

13. ПБ 03-246–98. Правила проведения экспертизы промышленной безопасности. М.: НТЦ «Промышленная безопасность». 1999. Вып. 1.

14. РД 39-0147103-378–87. Инструкция по ремонту железобетонных предварительно напряженных цилиндрических резервуаров для нефти. Уфа: ВНИИСПТнефть, 1987[1].

15. Правила технической эксплуатации железобетонных резервуаров для нефти. Уфа: ВНИИСПТнефть, 1976[2].

16. Методические рекомендации по обследованию коррозионного состояния арматуры и закладных деталей в железобетонных конструкциях. М.: НИИЖБ, 1978.

17. Рекомендации по натурным обследованиям железобетонных конструкций. М.: НИИЖБ, 1972.

18. Руководство по определению и оценке прочности бетона в конструкциях зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1979.

[1] В информационной системе «Строй Консультант» указан статус документа «Не действует». (*Примеч. изд.*)

gost.e-ecolog.ru

[2] Заменены Правилами технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз (РД 153-39.4-078–01), утвержденные приказом ОАО «АК «Транснефть» от 12.05.01 № 25. (*Примеч. изд.*)