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

Утверждена
постановлением Госгортехнадзора
России от 10.09.01 № 40.
Введена в действие 01.01.02 г.
постановлением Госгортехнадзора
России от 05.12.01 № 58

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

РД 03-420–01

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая Инструкция разработана на основе последних исследований в области обеспечения эксплуатационных качеств железобетонных конструкций с учетом особенности работы резервуаров для хранения нефти, темных и светлых нефтепродуктов.

1.2. Настоящая Инструкция регламентирует порядок обследования прямоугольных и цилиндрических, подземных, обвалованных, частично обвалованных, наземных, сборных, монолитных, сборно-монолитных железобетонных резервуаров объемом от 500 до 40 000 м^3 (приложение 3), а также ограждающих железобетонных конструкций казематных резервуаров.

1.3. Настоящая Инструкция не распространяется на обследование технологического резервуарного оборудования (газоурав-

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

нительная система, дыхательные, предохранительные клапаны, задвижки, арматура трубопроводов, система заземления и молниезащиты, электрооборудование, насосно-компрессорное оборудование и др.).

1.4. Настоящая Инструкция предназначена для проведения экспертизы промышленной безопасности железобетонных резервуаров в целях оценки технического состояния и разработки рекомендаций по условиям их дальнейшей безопасной эксплуатации, по срокам и степени полноты последующих обследований, в целях установления необходимости ремонта или исключения из эксплуатации.

1.5. Оценка технического состояния железобетонных резервуаров проводится в два этапа:

частичное наружное обследование резервуара в режиме эксплуатации;

полное техническое обследование резервуара в режиме временного или длительного выведения его из эксплуатации.

1.6. Оценка состояния резервуаров при полном техническом обследовании производится по результатам выборочного (частичного) или поэлементного (полного) обследования железобетонных конструкций и анализа испытаний физико-механических и физико-химических свойств материалов (бетона, арматуры, облицовок), определения несущей способности сечений и замеров деформаций и трещин в конструкциях и их стыках (а также в защитных облицовках), подвергавшихся механическим, температурным и коррозионным воздействиям технологической среды и климата, в соответствии с требованиями нормативной технической документации.

2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

2.1. Нормативный срок службы железобетонных резервуаров устанавливается настоящей Инструкцией и принимается равным 30 годам с момента ввода в эксплуатацию.

2.2. Железобетонные резервуары в процессе эксплуатации в соответствии с настоящей Инструкцией должны регулярно подвергаться частичному наружному и полному техническому обследованию в целях:

своевременного обнаружения и устранения дефектов и повреждений конструкций резервуара для обеспечения его безопасной эксплуатации;

определения остаточного ресурса безопасной эксплуатации в случае обнаружения дефектов, повреждений, снижения несущей способности железобетонных конструкций или после окончания нормативного срока службы, а также после аварии.

2.3. Очередность и полнота обследования резервуаров определяются настоящей Инструкцией с учетом их технического состояния, длительности эксплуатации, вида хранимого продукта.

Первоочередному обследованию должны подвергаться резервуары:

имеющие серьезные дефекты и повреждения (п. 5.9) или в состоянии ремонта после аварии;

находящиеся в эксплуатации 30 лет и более без проводимых ранее полных технических обследований;

находящиеся в эксплуатации более 20 лет, в которых хранятся наиболее агрессивные к железобетонным конструкциям продукты (приложение 4), без проводимых ранее полных технических обследований.

2.4. Частичное наружное обследование железобетонных резервуаров проводится инженерно-техническим персоналом предприятия — владельца резервуаров два раза в год с привлечением в случае необходимости экспертных организаций (п. 5.9).

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

2.5. Первое полное техническое обследование проводится экспертной организацией через 10 лет с момента ввода в эксплуатацию железобетонного резервуара. Последующее полное техническое обследование проводится по результатам предыдущего в соответствии с табл.1 (разд. 7) в зависимости от технического состояния резервуара или в экстренном порядке после обнаружения серьезных дефектов и повреждений, выявленных при частичном наружном обследовании (п. 5.9).

2.6. Текущий осмотр состояния резервуарного оборудования и контроль технологических параметров производится эксплуатационным персоналом в соответствии с Правилами технической эксплуатации железобетонных резервуаров для нефти [15].

3. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ СОКРАЩЕНИЯ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

3.1. Воздействие внешних факторов

3.1.1. Железобетонные конструкции резервуаров в зависимости от их размещения на земле подвергаются воздействию внешних природных климатических факторов (температура, осадки, грунтовые воды).

3.1.2. Воздействию температуры и осадков подвергаются наружные поверхности железобетонных конструкций резервуаров. Воздействию грунтовых, в том числе агрессивных вод подвергаются железобетонные конструкции днищ всех видов резервуаров, а также наружные поверхности стен заглубленных и обвалованных резервуаров. Воздействию осадков через утеплитель — грунт могут подвергаться конструкции плит покрытия в случае недостаточной их гидроизоляции.

Интенсивность воздействия по градиентам температур, виду и содержанию коррозионно-активных к железобетону веществ определяется климатическим районом и нормируется по СНиП 2.03.01–84* [10] и СНиП 2.03.11–85 [11].

3.1.3. В бетоне и на арматуре железобетонных конструкций, не имеющих специальной (первичной и вторичной) защиты от коррозии при контакте с агрессивной средой промплощадки резервуара, развиваются процессы коррозии, снижающие долговечность материалов и сроки эксплуатации хранилищ.

3.1.4. В бетоне возможны три вида коррозии:

выщелачивание;

химическое растворение кислотами, солями кислот;

кристаллизационное разрушение.

3.1.5. Коррозия первого вида наблюдается в бетоне при обмывании и фильтрации талых вод с малой временной жесткостью, в результате чего происходит растворение и вынос из цементного камня гидроксида кальция $Ca(OH)_2$, пассивирующего сталь и предотвращающего коррозию арматуры. Скорость коррозии бетона определяется скоростью обмена, фильтрации воды и количеством $Ca(OH)_2$ в цементном камне (в расчете на CaO).

3.1.6. Прочность бетона $R_в(t)$ в условиях коррозии выщелачивания можно определить по формуле: $R_в(t) = R_o\gamma_1$, где R_o — исходная прочность, МПа; $\gamma_1 = 1 - 1{,}5K - \exp(33K)\cdot 10^{-5}$, $K = 0{,}1$ при $Q_{CaO} = 60$ % и $K = 0{,}33$ при $Q_{CaO} = 30$% общего количества CaO в цементе.

3.1.7. Коррозии первого вида подвержены в основном железобетонные конструкции резервуаров, подтапливаемые талыми водами. Повышение стойкости обеспечивается методами первичной защиты (используют бетоны со структурой высокой плотности, изготовленные на клинкерных, безусадочных цементах с уплотняющими и расширяющимися добавками) или вторичной защиты (пропитка полимеризующими составами, гидроизоляция мастичными полимерными покрытиями) по СНиП 2.03.11–85 [11].

3.1.8. При коррозии второго вида в бетоне протекают обменные реакции между составляющими цементного камня и химически агрессивными веществами — кислотами, солями кислот. В результате таких реакций образуются легкорастворимые соли

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

или аморфные малорастворимые соединения. Ни те, ни другие не обладают вяжущими и защитными свойствами для стальной арматуры.

3.1.9. Прогноз полного разрушения слоя бетона $R_в(t) = 0$ на глубину h_{loc} в условиях второго вида коррозии вычисляется по зависимости $h_{loc} = K_i\sqrt{t_{экс}}$, где $t_{экс}$ — время эксплуатации; K_i зависит от концентрации кислот и принимается: при pH = 6 $K_1 = 1{,}25 \cdot 10^{-3}$ см/сут; при pH = 4 $K_2 = 4{,}5 \cdot 10^{-3}$; при pH = 1 $K_3 = 8{,}5 \cdot 10^{-2}$.

3.1.10. Второму виду коррозии подвержены железобетонные конструкции резервуаров в условиях болотных вод (pH = 6), заболоченных грунтов. К этому виду коррозии относятся и процессы карбонизации бетона под действием углекислоты, образующейся при взаимодействии углекислого газа воздуха в поровой жидкости цементного камня. На начальной стадии карбонизации поверхностный слой бетона уплотняется вследствие выпадения в осадок карбоната кальция $CaCO_3$ в порах бетона. При увеличении количества углекислоты образуется легкорастворимый бикарбонат кальция $Ca(HCO_3)_2$, который легко вымывается водой, образует натеки на поверхности, при этом возрастает пористость цементного камня. При карбонизации бетона защитного слоя создаются условия для коррозии арматуры. Наибольшая скорость карбонизации происходит при относительной влажности воздуха 50–60 %. Замедление карбонизации вызывается уменьшением относительной влажности воздуха менее 50 % и повышением ее свыше 85 %.

3.1.11. В железобетонных резервуарах процессы карбонизации развиваются в бетоне защитного слоя из торкретбетона на наружной поверхности стенки и внутренних поверхностях конструкций покрытия (особенно в условиях повышенного давления и вакуума).

Глубину карбонизации защитного слоя (h_{loc}) можно оценивать в зависимости от В/Ц — водоцементного отношения в бетоне (растворе) по формуле $h_{loc} = 5{,}0\text{В/Ц} - 1{,}3K_i$, где K_i зависит от времени эксплуатации $t_{экс}$. При $t_{экс} = 5$ лет $K_1 = 0{,}3$; при $t_{экс} = 10$ лет $K_2 = 0{,}1$; при $t_{экс} = 20$ лет $K_3 = 0{,}01$.

3.1.12. Защита бетона от развития процессов коррозии второго вида:

первичная защита — применение бетонов с низким В/Ц; использование цементов с наименьшим содержанием свободного $Ca(OH)_2$ и минеральными добавками кремнезема, связывающими гидроксид кальция;

вторичная защита — изоляция поверхности бетона пропиточными, лакокрасочными полимерными материалами, облицовками (СНиП 2.03.11–85 [11]).

3.1.13. Коррозия бетона третьего вида наблюдается, когда в результате капиллярного подсоса солевые растворы проникают в поры бетона, затем при испарении грунтовых вод их концентрация увеличивается и происходит кристаллизация с увеличением объема в 1,5–3 раза, что приводит сначала к уплотнению бетона, потом к появлению трещин и, наконец, к разрушению. К этому виду коррозии могут быть отнесены процессы, происходящие при действии грунтовых вод с повышенным содержанием сульфат-ионов SO_4^{-2} (более 400 мг/л). В результате взаимодействия происходит связывание алюминатов цементного камня, образование и рост кристаллов гидросульфоалюмината кальция (эттрингита, который увеличивается в объеме в 4,76 раза) и гипса. Скорость коррозии зависит от концентрации SO_4^{-2} в воде и от количества алюминатов в цементном камне, а также от суммарной концентрации солей в грунтах.

3.1.14. Прочность бетона $R_в(t)$ в условиях развития коррозии бетона третьего вида можно определить по формуле $R_в(t) = R_в\,\gamma_{III}$, где γ_{III} зависит от содержания в бетоне связанных сульфат-ионов (в пересчете на SO_3) во времени. При $Q_{SO_3} = 5\ \%$ $\gamma_{III} = 0{,}9$; при $Q_{SO_3} = 10\ \%$ $\gamma_{III} = 0{,}5$ и при $Q_{SO_3} \geq 15\ \%$ $\gamma_{III} = 0{,}1$.

3.1.15. В резервуарах такой вид коррозии может иметь место в железобетонных конструкциях днищ, а также стен резервуаров, заглубленных и обвалованных грунтом, содержащим ионы сульфатов и хлоридов, или в условиях грунтовых вод.

3.1.16. Защита бетона от развития процессов коррозии третьего вида:

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

первичная защита — применение в бетонах цементов с низким содержанием алюминатов (ГОСТ 22266–94 [6]), минеральных, уплотняющих структуру добавок и специальных химических добавок (СНиП 2.03.11–85 [11]), бетонов с низким В/Ц;

вторичная защита — пропитка поверхностей полимерными полимеризующимися составами, покраска бетона полимерными мастичными покрытиями (СНиП 2.03.11–85 [11]).

3.1.17. В плотном неповрежденном бетоне стальная арматура находится в полной сохранности на протяжении длительного срока эксплуатации при любых условиях влажности окружающей среды, так как наличие щелочной поровой жидкости (pH ≈ 12,5) у поверхности металла способствует сохранению пассивного состояния стали.

3.1.18. Коррозия арматуры в бетоне может возникать по следующим причинам:

уменьшение щелочности влаги ниже критической (pH < 11,8) путем выщелачивания или нейтрализации кислыми газами (карбонизация) гидроксида кальция $Ca(OH)_2$;

введение в бетон коррозионно-активных добавок (главным образом, хлоридов) или их диффузия из внешней среды;

механическое или коррозионное разрушение защитного слоя бетона;

образование трещин в бетоне;

активирующее действие хлорид-ионов и сульфат-ионов, которые проникают к поверхности арматуры через дефекты структуры и трещины бетона.

3.1.19. Для арматуры считается опасным содержание хлоридов более 0,1–0,3 % массы растворной части бетона. Коррозия стали в присутствии хлор-ионов имеет, как правило, язвенный характер.

3.1.20. Внезапный хрупкий обрыв в результате развития коррозионных трещин может иметь место без уменьшения диаметра при растрескивании кольцевой предварительно напряженной высокопрочной арматуры B_p-II цилиндрических резервуаров (корро-

зия под напряжением). Соблюдение требований СНиП 2.03.11–85 [11] по трещиностойкости защитного слоя бетона исключает возможность хрупкого обрыва высокопрочной преднапряженной арматуры. Толщина защитного слоя при этом должна быть не менее 25 мм при марке бетона на водонепроницаемость *W*6 и *W*8.

3.1.21. Хрупкий обрыв при растрескивании преднапряженной арматуры панелей стен, колонн, балок и плит покрытия не может произойти, так как эти конструкции армированы, как правило, механически упрочненной арматурой класса А-III и А-IV, в которой процессы такого характера не имеют места.

3.1.22. Для защиты арматуры от коррозии ее оголенные участки обрабатывают ингибиторами коррозии (нитраты, бура), затем восстанавливают и обеспечивают сохранность защитного слоя бетона от всех видов коррозии (пп. 3.1.5, 3.1.8, 3.1.13) и от воздействия агрессивной среды (СНиП 2.03.11–85 [11]).

3.1.23. Прочность неповрежденного бетона при отсутствии коррозионных процессов увеличивается продолжительное время, измеряемое годами, так как в цементном камне всегда есть непрогидратированные зерна, которые, реагируя с водой, образуют новые соединения, упрочняющие бетон. Увеличение прочности может достигать 10–30 % за 5–10 лет.

3.1.24. Прочность поврежденного бетона, наоборот, может уменьшаться в зависимости от скорости коррозии, разрушающей структуру цементного камня (раздел 3 настоящей Инструкции). Возможное уменьшение прочности бетона в длительные сроки необходимо рассматривать в каждом отдельном случае с оценкой агрессивности сред (СНиП 2.03.11–85 [11]), условий эксплуатации и контролем прочности неразрушающими методами (пп. 6.4.9, 6.4.10) при полном техническом обследовании.

3.2. Воздействие технологических факторов

3.2.1. Железобетонные конструкции резервуаров в процессе эксплуатации подвергаются воздействию технологических факто-

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

ров (агрессивные адсорбционно-активные органические вещества хранимых нефтепродуктов, температура, давление, вакуум).

3.2.2. Скорость проникновения нефти и нефтепродуктов в структуру бетона зависит от его пористости, непроницаемости и влажности. С увеличением влажности увеличивается количество пор и капилляров бетона, заполненных жидкой фазой, поэтому проникновение затруднено.

3.2.3. Коррозионная активность нефти зависит от количества серы в ней, сорбционная активность нефтяных сред по отношению к бетону возрастает по мере увеличения в их составе полярных смол и располагается в следующем порядке: керосин, дизельное топливо, сернистый мазут, сернистая нефть, сырая нефть. Нефть и нефтепродукты по воздействию на бетон нормальной плотности (*W*4) являются агрессивными веществами и по СНиП 2.03.11–85 [11] степень их активности нормируется от сильноагрессивной (кислый гудрон), среднеагрессивной (нефть) до неагрессивной (бензин) (см. приложение 4) и требует вторичной защиты бетона внутренней поверхности резервуара (п. 6.7).

3.2.4. Легкие нефтепродукты (бензин и керосин) в течение трех–пяти лет воздействия снижают на 10–15 % первоначальную прочность бетона. Дизельное топливо за это же время снижает прочность бетона до 10 %.

3.2.5. Для определения прочности бетона в слое, пропитанном темными нефтепродуктами (мазут, сернистая и сырая нефть) при полном техническом обследовании рекомендуется применять формулу $R(t) = R_{во}(1 - 0{,}1t_{экс})$, где $t_{экс}$ — продолжительность воздействия нефтепродуктов на бетон, годы; $R_{во}$ — исходная прочность бетона, МПа; 0,1 — коэффициент, показывающий интенсивность снижения прочности во времени.

3.2.6. Формула справедлива в течение 7–8 лет после начала пропитки бетона темными нефтепродуктами. В более продолжительные сроки воздействия нефтяных сред прочность бетона ориентировочно можно считать $^1/_3$ первоначальной, более точно определяют неразрушающими методами (п. 6.4.9).

4. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

4.1. Организация и проведение работ по частичному наружному обследованию является обязанностью владельца резервуаров. В случае необходимости привлекается экспертная организация (п. 5.9).

4.2. Экспертные организации, выполняющие работы по полному техническому обследованию железобетонных резервуаров, должны иметь лицензии на проведение таких работ, полученные в органах Госгортехнадзора России[1] в установленном порядке.

4.3. Работы по полному техническому обследованию железобетонных резервуаров выполняются экспертными организациями, которые располагают необходимыми средствами технического диагностирования, нормативно-технической документацией по контролю и оценке конструкций, а также имеют обученных специалистов.

4.4. Полное техническое обследование производится по индивидуально разрабатываемой программе обследования на каждый резервуар в соответствии с положениями раздела 6 настоящей Инструкции. Минимальное количество и места инструментальных измерений определяются согласно пп. 6.3.14, 6.4.5, 6.4.9, 6.4.11–6.4.13 и Схеме обследования железобетонных резервуаров с минимальным количеством инструментальных измерений (приложение 2), уточняются после изучения комплекта технической документации (пп. 4.5–4.7), визуального осмотра на месте и окончательно указываются в Программе обследования. При этом необходимо учитывать конкретные условия эксплуатации, имевшиеся ранее повреждения конструкций и выполненные ранее работы по ремонту или реконструкции.

[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.*)

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

Индивидуальные программы обследования резервуаров разрабатываются экспертной организацией, выполняющей обследование, и утверждаются руководителем предприятия — владельца резервуаров.

4.5. Организация проведения работ по полному техническому обследованию выполняется силами владельца резервуаров и включает в себя подготовку хранилища и передачу исполнителю работ комплекта эксплуатационно-технической документации:

сдаточную документацию на строительство резервуара;

эксплуатационную документацию.

4.6. Сдаточная документация на строительство резервуара должна содержать:

комплект рабочих чертежей резервуара, его оборудования и защитных устройств;

акты на скрытые работы (устройство подготовки основания резервуара, устройство дренажа, арматурные и бетонные работы, монтаж и замоноличивание стыков железобетонных конструкций, навивка кольцевой преднапряженной арматуры в цилиндрических резервуарах, торкретирование наружных и внутренних поверхностей резервуара, устройство гидроизоляции);

документы о согласовании отступлений от чертежей при строительстве резервуара (в том числе Журнал производства работ);

паспорта, подтверждающие марку бетона, класс арматуры;

паспорта на сборные железобетонные конструкции, акты натяжения арматуры;

акты испытаний резервуара на герметичность и на газонепроницаемость покрытия;

акты монтажа и испытания технологического оборудования;

Журнал производства сварочных работ;

акт приемки в эксплуатацию резервуара после окончания строительства (в том числе журнал и акты геодезических работ).

акт проверки заземляющих устройств;

акт замера сопротивления растекания тока.

4.7. Эксплуатационная документация должна содержать:

Технический паспорт резервуара;

калибровочные таблицы;

Технологическую карту резервуара;

правила технической эксплуатации железобетонных резервуаров;

Журналы текущего обслуживания;

Журнал регистрации нивелирных отметок резервуара;

Журнал замеров температуры в резервуаре;

Журнал осмотра состояния заземляющих устройств и молниезащиты;

Журнал защиты от статического электричества;

Журнал по проведению осмотров, ремонта резервуара и резервуарного оборудования;

Журнал оперативных распоряжений и приказов;

Журнал эксплуатации дренажной системы;

сведения о наличии утечек нефти и нефтепродуктов с выходом на рельеф, в проходные каналы, камеры управления;

сведения о выполнении мероприятий по подготовке железобетонных резервуаров к эксплуатации в осенне-зимний период и период паводка;

план действий по ликвидации аварий и аварийных ситуаций, по проведению аварийных тренировок;

предписания надзорных органов.

4.8. В случае отсутствия технической документации владельцем должен быть представлен Паспорт на основании детальной технической инвентаризации всех частей и конструкций.

4.9. Подготовка резервуара к полному техническому обследованию включает:

опорожнение и дегазацию резервуара;

очистку поверхностей железобетонных конструкций от нефтепродуктов, отмывку бетона, закладных деталей и облицовок в местах, указанных в Программе обследования;

монтаж лесов, подмостей, обеспечивающих доступ к местам инструментальных измерений, указанных в программе обследования;

монтаж страховочных устройств к конструкциям, находящимся в неработоспособном (аварийном) состоянии (п. 7.8);

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

отрывку шурфов и каналов снаружи резервуара согласно Программе обследования;

подготовку покрытия резервуара к испытаниям на газонепроницаемость и осадку (пп. 5.3–5.7);

инструктаж специалистов организации-исполнителя по правилам техники безопасности и противопожарной безопасности;

выделение вспомогательного персонала и специалистов-технологов для участия в обследовании;

обеспечение средствами личной защиты (шланговыми противогазами, касками, спецодеждой, обувью);

монтаж освещения для проведения подготовительных работ и полного технического обследования;

обеспечение мер пожаровзрывобезопасности.

4.10. Определение физико-механических характеристик бетона и арматуры в железобетонных конструкциях резервуаров должно проводиться в полном соответствии с требованиями нормативных документов на эти виды испытаний [1–9, 16, 18].

4.11. На выполненные при полном техническом обследовании резервуаров работы организации, проводившие их, составляют первичную документацию согласно Правилам технической эксплуатации железобетонных резервуаров для нефти [15] и СНиП 3.03.01–87 [12] (акты, протоколы, журналы, заключения и т.п.), на основании которой оформляют заключение о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации резервуаров, необходимости их ремонта или исключения из эксплуатации.

5. ЧАСТИЧНОЕ НАРУЖНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

5.1. Частичное наружное обследование железобетонных резервуаров проводится два раза в год для своевременного обнаружения в конструкциях дефектов и принятия соответствующих мер по их устранению, то есть упреждению аварийных ситуаций.

5.2. Частичное наружное обследование проводится инженерно-техническим персоналом предприятия — владельца резервуара без остановки резервуара в целях оценки технического состояния хранилища в режиме эксплуатации.

5.3. При частичном наружном обследовании необходимо произвести следующий объем работ:

проверку состояния комплекта технической документации (согласно пп. 4.5–4.7);

проверку состояния водоотводных канав и водоотводных систем, дренажных колодцев, грунтовой обсыпки, откосов, отмостки снаружи по периметру резервуара;

проверку состояния защитного слоя бетона верхнего пояса кольцевой предварительно напряженной арматуры стенки резервуара, наружных поверхностей стеновых панелей и их стыков в местах обвала или размыва грунтовой обсыпки либо в контрольных шурфах, если таковые имеются;

проверку состояния покрытия, выявление дефектов и степени его разрушения (выборочно в трех-четырех местах после расчистки грунтовой засыпки или после слива водяного экрана), состояния монтажных и световых люков и люка-лаза на покрытии;

проверку состояния металлоконструкций — лестниц, площадок, эстакад и др.;

проверку герметичности резервуара (в трех-четырех контрольных скважинах по периметру резервуара, одна из которых в районе места ввода продуктопровода, или по выходу продукта на поверхность грунта в случае перелива, или по появлению продукта в дренажных колодцах или контрольных трубках);

проверку осадки резервуара нивелировкой покрытия в точках, указанных в Журнале регистрации нивелирных отметок, — производится два раза в год в первые 5 лет эксплуатации, далее один раз в 5 лет;

испытание покрытия резервуара на газонепроницаемость (пп. 5.4–5.7);

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

контроль уровня водяного экрана на покрытии — производится один раз в неделю эксплуатационным персоналом.

5.4. Для испытания покрытия резервуара на газонепроницаемость применяется способ измерения падения ранее созданного давления в резервуаре в течение определенного времени.

При использовании этого способа можно определять газонепроницаемость покрытия после каждого частичного или полного заполнения резервуара.

5.5. Измерение давления в газовом пространстве резервуара осуществляется в момент окончания поступления нефти в резервуар после полного закрытия задвижек, при этом система газовой обвязки должна быть отключена.

5.6. Давление в газовом пространстве резервуара измеряется U-образным водяным манометром, подключенным к штуцеру на одном из люков покрытия.

5.7. Резервуар считается выдержавшим испытание покрытия на газонепроницаемость, если созданное в нем давление в течение часа уменьшается не более чем на 70 %.

5.8. Результаты проведенных работ при частичном наружном обследовании (п. 5.3) фиксируются в Журнале осмотра железобетонного резервуара (Правила технической эксплуатации железобетонных резервуаров для нефти [15]).

5.9. Для проведения полного технического обследования резервуара необходимо привлекать экспертную организацию, если при частичном наружном обследовании выявлены следующие дефекты, повреждения и нарушения требований эксплуатационно-технической документации:

отслоение защитного слоя бетона, оголение кольцевой предварительно напряженной арматуры наружной стенки резервуара на площади более 1 м^2;

сквозные трещины и разрушения на покрытии;

отрицательный результат при повторных испытаниях покрытия на газонепроницаемость (п. 5.7);

нарушение герметичности резервуара (п. 5.3);

неравномерная осадка резервуара [15];

в случае перелива продукта (п. 5.3).

Во всех вышеперечисленных случаях необходимо вывести резервуар из эксплуатации и подготовить его в соответствии с п. 4.9 для полного технического обследования.

5.10. Обследование состояния резервуарного оборудования (п. 1.3) производится силами предприятия-владельца. При необходимости привлекаются экспертные организации.

6. ПОЛНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

6.1. Общие положения

6.1.1. Полное техническое обследование железобетонных резервуаров проводится в соответствии с положениями раздела 2 и включает:

анализ комплекта технической документации (пп. 4.5–4.7);

обследование наружных поверхностей стен резервуаров;

обследование конструкций внутри резервуара — колонн, балок, плит, стенок и днища;

обследование покрытия;

обследование элементов вторичной защиты стенок и днища;

обследование места ввода продуктов и приемо-раздаточных патрубков;

определение осадки и герметичности резервуара.

6.2. Анализ комплекта эксплуатационно-технической документации

6.2.1. При анализе эксплуатационно-технической документации устанавливается ее комплектность и собираются следующие сведения:

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

технические характеристики резервуара — форма (прямоугольная, цилиндрическая), конструкция (монолитная, сборная, сборно-монолитная);

основные размеры, объем;

данные о конструкции стенок, днища (материал, тип и размеры) и их вторичной защите;

данные о плитах покрытия (ребристые, плоские, размеры и форма);

данные о фундаментах колонн и стеновых панелей;

данные об основании (бетонная подготовка, гидроизоляция, песчаный слой);

данные по изготовлению и монтажу резервуаров (проектная организация и номер типового проекта, монтажная организация, даты начала и окончания строительства резервуара, монтажа вторичной защиты днища и стен, монтажа оборудования, отступления от проекта в процессе сооружения, виды и результаты испытаний);

данные о режиме эксплуатации резервуара и видах хранимых в нем продуктов;

данные 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;

данные предписаний надзорных органов.

6.3. Обследование наружных поверхностей стен резервуаров

6.3.1. Обследование наружных поверхностей стен резервуаров предусматривает:

а) обследование состояния защитного слоя торкретбетона (торкретраствора), наличие в нем повреждений — усадочных трещин, коррозии (п. 3.1.4) цементного камня и мелкого заполнителя (карбонатных частиц), глубину карбонизации;

б) обнаружение признаков коррозии арматуры под защитным слоем, пятен ржавчины, отслоений бетона продуктами коррозии стали;

в) замеры коррозионных дефектов на арматуре — глубины язв при язвенной коррозии и толщины продуктов коррозии при равномерной коррозии;

г) обследование состояния гидроизоляции — ее вида, сплошности, остаточной толщины, вида и размера дефектов.

6.3.2. Для оценки состояния наружного защитного слоя торкретбетона необходимо выполнить четыре шурфа примыкания глубиной до 2,5 м. Расположение одного из шурфов в плане устанавливается в месте анкеровки навитой предварительно напряженной кольцевой арматуры согласно проектным чертежам, других — в местах наибольшего провала грунтовой обсыпки по периметру резервуара. По результатам обследования решается вопрос о необходимости проведения обследования на большей глубине.

6.3.3. Освобожденные от грунта поверхности торкретного покрытия наружной стенки железобетонного резервуара дополнительно очищаются деревянными скребками, водой под давлением и капроновыми щетками.

6.3.4. Состояние очищенной поверхности торкретбетона, наличие продуктов коррозии и характер трещин определяются в соответствии с пп. 6.4.6 и 6.4.7 настоящей Инструкции.

6.3.5. Для определения участков отслоившегося торкретного покрытия его простукивают деревянным молотком по всей площади очищенной поверхности. При наличии отслоений — звук дребезжащий или глухой, у прочного покрытия — звонкий. Толщина защитного слоя в местах отслоения определяется линейкой с точностью до 1 мм.

6.3.6. Толщину защитного слоя торкретбетона на неразрушившихся участках определяют магнитным прибором, удовлетворяющим требованиям ГОСТ 22904–93 [8].

6.3.7. Глубина карбонизации участков торкретбетонного по-

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

крытия и наличие агрессивных для стали ионов хлора определяются в соответствии с п. 6.4.6.

6.3.8. В местах с удаленным защитным торкретбетонным слоем оценивается напряженное состояние кольцевой арматуры прибором с собственной базой.

6.3.9. Степень коррозии предварительно напряженной арматуры на вскрытых участках оценивается визуально в процентах. Изменение диаметров арматуры фиксируется штангенциркулем после удаления продуктов коррозии.

6.3.10. При предусмотренной защитной бетонной оболочке верхнего пояса многослойной предварительно напряженной арматуры оценивается ее состояние по наличию трещин (п. 6.4.7) и по степени коррозии бетона (п. 6.4.6).

6.3.11. Все дефекты и отслоения защитного торкретбетонного покрытия фиксируются на схеме в Ведомости дефектов на стены резервуара, а на конструкции отмечаются несмываемой краской.

6.3.12. В железобетонных резервуарах в зонах отсутствия кольцевой предварительно напряженной арматуры оценивается состояние бетона панелей наружной стенки резервуара после выполнения шурфов в грунте (п. 6.3.2).

6.3.13. В местах, освобожденных от грунта, определяется состояние гидроизоляции, наличие продуктов коррозии бетона (пп. 3.1.5, 3.1.13), характер и ширина раскрытия трещин (п. 6.4.7), прочность бетона неразрушающими методами контроля (п. 6.4.9), величина защитного слоя бетона (п. 6.4.4) и степень коррозии арматуры (п. 6.4.15) в панелях наружной стенки резервуара.

6.3.14. Минимальное количество участков инструментальных измерений в пп. 6.3.6–6.3.9, 6.3.13 принимается по три равномерно по высоте в каждом шурфе.

6.4. Обследование железобетонных конструкций внутри резервуаров

6.4.1. Обследование железобетонных конструкций внутри резервуара включает в себя визуальные оценки и инструментальные определения.

6.4.2. Железобетонные конструкции внутри резервуара (колонны, балки, плиты перекрытия и стены) предварительно осматриваются визуально, при этом устанавливаются:

наличие выцветов на бетоне, признаки коррозии (пп. 3.1.5, 3.1.8, 3.1.13, 3.2.3);

наличие пустот или отслоение бетона («бухчение»), вывалы бетона из полок, ребер, защитных слоев, высолов;

следы местного увлажнения, натеки высолов, ржавчины; трещины в бетоне;

наличие обнаженной арматуры и трещин в ней, глубина язв и слоев ржавчины;

нарушение анкеровки, отсутствие приварки закладных деталей;

состояние площадок опирания конструкции, их провисы и выпучивание;

состояние вторичной защиты днища и стен.

В результате визуальных оценок устанавливаются конструкции, на которых производится инструментальное определение:

геометрических размеров сечений элементов конструкций;

деформированного состояния конструкций;

прочности бетона с поврежденной коррозией структурой и неповрежденной, отборы проб для лабораторных исследований;

сечений арматуры в зонах коррозии и в местах вскрытия;

толщины листа облицовок днища и стен, сплошность швов сварки и прочность анкеров крепления облицовки к бетону.

6.4.3. На вскрытых участках в местах отслоений бетона и оголения арматуры необходимо определять толщину защитного слоя металлической линейкой с точностью до 1 мм со стороны, где толщина имеет минимальную величину.

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

6.4.4. При определении толщины защитного слоя на неповрежденных участках конструкций магнитным методом по ГОСТ 22904–93 [8] необходимо строить градуировочные зависимости различных толщин защитных слоев для разных диаметров арматуры.

6.4.5. Участки для контроля защитного слоя бетона следует располагать в местах повышенного раскрытия трещин:

в колоннах — в местах сопряжения с балкой, в средней и нижней части;

в балках и плитах покрытий — в опорной части и в середине пролета.

6.4.6. В целях оценки сохранности арматурной стали в местах отслоения и измененных цветов бетона следует определять глубину карбонизации бетона на свежем сколе после нанесения 1 %-ного раствора фенолфталеина в этиловом спирте. Линейкой с точностью до 0,5 мм измеряют расстояние от поверхности бетона до границы слоя, окрашенного фенолфталеином в ярко-малиновый цвет. Полученная величина равна толщине нейтрализованного слоя бетона, и чем она больше, тем меньше плотность бетона. Наличие агрессивных для стали хлор-ионов определяют качественно с помощью 1 %-ного раствора азотнокислого серебра (по появлению белого налета).

6.4.7. При предварительном визуальном обследовании необходимо определить природу коррозионных дефектов, вид трещин, их особенности и причины возникновения (усадочные, коррозионные, трещины от нагрузки, механические и т.д.). Ширину раскрытия трещины определяют в местах максимального раскрытия шаблонами или микроскопом МПБ-2 или ультразвуковым импульсным методом. При наличии трещин, имеющих ширину раскрытия более 0,3 мм, необходимо определить состояние арматуры и бетона конструкций путем вскрытия.

6.4.8. При оценке состояния бетона железобетонных конструкций внутри резервуара определяют:

наличие крупных пор;

степень неуплотнения (каверны, пустоты, полости);

соотношение крупного заполнителя и цементного камня;

механическое и коррозионное разрушение растворной части и заполнителя.

6.4.9. Прочность бетона в железобетонных конструкциях внутри резервуара следует определять неразрушающими методами контроля по ГОСТ 22690–88 [7]: отрыв со скалыванием и (или) по величине пластических и упругопластических деформаций. Места участков испытаний на прочность должны располагаться в зонах конструкции, работающих преимущественно на сжатие:

в оголовке, в средней и нижней части колонны;

на опорах и в верхней части середины пролета балок и плит покрытий;

в зонах анкеровки самозаанкеривающейся преднапряженной арматуры в ребристых плитах покрытия, панелей стен и балок.

6.4.10. Для получения более точных данных по прочности бетона, глубине коррозии, глубине пропитки необходимо дополнительно к вышеуказанным методам применять метод извлечения из конструкций образца бетона (кернов, кубов) в местах, свободных от арматуры (ГОСТ 28570–90 [9]). Контрольную прочность бетона допускается определять по результату испытаний одного образца в лабораторных условиях.

Ультразвуковой метод определения прочности используют в соответствии с ГОСТ 17624–87 [4].

6.4.11. Количество участков для определения прочности бетона следует принимать не менее трех на одной конструкции или в зоне конструкции при оценке по средней прочности бетона и не менее двенадцати для одной конструкции или группы конструкций при статической оценке прочности бетона для поверочных расчетов.

6.4.12. Количество участков для определения прочности бетона в конструкции методом отрыва со скалыванием должно быть не менее трех. Прочность бетона определяется по градуировочным за-

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

висимостям по величине усилия отрыва (ГОСТ 22690–88 [7]). В местах вырывов определяют размеры слоев с измененной структурой вследствие ее пропитки нефтепродуктами и (или) коррозии.

6.4.13. Места отбора проб бетона для определения глубины проникновения нефтепродуктов в сечения конструкций или глубины повреждения бетона коррозией определяют визуально. Отбор проб производится сверлением или бурением послойно. Размер слоя соответствует размеру крупного заполнителя. Количество проб, отбираемых для исследований, — не менее трех от каждой зоны обследований. Масса проб для определения веществ в составе бетона — 50–100 г, отбираются куски бетона размером 10–15 $см^2$ по поверхности и 50–70 мм в глубину.

Места отбора проб омоноличиваются раствором состава 1 : 3 (цемент : песок).

6.4.14. При обследовании состояния сопряжений железобетонных конструкций (колонн с балками, плит покрытия с балками) фиксируются площадки опирания, наличие и размеры трещин в сопряжениях, их характер и распространение. При вскрытии сопряжения визуально устанавливают:

взаимное положение элементов конструкций, площади опор;

плотность бетона, наличие в нем раковин и пустот, продуктов коррозии;

состояние сварных монтажных швов, их длину и высоту, наличие и размеры участков непроваров, степень коррозии, наличие трещин;

окраску бетона в месте контакта с закладной деталью или арматурой (есть ли следы ржавчины);

состояние закладных деталей и арматуры.

Прочность бетона в сопряжениях определяют неразрушающими методами контроля (п. 6.4.9). После обследования вскрытый участок омоноличивается раствором 1 : 3.

6.4.15. Состояние арматуры оценивают на вскрытых участках длиной 40–50 см по характеру коррозии поверхности (тонкий на-

лет ржавчины, отдельные пятна, сплошная равномерная, неравномерная, слоистая, местная в виде язв, точечная) и по толщине, глубине и плотности продуктов коррозии. Глубину и толщину коррозионных поражений определяют с помощью микрометра или микроскопа МПБ-2 в зависимости от характера коррозии.

6.4.16. При предварительном обследовании железобетонных конструкций состояние арматуры можно оценить визуально в процентах. Для арматуры периодического профиля необходимо отмечать остаточную выраженность рифов после зачистки.

6.4.17. Все дефекты и повреждения, участки инструментальных измерений и отбора проб фиксируются на схеме Ведомости дефектов железобетонных конструкций внутри резервуара.

6.5. Обследование покрытия резервуаров

6.5.1. Перед обследованием покрытия из эксплуатационной документации следует выяснить, наблюдались ли деформации покрытия в результате перелива нефти, нефтепродуктов или из-за каких-либо других механических воздействий.

6.5.2. Перед обследованием покрытия при наличии водяного экрана необходимо слить воду и очистить поверхность от ила. В случае грунтовой засыпки обследование проводить выборочно, расчищая для этого грунт в трех-четырех местах. При необходимости эти места промываются водой, продуваются сжатым воздухом.

6.5.3. При предусмотренной гидроизоляции покрытия из битумной обмазки, цементной стяжки фиксируют характер дефектов, величину и количество трещин на ней (п. 6.4.7), места разрушений.

6.5.4. При обследовании монтажных, световых люков и люка-лаза на покрытии следует определять глубину коррозии металла несущих элементов, состояние уплотняющих прокладок и верхнего слоя бетона вокруг люков.

6.5.5. При визуальном осмотре внутренних поверхностей железобетонных конструкций покрытия визуально оценивают и фиксируют:

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

деформированное состояние балок и плит (их провисы более 20–30 мм);

наличие обрушения бетона полок и защитного слоя бетона (на площади более 1 м^2);

вывалы фрагментов бетона из конструкций и мест их сопряжений (более 50–100 мм);

оголение рабочей арматуры в растянутой части сечения на длину 300–500 мм и более, ее обрывы;

изломы продольных ребер плит, изломы самих плит;

вырывы стальных закладных деталей;

отколы бетона в зонах опирания плит и балок;

смещения с опор плит и балок более 20–30 мм;

наличие наклонных трещин у опор и в пролете, раскрытых более 1–2 мм;

наличие коррозионных трещин вдоль арматуры;

По окончании визуального осмотра определяются участки и количество инструментальных измерений.

6.5.6. При инструментальном обследовании плит покрытия измеряют геометрию сечений, прочность бетона в сжатой зоне на опорах и в верхней части середины пролета. Выявляются количество, характер и величина раскрытия трещин (п. 6.4.7), глубина карбонизации, наличие хлор-ионов (п. 6.4.6) и величина защитного слоя бетона (п. 6.4.4). Прочность бетона плит покрытия определяется неразрушающими методами (пп. 6.4.9–6.4.12), состояние арматуры — в соответствии с п. 6.4.15.

6.5.7. Прогибы и смещение элементов покрытия измеряют геодезическими инструментами или другим способом с точностью не менее 1 мм. Предельно допустимые прогибы для балок — не более $^1/_{200}$ (20 мм), для плит покрытия — не более $^1/_{200}$ (25 мм).

При обследовании плит, имеющих прогибы, следует обратить особое внимание на сплошность бетона в стыках с соседними плитами, на наличие трещин в них и величину смещений по вертикали одной плиты относительно другой и на площадки опирания на балки и панели стен.

6.5.8. В стыках плит и сопряжениях крайнего ряда плит со стенкой резервуара измеряется величина раскрытия трещин (п. 6.4.7), прочность бетона замоноличивания (п. 6.4.9) и состояние закладных деталей и арматуры (п. 6.4.15).

6.5.9. Составляются эскизы плит, балок и Ведомость дефектов на покрытие с описанием характера и зарисовкой на схеме мест расположения повреждений и отклонений и мест определений свойств и отбора проб.

6.6. Обследование стенок и днища резервуаров

6.6.1. При обследовании стенок и днища железобетонного резервуара сначала необходимо провести инструментальный обмер геометрических параметров:

вертикальности стенки с помощью отвеса или теодолита;

отклонения стенки от окружности по высоте в цилиндрических резервуарах;

величины неравномерной осадки (пучения) днища с помощью нивелира.

6.6.2. Бетонные поверхности стенки, днища, узлов сопряжения днища со стенкой и стыков панелей стенки обследуются на наличие трещин, возникновение и ширину их раскрытия (п. 6.4.7).

6.6.3. В местах расположения трещин и на дефектных участках днища и внутренней поверхности стенки определяется глубина пропитки нефтью и нефтепродуктами с помощью линейки или микроскопа МПБ-2. Бетон, пропитанный на глубину не более 20 мм, считается непораженным.

6.6.4. Прочность бетона днища, стенок, бетона замоноличивания в стыках панелей стенки и узлов сопряжений стенки с днищем определяют неразрушающими методами (п. 6.4.9).

6.6.5. Для более точного определения прочности бетона внутренней стенки и днища железобетонного резервуара, пропитанного нефтью и нефтепродуктами на глубину более 20 мм, рекомендуются отбор кернов из указанных конструкций и испытания проб бетона лабораторным путем (ГОСТ 28570–90 [9]).

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

6.6.6. Водонепроницаемость бетона днища и стенок определяют лабораторным испытанием образцов, извлеченных из конструкции согласно ГОСТ 12730.5–84* [3]. Марка по водонепроницаемости должна быть не менее *W*8 (СНиП 2.03.11–85 [11]).

6.6.7. Состояние монолитных угловых участков стен оценивается аналогично п. 6.4.7, причем в ненапряженных резервуарах при отсутствии специальных защитных мероприятий ширина раскрытия трещины должна быть не более 0,1 мм.

6.6.8. По результатам обследования составляются Ведомость дефектов в плитах стенки и днища резервуара с описанием характера и зарисовкой на схеме мест расположения повреждений и отклонений, а также акты лабораторных испытаний проб бетона и места их отбора на конструкциях.

6.7. Обследование элементов вторичной защиты (облицовок и окрасок) панелей стен и днища резервуаров

6.7.1. В железобетонных резервуарах, предназначенных для хранения агрессивных к бетону нефтепродуктов (приложение 4), на внутреннюю поверхность стен и днища наносится вторичная защита, предотвращающая пропитку пористой структуры бетона и утечки нефтепродуктов. Материалы, применяемые для вторичной защиты бетона: листовая сталь толщиной 3–4 мм, листы асбошифера, тиоколовые листы, тиоколовые мастики (для окраски бетона).

6.7.2. При обследовании облицовок визуально оценивается сплошность материала листов и стыков, зоны отслоений, коррозии, состояние элементов крепежа.

6.7.3. При обследовании уплотняющих бетон окрасок визуально оценивается сплошность покрытий, участки повреждений, вздутий, отслоений от бетона.

6.7.4. Места нарушения сплошности листовых и окрасочных облицовок фиксируются на эскизах и заносятся в Ведомость дефектов на облицовку и окраску панелей стен и днищ.

6.8. Обследование приемо-раздаточных патрубков и места их ввода

6.8.1. При обследовании очищенного от загрязнений места ввода патрубков необходимо произвести визуальный осмотр в целях определения мест утечки нефти и нефтепродуктов. При наличии утечек следует оценивать глубину пропитки бетона (п. 6.6.3).

6.8.2. Обследование места ввода проводится через проходной канал. При отсутствии проходного канала необходимо отрывать вертикальный или наклонный шурф в грунтовой обсыпке резервуара.

6.8.3. Наряду с обследованием места ввода оценивается состояние железобетонных конструктивных элементов проходного канала (п. 6.3.13).

6.8.4. В Ведомости дефектов на приемо-раздаточные патрубки указываются и зарисовываются на схеме места утечек нефти и нефтепродуктов, а также выявленные повреждения железобетонных конструкций проходного канала.

6.8.5. Обследование приемо-раздаточных патрубков необходимо производить при помощи толщиномеров типа УТ-93П, УТ-96 и их аналогов во взрывобезопасном исполнении, позволяющих измерять толщину металла в интервале от 0,2 до 50 мм с точностью 0,1 мм при температуре окружающего воздуха от –10 до +40 °С.

6.8.6. В первую очередь следует производить измерение толщины металла приемо-раздаточных патрубков в местах резкого изменения направления движения жидкости (тройники, отводы). Измерение можно производить как при заполненных жидкостью, так и при пустых трубах.

6.8.7. В местах проведения замеров необходимо очищать поверхность от загрязнений, краски и продуктов коррозии до металлического блеска.

6.8.8. Настройку приборов следует производить в соответствии с требованиями заводских инструкций. Исправность приборов определяется контрольными замерами на эталонных образцах.

6.8.9. К проведению обследования приемо-раздаточных патрубков допускаются квалифицированные специалисты, имеющие

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

специальную подготовку и удостоверение, подтверждающее их право на оценку качества металла по результатам обследования.

6.8.10. По результатам обследования составляется ведомость дефектов на приемо-раздаточные патрубки с указанием мест измерения, толщин металла, характера коррозии.

6.9. Определение осадки и герметичности резервуаров

6.9.1. Величина неравномерной осадки железобетонного резервуара определяется с помощью нивелира, так же как и при частичном наружном обследовании (п. 5.3).

6.9.2. Для оценки осадки оснований резервуаров за длительный период эксплуатации необходимо установить постоянные точки нивелирования в центральной точке покрытия и в точках покрытия над стенкой. Привязку отметок точек нивелирования следует проводить к постоянному реперу.

6.9.3. Определение степени герметичности резервуара и испытание покрытия на газопроницаемость проводятся аналогично п. 5.3 и пп. 5.4–5.7 частичного наружного обследования.

6.9.4. При необходимости герметичность и осадка железобетонных резервуаров определяются путем гидравлических испытаний согласно Правилам технической эксплуатации железобетонных резервуаров для нефти [15].

6.9.5. По результатам определения осадки резервуара, гидравлического испытания и испытания покрытия на газонепроницаемость составляются соответствующие акты (Правила технической эксплуатации железобетонных резервуаров для нефти [15]).

7. ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

7.1. По результатам обследования на основании полученных данных необходимо различать виды дефектов и повреждений, мало

влияющие на свойства конструкции, и опасные, снижающие прочностные и деформативные свойства конструкции.

7.2. По результатам полного технического обследования в зависимости от видов и количества дефектов несущие конструкции (панели стен, колонны, балки и плиты) железобетонных резервуаров в зависимости от их состояния можно отнести к одной из четырех категорий технического состояния конструкций:

1) исправное;

2) работоспособное;

3) ограниченно работоспособное;

4) неработоспособное (аварийное).

7.3. Ограниченно работоспособное состояние подразделяется в свою очередь на две категории технического состояния конструкций.

а) III (а) — ограниченно работоспособное состояние со сроком эксплуатации от 1 до 3 лет (или до 5 лет при условии полной уборки снега, ограничения вакуума и избыточного давления на 50 %);

б) III (б) — ограниченно работоспособное состояние с максимальным сроком эксплуатации до 1 года (при условии ограничения по снеговым нагрузкам 100 %, избыточного давления и вакуума на 50 %, а также при необходимости проведения работ по разгрузке и страховочному усилению).

7.4. Состояние резервуара считается исправным при отсутствии дефектов или если имеют место следующие дефекты и повреждения:

трещины от усадки бетона или расчетной нагрузки — на ребрах или нижней плоскости плит покрытия, плоскостях балок, колонн, днища, панелей стенки в стыках, в торкретбетоне при ширине раскрытия 0,15 (0,1) мм, допустимой по СНиП 2.03.11–85 [11] и не влияющей на несущую способность конструкций;

сколы бетона (менее 0,05 % площади сечения элементов) от механических воздействий в растянутой зоне балок, плит покрытий, панелей стен, ребер колонн, которые мало влияют на несущую способность конструкций;

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

прочность бетона, определенная неразрушающими методами и лабораторными испытаниями проб, во всех железобетонных конструкциях резервуаров не ниже нормативной проектной;

величина защитного слоя торкретбетона и бетона сборных и монолитных железобетонных конструкций на отдельных участках (не более 20 % общего числа замеренных) меньше проектной на 5,0 мм;

величина прогибов балок и плит покрытия в середине пролета не превышает 30 мм, допустимых по СНиП 2.03.01–84* [10];

потери площади сечения рабочей арматуры в сборных и монолитных железобетонных конструкциях нет, поверхность арматуры при вскрытии защитного слоя бетона не имеет признаков коррозии;

глубина карбонизации торкретбетона и защитного слоя бетона сборных и монолитных железобетонных конструкций резервуара меньше $^1/_2$ толщины защитного слоя;

марка бетона (торкретбетона) по водонепроницаемости не ниже *W*8 (водопоглощение по массе до 4,2 %).

7.5. Для работоспособного состояния конструкций резервуара характерны следующие дефекты и повреждения:

волосяные трещины вдоль арматуры, резкие следы ржавчины на бетоне сборных и монолитных железобетонных конструкций;

раскрытие силовых трещин 0,3 (0,15) мм;

при простукивании поверхностей бетона имеется «бухчение» и отслоение защитного слоя бетона на площадях менее 0,5м^2;

глубина карбонизации менее толщины защитного слоя бетона;

в зоне трещин и в карбонизированном защитном слое бетона на стержневой арматуре слой продуктов коррозии до 0,8 мм, на напрягаемой арматуре B_p-II — не более 0,3 мм;

потери площади сечения рабочей ненапрягаемой арматуры и закладных деталей в сборных и монолитных железобетонных конструкциях резервуара не превышают 7 %;

прочность бетона рабочего сечения сборных и монолитных железобетонных элементов резервуара (за пределами защитного слоя бетона и в сжатой зоне), определенная неразрушающими методами и лабораторными испытаниями проб, ниже нормативной проектной не более чем на 10 %;

толщина защитного слоя торкретбетона и бетона на сборных и монолитных железобетонных конструкциях резервуаров меньше проектной до 10 мм на площади до 1 м^2;

величина прогибов балок и плит покрытия не более 35 мм;

глубина пропитки бетона сборных и монолитных конструкций нефтью и нефтепродуктами менее 40 мм;

понижение несущей способности железобетонных конструкций резервуара до 90–95 % (см. табл. 1);

марка бетона по водонепроницаемости не ниже *W*4.

7.6. Для ограниченно работоспособного состояния конструкций со сроком эксплуатации от 1 до 3 (5) лет характерны следующие дефекты и повреждения:

трещины в сборных и монолитных конструкциях резервуара, вызванные эксплуатационными воздействиями, с раскрытием до 0,5 (0,3) мм (см. табл. 1);

карбонизация бетона более толщины защитного слоя, наличие участков с рыхлой структурой бетона с маркой бетона по водонепроницаемости ниже *W*4;

глубина пропитки бетона нефтепродуктами до 60 мм;

прочность бетона, определенная неразрушающими методами и лабораторными испытаниями проб, ниже нормативной проектной в балках и плитах покрытия — до 30 %, в остальных — сборных и монолитных конструкциях — до 20 %;

отслоение защитного слоя бетона с оголением арматуры на элементах конструкций на площади до 1,0 м^2;

обвалы торкретбетона от стыков панелей стен и наружной поверхности — до 3 м^2;

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

отслоение защитного слоя бетона с оголением и коррозионным повреждением рабочей арматуры до 15 % на длине более 2 м в балках и продольных ребрах плит покрытия;

слой продуктов коррозии на стержневой арматуре и закладных деталях — до 3 мм, на напрягаемой проволочной арматуре B_p-II до 1,5 мм;

потеря площади сечения рабочей стержневой арматуры — до 15 %, напрягаемой проволочной до 10 %;

уменьшение площадок опирания балок на колонны и плит на балки и стенки резервуара не более 20 мм;

величина прогиба балок и плит покрытия не превышает 40 мм;

вздутие облицовок, отрывы листов от анкеров, вспучивание полов;

провалы полок в плитах покрытия не более 0,5 м^2;

снижение несущей способности сборных и монолитных железобетонных конструкций — до 80 % в зависимости от уменьшения сечения рабочей арматуры.

7.7. Для ограниченно работоспособного состояния конструкций с максимальным сроком эксплуатации до 1 года характерны следующие дефекты и повреждения.

7.7.1. Железобетонные конструкции стен (монолитная плита или сборные панели):

признаки относительного смещения стен относительно днища или покрытия — отслоение торкретбетона на стыках панелей внутри, обрушение торкретбетона на напрягаемой арматуре на площади 5 м^2 и более;

наличие трещин в стыках между панелями вертикальных и в монолитном бетоне горизонтальных (в зонах без навивки арматуры и др.) с раскрытием до 0,5 (0,4) мм длиной до 0,5 м;

наличие трещин в бетоне омоноличивания стыков днища и стен и в бетоне омоноличивания стен и плит покрытия с раскрытием до 0,5 (0,4) мм;

смещение плит покрытия со стены до 10 мм;

оголение напрягаемой арматуры на площади более 3 м^2, слой продуктов коррозии на стержневой арматуре и закладных деталях

более 3 мм, коррозионные язвы на проволочной напрягаемой арматуре — до 3 мм и разрывы отдельных проволок (до 5 шт.) на длине наружной поверхности стен — до 10 м;

снижение уровня преднапряжения в кольцевой арматуре до 30 % от проектного;

пропитка бетона нефтепродуктами на всю толщину стен;

наличие рыхлого бетона (продукты коррозии, размораживание) в слое глубиной до 6 см на площади более 1 м^2;

отколы, вывалы бетона омоноличивания из стыков между плитами стен, плитами стен и плитами покрытия, стен и днища на площади более 1 м^2 на глубину до 60 мм;

отслоение облицовок на площади до 10 м^2, трещины в сварных швах стальных листов;

разрушение полимерных покрытий на стыках панелей, зонах примыкания к днищу на площади более 5 м^2.

7.7.2. Железобетонная плита днища:

пропитка бетона плиты на полную толщину;

снижение прочности бетона более 30 % от нормативной проектной;

отколы, выломы бетона, щебня из бетона вследствие его коррозионной деструкции на глубину до 60–80 мм на площади ячейки 6×6 м участков более 1 м^2;

провалы основания и провисание плит ниже отметки пола более 50 мм;

коррозионные повреждения стержневой арматуры плиты на 50 % сечения, разрывы стержней сетки (4–6 шт. в пределах ячейки размером 6×6 м);

трещины в бетоне в зоне стыков со стеновыми панелями с раскрытием 0,5 (0,4) мм;

выколы бетона омоноличивания стыков со стенами на глубину более 100 мм;

местное разрушение стальных облицовок на площади до 1 м^2 с отслоением листов и разрывов сварных швов на длине до 0,5 м;

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

вздутие, отслоение и разрывы полимерных защитных покрытий на площади более 10 м^2.

7.7.3. Железобетонные колонны и фундаменты:

трещины в бетоне вдоль рабочей арматуры и хомутов и трещины нормальные к вертикальной оси с раскрытием более 0,5 (0,4) мм;

отслоение арматурных стержней от ствола с разрывом хомутов на длине до 1 м;

пропитка бетона на глубину до 60 мм;

снижение прочности бетона более 30 % нормативной проектной;

отслоение защитного слоя бетона на площади до 0,5 м^2 на стволах, консолях и фундаментах;

коррозионное повреждение арматуры на глубину до 30 % сечения, слой продуктов коррозии на закладных деталях более 3 мм;

трещины в бетоне консолей с раскрытием 0,5 (0,4) мм;

вертикальное перемещение (осадка) на глубину до 50 мм;

отклонение от вертикали более 30 мм;

разрушение бетона стакана фундамента на высоте до 100 мм с оголением и разрывом арматуры;

выкрашивание бетона омоноличивания колонны в стакане фундамента на площади более 50 %;

уменьшение рабочего сечения более 30 % равномерно со всех сторон или с одной стороны более 180 мм, снижение несущей способности до 65 % (см. табл. 1).

7.7.4. Железобетонные балки и плиты покрытия:

понижение прочности бетона до 30 % нормативной проектной;

отслоение защитного слоя бетона с оголением всех рабочих стержней арматуры в балках при их коррозионном повреждении более 15 %;

отслоение защитного слоя бетона с оголением и коррозионным повреждением рабочей арматуры более 15 % в обоих ребрах плиты по всей длине в пролете;

коррозионные повреждения рабочей арматуры и закладных деталей с потерей сечения до 30 %;

наличие трещин в бетоне в пролете и на опорах с раскрытием до 0,5 (0,4) мм;

глубина пропитки бетона нефтепродуктами до 40 мм;

наличие горизонтальных трещин в бетоне сжатой зоны балок с раскрытием 0,2 мм и длиной до 100 мм и горизонтальных трещин по контакту ребра и полки плит с раскрытием до 1 мм и длиной более 1 м;

отслоение рабочей арматуры от бетона ребер плит в пролете на длине более 2 м;

смещение конструкций с опоры до 2 см;

величина прогиба балок и плит покрытия не превышает 55 мм;

провалы полок в ребристых плитах покрытия не более 1 м^2;

снижение несущей способности в пролетных до 65 % и опорных сечениях до 70 %.

7.8. Неработоспособное (аварийное) состояние железобетонных конструкций резервуара характеризуется следующими дефектами и повреждениями:

излом стеновой панели с раздроблением бетона и выколом его на площади более 1 м^2;

разрыв кольцевой напрягаемой арматуры более 30 % проволоки в пределах 1 м высоты стены;

раскрытие горизонтальных трещин в панели стен более 1,5 мм;

снижение уровня преднапряжения в кольцевой арматуре более 30 %;

раздробление бетона в рабочем сечении колонн с выпучиванием арматуры в вертикальном перемещении колонн на глубину более 100 мм;

излом плит или ребер плит покрытия с зависанием на рабочей арматуре;

смещение балок (1–2 шт.) с опор с обрушением плит покрытия;

провалы бетона днища глубиной более 300 мм на площади более 3 м^2;

несущая способность конструкций менее 65 % (см. табл.1);

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

прогибы конструкции (в том числе колонн) более 55 мм;

к аварийному состоянию железобетонных конструкций могут быть отнесены также перечисленные в п. 7.7 признаки, усиленные на 50 %.

7.9. Положения пп. 7.4–7.8 уточняются в процессе полных технических обследований.

7.10. Оценка остаточного ресурса железобетонных конструкций резервуаров производится на основании анализа результатов поверочных расчетов несущей способности (устойчивость, продавливание) и деформативности (раскрытие трещин, прогибов) всех входящих в сооружение элементов, получивших повреждения (механические или коррозионные) в процессе эксплуатации.

7.10.1. Поверочные расчеты выполняются по методам действующего в РФ нормативного документа СНиП 2.03.01–84* [10] с использованием фактических данных о геометрических размерах сечений и длин, схем опирания, физико-механических и коррозионных свойств материалов железобетонных конструкций и их защиты, установленных при обследованиях в соответствии с положениями настоящей Инструкции. Расчетом определяются уровни контрольных параметров, по которым устанавливаются категории технического состояния обследованных железобетонных конструкций.

7.10.2. Продолжительность безопасной эксплуатации, остаточный ресурс и необходимость ремонта, страховки от обрушения, усиления и восстановления железобетонных конструкций определяются из сопоставления результатов расчетов и определений с предельно допустимыми уровнями контрольных параметров технического состояния по табл. 1. Сроки до следующего полного технического обследования или ремонта, а также продолжительность эксплуатации конструкций в сооружении до перехода (без ремонта) в следующую категорию состояния установлены на основании многочисленных лабораторных исследований, контрольных заводских испытаний сборных железобетонных конструкций и многолетнего опыта натурных исследований технического и коррозионного состояния эксплуатирующихся и аварийных (обрушившихся) железобетонных конструкций.

7.10.3. Достоверность остаточного ресурса конструкций обеспечивается соответствием качества результатов обследований, параметрами нагрузки и действующей среды при ограничениях, установленных настоящей Инструкцией (см. табл. 1).

7.10.4. Определение остаточного ресурса эксплуатации железобетонных резервуаров и определение сроков вывода их из эксплуатации для текущего ремонта, восстановления или замены поврежденных аварийных конструкций производятся исходя из анализа категорий технического состояния конструкций и экономической целесообразности.

7.10.5. Резервуар не имеет ресурса и выводится из эксплуатации, если при полном техническом обследовании установлено, что несущие железобетонные конструкции отнесены к категории IV даже в единственном числе.

7.10.6. Наличие в резервуаре конструкций III (б) категории позволяет в течение 12 месяцев эксплуатировать сооружение с ограниченными нагрузками по табл. 1.

7.10.7. Наличие в резервуаре конструкций III (а) категории позволяет эксплуатировать сооружение в течение трех лет, а при условиях ограничения нагрузок — в течение пяти лет, учитывая интенсивность деструктивных и коррозионных процессов, что переводит конструкции в категорию III (б).

7.10.8. Наличие в резервуаре конструкций I, II, III (а), III (б) категорий создает множество сочетаний в определении остаточного ресурса эксплуатации от десяти до одного года, и решение принимается индивидуально в каждом конкретном случае и вносится в Заключение по полному техническому обследованию.

7.10.9. Все выявленные дефекты и повреждения сборных и монолитных железобетонных конструкций резервуаров должны быть исправлены с последующими испытаниями или контрольной проверкой нагрузки.

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

Предельно допустимые уровни контрольных параметров безопасной эксплуатации несущих железобетонных конструкций

Категория	Техническое состояние	Контрольные			
		деструктивные			
		Скорость снижения свойств от поверхности бетона		Скорость коррозии металла, мм/год	
		прочности, мм/год	проницаемости, за 10 лет марка, *W*	арматуры и обетонир. закладных деталей	необетонир. закладных деталей и облицовки
I	Исправное	1,5	От 8 до 6	0,1 (0,05 для Вр-II)	0,15
II	Работоспособное	5,0	От 6 до 4	0,2 (0,10 для Вр-II)	0,25
III (а)	Ограниченно работоспособное	7,0	От 4 до 2	0,28 (0,2 для Вр-II)	0,45
III (б)	Ограниченно работоспособное	8,0	От 2 до 0	1,5 (1,0 для Вр-II)	1,7
IV	Неработоспособное (аварийное)	8,0	От 2 до 0	>1,5	>1,7

* Рассматриваются резервуары и ограждающие ж/б конструкции казематных

** 5 лет при условии полной уборки снега, ограничения вакуума и избыточного

*** При условиях действия ограничений по снеговым нагрузкам 100 %, избыточному

Таблица 1

технического состояния, по которым устанавливаются сроки (колонн, панелей стен, балок и плит перекрытий)*

параметры				Срок следующего полного технического обследования (ремонта), годы	Продолжительность эксплуатации до перехода в следующую категорию, годы
деформационные		прочностные			
Прогиб оси эксцент., см	Раскрытие трещин в бетоне кратковремен. (длительн.), мм	Несущая способность остаточная			
		Пролетные нормальные сечения, %	Опорные наклонные, %		
3,0 / 1,5	0,15 (0,1)	100	100	10	До 10
3,5 / 3,0	0,3 (0,15)	90	95	до 10	До 5
4,0 / 4,5	0,5 (0,3)	80	85	до 3 (5**)	До 3
5,5 / 7,5	0,5 (0,4)	65	70	Ремонт*** в течение года, разгрузка, страховочные усиления	До 1
≥5,5 / >7,5	>1,5	<65		Усиление, восстановление, замена	

резервуаров после эксплуатации более 10 лет.
давления на 50 %.
давлению и вакууму на 50 %.

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

7.10.10. Ремонтные и восстановительные работы конструктивных элементов и защиты их поверхностей должны производиться по индивидуальному проекту на конкретный резервуар, включая Проект производства работ (РД 39-0147103-378–87 [14]).

7.10.11. Для ремонта бетонных поверхностей сборных и монолитных железобетонных конструкций резервуаров необходимо применять специальные бетоны повышенной плотности, морозостойкости и с повышенными защитными свойствами для арматуры — бетоны с модифицированной структурой, специальными неорганическими добавками (микрокремнезем, расширяющиеся добавки) и пластификаторами.

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

7.10.13. По оценке результатов полного технического обследования составляется Заключение экспертизы промышленной безопасности о техническом состоянии резервуара, условиях его дальнейшей безопасной эксплуатации и определяются сроки следующих частичных наружных и полных технических обследований.

8. ОФОРМЛЕНИЕ И ВЫДАЧА ЗАКЛЮЧЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РЕЗЕРВУАРА

8.1. На выполненные работы при полном техническом обследовании железобетонных резервуаров, организации, проводившие их, составляют первичную документацию согласно Правилам технической эксплуатации железобетонных резервуаров для нефти [15] и СНиП 3.03.01–87 [12] (акты, эскизы конструкций с фиксацией дефектов, протоколы, журналы, ведомости дефектов, расчеты и т.п.), на основании которой в соответствии с требованиями

ПБ 03-246–98 [13] оформляется Заключение экспертизы промышленной безопасности о возможности и условиях дальнейшей безопасной эксплуатации железобетонного резервуара, необходимости его ремонта или исключения из эксплуатации. Первичная документация хранится у исполнителя.

8.2. По результатам полного технического обследования железобетонного резервуара экспертная организация выдает предприятию-владельцу Заключение экспертизы промышленной безопасности о возможности эксплуатировать железобетонный резервуар при заданных технологических параметрах с установлением срока его безопасной эксплуатации, а также приложение, содержащее расчет несущей способности железобетонных конструкций и акты, указанные в п. 8.3 настоящей Инструкции.

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

акт проведения визуального наружного и внутреннего осмотра железобетонного резервуара (приложение 5);

акт определения прочности бетона железобетонных конструкций (приложение 6);

Журнал регистрации нивелирных отметок резервуара (Правила технической эксплуатации железобетонных резервуаров для нефти [15]);

акт на гидравлическое испытание резервуара (Правила технической эксплуатации железобетонных резервуаров для нефти [15]);

акт на испытание покрытия резервуара на газонепроницаемость (Правила технической эксплуатации железобетонных резервуаров для нефти [15]);

расчет несущей способности железобетонных конструкций.

8.4. Заключение экспертизы промышленной безопасности о возможности дальнейшей безопасной эксплуатации железобетонного резервуара при допустимом технологическом регламенте его работы выдается только экспертной организацией, имеющей лицензию Госгортехнадзора России.

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

Приложение 1[1]
Справочное

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Безопасная эксплуатация железобетонного резервуара — система мер, обеспечивающих предупреждение аварий строительных конструкций путем систематических технических осмотров конструкций и их инструментального обследования.

Визуальный наружный и внутренний осмотр — осмотр железобетонных конструкций резервуара с наружной и внутренней стороны в целях выявления и определения размеров дефектов и коррозионных повреждений.

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

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

Заключение экспертизы промышленной безопасности — документ, оформленный в соответствии с требованиями ПБ 03-246–98 [13], указывающий сроки и условия дальнейшей безопасной эксплуатации железобетонного резервуара, который выдает экспертная организация по результатам проведения полного технического обследования.

Категория технического состояния — наличие в железобетонных конструкциях определенного вида и количества дефектов и повреждений, позволяющих эксплуатировать железобетонные конструкции без ремонта в течение определенного времени

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 документе отсутствует. (*Примеч. изд.*)

Неразрушающие методы контроля прочности бетона — определение прочности бетона железобетонных конструкций в соответствии с требованиями ГОСТ 17624–87 [4], ГОСТ 22690–88 [7], ГОСТ 28570–90 [9].

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

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

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).

Частичное наружное обследование — комплекс работ, проводимых персоналом предприятия-владельца без остановки железобетонного 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

Экспертная организация — организация, для которой вид деятельности, связанный с проведением экспертизы промышленной безопасности, предусмотрен уставом, которая располагает необходимыми средствами неразрушающего контроля (приборами, оборудованием и методиками), нормативной и методической технической документацией, утвержденной в установленном порядке, обученными и аттестованными специалистами, обладающими опытом эксплуатации и обследования железобетонных резервуаров, и которая имеет лицензию Госгортехнадзора России на этот вид деятельности.

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

Приложение 2
Обязательное

СХЕМА
обследования железобетонных резервуаров с минимальным количеством инструментальных измерений

1. Основанием для принятия решения по количеству инструментальных измерений и определений свойств материалов являются результаты визуальных обследований.

2. Особенное внимание следует уделить следующим участкам:

узлам опирания балок покрытия на консоли колонн внутри резервуара;

узлам сопряжения крайнего ряда плит покрытия со стенкой резервуара;

местам ввода приемо-раздаточных патрубков.

3. Основными признаками необходимости проведения инструментальных обследований является наличие конструкций III (б) и IV категорий и, в первую очередь, основных несущих конструкций стен (панелей), кольцевой арматуры, колонн, фундаментов, днища.

4. В конструкциях I и II категорий количество определений глубины пропитки и послойной прочности бетона возможно ограничить по три по высоте на стенах в трех элементах и в трех колоннах по три по высоте (первое — у днища, второе — в зоне переменного горизонта и в зоне опирания балок, плит).

5. В конструкциях III (б) и IV категорий требуются индивидуальные определения параметров, указанных в табл. 1 настоящей Инструкции.

6. В конструкциях III (а) категории минимальное количество определений возможно достигнуть, прибегнув к группированию конструкций по условиям воздействий. В группе от 10 до 100 единиц. Для представителей групп провести измерения как в п. 4.

7. Состояние кольцевой арматуры оценивается в зависимости от возможностей шурфования, но не менее чем в 3 шурфах с определением защитных и прочностных свойств бетона, состояния арматуры и уровня ее преднапряжения.

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

Приложение 3

Справочное

Параметры железобетонных резервуаров

Унифицированный ряд резервуаров из железобетонных конструкций для нефти и нефтепродуктов, сооруженных после 1960–1974 гг., в том числе по типовым проектам серий 7-02-295* ...7-02-315**

Резервуары объемом, $м^3$	Цилиндрические		Прямоугольные	
	Диаметр, м	Высота, м	Размеры в плане, м	Высота, м
500 м.	12	4,8	12×12	3,6
1000** н., м.	18	4,8	12×18	4,8
2000** н., м.	24	4,8	18×24	4,8
3000 н., м.	30	4,8	24×30	4,8
5000* н., м .	30	7,8 (8)	—	
10 000* н., м.	42	7,8 (8)	—	
20 000 н., м.	54	9	—	
30 000 н.	60	9	—	
40 000 н.	78	9	—	

Условные обозначения: н. — нефть; м. — мазут.

Приложение 4
Справочное

Степень агрессивности некоторых видов нефти и нефтепродуктов к железобетону

№ п/п	Вид нефти и нефтепродуктов	Особенности состава и основные параметры свойств	Агрессивность к железобетону	
			Агрессивные вещества	Степень агрессивности (по СНиП 2.03.11–85 п. 24, табл. 8)
1	2	3	4	5
1	Нефть сырая Нефть сернистая	Смесь алканов, цикланов, аренов, кислородных, сернистых и азотных соединений Содержание серы до 2 % и более. Плотность 0,65–0,91 г/см^3 при 14–16 °С — выпадение парафинов	Содержание сульфат-ионов от 600 до 12 000 мг/л	Бетон *W*4 — среднеагрессивная; бетон *W*6 — слабоагрессивная; бетон *W*8 — неагрессивная
2	Мазут сернистый	Плотность 0,89–1,0 г/см^3 $t_{пост}$ = 80 °С	Содержание сульфат-ионов 800–1800 мг/л, сероводород >5 мг/м^3	То же
3	Дизельное топливо	Фракция нефти плотность 0,7–0,85 г/см^3 $t_{пост}$ = 20 °С	Содержание сульфат-ионов 400–1200 мг/л, в парах SO_2 > 0,5 мг/м^3 NO > 0,1 мг/м3	»
4	Керосин	Фракция нефти плотность 0,8–0,85 г/см^3 $t_{кип}$ = 150–300 °С	То же	Бетон *W*4 — слабоагрессивная; бетон *W*6 — неагрессивная

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

Окончание прил. 4

1	2	3	4	5
5	Бензин	Плотность 0,7–0,78 г/см^3 $t_{кип}$ = 30–200 °С	Присадки в парах, мг/м^3	Неагрессивная
6	Минеральные масла	Вязкость 20–70·10^{-6} м^2/с при 100 °С $t_{кип}$ = 300–600 °С	Присадки сульфатные 0,05–1 %, алкилфенольные 0,1–0,8 %	Бетон *W*4 — слабоагрессивная; бетон *W*6–*W*8 — слабоагрессивная
7	Подтоварные воды	t = 20–80 °С	Сульфат-ионы до 20 000 мг/л	Бетон *W*4 — среднеагрессивная; бетон *W*6 — слабоагрессивная
8	Гудрон кислый	t = 20–80 °С	pH ≤ 5	Бетон *W*4 — сильноагрессивная

Приложение 5
Справочное

АКТ
проведения визуального наружного и внутреннего осмотра железобетонного резервуара

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

Состояние железобетонного резервуара и обнаруженные дефекты

Наименование конструкций	Дефекты и повреждения
Наружный осмотр	
Стенка	
Покрытие	
Внутренний осмотр	
Днище	
Стенка	
Колонны	
Балки	
Плиты	
Узлы сопряжения	

Приложение. Схема расположения дефектов железобетонного резервуара.

Визуальный осмотр проводили:
Ф.И.О. _____
_____
_____

«___» _____ 200 _ г.

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

Приложение 6
Справочное

АКТ
определения прочности бетона железобетонных конструкций

Организация-изготовитель _____
Заводской номер _____
Дата изготовления _____
Эксплуатирующая организация _____
Регистрационный номер _____
Объем _____
Рабочая среда _____
Тип прибора _____

№-п/п	Наименование ж/б конструкции	Место определения	Показания прибора	Прочность бетона, МПа	Средняя прочность, МПа	Коэффициент вариац., %

Определение прочности бетона железобетонных конструкций резервуара проведено в соответствии с ГОСТ 22690–88 [7].

Определение прочности бетона проводили:
Ф.И.О. _____
_____

«___» _____ 200 _ г.

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.*)

[2] Действуют Правила 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.*)

По вопросам приобретения
нормативно-технической документации
обращаться по тел./факсам:
(495) 620-47-53, 984-23-56, 984-23-57, 984-23-58, 984-23-59
E-mail: gost.e-ecolog.ru

Подписано в печать 30.06.2009. Формат 60×84 1/16.
Гарнитура Times. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Объем 14,75 печ. л.
Заказ № 228.
Тираж 60 экз.

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-технический центр
«Промышленная безопасность»
105082, г. Москва, Переведеновский пер., д. 13, стр. 21

gost.e-ecolog.ru

Отпечатано в ООО «Полимедиа»
105082, г. Москва, Переведеновский пер., д. 18, стр. 1