

**Постановление Госгортехнадзора РФ от 10 сентября 2001 г. N 40
"Об утверждении "Инструкции по техническому обследованию железобетонных резервуаров для
нефти и нефтепродуктов"**

Федеральный горный и промышленный надзор России постановляет:
Утвердить ["Инструкцию"](#) по техническому обследованию железобетонных резервуаров для нефти и нефтепродуктов"

Начальник Госгортехнадзора России

В.М.Кульчев

**Инструкция
по техническому обследованию железобетонных резервуаров для нефти и нефтепродуктов
РД-03-420-01
(утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 10 сентября 2001 г. N 40)**

Введена в действие с 01 января 2002 г. постановлением Госгортехнадзора РФ от 5 декабря 2001 г. N 58

- [1. Общие положения](#)
 - [2. Порядок проведения оценки технического состояния железобетонных резервуаров](#)
 - [3. Основные факторы сокращения сроков эксплуатации железобетонных резервуаров](#)
 - [4. Организационные мероприятия, необходимые для проведения работ по оценке технического состояния железобетонных резервуаров](#)
 - [5. Частичное наружное обследование железобетонных резервуаров](#)
 - [6. Полное техническое обследование железобетонных резервуаров](#)
 - [7. Оценка остаточного ресурса безопасной эксплуатации конструкций железобетонных резервуаров](#)
 - [8. Оформление и выдача заключения экспертизы промышленной безопасности по техническому состоянию железобетонного резервуара](#)
- [Приложение N 1. Справочное. Термины и определения](#)
[Приложение N 2. Обязательное. Схема обследования железобетонных резервуаров с минимальным количеством инструментальных измерений](#)
[Приложение N 3. Справочное. Параметры железобетонных резервуаров](#)
[Приложение N 4. Справочное. Степень агрессивности некоторых видов нефти и нефтепродуктов к железобетону](#)
[Приложение N 5. Справочное. Акт проведения наружного и внутреннего осмотра железобетонного резервуара](#)
[Приложение N 6. Справочное. Акт определения прочности бетона](#)
[Литература](#)

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.

См. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов, утвержденные постановлением Госгортехнадзора РФ от 9 июня 2003 г. N 76

1.2. Настоящая Инструкция регламентирует порядок обследования прямоугольных и цилиндрических, подземных, обвалованных, частично обвалованных, наземных, сборных, монолитных, сборно-монолитных железобетонных резервуаров вместимостью от 500 до 40000 м³ ([Приложение 3](#)), а также ограждающих железобетонных конструкций казематных резервуаров.

1.3 Настоящая Инструкция не распространяется на обследование технологического резервуарного оборудования (газоуравнительная 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 с целью оценки технического состояния и разработки рекомендаций по условиям их дальнейшей безопасной эксплуатации, срокам и полноте последующих обследований, 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) и определений несущей способности сечений и замерам 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 с целью:

- 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).

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 (стр.32, 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

3.2 .Воздействие технологических факторов

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 внешних климатических факторов 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 воздействий по градиентам температур, виду и содержанию коррозионно активных к железобетону веществ определяется климатическим районом и нормируется 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 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, пассивирующего сталь и предотвращающего коррозию арматуры. Скорость коррозии бетона определяется скоростью обмена, фильтрации воды и количеством $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в цементном камне (в расчете на CaO).

3.1.6. Прочность бетона $R_v(t)$ в условиях коррозии выщелачивания можно определить по зависимости: $R_v(t) = R_o \gamma_I$, где R_o - исходная прочность, МПа; $\gamma_I = 1 - 1,5K - \exp(33K) \times 10(-5)$, $K = 0,1$ при $Q_{\text{CaO}} = 60\%$ и $K = 0,33$ при $Q_{\text{CaO}} = 30\%$ от 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) - 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 или аморфные малорастворимые соединения, ни те, ни другие не обладают вяжущими и защитными свойствами для стальной арматуры.

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

3.1.10. Второму виду коррозии подвержены железобетонные конструкции резервуаров в условиях болотных вод ($\text{pH} = 6$), 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 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, который легко вымывается водой, образует потеки 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 вызывает уменьшение относительной влажности менее 50% и повышение ее свыше 85%.

3.1.11. В железобетонных резервуарах процессы карбонизации развиваются в бетоне защитного слоя из торкрета 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 зависимости $h_{\text{loc}} = 5,0 \times \text{В/Ц} - 1,3K_i$, где K_i зависит от длительности эксплуатации $\tau_{\text{ау_экс}}$. При $\tau_{\text{ау_экс}} = 5$ лет $K_1 = 0,3$; при $\tau_{\text{ау_экс}} = 10$ лет $K_2 = 0,1$; при $\tau_{\text{ау_экс}} = 20$ лет $K_3 = 0,01$.

3.1.12. Защита бетона от развития процессов коррозии второго вида:

- первичная защита - следует применять бетоны с низким В/Ц; использовать цементы с наименьшим содержанием свободного $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и минеральными добавками кремнезема, связывающими гидроксид кальция и вторичная защита: изоляция поверхности бетона пропиточными, лакокрасочными полимерными материалами, облицовками (СНиП 2.03.1-85 [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 $\text{SO}_4(-2)$ (более 400 мг/л). В результате взаимодействия происходит связывание алюминатов цементного камня, образование и рост кристаллов гидросульфоалюмината кальция (этtringита, который увеличивается в объеме в 4,76 раза) и гипса. Скорость коррозии зависит от концентрации $\text{SO}_4(-2)$ в воде и от количества алюминатов в цементном камне, а также от суммарной концентрации солей в грунтах.

3.1.14. Прочность бетона $R_v(t)$ в условиях развития коррозии третьего вида можно определить по зависимости $R_v(t) = R_v \text{ гамма_III}$, где гамма_III зависит от содержания в бетоне связанных сульфат-ионов (в пересчете на SO_3) во времени. При $Q_{\text{SO}_3} = 5\%$ $\text{гамма_III} = 0,9$; при $Q_{\text{SO}_3} = 10\%$ $\text{гамма_III} = 0,5$ и при $Q_{\text{SO}_3} \geq 15\%$ $\text{гамма_III} = 0,1$.

3.1.15. В резервуарах такой вид коррозии может иметь место в железобетонных конструкциях днищ, а также стен 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:

- 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, т.к. наличие щелочной поровой жидкости (рН приблизительно 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 ($\text{pH} < 11,8$) путем выщелачивания или нейтрализации кислыми газами (карбонизация) гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$;

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

- механическое или коррозионное разрушение защитного слоя бетона;

- образование трещин в бетоне;

- активирующее действие хлорид- 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 преднапряженной высокопрочной арматуры В_p-II цилиндрических резервуаров (коррозия 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 W6 и W8.

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 оголенные ее участки обрабатывают ингибиторами коррозии (нитраты, бура), затем восстанавливают и обеспечивают сохранность защитного слоя бетона от всех видов коррозии (п.п. 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, т.к. 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). 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 (см. п.п.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 факторов (агрессивные адсорбционно активные органические вещества хранимых нефтепродуктов, температура, давление, вакуум).

3.2.2. Скорость проникания 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 (W4) являются агрессивными веществами и по СНиП 2.03.11-85 [11] степень их активности нормируется от сильно агрессивной (кислый гудрон), среднеагрессивной (нефть) до неагрессивной (бензин) (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: $R(t) = R_{во}(1 - 0,1\tau_{а_экс})$, где $\tau_{а_экс}$ - продолжительность воздействия нефтепродуктов на бетон, годы; $R_{во}$ - первоначальная прочность бетона; 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 определять 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 (п.5.9) привлекается экспертная организация.

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

4.3. Работы по полному техническому обследованию железобетонных резервуаров выполняются экспертными организациями, которые располагают необходимыми средствами технического диагностирования, нормативно-технической документацией на контроль и оценку 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 (Приложение 2), уточняется после изучения комплекта технической документации (пп.4.5 - 4.7), визуального осмотра на месте и окончательно указывается в программе обследования. При этом необходимо учитывать конкретные условия эксплуатации, имевшиеся ранее повреждения конструкций и выполненные работы по ремонту или реконструкции.

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

4.5. Организация проведения работ по полному техническому обследованию выполняется силами владельца резервуаров и включает в себя подготовку хранилища и передачу исполнителю работ комплект 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 растеканию 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, проведение 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 в себя:

- 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 аварийном состоянии ([разд.7](#));
- 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 исполнителя по правилам техники безопасности и противопожарной безопасности;
- выделение вспомогательного персонала и специалистов технологов для участия в обследованиях;
- обеспечение средствами личной защиты (шланговыми противогазами, касками, спецодеждой, обувью);
- монтаж освещения для проведения подготовительных работ и полного технического обследования;
- обеспечение мер пожаро- и взрывобезопасности.

4.10. Определение физико-механических характеристик бетона и арматуры в железобетонных конструкциях резервуаров должны проводиться в полном соответствии с требованиями стандартов на эти виды испытаний [[1-9](#), [18](#), [20](#)].

4.11. На выполненные при полном техническом обследовании резервуаров работы организации, проводившие их, составляют первичную документацию согласно "Правил 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 или 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, т.е. упреждению аварийных ситуаций.

5.2. Частичное наружное обследование проводится инженерно-техническим персоналом предприятия владельца без остановки резервуара с целью 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 3-4-х местах после расчистки грунтовой засыпки или после слива водяного экрана), состояние монтажных и световых люков и люка-лаза на покрытии;
- проверку состояния металлоконструкций - лестниц, площадок, эстакад и др.;
- проверку герметичности резервуара (в 3-4-х 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 2 раза в год в первые 5 лет эксплуатации, далее 1 раз в 5 лет;
- испытание покрытия резервуара на газонепроницаемость (пп.5.4-5.7);
- 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 привлечь экспертную организацию, если при частичном наружном обследовании выявлены следующие дефекты и повреждения:

- отслоение защитного слоя бетона, оголение кольцевой предварительно напряженной арматуры наружной стенки резервуара на площади более 1 м²;
- 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, имеющие лицензию Госгортехнадзора РФ на проведение такого вида работ в установленном порядке.

6. Полное техническое обследование железобетонных резервуаров

[6.1. Общие положения](#)

[6.2. Анализ комплекта технической и эксплуатационной документации](#)

[6.3. Обследование наружных поверхностей стен резервуаров](#)

[6.4. Обследование железобетонных конструкций внутри резервуаров](#)

[6.5. Обследование покрытия](#)

[6.6. Обследование стенок и днища](#)

[6.7. Обследование элементов вторичной защиты \(облицовок и окрасок\) панелей стен и днища](#)

[6.8. Обследование приемо-раздаточных патрубков и мест их ввода](#)

[6.9. Определение осадки и герметичности](#)

6.1. Общие положения

6.1.1. Полное техническое обследование железобетонных резервуаров проводится в соответствии с положениями [раздела 2](#) и включает в себя:

- 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 стен и днища;
- обследование места ввода продуктов и приемо-раздаточных патрубков;
- определение осадки и герметичности резервуара.

6.2. Анализ комплекта технической и эксплуатационной документации

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

- технические характеристики резервуара - форма (прямоугольная, цилиндрическая), конструкция (монолитная, сборная, сборно-монолитная);
- основные размеры, емкость;
- данные о конструкции стенок, днища (материал, тип и размеры) и их вторичной защиты;
- данные о плитах покрытия (ребристые, плоские, размеры и форма в плане);
- 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, дата 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 толщину продуктов коррозии при равномерной коррозии;

г) состояние гидроизоляции - ее вид, сплошность, остаточную толщину, виды и размеры [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 анкерной навитой преднапряженной 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 производится простукивание его 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. Толщина защитного слоя торкретбетона на неразрушившихся участках определяется магнитным прибором, удовлетворяющим требованиям ГОСТ 22904-93 [\[8\]](#).

6.3.7. Глубина карбонизации участков торкретного покрытия и наличия агрессивных для стали хлор-ионов определяется в соответствии с [п.6.4.6](#).

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

6.3.9. Степень коррозии преднапряженной 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](#) стены резервуара, а на конструкции отмечаются несмываемой краской.

6.3.12. В железобетонных резервуарах в зонах отсутствия кольцевой преднапряженной 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](#) ([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 3 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 устанавливается:

- 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 полков, ребер, защитных слоев, высолов;
- следы местного увлажнения, натёки высолов, ржавчины; трещины в бетоне;
- наличие обнаженной арматуры и трещин в ней, глубина язв и слои ржавчины;
- нарушение анкерной, 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.

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. С целью 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 ионов хлора определяют качественно с помощью 1%-ного раствора азотнокислого серебра (по появлению белого налета).

6.4.7. При предварительном визуальном обследовании необходимо определять природу коррозионных дефектов, вид трещин, их особенности и причины возникновения (усадочные, коррозионные, трещины от нагрузки, механические и т.д.). Ширина раскрытия трещины определяется 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 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 анкерования самозанкеривающейся 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 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 не менее трех. Прочность бетона определяется по градуировочным зависимостям по величине усилия отрыва Р (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 проникания 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, куски бетона размером 10 - 15 см² 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 ([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 налет ржавчины, отдельные пятна, сплошная равномерная, неравномерная, слоистая, местная в виде язв, точечная) и по толщине, глубине и плотности продуктов коррозии. Глубина и толщина коррозионных поражений определяются с помощью микрометра или микроскопа 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

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 3 - 4-х местах. При необходимости эти места промываются водой, продуваются сжатым воздухом.

6.5.3. При предусмотренной гидроизоляции покрытия из битумной обмазки, цементной стяжки, фиксируются характер дефектов, величина 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 оценивается и фиксируется:

- деформированное состояние балок и плит (их провисы более 2-3 см);
- наличие обрушения бетона полков и защитного слоя бетона (на площади более 1 м²);
- вывалы фрагментов бетона из конструкций и мест их сопряжении (более 50 - 100 мм);
- оголение рабочей арматуры в растянутой части сечения на длине 30 - 50 см и более, ее обрывы;
- изломы продольных ребер плит, изломы самих плит;
- вырывы стальных закладных деталей;
- отколы бетона в зонах опирания плит и балок;
- смещение с опор плит и балок более 2 - 3 см;
- 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. Выявляется 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 (2 см), для плит покрытия - не более 1/150 (2,5 см).

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 опираний 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

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

- вертикальность 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, рекомендуется отбор кернов из указанных конструкций и испытания проб бетона лабораторным путем (ГОСТ 28570-90 [9]).

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 W8 (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 составляется 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

6.7.1. В железобетонных резервуарах, предназначенных для хранения агрессивных к бетону нефтепродуктов (Приложение 4), на внутреннюю поверхность стен и днища наносятся вторичная их защита, предотвращающая пропитку пористой структуры бетона и утечки нефтепродуктов. Материалы, применяемые для вторичной защиты бетона: листовая сталь толщиной 3-4 мм, листы асбошифера, титоколовые листы, окраска бетона титоколовыми мастиками.

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.

6.8. Обследование прямо-раздаточных патрубков и места их ввода

6.8.1. При обследовании очищенного от загрязнений места ввода продуктопроводов необходимо произвести визуальный осмотр с целью определения мест утечки нефти и нефтепродуктов. При наличии утечек следует оценивать глубину пропитки бетона ([п.6.6.3](#)).

6.8.2. Обследование места ввода продуктопровода 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 продуктопроводов оценивается состояние железобетонных конструктивных элементов проходного канала ([п.6.3.13](#)).

6.8.4. В ведомости дефектов 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 аналогами 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 направлений движения жидкостей (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 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

6.9.1. Величина неравномерной осадки железобетонного резервуара определяется с помощью нивелира также 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 проводить к постоянному реперу.

6.9.3. Определение степени герметичности резервуара и испытание покрытия на газопроницаемость производятся 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 можно отнести к одной из четырех категорий:

- 1) исправное;
- 2) работоспособное;
- 3) ограниченно работоспособное;
- 4) неработоспособное (аварийное).

7.3. Ограниченно работоспособное состояние подразделяется в свою очередь на две категории:

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

б). Ограниченно работоспособное состояние с максимальным сроком эксплуатации до 1 года (при условии ограничения по снеговым [нагрузкам](#) 100%, избыточному давлению и вакууму на 50%, а также при необходимости проведение работ по разгрузке и страховочному [усилению](#)).

7.4. Состояние резервуара считается исправным при отсутствии дефектов или наличия следующих дефектов и повреждений:

- 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 нормам (СНиП 2.03.11-85 [\[11\]](#)) и не влияющих 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;

- 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 3 см, допустимых по нормам (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 половины толщины защитного слоя;

- марка бетона (торкретбетона) по водонепроницаемости не ниже W8 (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 0,5м²;

- 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 В_p-II - не более 0,3 мм;

- потери площади сечения рабочей ненапрягаемой арматуры и закладных деталей в сборных и монолитных железобетонных конструкциях резервуара не превышает 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 м²;

- величина прогибов балок и плит покрытия - не более 3,5 см;

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

- понижение несущей способности железобетонных конструкций резервуара - до 90 - 95% ([табл.1](#));

- марка бетона по водонепроницаемости - не ниже W4.

7.6. Ограниченно работоспособное состояние конструкций со сроком эксплуатации от 1 до 3 (5) лет характеризуется следующими дефектами и повреждениями:

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

- карбонизация бетона более толщины защитного слоя, наличие участков с рыхлой структурой бетона с маркой ниже W4;

- 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 м²; обвалы торкрета от стыков панелей стен и наружной поверхности - до 3 м²;

- отслоение защитного слоя бетона с оголением и коррозионном повреждении 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 В_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 2 см;
- величина прогиба балок и плит покрытия не превышает 4 см;
- вздутие облицовок, отрывы листов от анкеров, вспучивание полов;
- провалы полок в плитах покрытия - не более 0,5 м²;
- снижение несущей способности сборных и монолитных железобетонных конструкций - до 80% (не более 20%) в зависимости от уменьшения сечения рабочей арматуры.

7.7. Ограниченно работоспособное состояние конструкций с максимальным сроком эксплуатации до 1 года характеризуется следующими дефектами и повреждениями.

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 м² 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 м², 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 м²;
- отколы, вывалы бетона омоноличивания из стыков между плитами стен, плитами стен и плитами покрытия, стен и днища на площади более 1 п.м на глубину до 6 см;
- отслоение облицовок на площади до 10 м, трещины в сварных швах стальных листов;
- разрушение полимерных покрытий на стыках панелей, зонах примыкания к днищу в количестве более 5 м².

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 6 - 8 см на площади ячейки 6 x 6 м участков более 1 м²;
- провалы основания и провисание плит ниже отметки пола более 5 см;
- коррозионные повреждения стержневой арматуры плиты на 50% сечения, разрывы стержней сетки 4 - 6 штук в пределах ячейки размером 6 x 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 10 см;
- местное разрушение стальных облицовок на площади до 1 м с отслоением листов и разрывов сварных швов на длине до 0,5 м;
- вздутие, отслоение и разрывы полимерных защитных покрытий на площади более 10 м².

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% от нормативной проектной;
- отслоение защитного слоя бетона на площади до 0,5 м² 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 5 см;

- отклонение от вертикали более 3 см;
- разрушение бетона стакана фундамента на высоте до 10 см 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 18 см, снижение несущей способности до 65% ([табл.1](#)).

7.7.4. Железобетонные балки и плиты покрытия:

- понижение прочности бетона до 30% от 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 коррозионном повреждении 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 10 см 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 5,5 см;
- провалы полок в ребристых плитах покрытия не более 1 м²;
- 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 м²;
- разрыв кольцевой напрягаемой арматуры более 30% проволоки в пределах 1 п.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 10 см;
- 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 30 см на площади более 3 м²;
- несущая способность конструкций менее 65% ([табл.1](#));
- прогибы конструкции (в т.ч. колонн) более 5,5 см;

- к аварийному состоянию железобетонных конструкций могут быть отнесены также признаки по [п.7.7, усиленные](#) на 50%.

7.9. Положения в [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 (устойчивости, продавливания) и деформативности (раскрытия 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 определяется 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 экспертным методом 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 установленных ограничениях [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 производится исходя из анализа категорий технического состояния конструкций и экономической целесообразности.

Предельно допустимые уровни контрольных параметров технического состояния, по которым устанавливаются сроки безопасной эксплуатации несущих железобетонных конструкций (колонн, панелей стен, балок и плит перекрытий)*

Таблица 1

Техническое состояние				Контрольные параметры			
Срок эксплуатации	Продолжительность	Деструктивные	Деформационные	состояние			
Прочностные	полного	эксплуатационного	Деформационные	следующего			
технического	ци до	эксплуатационного	Деформационные	следующего			
перехода в	Раскрытие	Несущая способность	Скорость снижения	Скорость коррозии	Прогиб		
остаточная	Несущая способность	обследования	следующую	Оси	трещин в		
(ремонта),	годы	свойств от	металла, мм/год	экс-	бетоне		
годы	годы	категорию,		цент.	кратков-		
		поверхности бетона		см	ремен.		
					(дли-		
					тельн),		
					мм		
пролетные	опорные	прочно-	проницаем,	арматуры и	необето-		
нормаль-	наклон-	сти,	за 10 лет	обетониров.	нир.		
ные	ные, %	мм/год	марка, W	закладных	заклад-		
сечения,					ных и		
%					облицов-		
					ки		
1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12				

I 100	Исправное 100	10	1,5	от 8 до до 10	6	0,1 (0,05	0,15	3,0	0,15	
						для В_р-II)		—	(0,1)	
								1,5		
II 90	Работоспособное 95	до 10	5,0	от 6 до до 5	4	0,2 (0,10	0,25	3,5	0,3	
						для В_р-II)		—	(0,15)	
								3,0		
III 80	Ограниченно 85	до 3 (5)	7,0	от 4 до до 3	2	0,28 (0,2	0,45	4,0	0,5 (0,3)	
(a)	работоспособное	**				для В_р-II)		—		
								4,5		
III 65	Ограниченно 70	Ремонт	8,0	от 2 до до 1	0	1,5 (1,0	1,7	5,5	0,5 (0,4)	
(б)	работоспособное	в				для В_р-II)		—		
	течение							7,5		
	года,									
	разгрузка,									
	страховоч-									
	ные									
	усиления									
IV < 65	Неработоспособное Усиление,		8,0	от 2 до до 0	0	> 1,5	> 1,7	> 5,5	> 1,5	
	(аварийное)							—		
	восстанов-							> 7,5		
	ление,									
	замена									

* Рассматриваются резервуары и ограждающие ж/б конструкции казематных резервуаров после эксплуатации более 10 лет.

** 5 лет при условии полной уборки снега, ограничение вакуума и избыточного давления на 50%.

*** При условиях действия ограничений по снеговым нагрузкам 100%, избыточному давлению и вакууму на 50%.

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 единичном количестве.

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 10 до 1 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.

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 (микрокремнезем, расширяющиеся и др.) добавками 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 "Правил 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, акты и протоколы, 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](#) ([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.

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 с целью 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 части ее), а также потеря устойчивости под влиянием нагрузок и воздействий.

Заключение экспертизы промышленной безопасности - документ, оформленный в соответствии с требованиями ПБ 03-246-98 [], # 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, позволяющее их эксплуатировать 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.

Неразрушающие методы контроля прочности бетона - определение прочности бетона железобетонных конструкций в соответствии с требованиями ГОСТ 17624-87 [], 22690-88 [], 28570 []. #

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.

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 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, с целью своевременного обнаружения неполадок, принятия мер по их устранению и поддержания работоспособности резервуара между очередными полными техническими обследованиями.

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.

**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 продуктопроводов и 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 3 по высоте на стенах в 3 элементах и в 3 колоннах по 3 по высоте (1-е - у днища, 2-е - в зоне переменного горизонта и в зоне опирания балок, плит).
5. В конструкциях III(б) и IV категорий требуются индивидуальные определения параметров по перечню [табл.1](#) 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.

**Приложение 3
Справочное**

Параметры железобетонных резервуаров

Унифицированный ряд емкостей резервуаров из железобетонных конструкций для нефти и нефтепродуктов, сооруженных после 1960-74 гг., в т.ч. по типовым проектам серий 7-02-295*...7-02-315**

Резервуары, м ³	Цилиндрические		Прямоугольные	
	диаметр, м	высота, м	Размеры в плане, м	высота, м
500 м.	12	4,8	12x12	3,6
1000** н.м.	18	4,8	12x18	4,8
2000** н.м.	24	4,8	18x24	4,8
3000 н.м.	30	4,8	24x30	4,8
5000* н.м.	30	7,8 (8)	-	
10000* н.м.	42	7,8 (8)	-	
20000 н.м.	54	9	-	
30000 н.	60	9	-	
40000 н.	78	9	-	

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

Приложение 4
Справочное

Степень агрессивности некоторых видов нефти и нефтепродуктов к железобетону

NN 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 соединения 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 12000 мг/л	Бетон W4 - среднеагрессивная; бетон W6 - слабоагрессивная; бетон W8 - 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	Бетон W4 - среднеагрессивная; бетон W6 - слабоагрессивная; бетон W8 - неагрессивная
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/м ³	-"-
4	Керосин	Фракция нефти плотность 0,8-0,85 г/см ³ t _{кип} =150-300°С	-"-	Бетон W4 - слабоагрессивная; бетон W6 - неагрессивная
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 20-70x10(-6) м ² /с при 100°С t _{кип} =300-600°С	Присадки сульфатные 0,05-1%, алкилфенольные	Бетон W4 слабоагрессивная; бетон W6-W8 - слабоагрессивн.

			0,1-0,8%	
7	Подтоварные воды	t=20-80 °С	Сульфат-ионы до 20000 мг/л	Бетон W4 среднеагрессивная; бетон W6 слабоагрессивная
8	Гудрон кислый	t=20-80 °С	pH<=5	Бетон W-4 - сильноагрессивная;

**Приложение 5
Справочное**

**Акт
проведения наружного и внутреннего осмотра железобетонного резервуара**

Организация-изготовитель: _____
 Заводской номер: _____
 Дата изготовления: _____
 Эксплуатирующая организация: _____
 Регистрационный номер: _____
 Емкость: _____
 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.

**Приложение 6
Справочное**

Акт определения прочности бетона

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

№ п/п	Наименование ж/б конструкц.	Место определения	Показания прибора	Прочность бетона, МПа	Средняя проч., МПа	Коеф-т вариаци. %

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

Определение прочности бетона проводили:

Ф.И.О. _____

" ____ " _____ 200 ____ г.

Литература

1. ГОСТ 12730.0-78. Бетоны. Общие требования к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости. - 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. Метод 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 и расположения арматуры. - М.: Изд-во стандартов, 1994.
9. ГОСТ 28570-90. Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкции. - М.: Изд-во стандартов, 1990.
10. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. - М.: Стройиздат, 1990.

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. Вып.1, Госгортехнадзор России, НТЦ Промышленная безопасность 1999.
14. РД 39-0147103-378-87. Инструкция по ремонту железобетонных предварительно напряженных цилиндрических резервуаров для нефти. ВНИИСПТнефть, Уфа, 1987.
15. Правила технической эксплуатации железобетонных резервуаров для нефти, ВНИИСПТнефть, Уфа, 1976.
16. РД 22-01-97. Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений поднадзорных промышленных производств и объектов (обследование строительных конструкций - специализированными организациями). ЭКЦ-МЕТАЛЛУРГ. Москва, 1997.
17. Бедов А.И., Сапрыкин В.Ф. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. - М.: Изд-во АСВ, 1995.
18. Методические рекомендации по обследованию коррозионного состояния арматуры и закладных деталей в железобетонных конструкциях. - М.: НИИЖБ, 1978.
19. Рекомендации по натурным обследованиям железобетонных конструкций. - М.: НИИЖБ, 1972.
20. Руководство по определению и оценке прочности бетона в конструкциях зданий и сооружений. - М.: Стройиздат, 1979.