



Ассоциация предприятий хлорной промышленности «РусХлор»

• • • • • • • • •

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

№ 12-2024 (ТР 12/2024)

**ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ, ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ И ПРИНЯТИЮ РЕШЕНИЯ О
ВОЗМОЖНОСТИ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЕМКостей ИЗ
ТЕРМОПЛАСТОВ**

• • • • • • • • •

**Ответственный исполнитель:
Технический директор ООО «ВИНК»
Подрядов Д.А.**

Москва, 2024 г.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Введение.....	2 стр.
1. Область применения	4 стр.
2. Общий порядок/методика.....	4 стр.
3. Визуальное обследование емкостного оборудования	4 стр.
3.1. Общие требования к осмотру	4 стр.
3.2. Внешний осмотр.....	6 стр.
3.3. Внутренний осмотр.....	8 стр.
4. Применение средств неразрушающего контроля	9 стр.
4.1. Акустический тест.....	10 стр.
4.2. Применение жидкого красителя	11 стр.
4.3. Внешние контрольные измерения длины окружности цилиндрической емкости.....	11 стр.
4.4. Ультразвуковой тест	12 стр.
5. Критерии оценки состояния емкости для принятия решения о возможности дальнейшей эксплуатации	13 стр.
Приложение № 1 Типовая форма отчета обследования емкости.....	14 стр.

ВВЕДЕНИЕ

Данные рекомендации составлены на основе зарубежного опыта эксплуатации емкостного оборудования из термопластов (главным образом, полиэтилена, полипропилена и ПВХ) с целью предложить отечественным эксплуатантам емкостного оборудования из термопластов практические методики оценки его состояния для принятия решения о продлении возможного срока службы оборудования или вывода его из эксплуатации.

Основные принципы определения срока службы емкостного оборудования из термопластов

1. В отличие от металлов, исходные прочностные свойства термопластов со временем изменяются (деградируют). Процесс деградации может ускоряться под воздействием температуры, агрессивных химических соединений, природных факторов (прежде всего УФ-излучения) и т.д. Поэтому при корректном проектировании оборудования из термопластов ориентируются на остаточные прочностные свойства материала к концу срока эксплуатации с учетом воздействия вышеперечисленных факторов.

2. Из п.1, вытекает, что при корректном проектировании оборудования из термопластов срок службы оборудования является одним из основных параметров, которые закладываются в расчет конструктивных элементов.

3. Из п.2 следует, что ответ на вопрос «Сколько еще прослужит оборудование?» в общем предельно прост : это расчетный срок эксплуатации минус срок, который прослужила единица оборудования к настоящему моменту. Если полученное при этом значение остаточного срока приближается к нулю, то данное оборудование нужно выводить из эксплуатации.

4. Несмотря на изложенное в п.3, у эксплуатантов всегда были есть и будут побудительные причины, вызванные очевидными экономическими соображениями, для продления срока службы оборудования за пределы расчетного и ответ на вопрос о возможности подобного продления напрямую

зависит от оценки текущего состояния конструкционного материала. С другой стороны, даже в пределах расчетного срока службы оборудования из термопластов существует насущная необходимость в проведении регулярных проверок состояния конструкционного материала, особенно если речь идет о работе с агрессивными средами.

5. Проверки, о которых говорится в п.4 затруднены тем, что в отличие от металлов процессы деградации термопластов происходят не снаружи, а внутри материала и внешне могут почти никак не проявляться. Однако существуют рабочие методики для оценки состояния термопластов в процессе эксплуатации изготовленного из них оборудования и некоторые из них рассматриваются в данных рекомендациях.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данные рекомендации применимы к гомогенным системам, т.е. системам из емкостей и трубопроводов, все элементы которых изготовлены из одного и того же конструкционного материала:

- полипропилена-гомополимера (ППГ, РРН)
- полипропилена-блоксополимера (ППБ, РРВ)
- полиэтилена высокой плотности низкого давления (ПЭНД, HDPE)
- непластифицированного (жесткого) поливинилхлорида (НПВХ, PVC-U)
- хлорированного ПВХ (ХПВХ, PVC-C)
- поливинилиденфторида (ПВДФ, PVDF)

2. ОБЩИЙ ПОРЯДОК/МЕТОДИКА

Оценка состояния емкости и принятие решения о ее дальнейшей эксплуатации проводится по результатам внешнего и внутреннего обследования, а также проведения испытаний с использованием средств неразрушающего контроля. В результате выявляются признаки деградации и разрушения емкости, параметры которых сравниваются с контрольными величинами, и на основании данных сравнения принимается решение о возможности дальнейшей эксплуатации емкости.

3. ВИЗУАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЕМКостНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Общие требования к осмотру

После установки емкости на месте эксплуатации компетентными лицами должен быть произведен ее осмотр, а также измерение и документирование размеров ее основных элементов для того, чтобы подтвердить следующие необходимые условия для начала эксплуатации:

- Емкость изготовлена в соответствии с требованиями стандартов по проектированию и строительству емкостей (DVS2205, EN12573)
- Параметры емкости соответствуют ее назначению, а также техническому заданию

- Основание емкости, системы крепежа и трубопроводы выполнены правильно
- Все необходимые патрубки, фитинги, краны установлены правильно и в соответствии с техническим заданием.

В результате первоначального осмотра должно быть выполнено документирование первоначального состояния емкости, с обязательной фотофиксацией внешнего вида как оборудования в целом, так и отдельных критических конструктивных элементов, а именно:

- Область примыкания стенок и дна емкости
- Места соединения патрубков и сервисных отверстий
- Места стыков патрубков и трубопроводов с кранами и задвижками
- Элементы крепления трубопроводов
- Области стыка секций стенок емкости (если емкость многосекционная)

С составленными таким образом отчетами проверки состояния сверяются при последующих осмотрах с целью определения степени износа. Особенно важное значение имеет первичный внутренний осмотр.

Последующие осмотры должны проводиться регулярно согласно графику, составленному компетентными лицами.

Содержание, методы и частота подобных инспекций определяются целым рядом факторов, в числе которых стандарты проектирования и строительства подобных емкостей, опыт эксплуатации, возможные неисправности и их последствия и т.д.

Помимо отчета об инспекции, проводящим ее лицом определяются сроки проведения последующей инспекции, а при необходимости составляется перечень работ по ремонту и обслуживанию.

В случае аварий, чрезмерных нагрузок, ударов и т.д. необходимо проведение внеплановых инспекций.

Регулярные (ежедневные, еженедельные, ежемесячные и т.д.) внешние осмотры емкостей, а также их поддонов и накопительных ванн представляет собой хорошую практику. Записи о состоянии данных объектов с обязательной фотофиксацией должны обновляться, как минимум, ежемесячно.

Обследование поддонов и накопительных ванн должно производиться с целью выявления дождевой воды, а также любого рода протечек хранимых в емкости веществ. Подобные обследования необходимо проводить еженедельно.

В соответствии со стандартами проектирования и строительства емкостей (DVS2205, EN12573) устанавливается максимальный срок службы емкости, по прошествии которого компетентными лицами проводится ее осмотр с целью выяснения возможностей продления срока эксплуатации, либо емкость выводится из эксплуатации.

Если максимальный срок эксплуатации емкости не установлен, либо соответствующие данные проектирования утеряны, данный параметр назначается компетентным лицом по результатам внутреннего и внешнего инспектирования. В этом случае, а также в случае продления максимального срока эксплуатации этим же компетентным лицом устанавливается график последующих инспекций с учетом всех факторов, влияющих на срок службы емкости.

3.2 Внешний осмотр

Проведение внешнего осмотра емкостей из термопластов должно быть должным образом регламентировано в соответствующей инструкции. Если емкость установлена на улице, то осмотр необходимо проводить в сухую погоду, чтобы осадки не затрудняли обнаружение следов утечек.

Осмотр проводится компетентным лицом, которое, в частности, должно установить достаточно ли проведения внешнего осмотра или требуется более глубокое исследование состояния емкости, включая внутренний осмотр, для принятия решения о возможности дальнейшей эксплуатации емкости.

В процессе внешнего осмотра должны быть выявлены и зафиксированы на фото следы износа и разрушения, в частности:

- Вздутия
- Обесцвечивание
- Трещины
- Сколы
- Наклон и отклонение емкости от вертикали
- Следы влаги на внешней поверхности емкости
- Коррозия креплений и несущих конструкций

При этом важно также не только визуально, но и контактно обследовать обнаруженные дефекты, следы износа, деградации и пр.:

- Чрезмерная хрупкость как результат деградации материала, обычно проявляется в виде сетки трещин и щербин.
- Разбухание материала может быть выявлено после опорожнения емкости в случае, если ее форма сильно отличается от формы наполненной емкости.
- Размягчение материала определяется путем нажатия на область вокруг предполагаемого очага деградации. Губчатость в месте нажатия свидетельствует о том, что материал деградировал и/или пропитался содержимым емкости.
- Пропитывание конструкционного материала емкости содержимым, зачастую выражается в изменении цвета или выцветании материала.

Наличие одного или нескольких вышеуказанных признаков является основанием для ремонта или полного вывода емкости из эксплуатации.

Наибольшее внимание должно уделяться следующим критическим элементам конструкции емкости:

- Область примыкания стенок и дна емкости.
- Места соединения патрубков и сервисных отверстий.
- Места стыков патрубков и трубопроводов с кранами и задвижками.

- Элементы крепления трубопроводов.
- Области стыка секций стенок емкости (если емкость многосекционная).

В случае обнаружения следов износа на каком-либо элементе компетентное лицо должно оценить его пригодность к дальнейшей эксплуатации. В случае обнаружения протечек емкость должна быть выведена из эксплуатации, компетентным лицом должны быть установлены причины протечек и проведен необходимый ремонт.

Периодичность проведения внешнего осмотра определяется компетентным лицом исходя из особенностей конструкции, свойств находящейся в емкости среды и режима эксплуатации емкости. Первый текущий внешний осмотр должен быть проведен в течение года после начала эксплуатации.

3.3 Внутренний осмотр

Внутренний осмотр емкости должен выполняться компетентным лицом в установленные сроки, с учетом результатов предыдущих осмотров и режима эксплуатации емкости. Желательно также учитывать опыт эксплуатации других подобных емкостей, эксплуатирующихся в схожих условиях, для того, чтобы делать обоснованные выводы по результатам осмотра.

При проведении внутреннего осмотра особое внимание должно уделяться вопросам безопасности, т.к. работы проводятся в стесненном пространстве.

При проведении внутреннего осмотра необходимо соблюдать осторожность, чтобы избежать повреждения емкости. При проникновении внутрь емкости должны быть исключены чрезмерные нагрузки на конструктивные элементы емкости. Перемещение персонала внутри емкости, установка лесов, работа с инструментом должны должным образом контролироваться.

Последовательность выполнения работ по внутреннему осмотру емкости:

- Убедиться, что емкость полностью опорожнена и осушена, а вредные испарения отсутствуют.

- Убедиться, что все коммуникации (трубопроводы, электропровода и пр.), подключенные к емкости, отключены.
- Обеспечить безопасный доступ внутрь емкости.
- Проверить и установить оборудование (лестницы, леса и пр.), необходимое для проникновения внутрь емкости.
- Обеспечить необходимое освещение.
- Обозначить места возможных дефектов и износа, обнаруженные в ходе внешнего осмотра.
- Провести осмотр внутренней поверхности емкости, обращая внимание на любые изменения цвета и текстуры конструкционного материала.
- Выявить места дефектов, износа и деградации материала с измерением их параметров.

Все обнаруженные аномалии фиксируются в отчете о проведении осмотра, желательно также выполнить их фотографирование.

При использовании средств неразрушающего контроля для выявления трещин, щелей и пр. необходимо убедиться, что используемые в этих методах жидкости не оказывают вредного воздействия на конструкционный материал емкости.

Результатом внутреннего осмотра является заключение о возможности эксплуатации емкости до следующего установленного срока проведения осмотра, либо указание на необходимость проведения ремонтных работ.

Данные осмотров должны храниться на протяжении всего срока службы емкости для возможности сопоставления результатов.

4. ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Для обнаружения дефектов и контроля целостности емкостей из термопластов применяются следующие средства и методы неразрушающего контроля:

- Акустический тест
- Применение жидкого красителя

- Внешние контрольные измерения длины окружности (для цилиндрических емкостей)
- Ультразвуковой тест

4.1 Акустический тест

В ходе акустического теста улавливаются упругие волны, которые вызываются в тестируемом изделии различными дефектами : пластической деформацией, усталостными напряжениями и разломами. Метод отличается от ультразвукового теста, при котором осуществляется активное воздействие на проверяемое изделие. Акустический тест идентифицирует излучение активных дефектов, которое происходит под рабочей нагрузкой при гидроиспытаниях.

Акустический тест широко применяется для выявления проблемных зон по причине эффективности, малозатратности и чувствительности. Данный метод может сочетаться с ультразвуковым тестом или применением жидкого красителя, в ходе которых происходит определение количественных показателей дефектов, выявленных в ходе акустического теста.

Акустический тест должен давать ответ на вопрос о наличии и расположении проблемных зон, однако его точность сильно зависит от типоразмеров емкости, количества и расположения датчиков и уровня квалификации оператора. Кроме того, сигналы, излучаемые дефектами, довольно слабы, в то же время зачастую в местах установки емкостного оборудования присутствует повышенный уровень шума окружающей среды, что сильно влияет на точность измерений

Данная технология постоянно развивается в ходе взаимодействия специалистов в области неразрушающих средств контроля и производителей емкостного оборудования.

Недостаток метода – возможность лишь качественно определить наличие дефектов, и в ряде случаев ориентировочно определить предполагаемый срок службы изделия, поэтому для получения количественных показателей требуется применение других средств и методов неразрушающего контроля.

4.2 Применение жидкого красителя

Перед применением данной методики необходимо обеспечить высокую чистоту поверхности тестируемого изделия в месте испытания. После этого наносится краситель путем разбрызгивания или посредством погружения изделия. Краситель проникает вглубь поверхности по микротрещинам под воздействием капиллярной силы. После этого избыток красителя на поверхности смывается, и краситель, проникший вглубь материала, обозначает места дефектов.

В зависимости от необходимой чувствительности и типа определяемых дефектов могут применяться различные типы красителей, наиболее широко применяются видимые и флуоресцентные типы красителей. Видимые представляют собой ярко окрашенные жидкости (например, в красный цвет), хорошо заметные при нормальном освещении. Основной их недостаток – один уровень чувствительности, что ограничивает их использование лишь для неответственных сфер применения. Достоинство – простота использования.

При использовании флуоресцентных красителей для идентификации дефектов требуется применение ультрафиолетовых светильников или т.н. «ламп черного цвета». Дополнительно видимость может быть усилена применением специальных проявителей, а также мелкодисперсных флуоресцентных порошков.

Поскольку существует опасность проникновения красителя внутрь емкости, необходимо обеспечить совместимость красителя как с конструкционным материалом, из которого изготовлена емкость, так и со средой, находящейся в емкости.

4.3 Внешние контрольные измерения длины окружности цилиндрической емкости

Измерения проводятся на фиксированной высоте от дна емкости, скажем, 0.5 м. Первое измерение проводят непосредственно сразу после первого наполнения емкости и в дальнейшем ежегодно повторяют, сравнивая полученное значение с базовым показателем.

Предполагается, что вследствие агрессивного воздействия среды и/или температуры конструкционный материал, из которого изготовлена емкость, теряет прочность и расширяется. Если по результатам измерений базовый показатель превышен более чем на 2%, то емкость должна быть выведена эксплуатации.

4.4 Ультразвуковой тест

Ультразвуковой тест предполагает использование звука высокой частоты как для идентификации, так и количественного измерения дефектов, а также выполнения контроля размеров емкости, определения свойств материалов и т.д.

Устройства для проведения ультразвуковых тестов, как правило, состоят из высокочастотного генератора/приемника, датчика и дисплея.

Ультразвуковой метод контроля имеет множество достоинств:

- Чувствителен как к поверхностным, так и глубинным дефектам.
- Глубина проникновения в поверхность - наибольшая среди других методов неразрушающего контроля.
- Требуется доступ лишь с одной стороны тестируемой поверхности.
- Обладает высокой точностью в определении места, размеров и формы дефекта.
- Требуется минимальной работы для подготовки поверхности.
- Обеспечивает мгновенное получение результата измерения.
- При использовании автоматизированных средств возможно получение детальных изображений.
- Помимо поиска дефектов может использоваться, например, для определения толщины материала.

Однако у применимости данного метода есть свои ограничения:

- Необходим контакт с поверхностью.
- Большая сложность в освоении по сравнению с другими методами.
- Обычно требуется применение средств, улучшающих контакт.

- Сложности при работе с изделиями с грубой поверхностью, неправильной формы, малоразмерными, тонкопрофильными или негомогенными.
- Необходимо сверяться со стандартами и эталонами как при калибровке, так и во время работы.

5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЕМКОСТИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ВОЗМОЖНОСТИ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Емкость из термопластов должна выводиться из эксплуатации, если в процессе проведения инспекции состояния емкости были установлены недопустимые значения следующих показателей:

- Длина окружности емкости превысила первоначальное значение на 2%
- Имеется трещина (трещины) длиной от 2 см и глубиной более 1/3 толщины конструкционного материала в нижней четверти высоты емкости
- Имеется трещина (трещины) длиной от 10 см и глубиной более 1/3 толщины конструкционного материала на высоте до $\frac{3}{4}$ от общей высоты емкости.
- Обнаружена повышенная хрупкость или мягкость материала в нижней четверти высоты емкости
- Толщина оболочки емкости увеличилась/уменьшилась на 30% по сравнению с первоначальным значением.
- Разница между толщиной оболочки в верхней и нижней частях односекционной емкости достигает 1/3 и более.

Однако следует отметить, что даже если значение вышеперечисленных показателей находится в пределах нормы, это не гарантирует целостность конструкции емкости, правильность принятия решения о возможности и сроке дальнейшей эксплуатации зависит, прежде всего, от опыта и квалификации лица, проводящего осмотр.

Приложение № 1
к ТР 12/2024

ТИПОВАЯ ФОРМА ОТЧЕТА ОБСЛЕДОВАНИЯ ЕМКОСТИ

После проведения инспекционного обследования емкости, его результаты вносятся в отчет, который целесообразно выполнять на основе готовой формы опроса.

Основные типовые пункты данной опросной формы

	Да	Нет	Н/о
<i>Состояние оболочки емкости</i>			
Наличие трещин			
Расположение и размеры трещин (комментарий)*)			
Наличие участков с повышенным износом (комментарий)*)			
Наличие дефектов и признаков разрушения			
Соединения плотные и выровненные			
Покрытие в хорошем состоянии			
Наличие расслоений			
Расположение участков с расслоениями (комментарий) *)			
Наличие пятен и потеков			
Наличие мест обесцвечивания материала			
Наличие участков химической деградации			
<i>Состояние сборника (вторичной оболочки)</i>			
Наличие потеков			
Соответствие необходимому объему			
<i>Состояние системы вентиляции</i>			
Наличие потеков			
Наличие загрязнений и осадений			
Вентиляция работает нормально			
<i>Состояние трубопроводов</i>			
Наличие потеков			
Трубы в хорошем состоянии			
Прокладки в нормальном состоянии			
<i>Состояние основания, лестниц и т.д.</i>			
Основание в хорошем состоянии			
Лестницы, поручни в нормальном состоянии			
Опоры в нормальном состоянии			
Прочность опор достаточна			

*Примечание

К данному отчету должны прикладываться фотографии соответствующих участков. Сами участки для последующей идентификации нумеруются несмываемым маркером.