

# РЕЗЕРВУАРЫ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СТАЛЬНЫЕ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РВС В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Малин А.Д.

Малин Алексей Дмитриевич - студент магистратуры,  
кафедра трубопроводного транспорта,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Самарский государственный технический университет, г. Самара

**Аннотация:** в статье выполнен обзор современного обустройства резервуарных парков нефти, которые требуют системного подхода к обеспечению надежности и безопасности. При этом важной составляющей построения безопасной системы эксплуатации является построение комплексной антикоррозионной защиты резервуаров, которая должна включать в себя как минимум два вида: электрохимическую защиту и защиту на основе различных многокомпонентных покрытий.

**Ключевые слова:** резервуарные парки нефти, надежность, коррозия стали, защита от коррозии, электрохимическая защита, защитные покрытия.

Современные предприятия трубопроводного транспорта – это сложные комплексы инженерно-технических сооружений, связанные между собой технологическими процессами, обеспечивающими прием, хранение, транспортировку и снабжение потребителей нефтью, нефтепродуктами или газом.

Одними из таких сложных инженерно-технических сооружений являются резервуары для подготовки нефти и нефтепродуктов, одним из которых являются резервуары отстойники.

На сегодняшний день резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов существуют во множестве различных вариантов. Это связано с тем, что современные технологии позволяют точно определить, какой вариант лучше всего подходит в той или иной ситуации, ведь на разных этапах переработки нефть имеет разные химические и даже физические свойства, и резервуар ей требуется соответствующий.

Для хранения нефти и нефтепродуктов в отечественной практике применяются резервуары металлические, железобетонные.

Наиболее распространены, как у нас в стране, так и за рубежом, стальные резервуары. В соответствии с требованиями документа применяются следующие типы стальных резервуаров:

- вертикальные цилиндрические резервуары РВС со стационарной конической или сферической крышей вместимостью до 20000 м<sup>3</sup> (при хранении ЛВЖ) и до 50000 м<sup>3</sup> (при хранении ГЖ);
- резервуары вертикальные цилиндрические со стационарной крышей и плавающим понтоном вместимостью до 50000 м<sup>3</sup>;
- резервуары вертикальные цилиндрические с плавающей крышей вместимостью до 120000 м<sup>3</sup>.

Основные элементы вертикального стального резервуара:

- днище;
- корпус;
- крыша.

Днище резервуара сварное из листов толщиной до 8 мм, расположено на фундаменте в виде песчаной подушки и имеет уклон от центра к периферии, равный 2% .

Уклон днища необходим для стока и удаления отделившейся в резервуаре пластовой воды.

Корпус резервуара изготавливают в виде поясов. Толщина поясов или одинакова по высоте, или возрастает к низу.

Вокруг резервуара имеется бетонная отмостка, имеющая уклон от резервуара.

Крыши вертикальных стальных резервуаров бывают трех типов:

- плоские;
- конические;
- сферические [2].

Резервуары с плоскими и коническими крышами рассчитаны на избыточное давление в газовом пространстве 2000 Па и вакуум 250 Па, а резервуары со сферической крышей рассчитаны на избыточное давление в газовом пространстве 0,02 МПа и вакуум 0,002 МПа.

Резервуары с плоскими крышами имеют наименьшее газовое пространство, поэтому в них меньшие потери нефти от испарения, что обеспечило широкое их использование на нефтяных месторождениях.

Крышу резервуара собирают из крупноразмерных щитов заводского изготовления.

Щиты представляют собой каркас из двутавров и швеллеров, к которым приварен листовой настил толщиной 2,5-4,0 мм.

В середине резервуара щиты опираются на центральную стойку.

Каждый резервуар должен быть оснащен дыхательными клапанами, предохранительными клапанами, огнепреградителями, уровнемерами, пробоотборниками, сигнализаторами уровня, манометрами,

устройствами для предотвращения слива (хлопушками), противопожарным оборудованием, оборудованием для подогрева (при необходимости), прямо-раздаточными патрубками, зачистным патрубком, вентиляционными патрубками, люками (люк световой, люк замерный).

Оборудование резервуаров предназначено для обеспечения их правильной и безопасной эксплуатации и, в частности, для проведения операций по приему, хранению и отпуску нефти, замеру уровня нефти, отбору проб, зачистке и ремонту резервуара, удалению подтоварной или пластовой воды, поддержанию в резервуаре требуемого давления, предотвращению аварий от ударов молнии, от накопления зарядов статического электричества.

Кроме того, резервуары укомплектовывают специальными устройствами для борьбы с пожарами. Для подъема на крышу резервуар оборудуется лестницей. На крыше резервуара расположены замерный люк, дыхательные и предохранительные клапаны, огневые предохранители и световые люки [5].

Немаловажным является повышения способов надежности резервуаров отстойников.

Поступающая из нефтяных и газовых скважин продукция не представляет собой соответственно чистые нефть и газ. Из скважин вместе с нефтью поступают пластовая вода, попутный (нефтяной) газ, твердые частицы механических примесей (горных пород, затвердевшего цемента).

Основная разновидность механического обезвоживания нефти — гравитационное отстаивание. Применяют два вида режимов отстаивания: периодический и непрерывный, которые соответственно осуществляются в отстойниках периодического и непрерывного действия. В качестве отстойников периодического действия обычно применяют цилиндрические отстойные резервуары (резервуары отстаивания), аналогичные резервуарам, которые предназначены для хранения нефти. Сырая нефть, подвергаемая обезвоживанию, вводится в резервуар при помощи распределительного трубопровода (маточника). После заполнения резервуара вода осаждается в нижней части, а нефть собирается в верхней части резервуара. Отстаивание осуществляется при спокойном (неподвижном) состоянии обрабатываемой нефти. По окончании процесса обезвоживания нефть и вода отбираются из отстойного резервуара. Положительные результаты работы отстойного резервуара достигаются только в случае содержания воды в нефти свободном состоянии или в состоянии крупнодисперсной нестабилизированной эмульсии [4].

Нефтяной отстойник представляет собой цилиндрическую емкость. Основными элементами данного устройства являются вводный штуцер для подачи эмульсии, соединенный с двумя перфорированными коллекторами, специальный уровнемер, приспособление для сбора и вывода чистой нефти с выпускным штуцером, переливной клапан для сброса пластовой воды.

Разделение поступающей эмульсии осуществляется за счет разницы в удельном весе ее составляющих. Капли влаги укрупняются и оседают на дно. Более легкая обезвоженная нефть поднимается наверх.

Основными факторами, обеспечивающими надежность и долговечность резервуаров отстойников, являются качественное сооружение оснований и фундаментов, качественное заводское изготовление стальных конструкций и правильная их транспортировка, соблюдение геометрической формы резервуаров и их элементов, контроль качества строительных и монтажных работ, соблюдение графиков текущего и капитального ремонтов, строгое соблюдение правил техники безопасности и охраны труда.

Защита резервуаров от коррозии должна проводиться на основании анализа условий эксплуатации, климатических факторов, атмосферных и иных воздействий на наружные поверхности резервуаров, а также вида и степени агрессивного воздействия хранимого продукта и его паров на внутренние поверхности. По результатам анализа должен быть разработан отдельный проект или раздел в составе проекта антикоррозионной защиты (АКЗ) резервуара с указанием систем АКЗ, срока их службы при выполнении принятых в проекте технических решений. Производитель лакокрасочных материалов (ЛКМ) разрабатывает регламент (инструкцию) по нанесению ЛКМ, в котором подробно описывается система АКЗ, применяемые материалы и технология их нанесения.

На выполнение работ по антикоррозионной защите резервуара производитель работ разрабатывает проект производства работ, в котором отражаются технология подготовки поверхностей резервуара, нанесение грунтовочных и покрывных слоев покрытия, методы по контролю качества, применяемое оборудование с учетом требований Регламента производителя ЛКМ, меры безопасности, противопожарные мероприятия.

Защиту от коррозии рекомендуется осуществлять применением систем лакокрасочных или металлизационно-лакокрасочных антикоррозионных покрытий, а также применением электрохимических способов.

Для защиты резервуаров от коррозии могут применяться следующие типы ЛКМ со сроком службы не менее 10 лет для внутренней поверхности и 15 лет для наружной поверхности: эпоксидные покрытия, двухкомпонентные полиуретановые покрытия, однокомпонентные полиуретановые влагоотверждаемые покрытия [6].

При выборе типа ЛКМ необходимо отдавать предпочтение материалам с высокой степенью ремонтпригодности и технологичности их применения, а также учитывать погодные-климатические условия во время нанесения антикоррозионных покрытий:

- для эпоксидных и двухкомпонентных полиуретановых покрытий - температура поверхности не ниже +5°C и относительная влажность воздуха не выше 80%;
- для однокомпонентных полиуретановых влагоотверждаемых покрытий - температура поверхности не ниже 0°C и относительная влажность воздуха до 98%.

Антикоррозионные покрытия внутренних поверхностей резервуаров должны удовлетворять следующим условиям:

- быть устойчивыми к воздействию нефти, нефтепродуктов, подтоварной воды;
- обладать хорошей адгезией к грунтовочному слою или основному металлу (в зависимости от технологии нанесения);
- не вступать в реакцию с хранимыми продуктами и не оказывать влияние на их кондицию;
- быть стойкими к растрескиванию;
- обеспечивать совместимость деформаций с корпусом резервуара (с учетом различных толщин стенки по высоте) при заполнении и опорожнении;
- обладать износостойкостью на истирание (в резервуарах с плавающими крышами и понтонами) и долговечностью;
- сохранять адгезионные свойства, механическую прочность и химическую стойкость в расчетном диапазоне температур;
- сохранять защитные свойства при совместной работе с электрохимической, катодной и протекторной защитой;
- быть технологичными при нанесении и соответствовать температуре и относительной влажности воздуха во время выполнения работ;
- удовлетворять требованиям электростатической искробезопасности.

Наружные поверхности резервуаров, находящиеся на открытом воздухе, должны быть защищены антикоррозионными покрытиями на основе ЛКМ светлого тона с высокой светоотражательной способностью - не менее 98%. При защите от коррозии наружной поверхности днищ резервуаров следует руководствоваться следующими требованиями:

- устройство фундаментов и основания под резервуар должно обеспечивать отвод грунтовых вод и атмосферных осадков от днища;
- при выполнении гидрофобного слоя из битумно-песчаной смеси не требуется нанесения защитных покрытий на наружную поверхность днища. Применяемые песок и битум не должны содержать коррозионно-активных агентов [7].

В целях активной защиты резервуара от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами рекомендуется применение электрохимической защиты.

Электрохимическая защита наружной поверхности днища, а также внутренних поверхностей днища и нижнего пояса стенки в зоне контакта с донным осадком и слоем подтоварной воды осуществляется установками протекторной защиты (УПЗ) или установками катодной защиты (УКЗ).

На поверхностях металлоконструкций, подготовленных к выполнению антикоррозионных работ, должны отсутствовать:

- возникшие при сварке остатки шлака, сварочные брызги, наплывы, неровности сварных швов;
- следы обрезки и газовой резки, расслоения и растрескивания;
- острые кромки до радиуса менее 3,0 мм на внутренней и 1,5 мм на наружной поверхностях резервуара;
- вспомогательные элементы, использованные при сборке, монтаже, транспортировании, подъемных работах и следы, оставшиеся от приварки этих элементов;
- химические загрязнения (остатки флюса, составов использовавшихся при дефектоскопии сварных швов), которые находятся на поверхности сварных швов и рядом с ними;
- жировые, механические и другие загрязнения.

Сварные швы должны иметь плавный переход к основному металлу без подрезов и наплывов. Все элементы металлоконструкций внутри резервуара, привариваемые к стенке, днищу или крыше, должны быть обварены по контуру для исключения образования зазоров и щелей. Кроме того, все элементы металлоконструкций, находящихся на открытом воздухе, при средне-агрессивном воздействии окружающей среды, также должны быть обварены по контуру для исключения образования зазоров и щелей.

Перед нанесением защитных покрытий все поверхности должны быть очищены от окислов до степени 2 по ГОСТ 9.402-2004 или до степени не ниже Sa 2,5 по ИСО 8501-1, обеспылены и обезжирены.

Степень обезжиривания - 1 по ГОСТ 9.402-2004. Степень обеспыливания должна быть не ниже 2 класса по ИСО 8502-3.

При выполнении антикоррозионных работ должны быть учтены требования к охране окружающей среды и требований действующих правил техники безопасности в строительстве: СНиП 2.03.11, СНиП 1.03-05, ГОСТ 12.3.005, ГОСТ 12.3.016, ГОСТ 12.4.011, СН-245.

Вывод и направление исследования.

1. Одним из основных способов повышения надежности резервуаров отстойников являются: антикоррозионная защита и своевременное техническое обслуживание, вследствие которых увеличивается межремонтный период эксплуатации резервуара отстойника.

2. При наличии антикоррозионной защиты несущих и ограждающих конструкций срок службы резервуара отстойника должен обеспечиваться принятой системой защиты от коррозии, имеющей гарантированный срок службы не менее 10 лет, совпадающий со сроком проведения полного технического диагностирования.

3. Общий срок службы резервуара отстойника должен обеспечиваться проведением регулярного двухуровневого диагностирования с оценкой технического состояния и проведением ремонтов (при необходимости).

Двухуровневое диагностирование резервуаров включает в себя частичное диагностирование (без выведения из эксплуатации), полное диагностирование (с выводом из эксплуатации, очисткой и дегазацией)

#### **Список литературы**

1. *Березин В.Л., Мацкин А.А., Гумеров А.Г. и др.* Вопросы эксплуатационной надежности резервуаров на нефтеперерабатывающих заводах. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1971. 67 с.
2. *Березин В.Л., Шутков В.Е.* Прочность и устойчивость резервуаров и трубопроводов. М.: Недра, 1973. 200 с.
3. *Галеев В.Б.* Эксплуатация стальных вертикальных резервуаров в сложных условиях. М.: Недра, 1981. 149 с.
4. *Гималетдинов Г.М., Саттарова Д.М.* Способы очистки и предотвращения донных отложений в резервуарах. Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. Сб. научных трудов/ ИПТЭР, Уфа, ТРАНСТЭК, 2003. 158 с.
5. ГОСТ 31385-2016 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов.
6. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии.
7. ГОСТ 33290-2015 Материалы лакокрасочные, применяемые в строительстве.