

# ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ РЕЗЕРВУАРОВ СТАЛЬНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДЛЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

*Д.А. Устюгов*

*Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Якимов Е.В., к.т.н., доцент кафедры физических  
методов и приборов контроля качества ТПУ*

Резервуар стальной вертикальный (РВС) это наземное строительное сооружение, предназначенное для приема, хранения и выдачи жидкости [1]. РВС изготавливают с номинальным объемом от 100 до 100 000 м<sup>3</sup>. РВС используют в качестве технологических емкостей для приема, хранения, откачки и измерения объемов нефти и в качестве емкостей для аварийного сброса нефти при срабатывании предохранительных клапанов и задвижек [2].

Вертикальные стальные резервуары, являясь важным звеном в технологической цепочке транспортировки нефти, должны находиться в работоспособном состоянии весь период эксплуатации. Для этого в отраслевых регламентах определены сроки и объемы регулярного диагностического обследования РВС. Общий срок службы резервуара должен обеспечиваться проведением регулярного двухуровневого диагностирования с оценкой технического состояния и проведением ремонтов (при необходимости). Периодичность частичного или полного диагностирования зависит от особенностей конструкции и конкретных условий эксплуатации резервуара. Полное техническое диагностирование резервуаров проводится с интервалом не более 10 лет, конкретные сроки назначаются экспертной организацией.

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

Полное диагностирования [3] технического состояния резервуара предусматривает выполнение следующих работ:

- ознакомление с эксплуатационно-технической документацией на резервуар; визуальный осмотр всех конструкций резервуара, включая сварные соединения;
- измерение фактических толщин элементов резервуара;
- измерение геометрической формы стенки и нивелирование днища;
- контроль сварных соединений стенки неразрушающими методами;

- исследование химического состава, механических свойств металлов и сварных соединений и их структуры;
- проверка состояния основания и отмоски;
- поверочные расчеты конструкции резервуаров; анализ состояния резервуара, разработка рекомендаций по их дальнейшей эксплуатации, ремонту или исключению из эксплуатации.

*Ознакомление с эксплуатационно-технической документацией.*

При ознакомлении с технической документацией устанавливается ее комплектность и собираются следующие сведения: технические характеристики резервуара – тип, высота, диаметр, вместимость и т. п.; данные по изготовлению и монтажу резервуаров – номер проекта, завод-изготовитель, монтажная организация, дата изготовления и монтажа, отступления от проекта в процессе сооружения, виды и результаты испытаний; сведения о металле, толщина листов по сертификату; сведения о технологии сварки и сварочных материалах; данные о режиме эксплуатации резервуара и вида хранимых в нем продуктов; данные о проведенных ранее обследованиях с заключениями о техническом состоянии и рекомендациями по дальнейшей эксплуатации или ремонту; данные о проведенных ремонтах.

*Визуальный осмотр конструкций.* При визуальном осмотре обязательной проверке подлежат: состояние основного металла стенки, днища, настила и несущих элементов кровли, понтона (плавающей крыши) с установлением наличия коррозионных повреждений, царапин, задиоров, трещин, прожогов, оплавлений, вырывов, расслоений, металлических включений, закатов и пр.; общие и местные деформации, вмятины, выпучины на конструкциях; размещение патрубков на стенке резервуаров по отношению к вертикальным и горизонтальным сварным соединениям в соответствии с требованиями проекта; состояние уплотнения между понтоном (плавающей крышей) и стенкой резервуара; состояние сварных соединений конструкций резервуаров в соответствии с требованиями проекта, СНиП 3.03.01-87, стандартов на соответствующие виды сварки и типы сварных швов.

*Измерение фактических толщин элементов резервуара.* Определение толщины металла производится толщиномерами типа УТ-93П, УТ-80-81М и др., позволяющими измерять толщину в интервале 0,2–50,0 мм с точностью 0,1 мм при температуре окружающего воздуха от -10 до + 40 °С.

В доступных местах возможны прямые измерения толщины металла штангенциркулем.

Объем работ по измерениям толщин устанавливается на основании результатов внешнего осмотра резервуара в зависимости от длительно-

сти эксплуатации и агрессивности хранимого продукта. Во всех случаях измерения проводятся в местах, наиболее пораженных коррозией.

*Измерения геометрической формы стенки и нивелирования днища резервуара.* Для выявления действительной геометрической формы резервуара и определения величины отклонений от требований нормативно-технической документации измеряется величина отклонений стенки на уровне верха каждого пояса от вертикали. Измерения производятся в наиболее деформированных местах стенок (по результатам внешнего осмотра), при помощи шаблонов, отвесов и геодезическими методами.

Величина неравномерной осадки наружного контура днища определяется путем нивелирования в точках, соответствующих вертикальным стыкам первого пояса не реже, чем через 6 метров, начиная от приемно-раздаточного патрубка с нумерацией по часовой стрелке.

*Контроль сварных соединений.* Проведение предварительного контроля сварных соединений осуществляется визуальным методом с инструментальным замером параметров швов.

Внешний осмотр и измерения геометрических размеров с помощью шаблонов производятся с целью выявления наружных дефектов: несоответствия размеров швов требованиям проекта, СНиП 3.03.01-87 и стандартов; трещин всех видов и направлений; наплывов, подрезов, прожогов, не заваренных кратеров, непроваров, пористости; отсутствия плавных переходов от одного сечения к другому; несоответствия общих геометрических размеров сварного узла требованиям проекта.

По результатам предварительного контроля, при необходимости, возможно выполнение контроля неразрушающими методами.

*Исследование металла и сварных соединений.* Механические испытания, химический анализ и металлографические исследования металла и сварных соединений проводятся при отсутствии данных о первоначальных свойствах основного металла и сварных соединений, значительных коррозионных повреждениях, появлении трещин в различных конструкциях и в других случаях, когда предполагаются ухудшения механических свойств, усталость при действии переменных или знакопеременных нагрузок, перегревы, действие чрезмерно высоких нагрузок и т. п.

*Проверки состояния основания.* При контроле состояния основания и отмостки фиксируется: наличие пустот между днищем резервуара и основанием; погружение нижней части основания резервуара в грунт и скопление воды по контуру резервуара; наличие растительности на отмостке; трещины и выбоины в отмостке и кольцевом лотке; обеспечение отвода воды в сторону кольцевого лотка; уклон отмостки, который не должен быть меньше  $1 = 1:10$ .

*Проверочные расчеты конструкции на прочность и устойчивость.* Расчеты конструктивных элементов на прочность (в том числе с учетом сопротивления стали хрупкому разрушению) и устойчивость производятся в случаях: отклонения фактических толщин от проектных; внесения при сооружении в конструкции изменений, непредусмотренных проектом; назначения сечений усиливающих элементов конструкций при разработке проектной документации на ремонт резервуара; оценки несущей способности конструкций с учетом реальной геометрической формы по результатам проведенных в ходе обследования измерений и др.

*Анализ результатов обследования.* Резервуара, составляется заключение с рекомендациями по дальнейшей эксплуатации, ремонту или исключению резервуара из эксплуатации.

Оценка технического состояния резервуаров производится по всем результатам обследования. Для резервуаров, отработавших установленный срок эксплуатации, определяется вероятный остаточный ресурс работоспособности.

#### **Список информационных источников**

1. ГОСТ 31385-2008 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия».
2. Сбор и подготовка нефти и газа. Технология и оборудование / под ред. Хафизов А.Р., Пестрецов Н.В.
3. РД 08-95-95 «Положение о системе технического диагностирования сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов».