

УДК 665.7

КОНСТРУКЦИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ

Илья Юрьевич Дмитриев

студент

dmitriev17id@mail.ru

Денис Евгеньевич Молочников

кандидат технических наук, доцент

denmol@yandex.ru

Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина

г. Ульяновск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены конструкции цилиндрических резервуаров с плоской кровлей, со сферической кровлей, с плавающей крышей и с плоской кровлей и понтоном. Резервуары с плавающей крышей значительно снижают потери хранящейся жидкости.

Ключевые слова: резервуар, стенка, днище, покрытие, жидкость, поверхность.

Резервуары вертикальные стальные являются самым распространенным и дешевым видом хранилищ, а также самым вместительным. Такие емкости могут вместить до 100 000 м³ и более жидкости. Это особенно актуально в последнее время, когда значительно увеличились объемы транспортировки нефти и нефтепродуктов по магистральным нефтепроводам. Использование резервуаров большого единичного объема позволяет значительно уменьшить площадь, занимаемую резервуаром, что особенно важно в местностях с дефицитом свободных земель, а так же в сложных геологических условиях. Также резервуарные парки дают возможность перевалки не только нефти, но и нефтепродуктов, повышенную экологическую надежность.

Вертикальный цилиндрический резервуар состоит из следующих основных элементов: покрытия, стенки и днища, которые одновременно совмещают в себе несущие и ограждающие функции.

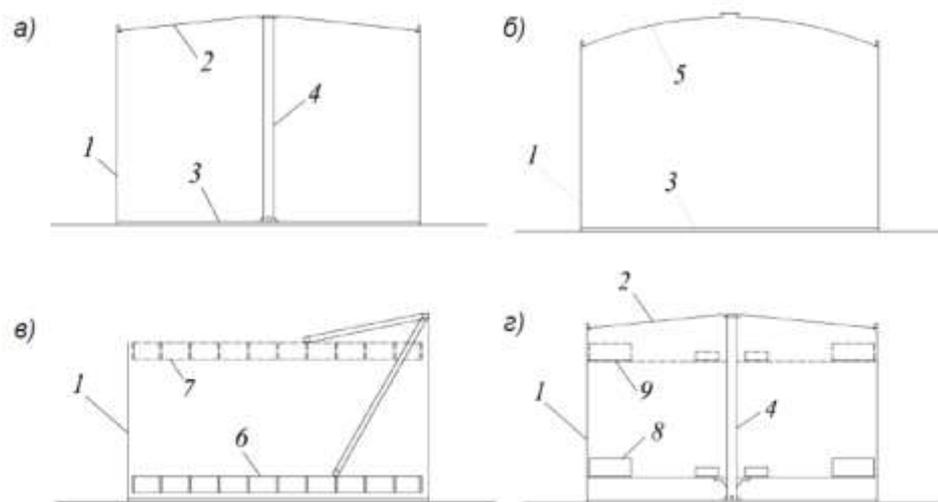
Покрытие резервуара может быть плоским (рис. 1, а) или сферическим (рис. 1, б). В первом случае оно опирается на стенки резервуара или на стенку и стойку, располагаемую в его центре; во втором случае - только на стенку [1-3].

Стойка выполняется в виде решетчатой конструкции или трубчатой. Для предотвращения отрыва ее от днища при повышении в резервуаре внутреннего давления решетчатую стойку обетонируют, а трубчатую заполняют песком.

Покрытие состоит из крупных плоских щитов заводского изготовления, а отдельный щит представляет собой балочный каркас в виде сектора, к которому приваривают металлический настил. Для изготовления настила используют листы размером 2500x1250 мм, толщиной 2,5 мм.

В типовых резервуарах кровля рассчитана как балочная конструкция на нагрузку 1,5 кН/м².

Значительные потери хранящейся жидкости привели к созданию резервуаров с плавающей крышей (рис. 1, в). В таких резервуарах стационарное покрытие и центральная стойка отсутствуют, а подвижная крыша плавает на поверхности жидкого продукта [1, 4 - 6].



а - с плоской кровлей, б - со сферической кровлей, в - с плавающей крышей, г - с плоской кровлей и понтоном; 1 - стенка резервуара, 2 - плоская кровля, 3 - днище, 4 - стойка, 5 - сферическая кровля, 6 (7) - плавающая крыша (верхнее положение), 8 (9) - понтон (верхнее положение)

Рисунок 1 - Типы цилиндрических резервуаров.

Конструкция крыши позволяет заливать ее водой (до 20 см), что понижает температуру нефтепродуктов от солнечного нагрева. По сравнению с жестким стационарным покрытием плавающая крыша позволяет снизить потери жидкости до 80%. Однако в северных районах из-за значительных снеговых нагрузок и обледенения затворов применение резервуаров с плавающей крышей практически невозможно. Поэтому в этих регионах возводят резервуары с обычной щитовой кровлей, внутри которых на поверхности жидкости плавает понтон (рис. 1, г). По сравнению с плавающей крышей понтон имеет меньшую металлоемкость, но из-за труднодоступности более сложен в эксплуатации.

Стенка резервуара цельносварная, имеет цилиндрическую форму и изготавливается из стандартных листов размером 1500x6000 мм. При проектировании резервуара его высоту назначают кратной 6000 или 3000 мм. При этом наименьшая толщина листов принимается 4 мм. С целью уменьшения протяженности сварных швов можно использовать листы размером 1800(2000)x8000 мм при толщине стенки 10 мм и более [7, 8].

Стенка состоит из нескольких поясов, расположение которых по высоте резервуара может быть ступенчатым или телескопическим. Нижние пояса

стенки изготавливают, как правило, из листов не толще 14 и 16 мм соответственно для легированной (высокопрочной) и углеродистой стали. Максимальная толщина листов ограничена возможностью их рулонирования. При недостаточной несущей способности нижнего пояса резервуара возможно его усиление высокопрочной проволокой, наматываемой арматурно-навивочной машиной.

Стенка резервуара цельносварная, имеет цилиндрическую форму и изготавливается из стандартных листов размером 1500x6000 мм. При проектировании резервуара его высоту назначают кратной 6000 или 3000 мм. При этом наименьшая толщина листов принимается 4 мм. С целью уменьшения протяженности сварных швов можно использовать листы размером 1800(2000)x8000 мм при толщине стенки 10 мм и более.

Стенка состоит из нескольких поясов, расположение которых по высоте резервуара может быть ступенчатым или телескопическим. Нижние пояса стенки изготавливают, как правило, из листов не толще 14 и 16 мм соответственно для легированной (высокопрочной) и углеродистой стали. Максимальная толщина листов ограничена возможностью их рулонирования. При недостаточной несущей способности нижнего пояса резервуара возможно его усиление высокопрочной проволокой, наматываемой арматурно-навивочной машиной [9-11].

Соединение листов между собой в поясах производят встык, а поясов - как встык, так и внахлестку.

Внешние вертикальные и горизонтальные швы выполняют сплошными. Внутренние вертикальные - сплошными или прерывистыми, а внутренние горизонтальные - прерывистыми. Для районов со скоростным напором ветра 0,55...1,0 кН/м² корпус резервуаров емкостью свыше 2000 м³ требует усиления, которое выполняют в виде колец жесткости. Кольцо жесткости может располагаться как в верхней части резервуара, так и на одном из его поясов. Например, в типовых резервуарах емкостью 2000, 3000, 5000 м³ кольцо жесткости приварено к пятому (от днища) поясу стенки. Кроме кольца

жесткости в верхней части стенки дополнительно устанавливают обвязочный уголок или швеллер.

Список литературы:

1. Коррозия и защита металлов. В 2 ч. Ч. 1. Методы исследований коррозионных процессов: учебно-методическое пособие/ Н.Г. Россина, Н.А. Попов, М.А. Жилиякова, А.В. Корелин. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 108 с.

2. Козлов, А.А. Методы коррозионных исследований / А.А. Козлов, Д.Е. Молочников, Х. Карадаг // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы кадрового обеспечения отрасли и внедрения достижений аграрной науки: Материалы Международной научно-практической конференции, Махачкала, 30 сентября 2021 года. – Махачкала: Дагестанский институт повышения квалификации кадров АПК, Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2021. – С. 232-237.

3. Молочников, Д.Е. Модель коррозионного процесса / Д.Е. Молочников, Х. Карадаг // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы кадрового обеспечения отрасли и внедрения достижений аграрной науки: Материалы Международной научно-практической конференции, Махачкала, 30 сентября 2021 года. – Махачкала: Дагестанский институт повышения квалификации кадров АПК, Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2021. – С. 255-260.

4. Молочников, Д.Е. Показатели коррозионного разрушения / Д.Е. Молочников, Х. Карадаг // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы кадрового обеспечения отрасли и внедрения достижений аграрной науки: Материалы Международной научно-практической конференции, Махачкала, 30 сентября 2021 года. – Махачкала: Дагестанский институт повышения квалификации кадров АПК, Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2021. – С. 264-268.

5. Молочников, Д.Е. Методы определения коррозионных потерь / Д.Е. Молочников, Х. Карадаг // Актуальные вопросы аграрной науки: Материалы Национальной научно-практической конференции, Ульяновск, 20–21 октября 2021 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 373-378.

6. Молочников, Д.Е. Модель коррозионного процесса металла вертикальных резервуаров при дискретном изменении агрессивных свойств внешней среды / Д.Е. Молочников, Х. Карадаг // Актуальные вопросы аграрной науки: Материалы Национальной научно-практической конференции, Ульяновск, 20–21 октября 2021 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 379-385.

7. Методы неразрушающего контроля материалов / Д.Е. Молочников, Р.Ш. Халимов, С.А. Яковлев [и др.] // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 26 февраля 2021 года / Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2021. – С. 521-524.

8. Хабибуллин, И.Х. Мероприятия по повышению пожарной безопасности при хранении нефтепродуктов / И.Х. Хабибуллин, И.Н. Гаязиев, Д. Е. Молочников // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г., Казань, 28–29 октября 2021 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. – С. 493-497.

9. Молочников, Д.Е. Экспериментальная установка для прогнозирования ресурса вертикальных резервуаров / Д.Е. Молочников, Х. Карадаг // Актуальные вопросы аграрной науки: Материалы Национальной научно-практической конференции, Ульяновск, 20–21 октября 2021 года. – Ульяновск: Ульяновский

государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 386-390.

10. Особенности коррозии вертикальных резервуаров для нефтепродуктов / Д.Е. Молочников, Р.Н. Мустякимов, В.А. Голубев [и др.] // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения: Материалы Национальной научно-практической конференции. В 2-х томах, Дмитровград, 15–16 мая 2018 года. – Дмитровград: Технологический институт - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», 2018. – С. 215-220.

11. Яковлев, С.А. Повышение долговечности емкостей для перевозки нефтепродуктов автомобильным транспортом увеличением их жесткости при ремонте / С.А. Яковлев, Д.Е. Молочников // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2019. – № 2. – С. 46-48. – DOI 10.31044/1684-2561-2019-0-2-46-48.

UDC 665.7

CONSTRUCTION OF VERTICAL CYLINDRICAL TANKS

Ilya Yu. Dmitriev

student

dmitriev17id@mail.ru

Denis E. Molochnikov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

denmol@yandex.ru

Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin

Ulyanovsk, Russia

Abstract. The article considers the designs of cylindrical tanks with a flat roof, with a spherical roof, with a floating roof and with a flat roof and a pontoon. Floating

roof tanks significantly reduce the loss of stored liquid.

Key words: tank, wall, bottom, coating, liquid, surface.

Статья поступила в редакцию 29.03.2022; одобрена после рецензирования 11.04.2022; принята к публикации 12.05.2022.

The article was submitted 29.03.2022; approved after reviewing 11.04.2022; accepted for publication 12.05.2022.