

УДК 699.8

DOI 10.52928/2070-1683-2025-40-1-40-45

**ВИЗУАЛЬНЫЙ ОСМОТР СОСТОЯНИЯ ОТМОСТКИ КЛЁПАНОГО
ВЕРТИКАЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ****А.Д. СТРОГАНОВА***(Белорусский национальный технический университет, Минск)***ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5477-2938>****ad.rusanova@mail.ru**

Проведен краткий анализ требований нормативной литературы начала XX века по проектированию вертикальных стальных резервуаров. Приводятся технические характеристики резервуара вертикального стального клёпаного, построенного в 1934 году на юге Республики Беларусь, предназначенного для хранения дизельного топлива. В статье содержатся изображения, приводимые для иллюстрации текущего состояния укрепленной булыжником отмостки исследуемого резервуара. В результате проведенного визуального осмотра были выявлены поверхностные дефекты бетонного покрытия укрепленной отмостки резервуара, а также некоторые несоответствия требованиям действующей нормативной документации. Дается заключение об актуальности проведения исследования возможности применения технологий устройства отмосток, разработанных в начале XX века, с использованием современных строительных материалов при одновременном соответствии требованиям современной нормативной документации.

Ключевые слова: клёпанный резервуар, отмостка, дефекты, нефтепродукт, строительство.

Введение. Период индустриализации СССР 1929–1941 гг. заключался в выполнении плана первых пятилеток и ознаменовался интенсивными темпами развития промышленности с целью сокращения экономического отставания от стран капиталистического Запада и наращивания обороноспособности страны [1]. В частности, в Белорусской ССР велась техническая реконструкция и расширение старых заводов, например, Минского станко-строительного завода им. Ворошилова. Также осуществлялось строительство новых предприятий, таких как торфо-завод «Красное знамя», Могилёвский авторемонтный завод и Быховский ацетоновый – в БССР начинают развиваться топливная, машиностроительная и химическая отрасли [2, с. 147].

Высокие темпы развития индустрии привели к увеличению удельного веса промышленной продукции в общем объеме валовой продукции промышленности и сельского хозяйства БССР [3] и, как следствие, к приобретению широкой известности. Так, различные станки, изготовленные на предприятиях тяжелой промышленности БССР, отправлялись в другие города СССР, а Кричевский цемент использовался почти на всех стройках и реконструкциях страны.

Вышесказанное создает необходимую основу для формирования долгосрочных логистических цепочек, чтобы перемещать продукцию от изготовителя к потребителю. В ключевых узлах транспортных путей создаются хранилища – нефтебазы – для обеспечения бесперебойного снабжения авиационного, автомобильного и речного транспорта авиационным, дизельным и судовым топливом.

В зависимости от региона БССР строились нефтебазы с различной номенклатурой резервуарных парков на основании потребности в том или ином виде нефтепродукта. Но наибольшее распространение получили резервуары типа РВС для хранения дизельного топлива.

Не смотря на отмечаемую на сегодняшний день тенденцию к перевооружению нефтебаз и резервуарных парков более прогрессивными конструкциями и технологиями сооружения резервуаров, можно наблюдать некоторые объекты нефтегазовой отрасли, для которых предпочтительнее продлить срок эксплуатации имеющихся резервуаров. Способствовать этому может проведение определенных мероприятий, таких как текущие и плановые ремонты, реконструкции и модернизации, не снижающие конструкционную прочность объектов, построенных в начале прошлого столетия. Начальным этапом увеличения срока эксплуатации таких объектов является проведение технического диагностирования состояния конструкции резервуара, его элементов и материала. Простейшим методом неразрушающего контроля оптического вида является визуальный.

Уточним, что одним из слабых мест конструкции резервуара является так называемый уторный узел. Увеличение возникающих напряжений металла в области сопряжения первого пояса и днища и, как следствие, возможное превышение ими предельно-допустимых значений может стать причиной порыва и выхода хранимого продукта. Описываемая ситуация возможна по причине крена резервуара, что, в свою очередь, объясняется неравномерной осадкой грунтов основания в результате попадания в них атмосферных осадков. Ввиду этого становится актуальной задача поддержания такого элемента конструкции резервуара, как отмостка, в состоянии, способном защитить от длительного воздействия воды уторный узел и грунты основания.

Таким образом, необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить требования нормативной документации времен постройки рассматриваемого резервуара и современной;
- провести визуальный осмотр отмостки резервуара;
- дать заключение о возможности приведения состояния отмостки в соответствие требованиям действующей документации.

Объект изучения. В 1932 г. был утвержден первый стандарт (ОСТ 5125) на стальные клёпаные вертикальные резервуары вместимостью до 10560 м³. Этот ОСТ положил начало стандартизации в нефтяном резервуаростроении и действовал до 1944 г. [4], в котором был разработан и введен в действие первый государственный стандарт на сварные резервуары ГОСТ 2486-44. Действие ГОСТ 2486-44 было отменено в 1952 году, а резервуары начали строиться по разрабатываемым типовым чертежам¹.

Рассматриваемый резервуар вертикальный клёпанный (РВК)² был изготовлен полистовым способом с соединением швов методом клёпки (рисунок 1) на нефтебазе, расположенной на юге БССР, в 1934 году и предназначался для хранения дизельного топлива.

В связи с нестабильной ситуацией, сложившейся на текущий момент за пределами Республики Беларусь, нефтебаза, о которой идет речь в данной статье, была временно выведена из эксплуатации.



а



б

а – общий вид; б – клёпаная стенка

Рисунок 1. – РВК-1000

Данный резервуар имеет характеристики, представленные в таблице 1.

Таблица 1. – Основные характеристики РВК-1000

Наименование	Ед. изм.	Показатель
Внутренний диаметр по нижнему поясу	мм	9813
Высота резервуара от днища до верхней полки обвязочного уголка	мм	9530
Высота уровня мёртвого остатка	мм	150
Предельная высота залива с учетом теплового расширения продукта	мм	9054
Площадь днища	м ²	75,639
Полная ёмкость цилиндрической части	м ³	718,860
Полезная ёмкость резервуара (при предельной высоте налива)	м ³	682,912

Стенка резервуара полистового изготовления выполнена из листов, имеющих размеры, представленные в таблице 2, и складывающихся в семь поясов, расположенных ступенчато (рисунок 2). Согласно [5, с. 96], указанная схема расположения поясов была принята для вертикальных резервуаров с одинаковой толщиной стенки в виду того, что при этом получается минимальное количество шаблонов листов стенок, а это значительно удешевляет разметку.

Днище выполнено из листов толщиной 7 мм и окраск 8 мм. Толщина листов настила – 3 мм. Характеристика соединений корпуса резервуара представлена в таблице 3.

¹ Щурова, Е.В. Развитие и совершенствование конструктивных и технико-технологических решений по обеспечению герметичности стальных вертикальных резервуаров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 5.6.6 / Щурова Елена Владимировна. – Уфа, 2022. – 24 с.

² Правила и инструкции по технической эксплуатации металлических резервуаров и очистных сооружений: утверждены Госкомнефтепродуктом СССР от 26.12.86. – М.: Недра, 1977. – 464 с. (См. с. 6).

Таблица 2. – Размеры листов поясов резервуара

Номер пояса	Размер, мм	Толщина, мм
I	4130×1400	7
II	4130×1400	6
III	4130×1400	6
IV	4130×1400	6
V	4130×1390	6
VI	4130×1390	6
VII	4130×1390	6

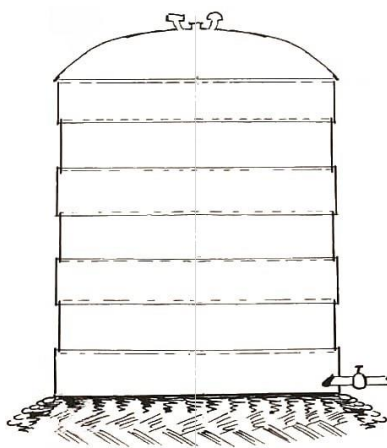


Рисунок 2. – Схема ступенчатого расположения поясов

Таблица 3. – Характеристика соединений резервуара

Наименование соединения	Описание шва	Исполнение	Перекрытие, мм	Диаметр заклепок, d, мм
Горизонтальные швы корпуса	клёпаный однорядный	внахлестку	45	12
Вертикальные швы I и II поясов	клёпаный четырёхрядный	впритык двумя неравными накладками	-	12
Вертикальные швы III–VII пояса	клёпаный двухрядный	внахлестку	54	12
Настил покрытия	клёпаный однорядный	внахлестку	30	10
Присоединение I пояса к днищу	клёпаный однорядный	внахлестку	45	12

Сопряжение стенки с днищем и крышей произведено с помощью нижнего и верхнего кольца, выполненного из углового металла с размерами 75×8 мм и 50×5 мм соответственно. Нижний кольцевой угольник расположен с внутренней стороны резервуара, верхний – с наружной.

На резервуаре располагается сферическая крыша. Для подъема на резервуар установлена шахтная лестница, также имеется площадка обслуживания оборудования на крыше.

Данных о грунтах основания, марке стали, конструкции фундамента и изоляции днища нет. Однако известен факт того, что в 1951 году был проведен ремонт резервуара, в ходе которого отмостка была укреплена булыжником. Схематичное изображение разреза основания рассматриваемого резервуара приведено на рисунке 3.

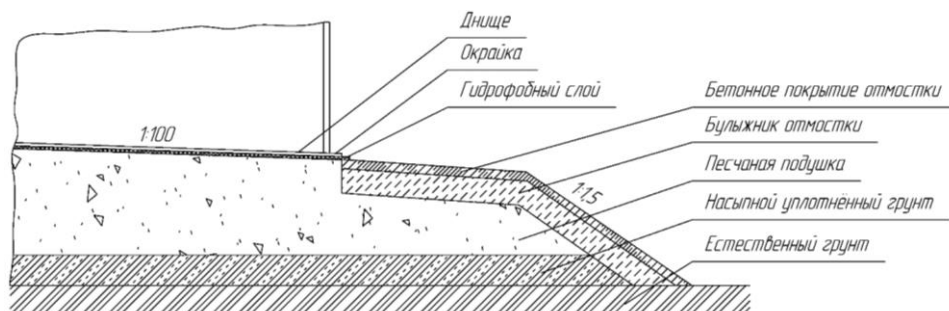


Рисунок 3. – Схема устройства основания резервуара РВК-1000

Осмотр отмостки. Отмостка предназначена для защиты песчаной подушки и фундамента резервуара от атмосферных осадков путем их отвода в сторону сборных коллекторов. Отмостка состоит из горизонтальной и наклонной части с необходимым уклоном для отвода воды^{3,4}.

Согласно требованиям 1958 г.⁵, для резервуаров ёмкостью от 700 м³ и более бермы и откосы основания должны моститься камнем. При макропористых грунтах основания откосы резервуара должны моститься камнем по гидроизоляционному слою с покрытием отмостки слоем асфальта или бетона.

Технический кодекс установившейся практики Республики Беларусь ТКП 169/ОР (02300) устанавливает требования к проведению профилактического осмотра с необходимостью проверки: отмостка вокруг резервуара должна иметь необходимый уклон, обеспечивающий отвод воды с ее поверхности; дефекты в виде трещин, повреждений должны быть исправлены; не допускается наличие растительности и скопление воды и снега у контура резервуара⁶.

Визуальный контроль элементов сооружений проводится с целью выявления изменения их форм и поверхностных дефектов в условиях достаточной освещенности невооруженным глазом или с применением необходимых приборов и инструментов.

Осмотр отмостки резервуара РВК-1000 проводился в дневное время суток с применением в качестве инструментов металлической линейки, рулетки, увеличительного стекла (увеличение до $\times 10$) и металлического щупа.

Ввиду того, что нарушения сплошности бетонного покрытия отмостки рассматриваемого резервуара отмечено не было, для иллюстрации укрепления булыжником откосов песчаной подушки резервуара на рисунке 4 представлен дефект в виде скола созданной по аналогичной технологии отмостки резервуара вертикального стального объёмом 1000 м³, выполненного полистовым методом с соединением листов сварочными швами РВС-1000 в 1954 г.

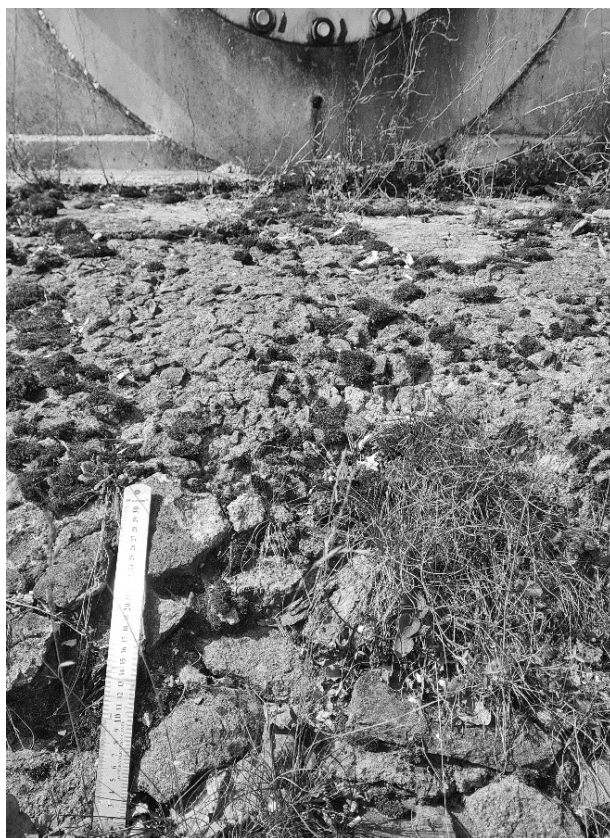


Рисунок 4. – Дефект отмостки РВС-1000

Целью осмотра отмостки резервуара РВК-1000 являлось выявление поверхностных дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации или ремонта обследуемого резервуара. На рисунке 5 представлен характерный вид текущего состояния отмостки исследуемого резервуара.

³ ТКП 169/ОР (02300). Правила технической эксплуатации резервуаров для нефти и нефтепродуктов. – Введ. 01.03.2019. – Минск: МЧС, 2019. – 128 с.

⁴ ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. – Введ. 01.03.2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 98 с.

⁵ СН 26-58 Технические условия изготовления и монтажа стальных цилиндрических вертикальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. – Введ. 01.10.1958. – М.: Госстройиздат, 1958. – 50 с. (См. с. 9).

⁶ См. сноску 3.

В результате проведенного осмотра было выявлено несколько дефектов бетонного покрытия отмостки (рисунок 5):

- гравелистая поверхность, появление которой возможно из-за недостаточного уплотнения бетонной смеси;
- поверхностные раковины, к одной из причин появления которых можно отнести скопления воздуха в бетонной смеси;

- эрозия бетона как следствие погодных условий.

Особо следует отметить, что трещин выявлено не было.



Рисунок 5. – Текущее состояние отмостки РВК-1000

Немаловажным моментом является выявленное нарушение сплошности гидрофобного слоя в зоне узла сопряжения нижнего пояса и днища.

Также при осмотре было выявлено наличие растительности на отмостке резервуара, что для объекта, находящегося в эксплуатации, квалифицировалось бы как несоответствие требованиям нормативной документации. Указанные выше дефекты и несоответствие требованиям могут послужить причиной проведения текущего ремонта резервуара, который, согласно⁷, может включать в себя такой вид работ, как ремонт отмостки вокруг резервуара с восстановлением до 100% общей площади отмостки.

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что в настоящее время на территории Республики Беларусь существуют объекты, техническое состояние которых позволяет проводить их дальнейшую эксплуатацию в будущем при возникновении такой необходимости. Однако это становится возможным только при проведении полной технической диагностики стальных конструкций резервуара, установленного оборудования и запорной арматуры, а также подводящих трубопроводов.

Дополнительно можно отметить факт того, что созданный в начале 30-х годов XX века запас прочности отмостки исследуемого резервуара не был исчерпан за прошедшие 90 лет с момента его постройки. На основании результатов проведенного визуального осмотра можно заключить, что отмостка резервуара находится в удовлетворительном состоянии.

Таким образом, становится актуальной задача исследования возможности применения опыта в области устройства отмостки начала XX века с использованием современных строительных материалов и одновременным соответствием требованиям действующей нормативной документации для увеличения межремонтного периода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лельчук В.С. Индустриализация СССР в годы второй пятилетки (1933–1937 гг.) // Вопросы истории. – 1973. – № 3. – С. 3–22.
2. Гісторыя Беларусі: курс лекцый / А.Ц. Арбузаў, А.І. Багдановіч, А.Г. Багдановіч і інш. – Мінск: БНТУ, 2009. – 220 с. – URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/2553> (дата звароту 31.08.2024).
3. Чигринов П.Г. История Белоруссии с древности до наших дней: учебное пособие. – Минск: Книжный дом, 2004. – 672 с.
4. Бобрицкий Н.В., Юфин В.А. Основы нефтяной и газовой промышленности: учебник. – М.: Недра, 1988. – 199 с.
5. Кандеев В.И., Котляр Е.Ф. Стальные резервуары / Под ред. В.Г. Шухова. – М., Ленинград: Госмашметиздат, 1934. – 364 с.

⁷См. сноску 3.

REFERENCES

1. Lel'chuk, V.S. (1973). Industrializatsiya SSSR v gody vtoroi pyatiletki (1933–1937 gg.). *Voprosy istorii*, (3), 3–22. (In Russ.).
2. Arbuzau, A.T., Bagdanovich, A.I., Bagdanovich, A.G., Balandzin, K.I., Bratachkin, A.V., Byalyaeu, A.V. ... Yakubinskaya, A.D. (2009). *Gistoryya Belarusi: kurs lektsyi*. Minsk: BNTU. (In Belarus.). URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/2553>.
3. Chigrinov, P.G. (2004). *Istoriya Belorussii s drevnosti do nashikh dnei: uchebnoe posobie*. Minsk: Knizhnyi dom. (In Russ.).
4. Bobritskii, N.V. & Yufin, V.A. (1988). *Osnovy neftyanoi i gazovoi promyshlennosti: uchebnik*. Moscow: Nedra. (In Russ.).
5. Kandeev, V.I., Kotlyar, E.F. & Shukhov, V.G. (Eds.) (1934). *Stal'nye rezervuary*. Moscow, Leningrad: Gosmashmetizdat. (In Russ.).

Поступила 02.12.2024

**VISUAL INSPECTION OF THE BLIND AREA OF A RIVETED VERTICAL TANK
FOR STORING PETROLEUM PRODUCTS**

A. STROGANOVA

(Belarusian National Technical University, Minsk)

A brief analysis of the requirements of the regulatory literature of the early 20th century on the design of vertical steel tanks is carried out. The technical characteristics of a vertical riveted steel tank, built in 1934 in the south of the Republic of Belarus, intended for storage of diesel fuel, are given. The article contains images provided to illustrate the current state of the cobblestone-reinforced blind area of the reservoir under study. As a result of the visual inspection surface defects of the concrete coating of the reinforced blind area of the tank were revealed, as well as some inconsistencies with the requirements of the current regulatory documentation. The conclusion is given about the relevance of conducting a study of the possibility of using blind area device technologies developed at the beginning of the XX century using modern building materials while meeting the requirements of modern regulatory documentation.

Keywords: riveted tank, blind area, defects, petroleum product, construction.