

doi: 10.51639/2713-0576_2026_6_3_72

Научная статья

УДК 621.642

ГРНТИ 73.37.19

ВАК 2.8.5

Анализ мероприятий по снижению потерь нефтепродуктов в резервуарах для их хранения

Александр Дмитриевич Сидоренко, Вячеслав Александрович Татаринцев*

ФГБУ ВО «Брянский государственный технический университет»,

Россия, Брянск

* v_a_t52@mail.ru

Аннотация

В статье проанализированы виды потерь нефтепродуктов в резервуарах при хранении и причины нарушения их прочности. Изложены требования к организации технического диагностирования. Установлена связь объема потерь из-за отказов (дефектов) с продолжительностью и условиями эксплуатации резервуара. Выбраны наиболее перспективные методы сокращения потерь нефти и нефтепродуктов в резервуарах. Предложены способы сокращения эксплуатационных потерь нефтепродуктов в резервуарах и выполнено сравнение их эффективности.

Ключевые слова: потери, нефтепродукт, резервуар, дефект, техническое состояние, диагностика, ремонт, эффективность.

Потери нефти нефтепродуктов в резервуарах при хранении можно разделить на количественные, качественно-количественные и качественные [1, 2]. Большой объем потерь связан с испарением легких фракций, основную долю занимает уайт-спирит 56 % (рисунок 1).

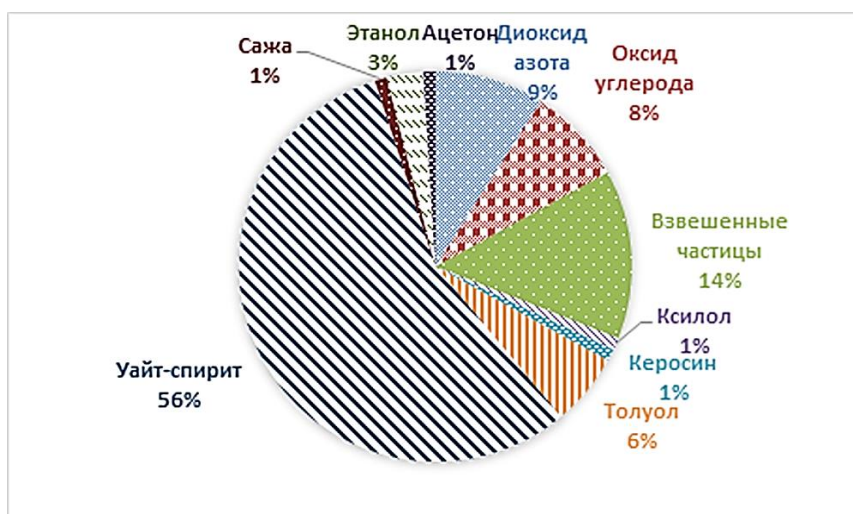


Рисунок 1 – Нефтепродукты, испаряемые в атмосферу из резервуара

Известно [1 - 3], что количественные потери происходят в результате утечек, переливов, неполного слива транспортных емкостей и резервуаров. Эти потери становятся возможными при негерметичности стенок и днищ резервуаров, неисправности запорной арматуры, несоблюдении технологии проведения операций и неисправности контрольно-измерительного оборудования. К ним относят и неполный слив нефтепродуктов.

Качественно-количественные потери происходят при испарении нефтепродуктов. В результате испарения из нефти теряются легкие углеводороды, являющиеся ценным сырьем для нефтеперерабатывающей промышленности. Потери легких фракций снижают качество нефтепродуктов. В наибольшей степени это относится к бензинам, в меньшей степени – к реактивным топливам. Масла, мазуты и смазки практически не испаряются и не теряют качества. В бензинах из-за потерь легких фракций понижаются октановое число и давление насыщенных паров, повышается температура начала кипения и выкипания различных фракций, что ухудшает пусковые качества бензинов, увеличивает расход горючего и износ двигателя. Утрата легких фракций снижает качество нефтепродуктов. Потери, обусловленные испарением, возникают при выводе паровоздушной смеси из газового объема резервуаров и транспортных контейнеров в окружающую атмосферу в результате – потери от «больших дыханий», «малых дыханий» [2], «обратный выдох») [3]. Качественные потери возникают в результате смешения, загрязнения, обводнения и окисления нефтепродуктов.

Качественные потери возникают в результате смешения, загрязнения, обводнения и окисления нефтепродуктов. Ухудшение качества нефтепродукта в результате смешения происходит при последовательной перекачке разнородных нефтепродуктов по одному трубопроводу, а также при заполнении емкостей, содержащих остатки нефтепродукта других сортов. При этом возможен перевод части нефтепродукта в более низкий сорт [3].

Установлено [4 - 6], что объем потерь из-за отказов тесно связан с продолжительностью эксплуатации резервуара (наработкой). С увеличением наработки возрастает число его отказов. Вид этой зависимости близок к типичной закономерности изменения интенсивности отказа от наработки (рисунок 2).

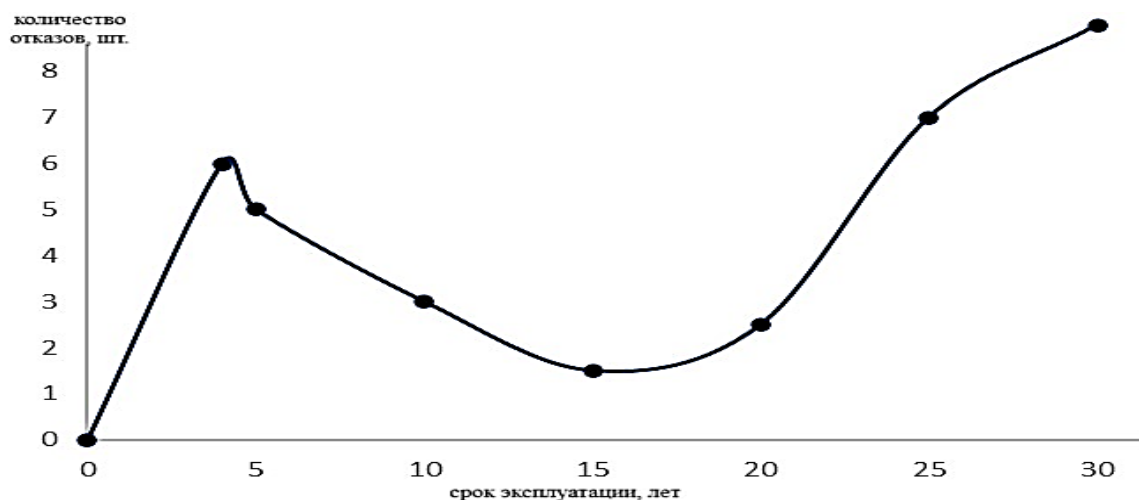


Рисунок 2 – Зависимость отказов резервуаров от продолжительности Эксплуатации

До 10 лет работы резервуара происходит процесс приработки, далее от 11 до 20 лет наблюдается период нормальной эксплуатации, после 20 лет и более – интенсивное увеличение отказов из-за износа и усталости элементов технологических объектов [4].

В процессе длительной эксплуатации основные дефекты возникают от коррозионного износа, осадки основания, что приводит к выходу грунтовых вод. С возрастом они увеличиваются из-за коррозии, износа уплотнений, деформации крыши и ухудшения отражающих свойств краски. Старые резервуары подвержены большому испарению («дыханию») и риску утечек, что увеличивает риски технологических и аварийных потерь.

Важным средством снижения рисков технологических и аварийных потерь является диагностирование технического состояния резервуаров [4, 6]. Последовательность применения технологии проведения визуальной-измерительной диагностики резервуаров представлена на рисунке 3.

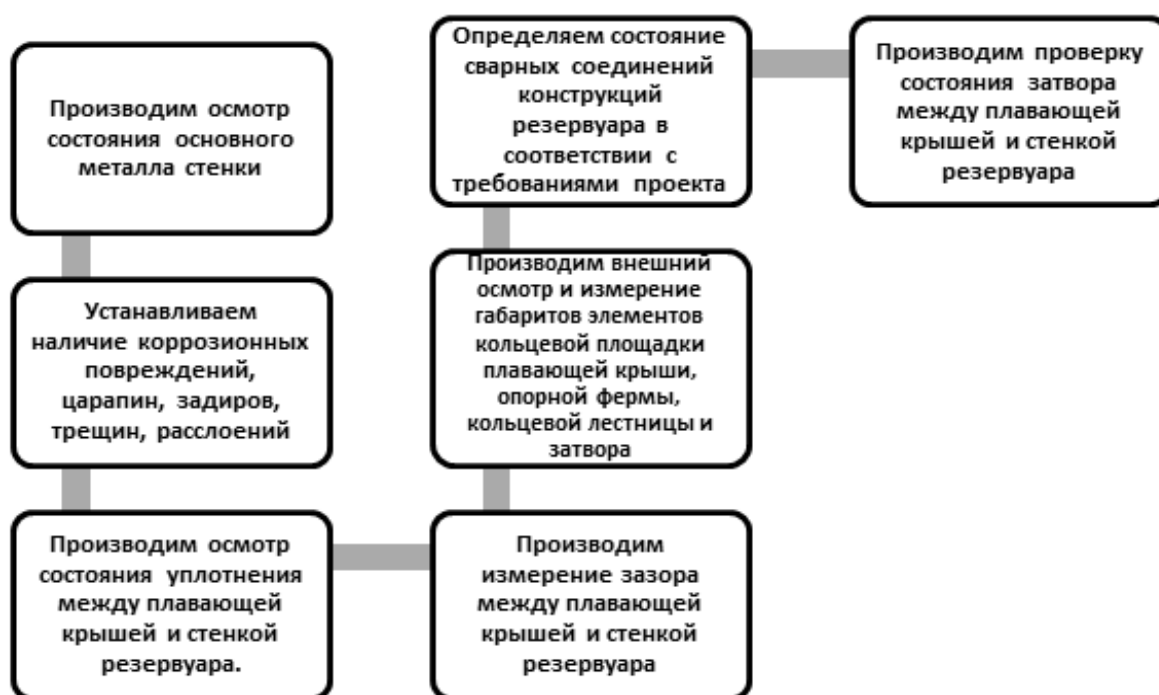


Рисунок 3 – Схема технологии проведения визуально-измерительного контроля резервуаров

Выявленные дефекты подлежат исправления поэтому в соответствии с требованиями ГОСТ Р 58623-2019 проводятся проверки прочности, устойчивости и герметичности элементов конструкций. Предлагаемая схема проведения испытаний резервуара на герметичность приведена на рисунке 4.

Ряд мероприятий, направленных на сокращение потерь нефтепродуктов при «больших и малых дыханиях» и поддержания требуемого уровня надежности [7] приведен в таблице 1.

Сравнительная эффективность предлагаемых мероприятий носит следующий характер (рисунок 5).

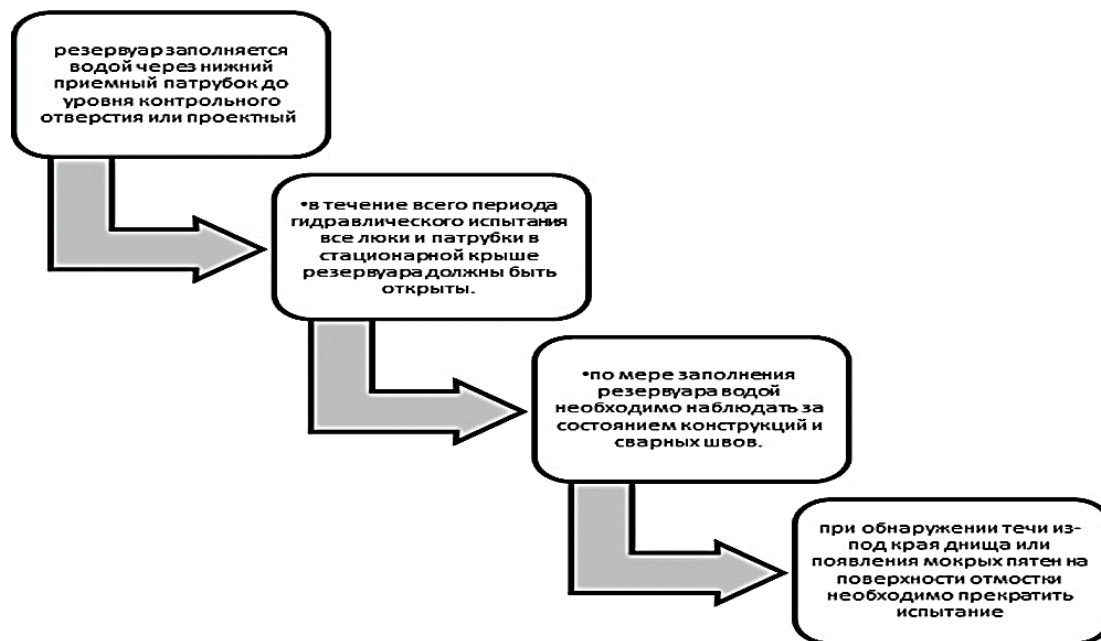


Рисунок 4 – Схема проведения испытаний резервуара на герметичность

Таблица 1 - Виды потерь и мероприятия, способствующие уменьшению потерь нефтепродуктов в резервуарах

Вид потерь	Мероприятия по уменьшению потерь
Потери от испарения при больших «дыханиях» резервуара.	Заполнение резервуара снизу под уровень находящегося в нем продукта, установку возвращающих адсорберов на крыше резервуаров, применение газгольдера, компрессора или насоса для возврата паров топлива обратно в резервуар, установку газовых труб для соединения между собой резервуаров, предназначенных для хранения одного типа нефтепродуктов, а также запрет на проветривание резервуара перед его заполнением.
Специальные технические средства снижения потерь при хранении.	Применение резервуаров, конструкция которых предусматривает уменьшение объема газового пространства или хранение нефтепродуктов под повышенным давлением, применение систем улавливания легких фракций (УЛФ), паров нефти и нефтепродуктов, отражательно-тепловая защита резервуаров для уменьшения отрицательного влияния солнечной радиации с целью сокращения амплитуды колебаний температуры газового пространства.
Теплозащитные мероприятия, уменьшающие влияние солнечной радиации на резервуары.	Окраска наружных и внутренних поверхностей резервуаров, орошение крыш резервуаров, хранение нефти, нефтепродуктов и сжиженных газов в заглубленных и подземных хранилищах.



Рисунок 5 – Сравнение эффективности мероприятий по сокращению потерь углеводородов от испарения

Согласно нормативным документам, время выполнения технологических операций, состоящих из: анализа нормативной, проведения визуально-измерительного, акустико-эмиссионного, рентгенографического ультразвукового контроля, расчета стенки резервуара на прочность и устойчивость, составления заключений о возможности дальнейшей эксплуатации и экспертизы заключений, составляет 280 часов. Анализ документации занимает 6 рабочих дней, визуальный осмотр 8, проведение неразрушающих методов контроля 8-14, математические расчеты 1-3 дня, составление экспертного заключения 1-4 дня. Экономические оценки затрат на эти мероприятия представлены на рисунке 6.



Рисунок 6 – Относительные затраты на снижение потерь в резервуаре для хранения нефтепродуктов

Экономическая оценка затрат на реализацию мероприятий по снижению потерь на примере резервуара РВС 5000 м³ показала, что в зависимости от полноты диагностики и объема ремонтных работ и стоимости оборудования для этих работ, общая сумма затрат на проведение мероприятия будет меняться, но относительные соотношения затрат остаются устойчивыми.

Выводы

1. Проанализированы виды потерь нефтепродуктов в резервуарах при хранении и их причины. На основании анализа исследований представлены основные виды потерь в резервуарах. Рассмотрены количественные, качественно-количественные и качественные потери и установлены их причины. Приведены количественные показатели потерь нефтепродуктов (рис. 1).

2. Установлена связь объема потерь из-за отказов (дефектов) с продолжительностью и условиями эксплуатации резервуара (рис. 2).

3. Предложены схемы визуально-измерительного контроля (рис. 3) и проведения испытаний резервуара на герметичность (рис. 4).

4. Представлены мероприятия, способствующие уменьшению потерь нефтепродуктов в резервуарах и выполнено сравнение их эффективности (рис. 5).

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что на момент подачи статьи в редакцию, у них нет возможного конфликта интересов с третьими лицами.

Список источников:

1. Сальников А. В. Потери нефти и нефтепродуктов: учеб. пособие / А. В. Сальников. – Ухта: УГТУ, 2012. – 108 с.
2. Коршак А. А. Прогнозирование потерь нефти и нефтепродуктов от испарения. – Новосибирск: Академиздат, 2022. – 252 с.
3. Гулиев А. Г. Исследование потери углеводородов в системах хранения нефти и нефтепродуктов / А. Г. Гулиев // Мировая наука. – 2021. – №3(48). – С. 37-42.
4. Татаринцев В. А. Анализ рисков и обоснование уровня надежности элементов трубопроводного транспорта / В. А. Татаринцев // Нефтегазовый терминал: сборник научных трудов Междунар. научн.-техн. конф. имени профессора Н. А. Малюшина. Под общ. ред. М. А. Александрова. – Тюмень, 2021. – С. 171-178.
5. Абрамян С. Г. Характерные дефекты и повреждения, снижающие эксплуатационную надежность стальных вертикальных резервуаров / С. Г. Абрамян, О. В. Бурлаченко [и др.] // Инженерной вестник Дона. – 2022. – №3 (87) – С. 260-269.
6. Федосов А. В. Диагностирование вертикальных стальных резервуаров как инструмент повышения безопасности эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли / А. В. Федосов, Н. Х. Абдрахманов, Н. В. Вадулина [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2019. – № 12. – С. 75–81.
7. Татаринцев В. А. Обоснование рационального уровня надежности элементов трубопроводного транспорта / В. А. Татаринцев, А. В. Васильев // Нефтегазовый

терминал: сборник материалов Междунар. научн.-техн. конф. – Тюмень: ТИУ, 2022. – С. 202-207.

Analysis of Measures to Reduce Oil Product Losses in Storage Tanks

Alexander Dmitrievich Sidorenko, Vyacheslav Aleksandrovich Tatarintsev*

Bryansk State Technical University,

Bryansk, Russia

* v_a_t52@mail.ru

Abstract

This article analyzes the types of oil product losses in storage tanks and the causes of their strength loss. Requirements for organizing technical diagnostics are outlined. A relationship is established between the volume of losses due to failures (defects) and the duration and conditions of tank operation. The most promising methods for reducing oil and oil product losses in storage tanks are selected. Methods for reducing operational losses of oil products in storage tanks are proposed, and their effectiveness is compared.

Keywords: losses, petroleum product, tank, defect, technical condition, diagnostics, repair, efficiency.