

Портнова София Эдуардовна, студент,
Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II
Portnova Sofia Eduardovna, student,
Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОТЕРИ НЕФТИ ОТ ИСПАРЕНИЯ
В РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ НЕФТЕБАЗЫ И СПОСОБЫ ИХ СНИЖЕНИЯ
OPERATIONAL EVAPORATION LOSSES OF OIL
IN A TANK FARM AND METHODS FOR THEIR REDUCTION**

Аннотация. Рассмотрена эксплуатация резервуарного парка перевалочной нефтебазы. Выполнен расчёт потерь нефти от испарения через «малые» и «большие дыхания», а также «обратный выдох» для резервуаров РВС-10000 и РВС-20000, определены среднемесячные потери. Проверены прочность и устойчивость стенок резервуаров, подтверждено их соответствие нормам. Предложены меры снижения потерь: понтоны, газоуравнивательные системы и установки улавливания паров.

Abstract. The operation of a transshipment oil depot tank farm is considered. Oil evaporation losses through “small” and “large breathing” and “reverse exhalation” were calculated for RVS-10000 and RVS-20000 tanks, and the average monthly losses were determined. The strength and stability of the tank walls were verified and their compliance with the standards confirmed. Measures to reduce losses are proposed: pontoons, gas-equalising systems and vapour-recovery units.

Ключевые слова: Резервуарный парк, потери от испарения, малые дыхания, большие дыхания, понтон, вертикальный стальной резервуар.

Keywords: Tank farm, evaporation losses, small breathing, large breathing, pontoon, vertical steel tank.

Резервуарный парк является ключевым технологическим звеном нефтебазы, обеспечивая приём, хранение, учёт и отгрузку нефти и нефтепродуктов. От его работы напрямую зависят пропускная способность и надёжность всего топливно-логистического комплекса. Наиболее распространены вертикальные стальные резервуары со стационарной крышей (РВС), сочетающие большую вместимость с экономичностью строительства [6, 8].

Одной из основных проблем при хранении углеводородов являются эксплуатационные потери от испарения. Лёгкие фракции уходят в атмосферу в процессе «дыхания» резервуаров, вызванного суточными колебаниями температуры и операциями наполнения и опорожнения. Такие потери приводят к прямым финансовым издержкам, ухудшению качества продукта и загрязнению окружающей среды, поэтому разработка мероприятий по их сокращению является актуальной практической задачей [1, 8].

Объектом исследования служит перевалочная нефтебаза в Калининградской области, обеспечивающая экспортные поставки арланской нефти (плотность 873 кг/м³) с перевалкой сырья с железнодорожного транспорта на морские суда. Годовой грузооборот склада составляет 1 950 000 т/год, геометрическая ёмкость – 150 000 м³, в состав парка входят 13 резервуаров (семь рабочих РВС-10000, четыре рабочих РВС-20000 и два аварийных); по общей вместимости нефтебаза относится к I категории. Генеральный план резервуарного парка приведён на рисунке 1.



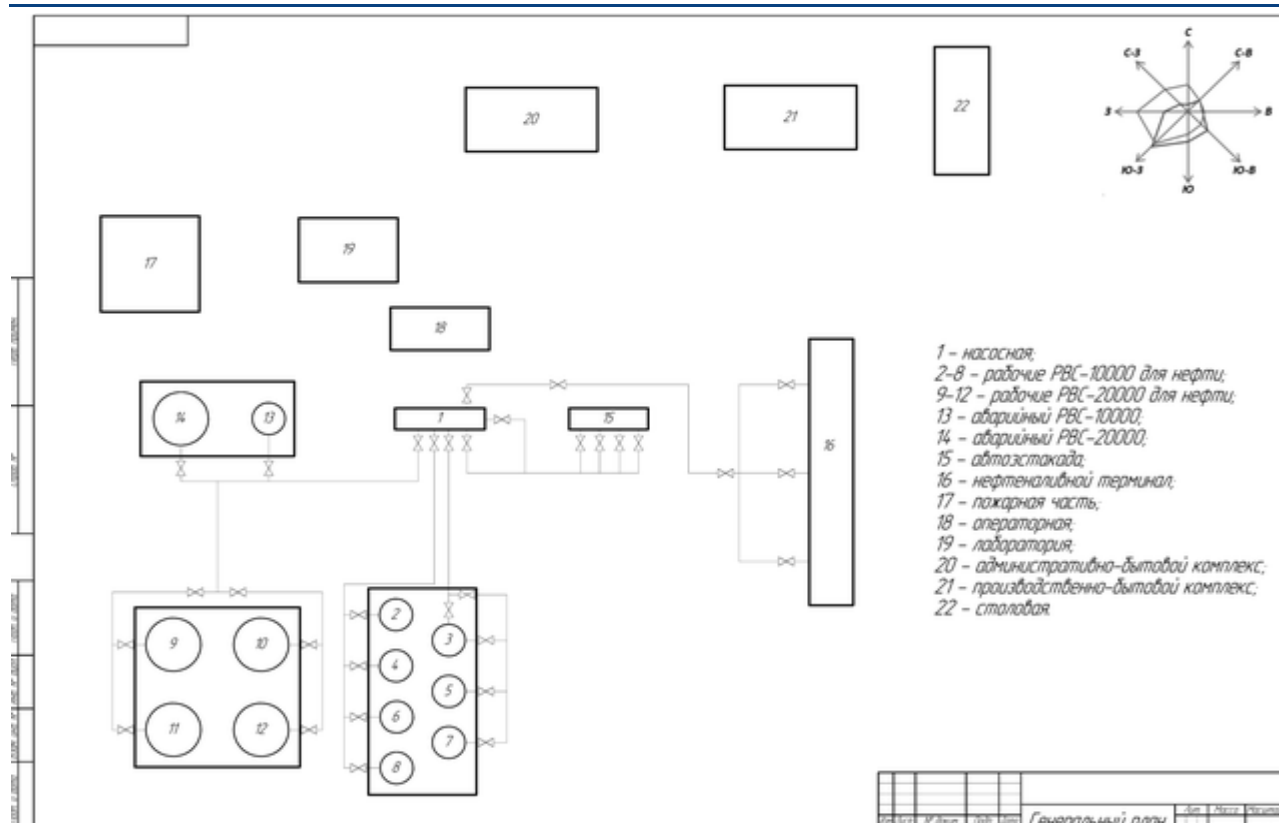


Рисунок 1. Генеральный план резервуарного парка нефтебазы

Потери от «малых дыханий» обусловлены суточным перепадом температуры: днём газовое пространство нагревается, давление растёт, и при срабатывании дыхательного клапана паровоздушная смесь вытесняется наружу, а ночью в резервуар поступает атмосферный воздух. «Большие дыхания» происходят при закачке продукта, когда вытесняется весь объём паровоздушной смеси, а «обратный выдох» возникает при откачке за счёт доиспарения продукта. Расчёт потерь выполнен по методике [1] с учётом теплового баланса газового пространства, площади «зеркала» продукта и параметров дыхательной арматуры.

Площадь «зеркала» нефти, определяющая интенсивность испарения, вычисляется по формуле

$$F_n = \pi \cdot D_{\square}^2 / 4, \quad (1)$$

где $D_{\square}$ – диаметр резервуара, м. Для РВС-10000 ($D_{\square} = 34,2$ м) площадь зеркала составила 918,63 м². Аналогично определяются молярная масса паров, средние температуры газового пространства, объёмы жидкой и паровой фаз и, в итоге, массовые потери за цикл. Результаты расчётов сведены в таблице 1.

Таблица 1

Потери нефти от испарения для резервуаров парка

Показатель	РВС-10000	РВС-20000
Потери от «малых дыханий», кг	65,78	131,67
Потери от «больших дыханий», кг	2704,34	5772,59
Потери от «обратного выдоха», кг	0	0
Среднемесячные потери от испарения, кг	5786,62	11807,56

Как видно из таблицы 1, основной вклад в суммарные потери вносят «большие дыхания», а «обратный выдох» для обоих резервуаров отсутствует (расчётное значение



отрицательно). Среднемесячные потери достигают 5786,62 кг для РВС-10000 и 11807,56 кг для РВС-20000, что свидетельствует о значительном экономическом ущербе в масштабах всего парка.

Помимо испарения, выполнена проверка несущей способности конструкций. Расчёт напряжённо-деформированного состояния, прочности и устойчивости стенок резервуаров РВС-10000 и РВС-20000 показал, что кольцевые и продольные напряжения во всех поясах не превышают расчётных сопротивлений, а коэффициенты устойчивости меньше единицы. Таким образом, конструкции резервуаров удовлетворяют требованиям прочности и устойчивости [2, 3, 4].

Для снижения потерь от испарения рассмотрен комплекс технических решений. Установка понтонов уменьшает площадь контакта продукта с газовой средой и сокращает потери от «малых дыханий» на 85-95 %, а от «больших дыханий» – на 96-98 %; при снижении на 90 % потери от «больших дыханий» для РВС-10000 уменьшаются до 270,43 кг, а для РВС-20000 – до 577,26 кг за цикл. Газоуравнительные системы соединяют газовые пространства резервуаров с однотипным продуктом, перепуская пары вместо их выброса. Установки улавливания паров возвращают уловленные углеводороды в резервуар методами конденсации, абсорбции или адсорбции, а светлая теплоизоляционная окраска снижает нагрев поверхности и интенсивность «малых дыханий» [1, 6, 8].

Наиболее эффективным и экономически целесообразным решением для рассматриваемой нефтебазы является оснащение существующих резервуаров понтонами (с получением типа РВСП), поскольку основная доля потерь приходится на «большие дыхания». Для максимального экологического и экономического эффекта рекомендуется сочетать понтоны с централизованной системой улавливания паров, охватывающей все резервуары парка: понтоны минимизируют испарение, а система улавливания обеспечивает рекуперацию остаточных паров.

Таким образом, определены среднемесячные потери нефти от испарения для резервуаров РВС-10000 и РВС-20000, подтверждено соответствие конструкций требованиям прочности и устойчивости и обоснован комплекс мер по сокращению потерь. Полученные результаты могут использоваться при модернизации резервуарных парков перевалочных нефтебаз в аналогичных условиях эксплуатации.

Список литературы:

1. РД 153-39-019-97. Методические указания по определению технологических потерь нефти на предприятиях нефтяных компаний Российской Федерации: дата введения 1998-01-01.
2. ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2016.
3. ГОСТ 27751-2014. Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – Москва: Стандартинформ, 2015.
4. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. – Москва: Минстрой России, 2016.
5. СП 110.13330.2012. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. – Москва, 2012.
6. Коршак А. А. Нефтебазы и АЗС: учебное пособие / А. А. Коршак, Г. Е. Коробков, Е. М. Муфтахов. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006. – 416 с.
7. Коршак А. А. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов: учебник для вузов / А. А. Коршак, А. М. Нечваль. – Санкт-Петербург: Недра, 2008. – 488 с.
8. Тугунов П. И. Типовые расчёты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: учебное пособие для вузов / П. И. Тугунов, В. Ф. Новосёлов, А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2002. – 658 с.
9. ВНТП 5-95. Нормы технологического проектирования предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебаз).

