

УДК 621.926

*Толстокоров Е.Н.*

*магистр*

*Ларина Л.В., к.т.н.,*

*Преподаватель кафедры*

*«Автомобильный транспорт*

*и технологическое оборудование»*

*Донской государственной технической университет*

*Тихонова О.Б., к.т.н.*

*Преподаватель кафедры*

*«Автомобильный транспорт*

*и технологическое оборудование»*

*Донской государственной технической университет*

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА  
СРЕДСТВ СОКРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ НЕФТЕПРОДУКТОВ ОТ  
ИСПАРЕНИЯ**

*Аннотация: в статье определены Основным направлением повышения эффективности эксплуатации технологических машин и оборудования нефтегазоснабжения является сокращение потерь нефти и нефтепродуктов на нефтеперерабатывающих заводах, нефтебазах и при транспортировке. Годовые потери при перекачке и хранении нефти и нефтепродуктов велики и составляют около 9 % от годовой добычи. При этом в результате испарения из нефти уходит главным образом наиболее легкие компоненты, являющиеся основным сырьём для нефтехимических производств. Потери легких фракций бензина приводят к ухудшению товарных качеств, понижению октанового числа, повышению температуры кипения, а иногда и к переводу нефтепродукта в более низкие сорта.*

*Ключевые слова: технологические машины, оборудование, аварийные потери нефти.*

***Tolstokorov E.N.***

***master***

***Larina L.V., k.t.n,***

***Lecturer of the chair***

***"Automobile transport***

***and technological equipment" department***

***Don State Technical University***

***Tikhonova O.B., k.t.n.***

***Lecturer of the chair***

***"Automobile transport***

***and technological equipment"***

***Don State Technical University***

## **FEASIBILITY STUDY OF THE CHOICE OF MEANS FOR**

### **REDUCTION OF OIL PRODUCTS LOSSES FROM EVAPORATION**

*Abstract: in the article the main direction of increasing the efficiency of operation of technological machines and equipment of oil and gas supply is the reduction of oil and oil products losses at refineries, oil depots and during transportation. Annual losses during pumping and storage of oil and petroleum products are high and amount to about 9% of annual production. At the same time, as a result of evaporation from oil, mainly the lightest components, which are the main raw materials for petrochemical production, are lost. Losses of light fractions of gasoline lead to deterioration of marketable qualities, lowering of octane number, increase of boiling point, and sometimes to transfer of oil product into lower grades.*

*Key words: technological machines, equipment, emergency oil losses.*

Потери нефти и нефтепродуктов при их транспортировке, хранении,

приеме и отпуске разделяют на естественные, эксплуатационные и аварийные. Основным источников естественной убыли нефтепродуктов являются их потери от испарения из резервуаров при больших и малых «дыханиях». «Большие дыхания» имеют место при операциях по заполнению резервуаров.

Наряду с этим, эксплуатационные и аварийные потери в отличие от естественной убыли могут быть полностью устранены при соблюдении всех требований безопасности и нормативно-технической документации.

Так в условиях нефтебазы, расположенной в первой климатической зоне (г. Шахты Ростовской области) для 8 резервуаров: РВС-1000 – 1 шт.; РВС-400 – 2 шт.; РГСН-45 – 4 шт.; РГСН-75 – 1 шт. Максимальный расход откачки равен 40 м<sup>3</sup>/ч. Прием бензина производится с железной дороги, отпуск – в автоцистерны. Планируемая годовая реализация бензина предполагается в объеме 16000 т, расчетная плотность бензина  $\rho=730$  кг/м<sup>3</sup>.

Сокращение потерь, достигаемое при применении ССП, в значительной степени зависит от номинальной вместимости резервуара, коэффициента его оборачиваемости  $n_{об}$  и ряда других факторов.

Средний коэффициент оборачиваемости резервуаров с учётом их геометрического объёма и рекомендуемого коэффициента использования емкости составит:

$$n_{об} = \frac{G}{\rho \cdot \sum V_p \cdot \eta_p}, \quad (1)$$

где  $G$  – годовая реализация бензина, т;

$\eta_p$  – коэффициент использования емкости,  $\eta_p = 0,85$ ;

$V_p$  – геометрическая вместимость резервуара, м<sup>3</sup>.

$$n_{об} = \frac{16000}{0,73 \cdot (1066 + 2 \cdot 426 + 4 \cdot 46,9 + 76,9) \cdot 0,85} = 11,8 \text{ год}^{-1}.$$

Ожидаемая годовая естественная убыль бензина из рассматриваемых резервуаров составит:

$$G_{\Pi} = \left[ p_1 + p_2 + p_3 \cdot \left( \frac{M}{n_{об}} - 1 \right) \right] \cdot G, \quad (2)$$

где  $p_1$  – норматив естественной убыли нефтепродуктов при приеме в резервуары нефтебаз, кг/т [2];

$p_2$  – норматив естественной убыли нефтепродуктов при хранении в резервуарах до одного месяца, кг/т [2];

$p_3$  – норматив естественной убыли нефтепродуктов при хранении в резервуарах свыше одного месяца, кг/т [2];

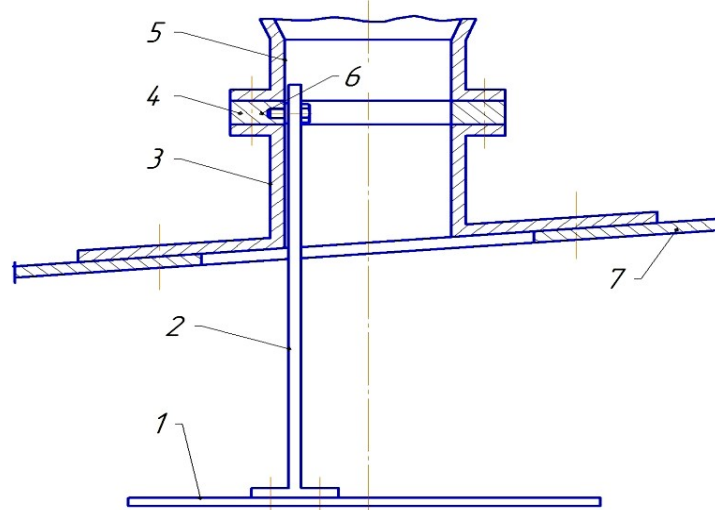
$M$  – число месяцев в рассматриваемом календарном периоде;

$n_{об}$  – коэффициент оборачиваемости резервуаров.

$$G_{\Pi} = \left[ \frac{0,22 + 0,37}{2} + \frac{0,23 + 0,66}{2} + \frac{0,09 + 0,41}{2} \cdot \left( \frac{12}{11,8} - 1 \right) \right] \cdot 16000 = 9588 \text{ кг.}$$

Для эффективной работы применяемых дыхательных клапанов используют диски-отражатели (рисунок 1). Диск-отражатель представляет собой препятствие в форме диска, устанавливаемое на некотором расстоянии под монтажными патрубками дыхательной арматуры, и предназначен для предотвращения перемешивания содержимого газового пространства резервуаров при их опорожнении.

В процессе «вдоха» вертикальное движение воздушного потока переходит в горизонтальное. Вошедший воздух оттесняет пары нефтепродукта вниз, а сам занимает положение под кровлей [1]. Эффективность дисков-отражателей ограничивается временем, равным 20 ÷ 30 часов с момента выкачки и закачки нефтепродукта. При увеличении указанного интервала в результате диффузии пары нефтепродуктов перемешиваются с воздухом, заполняя пространство резервуара, что приводит к потерям нефтепродукта при очередном его заполнении.



1 – диск; 2 – стойка; 3 – монтажный патрубкок; 4 – фланец; 5 – дыхательный клапан; 6 – болт для крепления стойки к фланцу; 7 – крыша резервуара

Рис.1 – Диск-отражатель

Сокращение потерь при применении дисков-отражателей описывается выражением  $S$ , в долях, определяется по формуле:

$$S = a_{0S} + a_{1S} \cdot n_{\text{ОБ}} + a_{2S} \cdot n_{\text{ОБ}}^2 + a_{3S} \cdot n_{\text{ОБ}}^3, \quad (3)$$

где  $a_{0S}, a_{1S}, a_{2S}, a_{3S}$  – числовые коэффициенты, зависящие от типа резервуара (таблица 1).

Таблица 1 – Величины коэффициентов, зависящие от типа резервуара

Номинальный объем резервуара, м <sup>3</sup>	$10^2 \cdot a_{0S}$	$10^2 \cdot a_{2S}$	$10^2 \cdot a_{3S}$	$10^2 \cdot a_{4S}$
400	-3,77	0,651	-11,0	6,77
700	-3,43	0,685	-11,9	7,20
1000	-3,50	0,635	-11,0	6,69
2000	-3,57	0,627	-10,9	6,61
3000	-3,67	0,564	-9,8	5,96
5000	-3,80	0,465	-8,1	4,95
10000	-2,26	0,667	-11,9	7,30
20000	-4,22	0,250	-4,4	2,71
50000	-3,61	0,341	-6,1	3,77

Ожидаемое сокращение потерь при использовании дисков-отражателей:

$$S_{\text{д.45, 75}} = -3,77 \cdot 10^{-2} + 0,651 \cdot 10^{-2} \cdot 11,8 - 11,0 \cdot 10^{-5} \cdot 11,8^2 + 6,77 \cdot 10^{-7} \cdot 11,8^3 = -0,1128.$$

$$S_{д.400} = -3,43 \cdot 10^{-2} + 0,685 \cdot 10^{-2} \cdot 11,8 - 11,9 \cdot 10^{-5} \cdot 11,8^2 + \\ + 7,2 \cdot 10^{-7} \cdot 11,8^3 = 0,0311.$$

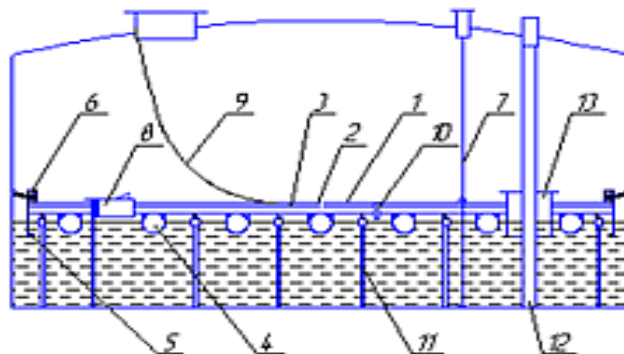
$$S_{д.1000} = -3,50 \cdot 10^{-2} + 0,635 \cdot 10^{-2} \cdot 11,8 - 11 \cdot 10^{-5} \cdot 11,8^2 + \\ + 6,69 \cdot 10^{-7} \cdot 11,8^3 = 0,0257.$$

Отрицательные величины  $S_a$ , вычисленные в области низких коэффициентов оборачиваемости, свидетельствует о бесполезности применения дисков-отражателей в данных условиях.

Среднее ожидаемое сокращение потерь бензина из рассматриваемых резервуаров с помощью дисков-отражателей составит:

$$S_{д} = [-0,1128 \cdot (4 \cdot 46,9 + 76,9) + 0,0311 \cdot 2 \cdot 426 + 0,0257 \cdot 1066] / (4 \cdot 46,9 + \\ + 76,9 + 2 \cdot 426 + 1066) = 0,0011.$$

Сокращение потерь бензина из рассматриваемых резервуаров согласно литературным источникам [1-6] может осуществляться с помощью понтона. Понтон - жесткое плавающее покрытие, помещаемое в резервуар со стационарной кровлей с целью уменьшения скорости насыщения газового пространства парами нефтепродуктов (рисунок 2). Конструктивно понтон представляет собой жесткую газонепроницаемую конструкцию в форме диска, закрывающую не менее 95 % поверхности нефтепродукта и снабженную затвором, уплотняющим кольцевой зазор между диском и стенкой резервуара.



1-настил; 2 -верхняя балка; 3 -нижняя балка; 4 -поплавок; 5 - ериферийная юбка; 6 - периферийный затвор; 7 -противоповоротное устройство; 8 -люк-лаз; 9 -кабель заземления; 10 -дренажное устройство; 11 -стационарная опора; 12 -направляющая резервуара; 13 -затвор направляющей

Рис. 2 – Резервуар с металлическим понтоном

Сокращение потерь бензинов, достигаемое при применении понтонов с затвором  $S_n$ , в долях, определяется по формуле:

$$S_n = b_{0S} + b_{1S} \cdot n^{b_2}, \quad (4)$$

где  $b_{0S}$ ,  $b_{1S}$ ,  $b_{2S}$  – постоянные числовые коэффициенты, зависящие от номинальной вместимости резервуара и коэффициента оборачиваемости (таблица 2). Ожидаемое сокращение потерь при применении понтонов с затвором составит:

$$S_{п.400} = 0 + 2,35 \cdot 10^{-2} \cdot 11,8^{0,688} = 0,128.$$

$$S_{п.1000} = 3 \cdot 10^{-2} + 3,85 \cdot 10^{-2} \cdot 11,8^{0,683} = 0,258.$$

Среднее ожидаемое сокращение потерь бензина из рассматриваемых резервуаров с помощью понтонов:

$$S_d = [0,128 \cdot 2 \cdot 426 + 0,258 \cdot 1066] / (2 \cdot 426 + 1066) = 0,2003$$

При применении плавающих крыш в одинаковых условиях с понтонами сокращение потерь от испарения  $S_{пк}$  меньше, чем при применении понтонов:

- при номинальном объеме резервуаров  $1000 \text{ м}^3$  и меньше – на  $7 \div 10$  %;

- при  $2000 \text{ м}^3 < V_{\text{ном}} < 5000 \text{ м}^3$  – на  $3 \div 5$  %,

- при  $V_{\text{ном}} > 10000 \text{ м}^3$  – на  $1 \div 2$  %.

Таблица 2 – Величины коэффициентов для понтонов с затвором

Номинальная вместимость резервуаров, $\text{м}^3$	$N < 10$ , 1/год			$10 < \eta < 40$ , 1/год		
	$10^2 \cdot b_{1S}$	$10^2 \cdot b_{1S}$ , год $b_{2S}$	$b_{2S}$	$10^2 \cdot b_{0S}$	$10^2 \cdot b_{1S}$ , год $b_{2S}$	$b_{2S}$
400	–	1,65	0,845	–	2,35	0,688
700	–	3,21	0,736	–	3,56	0,697
1000	–	4,01	0,703	3	3,85	0,683
2000	–	18,00	0,410	26	5,95	0,545
3000	–	27,10	0,275	32	6,27	0,519
5000	10	20,30	0,347	40	4,46	0,563
10000	26	16,94	0,384	52	4,52	0,529
20000	40	11,90	0,439	67	0,90	0,834
50000	63	13,30	0,284	82	0,59	0,915

Сокращение потерь, обеспечиваемое при применении газоуравнительных систем  $S_{гус}$  при операциях со стабильными углеводородными жидкостями с температурой менее 25 °С, принимаем согласно [2]:

$$S_{гус} = K_c \cdot 100\%. \quad (5)$$

Значения коэффициента совпадения операций  $K_c$  для каждой конкретной группы резервуаров определяются по журналам оперативного учета, диспетчерским листам и т.п.

Коэффициент совпадения операций  $K_c$  определяется по формуле:

$$K_c = \frac{\min\{V_{зак}; V_{от}\}}{V_{зак}}, \quad (6)$$

где  $V_{зак}$  – объем принятого нефтепродукта за рассматриваемый промежуток времени, м<sup>3</sup>;

$V_{от}$  – объем отпущенного нефтепродукта за рассматриваемый промежуток времени, м<sup>3</sup>. В отдельных случаях величину  $K_c$  можно принимать по таблице 3.

Таблица 3 – Коэффициент совпадения операций

Характеристики объекта	$n_{об}, 1/\text{год}$	$K_c$
Нефтебазы, осуществляющие прием по трубопроводу или железной дороге, отпуск - в автоцистерны	до 50	0,2÷0,5
Нефтебазы, расположенные на водных путях; прием - в нефтеналивные суда, железнодорожные и автомобильные цистерны	до 30	0,1÷0,3
Нефтебазы, осуществляющие прием по трубопроводу и железной дороге, отпуск - в железнодорожные и автомобильные цистерны	до 25	0,2÷0,4
Насосные станции, на которых производится одновременно прием и отпуск - в группе резервуаров с одинаковым нефтепродуктом	-	0,5÷0,7
Насосные станции, на которых не производится одновременно прием и отпуск - в группе резервуаров с одинаковым нефтепродуктом, а также наливные станции	-	0,1÷0,3

При применении систем улавливания легких фракций (УЛФ) достигаемое сокращение потерь зависит от многих факторов, например, от стоимости системы (стоимость установки УЛФ Vapor King 6.4/0.35



составляет 384555009 руб.) и недостаточно высоких объемов резервуарного парка и коэффициентом оборачиваемости резервуаров. Указанные факторы приведут к сроку окупаемости выше нормативного и низкой рентабельности инвестиций.

Таким образом, наибольшее сокращение потерь бензина из рассматриваемых вертикальных резервуаров обеспечивается понтонами, которые могут быть рекомендованы для рассмотренных выше условий хранения нефтепродуктов в вертикальных емкостях.

### **Список используемой литературы**

1. Тугунов П. И., Новоселов В.Ф., Коршак А.А., Шаммазов А.М.. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. - Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2002. - 658 с.
2. Хранение нефти и нефтепродуктов: Учебное пособие./ Под общей редакцией Ю.Д. Земенкова. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2001. – 550 с
3. Едигаров С.Г., Бобровский С.А. Проектирование и эксплуатация нефтебаз и газохранилищ. М., «Недра», 2010. - 180 с.
4. Шишкин Г.В. Справочник по проектированию нефтебаз. - М.: «Недра», 2012. - 216 с.
5. Коршак А.А. Нефтебазы и АЗС: Учебное пособие/ А.А. Коршак, Г.Е. Коробков, Е.М. Муфтахов. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006. – 416 с.
6. Магеррамов А.М., Ахмедова Р.А., Ахмедова Н.Ф. Нефтехимия и нефтепереработка: учебник для высших учебных заведений. - Баку: Издательство «Баки Университети», 2009. - 660 с.