

УДК 622.691.12; 622.279.8



## ПОТЕРИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ВО ВРЕМЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ И ИХ НОРМИРОВАНИЕ

А.С.Кулиев  
(НИПИ «Нефтегаз»)

В статье рассмотрены вопросы потери нефти и нефтепродуктов на объектах их транспортировки и хранения, а также нормирование этих потерь. Потери нефти и нефтепродуктов происходят в основном из-за их просачивания и испарения из резервуаров и трубопроводов, в результате неполного освобождения нефтетранспортных средств, смешения продуктов, их обводнения, во время чистки емкостей, а также во время аварий. Эти потери наносят большой вред экономике страны, снижая эффективность производства, а также способствуют загрязнению почвы, водного и воздушного бассейнов. Нормирование потерь нефти и нефтепродуктов позволяет уменьшить количество потерь, возникающих во время технических и технологических операций, по каждому заранее определенному источнику потерь.

**Ключевые слова:** нефть, нефтепродукты, потери, транспортировка, хранение, испарение, просачивание, резервуар, нефтепровод, летучесть.

**E-mail:** n.n.zeynalova@gipro.az

**DOI:** 10.5510/OGP20140200201

Потери нефти и нефтепродуктов на объектах их транспортировки и хранения сопровождаются уменьшением их первоначального объема, ухудшением физико-химических свойств и загрязнением окружающей среды.

Потери, главным образом, возникают в результате следующих причин:

- испарения;
- просачивания, разливов и разбрызгивания;
- неполного освобождения нефтетранспортных средств;
- смешения, обводнения продуктов, а также во время чистки емкостей;
- аварий.

Основные источники потерь для нефти и бензинов различных марок - это испарение, для керосина и дизельного топлива - просачивание, для вязких нефтепродуктов - прилипание к стенкам емкостей.

Основная часть потерь (60-80%) приходится на долю резервуарных парков, из них 75% потерь, возникающих на территории резервуарных парков, происходит в результате испарения.

Причиной возникновения потерь в результате испарения является высокое давление насыщенных паров нефти и нефтепродуктов и, как следствие, переход легких фракций в газовую фазу. Испарение углеводородов, наряду с загрязнением атмосферы, приводит также к снижению качества товарных продуктов. Например, испарение 1% легких углеводородов бензина приводит к снижению его октанового числа на одну единицу [1].

Количество потерь, возникающих при заполнении резервуаров нефтью и нефтепродуктами ( $\Delta G_{б.д.}$ , т/год) ("большое дыхание"), определяется следующим образом [1]:

$$\Delta G_{б.д.} = \frac{\Omega_0}{R_H T} \left( P_T Z X S_\omega + P_0 - \frac{\Omega_K}{\Omega_0} P_K \right) \quad (1)$$

где,  $\Omega_0$ ,  $\Omega_K$  - объем газовой фазы в начале и конце вытеснения паро-воздушной смеси, м<sup>3</sup>;

$R_H$  - газовая постоянная нефтепродуктов, кг·с·м/кг·градус;

$T$  - абсолютная температура, К;

$P_T$  - абсолютное давление в газовом пространстве, МПа;

$Z$  - коэффициент сжимаемости;

$X$  - безразмерный параметр, определяющий течение процесса насыщения паром газовой фазы во время наполнения емкостей;

$S_\omega$  - сумма бесконечных похожих рядов;

$P_0$ ,  $P_K$  - начальное и конечное парциальные давления во время заполнения резервуаров и емкостей, МПа.

Количество потерь, возникающих во время хранения продуктов ("малое дыхание") ( $\Delta G_{м.д.}$ , т/год), определяется следующим образом [1]:

$$G_{м.д.} = 1.37 P_{нл.}^{1.8} K_n K_0 \rho \quad (2)$$

где  $P_{нл.}$  - давление насыщенных паров нефтепродуктов при средней температуре, МПа;

$D$  - диаметр резервуара, м;

$K_n$  - коэффициент, учитывающий воздействие высоты газового пространства;

$K_0$  - коэффициент, учитывающий воздействие цвета резервуаров;

$\rho$  - плотность нефтепродуктов, кг/м<sup>3</sup>.

Количество потерь, возникающих при опорожнении резервуаров ("обратное выдыхание") определяется следующей формулой [1]:

$$\Delta G_{о.в.} = \frac{\Omega}{R_H T} \left( P_T \cdot \ln \frac{P_T - P_0}{P - P} + P_0 - P_S \right) \quad (3)$$

где,  $P_0$  - парциальное давление паров газовой фазы в начале опорожнения, МПа;

$P_S$  - давление насыщенных паров нефтепродукта при температуре окружающего воздуха, МПа.

Потери, возникающие во время транспортировки нефти и нефтепродуктов по трубопроводам,

Таблица 1

## Классификация нефтепродуктов

ГРУППЫ							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Автомобильные бензины АИ-95	Бензин растворитель (резиновая промышленность), изооктан. Реактивное топливо Т-2, растворяющий нефрас, бензол	Бензин растворитель (лакокрасочная промышленность), вакуумное масло, топливо для реактивных двигателей (кроме Т-2), сольвент, технический керосин, толуол, ксилол, этилбензол	Керосин (для освещения), дизельное топливо	Масло, алиф, топливо для средне- и мало-оборотных дизельных двигателей, нефтяное топливо для газотурбинных установок, печное топливо, дизельное топливо для экспорта, реактивное термостабильное топливо	Мазуты, смазочные масла, присадки, жидкие нефтяные битумы, нефтяные кислоты, другие жидкие нефтяные продукты	Смазки, твердые битумы, пасты. Твердые нефтяные продукты	Различные нефти

равны сумме потерь, возникающих на отдельных объектах системы транспортировки:

$$M = M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_n \quad (4)$$

где,  $M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$  – потери, возникающие на насосной станции каждого конкретного участка (линейная часть трубопроводов, включая разветвленные участки и нефтеналивные объекты).

Потери нефти и нефтепродуктов во время транспортировки по трубопроводам определяется следующей формулой [1]:

$$M = KN_p \cdot V_{в.х.} + N_{\lambda} \cdot V_{\partial} \cdot l_1 / 100 + N_{\lambda} \cdot V_n \cdot l_2 / 100 + N_{np} \cdot V_n + N_p \cdot V_m + N_{mp} \cdot V_{mp} \quad (5)$$

где  $K$  – коэффициент рабочего режима станции:

- при режиме “с подключением резервуара”  $\kappa = 0.3$ ;
- при режиме “с насоса на насос”  $\kappa = 0$ ;

$N_p$  – нормы естественных потерь в резервуарах, находящихся на объектах транспортировки нефти и нефтепродуктов по трубопроводам;

$V_{в.х.}$  – количество продукта, входящего на насосную станцию, т;

$N_{\lambda}$  – нормы естественных потерь, возникающих на линейном участке трубопроводов;

$V_{\partial}$  – количество продукта, транспортируемого по данному участку, т;

$l_1$  – длина линейного участка трубопровода с данной станции до следующей, км;

$V_n$  – количество продукта, поступившего на промежуточные нефтяные базы, т;

$l_2$  – длина ветвей, отходящих с промежуточных нефтяных баз, км;

$N_{np}$  – нормы естественных потерь при приеме в резервуары;

$V_m$  – количество продуктов, поступающих в

резервуары магистральных трубопроводов, т;

$N_{mp}$  – нормы естественных потерь нефтепродуктов во время наполнения транспортных средств;

$V_{mp}$  – количество нефтепродуктов, которыми наполняются транспортные средства, т.

Потери, возникающие как следствие вышеуказанных причин, наносят большой вред экономике страны, а также способствуют загрязнению почвы, водного и воздушного бассейнов. Поэтому нормирование потерь, возникающих во время транспортировки и хранения нефти и продуктов нефтепереработки, и, таким образом, управление потерями и их уменьшение имеет большое значение как с экономической, так и с экологической точки зрения.

Нормы естественных потерь определяются для двух периодов: осень-зима (1 октября по 31 марта) и весна-лето (с 1 апреля по 31 сентября).

Нормы определяются в зависимости от типа резервуаров и вида операции. Распределение нефтепродуктов по группам согласно классификации показано в таблице 1 [2].

Нормы естественных потерь, возникающих при приеме, хранении и транспортировке отдельных нефтепродуктов, были рассчитаны согласно вышеуказанным методам. Полученные результаты занесены в таблицы 2-3.

Нормы естественных потерь, возникающих при транспортировке нефти и нефтепродуктов по магистральным трубопроводам, приведены в таблице 4.

Разработанные нормы потерь могут применяться на объектах транспортировки и хранения нефти и нефтепродуктов. Нормирование потерь во время отмеченных операций позволяет уменьшить количество потерь, возникающих во время технических и технологических операций по каждому заранее определенному источнику потерь. А это, в свою очередь, позволит приносить большую пользу с экономической точки зрения.

Таблица 2

Нормы естественных потерь, возникающих во время приема и хранения в течение одного месяца в резервуарах, нефтепродуктов I и II групп (кг/т продукта)

Резервуары		Группа нефтепродукта	На приеме резервуаров		Во время хранения в резервуарах	
Тип	Объем, м <sup>3</sup>		Осенне-зимний период	Весенне-летний период	Осенне-зимний период	Весенне-летний период
Наземный стальной	То 400	I	0.32	0.53	0.50	1.49
		II	0.29	0.52	0.48	1.22
	700-1000	I	0.31	0.52	0.39	1.34
		II	0.25	0.43	0.32	0.91
Наземный с пантоном	То 400	I	0.20	0.42	0.08	0.37
		II	0.20	0.42	0.08	0.33
	700-1000	I	0.20	0.42	0.07	0.33
		II	0.20	0.37	0.07	0.29
Наземный стальной с газовой шапкой	1000 и более	I	0.13	0.30	0.14	0.35
		II	0.13	0.19	0.14	0.28
	2000 и более	I	0.13	0.27	0.12	0.26
		II	0.13	0.19	0.12	0.25

Таблица 3

Нормы естественных потерь, возникающих при приеме и хранении в течение одного месяца нефтепродуктов III, IV, V, VI групп

Тип резервуара	Группа нефтепродукта	Осенне-зимний период	Весенне-летний период
Наземные стальные резервуары	III	0.16	0.22
	IV	0.12	0.14
	V	0.03	0.03
	VI	0.12	0.12
Глубоко заглубленные резервуары	III	0.07	0.14
	IV	0.07	0.08
	V	0.02	0.02
	VI	0.12	0.12

Таблица 4

Нормы потерь во время транспортировки по магистральным трубопроводам (кг/т продукта на 100 км линейного участка трубопровода)

Нефть		Нефтепродукт	
Нефтепровод диаметром до 529 мм (включительно)	Нефтепровод диаметром более 529 мм	Группа нефтепродукта	Нефтепровод диаметром до 529 мм (включительно)
0.18	0.10	I, II	0.18
		III	0.10
		V	0.10
		VI (мазут)	0.12

#### Выводы:

1. Были изучены источники потерь во время транспортировки и хранения нефти и нефтепродуктов. Определено, что основные источники потерь нефти и бензинов различных марок - это испарение; керосина и дизельного топлива - просачивание; вязких нефтепродуктов - прилипание к стенкам емкостей.
2. 60-80% потерь приходится на долю резервуарных парков. До 75%-ов потерь на территории резервуарных парков происходит в результате испарения.
3. Причина возникновения потерь в результате испарения - это переход легких фракций в газовую фазу из-за повышенного давления насыщенных паров нефти и нефтепродуктов.
4. Были разработаны нормы естественных потерь, возникающих на объектах транспортировки и хранения нефти и отдельных нефтепродуктов. Нормирование этих потерь позволит уменьшить количество потерь, возникающих во время технических и технологических операций по каждому заранее определенному источнику потерь.

*Литература*

1. Ф.Ф.Абузова, Н.С.Бронштейн, В.Ф.Новоселов и др. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении. М.: Недра, 1981.  
[F.F.Abuzova, N.S.Bronshteyn, V.F.Novoselov i dr. Borba s poteryami nefi i nefteproduktov pri ih transportirovke i hranenii. M.: Nedra, 1981]
2. РД 153-39-019-97 «Методические указания по определению технологических потерь нефти на предприятиях нефтяных компаний Российской Федерации». М.: ДЕАН, 2002.  
[RD 153-39-019-97 «Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu tehnologicheskikh poter nefi na predpriyatiyah neftyanyh kompaniy Rossiyskoy Federatsii». M.: DEAN, 2002]

**Loss of oil and oil refinery products in transportation  
storage objects and their normalization**

**A.S.Guliyev**  
(«OilGasScientificResearchProject» Institute)

**Abstract**

The issues of loss and normalization of oil and oil refinery products in transportation and storage objects were investigated in the article. Loss of oil and oil products is mainly the result of leakage in reservoirs and pipelines, evaporation, incomplete discharge of transporting tankers, mixture and flooding of products, accidents on the cleansing period of containers. These losses not only inflict damages on the country's economy also decrease production effectiveness and cause contamination of soil, air and water basins. Normalization of losses during the transportation and storage of oil and oil products makes it possible to decrease the amount of losses which occur in technical and technological operations on each source of loss.

**Neft və neftin məhsullarının nəql və saxlanma obyektlərində  
itkisi və onların normallaşdırılması**

**A.S.Quliyev**  
(«Neftqazemitədqiqatlayihə» İnstitutu)

**Xülasə**

Məqalədə neft və neft məhsullarının nəql və saxlanma obyektlərində itkisi və onların normallaşdırılması məsələlərinə baxılmışdır. Neft və neft məhsullarının itkisi əsas etibarilə çənlərdə və boru kəmərlərində sızmalardan, buxarlanmalardan, neftdaşıyan nəqliyyat vasitələrinin tam boşaldılmamasından, məhsulların qarışmasından, sulaşmasından, tutumların təmizlənməsi vaxtı, qəza hallarından baş verir. Bu itkilər ölkə iqtisadiyyatına böyük ziyan vurmaqla yanaşı, istehsalatın effektivliyini azaldır, torpaq, hava və su hövzələrinin çirklənməsinə səbəb olur. Neft və neft məhsullarının nəql və saxlanması zamanı itkilərin normallaşdırılması imkan verir ki, əvvəlcədən müəyyən edilmiş hər bir itki mənbəyi üzrə texniki və texnoloji əməliyyatlarda yaranan itkilərin miqdarını azaltmaq mümkün olsun.