

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Нелюбина Анастасия Дмитриевна

студентка

Барбасова Татьяна Александровна

канд. тех. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет»

г. Челябинск, Челябинская область

РАСЧЕТ ПОТЕРЬ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД

Аннотация: в данной статье рассмотрен пример расчета потерь бензина в резервуарном парке, который расположен в Ставропольском крае. Авторами также описана проблема и последствия потерь нефтепродуктов от испарений.

Ключевые слова: нефтяная промышленность, потери нефти, испарение.

Нефтяная промышленность имеет большое значение для экономики любой страны. Для России она вместе с другими энергообеспечивающими отраслями является основой всей экономики нашей страны.

Работа нефтяной промышленности, как и любой другой, сопровождается потерями. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов является одним из важнейших путей экономии топливно-энергетических ресурсов. За счет их устранения при добыче, переработке, транспортировании и хранении, можно получить до 20% экономии всех топливно-энергетических ресурсов страны.

В настоящее время выделяют четыре основных типа потерь: естественные, эксплуатационные, организационные аварийные [1].

Как показали исследования, 60% всех потерь нефтепродуктов приходится на естественные потери, 20% – на эксплуатационные, 15% – на организационные и 5% – на аварийные.

Основным видом потерь нефти и нефтепродуктов, полностью не устранимых на современном уровне развития средств транспорта и хранения углеводородов, являются потери от испарения из резервуаров, относящиеся к естественным потерям. По результатам исследований на долю потерь от испарения приходится до 70% всех естественных потерь нефтепродукта.

Ущерб, наносимый этими потерями, состоит не только в уменьшении количества топливных ресурсов, стоимости теряемых продуктов и снижении качества топлива, но и в отрицательных экологических последствиях, которые являются результатом загрязнения окружающей среды нефтепродуктами. Поэтому борьба с потерями нефтепродуктов от испарения дает не только экономический эффект, но и жизненно важна для обеспечения охраны природы.

Основной объем выброса вредных веществ в атмосферу от испарения нефтепродуктов в резервуарах происходит за счет вытеснения газовой смеси из резервуара в процессе его заполнения. Объем этой смеси примерно равен объему используемой нефти.

Количество вредных веществ в газовой смеси зависит от вида нефтепродукта, температур продукта и газовой смеси.

Количество выбросов зависит от оснащённости резервуаров техническими средствами сокращения потерь на испарение и режима эксплуатации резервуара.

Расчет потерь от испарения производится за теплый (шесть наиболее теплых месяцев) и холодный (шесть наиболее теплых месяцев) периоды года.

Произведем расчет потерь бензина из 3 резервуаров за теплый период года.

Исходные данные:

– южная климатическая зона; – суммарный объем резервуаров $\sum V_p = 9000$; – объем проходящего нефтепродукта $V_{ж}^T = 500000 \text{ м}^3$; – плотность нефтепродукта $d_t = 0.725 \text{ т/м}^3$; – резервуары наземные, оборудованные понтонами, эксплуатируются в качестве мерников, окраска алюминиевая; – суммарное время эксплуатации резервуаров – 180 суток; – компонентный состав паров бензина (в вес %): $\text{CH}_4 = 0,91$; $\text{C}_2\text{H}_6 = 2,8$; $\text{C}_3\text{H}_8 = 19,9$;

$C_4H_{10} = 28,71$; $C_5H_{12} = 37,5$; остаток = 10,2; –молекулярный вес углеводородных паров: $M(CH_4) = 16$; $M(C_2H_6) = 30$; $M(C_3H_8) = 44$; $M(C_4H_{10}) = 58$; $M(C_5H_{12}) = 72$; $M(C_6 \text{ и выше}) = 100$.

Примем также, что средняя температура наружного воздуха в теплый период $t_a^T = 17,2^\circ C$, температура бензина в резервуаре $t_{ж}^T = 19,5^\circ C$, температура газового пространства в резервуаре $t_r^T = 23,12^\circ C$.

Значение давления насыщенных паров Pt_r^T , мм.рт.ст, рассчитывают по формулам Антуана [2]:

$$\lg P_{tr} = A - \frac{B}{C + t_r} = 6,87372 - \frac{1075,82}{233,36 + 23,12} = 2,712 \quad (1)$$

где А, В, С – константы, зависящие от природы вещества. Исходя из компонентного состава паров бензина видно, что наибольшую часть в парах бензина составляет пентан (C_5H_{12}).

Тогда, исходя из (1) давление насыщенного пара Pt_r^T численно будет равно:

$$P_{tr} = 10^{2,712} = 514,97 \text{ мм.рт.ст}$$

Расчет молекулярного веса бензиновых паров

Молекулярный вес бензиновых паров рассчитывается по весовому содержанию углеводородных компонентов в парах:

$$M = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{M_i}} = \frac{100}{\frac{0,9}{16} + \frac{2,8}{30} + \frac{19,9}{44} + \frac{28,7}{58} + \frac{37,5}{72} + \frac{10,2}{100}} = 58,4 \quad (2)$$

где C_i – среднеарифметическое содержание i-го компонента в парах % вес;

M_i – молекулярный вес i-го компонента, определяется по его химической формуле.

Расчет плотности паров бензина при нормальных условиях

Плотность бензиновых паров рассчитывается по формуле (3)

$$\rho_0 = \frac{M}{22,4} = \frac{58,4}{22,4} = 2,61 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (3)$$

где 22,4 – объем одного моля газа, м^3 .

Расчет плотности паров бензина при температуре t_r^T и барометрическом атмосферном давлении P_a

Плотность паров бензина при температуре t_r^T определяется по формуле (4)

$$\rho_{pr} = \rho_0 \cdot \frac{273}{273 + t_r} \cdot \frac{P_a}{760} = 2,61 \cdot \frac{273}{273 + 23,12} \cdot \frac{753}{760} = 2,36 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (4)$$

Расчет условной оборачиваемости резервуаров n , об/год

$$n = \frac{2 \cdot V_{ж}}{\sum V_p} = \frac{2 \cdot 500000}{9000} = 111 \frac{\text{об}}{\text{год}} \quad (5)$$

где, $V_{ж}$ – объем нефтепродукта за теплый период, проходящего через группу одноцелевых резервуаров, м^3 ; V_p – суммарный объем одноцелевых резервуаров, м^3 .

Исходя из оборачиваемости резервуаров n и давления насыщенных паров при $t_r = 38^\circ\text{C}$ Для начала, определим давление насыщенных паров при $t_r = 38^\circ\text{C}$.

$$\lg P_{t_r=38} = A - \frac{B}{C + t_{r=38}} = 6,87372 - \frac{1075,82}{233,36 + 38} = 2,91 \quad (6)$$

Тогда, исходя из (6) давление насыщенного пара $P_{t_r^T}$ численно будет равно:

$$P_{t_r=38} = 10^{2,91} = 811,28 \text{мм.рт.ст}$$

Примем, что $K_n = 1,55$, а $K_0 = 0,2$

Расчет потерь резервуаров

Для низкокипящих нефтепродуктов потери G_p определяются по формуле (7):

$$G_p = V_{ж} \cdot \frac{P_{pr}}{P_a} \cdot \rho_{pr} \cdot K_n \cdot K_0 \cdot 10^{-3} = 250,2 \text{т/период} \quad (7)$$

Удельные потери q_p рассчитываются по формуле (8):

$$q_p = \frac{G_p \cdot 10^3}{V_{ж} \cdot d_t} = \frac{250,2 \cdot 10^3}{500000 \cdot 0,725} = 0,69 \text{кг/тонну} \quad (8)$$

Таким образом, получается, что за время теплого периода за счет испарения из резервуаров испаряется $G_p = 250,2$ т/период. Согласно приказу №364 от 13 августа 2009 года «Об утверждении норм естественной убыли нефтепродуктов при хранении», [3] можно определить нормы естественной убыли для рассчитанного

типа резервуара, расположенного в Ставропольском крае. По таблицам, приведенным в данном приказе, определяем, что бензин относится к 1 группе нефтепродуктов, а Ставропольский край попадает в третью климатическую зону с умеренно холодным климатом.

Исходя из этого, определяем, что нормы естественной убыли для стального резервуара с понтоном за период $q_{\text{ест}} = 0,098$ кг/тонну. Сравнивая это значение с расчетным, можно сделать вывод, что резервуары, установленные в парке, не соответствуют нормам и наносят вред окружающей среде. Для снижения потерь от испарения из резервуаров можно применить дополнительные меры, такие как: окраска резервуаров в белый цвет, применение оросительных систем, для дополнительного охлаждения резервуара.

Список литературы

1. Абузова Ф.Ф. Борьба с потерями нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Ф.Ф. Абузова, И.С. Бронштейн, В.Ф. Новоселов. – М.: Недра, 1981. – 248 с.
2. Оленев Н.М. Хранение нефти и нефтепродуктов / Н.М. Оленев. – М.: Недра, 1964. – 429 с.
3. Об утверждении норм естественной убыли нефтепродуктов при хранении: Приказ Минэнерго РФ от 13.08.2009 №364 // Минюст РФ. – 2009. – №14925.