УДК 546.64.01

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

DEVELOPMENT OF THE RECOMMENDATION ABOUT IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF CATCHING OF VAPOURS OF OIL PRODUCTS

Аюпова Мухаббат
старший преподаватель кафедры «Общая химия»,
Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова

Арифжанова Мунира
старший преподаватель кафедры «Общая химия»,
Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова

Усманова Гулноза
старший преподаватель кафедры «Общая химия»,
Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова
id.yug2016@gmail.com

Аннотация. Разработаны практические рекомендации по снижению потерь нефтепродуктов путем испарения для климатических условии республики Узбекистан. Выявлено, что динамику испарения углеводородов с открытой поверхности нефти в резервуаре можно описать в виде численной модели процесса испарения при «больших дыханиях» во время наполнения резервуара.

Ключевые слова: нефтепродукт, потери, испарение, загрязнение атмосферы, горение, взрыв, технология, улавливание.

Ayupova Mukhabbat
Senior Teacher of
General Chemistry department,
Tashkent state technical university of
Islam Karimov

Arifzhanov Moneer
Senior Teacher of
General Chemistry department,
Tashkent state technical university of
Islam Karimov

Usmanova Gulnoza
Senior Teacher of
General Chemistry department,
Tashkent state technical university of
Islam Karimov
id.yug2016@gmail.com

Annotation. Practical recommendations have been developed to reduce losses of petroleum products by evaporation for the climatic conditions of the Republic of Uzbekistan. It was found that the dynamics of evaporation of hydrocarbons from the open surface of oil in the reservoir could be described as a numerical model of the evaporation process with «big breaths» during the filling of the reservoir.

Keywords: oil product, losses, evaporation, atmospheric pollution, combustion, explosion, technology, trapping.

В мире в процессах переработки нефти, транспортировке и хранении нефтепродуктов путем аварийных и естественных потерь выбрасывается более 10 млн тонн углеводородов, чтосоздает экологические и экономические проблемы. В технологических процессах хранения углеводородных паров в резервуарах потери за счет испарения составлют 0,4–0,6 % от общего количества нефтепродуктов, тем самым улавливание углеводородных паров является один из важных актуальных проблем. В этом случае научно-исследовательские работы направлены на снижение потерь в процессах испарения, а также на разработку новых технологий при улавливании углеводородных паров.

На сегодняшний день в мировом масштабе научные исследования направлены к решению проблемы связанные с испарением углеводородов и уменьшения вредных свойств, количество загрязнения окружающей среды выбросами, при переработке и хранений нефтепродуктов разрабатываются новые технологии и конструкции, усовершенствования системы улавливания и рекуперации углеводородных паров фракций, уменьшения количества углеводородных выбросов в окружающую среду, а также достижение экономического эффекта в применении конденсации абсорбционных методов, рекуперации паров углеводородов, использования простых технологииконденсации и холодильных рабочих агентов, с целью упрощения технологии хранения, для облегчения массы изменение форму понтонов, снижения потерь нефтепродуктов в процессах хранении нефтепродуктов в резервуарных парках направлены научные исследования.

С обретением независимости республики Узбекистан в снижении потери паров углеводородов в нефтеперерабатывающей промышленности, при хранении и транспортировке нефтепродуктов достигнуты определенные успехи. В этом направлении в результате проведенных мер созданы важные результаты по снижению потерь при хранении адсорбентами, поверхностно-активными веществами. Вместе с тем не уделено должного внимания к производству пенополиуретанов и конденсаторов, а также к применению их в производстве. ВСтратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан предусмотрены задачы: «Подъем промышленности путем перевода ее на качественно

новый уровень, дальнейшую интенсификацию производства готовой продукции на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, освоение выпуска новых видов продукции и технологий».

В этом аспекте важным считается для усовершенствование конструкций понтонных и плавающих крышами резервуарах для снижения процесса испарение и уменьшения протерь в сооружениях по хранению нефтепродуктов нефтеперерабатывающего отрасля, а также разработка сорбционных наноструктурных технологии является играет важную роль научном работе.

Потери легких фракций бензина приводят к ухудшению качества, товарной продукции понижению октанового числа, повышению температуры кипения, реже – и к переводу нефтепродукта в более низкие сорта.

Увеличившийся парк автомобилей и резко выросшая цена на нефть привели к необходимости более точного учета и сокращения таких производственных издержек, как потери, возникающие при хранении и перевалке нефти и нефтепродуктов [1]. По различным оценкам, от скважины до бензобака автомобиля нефтепродукт подвергается более чем 20 перевалкам, что приводит к ежегодной потере только за счет естественной убыли, преимущественно за счет испарения в атмосферу, нескольких сотен тысяч тонн ценного углеводородного сырья. В мировом масштабе это составляет 20–100 млн тонн в год, причем около 9 млн тонн из них выпадает вместе с осадками. При хранении и транспортировки нефти, нефтепродуктов в нефтеперерабатывающих заводах и нефтебазе отмечаются случаи потери углеводородных продуктов из-за испарения нефти, нефтепродуктов, которые в свою очередь, приводят также к загрязнению окружающей среды. Так, при «больших дыханий» из резервуаров с объемом 400 м^3 безвозвратно теряются 439 кг нефтепродуктов [2]. На крупных хранилищах нефтепродуктов с целью сокращения потерь от испарения широко используются понтоны (плавающие покрытия в вертикальных цилиндрических резервуарах). Однако мировой опыт их использования показывает, что эффективность данного средства сокращения потерь колеблется в диапазоне от 53,5 % до 93 % [3]. Кроме этого, существуют и другие методы предотвращения или сокращения потерь от испарения, а также улавливания испарившихся легких фракций (ЛФ), состоящих главным образом из легколетучих углеводородов.

Борьба с потерями нефтепродуктов – один из важных путей экономии топливно-энергетических ресурсов, играющих ведущую роль в развитии экономики: за счёт этого можно получить до 20 % всей экономии топливно-энергетических ресурсов. Основным видом потерь нефти и нефтепродуктов (далее бензинов), полностью не устранимых на современном уровне развития средств транспорта и хранения углеводородов, являются потери от испарения из резервуаров и других емкостей. Ущерб, наносимый этими потерями, является как экономическим (прямые потери в НПЗ и нефтебазе), так и экологическим (загрязнение воздуха в месте расположения НПЗ). Изучению процесса испарения нефти и нефтепродуктов из заглубленных резервуаров до начала 60-х годов прошлого столетия уделялось недостаточно внимания. Из известных в том времени исследований следует отметить экспериментальную работу по долговременным замерам температур и определению потерь от испарения моторных топлив при хранении в казематных полузаглубленных резервуарах [4].

Целью проводимых нами исследовании является разработка эффективных технологии улавливания паров углеводородов и нефтепродуктов на НПЗ и нефтехранилищах при заполнении резервуаров и других емкостей на основе разработки и оптимизации технологии улавливания лёгких фракций углеводородов с использованием микропористого тонкостенного конденсатора и абсорбционных способов.

Поскольку основу нефтепродуктов составляют углеводороды, то ее плотность обычно меньше единицы. Плотности нефтепродуктов существенно зависят от фракционного состава и изменяются в следующих пределах (табл. 1).

Таблица 1 – Изменение плотности нефтепродуктов в зависимости от фракционного состава

Нефть (плотность 0,800–0,950 г/см^3)	Бензин (плотность 0,710–0,750 г/см^3)
	Керосин (плотность 0,750–0,780 г/см^3)
	Дизельное топливо (плотность 0,800–0,850 г/см^3)
	Масляные погоны (плотность 0,910–0,980 г/см^3)
	Мазут (плотность ~ 0,950 г/см^3)
	Гудрон (плотность 0,990–1,0 г/см^3)
	Смолы (плотность > 1,0 г/см^3)

Все нефтепродукты различаются по фракционному составу – содержаний легких, средних и тяжелых дистиллятов. Большинство нефти включает 15–25 % бензиновых фракций, выкипающих до 180 °С и 45–55 % – до 300–350 °С [5].

Проведены экспериментальные исследования физико-химических свойств нефтепродуктов Республики Узбекистан. Выявлено, что на Ферганском (ФНПЗ) и Бухарском нефтеперерабатывающих

заводах (БНПЗ) в качестве углеводородного сырья используются нефтегазоконденсатные смеси, где доля газового конденсата в смеси изменяется в достаточно широких пределах, исходя из реального поступления на предприятия нефтепродукта и газового конденсата. На практике доля газового конденсата в смеси может изменяться примерно от 35 до 65 %. Поэтому для оперативного управления технологическим процессом улавливания паров углеводородов необходимо знать основные физико-химические свойства нефтепродуктов, таких как плотность, вязкость и др. В ходе исследовании было изучено влияние плотности и кинематической вязкости нефтепродуктов, производимых на ФНПЗ и БНПЗ, на процесс испарения. Для определения плотности нефтепродуктов использованы ареометры типа АНТ-1, для определения кинематической вязкости применен метод капилляра. Значение кинематической вязкости исследуемого нефтепродукта, определенной при помощи вискозиметра ВПЖ-4, рассчитывали по формуле [4]:

$$\nu = \frac{g}{9{,}807} \cdot \tau K, \qquad (1)$$

где g = 9,81 мм/сек^2 – ускорение свободного падения; τ – среднее арифметическое значение времени истечения пробы нефтепродукта, сек; K = 0,0288 мм^2/сек – постоянная вискозиметра.

В ходе проведенных исследований установлено, что состав ЛУФ может быть разным, и зависит от вида используемого нефтепродукта. При перегрузке и хранении бензина Бухарского НПЗ ЛУФ состоят в основном из: пропана, бутана, пентана, гексана и их изомеров. При перегрузке нефтепродукта, кроме указанных компонентов, в состав ЛУФ входят: метан, этан, бензол и другие примеси.

Таким образом, в ходе проведенных экспериментальных исследований нами выявлены возможности улавливания паров нефтепродуктов с разработанными нами тонкостенными конденсаторами, что может привести к резкому снижению вероятности пожаров и взрывов на НПЗ и нефтехранилищах, а также загрязнению атмосферного воздуха.

Для характеристики нефтепродукта и нефтепродуктов в расчетах, как и принято, мы использовали величины относительной плотности.

Относительная плотность (ρ) – это безразмерная величина, численно равная отношению массы нефтепродукта ($m_н^t$) при температуре определения к массе дистиллированной воды при 4 °С ($m_в^t$), взятой в том же объеме:

$$\rho^t_4 = m_н^t / m_в^t. \qquad (2)$$

Поскольку плотность воды при 4 °С равна единице, то численное значение абсолютной плотности и относительной совпадают.

Наряду с плотностью в нефтехимии существует понятие относительного удельного веса (γ).

Совершенно очевидно, что при одной и той же температуре плотность и удельный вес численно равны друг другу.

В соответствии с ШНК-2.02.-04 (ГОСТ 12.1.004-91) в нашей республике принято определять плотность и удельный вес при температурах 15 и 20 °С.

Зависимость плотности нефтепродуктов от температуры имеет линейный характер. Зная плотность нефтепродукта при температуре t градусов, можно найти ее плотность при 20 °С:

$$\rho^{20}_4 = \rho^t_4 + \Delta t \cdot (t - 20), \qquad (3)$$

где Δt – температурная поправка к плотности на *1 град,* находится по таблицам или может быть вычислена по формуле:

$$\Delta t = (18{,}310 - 13{,}233 \cdot \rho^{20}_4) \cdot 10^{-4}. \qquad (4)$$

В ряде случаев данную формулу приводят в несколько измененном виде и называют формулой Д.И. Менделеева:

$$\rho^t_4 = \rho^{20}_4 - \Delta t \cdot (t - 20). \qquad (5)$$

Таким образом, плотность нефти и нефтепродуктов уменьшается с ростом температуры.

Все нефтепродукты представляют собой смеси углеводородов. Среднюю плотность нефтепродукта определяли по правилу смешения и аддитивности:

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \ldots + \rho_n V_n}{V_1 + V_2 + \ldots + V_n} \text{ или } \rho = \frac{m_1 + m_2 + \ldots + m_n}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \ldots + \frac{m_n}{\rho_n}}, \qquad (6)$$

Определение плотности проводили с помощью ареометров или пикнометрическим методом. Последний метод определения считается наиболее точным.

Плотность большинства нефти меньше единицы и колеблется в диапазоне от 0,80 до 0,90. Высоковязкие смолистые нефтепродукты имеют плотность близкую к единице. На величину плотности нефтепродукта оказывает существенное влияние наличие в ней растворенных газов, количество смолистых веществ и фракционный состав. Плотность фракций нефти плавно увеличивается по фракциям.

Установлено, что для углеводородов средних фракций нефтепродукт с одинаковым числом углеродных атомов плотность возрастает в следующем ряду:

н.алканы → н.алкены → изоалканы → изоалкены → алкилциклопентаны →

→ алкилциклогексаны → алкилбензолы → алкилнафталины

Для бензиновых фракций плотность заметно увеличивается с возрастанием количества бензола и его гомологов. Для нефтепродукта и нефтепродуктов плотность является нормируемым показателем качества. Вопросу охраны окружающей среды и сохранности невосполнимых природных ресурсов в последнее время уделяется значительное внимание. И это неслучайно. На крупных хранилищах нефтепродуктов с целью сокращения потерь от испарения широко используются понтоны (плавающие покрытия в вертикальных цилиндрических резервуарах). Однако мировой опыт их использования показывает, что эффективность данного средства сокращения потерь колеблется в диапазоне от 53,5 % до 93 % [6]. Кроме этого существуют и другие методы предотвращения или сокращения потерь от испарения, а также улавливания испарившихся легких фракций (ЛФ), состоящих главным образом из легколетучих углеводородов.

Как уже отмечено ранее, нефть – это ценное невосполнимое сырье, но в процессе транспортировки и хранения нефтепродукта имеют место её потери, значительную долю которых составляют потери от испарения.

В целом же по нашей республике, по данным государственной статистики, выбросы углеводородов, отходящих от стационарных источников, в 2016 году составили 159 тыс. тонн. Это в основном связано с несоблюдением техническом норм и старением технических средств при транспортировке и хранении нефтепродукта.

Литература:

1. Султанов А.С., Абдурахимов С.А., Салимов З.С. Совершенствование процесса абсорбционной очистки сырьевого газа от кислых компонентов путём выявления его оптимальных технологических режимов // Нефть и газ Узбекистана. – 2015. – № 4. – С. 49–52.
2. Dolezalek F. Chemists Industries. – 2009. – Jg. 26. – № 2. – P. 33–38.
3. Фракционирование ароматических углеводородов дизельного топлива / Н.Ш. Мухтаров // Нефть и газ Узбекистана. – 2009. – № 4. – С. 37–40.
4. Земенкова Ю.Д. Хранение нефти и нефтепродуктов : учебное пособие.– Тюмень : ТюмГНГУ, 2001. – 550 с.
5. Цагарели Д.В., Зоря Е.И. Багдасаров Л.Н. Сохранность нефтепродуктов. – М. : Недра, 2002. – 586 с.
6. Boumans A.A. Physical fire. – 2006. – V. 23. – № 11. – P. 1007–1055.
7. Ларионов В.И. Оценка и обеспечение безопасности объектов хранения и транспортировки углеводородного сырья. – СПБ. : Недра, 2004. –190 с.

References:

1. Sultans A.S., Abdurakhimov S.A., Salimov Z.S. Improvement of process of absorbing purification of raw gas of sour components by identification of his optimum technological modes // Oil and gas of Uzbekistan. – 2015. – № 4. – P. 49–52.
2. Dolezalek F. Chemists Industries. – 2009. – Jg. 26. – № 2. – P. 33–38.
3. Fractionation of aromatic hydrocarbons of diesel fuel / N.Sh. Mukhtarov // Oil and gas of Uzbekistan. – 2009. – № 4. – P. 37–40.
4. Zemenkova Yu.D. Storage of oil and oil products : manual. – Tyumen : TyumGNGU, 2001. – 550 p.
5. Tsagareli D.V., Zorya E.I. Bagdasarov L.N. Safety of oil products. – M. : Nedra, 2002. – 586 p.
6. Boumans A.A. Physical fire. – 2006. – V. 23. – № 11. – P. 1007–1055.
7. Larionov V.I. Assessment and safety of objects of storage and transportation of hydrocarbonic raw materials. – SPB. : Nedra, 2004. – 190 p.