

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРБЦИОННО-ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОТЕРЬ ТОПЛИВА ОТ ИСПАРЕНИЯ В СОСТАВЕ "ДЫХАТЕЛЬНОЙ" АРМАТУРЫ РЕЗЕРВУАРНОЙ ЕМКОСТИ

Розроблено технічне та методичне забезпечення проведення досліджень щодо оцінки втрат вуглеводневих палив від випаровування й ефективності розробленої технології запобігання цим втратам в умовах зберігання. Описано конструкцію модельного обладнання та методику проведення дослідів, що максимально імітують експлуатаційні умови зберігання нафтопродукту в резервуарній ємкості.

Разработано техническое и методическое обеспечение проведения исследований потерь углеводородных топлив от испарения и эффективности разработанной технологии предотвращения этих потерь при хранении. Описана конструкция модельной установки и методика проведения эксперимента, которые максимально имитируют эксплуатационные условия хранения нефтепродукта в резервуарной емкости.

При технико-экономическом обосновании методов и средств предотвращения потерь топлив от испарения одним из определяющих факторов является правильная оценка величин этих потерь. На сегодняшний день существует множество научно-технической литературы, посвященной вопросам теоретического и методологического обеспечения проблемы потерь от испарения [1-5]. В тоже время актуальность, приоритетность и высокое народнохозяйственное ее значение не утратило свой смысл.

С целью разрешения этой проблемы группой химотологов испытательного центра нефтепродуктов (ИЦ) "УЦАХ-СЕПРО" Национального авиационного университета (НАУ) проводится комплекс работ как по теоретическому и методологическому обеспечению этой проблемы, так и по разработке современных технологий предотвращения потерь топлив от испарения [4,6].

Для исследования потерь топлив от испарения при хранении и в условиях наполнения резервуарных емкостей, а также по обоснованию эффективности разработанной технологии предотвращения потерь топлив от испарения в составе "дыхательного" клапана нового по-

коления (ДКНП) была разработана модельная установка (рис.) резервуарной емкости с ДКНП и методика проведения испытания.

Условия проведения эксперимента при помощи вышеуказанной установки полностью имитируют реальные эксплуатационные параметры продукта в резервуарной емкости, т.е. широкий диапазон температур, давлений в окружающей среде, а также температур топлива в емкости, степень заполнения резервуара и скорость его наполнения.

Резервуарная емкость (50 000 см³) представляет собой модель резервуара вертикального стального емкостью 5000 м³ (РВС-5000).

Методика проведения эксперимента предусматривает следующий порядок его проведения.

Первоначально проверяется работоспособность тяжелой вентиляции, трубопроводов, электрической системы, компрессора, ДКНП и весов. Сорбент применяемый в технологии ДКНП, должен быть прокален при температуре 120°C в течении одного часа и охлажден в эксикаторе до комнатной температуры ($T_{комн}$).

Затем в рабочем журнале фиксируется температура воздуха ($T_{комн}$), атмосферное давление (P_0), температура топлива (T_m) и горячих спаев термоэлектронного модуля (ТЭМ) ДКНП (T_m). Температуру в паровой фазе, температуру топлива, а также температуру горячих спаев контролируют при помощи термометры типа хромель-копель марки ТСМ 50-200Гр-25 с погрешностью $\pm 1^\circ\text{C}$ и показывающего прибора типа КПМ 1-502. Атмосферное давление фиксируют при помощи барометра-анероида.

Далее эксперимент проводится в три этапа. Первый этап предусматривает оценку потерь от испарения и эффективности ДКНП при моделировании процесса наполнения (больших "дыханий") резервуара.

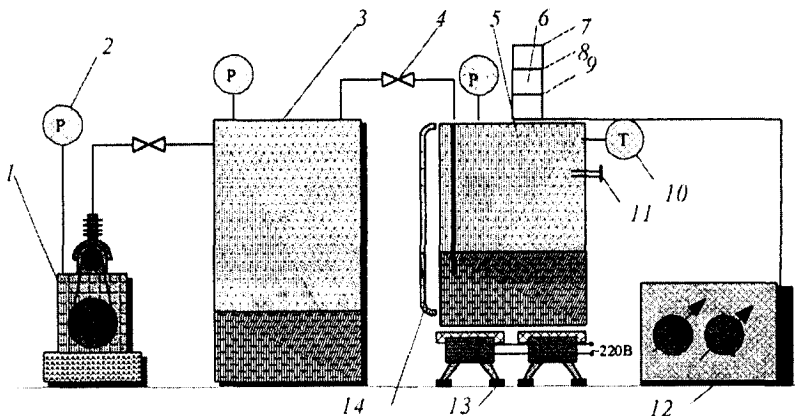


Рис. Схема модельной установки для исследования потерь от испарения

В предварительно взвешенный (m_k) контейнер ДКНП 8 помещают подготовленный к эксперименту сорбент и взвешивают с точностью до 0,0001 г при помощи демпферных аналитических весов типа ВЛА-200 (m_{kc}). Для реализации процесса моделирования наполнения резервуара 5 при помощи воздушного компрессора 1 создается необходимое избыточное давление (0,3; 0,5; 0,7 атм), контролируемое манометром 2 типа БДС 1-3, в расходной емкости (резервуаре) 3. Таким образом топливо с заданной скоростью через трубопровод поступает в основной резервуар. Кран 4 расходной емкости открывают и заполняют резервуар 5 до отметки заданной степени заполнения, которую контролируют при помощи мерной капиллярной трубки 14 с ценой деления 1 мм. При достижении отметки заданной степени заполнения резервуара 5 кран 4 закрывают, извлекают контейнер ДКНП и взвешивают (m_{kc1}). При помощи полученных экспериментальных данных определяют потери от испарения или сорбционную способность сорбирующего материала по формуле:

$$\frac{1}{C} = \frac{m_c}{\Delta m_c} = \frac{(m_{kc} - m_k)}{(m_{kc1} - (m_{kc} - m_k))}, \quad (1)$$

где m_c - масса сорбента в контейнере, г; Δm_c - разница массы сорбента до и после наполнения резервуара 1, г.

Дополнительно сорбционную способность применяемого сорбирующего материала оценивают хроматографическим методом, определяя состав паровоздушной смеси до и после контейнера с сорбентом при помощи газового хроматографа типа ЛХМ-8МД или ЛХМ-80 или "Кристалл-2000М". Для отбора пробы (1 мкл) парогазовой фазы при помощи хроматографического шприца до сорбента предусмотрен пробоотборник 11, а для отбора пробы парогазовой фазы после сорбента - пробоотборное отверстие в верхней части ДКНП в его клапанном модуле 7. Оценка полученных хроматограмм проводится по эталонным хроматограммам, которые были предварительно получены при использовании эталонной газовой смеси, т.е. методом абсолютной калибровки.

Контейнер с сорбентом помещают в ДКНП и включают ТЭМ 9, поддерживая значение тока (I) на уровне 5А, напряжения (U) 8-9 В при помощи выпрямителя 12.

Операцию взвешивания контейнера с сорбентом между операциями его изымания после наполнения резервуара и последующего размещения в ДКНП после взвешивания необходимо проводить в максимально короткое время.

После включения ТЭМ ДКНП производим включение вытяжной вентиляции на 10-15 минут. При достижении температуры горячих спаев ТЭМ (T_{M1}) 60°C через 30-60 мин ТЭМ выключают. Затем контейнер с сорбентом извлекают из ДКНП и взвешивают (m_{kc2}) и оценивают способность сорбента регенерироваться (эффективность десорбции) по следующей формуле:

$$P = \frac{\Delta m_{pc}}{\Delta m_c} = \frac{(m_{kc2} - m_{kc1})}{m_{kc1} - (m_{kc} - m_k)}, \quad (2)$$

где Δm_{pc} - разница массы сорбента до и после регенерации, г.

Второй этап эксперимента представляет оценку по-

терь от испарения и эффективность десорбции сорбирующего материала при моделировании процесса выдачи топлива. Его проводят сразу же после определения эффективности десорбции на первом этапе и помещения контейнера в ДКНП, сокращая время нахождения контейнера с сорбентом вне ДКНП до минимума.

Для реализации моделирования процесса выдачи топлива из резервуара открываем кран 4 для слива продукта имитируя тем самым процесс выдачи и продувку сорбента конвективными потоками в ДКНП 6. Затем включают вытяжную вентиляцию до окончания данного этапа эксперимента. После того как топливо из основного резервуара 5 полностью поступит в расходный 3 кран 4 закрывают и выключают вентиляцию. Изымают контейнер 8 с сорбентом и взвешивают (m_{kc3}). Эффективность десорбции (P_1) на этом этапе определяют по следующей формуле:

$$P_1 = \frac{\Delta m_{pc1}}{\Delta m_c} = \frac{(m_{kc3} - m_{kc1})}{m_{kc1} - (m_{kc} - m_k)}, \quad (3)$$

где Δm_{pc1} - разница массы сорбента до и после регенерации, г.

Полученные экспериментальные заносят в предварительно заготовленную таблицу для дальнейшей обработки.

Для создания матрицы данных проводят серию экспериментов по вышеописанной методике.

Для исследования влияния температуры топлива на величину потерь от испарения в установке предусмотрено нагревательное устройство 13.

Подготовив оборудование, приступают к третьему этапу эксперимента, который предусматривает оценку потерь топлив и эффективность работы ДКНП при моделировании малых "дыханий" резервуара. Для этого производят наполнение резервуара 1 до отметки запланированной степени заполнения без контейнера с сорбционным материалом в ДКНП. Поле этого помещают сорбционный модуль в конструкцию ДКНП и фиксируют время начала этапа, температуру топлива, окружающей среды, атмосферное давление и массу сорбента. Спустя сутки снова фиксируют вышеуказанные параметры, извлекают контейнер и взвешивают (m_{kc4}). Величину потерь от испарения или сорбционную способность сорбирующего материала определяют по формуле:

$$\frac{1}{C_1} = \frac{m_c}{\Delta m_{c1}} = \frac{(m_{kc2} - m_{kc1})}{m_{kc4} - (m_{kc} - m_k)}. \quad (4)$$

Качество измерений (точность эксперимента) определяется по значению коэффициента вариации (относительной средней квадратической) погрешности (%) [7,8]:

$$g = \frac{s}{x_{cp}} \cdot 100, \quad (5)$$

где s - стандартное (среднее квадратическое) отклонение, равное

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n} \right]},$$

x_{cp} - среднее арифметическое значений x_i .

Таким образом разработанные установка и методика проведения испытаний позволяют производить оценку величины потерь топлив от испарения при различных технологических операциях (прием, хранение, выдача) в условиях моделирования этих процессов. Кроме того, представленное оборудование в комплексе с методическим обеспечением является способом оценки эффективности технологии ДКНП для предотвращения этих потерь методом моделирования.

С помощью разработанной методики представляется возможным:

- определить величину потерь топлив от испарения в зависимости от различных внешних факторов. Выбор конкретных факторов является эвристической задачей, решение которой определяется назначением системы и целью исследований;

- оценить эффективность разработанных технологий предотвращения потерь от испарения в составе ДКНП на пути к разработке пилотной модели ДКНП и его промышленного образца;

- оптимизировать технологические процессы приема, хранения, выдачи топлив с целью снижения потерь от испарения;

- оценить качественные изменения исследуемого образца топлива путем определения исходных физико-химических показателей (давление насыщенных паров, температура вспышки, поверхностное натяжение, коэффициент диффузии, индекс испаряемости, склонность к образованию паровых пробок) и после многократного проведения экспериментальных циклов.

1. Константинов Н.Н. Борьба с потерями от испарения нефти и нефтепродуктов. - М.: Гостоптехидат, 1961. - 260 с.
2. Бударов И.П. Потери от испарения моторных топлив при хранении. - М.: РИО ВНИИСТ Главгаза СССР, 1961. - 139 с.
3. Черников В.И. Сооружение и эксплуатация нефтебаз. - М.: Гостоптехидат, 1955. - 522 с.
4. Абузова Ф.Ф. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировании и хранении. - М.: Недра, 1981. - 248 с.
5. Ирисов А.С. Испаряемость топлив для поршневых двигателей и методы ее исследования. - М.: Гостоптехидат, 1955. - 307 с.
6. Бойченко С.В. Метод определения потерь топлив от испарения // Вісник КМУЦА. - 2000. - №2. - С. 237-243.
7. Фролов В.А. Анализ и оптимизация в прикладных задачах конструирования РЭС: Учебное пособие. - К.: Вища школа, 1991. - 310 с.
8. Налимов В.В. Применение математической статистики при анализе вещества. - М.: Физматгиз, 1960. - 430 с.
9. Налимов В.В. Теория эксперимента - М.: Наука, 1971. - 207 с.