

Результаты исследования дыхательного клапана резервуарного парка с волокнистым полиэфирным сорбентом

Э.Ш. Бикбаева^a, С.И. Васильев^b, А.А. Титова^c

Сибирский федеральный университет, пр. Свободный 82, Красноярск, Россия

^aebikbaeva-inig@mail, ^bknaz_89@mail, ^cannkrass@mail.ru

Статья поступила 20.04.2016, принята 5.05.2016

Статья посвящена проблеме загрязнения атмосферного воздуха вследствие испарения углеводородов. Данная проблема актуальна, поскольку в результате расширения городской застройки множество нефтебаз оказались в центре жилой застройки, а автозаправочные станции (АЗС) традиционно размещаются в черте города. Испарения нефтепродуктов в атмосферу возникают не только на передвижных, но и на стационарных установках, в первую очередь на АЗС, которые в больших количествах получают, хранят и реализуют бензин и другие нефтепродукты, относящиеся к 2-му классу опасности. Как правило, это создает в рабочей зоне АЗС максимально-разовые концентрации, значительно превышающие ПДК. Авторы статьи провели исследования фильтров на примере серийного дыхательного клапана СМДК. В исследованиях использован новый сорбент, полученный в лабораторных условиях, — полиэфирный, представляющий собой полимерный материал с хаотично расположенными волокнами и штатный фильтр. Результаты сравнительных испытаний показали, что применение волокнистого сорбента в дыхательном клапане сокращает, по сравнению с паспортным фильтром, вредные выбросы и способствует снижению загрязнения окружающей среды. Предложенное решение не только позволяет сократить экономические потери предприятий в виде штрафов, но и повышает пожаро- и взрывобезопасность резервуарных парков складов ГСМ.

Ключевые слова: загрязнение воздуха; вредные выбросы; испарение углеводородов; атмосферный воздух; потери нефтепродуктов; экология; окружающая среда; источники загрязнения; автозаправочные станции; волокнистый сорбент; дыхательный клапан.

Research results for a breathing valve of the tank farm with fibrous polyether sorbent

E.Sh. Bikbaeva^a, S.I. Vasiliev^b, A.A. Titova^c

Siberian Federal University; 82, Svobodny Ave., Krasnoyarsk, Russia

^aebikbaeva-inig@mail, ^bknaz_89@mail, ^cannkrass@mail.ru

Received 20.04.2016, accepted 5.05.2016

The article is devoted to the problem of air pollution as a consequence of the hydrocarbon evaporation. The problem is relevant because a great number of the petroleum storage depots are found in the residential development as a result of the urban development, and petrol stations are usually built within the city limits. Petroleum atmospheric evaporation occur not only in mobile installations, but also in stationary ones, in petrol stations in the first place, which receive, store and sell petrol and other oil products of the second danger class in large quantities. It usually creates the maximum-single concentrations, exceeding significantly maximum permissible concentration in the working area of petrol stations. The authors of the article have studied filters on the example of serial combined mechanical breathing valve. The study has used a new polyether sorbent, which is a polymer material with fibers randomly arranged and a regular filter, obtained in laboratory conditions. The results of the comparative tests have shown that the use of fibrous sorbent in the breathing valve reduces, in comparison with the passport filter, harmful emissions and environmental pollution. The solution proposed allows not only to reduce economic losses of enterprises, i.e. fines, but also to increase fire and explosion safety for the tank farms of fuel and lubricant depots.

Key words: air pollution; emissions; hydrocarbon evaporation; atmospheric air; loss of oil products; ecology; environment; sources of pollution; petrol stations; fibrous sorbent; breathing valve.

Введение

Испарения углеводородов при нарушении герметичности технологического оборудования и коммуникаций, при «дыхании» резервуарного парка наносят огромный ущерб экономике страны, приводят к убыткам, связанными с потерями углеводородов, и затратам на восстановление здоровья населения и работников промышленности, к снижению эффективности производства.

Потери происходят при нефтепромысловых и сливо-наливных операциях, больших и малых «дыханиях» резервуаров, на предприятиях по переработке углеводородного сырья, при транспортировке нефти и нефтепродуктов. Эти потери возникают от испарения и вентиляции из резервуаров, особенно при закачке нефти и нефтепродуктов с повышенной температурой.

Наибольшая величина потерь в результате работы дыхательных клапанов приходится на период хранения нефтепродуктов в резервуарах.

По оценкам экспертов, ежегодно в атмосферу планеты выбрасывается 50–90 млн т углеводорода. Значительная часть этих выбросов приходится на предприятия нефтегазодобывающих, нефтеперерабатывающих отраслей, связанные с транспортировкой и хранением нефти и нефтепродуктов. Удельные потери углеводородов за счет их испарения на нефтеперерабатывающих заводах в различных странах мира составляют 1,1–1,6 кг на 1 т продукта.

Значительное загрязнение атмосферного воздуха парами нефтепродуктов происходит при заполнении и опорожнении резервуаров нефтехранилищ, при так называемых «дыханиях» резервуаров. С момента добычи до непосредственного использования нефтепродукты подвергаются более чем 20 операциям налива и опорожнения из различных емкостей, при этом 75 % потерь происходит от испарений и только 25 % — от аварий и утечек. Основная масса «дышащих» резервуаров сосредоточена на нефтепромыслах, нефтеперекачивающих станциях, в резервуарных парках нефтеперерабатывающих заводов и на нефтебазах. На долю резервуарных парков приходится примерно 70 % всех потерь. Ежегодный анализ показывает, что потери нефтепродуктов от «больших дыханий» составляют по нефтеперерабатывающей отрасли России свыше 270 тыс. т.

Суммарная резервуарная емкость АЗС, по последним данным, составляет более 250 млн м³. За год через эти мощности реализуется свыше 150 млн т различных нефтепродуктов. По расчетным данным, в России АЗС выбрасывают в атмосферу в течение года более 140 тыс. т паров углеводородов, в Германии — 145 тыс. т, в Англии — 120 тыс. т.

В общем объеме выбросов вредных веществ на АЗС «большие дыхания» составляют около 40 %, что нередко создает в их рабочей зоне максимально-разовые концентрации, превышающие ПДК.

Эксперимент. В лаборатории «Сорбенты, сорбирующие изделия» Института нефти и газа Сибирского федерального университета проведены исследования фильтров дыхательного клапана СМДК. Фильтр выполнен в виде быстросъемной кассеты и представляет собой корпус цилиндрической формы, заполненный волокнистым полиэфирным сорбентом.

Волокнистые сорбенты — это полимерный материал с хаотично расположенными в пространстве волокнами светлого цвета. Технология изготовления позволяет получать волокна различной толщины, от 10 до 300 мкм.

Полиэфирный волокнистый сорбент предназначен для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на почве и в воде, однако применим и для очистки испарений нефтепродуктов через дыхательные клапаны резервуаров.

Таблица 1

Технические характеристики полиэфирного волокнистого сорбента

Функциональное назначение	Локализация и ликвидация разливов нефти, нефтепродуктов на твердых и водных поверхностях
Форма выпуска	Рулон
Размер (ширина x длина), м	0,7...1,6 x 25...50
Цвет	Белый
Линейная плотность, <i>dtex</i>	1,60...1,87
Длина волокна полимерного, мм, не менее	20
Объемная плотность, кг/м ³	66...67
Поверхностная плотность, г/м ²	100...300
Сорбционная емкость по нефти, кг нефти / 1 кг сорбента	38...40
Десорбция, %	0
Флотационная способность (плавучесть)	Неограниченная
Рабочая температура, °С	-5...+60
Способность к биоразложению	Нет
Способность к отжиму и возврату сорбированной нефти	Да, возврат (регенерация) не менее 96 % сорбированных нефтепродуктов
Количество циклов применения (регенерации)	До 10
Утилизация	Сжигание
Гарантийный срок хранения, лет	5

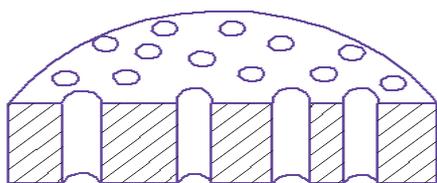


Рис. 1. Общий вид полимерной кассеты

Благодаря перфорированной структуре полиэфирного волокнистого сорбента уменьшается сопротивление при прохождении паров нефтепродуктов из резервуара через фильтрующий элемент.

Волокнистый полиэфирный сорбент является нетоксичным и непатогенным сорбирующим материалом, не вызывает нарушения экологического равновесия в экосистемах и не оказывает отрицательного воздействия на биотипы различного трофического уровня.

Экспериментальное оборудование включало полимерную канистру с двумя выходами, заполненную бензином марки АИ95, и компрессор, который посредст-

вом полимерного шланга соединен с одним из выходов канистры. На второй выход канистры был установлен дыхательный клапан СМДК-50, соединенный с газоанализатором для сбора вытесняемого газа с парами бензина и исследования их в хроматографе «Слагу 500». Сравнительные испытания проведены с использованием паспортного фильтра и применением экспериментального фильтра с наполнением в виде волокнистого полиэфирного сорбента.

Результаты исследования. Исследования проведены в непрерывном режиме, в течение 155 ч. Отбор проб воздуха проводился каждые 4 ч. Получены данные о количестве и составе газа, вытесненного через паспортный фильтр (рис. 2, табл. 2) и через кассетный фильтр из волокнистого полиэфирного сорбента (рис. 3, табл. 3) при испарении бензина в виде графика с маркерами состава газа:

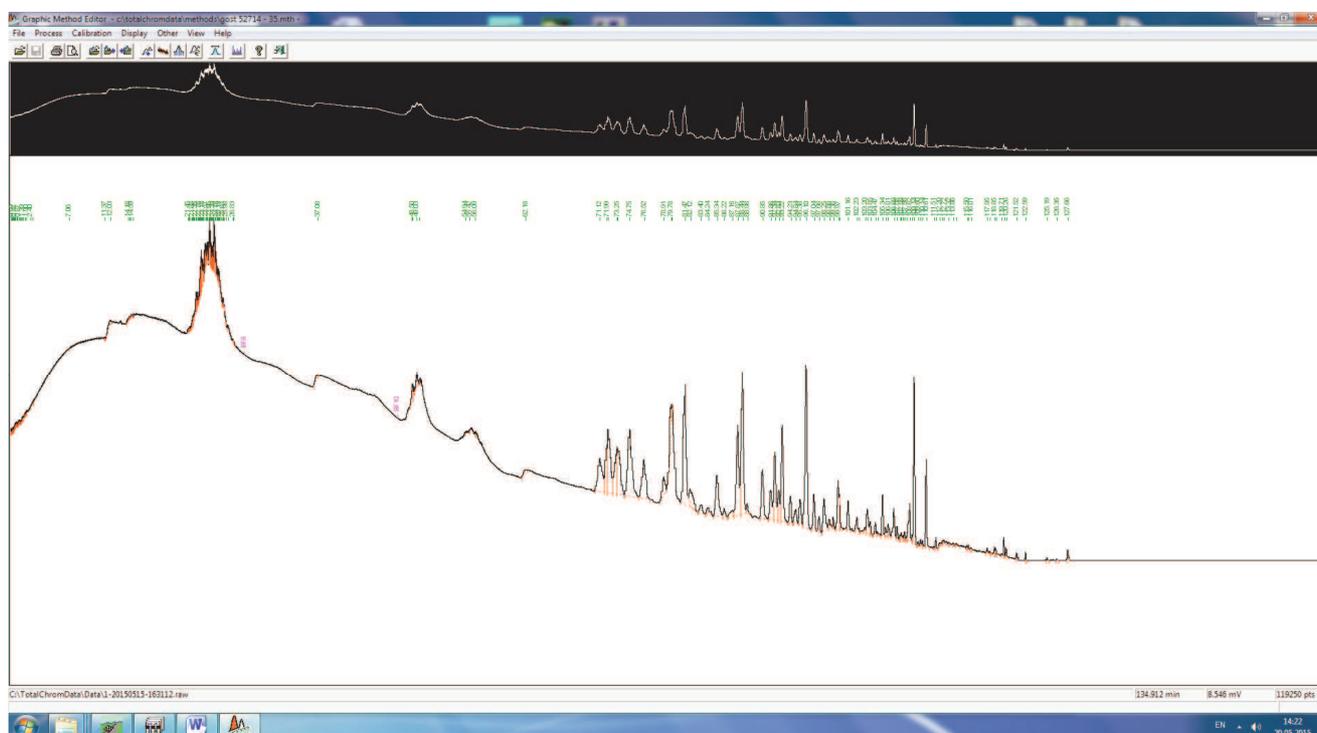


Рис. 2. Результаты хроматографического анализа воздуха, вытесненного через паспортный дыхательный клапан

Таблица 2

Арифметическая интерпретация результатов хроматографического анализа воздуха, вытесненного через паспортный дыхательный клапан

Summary report			
Group type	Total (mass %)	Total (vol %)	Total (mol %)
Paraffins	0,3073	0,3349	0,3427
Olefins	6,6072	6,9905	7,8093
Napthenes	8,6999	8,5173	8,9044
Aromatics	34,9128	30,8155	35,2958
Total C14+	1,4192	1,4501	1,0023
TotalUnknowns	19,3610	21,5574	19,9311

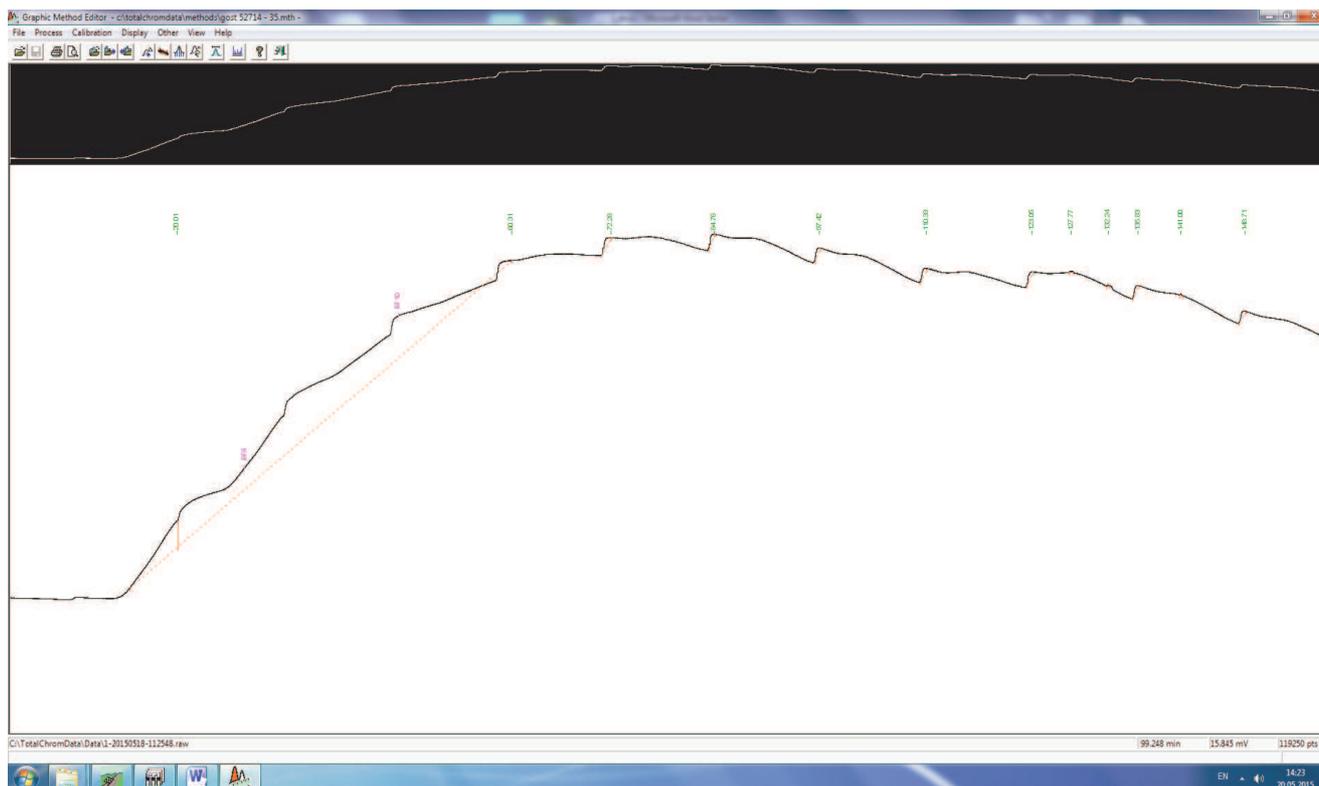


Рис. 3. Результаты хроматографического анализа воздуха, вытесненного через дыхательный клапан с применением фильтра из волокнистого полиэфирного сорбента

Таблица 3

Арифметическая интерпретация результатов хроматографического анализа воздуха, вытесненного через дыхательный клапан с применением фильтра из волокнистого полиэфирного сорбента

Summary report			
Group type	Total (mass %)	Total (vol %)	Total (mol %)
Paraffins	0,0000	0,0000	0,0000
Olefins	6,0735	6,2806	7,1439
Napthenes	0,4501	0,4107	0,4051
Aromatics	0,6344	0,4839	0,6092
Total C14+	0,6097	0,5836	0,3880
TotalUnknowns	0,0000	0,0000	0,0000

Сравнительный анализ результатов эксперимента свидетельствует о том, что при использовании экспериментального фильтра из волокнистого полиэфирного сорбента количество вытесняемых газов значительно уменьшилось (табл. 4). В частности, следует отметить, что не наблюдается снижения Paraffins и TotalUnk-

powns, в то время как Olefins снизились в 1,08 (mass %), 1,11 (vol %), 1,09 (mol %); Napthenes — в 19,32 (mass %), 20,73 (vol %), 21,98 (mol %); Aromatics — в 55,03 (mass %), 63,68 (vol %), 57,93 (mol %); Total C14+ — в 2,32 (mass %), 2,48 (vol %), 2,58 (mol %).

Таблица 4

Сравнительный анализ результатов эксперимента

Эффективность снижения вредных выбросов			
Group type	Total (mass %)	Total (vol %)	Total (mol %)
Paraffins	0,00	0,00	0,00
Olefins	1,08	1,11	1,09
Napthenes	19,32	20,73	21,98
Aromatics	55,03	63,68	57,93
Total C14+	2,32	2,48	2,58
Total Unknowns	0,00	0,00	0,00

Выводы

Сравнительный анализ результатов эксперимента (табл. 4), показывает, что применение фильтра из волокнистого полиэфирного сорбента в дыхательном клапане сокращает вредные выбросы, содержащиеся в вытесняемых парах через дыхательный клапан резервуара, что способствует снижению загрязнения окружающей среды, сокращению экономических потерь, сохранению качественного и количественного состава топлив и повышению пожаро- и взрывобезопасности резервуарных парков складов ГСМ.

Литература

- 1 Мелкозеров В.М., Васильев С.И. Охрана окружающей среды и рациональное недропользование при разработке, эксплуатации нефтяных месторождений, транспортировке нефти и нефтепродуктов. Lambert Academic Publishing, 2011. 286 с. Германия.
- 2 Левченко Г.А., Витковский М.И., Федотова А.С., Куркин В.А. Рекультивация почв сельскохозяйственного назначения с применением сорбента «Униполимер-М» // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 10. С. 42-46.
- 3 Лапушова Л.А., Васильев С.И. Результаты исследования структуры полимерных сорбентов «Униполимер-М» для ликвидации техногенных разливов нефти и нефтепродуктов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015. № 6 С. 17-21.
- 4 Мелкозеров В.М., Васильев С.И., Вельп А.Я. Исследование эксплуатационных характеристик модифицированных многоцелевых карбамидных поропластов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2010. № 8. С. 34-39.
- 5 Мелкозеров В.М., Васильев С.И., Лапушова Л.А. Результаты исследования рабочих характеристик полимерных сорбентов, используемых для очистки нефтезагрязненных объектов и предотвращения их возгораний // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. № 1. С. 32-38.
- 6 Мелкозеров В.М., Васильев С.И., Вельп А.Я., Горбунова Л.Н., Гуревич Ю.Л., Ладыгина В.П., Трусей И.В. Очистка нефтезагрязненных земель и водоемов Сибири с применением адсорбентов // Нефтепромышленное дело. 2010. № 11. С. 58-62.

7. Мелкозеров В.М., Васильев С.И., Вельп А.Я., Крылышкин Р.Н., Марьянчик Д.И. Эксплуатационные свойства полимерных сорбентов // Журн. Сибирского федерального университета. Сер. Техника и технологии. 2011. Т. 4. № 4. С. 369-379

8. Васильев С.И. Эффективная ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов с применением современных технологий и полимерных сорбентов // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 3. С. 122-132.

References

- 1 Melkozerov V.M., Vasil'ev S.I. Environmental protection and rational use of mineral resources in the development, exploitation of oil fields, transportation of oil and petroleum products. Lambert Academic Publishing, 2011. 286 p. Germany.
- 2 Levchenko G.A., Vitkovskii M.I., Fedotova A.S., Kurkin V.A. Reclamation of land for agricultural purposes with the use of "Unipolimer-M" sorbent // Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse. 2013. № 10. P. 42-46.
- 3 Lapushova L.A., Vasil'ev S.I. The results of studies of the structure "Unipolimer-M" polymeric sorbents to eliminate man-made oil spills // Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse. 2015. № 6. P. 17-21.
- 4 Melkozerov V.M., Vasil'ev S.I., Vel'p A.Ya. Research of operational characteristics of the modified multi-purpose carbamide poroplast // Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse. 2010. № 8. P. 34-39.
- 5 Melkozerov V.M., Vasil'ev S.I., Lapushova L.A. The results of the research performance of polymeric sorbents used for the purification of oil-contaminated sites and prevent fires // Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse. 2013. № 1. P. 32-38.
- 6 Melkozerov V.M., Vasil'ev S.I., Vel'p A.Ya., Gorbunova L.N., Gurevich Yu.L., Ladygina V.P., Trusei I.V. Purification of oil-polluted lands and water bodies of Siberia using adsorbents // Oilfield Engineering. 2010. № 11. P. 58-62.
- 7 Melkozerov V.M., Vasil'ev S.I., Vel'p A.Ya., Krylyshkin R.N., Maryanchik D.I. The performance properties of polymer sorbents // Zhurn. Sibirskogo federal'nogo universiteta. Ser. Tekhnika i tekhnologii. 2011. Т. 4. № 4. P. 369-379.
8. Vasil'ev S.I. The effective elimination of oil spills and oil products using modern technologies and polymer sorbents // Systems. Methods. Technologies. 2010. № 3. P. 122-132.