

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО АДСОРБЦИОННО-ДЫХАТЕЛЬНОГО КЛАПАНА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

С.А. Головин;

А.С. Крутолапов, доктор технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрено и обосновано инновационное изобретение в виде адсорбционно-дыхательного клапана для обеспечения безопасности железнодорожного транспорта при перевозке опасных грузов. Предложена методика применения данного клапана для предотвращения утечек нефтепродуктов и тушения пожаров на железнодорожных цистернах, что направлено на повышение экологической безопасности и эффективности тушения пожаров.

Ключевые слова: нефтепродукты, железнодорожные перевозки, пожарная безопасность, экология, адсорбция, клапан

TECHNIQUE OF APPLICATION OF INNOVATIVE ADSORPTIVE-RESPIRATORY VALVE TO ENSURE FIRE AND ENVIRONMENTAL SAFETY IN RAIL TRANSPORTATION OF OIL PRODUCTS

S.A. Golovin; A.S. Krutolapov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article considers and substantiates a new innovative invention in the form of an adsorption and breathing valve to ensure the safety of rail transport during the transport of dangerous goods. A method of using this valve to prevent oil leaks and extinguishing fires on railway tanks has been proposed, which is aimed at improving the environmental safety and efficiency of extinguishing fires.

Keywords: oil products, rail transportation, fire safety, ecology, adsorption, valve

Железнодорожный транспорт широко используется для перевозки опасных грузов, в том числе нефти и нефтепродуктов. Обеспечение безопасности функционирования железнодорожного транспорта рассматривается как одна из приоритетных задач его развития [1]. В процессе заполнения, слива нефтепродуктов из цистерн и в случае колебаний температуры, обеспечения герметичности цистерны при ее опрокидывании используются дыхательные устройства. Они могут иметь в своей конструкции огнепреградители для защиты оборудования от возникновения взрыво- и пожароопасных ситуаций путем гашения пламени в узких каналах [2].

В настоящее время существуют различные устройства для огнепреграждения горячей жидкости путем снижения поступления паров, газов и тепловых потоков в зону горения с помощью сеток или сеточных пакетов. Существенными недостатками или ограничениями для огнепреграждающих устройств являются:

- сложность конструкции и затрудненный доступ к кассете огнепреградителя и ее обслуживание;
- утечки паров жидкости в окружающую среду;

– малая термостойкость и ограниченная химическая стойкость насадки из полимерных материалов и др.

Исходя из вышесказанного, задачей разработки данного перспективного инновационного изобретения является снижение утечек паров нефтепродуктов, повышение защиты резервуара от взрыва и пожара, упрощение конструкции дыхательного клапана.

Технические результаты данного изобретения достигаются тем, что на железнодорожную цистерну монтируется адсорбционно-дыхательный клапан (рис.), имеющий две эластичные сетки огнепреградителя на основе базальтовой ткани с определенным размером ячеек, обеспечивающим гашение пламени. Сетки устанавливаются на расстоянии друг от друга и являются ограничителями для помещаемого между ними углеродного носителя типа Сибунит, предназначенного для адсорбции паров нефтепродуктов, что препятствует их выходу в атмосферу.

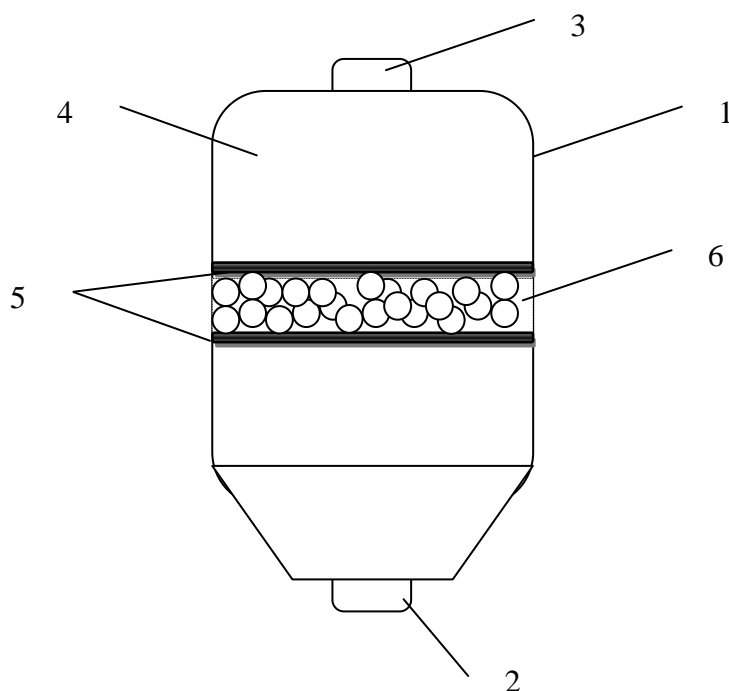


Рис. Адсорбционно-дыхательный клапан

Адсорбционно-дыхательный клапан состоит из корпуса 1, который имеет два патрубка: нижний 2 выходит в резервуар, а верхний 3 – в атмосферу; во внутренней полости дыхательного клапана 4 расположен огнепреградитель, который состоит из двух эластичных сеток 5 на основе базальтовой ткани, между которыми располагается сорбент Сибунит.

Эластичные сетки 5, изготовленные на основе базальтовой ткани, выполняют функцию огнепреградителя, имеют высокую огнестойкость, простое конструктивное исполнение, низкую стоимость, высокие механические характеристики, химическую стойкость и долговечность, что обеспечивает широкую область применения и выгодно отличает их от металлических сетчатых огнепреградителей.

Для обоснования возможности использования базальтовой ткани в качестве сетчатого огнепреградителя проведен расчет критического диаметра пламягасящего элемента для керосина ТС-1, определены безопасный и эквивалентный диаметр, проведены огневые испытания.

Критический диаметр канала пламягасящего элемента рассчитан по формуле:

$$d_{кр} = \frac{Pe * R * T * \lambda}{S_u * C_p * P * M}$$

где Pe – число Пекле; R – универсальная газовая постоянная кДж/моль*К; T – начальная температура газовой горючей смеси, К; λ – теплопроводность горючей смеси, Вт/(м*К); S_u – нормальная скорость распространения пламени, м/с; C_p – теплоемкость газовой горючей смеси при постоянном давлении, кДж/(кг*К); P – давление горючей смеси, Па; M – молярная масса, кг/моль.

Безопасный диаметр канала пламягасящего элемента должен быть взят с учетом двойного коэффициента запаса надежности, то есть:

$$d_{без} = 0,5d_{кр}.$$

Размер квадратной ячейки (a) базальтового полотна определен по формуле:

$$d_{без} = d_{экр} = 4 \times r_r = 4 \frac{S}{\Pi} = 4 \frac{a^2}{4a} = a,$$

где r_r – гидравлический радиус, мм; S – площадь ячейки, мм²; Π – периметр ячейки, мм.

Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты расчетов эластичного огнепреградителя на основе базальтовой ткани

Название нефтепродукта	Критический диаметр канала огнепреградителя, $d_{кр}$, мм	Безопасный диаметр канала огнепреградителя, $d_{без}$, мм	Размер ячейки базальтового полотна, a , мм
Бензин А-72 (зимний), ГОСТ Р 51105–97	2,74	1,37	1,37
Керосин ТС-1, ГОСТ 10227–86	2,88	1,44	1,44
Дизельное топливо Л ГОСТ 305–2013	2,48	1,24	1,24

Для проведения опыта были изготовлены образцы из базальтовой ткани прямоугольной формы размером 25x25 см. В ткани между волокон были проделаны отверстия диаметром, соответствующим полученным расчетным данным, а именно 1,37 мм для бензина. После этого ткань была закреплена в специальный держатель диаметром 20 см. Температура воздуха в помещении составляла 20–25 °С. Испытания проводились в вытяжном шкафу. Бензин наливался в металлический поддон и поджигался с помощью горячей бумаги. Накрытие очага возгорания противопожарным средством производилось при помощи специального держателя, при этом стойкое пламенное горение прекращалось мгновенно. Выделения дыма не наблюдалось.

В качестве сорбента, располагаемого между эластичными базальтовыми сетками, предлагается использовать Сибунит – композиционный углерод-углеродный материал, сочетающий в себе достоинства графита (высокая химическая стойкость и электропроводность) со свойствами активных углей (высокие удельная поверхность и сорбционная емкость). Технология получения Сибунита заключается в осаждении пиролитического углерода на гранулированной или формованной матрице из сажи (технического углерода) с последующей парогазовой активацией и высокотемпературной обработкой [3]. Отличительными чертами Сибунита являются высокая чистота (содержание углерода 98,5–99,5 %), высокая механическая прочность, воспроизводимая мезопористая структура, высокая термическая стабильность и химическая стойкость. Преимущественный размер пор может регулироваться в диапазоне 18–300 нм.

Физико-химические свойства Сибунита по сравнению с активными углями приведены в табл. 2 [4].

Таблица 2. Физико-химические свойства Сибунита

Параметр	Сибунит	Активные угли
Удельная адсорбционная поверхность, м ² /г	2–800	600–1800
Объем пор, V, см ³ /г		
V _Σ	0,2–1,2	0,2–1,2
V _{микро}	0,01–0,15	0,2–0,6
V _{мезо}	0,2–0,8	0,1–0,3
V _{макро}	0,1–0,7	0,1–1,0
Средний радиус пор, нм	4–200	<1,5>100
Массовая доля золы, %	< 1	> 1–3
Прочность при раздавливании, кг/см ²	40–200	5–60

Изделие выпускается в виде гранул сферической формы размером 2–6 мм. Изделия изготавливаются с различной внешней формой и размерами зерен: экструдаты в виде лепестков, колец, цилиндров, трубочек с наружным диаметром 2–8 мм, микроблоки с наружным диаметром 10–15 мм, блочные изделия сотовой структуры с наружным диаметром 10–50 мм.

Сибунит подвергается регенерации [5].

Таким образом, предложенная методика применения инновационного изобретения выполняет функции адсорбции паров нефтепродуктов, дыхательного клапана, огнепреградителя, минимизации потерь углеводородов, а также защиты окружающей среды от загрязнения летучими углеводородами. Адсорбционно-дыхательный клапан имеет высокую огнестойкость, простое конструктивное исполнение, низкую стоимость, высокие механические характеристики, химическую стойкость и долговечность.

Литература

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства Рос. Федерации от 17 июня 2008 г. № 877-р. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Стрижевский И.И., Заказов В.Ф. Промышленные огнепреградители. М.: Химия, 1974.
3. Плаксин Г.В. Создание новых типов пористых углеродных материалов для процессов адсорбции и катализа: дис. ... д-ра хим. наук. Новосибирск, 2001. 383 с.
4. Плаксин Г.В. Пористые углеродные материалы типа Сибунита // Химия в интересах устойчивого развития. 2001. № 9. С. 609–620.
5. Макаров И.В., Сергеев В.В., Лихолобов В.А., Троицкий С.Ю., Плаксин Г.В. Способ очистки технологических растворов и сточных вод от органических веществ: пат. RU 2110480 С1; опубл. 10.05.98 г. (CAN: 132:312945). URL: <http://sciact.catalysis.ru/ru/public/patent/6096> (дата обращения: 20.02.2019).

References

1. Strategiya razvitiya zheleznodorozhnogo transporta v Rossijskoj Federacii do 2030 goda: Rasporyazhenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 17 iyunya 2008 g. № 877-r. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
2. Strizhevskij I.I., Zakaznov V.F. Promyshlennye ognepregraditeli. M.: Himiya, 1974.
3. Plaksin G.V. Sozдание novyh tipov poristyh uglerodnyh materialov dlya processov adsorbicii i kataliza: dis. ... d-ra him. nauk. Novosibirsk, 2001. 383 s.

4. Plaksin G.V. Poristye uglerodnye materialy tipa Sibunita // Himiya v interesah ustojchivogo razvitiya. 2001. № 9. S. 609–620.

5. Makarov I.V., Sergeev V.V., Liholobov V.A., Troickij S.Yu., Plaksin G.V. Sposob ochistki tekhnologicheskikh rastvorov i stochnyh vod ot organicheskikh veshchestv: pat. RU 2110480 C1; opubl. 10.05.98 g. (CAN: 132:312945). URL: <http://sciact.catalysis.ru/ru/public/patent/6096> (data obrashcheniya: 20.02.2019).