

2. Парокле, Ж. Сбор нефти с поверхности водоемов / Ж. Парокле // Трубопроводный транспорт нефти. – 1995. – № 2. – С. 34 – 36.
3. Судовые устройства: справочник для конструкторов и проектировщиков / А.Н. Гурович [и др.]. – Л.: Судостроение, 1967. – 412 с.
4. Верба, А.Я. Руководство по эксплуатации моторных судов на водных путях России: справочник / А.Я. Верба. – М.: Междунар. яхтенный центр фирмы «ВЕРБА», 2000. – 138 с.
5. Гидравлика и аэродинамика: учеб. для вузов / А.Д. Альтшуль [и др.]. – М.: Стройиздат, 1987. – 323 с.
6. Безопасность пересечений трубопроводами водных преград / К.А. Забела [и др.]; под общ. ред. К.А. Забелы. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2001. – 195 с.
7. Савенок, В.Е. Методические указания к решению практических задач по курсу «Защита населения и хозяйственных объектов в ЧС» / В.Е. Савенок. – Новополюк: ПГУ, 2003. – 69 с.

УДК 504. 054

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ИЗ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

**А.М. Болдырев, В.С. Быховская, Г.К. Ивахнюк,
А.С. Князев, И.С. Рахимова**

ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет)», Санкт-Петербург, Россия

Исследуются материалы из базальтового волокна – картон и ткань – как поглотителей аварийных разливов нефтепродуктов. Представлены результаты исследований впитывающих свойств этих материалов при впитывании на твердой поверхности, затем на поверхности воды. Впитывающие способности базальтовых материалов сопоставляются с впитывающими способностями широко применяемых поглотителей на основе графита, поропласта, вермикулита, пенополистирола. Кроме того, представлены результаты исследования способности изделия из базальтовых материалов ликвидировать возгорания, нередко следующие за разливом нефтепродуктов. В данном аспекте изделие из базальтовых материалов сопоставляется с кремнеземной кошмой, а также с асбестовым одеялом.

При аварийных разливах нефтепродуктов на магистральном трубопроводном транспорте важно с наименьшими потерями и энергозатратами осуществить их ликвидацию.

Ассортимент поглотителей нефтепродуктов достаточно обширен, наиболее широко применяемые поглотители – на основе графита, вермикулита, поропласта, пенополистирола – обладают высокой поглотительной способностью, стойкостью к кислотам и щелочам, способностью к вторичному использованию, что очень важно для ресурсосбережения. Тем не менее считаем нужным дополнить ассортимент еще одним поглотителем, который будет обладать высокой впитывающей способностью, являться ресурсонеисчерпаемым материалом, и, самое главное, работоспособным при возгорании разлившихся нефтепродуктов, что нередко происходит.

При поиске такого поглотителя внимание привлекли базальтовые картон и ткань. Материалы на основе базальта пришли на замену композиционным материалам из стекла, углерода, керамики, их производство является сравнительно простым, а соответственно и более дешевым, экологически чистым. Запасы базальтовых пород являются практически неограниченными (что важно для ресурсосберегающих технологий) и составляют порядка 30 % площади занятой на Земле магматическими породами.

Установлено также, что базальтовые волокна¹ обладают всеми необходимыми свойствами: как физическими – повышенной термостойкостью², стойкостью к вибрациям и стабильностью при длительной эксплуатации в различных условиях, так и химическими – стойкостью в агрессивных средах, хорошей адгезией к различным связующим, чтобы определить их как перспективнейшее сырье для получения изделий конструкционного и прочих назначений. В свою очередь базальтовый картон с успехом применяется в горячих производствах для теплоизоляции³ агрегатов, а ткань имеет конструкционные, фильтровальные, огнезащитные, электротехнические, кровельные и другие назначения [1].

¹ Процесс получения базальтового волокна заключается в расплавлении горной породы и последующем раздуве струи расплава сжатым воздухом.

² Базальтовые волокна хорошо работоспособны в широком диапазоне температур от –260 до +700 °С, при которых разрушаются углеродные (+600...800°С) и стеклянные волокна (ниже –60°С и выше +500 °С) [1].

³ Такое применение БТВМ-К обосновывается санитарно-эпидемиологическое заключением 66.01.10.576.П000409.02.03 от 07.02.2003 о соответствии его гигиеническим нормативам.

Наличие тонковолокнистой и порозной структуры материалов определило целесообразность исследования их впитывающей (поглотительной) способности по нефтепродуктам. На первом этапе были исследованы впитывающие способности данных материалов с твердой поверхности. Модельным нефтепродуктом было выбрано дизельное топливо (ДТ) (табл. 1).

Таблица 1

Впитывающие способности базальтовых материалов по ДТ на твердой поверхности

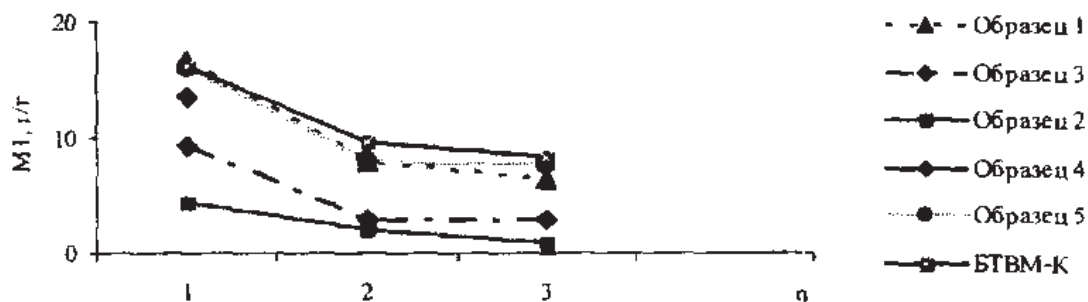
Материал	М _{дтг/г}
Картон (БТВМ-К)	17,40
Ткань (БТК-100)	0,7

Как видно из таблицы 1, ткань впитывает ДТ несопоставимо меньше по массе, чем картон. Следовательно, в качестве объекта дальнейшего исследования впитывающих свойств базальтовую ткань решено было исключить.

Таким образом, на втором этапе исследовалась поглотительная способность только БТВМ-К по ДТ с поверхности воды. Важно учесть, что данное исследование проводилось при многократном использовании базальтового картона, для определения возможности сокращения расхода поглотителя. С этой целью проводилась межцикловая регенерация, осуществляемая наиболее технически простым и энергетически сберегающим методом – статическим отжимом. Нами было также установлено, что в зависимости от структурно-механических свойств поглотителя достаточные для регенерации значения давления не должны быть одинаковыми. На основании экспериментальных данных было также установлено, что оптимальные способы механической регенерации могут быть различны (это является предметом отдельной публикации). Проведенное исследование явилось развитием оценочных количественных данных о величинах впитывания базальтовых материалов, определенных в работе [2].

Объектами сравнения явились дисперсные поглотители, положительно зарекомендовавшие себя на рынке. Здесь они зашифрованы нами (без указания фирм и марок) под номерами: образец 1 (на основе графита), образец 2 (на основе вермикулита), образец 3 (на основе поропласта), образец 4 (материал на основе пенополистирола), образец 5 (материал из отходов пенополистирола) [3].

Для наглядного представления впитывающие свойства поглотителей представлены на рисунке и в таблице 2.



Зависимость удельной массы дизельного топлива ($M1$, г/г), впитанного различными поглотителями, от кратности их использования (n)

Стоит учесть, что экспериментальное определение удельной массы ДТ, впитанного в поглотитель, производилось по оригинальной разработанной нами методике.

Таблица 2

Доля заполнения объема пор поглотителей (A , % об.) ДТ на первом цикле поглощения

Поглотитель	V_{Σ} , см ³ /г	A , % об.
Образец 1	20,4	99
Образец 2	18,1	30
Образец 3	40,0	30
Образец 4	42,52	40
Образец 5	42,52	47
БТВМ-К	24,6	83

Для более полной оценки впитывания дизельного топлива в таблице 2 представлены также:

1) суммарный объем порозности ($V_{\Sigma 1}$, см³/г) поглотителей из волокон, который рассчитывался по формуле [4]:

$$V_{\Sigma 1} = \frac{1}{\delta} - \frac{1}{d}, \quad (1)$$

где δ – кажущаяся плотность куска волокнистого материала, г/см³; d – его истинная плотность, г/см³; объем порозности слоя ($V_{\Sigma 2}$, см³/г) дисперсного материала, который можно рассчитать по формуле [4]:

$$V_{\Sigma 2} = \frac{1}{\Delta} - \frac{1}{\delta}, \quad (2)$$

где Δ – насыпная плотность, г/см³;

2) доля заполнения пор (A , % об.) нефтепродуктом у образцов поглотителей при первом цикле поглощения, которая рассчитывается по формулам для волокнистых материалов и дисперсных материалов соответственно:

$$A = \frac{V_1}{V_{\Sigma 1}} \left(\frac{V_1}{V_{\Sigma 2}} \right). \quad (3)$$

Видно (см. рисунок), что многоциклового режим работы образца 4 при отжиме данным способом невозможен, вследствие необратимого сжатия зерен поглотителя при регенерации.

Наименьшими значениями удельных масс впитанного ДТ при трех циклах работы обладают образцы 2 и 3 ввиду малой доли заполнения их пор (см. табл. 2), что в первом случае объясняется недостаточной гидрофобностью образца, в целом, и как следствие – низкой плавучестью большинства частиц образца; во втором случае – большей долей частиц с закрытыми порами (капиллярами).

При первом цикле работы образцов 1 и 5 и БТВМ-К они имеют практически равные значения удельной массы ДТ, впитанного ими, однако уже на втором и третьем циклах удельная масса ДТ, впитанного БТВМ-К, превосходит удельную массу ДТ, впитанного образцами 1 и 5. Объяснением этому служит, значительная потеря образцом 1 своей поглотительной способности по причине механического разрушения частиц при регенерации, а также последующего неполного восстановления зерен образца 5, в то время как образец БТВМ-К за счет упругости волокон структуры способен впитывать значительные количества ДТ (50...60 % от первичного объема) при повторных циклах использования. Таким образом, образец БТВМ-К несколько не уступает, а наоборот, превосходит по впитывающей способности широко используемых поглотителей.

Имея сведения о высокой термостойкости базальтовых материалов, было решено провести исследование их пожаротушающей способности. При этом из них было образовано одеяло, состоящее из двух слоев базальтовой ткани и слоя базальтового картона между ними для придания механической прочности за счет ткани.

Объектами сравнения были выбраны опытные образцы широко используемых пожаротушающих материалов: образец «а» – кошма на основе кремнезема; образец «б» – асбестовое одеяло.

Время процесса тушения модельного очага возгорания класса опасности А каждым из опытных образцами составляло 2 мин.

При накрытии очага возгорания базальтовым одеялом стойкое пламенное горение прекращалось практически мгновенно, а дым сквозь изделие не проникал. После двухминутной выдержки и затем снятия изделия

наблюдалось прозрачное задымление, но открытого пламя любой величины не наблюдалось. При испытании образца «а» стойкое пламенное горение прекращалось практически мгновенно после накрытия им очага возгорания, при этом наблюдалось проникновение дыма через образец. После его снятия по прошествии известного отрезка времени помимо прозрачного облака дыма наблюдалось открытое пламя незначительной величины. При испытании образца «б» также наблюдалось мгновенное прекращение пламенного горения, а сквозь образец проходило едва заметное облако дыма. После снятия образца «б» наблюдалось незначительное прозрачное облако дыма, но открытого пламени любой величины, как во втором случае, не наблюдалось.

По итогам испытания данных пожаротушающих средств изделие было признано равноценным асбестовому одеялу, что подтверждает целесообразность его использования в пожароопасных ситуациях.

Стоит отметить, что благодаря своим высоким прочностным свойствам базальтовая ткань может быть использована в качестве оболочки картона – в виде базальтового одеяла – при ликвидации разливов нефтепродуктов для сохранения целостности базальтового картона (БТВМ-К). Таким образом, это изделие будет достойным дополнением к ассортименту поглотителей нефтепродуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базальтовое волокно. Базальтовый картон // ООО «Завод изоляции». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.basaltfibre.com>. – Дата доступа. – 24.09.2006.
2. Многоцелевое средство для ликвидации ЧС (разливов жидкостей) / В.С. Быховская [и др.] // Экология, энергетика, экономика: межвуз. сб. науч. тр. – СПб.: Менделеев, 2006. – Вып. X. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. – С. 204.
3. Переработка органоминеральных техногенных отходов упаковочных материалов / И.И. Лопушинская [и др.]. // Экология, энергетика, экономика: межвуз. сб. науч. тр. – СПб.: С.-Петербург. ун-т, 2000. – С. 175.
4. Кельцев, Н.В. Основы сорбционной техники / Н.В. Кельцев. – М.: Химия, 1984. – 286 с.