

Применение сорбентов природного происхождения

И.Н. Меркотун, Е.В. Соколова, Р.А. Магомедов, А.А. Филимонов,

А.Ю. Даржания

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь

Аннотация: Данная статья посвящена вопросу ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов с помощью природных сорбентов. В результате анализа была выявлена целесообразность применения того или иного материала. На основании данных построены зависимости.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, добыча, нефтеемкость, материал, сорбент, абсорбция, адсорбция, авария, ликвидация.

Вводная часть

Сложно представить нашу жизнь без добычи и использования нефти. Эта природная смесь углеводородов не только энергоресурс, но и сырье для производства огромного количества продукции, таких как пластмассы, полимерные пленки, синтетические материалы и многое другое [1,2].

Процессы добычи и переработки нефти и нефтепродуктов сопровождаются негативным воздействием на окружающую среду в виде аварий. Они происходят как на акватории, так и на суше [3–6].

Одним из способов ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов является применение сорбентов.

Сорбенты – материалы, с помощью которых собирают нефтяные продукты за счет адсорбции и абсорбции (налипание или впитывание). Они делятся на 3 типа: неорганические, синтетические и природные [7,8].

Наиболее целесообразней применять природные сорбенты, так как при их использовании окружающей среде ущерб не наносится. Даже если, применяя данный метод, лишний сорбент не удастся собрать, то через определенный промежуток времени он разложится естественным путем.

Данные о методике исследования.

В ходе эксперимента были использованы природные сорбенты, которые в достаточном объеме можно добыть на территории Российской Федерации. Для анализа были взяты три легкодоступных в народном хозяйстве материала: шерсть, пшеничная солома и древесные опилки.

Экспериментальная часть, анализ, обобщение и разъяснение собственных данных.

Главная показательная величина для сорбента является его нефтеемкость (сорбционная способность) – количество поглощенной нефти, которое зависит от степени удельной поверхности материала. Следовательно, чем больше удельная поверхность, тем выше сорбционная способность [9].

Для исследования в качестве поглощаемого материала использовалась сырая нефть.

Чтобы определить нефтеемкость сорбентов, каждый из материалов клали на ровную поверхность и искусственно загрязняли его нефтью. В течение часа велось наблюдение и на основании полученных данных были построены зависимости рис.1.

Опыт показывает, что наиболее активное поглощение нефти сорбентом длится в течение 10 минут, а затем этот процесс замедляется. Лучший результат нефтеемкости дала шерсть, показатель которой равен 6,1 г.

Поглощающая способность для каждого материала оказалась разной. Для древесных опилок она закончилась через 19 минут, для пшеничной соломы через 33 мин., а для шерсти через 53 мин.

Таким образом, в результате исследования, мы выяснили, что наилучшей нефтеемкостью обладает шерсть.

В ходе реальной ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, по технологии, следующим этапом идет сбор и механическая обра-

ботка сорбента. Для этого загрязненные нефтью сорбционные материалы были пропущены через отжимные устройства [10].

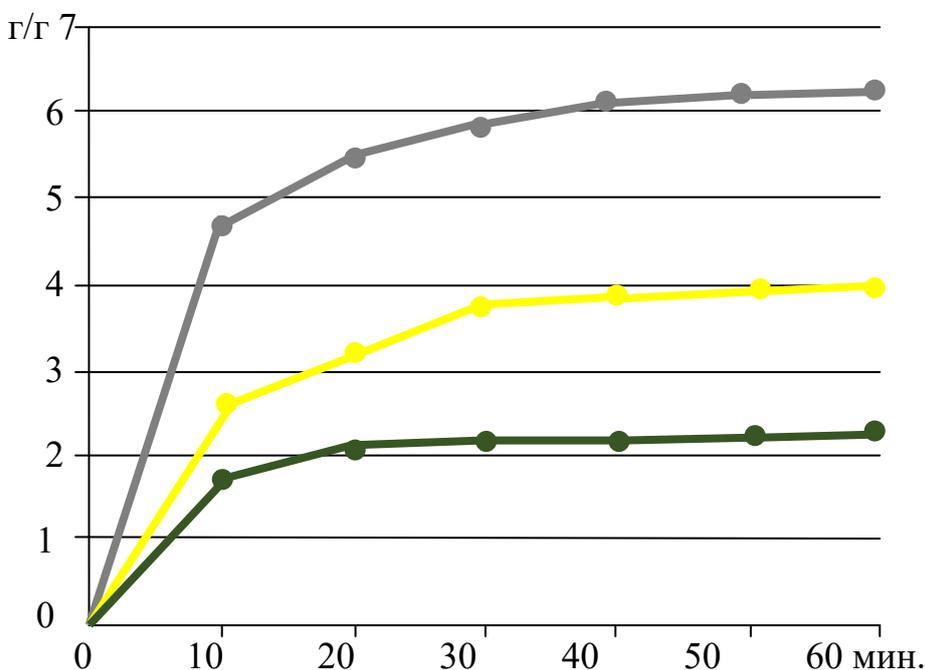


Рис. 1. – Зависимость сорбционной способности от времени контакта.

После регенерации материалов шерсть снова показывает лучший результат, степень отжимной способности которой равна 85%, вторую позицию занимает пшеничная солома – 39%, а третью древесные опилки – 17%. Все это можно объяснить тем, что шерсть, благодаря своей частой волокнистой структуре, имеет лучшую сорбционную способность. Пшеничная солома же имеет редкое волокно, что значительно уменьшает впитывание нефти, а древесные опилки обладают широкой плоской поверхностью, которая тоже сказывается на качестве.

Что касается стоимости материалов за 1 кг., то для каждого она разная и равна для шерсти 5 рублей, для пшеничной соломы 1,3 рубля, а для древесных опилок 3,2 рубля.

Немаловажным аспектом при проведении исследования являются экономические затраты на мероприятия по локализации и ликвидации нефтеразливов, которые складываются из стоимости сорбционных материалов.

1. Рассчитаем массу пшеничной соломы, которую можно купить вместо одного килограмма шерсти. Ниже приведена формула и ее нумерация:

$$M_{п.с.} = \frac{Ц_{ш.}}{Ц_{п.с.}} = \frac{5}{1,3} = 3,8 \text{ кг.} \quad (1)$$

где $M_{п.с.}$ – масса пшеничной соломы; $Ц_{ш.}$ – цена шерсти; $Ц_{п.с.}$ – цена пшеничной соломы.

2. Определим массу нефти, которую можно собрать с помощью пшеничной соломы массой 3,8 кг. в течение 1 часа, цена которой равна цене 1 кг. шерсти. Ниже приведена формула и ее нумерация:

$$M_{н.(t)} = M_{п.с.} * H_{п.с.} \quad (2)$$

где $M_{н.(t)}$ – масса поглощенной нефти за единицу времени; $H_{п.с.}$ – нефтеемкость 1 кг. пшеничной соломы за единицу времени.

$$M_{н.(10)} = 3,8 * 2,63 = 9,99 \text{ кг.}$$

$$M_{н.(20)} = 3,8 * 3,15 = 11,97 \text{ кг.}$$

$$M_{н.(30)} = 3,8 * 3,51 = 13,34 \text{ кг.}$$

$$M_{н.(40)} = 3,8 * 3,79 = 14,4 \text{ кг.}$$

$$M_{н.(50)} = 3,8 * 3,98 = 15,12 \text{ кг.}$$

$$M_{н.(60)} = 3,8 * 4,1 = 15,6 \text{ кг.}$$

На основании полученных данных построим график рис.2.

По графику видно, что экономически выгодно использовать пшеничную солому, которая является более дешевым материалом. Но если необходимо в краткие сроки устранить разлив, то целесообразней применять шерсть в качестве сорбционного материала, но затраты в такой ситуации уже будут больше.

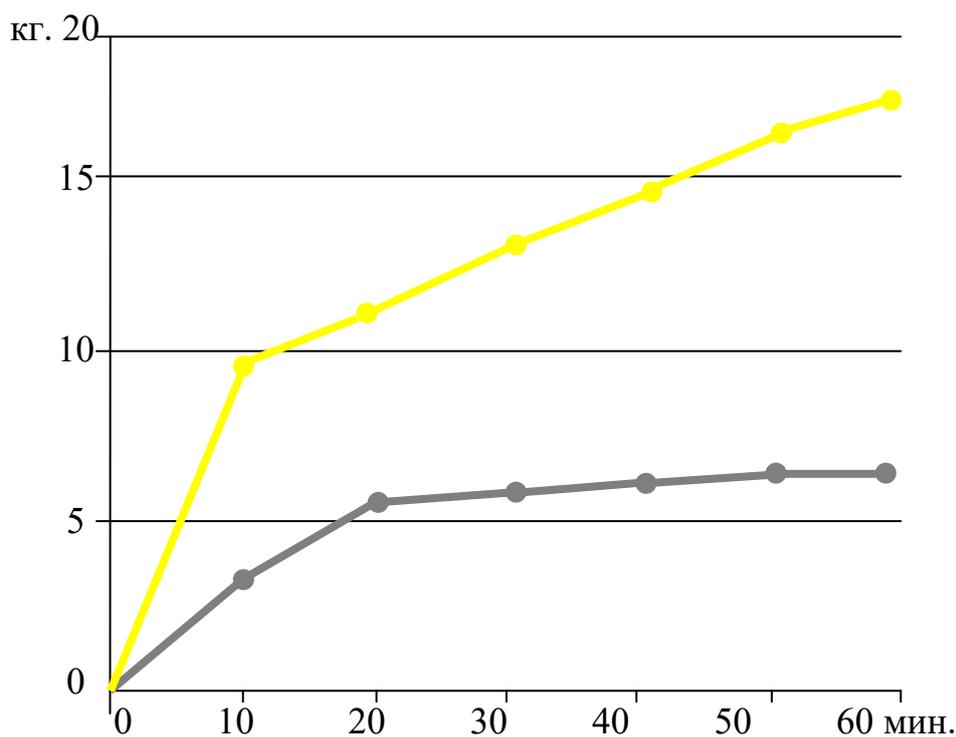


Рис. 2. – Сорбционная способность 1 кг. шерсти и 3,8 кг. пшеничной соломы.

Вывод и рекомендации

В данной работе мы увидели, что наибольшей нефтеемкостью обладает шерсть, неплохой – пшеничная солома, а самой худшей – древесные опилки. Предел впитывания нефти по времени у всех разный. Для древесных опилок пик наступил через 19 мин., у пшеничной соломы через 33 мин., а у шерсти через 53 мин.

Не смотря на то, что шерсть имеет самую высокую цену, она обладает преимуществом во времени за счет хорошей сорбционной способности. Если же время не играет роли, то лучше всего сэкономить и применить, в качестве сорбента, пшеничную солому. Самым не эффективным методом является использование древесных опилок. Их цена почти в три раза выше, чем у пшеничной соломы, которая обладает сорбционной способностью лучше.

Литература.

1. Каминский Э.Ф., Хавкин В.А. Глубокая переработка нефти: технологические и экологические аспекты. Москва: Техника, 2001. 383 с.
2. Пивнев П.П. Исследование взаимодействия акустических волн в нефти для построения систем диагностики нефтепроводов // Инженерный вестник Дона, 2008, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2008/62.
3. Лаптев А.Г, Бородай Е.Н. Математическая модель процесса адсорбции при очистке сточных вод ТЭС от нефтепродуктов // Инженерный вестник Дона, 2010, № 4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/261.
4. Grieves C.G., Crame L.W., D.G. Verandos D.G., Wei-Chi-Ying. Powdered versus granular carbon for oil rafinery wastewater treatment // Jornal of Water Pollution Control Federation, 1980, № 3. pp. 483–497.
5. Брикс А.Л., Коннов Д.В., Огняник Н.С., Парамонова Н.К., Пашковский И.С. Основы изучения загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами. Киев: А.П.Н., 2006. 278 с.
6. Глазкова, Е. А. Извлечение нефтепродуктов из водных сред многослойными фильтрами: дис. ... канд. техн. наук: 02.00.13. Томск, 2005. 25 с.
7. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Нефтяные сорбенты. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. 286 с.
8. Di Natale F., Erto A., Lancia A., Musmarra D. Experimental and modeling analysis of As(V) ions adsorption on granular activated carbon // Water. Res, 2008, pp. 2007–2016.
9. Веницианов Е.В. Роль процессов сорбции в окружающей среде // Сорбционные и хроматографические процессы. 2005. №1. С. 37–39.
10. Дудышев В.Д. Утилизация нефтешламов // Экология и промышленность России. 2002. №5. С. 21–23.

References.

1. Kaminskiy E.F., Khavkin V.A. Glubokaya pererabotka nefi: tekhnologicheskie i ekologicheskie aspekty [Deep oil refining: technological and environmental aspects]. Moskva: Tekhnika, 2001. 383 p.
2. Pivnev P.P. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2008, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2008/62.
3. Laptev A.G, Boroday E.N. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2010, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/261.
4. Grieves C.G., Crame L.W., D.G. Verandos D.G. Jornal of Water Pollution Control Federation. 1980. № 3. pp. 483–497.
5. Briks A.L., Konnov D.V., Ognyanik N.S., Paramonova N.K., Pashkovskiy I.S. Osnovy izucheniya zagryazneniya geologicheskoy sredy legkimi nefteproduktami [Basics of studying the pollution of the geological environment with light petroleum products]. Kiev: A.P.N., 2006. 278 p.
6. Glazkova, E. A. Izvlechenie nefteproduktov iz vodnykh sred mnogosloynymi fil'trami [Extraction of petroleum products from aqueous media by multilayer filters]: dis. ... kond. tekhn. nauk: 02.00.13. Tomsk, 2005. 25 p.
7. Kamenshchikov F.A., Bogomol'nyy E.I. Neftyanye sorbenty [Oil sorbents]. Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2003. 286 p.
8. Di Natale F., Erto A., Lancia A. Water. Res. 2008. pp. 2007–2016.
9. Venicianov E.V. Sorbcionnye i hromatograficheskie processy. 2005. №1. pp. 37–39.
10. Dudyshev V.D. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2002. №5. pp. 21–23.