

И. Г. Шайхиев, Ю. А. Суянгулова

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИАТОМИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ ВОД

Ключевые слова: диатомит, минеральное масло, сорбция.

Исследован диатомит и его сорбционная способность к минеральным машинным маслам в статических и динамических условиях. Обнаружено, что по отношению к минеральному маслу Shell Helix Diesel диатомит обладает лучшей сорбционной способностью. При исследовании воздействия на диатомит температур (800°С) наблюдалось незначительное изменение химического состава. При исследовании кратности регенерации обнаружилось, что диатомит можно регенерировать порядка 5 раз, без заметного снижения сорбционной способности.

Keywords: diatomaceous earth, mineral oil, sorption.

Studied diatomite and its sorption capacity for mineral machine oil under static and dynamic conditions. Found that in relation to the mineral oil Shell Felix Diesel diatomite has the best sorption capacity. In the study of temperature effects on the diatomite (800°C) showed insignificant change in chemical composition. In the study of the multiplicity of regeneration found that diatomaceous earth can regenerate about 5 times, without significant reduction in sorption capacity.

Одним из наиболее эффективных методов очистки природных и сточных вод от нефтепродуктов (НП) является сорбционный. В настоящее время в качестве сорбционных материалов для удаления нефти и продуктов ее переработки начали исследоваться отходы промышленного и сельскохозяйственного производства [1-4] и дешевые природные материалы.

В последнее время в практике водоочистки широкое применение нашел природный материал – диатомит, характеризующийся пористой структурой, малой плотностью и большой площадью поверхности и обладающий в этой связи высокой сорбционной и фильтрующей активностью [5,6]. Диатомит относится к дисперсным кремнеземам и представляет собой осадочную породу и состоит из окаменелых остатков панцирей диатомовых водорослей [7].

Также диатомит, ввиду особенностей химического состава и кристаллического строения, возможно использовать для удаления из водных сред ионов тяжелых металлов [8], в частности, ионов Zn^{2+} [9], Cu^{2+} [10], Cr^{6+} [11].

Практически отсутствуют сведения о возможности использования диатомитовых пород для удаления НП. Отмечается лишь, что диатомит может быть использован для адсорбции последних из сточных вод [12]. НП, ПАВ и другие органические соединения находятся в воде частично в растворенном виде, частично в виде эмульсии. Их извлечение из водных сред в динамических условиях происходит по комплексному механизму: совместная фильтрация и сорбция. При этом указывается, что эффективность процесса сорбции уменьшается с понижением температуры. Данное обстоятельство связано со снижением растворимости и переходом НП, растворенных в воде, в эмульгированное состояние, что приводит к затруднению процесса поглощения НП сорбционной загрузкой.

Учитывая вышесказанное, в настоящей работе исследовалась сорбционная очистка

водомаляных эмульсий с использованием диатомита в динамических условиях. В качестве объектов исследований использовались масла: моторные марок «Shell Helix Diesel» и «Прогресс», трансмиссионное марки ТП-22 и индустриальное марки И-40А.

В качестве сорбционного материала использовался диатомит, предварительно прокаленный при температуре 200 °С, имеющий фракционный состав 0,2-0,5 мм, с характеристиками, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели диатомита

Показатель	Значение
Плотность, г/см ³	2,0 - 2,6
Насыпная масса, г/см ³	0,7-0,9
Удельная поверхность, м ² /кг	50•10 ³
Суммарный объем пор, м ³ /кг	1•10 ⁻³
Механическая прочность:	
Измельчаемость, %	не более 4
Истираемость, %	не более 0.5

Проведенный анализ исследуемого диатомита выявил наличие следующих химических соединений, %: SiO₂ – 88,46; Fe₂O₃ – 0,49; Al₂O₃ – 1,26; CaO – 0,58; MgO – 0,42; Na₂O и K₂O – 0,22; прочие соединения – 8,57 (рис. 1).

Первоначально определялась маслосмкость исследуемого реагента в статических условиях в зависимости от времени контактирования диатомита с сорбатами (рис. 2).

Как следует из графиков зависимости, приведенных на рисунке 2, наибольшая скорость сорбции масел наблюдается в первые 15 минут взаимодействия, увеличение времени контактирования сорбционного материала приводит к замедлению массы поглощаемого сорбата. Найдено, что наибольшее значение

маслоемкости (более 1,4 г/г) диатомит имеет по отношению к маслу марки «Shell Helix Diesel», наименьшее – по отношению к маслу марки И-40А. Значения маслоемкости коррелируют с значениями вязкости масел – чем выше вязкость исследуемого сорбата, тем больше значение сорбционной емкости.

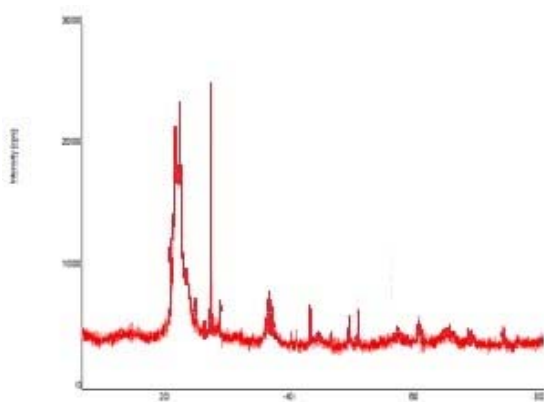


Рис. 1 – Рентгенограмма диатомита

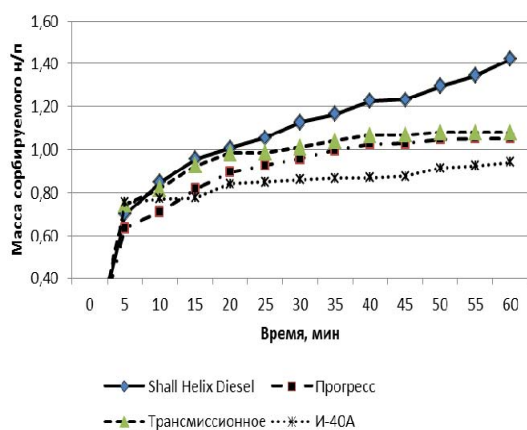


Рис. 2 – Зависимость сорбционной емкости диатомита по отношению к маслам в статических условиях от времени

В дальнейшем определялась маслоемкость диатомита по отношению к указанным маслам в динамических условиях. Исследуемый сорбционный материал помещался в стеклянную колонку высотой 13 см и диаметром 1,1 см, через который пропускались масла в объеме 500 мл. По окончании прохождения через слой загрузки объема того или иного поллютанта, взвешиванием по разнице масс с учетом количества диатомита находились значения маслоемкости последнего в динамических условиях, которые составили, г/г: для масла марки «Shell Helix Diesel» – 0,74, марки «Прогресс» – 0,47, марки ТП-22 – 0,59 и марки И-40А – 0,5. Как видно из приведенных данных в динамических условиях наиболее эффективен диатомит проявляет себя по отношению к маслу марки «Shell Helix Diesel», наименее эффективен – для масла марки «Прогресс», что сопоставимо с

зависимостями, определенными в статических условиях..

Также в ходе работы определялось значение максимального водопоглощения диатомита. Найдено, что водопоглощение в статических условиях составляет 0,43 г/г после 60 минутного контактирования с водой и 0,37 г/г после пропускания 500 мл воды в динамических условиях.

Общеизвестно, что НП могут находиться в воде в виде эмульсии или образовывать плавающий слой на поверхности воды при ламинарном режиме ее течения. В этой связи представляло интерес оценить значения масло- и водопоглощения диатомита, определенные в динамических условиях.

Через заполненную диатомитом сорбционную колонку с размерами, указанными ранее, пропускалось 100 мл эмульсии, состоящей из 10 мл исследуемого масла и 90 мл воды. По окончании процесса сорбции посредством экстракции CCl_4 определялось количество НП, прошедшего через слой сорбционного материала, затем – по разнице масс последнего и исходного масла находилось количество сорбированного НП, а затем – количество поглощенной диатомитом воды. Вычисленные значения нефте- и водопоглощения диатомита, приведенные к 1 грамму сорбционного материала, приведены в виде гистограмм на рисунке 3.

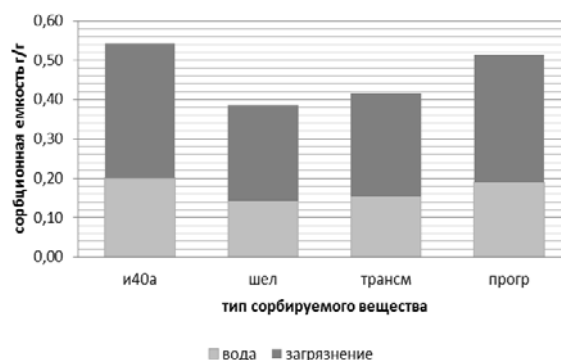


Рис. 3 – Значения нефте- и маслопоглощения диатомита в динамических условиях

Очевидно, что более всего на поверхности диатомита сорбировалось воды и масла марки И-40А, менее всего – масла марки «Shell Helix Diesel», что противоречит значениям максимальной маслоемкости.

Актуальной проблемой является вопрос регенерации или утилизации сорбционных материалов с сорбированными на их поверхности нефтью и НП. В случае целлюлозо- и кератинсодержащих отходов переработки сельскохозяйственного сырья, используемых в качестве сорбентов НП [1-4], предлагается термическое сжигание. В данном случае в качестве способа регенерации маслосорбленного диатомита выбрано термическое обезвреживание при нагревании. Для осуществления регенерации отработанный сорбционный материал помещался в муфельную печь и нагревался до температуры 800

°С, при данной температуре происходило выгорание органической составляющей. Проведенными анализами определено, что в процессе термического обезвреживания химический состав диатомита существенных изменений не претерпевает.

Кроме того, проведенными экспериментами показано, что регенерированный диатомит возможно повторно применять не менее 5-ти раз в качестве сорбционного материала, при этом отмечается некоторое снижение сорбционной емкости по НП.

Таким образом, в ходе проведенных исследований, определены сорбционные характеристики диатомита по отношению к маслам в статических и динамических условиях и определены пути регенерации отработанного реагента.

Литература

1. Шайхиев И.Г., Степанова С.В., Доможиров В.А., Абдуллин И.Ш., *Вестник Казанского технологического университета*, 12, 110-117 (2011).
2. Шайхиев И.Г., Степанова С.В., Трушков С.М., Абдуллин И.Ш., *Вестник Казанского технологического университета*, 13, 129-135 (2011).
3. Шайхиев И.Г., Степанова С.В., Кондаленко О.А., Абдуллин И.Ш., *Вестник Казанского технологического университета*, 15, 244-250 (2011).
4. Шайхиев И.Г., Степанова С.В., Доможиров В.А., Абдуллин И.Ш., *Вестник Казанского технологического университета*, 5, 107-110 (2012).
5. Taylor Jr., Harold A., *Amer. Ceram. Soc. Bull.*, 74, 6, 122 (1995).
6. *Amer. Ceram. Soc. Bull.*, 78, 8, 127-129 (1999).
7. Тарасевич Ю. И. *Природные сорбенты в процессах очистки воды*, Киев:Наукова думка, 1981. – 208 с.
8. Khraishen M.A.M., Al-degs Y.S., Mcminn W.A.M., *Chem. Eng. J.*, 99, 2, 177-184 (2004).
9. Li Men-lou, *J. Hunan Univ. Sci. and Technol. Natural Sci.*, 19, 3, 81-84 (2004).
10. Врынчану А. *Актуальные проблемы теории адсорбции, пористости и адсорбционной селективности: Материалы 11 Всеросс симпозиума*, Москва, 96 (2007).
11. Yuan Peng, Liu Dong, Fan Mingde, Yang Dan, Zhu Runliang, ets, *J. Hazardous Mater.*, 173, 1-3, 614-621 (2010).
12. Климов Е.С. *Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод*, Ульяновск:УлГТУ, 2011. - 201 с.

© И. Г. Шайхиев – д.т.н., проф., зав. каф. инженерной экологии КНИТУ, ildars@inbox.ru; Ю. А. Суянгүлова – асп. той же кафедры.