

УДК: 537.868

ПРИМЕНЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА ДЛЯ ОЧИСТКИ СОРБЕНТОВ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

В.И.Гриневич, В.А.Любимов, Н.А. Кувыкин

Ивановский государственный химико – технологический университет,
153000 Иваново, пр. Шереметевский, 7, E-mail: goodcar2009@yandex.ru

Аннотация

Проведено исследование регенерации различных сорбентов (активированный уголь, цеолит, шунгитовую), загрязненных нефтепродуктами, под действием диэлектрического барьерного разряда (DBD) при атмосферном давлении. Изотермы адсорбции нефтепродуктов на сорбентов построены. Разряд DBD было показано, обладают высокой эффективностью для возможности регенерации сорбционных свойств цеолита.

Ключевые слова: сорбенты, нефтепродукты, изотермы, активированный уголь

Введение

С развитием научно-технического прогресса все больше растет нагрузка на окружающую природную среду. Загрязнение гидросферы происходит за счет попадания в водные объекты различных токсикантов. Наибольшее влияние на водные объекты оказывают углеводороды нефти из-за большого объема сброса с различными видами сточных вод.

Удаление НП до значений, соответствующих нормативным требованиям, которые установлены на уровне 0,05 мг/л для водоемов рыбохозяйственного назначения, является сложной задачей.

Одним из эффективных и наиболее широко применяемых методов очистки сточных вод от органических соединений является адсорбционный метод, который позволяет обеспечить высокую степень очистки промышленных стоков [1,2]. Достоинством метода является его эффективность (до 95 %), возможность очистки сточных вод, содержащих несколько веществ, а также рекуперация этих веществ [3].

Для сорбционной очистки сточных вод используют множество материалов естественного и искусственного происхождения. В работе [4] изучены различные сорбционные материалы для очистки сточных и природных вод от НП. Углеродные сорбенты обладают высокой сорбционной ёмкостью и позволяют эффективно извлекать НП из воды. Необходимо отметить, что, несмотря на огромный ассортимент сорбентов для НП, проблема очистки сточных и природных вод не решена. В настоящее время предпочтение отдается эффективным, легкодоступным и недорогим высоко-

сорбционным материалам. Также процесс сорбции чрезвычайно дорог, поскольку кроме затрат на адсорбент необходимы затраты на его регенерацию. При этом в большинстве случаев не решена задача нейтрализации полученных после десорбции сконцентрированных органических веществ.

Традиционно для удаления различных НП из воды применяют такие природные сорбенты, как активированные угли (далее АУ) различных марок, цеолиты и шунгиты. Рост объемов применения данных сорбентов в различных отраслях промышленности обусловил их дефицит, вследствие чего необходимо повышать эффективность их использования, прежде всего путём их модификации (с целью улучшения их сорбционных свойств), и регенерации (с целью их повторного использования).

Применение рациональных способов регенерации адсорбентов дает возможность улучшить технико-экономические показатели адсорбционных установок, а также обеспечить защиту атмосферы и водного бассейна от загрязнений и возвратить ценные вещества в производство для повторного их использования. К числу обычно используемых методов десорбции при очистке промышленных газовых и жидкостных потоков можно отнести [5]:

- термическую десорбцию;
- химическую десорбцию;
- десорбцию, осуществляемую за счет перепада давлений;
- реагентную – вытеснительную;
- экстракционную десорбцию.

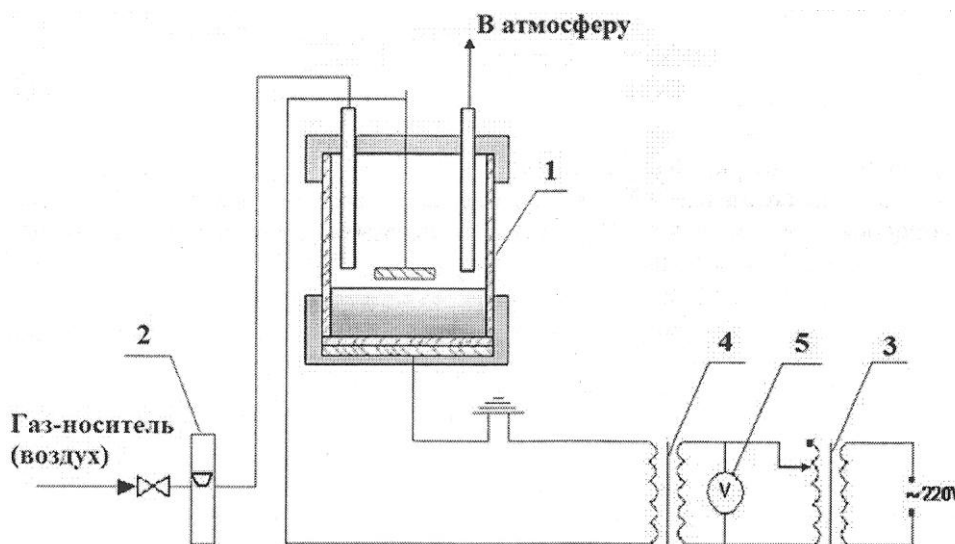
К числу новых и малоизученных способов регенерации сорбентов можно отнести обработку сорбентов в диэлектрическом барьерном разряде (ДБР).

Результаты и их обсуждение

Целью данной работы являлось изучение возможности восстановления сорбционных свойств сорбентов (АУ, цеолит, шунгит), загрязнённых НП, путем их обработки в ДБР. Объектами исследования были выбраны следующие сорбенты:

- ✓ АУ марки БАУ – А;
- ✓ цеолит природный (более 68% клиноптилолита) Чугуевского месторождения, с размером фракции 2 - 4 мм;
- ✓ шунгит Занеженского месторождения, с размером фракции 3-9 мм.

Для проведения исследований по регенерации загрязнённых сорбентов в ДБР была разработана и собрана экспериментальная установка (рис.1), основным элементом которой служил плазмохимический реактор с горизонтальным расположением электродов (1). Барьерный разряд возбуждался от высоковольтного трансформатора (4) (переменный ток частотой 50 Гц), величина приложенного к электродам напряжения составляла 5 - 10 кВ. Контроль значений первичного напряжения осуществлялся вольтметром (5) марки Д 5015. Расход газа-носителя регистрировался с помощью ротаметра (2). Конструкция позволяла регулировать расход газа. В качестве плазмообразующего газа использовался кислород, подача которого осуществлялась с помощью компрессора. Также была предусмотрена возможность автоматического встряхивания содержимого реактора.

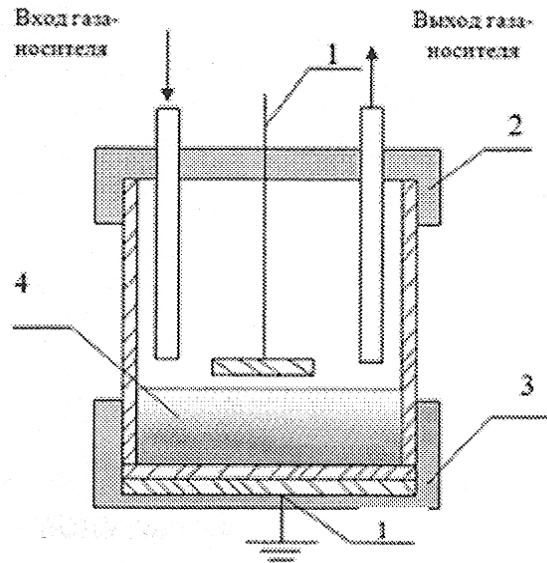


1 - разрядник; 2 – ротаметр; 3 – ЛАТР; 4 –высоковольтный трансформатор; 5 – вольтметр

Рис.1 – Схема экспериментальной установки

Плазмохимический реактор представлял собой стеклянный сосуд цилиндрической формы (рис. 2), внутренний диаметр которого составлял 60 мм. Дно ячейки располагалось на подставке 3, выполненной из политетрафторэтилена (ПТФЭ). Толщина диэлектрического барьера между электродом из алюминиевой фольги (Ø 60 мм, толщиной 20 мкм) и обрабатываемым сорбентом составляла 2 мм. Сосуд герметично закрывался крышкой, выполнен-

ной из ПТФЭ, в которой был вмонтирован электрод, изготовленный из алюминиевого сплава (Ø 30 мм). Для регулирования межэлектродного зазора, верхний неизолированный электрод монтировался в крышку с помощью резьбы. Для подачи и удаления плазмообразующего газа в крышку были также вмонтированы два стеклянных патрубка. Расстояние между слоем сорбента и неизолированным электродом во всех опытах составляло 3 мм.



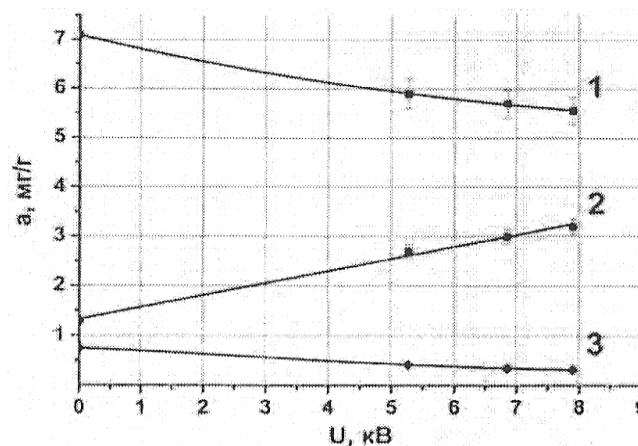
1-электроды; 2-крышка; 3- подставка; 4- обрабатываемый сорбент

Рис.2 – Схема реактора с подачей плазмообразующего газа

Исследование включало загрязнение исходных сорбентов модельным раствором НП и их последующую обработку в ДБР. Степень загрязнения сорбентов составила соответственно: АУ – 2,9 мг/г, цеолит – 1,9 мг/г, шунгит – 1,9 мг/г. Определялась сорбционная ёмкость сорбентов по НП до и после загрязнения, а также после обработки в плазмохимическом реакторе при различных параметрах (напряже-

ние, время обработки, уровень подачи газа - носителя). Получены зависимости ёмкости сорбентов по НП от величины приложенного напряжения, времени обработки и скорости подачи плазмообразующего газа (кислорода).

Зависимость сорбционной ёмкости обработанных сорбентов по НП от величины приложенного напряжения представлена на рисунке 3.



1 – АУ ($C_{\text{нп}} = 40$ мг/л), 2 – Цеолит ($C_{\text{нп}} = 114$ мг/л), 3 – Шунгит ($C_{\text{нп}} = 88$ мг/л)

Рис.3 – Зависимости сорбционной ёмкости сорбентов по НП от величины приложенного напряжения

Обработка проводилась при следующих параметрах:

- напряжение - 5 - 8 кВ;
- время обработки – АУ, шунгит - 1 мин; цеолит – 10 мин;

- расход плазмообразующего газа – 1 л/мин.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что обработка загрязнённого НП АУ при данных параметрах не даёт положительных результатов. С увеличением напряже-

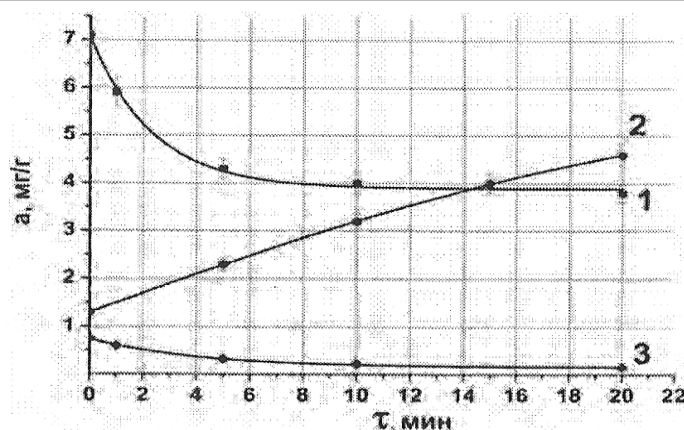
ния сорбционная ёмкость АУ по НП значительно уменьшается с 7,1 мг/г до 5,6 мг/г. Однако обработка загрязнённого НП цеолита при данных параметрах обработки даёт положительный эффект. Видно, что с увеличением напряжения сорбционная ёмкость цеолита по НП возрастает с 1,3 мг/г до 3,2 мг/г. Таким образом, можно сказать, что оптимальное напряжение, при котором происходит регенерация цеолита, составляет 7,9 кВ. Обработка шунгита так же не дала положительных результатов, с увеличением напряжения сорбци-

онная ёмкость шунгита по НП уменьшается с 0,75 мг/г до 0,32 мг/г.

Зависимость сорбционной ёмкости обработанных сорбентов по НП от времени обработки представлена на рисунке 4.

Обработка проводилась при следующих параметрах:

- напряжение - АУ, шунгит – 5,3 кВ; цеолит – 7,9 кВ;
- время обработки – 1 – 20 мин;
- расход плазмообразующего газа – 1 л/мин.



1 – АУ ($C_{нп} = 40$ мг/л), 2 – Цеолит ($C_{нп} = 114$ мг/л), 3 – Шунгит ($C_{нп} = 88$ мг/л)

Рис.4 – Зависимости сорбционной ёмкости сорбентов по НП от времени обработки в реакторе

Из графиков видно, что обработка загрязнённого НП АУ при данных параметрах так же не даёт положительных результатов. С увеличением времени обработки ёмкость АУ по НП значительно падает с 7,1 мг/г до 3,8 мг/г. Однако ёмкость цеолита по НП с увеличением времени обработки значительно возрастает с 1,3 мг/г до 4,6 мг/г, что больше ёмкости чистого цеолита (3,1 мг/г) при данной начальной концентрации модельного раствора НП.

Таким образом, оптимальным временем обработки загрязнённого цеолита для восстановления его сорбционных свойств является время равное 20 мин. Что касается шунгита, то с увеличением времени обработки ёмкость шунгита по НП падает с 0,75 мг/г до 0,22 мг/г. Зависимость сорбционной ёмкости обработанных сорбентов по НП от объемного расхода плазмообразующего газа (кислорода) в реактор представлена на рисунке 5.

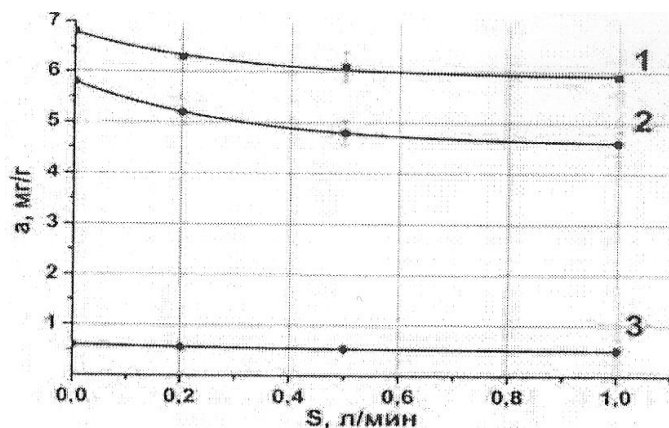
Обработка проводилась при следующих параметрах:

- напряжение - АУ, шунгит – 5,3 кВ; цеолит – 7,9 кВ;

- время обработки – АУ, шунгит - 1 мин; цеолит – 20 мин;
- расход плазмообразующего газа – 0 л/мин.

Увеличение расхода плазмообразующего газа в реактор приводит к незначительному снижению ёмкости всех сорбентов. Вероятно, это связано с обгаром частиц в присутствии большего кислорода и частичным закрытием микропор.

Таким образом, по результатам исследований можно сказать, что обработка загрязнённых НП сорбентов, а именно АУ марки БАУ – А, цеолита Чугуевского месторождения и шунгита Занеженского месторождения, в ДБР при различных параметрах обработки (напряжение, время обработки, расход газаносителя) приводит к увеличению сорбционной ёмкости лишь у цеолита и к ухудшению сорбционных показателей АУ и шунгита. Вероятно, это связано с их углеродной основой, в отличие от цеолита, который имеет алюмосиликатную решётку.



1 – АУ ($C_{нп} = 40$ мг/л), 2 – Цеолит ($C_{нп} = 114$ мг/л), 3 – Шунгит ($C_{нп} = 88$ мг/л)

Рис.5 – График зависимости сорбционной ёмкости сорбентов по НП от уровня подачи плазмообразующего газа (кислород)

Литература

1. Хаскельберг М.Б., Шиян Л.Н., Корнев Я.И. // Известия Томского политехнического университета. 2011. Т. 319. №3. С. 146.

2. Митрюшкина К.П. Охрана природы. Справочник.. М.:Агропромиздат, 1987.С. 267.

3. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. Л.: Химия, 1982. С. 168.

4. Собгайда А.А. // Вестник Харьковско-го национального автомобильно-дорожного университета. 2011. №52. С. 124.

5. Лукин В.Д., Анцыпович И.С. Регенерация адсорбентов. Л.: Химия, 1983. С. 216.

APPLICATION OF DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE FOR DIFFERENT SORBENTS PURIFICATION FROM OIL PRODUCTS

V.I.Grinevich, V.A.Lubimov, N.A.Kuvikin

Ivanovo State University of chemistry and technology,
153000 Ivanovo, Sheremetevskii av., 7
E-mail: goodcar2009@yandex.ru

Abstract

This study considers treatment of different sorbents (activated carbon, zeolite, shungite), contaminated oil products, under the action of an oxygen dielectric barrier discharge (DBD) at atmospheric pressure. Adsorption isotherms of oil products on sorbents are constructed. The DBD discharge has been shown to have high efficiency for possibility of regeneration of the sorption properties of zeolite.

ДИЭЛЕКТРЛІК АУМАҚТЫ РАЗРЯД АРҚЫЛЫ МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН СОРБЕНТТЕРДІ ТАЗАЛАУ

В.И. Гриневич, В.А. Любимов, Н.А. Кувькин

Ивановскийдағы мемлекеттік химико-технологиялық университеті,
153000, Иваново қ, Шереметевский дан, 7,
e-mail: goodcar2009@yandex.ru

Аннотация

Атмосфералық қысымында диэлектрлі аумақты разрядта(DBD) мұнай қалдықтарынан ластанған сорбенттерден (активтелген көмір, цеолит, шунгит) регенерациялау жұмыстары жасалынды. Мұнай қалдықтарының сорбенттерге адсорбциялық изотермасы орнатылды. DBD разряд көмегі арқылы цеолиттің жоғары регенерациялық , сорбциялық қасиеті артқандығы анықталды.