

4. Горошевский А.В. Взаимодействие почвы и подземных трубопроводов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биологических наук (03.00.27) / Горошевский Андрей Валерианович; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. – М., 2005. – 116 с.
5. Данзанова Е.В. Сварка полиэтиленовых труб для газопроводов при естественно низких температурах: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. технических наук (05.02.10) / Данзанова Елена Викторовна; Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения РАН. – М., 2012. – 143 с.
6. Методы оптической спектроскопии: методическое пособие / О.А. Федорова, И.И. Кулакова, Ю.А. Крутяков и др. – М.: Изд-во МГУ, 2015. – 117 с.

НЕФТЯНЫЕ СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МХА

Т.А. Гесс, А.С. Пименова, Е.В. Дудик

Научный руководитель доцент О.В. Ротарь

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Среди методов, успешно применяющихся для ликвидации нефтяных разливов с поверхности воды, сорбционная очистка является одним из наиболее эффективных способов [1].

Внимание заслуживают природные волокнистые материалы, солома, шелуха злаков, отходы переработки льна, опилки, торф. Особое место занимает целлюлоза, поскольку является основным компонентом растительных материалов. Перспективным материалом является природный сорбент торфяной мох (*Sphagnum Dill.*) – беловато-зеленый мох («белый мох»), растущий на всех болотах с бедными почвами. По данным [1] среднее процентное массовое содержание основных органических компонентов в остатках мха на сухое вещество составляет: 3–10 % золы, 45–85 % углеводов, 5–10 % белков и 5–10 % липидов.

Гидрофильность сорбента способствует тому, что вода легко сорбируется в структуре материала, в то время как нефть удерживается на поверхности сорбента за счет адгезионных сил. Большое количество и разнообразие активных функциональных групп (COOH, OH и др.) в твердых компонентах мха (особенно в гуминовых веществах) обуславливают высокую его сорбционную и ионообменную способность. Гидрофобными составляющими частями сорбентов являются битумы мха.

В данной работе исследовались процессы адсорбции нефти на природных адсорбентах растительного происхождения: торфяного мха (*Sphagnum Dill.*), произрастающего в России и Nature Corby и Spilcorb, произведенного в Канаде.

Сравнение эффективности сорбции объектов исследования проводилось по следующим показателям: нефтеемкость, плавучесть, степень перехода углеводородов в воду, водопоглощение. Полученные результаты сведены в таблицу 1.

Sphagnum Dill отличаются ограниченной нефтеемкостью по сравнению с полипропиленовым волокном [2], но высокой плавучестью. Недостатком сорбентов является значительное водопоглощение, что приводит к потере плавучести сорбента.

Наиболее эффективными адсорбентами органических соединений из водных растворов являются гидрофобные материалы, адсорбция на которых обусловлена преимущественно дисперсионными силами.

Таблица 1

Основные характеристики сорбентов

№п/п	Сорбент	НЕ, г/г	ВП, г/г	Плавучесть, ч
1	Nature Corby	12,5	11,3–12,5	48
2	Spilcorb	15,7	12,4–13,0	48
3	Sphagnum Dill	5,8	3,1–4,2	96
4	ПП волокно	12 -40	1– 6	24

Поэтому нами была проведена гидрофобизация адсорбента двумя способами.

Первый способ – химическая модификация целлюлозы, входящей в состав мха. В элементарном звене целлюлозы содержится три гидроксильные группы. Синтез сложных эфиров целлюлозы этерификацией гидроксильных групп проводился ангидридом уксусной кислоты в кислой среде (15% серной кислоты от веса мха). Методом последовательной экстракции выделяли карбоксиметилцеллюлозу и анализировали. Появление полосы поглощения при 1730 см в ИК-спектре свидетельствует о наличии ацетатной группы, одновременно происходит уменьшение интенсивности полосы 3400 см, соответствующей гидроксильной группе. По содержанию связанной уксусной кислоты 38% определили степень замещения гидроксильных групп – 1,4. Следовательно, степень этерификации составляет 140. Повышение гидрофобности сорбента увеличивает плавучесть его в три раза.

Второй способ повышения гидрофобизации заключался в термической обработке мха при температурах от 100° С до 400° С.

Степень обугливания определяли по формуле:

$$R = C^t / C_0 \cdot 100 \%,$$

где C_0 и C^t – масса мха до и после карбонизации.

Разницу степени обугливания определяли как: $\Delta R = 100\% - R$.

Для оценки адсорбционной активности мха использовали стандартную методику (ГОСТ 4453-74), в которой за меру активности принимается количество красителя метиленового голубого, поглощенного из раствора навеской активированного угля.

Концентрация МГ в растворе до и после адсорбции определяется на приборе Evolution-201. Сорбентом, показывающим отличные результаты, является, безусловно, активированный уголь, использование которого экономически не выгодно для очистки водных поверхностей большой площади. Однако основным недостатком активированного угля является его низкая плавучесть. Высокой плавучестью обладает сорбент, полученный низкотемпературной карбонизацией мха, и ацетилованный мох.

Таким образом, установлено, что высокой сорбционной емкостью обладает мох, подвергнутый карбонизации при 200–250° С и модифицированный уксусной кислотой. Предложенные сорбенты способны увеличить эффективность очистки водных поверхностей до остаточного содержания нефти в воде (менее 0,03 г/л). С увеличением степени обугливания сорбента возрастают показатели его технической эксплуатации. При дальнейшем увеличении степени обугливания изменения

значения нефтеемкости не наблюдается. Полученные сорбенты отличаются хорошей плавучестью, нефтеемкостью и малой скоростью осаждения. Сорбенты содержат большое количество пор, развитую клеточную структуру, поэтому способны хорошо впитывать нефтепродукты и надолго их удерживать. Являясь по природе хорошим адсорбентом углеводородов, мох исключает процессы их десорбции, а, следовательно – и вероятность вторичных загрязнений.

Литература

1. Артемьев А.В., Пинкин А.В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтезагрязнений // Вода: химия и экология, 2008. – №1. – С. 19 – 25.
2. Ротарь О.В., Искрижицкий А.А., Искрижицкая Д.В. Cleanup of water surface from oil spills using natural sorbent materials // Procedia Chemistry, 2014. – Vol. 10. – P. 145 – 150.
3. Сомин В.А. Способ получения сорбционного материала // Патент на изобретение РФ №240580, 2012.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

А.М. Горшков, К.С. Султанова

Научный руководитель ассистент Л.К. Кудряшова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Остаточные запасы нефти в России позволят лишь в течение ближайших 15-20 лет обеспечивать запланированную добычу в 525 млн. т. («Энергетическая стратегия России на период до 2030 года»), после чего неизбежно произойдет её резкое падение до 200–250 млн. т в год.

А к 2030–2035 гг. Россия не сможет не только экспортировать нефть, но и обеспечивать ею свои внутренние потребности [2, 3]. Поэтому актуальным является вопрос выработки остаточных запасов месторождений и поиска новых нетрадиционных источников углеводородов (УВ).

Большой потенциал нетрадиционных ресурсов углеводородов в мире реализован в сланцевых формациях, представленных трещиноватыми и низкопроницаемыми коллекторами, содержащими газ (извлекаемые запасы газа по 32 странам составляют 187,5 трлн. м³) и легкую нефть (извлекаемые запасы составляют 2,8–3,3 трлн. баррелей) [4]. Огромный вклад по внедрению эффективных технологий добычи нефти и газа из таких формаций в промышленную эксплуатацию внесли США. Так, впервые на месторождении Barnett была применена технология комбинирования наклонно-направленного бурения скважин с протяженными горизонтальными участками и гидравлического разрыва пласта (ГРП), которая положила начало масштабной добыче газа из сланцев. Однако широкое применение ГРП повлекло за собой серьезные экологические проблемы, в результате которых данная технология была запрещена в ряде отдельных штатов США, Канаде и некоторых странах Европы.

Цель данной работы – провести анализ способов разработки трудноизвлекаемых ресурсов УВ, а также выявить возможные экологические риски при их освоении.