

ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ПРИРОДНОГО БЕНТОНИТА С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОЧИСТКИ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Проказов Н.¹

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Атаманова О.В.¹

¹ФГБОУ ВО СГТУ им. Гагарина Ю.А.

prokazov.n.d@mail.ru

Работа выполнена в рамках темы НИР «Очистка природных загрязнённых и сточных вод от нефтепродуктов с использованием сорбентов на основе модифицированных бентонитов»

Введение

Как известно, нефть и нефтепродукты за счёт не полярности своих молекул не смешиваются с водой, образуя на её поверхности плёнки. Эти плёнки изменяют физико-химические процессы в воде, в частности нарушают обмен энергией, газами и теплотой между средами. Помимо этого, лёгкие и ароматические углеводороды лучше растворяются в воде, что влечёт хроническое токсическое действие на организмы на клеточном уровне.

С экономической точки зрения очищать сточные воды, содержащие НП дешевле, чем ликвидировать последствия такого загрязнения, поэтому лучше пресекать загрязнение водных объектов на этапе очистки сточных вод. Для этого не прекращаются поиски оптимальных методов и материалов с целью очистки сточных вод. Совершенствуются все виды очистки стоков и в частности сорбционные методы. В этом направлении учёными и инженерами ведутся разработки как по созданию технических средств, так и по созданию новых видов сорбентов.

Целью исследований являлось улучшение сорбционных свойств по отношению к нефтепродуктам природных гранулированных форм бентонита.

Основная часть

Объектами исследований являлись природные бентониты четырёх разных месторождений: Саригюхского месторождения (Республика Армения), Карасукского месторождения (Российская Федерация), Зырянского месторождения (Российская Федерация), Таганского месторождения (Республика Казахстан), следующих вариантов:

- бентонит, не модифицированный, гранулированный и обожжённый при температуре 550°C;
- бентонит гранулированный, обожжённый при температуре 550°C и гидрофобизированный.

Размер гранул бентонита обоих вариантов составлял – 0,25 - 0,5 мм.

Сорбционный материал, представляющий собой бентонит, не модифицированный, гранулированный и обожжённый при температуре 550°C изготавливался в соответствии с запатентованной технологией [1] на базе ООО «НПП ЛИССКОН» (г. Саратов).

Основными методами исследования были динамическое фильтрование (ГОСТ 25336-82) модельных растворов нефтепродуктов, а также ИК-спектрофотометрия (ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000) с целью определения остаточных концентраций НП в фильтрате.

Модельные растворы НП готовились в объёме 1 л концентрацией 36,1 мг/дм³ (121 ПДК). Для этого в мерные колбы на 1000 мл, наполовину заполненные водой, пипеткой приливали 0,1 мл нефти и доводили объём до метки водой.

В четыре разные фильтрационные колонны, закреплённые на штативе, засыпались навески гранулированного, не модифицированного, бентонита четырёх месторождений массой 100 г каждая. Загрузка смачивалась небольшим количеством дистиллированной воды. Устанавливалась скорость фильтрования 0,5 см/мин (1 см. раствора уходит из колонны

приблизительно за 2 минуты). Далее через загрузку проводится фильтрация модельных растворов НП.

Результаты фильтрования показали следующее: гранулированные природные формы бентонитов недостаточно хорошо справляются с адсорбцией НП. После первой фильтрации, по результатам ИК-спектрофотометрических замеров, концентрация НП в растворах снизилась в 120 раз и составила от 0,256 до 0,51 мг/дм³ (ПДК НВ в водах 0,3 мг/дм³). Дальнейшая фильтрация новых растворов показала рост концентрации НП в фильтратах в арифметической прогрессии.

Следующим этапом исследований стала гидрофобизация сорбентов. Для гидрофобизации бентонитовых гранул использовалась гидрофобизирующая пропитка производства ООО «НПП Рогнеда» (г. Ст. Купавна), состоящий из смеси кремнийорганических соединений, антисептических добавок и воды [2]. Технология гидрофобизации сорбционного материала состояла в вымачивании навесок бентонита в гидрофобизирующей жидкости течение 10 минут. Затем навеска извлекалась из раствора и подвергалась высушиванию в сушильном шкафу при температуре 105°C до полного высыхания.

После гидрофобизации кремнийорганические соединения покрыли поверхность бентонитов тонким слоем молекул, имеющими полярную «голову» (прикрепилась к полярной поверхности глины) и неполярный «хвост» (направленный во внешнюю среду). Неполярные «хвосты» кремнийорганических молекул сформировали вторичную неполярную поверхность сорбента придав ему тем самым гидрофобные свойства. И, напротив, неполярные молекулы нефтепродуктов с лёгкостью адсорбируются на новой поверхности.

Фильтрация на гидрофобизированных сорбентах показала, что в процессе первой фильтрации происходит проскок НП, что может быть вызвано установлением физико-химического равновесия в адсорбционной системе. В процессе второй фильтрации концентрация НП снижается до уровня ниже ПДК и остаётся такой в плоть до момента проскока. Стоит сказать, что у разных бентонитов наблюдался разный момент проскока НП:

- бентонит Саригюхского месторождения – 22 фильтрация;
- бентонит Карасукского месторождения – 16 фильтрация;
- бентонит Зырянского месторождения – 21 фильтрация;
- бентонит Таганского месторождения – 17 фильтрация.

Выводы

В результате проведенных лабораторных исследований установлено:

1. гранулированные природные формы бентонитов плохо справляются с сорбцией НП;
2. гидрофобизация гранул бентонита в разы повышает адсорбцию НП из воды;
3. бентонит Зырянского месторождения сопоставим по нефтеёмкости с бентонитом Саригюхского месторождения, одного из лучших в мире, что положительно повлияет на конкурентоспособность отечественного сорбента в условиях импортозамещения.

Литература

1. Кошелев А.В., Тихомирова Е.И., Атаманова О.В., Веденева Н.В. Головкин В.Ф., Елеев Ю.А., Глухан Е.Н. Адсорбционная очистка сточных вод от ароматических соединений бензольного ряда на гранулированном углеродмодифицированном бентоните // Химия и технология органических веществ. 2024. N 2 (30). С. 41-57
2. Атаманова О.В., Тихомирова Е.И., Глубокая А.С. Кошелев А.В. Изучение структуры поверхности и свойств сорбционных материалов на основе модифицированного бентонита // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2023. Т. 25. № 6. С.155-164.