

КОМБИНИРОВАННЫЙ СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТА И ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Яваева З.И., бакалавр

Научный руководитель Галимова А.Р.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Россия

В статье исследован комбинированный сорбент из цеолита и гидролизного лигнина для очистки сточных вод от $Cu(II)$ и $Ni(II)$. Материал показал высокую эффективность: снижение $Cu(II)$ до 0,132 мг/л, $Ni(II)$ – до 0,051 мг/л.

Ключевые слова: цеолит, гидролизный лигнин, комбинированный фильтроматериал, адсорбция, адсорбционная емкость.

Одной из задач для обеспечения качества окружающей среды является снижение техногенной нагрузки на водные объекты за счёт внедрения эффективных и экономически доступных методов очистки промышленных сточных вод. Ионы тяжёлых металлов, в частности меди и никеля, относятся к приоритетным загрязнителям, обладающим высокой токсичностью и способностью к биоаккумуляции. На сегодняшний день разработаны технологические методы очистки производственных сточных вод: физико-химические, биологические, окислительно-восстановительные. Среди актуальных и востребованных методов очистки промышленных сточных вод представляют адсорбционные способы, эффективность которых определяется главным образом качеством сорбента.

К преимуществам сорбционного метода относятся: возможность удаления загрязнений чрезвычайно широкой природы практически до любой остаточной концентрации независимо от их химической устойчивости; отсутствие вторичных загрязнений; управляемость процессом; возможность адсорбции веществ многокомпонентных смесей; высокая степень очистки, особенно слабokonцентрированных сточных вод; возможность улавливания токсичных веществ при невысокой их концентрации.

В рамках поиска эффективных и экономичных сорбентов рассматривается использование сорбционных материалов, созданных на основе природного и вторичного сырья, а именно, комбинирование цеолита и лигнина.

Цеолиты представляют собой большую группу водных алюмосиликатов кальция и натрия из подкласса каркасных силикатов. Цеолитсодержащие породы Татаро-Шатрашанского месторождения, в состав

которых входит клиноптилолит и опал-кристобалит, обладают высокой адсорбционной и выраженной ионообменной способностью, экологически безопасны, нетоксичны и находят применение в сельском хозяйстве, промышленности и медицине. С точки зрения химического состава клиноптилолит является высококремнистым членом структуры группы гейландита, содержащей больше одновалентных, чем двухвалентных катионов. Свойства клиноптилолита: большая удельная поверхность, молекулярно-ситовое действие, высокая селективность к полярным молекулам, способность к сорбции и ионообмену. Эти адсорбенты обладают хорошо развитой внутренней поверхностью, доступной для адсорбируемых молекул.

Гидролизный лигнин – твердый, темно-коричневый порошкообразный отход гидролизной промышленности, получаемый при кислотной обработке древесины. Это природный полимер, используемый как сорбент (энтеросорбент, очистка воды/нефти), сырье для производства активированного угля, удобрений, котельное топливо и компонент для производства кирпичей. Полимерная шитая структура в сочетании с наличием широкого спектра ионогенных группировок (фенольных и карбоксильных) и полидентантных и монодентантных неионогенных групп (карбонильных и гидроксильных) обуславливает наличие сорбционной способности лигнина к загрязнителям различного рода, в том числе к ионам тяжелых металлов. Сорбенты, полученные из лигнинсодержащего сырья (отходов), являются достаточно дешевыми, с высокими физико-химическими свойствами: относительно высокая ионообменная и сорбционная емкость; универсальность по отношению очистки от вредных примесей; низкая стоимость и не сложная технология утилизации отработанных сорбентов (прессование, сжигание и т.п.).

Комбинирование цеолита и гидролизного лигнина материалов позволяет создать материал, который может быть использован как сорбент для удаления тяжелых металлов из сточных вод.

Настоящая работа направлена на количественную оценку адсорбционной способности комбинированного фильтроматериала по отношению к ионам Cu(II) и Ni(II) . Экспериментальная база исследования включала цеолитсодержащую породу Татаро-Шатрашанского месторождения (фракция 0,2-0,8 мм) и гидролизный лигнин. Комбинированный фильтроматериал готовился путем смешивания сорбентов в пропорции 1:1, с общей массой навески 0,5 г. Ключевая задача – оценить адсорбционную способность комбинированного фильтроматериала по отношению к ионам Cu(II) и Ni(II) в статических условиях и определить его потенциал для использования в технологических схемах очистки сточных вод. Для этого

были подготовлены отдельные растворы для металлов Cu(II) и Ni(II) с концентрацией 5 мг/л.

Установлено, что для ионов Cu(II) сорбционное равновесие достигается уже через 10 минут, остаточная концентрация стабилизируется на уровне 0,132 мг/л. Для ионов Ni(II) наблюдается постепенное снижение концентрации в течение всего времени контакта, что может свидетельствовать о более медленной кинетике сорбции (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты определения концентрации металлов до и после адсорбции комбинированным сорбентом

| Время, мин | Концентрация Cu(II) до адсорбции, мг/л | Концентрация Cu(II) после адсорбции, мг/л | Концентрация Ni(II) до адсорбции, мг/л | Концентрация Ni(II) после адсорбции, мг/л |
|------------|--|---|--|---|
| 10 | 5 | 0,132 | 5 | 0,064 |
| 30 | 5 | 0,132 | 5 | 0,057 |
| 60 | 5 | 0,132 | 5 | 0,051 |

Построена зависимость адсорбционной емкости комбинированного фильтроматериала по отношению к ионам металлов от времени контакта (рис.1).

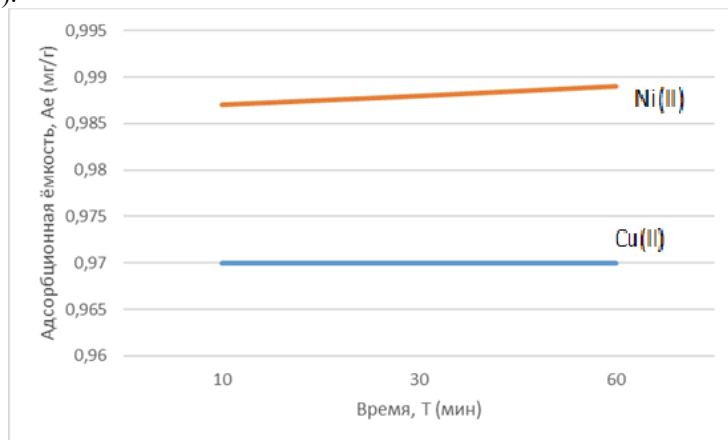


Рисунок 1 – График зависимости адсорбционной ёмкости комбинированного фильтроматериала по отношению к ионам металлов от времени контакта

Из графика видно, что концентрация ионов Ni(II) с увеличением времени контакта уменьшалась, таким образом концентрации ионов Ni(II) в растворах с фильтроматериалами, выдержанными 10, 30 и 60 минут уменьшалась соответственно с увеличением времени контакта. Концентрация ионов Cu(II) не изменялась с течением времени. Сравнение полученных остаточных концентраций с литературными данными показывает, что композитный материал превосходит цеолит и лигнин по отдельности, что подтверждает эффективность смешения компонентов.

Таким образом, показано, что комбинированный сорбент на основе цеолита и гидролизного лигнина обеспечивает снижение концентрации Cu(II) с 5 до 0,132 мг/л, Ni(II) — до 0,051 мг/л. Адсорбционная емкость сорбента составляет 0,97 мг/г в отношении ионов меди и 0,98-0,99 мг/г в отношении ионов никеля. Полученные результаты позволяют рекомендовать предложенный фильтроматериал для внедрения в технологические схемы очистки промышленных сточных вод в рамках технических основ рационального природопользования.

Литература:

1. Обузина, М. В. Решение экологических проблем очистки сточных вод путем создания сорбента на основе цеолита / М. В. Обузина, Е. А. Руш, Л. В. Шалунц // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21, № 8. – С. 20-25. – DOI 10.18412/1816-0395-2017-8-20-25.
2. Тетесова, А. А. Сорбция катионов тяжёлых металлов из сточной воды модификациями гидролизного лигнина / А. А. Тетесова, С. Л. Фукс, С. В. Хитрин // Общество. Наука. Инновации (НПК-2019) : Сборник статей XIX Всероссийской научно-практической конференции: в 4-х томах, Киров, 01–26 апреля 2019 года / Вятский государственный университет. Том 1. – Киров: Вятский государственный университет, 2019. – С. 163-173.
3. Зиникова И.В., Пяткова А.В., Готов А.С. Исследование сорбционных свойств цеолитсодержащих пород Татаро-Шатрашанского месторождения по отношению к ионам тяжелых металлов // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2018. – Т. 18, № 3. – С. 384-391.