

Эффективность очистки сточных вод полученными сорбентами

Образец	Степень очистки, %	
	Сточная вода полиграфического производства	Сточная вода нефтехимического производства
ЖС активат	39	51
ЖС карбонизат	43	36
БАУ-А	47	53

Таким образом, доказана высокая эффективность активированного угля СЖакт, сопоставимая с эффективностью активированного угля БАУ-А при очистке сточных вод, содержащих органические загрязнения.

Поиск конкурентноспособных сорбентов из углеродсодержащих отходов является альтернативной применением природных материалов. Наиболее перспективным направлением является производство сорбентов на основе растительных остатков и агропромышленных отходов.

Библиографический список

1. Бобылев С. Н. «Зеленая» экономика: новые проблемы формирования // Институты местной демократии в управлении экологически устойчивым развитием локальных территорий : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Краснодар : Кубанский гос. ун-т, 2021. С. 23–27.
2. Лазарева А. М., Грошева С. В., Тихонова И. О. Перспективы получения карбонизатов из крупнотоннажных органических отходов // Успехи в химии и химической технологии : сб. науч. трудов. М. : РХТУ имени Д. И. Менделеева, 2023. Т. 37. С. 98–101.
3. Мещеряков С. В., Еремин И. С., Зайцева Е. А. Рациональное использование отходов сельского хозяйства с получением на их основе сорбирующих материалов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2021. № 4 (301). С. 11–16.
4. Модифицированные растительные сорбенты для очистки воды от нефтяных загрязнений / Б. М. Абдель-Гадир, В. О. Дряхлов, Г. Г. Ягафарова и др. // Башкирский химический журнал. 2019. Т. 26, № 2. С. 75–79.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОРБЕНТА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА

Д. В. Мытько, Л. А. Шибeka

*Белорусский государственный технологический университет,
Shibekal@mail.ru*

В работе представлены результаты исследования структурных особенностей пыли зерновой, применяемой в качестве сорбента для очистки сточных вод от ионов меди и цинка. Установлено, что во взаимодействии сорбента с ионами тяжелых металлов принимают участие гидроксильные, карбоксильные и метиленовые группы отхода.

Ключевые слова: сорбент, очистка, пыль зерновая, сточные воды, медь, цинк, сорбция, ИК-спектроскопия, целлюлоза.

Деятельность многих промышленных предприятий часто приводит к загрязнению окружающей среды сточными водами, содержащими в своем составе ионы тяжелых металлов. Они оказывают негативное воздействие на состояние биосферы и здоровье человека.

Опасные соединения тяжелых металлов содержатся в сточных водах различных производств: гальванических цехов, предприятий машиностроения и металлообработки, рудного и шахтного производства, чёрной и цветной металлургии, химической и нефтехимической промышленности и других отраслей промышленности.

Тяжелые металлы обладают способностью к биоаккумуляции и концентрированию при движении по трофической цепи, что приводит к нарушению функционирования систем органов. Они образуют прочные связи с компонентами клеточных структур, что обуславливает сложность удаления этих соединений из организма. Поэтому необходимо обеспечить практически полное удаление тяжелых металлов из сточных вод. Используя лишь традиционные методы очистки, этого сложно достичь.

Наиболее распространенными способами очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов являются сорбционные и ионообменные методы. В связи с этим возрастает необходимость получения более дешёвых сорбентов с улучшенными физико-химическими и эксплуатационными характеристиками. В основном, сорбенты, используемые в промышленности, разрабатываются на основе активных углей. Также интерес представляют сорбенты на основе вторичных материальных ресурсов. Такие материалы могут решить помимо проблемы очистки воды и другую задачу, а именно, использование отходов.

В последнее время в качестве сорбентов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов рассматривают целлюлозосодержащие материалы. К ним относятся – древесные отходы, пыль зерновая, шелуха, шишки, опилки, стебли различных растений, кора лиственных и хвойных пород деревьев, тростник и др.

С помощью ИК-спектроскопии доказано [1], что в составе данных сорбентов присутствуют функциональные группы, которые способны связываться с ионами металлов. Исследования структуры целлюлозосодержащих материалов, подтвердили наличие карбоксильных групп в сорбенте. Поглощение ионов металлов, эквивалентное содержанию карбоксильных групп в целлюлозе, позволяет предположить, что катионы металлов взаимодействуют преимущественно с группами -COOH целлюлозы по реакции ионного обмена. В работе проведены дополнительные исследования для определения возможности других функциональных групп целлюлозосодержащих отходов принимать участие в процессе сорбции загрязняющих веществ из растворов.

Целью работы является получение сорбционного материала из отхода производства солода (пыли зерновой) и исследование его структурных особенностей методом ИК-спектроскопии.

В качестве объекта исследований выступала пыль зерновая – отход четвертого класса опасности. Образец для исследования был отобран на одном из промышленных предприятий Республики Беларусь по производству солода и

представлял собой пыль зерновую, уловленную системой газоочистки. Методом ИК-спектроскопии анализу подвергали три образца отхода пыли зерновой: первый – материал до взаимодействия со сточными водами, содержащими ионы тяжелых металлов; второй – отработанный сорбент (после взаимодействия материала со сточными водами, содержащими ионы цинка); третий – отработанный сорбент (после взаимодействия материала со сточными водами, содержащими ионы меди).

Исследование сорбционных свойств отхода проводили на модельных сточных водах, содержащих ионы цинка или меди в диапазоне начальных концентраций от $0,1 \text{ г/дм}^3$ до 1 г/дм^3 при продолжительности взаимодействия сорбента с ионами тяжелых металлов 60 мин. Пробы периодически перемешивали. Далее оценивали остаточное содержание ионов цинка и меди в воде титриметрическим методом [2].

Проведенными исследованиями установлено, что предельное значение сорбционной емкости исследуемого сорбента, полученного из пыли зерновой, по ионам меди составляет 380 мг/г , по ионам цинка – 306 мг/г .

Для анализа структурных превращений, происходящих с отходом при его взаимодействии с ионами тяжелых металлов, в работе проведены исследования методом ИК-спектроскопии в отношении исходного и отработанного сорбентов.

Анализ образцов проводили на ИК-Фурье микроскопе «Nicolet in 10» в диапазоне волнового числа от $400\text{--}4000 \text{ см}^{-1}$. Подготовку образцов осуществляли путем прессования смеси образца отхода и KBr в соотношении 1:50 в пресс-форме.

Фрагменты спектров исследуемых образцов сорбентов в областях волновых чисел, где фиксируются полосы поглощения, представлены на рисунках 1 и 2.

Из рисунка 1 видно, что на ИК-спектрах исследуемых образцов отхода отчетливо видны полосы поглощения в диапазоне $3550\text{--}3100 \text{ см}^{-1}$, обусловленные наличием в составе отхода функциональных гидроксильных групп -ОН, участвующих в образовании меж- и внутримолекулярных водородных связей (полоса 3341 см^{-1} для образцов 1 и 2, полоса 3350 см^{-1} для образца 3). Полосы поглощения, фиксируемые в диапазоне $3000\text{--}2800 \text{ см}^{-1}$ (полосы поглощения 2924 см^{-1} и 2853 см^{-1} для образца 1, 2925 см^{-1} и 2851 см^{-1} для образца 2, 2924 см^{-1} и 2853 см^{-1} для образца 3) характеризуют симметричные валентные колебания метиленовых групп в составе образцов сорбента.

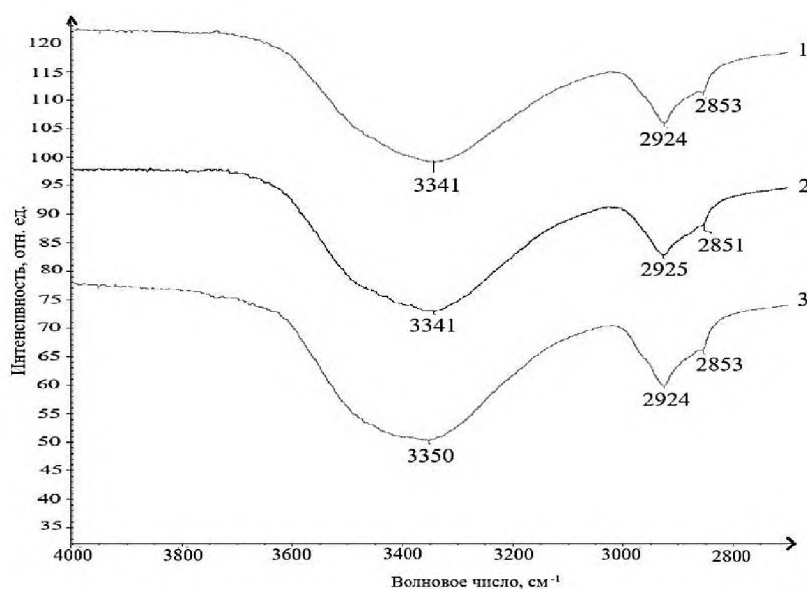


Рис. 1. Фрагмент спектров инфракрасного поглощения исходного образца пыли зерновой (1), отработанного сорбента, содержащего ионы цинка (2), отработанного сорбента, содержащего ионы меди (3) в диапазоне волнового числа 4000–2800 см^{-1}

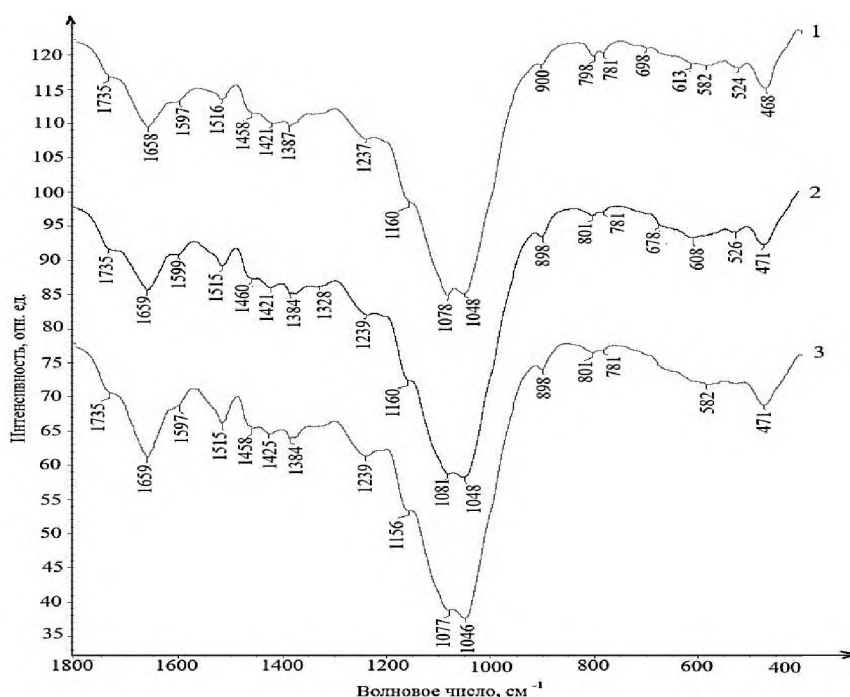


Рис. 2. Фрагмент спектров инфракрасного поглощения исходного образца пыли зерновой (1), отработанного сорбента, содержащего ионы цинка (2), отработанного сорбента, содержащего ионы меди (3) в диапазоне волнового числа 1800–400 см^{-1}

В составе исследуемых образцов отхода при частоте колебаний 1735 см^{-1} (рис. 2) наблюдаются полосы поглощения, характерные при наличии в составе материала связи $\text{C}=\text{O}$ карбоксильных групп, что свидетельствует о присутствии гемицеллюлозы в составе пыли зерновой.

На присутствие лигнина в составе исследуемых образцов отходов указывает совокупность полос поглощения, наблюдаемых в диапазоне волновых чисел 1450–1600 см^{-1} (полосы поглощения 1458, 1460, 1515, 1516, 1597, 1599 см^{-1}) и обусловленных скелетными колебаниями бензольного кольца. На наличие ножничных колебаний метиленовых групп С–Н указывают полосы поглощения при 1421 см^{-1} (для образцов 1 и 2) и 1425 см^{-1} (для образца 3). Колебания С–Н, С=О и О–Н-групп подтверждаются полосами поглощения 1160, 1237, 1387 см^{-1} для образца 1, 1160, 1239, 1384 см^{-1} для образца 2 и 1156, 1239, 1384 см^{-1} для образца 3. Полосы 900 см^{-1} (образец 1) и 898 см^{-1} (образец 2 и 3) в спектрах свидетельствуют о присутствии в составе отходов целлюлозосодержащих компонентов и обусловлены асимметричными колебаниями кольца в противофазе и колебаниями атома С₁ и четырех окружающих его атомов в спектрах β-гликозидных структур. В области полос 700–400 см^{-1} проявляются внеплоскостные деформационные колебания гидроксильных групп -ОН [3].

Анализ спектров ИК-поглощения исследуемого сорбционного материала, полученного на основе пыли зерновой, свидетельствует о растительном происхождении отхода и присутствии в его составе целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина. Установлено, что во взаимодействии сорбента с ионами тяжелых металлов принимают участие гидроксильные, карбоксильные и метиленовые группы, о чем свидетельствуют незначительные изменения в соответствующих полосах поглощения исходного и отработанного сорбционного материала.

Таким образом, пыль зерновая может рассматриваться как перспективный сорбционный материал и найти применение в практике очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Отработанный сорбент не подлежит регенерации и может применяться в качестве выгорающей добавки при производстве керамических материалов.

Библиографический список

1. Сорбционные свойства и природа взаимодействия целлюлозосодержащих полимеров с ионами металлов / Т. Е. Никифорова, Н. А. Багровская, В. А. Козлов, С. А. Лилин // Химия растительного сырья. 2009. № 1. С. 5–14.
2. Лихачева А. В., Шибeka Л. А. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие. Минск : БГТУ, 2011. 204 с.
3. Методы исследования древесины и ее производных : учебное пособие / Н. Г. Базарнова, Е. В. Карпова, И. Б. Катраков и др. Барнаул : Изд-во Алт. гос. ун-та, 2002. 160 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Е. Л. Никитина, П. А. Загорец, Ю. А. Феофанова, А. А. Качков
Ярославский государственный технический университет,
niritinael@ystu.ru

Практический опыт, экономическая целесообразность и высокая эффективность очистки воды от органических загрязнителей предусматривают использование сорбционных методов. Выбор наиболее дешевых и эффективных