

УДК 628.3:669.018.674

*Д. С. Родионова, Т. В. Широких, С. В. Девятерикова,
С. А. Казиевков, Е. А. Земцова, Т. А. Мусихина*

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ СОРБЕНТАМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ

Вопросы эффективной очистки сточных вод промышленных предприятий от ионов тяжелых металлов с применением наилучших доступных технологий в настоящее время весьма актуальны. Целью работы является изучение сорбции ионов цинка различными сорбционными природными материалами, в том числе модифицированными (карбонизированными), в различных условиях. Такое сырье содержит, как правило, природные биологически активные вещества, которые способны вступать во взаимодействие с ионами тяжелых металлов. В работе использовали комплексонометрический метод определения ионов цинка, карбонизацию для модификации природных сорбентов (лигнина, опила), широко представленных в Кировской области, одной из ведущих среди российских регионов в сфере лесной промышленности. Основным результатом явились данные о сорбции ионов цинка немодифицированными и модифицированными (карбонизированным) лигнином и опилом в различных по кислотности средах. Статья предназначена экологам, занимающимся вопросами сорбции природными сорбентами.

Ключевые слова: адсорбция, биосорбенты, модификация.

Сорбционная очистка, относясь к области наилучших доступных технологий, представляет собой один из наиболее эффективных методов очистки промышленных загрязненных вод, который позволяет удалять загрязнения различного характера практически до любой остаточной концентрации, независимо от их химической устойчивости.

Адсорбция металлов на биосорбентах является комплексным процессом, зависящим от разных факторов. Механизм биосорбционного процесса включает хемосорбцию, комплексообразование, адсорбцию-комплексообразование на поверхности и в порах, ионный обмен, микроосаждение, образование гидроксидов металлов на поверхности и поверхностную адсорбцию.

Особый интерес для Кировской области представляет использование в качестве сорбентов для очистки сточных вод возобновляемых отходов деревообрабатывающей промышленности. Такое сырье содержит, как правило, природные биологически активные вещества, которые способны вступать во взаимодействие с ионами тяжелых металлов. Более того, процесс обработки и переработки древесины во всех производствах связан с получением большого количества отходов, которые не используются в дальнейшем производстве. Объем отходов несоизмерим с объемом получаемой продукции и зачастую превосходит его.

Так, при рубке и вывозе древесины из леса около 20% древесного сырья составляют отходы в виде пней, корней, а из вывезенной около 20% составляет неделовая древесина (дрова). В лесопильном производстве количество отходов составляет 35–42%, в мебельных производствах количество отходов в среднем составляет 53–65%, при выработке фанеры – 52–54%, строганого шпона – 30–45% [1]. При использовании древесного опила в качестве сорбента степень извлечения ионов тяжелых металлов из растворов за один цикл очистки достигает примерно 70%. Наиболее эффективно используемый сорбент извлекает из многокомпонентных смесей ионы цинка и никеля [2]. Повысить сорбционные характеристики по отношению к ионам тяжелых металлов можно путем химической, физико-химической и термической модификации древесных отходов. Установлено, например [3], что оптимальным для сорбции древесными опилками большинства ионов является присутствие аммиака, а скорость перемешивания увеличивает динамику поглощения тяжелых металлов.

Кроме того, результатом любой технологической химической переработки древесины является разделение древесины на составляющие компоненты, при этом углеводная часть хорошо изучена и находит широкое применение, а лигнинная рассматривается как отход производства, создающий экологические проблемы. Тем не менее, лигнин (после его модификации) обладает высокой сорбционной емкостью, что позволяет использовать его в качестве сорбента для очистки гальваносточков и одновременно решить проблему его утилизации (массовая доля лигнина в древесине хвойных пород составляет около 27–32%, в древесине лиственных пород – 18–24%).

Основными достоинствами применения отходов деревопереработки для очистки вод от ионов тяжелых металлов являются возможность использования в качестве восстановителя дешевого материала, использование которого не приводит к повышению солесодержания в очищенной среде. При этом сокращается или отпадает надобность в химических реагентах-восстановителях. Появляется возможность многократного (вплоть до полного гидролиза) использования древесных отходов (стружек, опилок, пыли) и отдельное или совместное обезвреживание отработанных электролитов и промывных вод гальванических производств.

Тем не менее, одной из проблем является регенерация сорбентов, содержащих ионы тяжелых металлов. Предлагается проводить десорбцию ионов тяжелых металлов растворами минеральных кислот или проводить регенерацию термическим сжиганием. К тому же, как указывается, отходы деревообработки относятся к материалам с невысокими сорбционными характеристиками, что создает определенные трудности при очистке водных потоков с высокими концентрациями ионов тяжелых металлов [4].

Проводили сорбционную очистку модельных сточных вод, содержащих 4 мг/л цинка, с помощью лигнина и опила, в т. ч. модифицированных термообработкой (карбонизацией при температуре 200 °С с выдержкой 40 мин в муфельной печи) в кислой, нейтральной и щелочной средах.

Максимальная очистка модельного раствора от ионов цинка (100%) немодифицированным опилом произошла в щелочной среде (рис. 1). Из хода данной кривой видно, что резкое снижение концентрации ионов цинка происходит при времени, равном 456 час (19 сут), далее наблюдается еще некоторое понижение концентрации ионов цинка до нулевого остаточного содержания их в растворе.

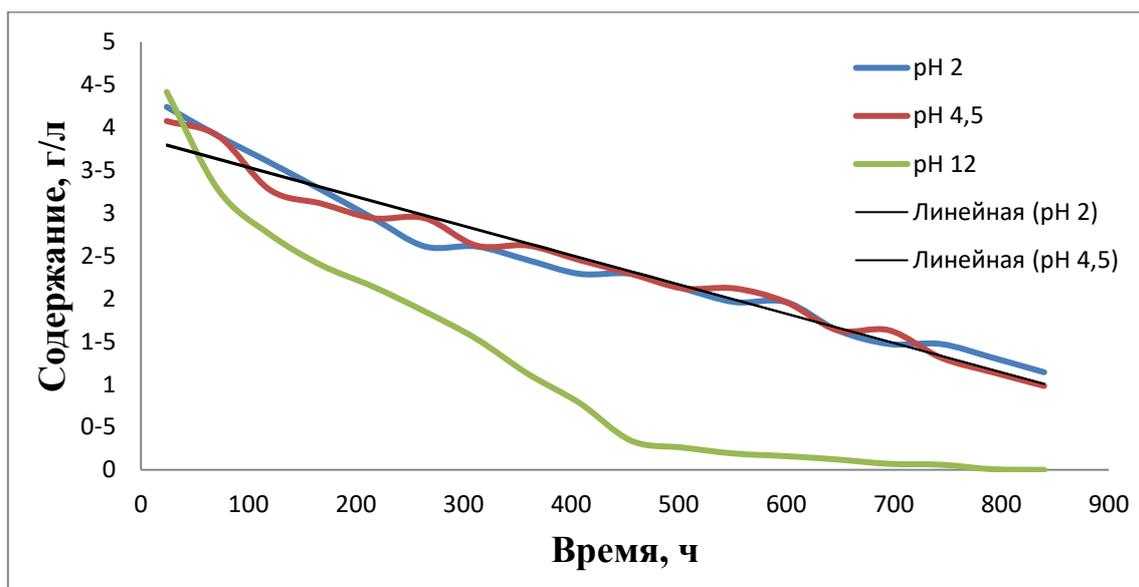


Рис. 1. Зависимость концентрации ионов цинка в модельных растворах, очищаемых немодифицированным опилом, от времени

Графики зависимости концентрации ионов цинка в модельных растворах, очищенных модифицированным (карбонизированным) опилом, от времени, совпадают с данными, полученными для немодифицированного опила.

На рисунке 2 представлены графики зависимости концентрации ионов цинка в модельных растворах, очищенных немодифицированным лигнином, от времени. Как видно, максимальная степень очистки сточных вод от ионов цинка достигается в щелочной среде. Степени очистки в кислой среде и среде, близкой по значению к нейтральной, равны 69% и 72% соответственно.

Графики зависимости концентрации ионов цинка в модельных растворах, очищенных модифицированным (карбонизированным) лигнином, от времени, отличаются незначительно.

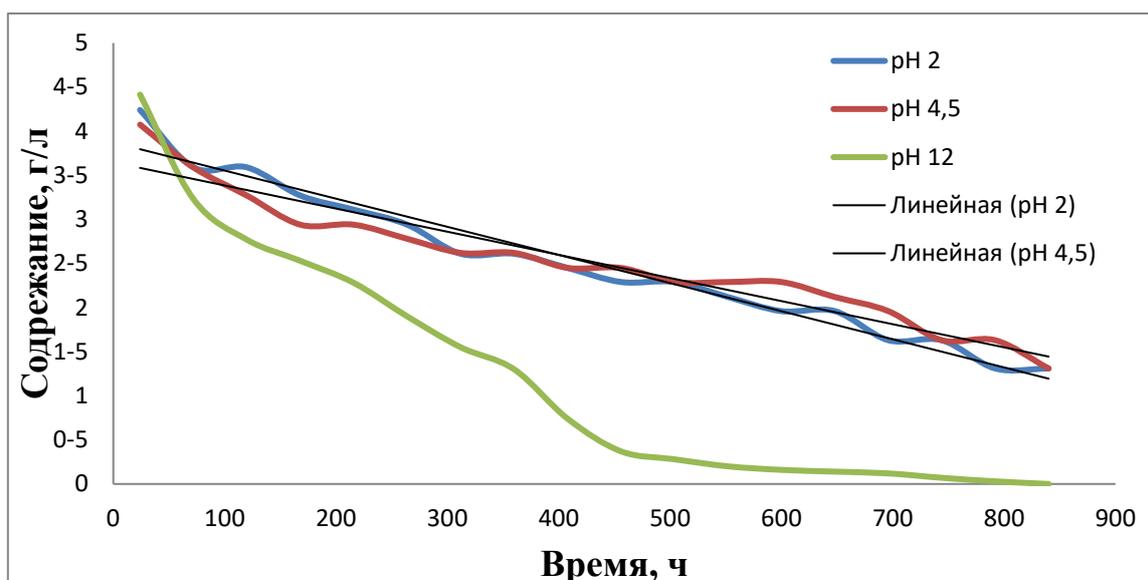


Рис. 2. Зависимость концентрации ионов цинка в модельных растворах, очищенных немодифицированным лигнином, от времени

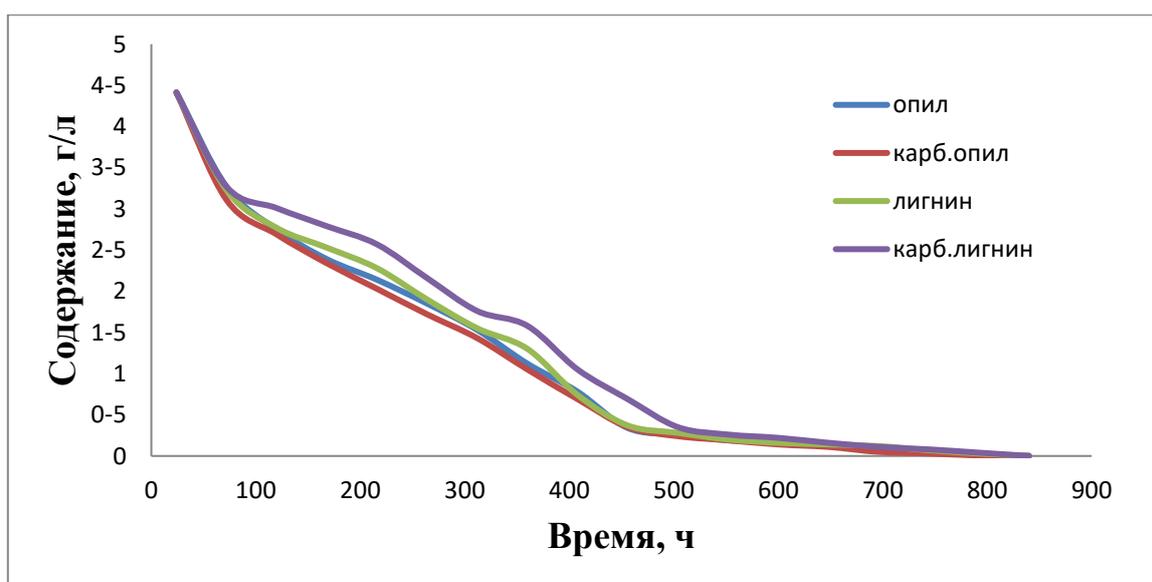


Рис. 3. Зависимость концентрации цинка от времени в модельном растворе с щелочным рН при использовании различных сорбентов

Максимальной очистки удалось добиться при применении сорбентов в щелочной среде. В связи с этим на рисунке 3 приведена зависимость концентрации ионов цинка от времени в модельном растворе со щелочным рН при применении различных сорбентов. Как видно, что линии тренда очистки сточных вод от

ионов цинка различными сорбентами различаются незначительно. При использовании для очистки сточных вод от ионов цинка немодифицированного и модифицированного (карбонизированного) опила, немодифицированного и модифицированного (карбонизированного) лигнина наблюдается полная очистка модельного раствора. Значения концентрации достигли ПДК хозяйственно-питьевого и культурного бытового, а также рыбохозяйственного. Степень очистки модельных растворов при использовании немодифицированного и модифицированного (карбонизированного) опила, немодифицированного и модифицированного (карбонизированного) лигнина равна 100%.

Таким образом, немодифицированные и модифицированные (карбонизированные) сорбенты обладают равными сорбционными характеристиками по отношению к ионам цинка.

Список литературы

1. *Иванов Л. А.* Современное оборудование для утилизации отходов переработки древесины // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI в. 2004. № 1. С. 32–33.
2. *Багровская Н. А., Лилин С. А.* Извлечение ионов тяжелых металлов из сточных вод гальванического производства // Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях: сб. тр. 17-й Междунар. науч.-техн. конф. Кострома, 2004. С. 105–106.
3. *Торопов Л. И., Агафонова И. М.* Контроль содержания и извлечение ионов металлов из водных объектов // Методы аналитического контроля материалов и объектов окружающей среды: материалы и тез. докл. регион. науч. конф. Пермь, 2001. С. 167.
4. *Багровская Н. А.* Сорбционные свойства целлюлозосодержащего материала, модифицированного в плазменно-растворной системе / Н. А. Багровская [и др.] // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2010. Т. 46. № 6. С. 622–626.

РОДИОНОВА Дарина Сергеевна – студент группы РСПб-4501-01-00, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: stud058771@vyatsu.ru

ШИРОКИХ Татьяна Владимировна – студент группы РСПб-4501-01-00, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: tatyanka95hod@mail.ru

ДЕВЯТЕРИКОВА Светлана Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной и прикладной экологии Института химии и экологии, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: usr1730@vyatsu.ru

КАЗИЕНКОВ Сергей Александрович – ассистент кафедры промышленной и прикладной экологии Института химии и экологии, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: sa_kazienkov@vyatsu.ru

ЗЕМЦОВА Екатерина Анатольевна – ассистент кафедры промышленной и прикладной экологии Института химии и экологии, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: ea_zemtsova@vyatsu.ru

МУСИХИНА Татьяна Анатольевна – кандидат географических наук, доцент кафедры промышленной и прикладной экологии Института химии и экологии, Вятский государственный университет. 610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

E-mail: usr04011@vyatsu.ru