

УДК 658.567.1

## **ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ЦИНКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ**

*Мытько Д.В., к. х. н. Шибeka Л.А.  
УО «Белорусский государственный  
технологический университет»,  
Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация.** Представлены результаты применения промышленных отходов (древесных опилок и зерновой пыли) в качестве сорбентов для извлечения ионов цинка из сточных вод. Установлено, что сорбционная емкость зерновой пыли по ионам цинка выше, чем у древесных опилок.*

Деятельность предприятий, имеющих в своем составе гальванические участки, характеризуется образованием сточных вод, содержащих тяжелые металлы. Данные соединения обладают высокотоксичными свойствами в отношении живых организмов. В связи с этим, очистка сточных вод, содержащих указанные вещества, является одной из приоритетных задач, стоящих перед многими промышленными объектами.

Одним из способов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов является сорбционный метод. В качестве сорбентов в настоящее время применяют как природные, так и синтетические материалы. Высокая стоимость многих сорбентов, необходимость их регенерации или обезвреживания ограничивает распространение сорбционного метода очистки стоков. В связи с этим, все чаще исследователи обращают свое внимание в отношении отходов производства и потребления, рассматривая их в качестве материалов, которые могут выступать в качестве сорбентов для извлечения из водной среды загрязняющие вещества [5, 2].

Цель работы заключалась в анализе сорбционных свойств целлюлозосодержащих отходов производства (древесных опилок и зерновой пыли) в отношении ионов цинка.

В качестве объектов исследования выступали отходы различных производств: деревообрабатывающего предприятия – древесные опилки; предприятия по производству солода – зерновая пыль. Указанные отходы в соответствии с классификатором отходов [3], образующихся в Республике Беларусь, имеют 4 класс опасности: опилки натуральной чистой древесины (код отхода 1710200) и пыль зерновая (1110702). Данные отходы имеют природное (растительное) происхождение, что обуславливает присутствие в их составе целлюлозосодержащих компонентов.

Исследование сорбционных свойств рассматриваемых материалов проводили на модельных сточных водах, содержащих ионы цинка, в диапазоне исходных концентраций от 0,1 г/дм<sup>3</sup> до 1,0 г/дм<sup>3</sup>. Выбор металла, в отношении которого проводилось исследование сорбционных свойств отходов,

определялся статистическими данными. Известно [4], что в период с 2018 года по 2020 год общее количество ионов цинка, поступающих со стоками в водные объекты Республики Беларусь, изменялось от 17 до 22 т/год, что является значительным в сравнении с другими тяжелыми металлами.

В проводимых экспериментах продолжительность сорбционной очистки сточных вод составляла 60 минут. Пробы, содержащие навеску сорбционного материала и сточную воду, периодически перемешивали. По истечении указанного промежутка времени проводили разделение смеси и титриметрическим методом определяли равновесную концентрацию ионов цинка в растворе. По полученным результатам производили расчет сорбционной емкости отходов. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

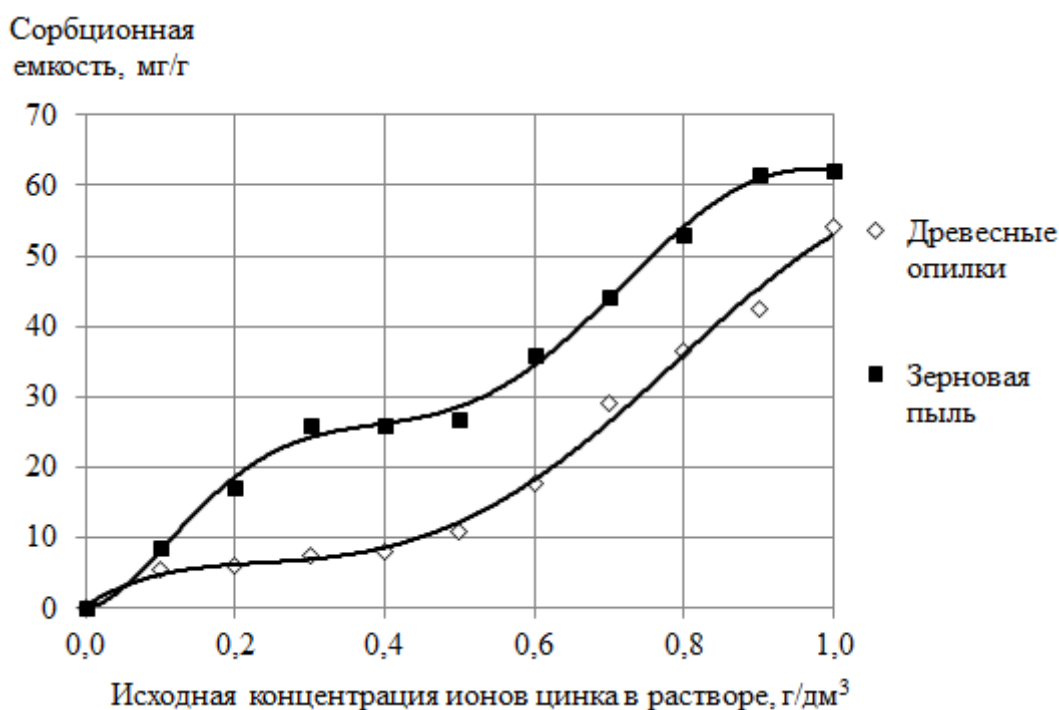


Рисунок 1 — Сорбционная емкость отходов по ионам цинка

Из рисунка 1 видно, что при увеличении исходной концентрации ионов цинка в воде наблюдается рост сорбционной емкости материалов. Полная сорбционная емкость по ионам цинка составляет: древесные опилки – 54 мг/г; зерновая пыль – 63 мг/г.

Следует отметить, что ход сорбционных кривых рассматриваемых сорбентов имеет принципиальные различия. На изотерме сорбции ионов металла на поверхности древесных опилок имеет место одно плато, зерновой пыли – два плато. Вероятно, это обусловлено различным механизмом сорбционных процессов извлечения ионов цинка.

Для сорбционной кривой, полученной для древесных опилок, характерен вогнутый начальный участок. Дальнейшее увеличение концентрации ионов металла приводит к росту сорбционной емкости материала, что, возможно,

обусловлено образованием полимолекулярного слоя адсорбированных ионов на поверхности сорбента.

Начальный участок в ходе сорбционной кривой, полученной для зерновой пыли, имеет определенную степень выгнутости относительно оси абсцисс. Рост содержания ионов цинка в пробе приводит к переходу мономолекулярного слоя адсорбата в полимолекулярный слой [1].

Следует отметить, что размер частиц зерновой пыли меньше, чем древесных опилок. При этом, известно, что с уменьшением размера частиц сорбента, увеличивается его удельная поверхность. Это способствует росту сорбционных свойств материала за счет увеличения поверхности контакта извлекаемого вещества с сорбентом, что приводит к интенсификации протекания физической адсорбции.

Таким образом, рассматриваемые отходы производства (древесные опилки и зерновая пыль) могут использоваться в качестве сорбционных материалов в процессах доочистки сточных вод от ионов цинка.

#### Список использованных источников

1. Нецкина О.В. Практикум по физической химии НГУ. Химическая термодинамика и кинетика. Адсорбция из растворов на твердой поверхности: метод. пособие. / О.В. Нецкина – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2015. – 17 с.
2. Никифорова Т.Е., Козлов В.А., Модина Е.А. Сольватационно-координационный механизм сорбции ионов тяжелых металлов целлюлозосодержащим сорбентом из водных сред // Химия растительного сырья. – 2010. – №4. – С. 23–30.
3. Об утверждении, введении в действие общегосударственного классификатора Республики Беларусь [Электронный ресурс]: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 9 сентября 2019 г., № 3-Т // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21934631p&p1=1>. – Дата доступа: 11.04.2024.
4. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/9c4/9c40a9f749c9becf2c0df53bdb7105cc.pdf>. – Дата доступа: 11.04.2024.
5. 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.

УДК 630\*375

#### ТРЕЛЕВОЧНАЯ ТЕЛЕЖКА

*Нелюбин В.В., к. т. н. Чайка О.Р.  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
инженерно-технологический университет»,  
Брянск, Россия*

*Аннотация. Выполнен анализ конструкций навесных трелевочных приспособлений. Предложен возможный вариант устройства.*