

## УДК 544.723.2

Т.А. МОЛОКОЕДОВА, студент гр. ХТ-916 (ЮЗГУ)

А.В. ЛЫСЕНКО, к.х.н., доцент (ЮЗГУ)

г. Курск

### ИЗОТЕРМЫ ПРОЦЕССА СОРБЦИИ ПРИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИИ ВОДЫ ТЕХНОГЕННЫМИ ОТХОДАМИ

В современности вопрос о загрязнении окружающей среды стоит особенно остро. К примеру, такой компонент, как железо, довольно часто встречается в шахтных и оборотных водах ряда промышленных предприятий, а также является загрязнителем поверхностных и подземных вод [1-2].

Очистка сточных вод с помощью отходов производства позволяет решить сразу несколько проблем, в числе которых вторичное использование отходов, которое делает производство более эффективным и спасает окружающую среду от опасных веществ [3-4].

В данной работе была изучена возможность использования в качестве сорбционного материала таких отходов промышленных предприятий Курской области как:

- дефекат (АО «Сахарный комбинат Льговский»);
- хромовая стружка (Курский кожевенный завод ООО «Курская кожа»);
- гальванический шлам (АО «Авиаавтоматика» им. В.В. Тарасова).

Дефекат и кожевенная стружка, используемые в данной работе, относятся к отходам 5 класса опасности (практически неопасные). Шлам, в свою очередь, имеет 2-3 класс опасности.

В работе использован фотометрический сульфосалицилатный метод определения общего железа.

Для получения изотерм адсорбции в серию растворов с разной концентрацией добавляли навески сорбентов из отходов производства, заливали их водным раствором и перемешивали 30 мин. Через указанный промежуток времени раствор фильтровали и определяли остаточную ( $C_{ост}$ , г/дм<sup>3</sup>) концентрацию ионов железа (II, III) на спектрофотометре ПромЭкоЛаб ПЭ-5400УФ.

Производственные сточные воды характеризуются широким диапазоном концентраций ионов тяжелых металлов; не исключены случаи залповых сбросов, вследствие чего целесообразно изучить процесс сорбции при различных концентрациях исходных растворов, содержащих ионы железа (II, III). На рисунке 1 представлены изотермы адсорбции ионов железа (II, III) отходами производства из водных растворов, полученные при изучении процесса сорбции [5].

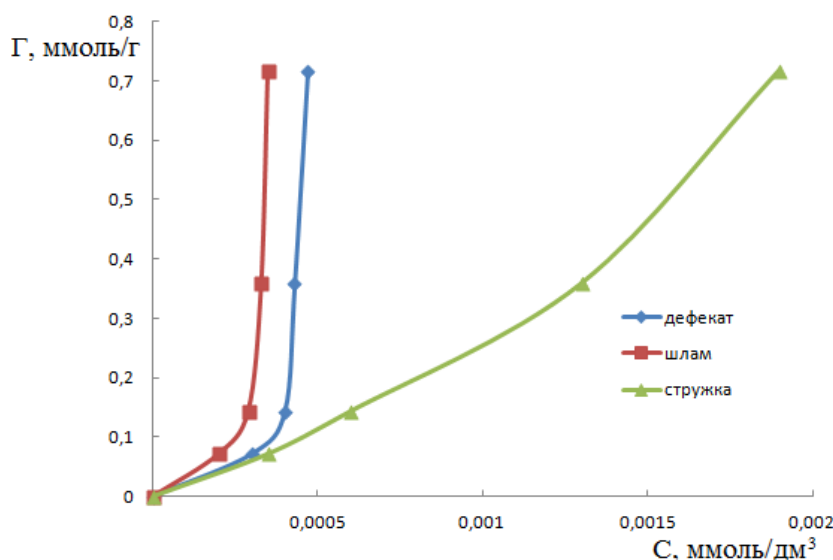


Рисунок 1. Изотермы адсорбции ионов железа (II, III) отходами производства из водных растворов

Максимальная адсорбция наблюдается при использовании гальванического шлама, наименьшая — у кожевенной стружки. По классификации, данной Брунауэром, Эмметом и Теллером (БЭТ), полученные изотермы дефеката и гальванического шлама напоминают изотерму III типа. Изотерма сорбции кожевенной стружкой относится к мономолекулярной. Вогнутые участки изотермы сорбции указывают на наличие макропор сорбента [6].

Линейные изотермы Ленгмюра при сорбции ионов железа (II, III) отходами производства из водных растворов представлены на рисунке 2.

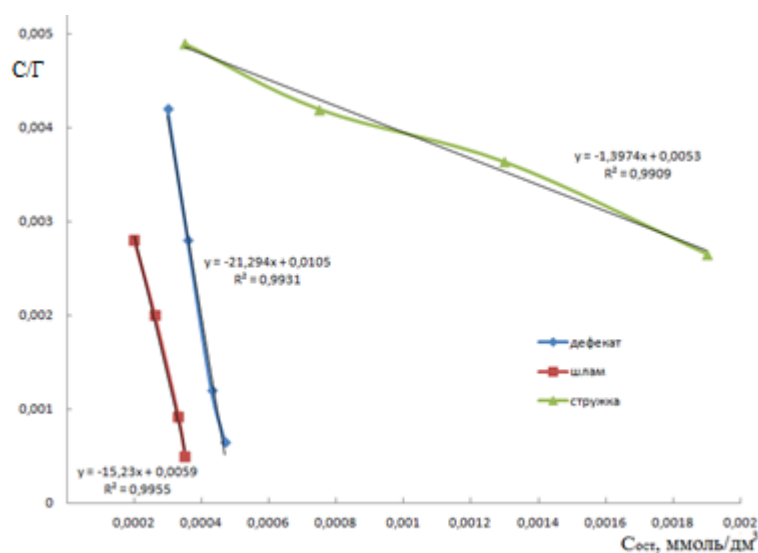


Рисунок 2. Линейные изотермы Ленгмюра при сорбции ионов железа (II, III) отходами производства из водных растворов

Высокие значения коэффициентов корреляции ( $R^2 = 0,9909-0,9955$ ) подтверждают удовлетворительное соответствие полученных экспериментальных данных моделям Ленгмюра и Фрейндлиха [7].

Линейные изотермы Фрейндлиха при сорбции ионов железа (II, III) отходами производства из водных растворов представлены на рисунке 3.

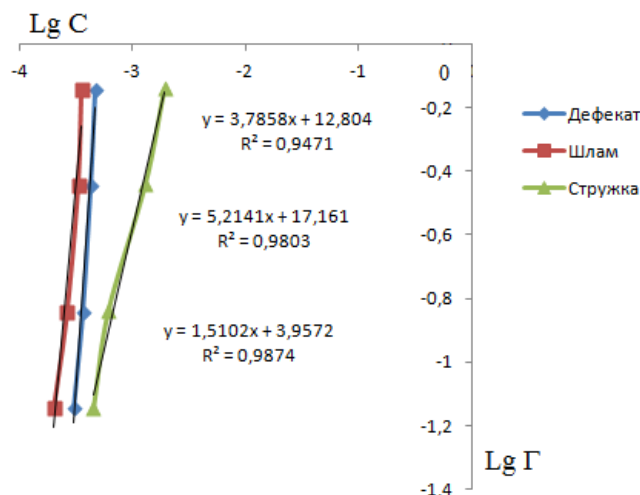


Рисунок 3. Линейные изотермы Фрейндлиха при сорбции ионов железа (II, III) отходами производства из водных растворов

С помощью линейного вида уравнения Фрейндлиха определяется степенной показатель  $1/n$ , который указывает на эффективность используемого сорбента [8]. Константа  $k$  определяет энергию взаимодействия сорбента и сорбата [6]. Наибольшее значение константа имеет для гальванического шлама ( $k=2690,3$ ). Следовательно, с этим сорбентом раствор взаимодействует активнее.

Анализ данных показывает, что наибольшую эффективность очистки демонстрирует гальванический шлам: значение константы  $k$  для него больше, чем для остальных сорбентов. Далее следует дефекат, константа для которого немного меньше. Самое маленькое значение отмечено у кожевенной стружки.

Таким образом, оценка уровня очистки сточных вод техногенными отходами с помощью построения изотерм процесса сорбции является действенной методикой. Проведенные исследования показывают, что применение отходов для очистки сточных вод производства возможно на практике. Вторичное использование такого вида сырья не только является экологичным методом, но и существенно влияет на расходы производства с экономической стороны, так как стоимость отходов значительно ниже стоимости других сорбентов.

#### Список литературы:

1. Косяшникова, Ю.А. Кислотная модификация карбонатных пород при извлечении железа общего из водных растворов / Ю.А. Косяшникова, А.В. Лысенко // Инновационные технологии, экономика и менеджмент в

- промышленности. сборник научных статей по итогам XII международной научной конференции. НПП Медпромдеталь. - Волгоград, 2021. - С. 41-43.
2. Сазонова, А.В. Использование природных сорбентов для очистки от ионов железа (II, III) питьевых и сточных вод / А.В. Сазонова // Теоретические знания - в практические дела: сборник научных статей XII Международной научно-инновационной конференции аспирантов, студентов и молодых учёных с элементами научной школы. - Омск, 2011. Ч.2. - С. 68-71.
3. Лысенко, А.В. Применение техногенных отходов при обезжелезивании водных объектов / А.В. Лысенко, О.А. Подкопаева, Д.А. Колмыкова // Рациональное использование природных ресурсов и переработка техногенного сырья: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, химия и биотехнология. Международная научная конференция.- Белгород, 2021. - С. 115-120.
4. Молокеедова, Т.А. Термодинамика процесса адсорбции железа (II, III) из водных растворов отходами производства / Т.А. Молокеедова, А.В. Лысенко // Всероссийский научный форум студентов и учащихся. сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции. - Петрозаводск, 2021. - С. 236-241.
5. Молокеедова, Т.А. Термодинамика процесса адсорбции железа (II, III) из водных растворов отходами производства / Т.А. Молокеедова, А.В. Лысенко, Н.В. Кувардин // Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии - 2021. Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. -Курск, 2021. - С. 123-127.
6. Макурина, Ю.Д. Изотермы адсорбции метиленового голубого гидролизным лигнином при различных температурах / Ю.Д. Макурина, А.В. Лысенко // Молодежь и XXI век - 2017. материалы VII Международной молодежной научной конференции: в 4 томах. 2017. - С. 413-419.
7. Justi, K.C. J. Colloid Interf. / K.C. Justi, V.T. Favere, M.C. Laranjerira // Sci. 2005. V. 291. № 2. - P. 369.
8. Мальцева, В.С. Изотермы сорбции тяжелых металлов на природных модифицированных минералах / В.С. Мальцева, В.В. Свиридов, А.В. Сазонова, О.К. Коростелёва // Актуальные проблемы экологии и охраны труда. сборник статей IV Международной научно-практической конференции, 27 апреля 2012 года. - Курск, 2012. - С. 113-117.