

УДК 621.316

БАБАНИНА М.Н., студент гр. ХТ-116 (ЮЗГУ)
Научный руководитель ЛЫСЕНКО А.В., к.х.н., доцент (ЮЗГУ)
г. Курск

ДИНАМИЧЕСКАЯ СОРБЦИЯ ИОНОВ ЦИНКА (II) ГРАНУЛИРОВАННЫМ ДЕФЕКАТОМ

Серьезной экологической проблемой в настоящее время является загрязнение вод тяжелыми металлами. Этот процесс приводит, кроме прочего, к увеличению заболеваемости населения, что делает вопрос загрязнения сточных вод актуальным в современном мире. Одним из известных поллютантов, попадающих в сточные воды, можно назвать ионы цинка (II) [1-2].

Попадая в водные экосистемы, цинк может спровоцировать токсическое воздействие на организмы, что делает разработку эффективных методов удаления этого вещества необходимой мерой [3]. Основными источниками загрязнения сточных вод цинком являются предприятия, занимающиеся горнодобычей, производством черных и цветных металлов, гальваническими работами, а также машиностроительной промышленностью.

Другой актуальной проблемой в этой связи можно назвать тот факт, что предприятия ежедневно сталкиваются с проблемой утилизации крупнотоннажных отходов. Это, в свою очередь, создает необходимость разработки различных методов их использования в народном хозяйстве [4-5].

Несмотря на то, что тема утилизации дефеката широко развита, следует заметить, что на данный момент только небольшая часть отходов используется для улучшения качества почв; основная их масса вывозится на специальные поля для фильтрации [6]. В процессе хранения отходов на предприятиях ежегодно происходит загрязнение атмосферы такими вредными газами, как сероводород, аммиак, меркаптаны; отмечается также проникновение загрязняющих веществ в подземные водные ресурсы [7-8].

Целью данной работы является получение гранулированного сорбента из дефеката для извлечения ионов цинка (II) из сточных вод.

Помимо прочего, важно отметить причину, по которой необходимо гранулирование сорбентов для очистки вод в производстве: этот процесс улучшает механические свойства сорбента, обеспечивая его устойчивость к механическим повреждениям и повышая эффективность его работы [9].

Для производства гранулированных сорбентов в качестве затворителей использовали ПВА, ПВС, крахмал, силикатный клей, Na_2SiO_3 , а также дистиллированную воду. Масса дефеката составляла 50 г.

Полученную смесь тщательно перемешивали и пропускали через шнек для создания гранул. После прохождения через шнек масса приобретала необходимую консистенцию и структуру. Далее её отправляли на стадию сушки, где происходило удаление излишней влаги. Это было необходимо для

сохранения прочности и стабильности гранул. На этапе сушки массу выдерживали в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 100°C.

В работе использовали следующие гранулированные сорбенты:

- 1 образец – затворитель «крахмал»;
- 2 образец – затворитель «ПВС»;
- 3 образец – затворитель « Na_2SiO_3 »;
- 4 образец – затворитель «силикатный клей»;
- 5 образец – затворитель «ПВА».

Гранулированные сорбенты обладают однородным размером частиц, что способствует более эффективной фильтрации сточных вод. Такие гранулы легко задерживаются в системах фильтрации; это упрощает процесс удаления загрязнений и повышает качество очищенной воды [10].

Для получения динамических параметров необходимо непрерывно пропускать модельный раствор с ионами цинка (II) одинаковой концентрации ($C_0 = 0,0021$ мг/дм³) через постоянную массу дефеката ($m=8$ г), помещенного в делительную воронку, а также периодически отбирать пробу на определение концентрации ионов цинка (II) (C_k , мг/дм³) спектрофотометрическим методом. Пропускать раствор нужно до того момента, пока содержание иона цинка (II) в фильтрате не сравняется с его концентрацией в исходном растворе; при этом нужно зафиксировать, в какой момент произошел его проскок.

Для определения динамической обменной емкости (ДОЕ, мг-экв/дм³) использовалась формула 1:

$$ДОЕ = \frac{(C - C_{ост}) \cdot V_{пр}}{V_{сорбента}}, \quad (1)$$

где C — концентрация ионов, в пропускаемом растворе, мг-экв/дм³;

$C_{ост}$ — концентрация ионов, в фильтрате, мг-экв/дм³

$V_{пр}$ — объем пропущенного раствора, дм³;

$V_{сорбента}$ — объём сорбента, дм³.

Экспериментальные данные процесса извлечения ионов цинка (II) гранулированным дефекатом для полученных образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Экспериментальные данные процесса извлечения ионов цинка (II) гранулированным дефекатом

V, мл	$C_{ост}$, мг/дм ³	$C_{ост}$, мг/дм ³	$C_{ост}$, мг/дм ³	$C_{ост}$, мг/дм ³	$C_{ост}$, мг/дм ³
	1 образец	2 образец	3 образец	4 образец	5 образец
30	0,0012	0,0010	0,0013	0,0010	0,0008
60	0,0013	0,0012	0,0013	0,0013	0,0012
90	0,0014	0,0012	0,0014	0,0014	0,0013
120	0,0015	0,001	0,0015	0,0015	0,0014
150	0,0016	0,001	0,0016	0,0016	0,0016
180	0,0017	0,001	0,0016	0,00167	0,0018
210	0,0019	0,002	0,0017	0,0017	0,0021

Значения динамической обменной емкости гранулированных сорбентов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Динамическая обменная емкость гранулированных сорбентов

ДОЕ, мг-экв/дм ³				
1 образец	2 образец	3 образец	4 образец	5 образец
20,1	23,4	21,6	20,0	23,4

Зависимости $C_{ост}/C_0 = f(V)$ для полученных образцов представлены на рисунке 1.

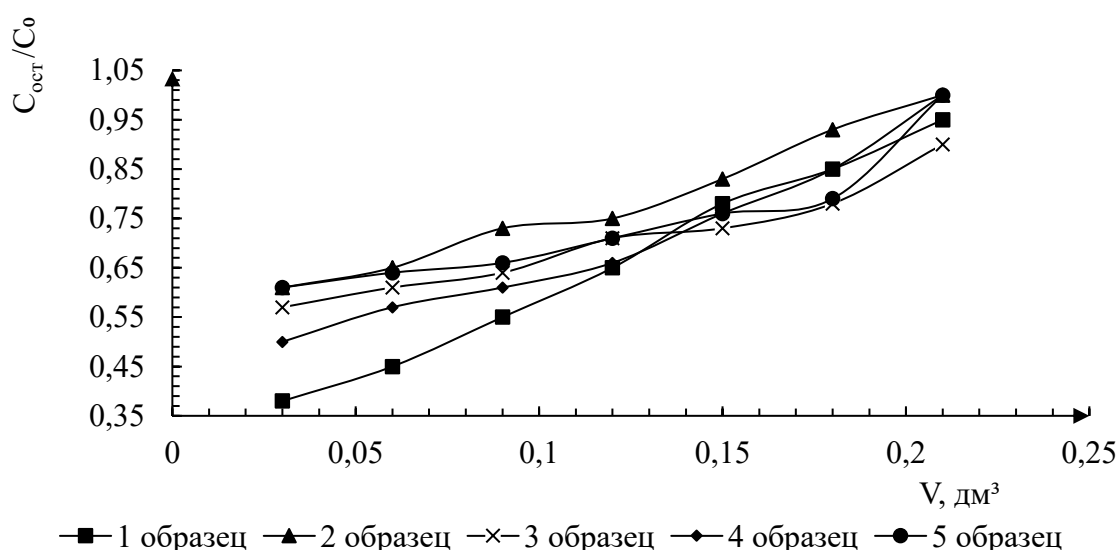


Рисунок 1. Зависимость $C_{ост}/C_0$ от V при динамической сорбции модельного раствора для полученных образцов

Таким образом, исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что гранулированный дефекат обладает сорбционными свойствами. Степень сорбции достигает не менее 60%. Из исследованных образцов наименьший результат показал образец 3; это можно объяснить тем, что при взаимодействии дефеката с жидким стеклом (Na_2SiO_3) часть пор дефеката закрывается, вследствие чего уменьшаются их сорбционные способности. Образцы 1 и 4 также показывают меньшую результативность по аналогичной причине. Сравнивая полную динамическую емкость образцов 2 и 5, можно сделать вывод, что эти образцы поглощают ионы цинка в большей степени; это происходит по причинам, связанным с их структурой. ПВА и ПВС действуют как полимерный связывающий агент, который увеличивает прочность гранул и улучшает их структурную целостность, что способствует более равномерному распределению веществ.

Применение гранулированного сорбента из дефеката позволяет не только утилизировать отходы сахарной промышленности, но и решать различные экологические задачи, связанные с очисткой сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Список литературы:

1. Лысенко А.В. Перспективы сорбционной очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов отходами производств [Текст] / А.В. Лысенко, Д.А. Колмыкова, О.А. Подковаева // Актуальные проблемы экологии и охраны: сборник статей XIII Международной научно-практической конференции. Курск, 2021. С. 148-152.
2. Мальцева В.С. Кинетика сорбции ионов меди (II) из водных растворов нетрадиционными материалами [Текст] / Мальцева В.С., Сазонова А.В., Роик Б.О. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Физика и химия. 2012. № 2. С. 163-166.
3. Косяшников Ю.А. Кислотная модификация карбонатных пород при извлечении цинка из водных растворов [Текст] / Ю.А. Косяшников // Advanced research: problems and new approaches: сборник статей II Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2022. С. 122-125.
4. Юшин В.В. Вторичное использование побочных продуктов свеклосахарного производства [Текст] / Юшин В.В., Лысенко А.В., Солуковцева Т.В. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. Курск – 2018. Т. 8. – № 2 (27). – С. 109 – 117.
5. Фрундина Д.А. Очистка сточных вод отходом сахарного производства от прямых красителей [Текст] / Д.А. Фрундина Д.А., Д.В. Ветчинова, А.В. Лысенко // Будущее науки – 2017: сборник научных статей 5-й Международной молодежной научной конференции. Курск – 2017. – С. 340–343.
6. Лысенко А.В. Перспективы использования фильтрационного осадка свеклосахарного производства для очистки сточных вод [Текст] / А.В. Лысенко, Т.В. Солуковцева, К.Ф. Янкив. // Сучасний світ як результат антропогенної діяльності. Всеукраїнська наукова інтернет-конференція з міжнародною участю. 2017. С. 72-74.
7. Бабанина М.Н. Изотермы адсорбции ионов цинка (II) термически модифицированным дефекатом из водных растворов [Текст] / М.Н. Бабанина, А.В. Лысенко // Сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Курск – 2024. – С. 379 –382.
8. Сазонова А.В. Перспективы использования отходов свеклосахарного производства в качестве сорбентов [Текст] / Сазонова А.В., Мальцева В.С. // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2012. – № 1 (49). –С. 16–18.
9. Лукьянчикова К.А. Получение гранулированных сорбентов из природного мела для извлечения ионов меди (II) из водных растворов [Текст] / Лукьянчикова К.А., Лысенко А.В., Ефремова А. // Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии - 2024. Сборник научных статей

Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 60-летию Юго-Западного государственного университета. Курск, 2024. С. 208-211.

10. Пат. 2 462 305 Российская Федерация, МПК С1 В01 J 20/30. Способ получения гранулированного сорбента [Текст] / Сержантов В.Г.; заявитель и патентообладатель Сержантов Виктор Геннадиевич. – № 2011112339/05; заявл. 01.04.11; опубл. 27.09.12. – 11 с: ил.