

УДК 544.723:546.302:547.458.5

Габрин Виктория Александровна аспирант, м.н.с., Никифорова Татьяна Евгеньевна, профессор, д.х.н.
(ИГХТУ, г. Иваново)

Victoria A. Gabrin, post-graduate student, junior researcher, Tatiana E. Nikiforova, professor, doctor of chemical sciences
(ISUCT, Ivanovo)

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОРБЦИОННОЙ ЕМКОСТИ ОТРАБОТАННОГО ГИДРОГЕЛЕВОГО БИОСОРБЕНТА ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

REGENERATION OF SORPTION CAPACITY OF SPENT HEAVY METAL IONS HYDROGEL BIOSORBENT

Подобраны оптимальные условия регенерации отработанного гидрогелевого биосорбента ионов тяжелых металлов на основе сшитого хитозана. Показано, что, используя приведенный метод, сорбционная емкость гидрогелевого биосорбента восстанавливается на 90 % при пятикратном повторении цикла «сорбция-десорбция».

Optimal conditions for regeneration of spent hydrogel biosorbent of heavy metal ions based on cross-linked chitosan have been selected. It has been shown that, using the given method, the sorption capacity of hydrogel biosorbent returns by 90% with a five-time «sorption-desorption» cycle.

Способностью к многократной регенерации сорбционных характеристик должны обладать все разрабатываемые и уже существующие сорбенты, поскольку это служит показателем экономической целесообразности их эксплуатации в целевых сорбционных процессах, в частности в процессах сорбционной очистки [1]. Существует множество подходов по восстановлению сорбционной активности отработанных материалов, которые определяются агрегатным состоянием сорбента, его физико-химическими и структурно-механическими характеристиками, а также состоянием сорбированного вещества в сорбционном объеме межфазной поверхности [2]. Известно, что для гидрогелевых сорбентов, использующихся в сорбционной очистке водных сред от ионов тяжелых металлов, наиболее подходящим является жидкофазная десорбция с использованием различных элюентов [1, 2].

Целью данной работы являлось подбор элюентов, обеспечивающих регенерацию отработанного гидрогелевого сорбента тяжелых металлов на основе сшитого хитозана.

В данной работе изучалась эффективность таких элюентов как: 0.1 М NaOH, 0.1 М NaHCO₃, 3 % и 1 % водный растворы H₂O₂. В качестве отработанного биосорбента использовался гидрогелевый сорбент на основе сшитого хитозана, морфологические, физико-химические и сорбционные характеристики которого представлены в работах [3, 4].

Методика восстановления сорбционной активности гидрогелевого биосорбента тяжелых металлов являлась статической и заключалась в следующем: отработанный биосорбент, в количестве 0.05 г в пересчете на сухой хитозан, помещали в 10 мл раствора элюента и выдерживали в течение 10 минут. Указанное время контакта сорбента с элюентом определено ранее [2, 4]. После десорбции гидрогелевый биосорбент использовали повторно в сорбции ионов меди(II) для определения количества циклов «сорбция-десорбция». Показатели концентрации ионов меди(II), определяемые в каждом цикле сорбции на атомно-абсорбционном спектрофотометре 210 VGP, использовались для расчета эффективности регенерации (RE), которая равна отношению сорбционной емкости после регенерации к исходной величине сорбционной емкости, выраженная в 100 %:

$$RE = \frac{a_r}{a} \cdot 100, \quad (1)$$

Получена зависимость эффективности восстановления предложенными элюентами отработанного биосорбента тяжелых металлов от числа циклов «сорбция-десорбция». Результаты представлены на рисунке 1.

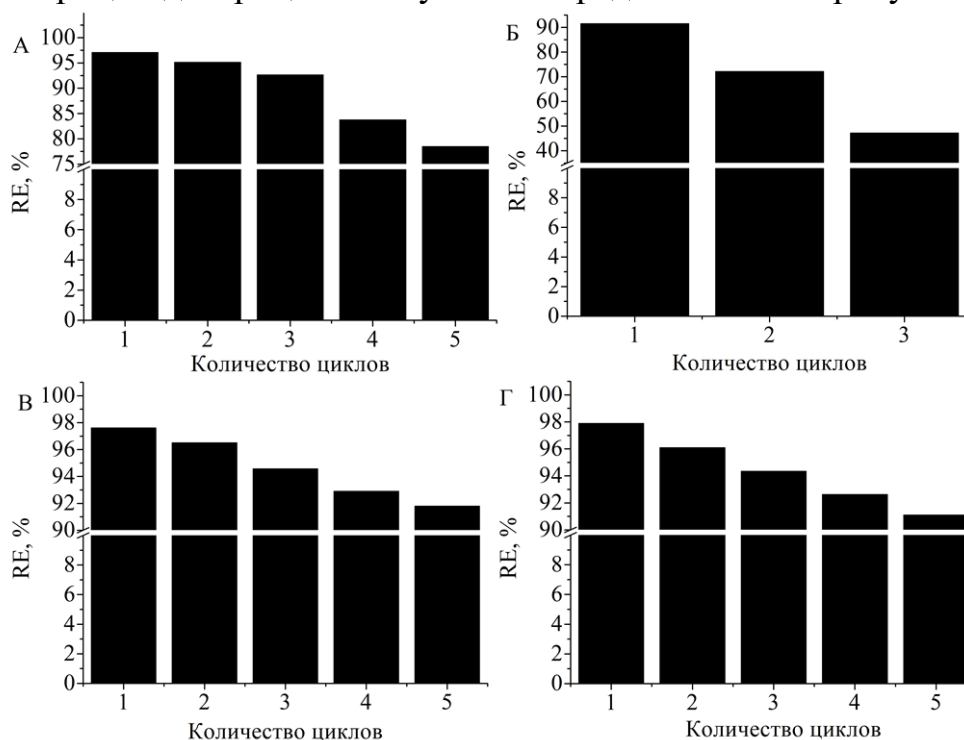


Рисунок 1. Зависимость RE от количества циклов «сорбция – десорбция» с использованием элюентов: А – 0.1 М NaOH, Б – 0.1 М NaHCO₃, В – 3 %-й раствор H₂O₂, Г – 1 %-й раствор H₂O₂.
T = 298, M = 200 при V_{элюента} = 10 мл, τ = 10 мин.

Показано, что гидрогелевый сорбент на основе сшитого хитозана сохраняет эффективность сорбции ионов Cu(II) после пяти циклов «сорбция-десорбция». Установлено, что для восстановителя сорбционной активности отработанного гидрогелевого биосорбента тяжелых металлов наиболее результативно использование 1 %-го раствора H₂O₂, применение которого, согласно описанной методике, обеспечивает восстановление сорбционной активности более чем на 90 %.

Таким образом, гидрогелевый биосорбент на основе сшитого хитозана обладает ценными свойствами, обеспечивающими целесообразность его использования в сорбционной водоочистке от тяжелых металлов, благодаря сохранности целевых сорбционных характеристик, несмотря на многократное повторение цикла «сорбция-десорбция».

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2024-0004).

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)

Список литературы

1. Кунин А.В. Катализаторы и адсорбенты для переработки природного газа, производства минеральных удобрений, очистки технологических жидкостей / А.В. Кунин, А.А. Ильин, Л.Н. Морозов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Серия Химия и химическая технология. – 2023. – Т. 66. – № 7. – С. 132-150.
2. Никифорова Т.Е. Особенности сорбции ионов тяжелых металлов биополимерами полисахаридной и полиамидной природы / Т.Е. Никифорова, В.А. Габрин, П.Б. Разговоров // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2023. – Т. 59. – № 3. – С. 231-243.
3. Fufaeva V.A. Preparation of ZIF/Chitosan composite beads for highly efficient removal of Copper(II) / V.A. Fufaeva, T.E. Nikiforova // International Journal of Advanced Studies in Medicine and Biomedical Sciences. – 2020. – № 2. – С. 3-6.
4. Gabrin V.A. Extraction of copper ions with composite sorbents based on chitosan from aqueous solutions of electrolytes in the presence of a surfactant / V.A. Gabrin, T.E. Nikiforova // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. – 2023. – Т. 59. – № 4. – С. 554-562.