

Сорбционное удаление ионов тяжелых металлов из водных сред с помощью углеродных нанотрубок

Тулупов И.В.¹, Исаев А.Ю.¹, Шабиев Ф.К.^{1,2}, Шигабаева Г.Н.¹, Галунин Е.В.¹

e.v.galunin@utmn.ru

¹ ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (ТюмГУ), Тюмень, Россия

² ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (ТИУ), Тюмень, Россия

В наши дни проблема загрязнения водоемов тяжелыми металлами не теряет своей актуальности. Одними из самых распространенных загрязнителей являются следующие тяжелые металлы: свинец, кадмий, кобальт, железо, никель и другие [1]. Для того, чтобы избавить водные среды от таких поллютантов, применяют адсорбционные методы очистки с использованием различных материалов. Так, хорошие сорбционные свойства проявляют углеродные наноматериалы. Для них характерны высокие значения сорбционной емкости и относительно малое время наступления равновесия в системах сорбат-сорбент [2].

В данной работе были рассмотрены параметры сорбционной емкости и времени наступления адсорбционного равновесия оригинальных и окисленных многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) «ТАУНИТ-М» (АО «ЗАВКОМ», Тамбов, РФ) по отношению к ионам Pb^{2+} .

Для проведения исследования 0,01 г образцов МУНТ приводили в контакт с модельными водными растворами, содержащими Pb^{2+} в концентрации 100 мг л⁻¹, путем встряхивания на ротаторе Multi Bio RS-24 (BioSan Ltd., Рига, Латвия) в течение 5-240 мин. Концентрацию раствора до и после сорбции, необходимую для вычисления сорбционной емкости материала Q (мг г⁻¹), определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре ContrAA 700 (Analytic Jena GmbH, Йена, Германия). В результате было обнаружено, что сорбционное равновесие в рассматриваемых системах наступает в течение примерно 10 и 5 мин для оригинальных и окисленных МУНТ соответственно, с достижением примерно одинаковых максимальных значений сорбционной емкости - 169 и 161 мг г⁻¹, что гораздо выше, чем у традиционных материалов, к примеру активированного угля [3].

Т.о., можно сказать, что окисление (т.е., введение функциональных групп с отрицательным зарядом) практически не влияет на значение сорбционной емкости, однако уменьшает время наступления равновесия. Это может быть связано с тем, что функциональные группы с отрицательным зарядом ускоряют скорость адсорбции ионов с положительным зарядом, притягивая их.

Результаты экспериментов получены с использованием оборудования ЦКП «Рациональное природопользование и физико-химические исследования» ФГАОУ ВО «ТюмГУ».

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-23-00318, <https://rscf.ru/project/25-23-00318/>

Ссылки

1. Ya. M. Chichigina, G. N. Shigabaeva, E. A. Emelyanova, E. V. Galunin, A. S. Yakimov, A. Yu. Isaev, and M. R. Bekker, J. Adv. Mater. Technol. (2023) **8** (2), 141.
2. I. V. Tulupov, L. E. Sosnovskikh, V. R. Ibragimova, Yu. V. Ioni, A. Yu. Isaev, E. V. Galunin, F. K. Shablev, and Shigabaeva G.N., J. Adv. Mater. Technol. (2025) **10** (3), 215.
3. J. Li, X. Dong, X. Liu, X. Xu, W. Duan, J. Park, L. Gao, and Y. Lu, Sustainability (2022) **14** (23), 15579.