

## ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЩЕПЫ ДЕРЕВА АЙЛАНТ И СКОРЛУПЫ АРАХИСА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Феруз Тухтаев <sup>1</sup>,  
Гулхаё Нурназарова <sup>2</sup>,  
Мадина Маматова <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Навоийский государственный университет, <sup>2,3</sup>Навоийское отделение  
Академии наук Республики Узбекистан

**Аннотация.** В данной работе представлены результаты получения композиционных сорбентов на основе щепы дерева айлант и скорлупы арахиса, а также изучения их сорбционной активности. В исследовании с использованием местного лигноцеллюлозного сырья методом химической и термической активации были синтезированы адсорбенты с развитой пористой структурой и увеличенной удельной поверхностью.

**Ключевые слова:** композиционный сорбент, скорлупа арахиса, щепа дерева айлант, химическая активация, пористая структура, удельная поверхность.

**Введение.** Загрязнение промышленных сточных вод ионов тяжёлых металлов и нефтепродуктами является одной из наиболее актуальных экологических проблем современности. Особенно ионы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$ , а также нефтяные фракции оказывают отрицательное воздействие на водные экосистемы, усиливая процессы биоаккумуляции в биосфере. В связи с этим возникает необходимость разработки дешёвых, экологически безопасных и высокоэффективных сорбционных материалов для удаления данных загрязнителей из водной среды.

В последние годы особое внимание уделяется получению сорбентов на основе лигноцеллюлозных отходов. Скорлупа арахиса и щепа дерева айлант, содержащие целлюлозу, лигнин и гемицеллюлозу, способны формировать развитую пористую структуру и активную поверхность при химической модификации.

Целью данной работы является получение композиционных сорбентов на основе скорлупы арахиса и щепы дерева айлант и исследование их адсорбционных свойств по отношению к ионам тяжёлых металлов и нефтепродуктам.

Основная часть, Первоначально сырьё высушивали при температуре 105 °С в течение 4–6 часов, измельчали до размера 1–3 мм и смешивали в массовом соотношении 25:75. Далее образцы подвергались химической модификации растворами HCl (5–10 %), HNO<sub>3</sub> (1–3 %), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2–3 %), KOH (5–10 %), H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (10–20 %) и ZnCl<sub>2</sub> (10–15 %).

Модифицированные образцы активировали в среде инертного газа (Ar) при температуре 300–700 °С в течение 60–120 минут. В результате пиролиза были получены композиционные углеродные сорбенты с развитой микропористой и мезопористой структурой.

Результаты химической активации показали, что обработка 18–20 %-ным раствором H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> способствует формированию фосфатных и карбоксильных функциональных групп в структуре лигноцеллюлозы. В результате катионообменная ёмкость сорбента достигает максимального значения. Образец YAD:H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-20 продемонстрировал статическую обменную ёмкость по ионам NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в диапазоне 8,1–8,6 мг-экв/г.

Модификация KOH приводит к развитию микропористой структуры и увеличению удельной поверхности. ZnCl<sub>2</sub> способствует формированию мезопор, создавая благоприятные условия для адсорбции крупномолекулярных органических соединений. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Результаты адсорбции ионов тяжёлых металлов и нефтепродуктов  
 композиционными сорбентами**

Тип сорбента	Температура активации	Объект адсорбции	Механизм	САС, мг-экв/г
YAD:H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> -20	650–700 °С	Cu <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup>	Ионный обмен	7,9–8,2
YAD:KOH-10	650–700 °С	Нефтепродукты	Капиллярная адсорбция	7,2–7,5
YAD:ZnCl <sub>2</sub> -15	600–700 °С	Нефтепродукты	Диффузия в мезопоры	6,9–7,2

**Обсуждение. Установлено, что адсорбция ионов тяжёлых металлов происходит преимущественно по механизму ионного обмена. Диссоциация поверхностных функциональных групп приводит к образованию отрицательно заряженных центров, способных образовывать комплексы с катионами металлов.**

Адсорбция нефтепродуктов имеет преимущественно физический характер и определяется пористой структурой, удельной поверхностью и гидрофобными свойствами сорбента. Микропоры усиливают капиллярное удержание, тогда как мезопоры способствуют диффузии нефтяных фракций внутрь структуры сорбента.

**Заключение. Проведённые исследования показали, что применение методов импрегнации, химической модификации и термохимической активации в инертной среде позволяет получать композиционные сорбенты с высокой сорбционной активностью из местного лигноцеллюлозного сырья.**

Сорбенты, модифицированные  $H_3PO_4$ , эффективно адсорбируют ионы тяжёлых металлов по механизму ионного обмена, тогда как сорбенты, активированные КОН и  $ZnCl_2$ , благодаря развитой пористой структуре демонстрируют высокую эффективность при адсорбции нефтепродуктов.

Полученные композиционные сорбенты могут быть использованы в качестве эффективных, доступных и экологически безопасных материалов для комплексной очистки воды от ионов тяжёлых металлов и нефтепродуктов.

#### **Список использованной литературы**

1. Marsh H., Rodríguez-Reinoso F. Activated Carbon. Elsevier, 2006.
2. Bansal R.C., Goyal M. Activated Carbon Adsorption. CRC Press, 2005.
3. Ioannidou O., Zabaniotou A. Agricultural residues as precursors for activated carbon production — A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2007, 11(9), 1966–2005.
4. Demirbas A. Production and characterization of activated carbons from biomass. Energy Sources, 2008, 30(5), 391–404.
5. Babel S., Kurniawan T.A. Low-cost adsorbents for heavy metals removal from contaminated water: a review. Journal of Hazardous Materials, 2003, 97, 219–243.
6. Mohan D., Pittman C.U. Activated carbons and low-cost adsorbents for remediation of water contaminated with heavy metals. Journal of Hazardous Materials, 2007, 142, 1–53.
7. Foo K.Y., Hameed B.H. Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. Chemical Engineering Journal, 2010, 156, 2–10.

8. Ho Y.S., McKay G. Pseudo-second order model for sorption processes. *Process Biochemistry*, 1999, 34, 451–465.
9. Lowell S., Shields J.E. *Powder Surface Area and Porosity*. Springer, 2004.
10. Tan I.A.W., Ahmad A.L., Hameed B.H. Preparation of activated carbon from biomass. *Journal of Hazardous Materials*, 2008, 153, 709–717.
11. Tukhtaev F.S., Negmatov S.S., Negmatova K.S., Shonazarova N.U. Исследование сорбционных свойств сорбента, полученного на основе щепы дерева айлант, в различных температурных интервалах // Материалы республиканской научно-практической конференции с участием ведущих учёных «Тенденции развития науки и образования в области химической технологии», Ташкентский государственный технический университет. Ташкент, 24–25 ноября 2022 г., с. 43–45.
12. Tukhtayev F.S., Negmatov S.S., Shonazarova N.U. Study of the degree of sorption of sorbents in  $Pb(NO_3)_2$  solution. *EURASIAN JOURNAL OF ACADEMIC RESEARCH*. Received: 28th June 2022. Accepted: 01st July 2022. Online: 30th July 2022. pp. 319-323.