

ISSN 2224-5286

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ  
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES  
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

**5 (413)**

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2015 ж.  
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2015 г.  
SEPTEMBER – OCTOBER 2015**

1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі  
**М. Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғазалиев А.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғожин Е.Е.** (бас редактордың орынбасары); хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пірәлиев К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баешов А.Б.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүркітбаев М.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жүсіпбеков У.Ж.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Итжанова Х.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Молдахметов М.З.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахымов К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәшімов Л.Т.**; хим. ғ. докторы, проф. **Мансұров З.А.**; техн. ғ. докторы, проф. **Наурызбаев М.К.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і:

Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Агабеков В.Е.** (Беларусь); Украинаның ҰҒА академигі **Волков С.В.** (Украина); Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Жоробекова Ш.Ж.** (Қырғызстан); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Мангашян А.А.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Туртэ К.** (Молдова); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Фарзалиев В.** (Әзірбайжан); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Халиков Д.Х.** (Тәжікстан); хим. ғ. докторы, проф. **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы); философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

**М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **Е.Е. Ергожин** (заместитель главного редактора); доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **К.Д. Пралиев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Б. Башов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.М. Буркитбаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.Ж. Джусипбеков**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.И. Итжанова**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.З. Мулдахметов**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Д. Рахимов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Л.Т. Ташимов**; доктор хим. наук, проф. **З.А. Мансуров**; доктор техн. наук, проф. **М.К. Наурызбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Республики Беларусь **В.Е. Агабеков** (Беларусь); академик НАН Украины **С.В. Волков** (Украина); академик НАН Кыргызской Республики **Ш.Ж. Жоробекова** (Кыргызстан); академик НАН Республики Армения **А.А. Манташян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **К. Туртэ** (Молдова); академик НАН Азербайджанской Республики **В. Фарзалиев** (Азербайджан); академик НАН Республики Таджикистан **Д.Х. Халиков** (Таджикистан); доктор хим. наук, проф. **В.Н. Нараев** (Россия); доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания); доктор хим. наук, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии». ISSN 2224-5286

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10893-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142,  
Институт органического катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского,  
каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

**M. Zh. Zhurinov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**S.M. Adekenov**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Ye.Ye. Yergozhin**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **K.D. Praliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.B. Bayeshov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.M. Burkitbayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.Zh. Zhusipbekov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Kh.I. Itzhanova**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Z. Muldakhmetov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.D. Rakhimov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **L.T. Tashimov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.A. Mansurov**, dr. chem. sc., prof.; **M.K. Nauryzbayev**, dr. eng. sc., prof.

Editorial staff:

**V.Ye. Agabekov**, NAS Belarus academician (Belarus); **S.V. Volkov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **Sh.Zh. Zhorobekov**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **A.A. Mantashyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **K. Turte**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Farzaliyev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **D.Kh. Khalikov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **V.N. Narayev**, dr. chem. sc., prof. (Russia); **Pauline Prokopovich**, dr. phylos., prof. (UK); **Marek Sikorski**, dr. chem. sc., prof. (Poland)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.**  
**ISSN 2224-5286**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky  
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,  
e-mail: [orgcat@nursat.kz](mailto:orgcat@nursat.kz)

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 5, Number 413 (2015), 154 – 160

## SORPTION OF Cu (II), Ni (II) AND Cd (II) BY MODIFIED NATURAL MATERIALS

A. N. Imangaliyeva, G. A. Seilkhanova, D. N. Akbayeva, Zh. K. Karibayeva

Kazakh national university named al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: runia\_i91@mail.ru; g\_seilkhanova@mail.ru

**Key words:** thistle, walnut shells, sorption, heavy metals, sorption isotherm.

**Abstract.** This paper presents the results of a study of sorption of Cu (II), Ni (II) and Cd (II) from aqueous solutions of sorbents, which represent a waste of agricultural industries.

As the original objects used meal of milk thistle, walnut shells. Getting sorbent includes a portion of the feed-stock mechanical cleaning and milling of raw material to 2.5-3 mm. Investigated sorption isotherms determined and static exchange capacity for heavy metal ions ( $SEC_{Me^{2+}}$ ) at pH 6. The mathematical description of the adsorption of metal ions on the theories of Langmuir and Freundlich. Comparison of sorption activity studied objects allows us to recommend the most effective sorbent for purification of waste waters from heavy metal ions.

The concentration of heavy metal ions before and after sorption was determined by atomic absorption on the appliance brand «Shimadzu 6200». Determination of changes in the structure and the surface morphology of particles of natural sorbent was performed by SEM (Scanning Electron Microscopy). To determine the content of the components has been used X-ray quantitative phase analysis on computerized DRON-2.

The practical value of the study consists in that the recycling of vegetable raw materials will provide the ability to create non-waste technology and the rational use of natural resources of the Republic of Kazakhstan. The research results hold promise for large-tonnage waste food industry as adsorbents for binding heavy metal ions.

УДК 54.058

## СОРБЦИЯ ИОНОВ Cu (II), Ni (II) И Cd (II), МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ПРИРОДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

А. Н. Имангалиева, Г. А. Сейлханова, Д. Н. Акбаева, Ж. К. Кәрібаева

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** шроты, скорлупа грецкого ореха, сорбция, тяжелые металлы, изотерма сорбции.

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования процесса сорбции ионов Cu (II), Ni (II) и Cd(II) из водных растворов сорбентами, которые представляют собой отходы сельскохозяйственной отрасли производства.

В качестве исходных объектов использовали шрот расторопши, скорлупу грецкого ореха. Получение сорбента включает участок механической очистки исходного сырья и измельчение сырья до 2,5-3 мм. Исследованы изотермы сорбции и определена статическая обменная емкость по ионам тяжелых металлов ( $COE_{Me^{2+}}$ ) при pH 6. Проведено математическое описание процесса сорбции ионов металлов, используя теории Ленгмюра и Фрейндлиха. Сопоставление сорбционной активности изученных объектов позволяет рекомендовать наиболее эффективный сорбент для доочистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Концентрация ионов тяжелых металлов до и после сорбции определялась атомно-адсорбционным методом на приборе марки «Shimadzu 6200». Определение изменений структуры и поверхности морфологии частиц природного сорбента проводилось методами СЭМ (Сканирующая электронная микроскопия). Для определения содержания составляющих компонентов был применен рентгеновский количественный фазовый анализ на компьютеризованном дифрактометре ДРОН-2.

Практическая ценность исследования состоит в том, что переработка отходов производства растительного сырья позволит обеспечить возможность создания безотходной технологии и рационального использования сырьевых ресурсов Республики Казахстан. Результаты исследований открывают перспективы использования многотоннажных отходов пищевой промышленности в качестве сорбентов для связывания ионов тяжелых металлов.

**Введение.** К числу важных ресурсов, которые обеспечивают жизнедеятельность человека, относится питьевая вода. Огромный интерес, проявляемый во всем мире к разработке способов очистки воды, обусловлен тем, что общие запасы пресной воды занимают около 4% от всех водных ресурсов на планете. Значение пресной воды как природного сырья постоянно возрастает в связи с ростом населения на Земле и развитием промышленного производства. Многотоннажные отходы производств образуются на предприятиях машиностроительной, металлургической, металлообрабатывающей, полиграфической, химической промышленности, горнообогатительных фабрик в цехах нанесения металлических покрытий и окраски [1]. Так, например, в Казахстане известны такие промышленные предприятия, как медиплавильные заводы, находящиеся в Центральном Казахстане; Петропавловский завод тяжелого машиностроения, Актюбинский завод хромовых соединений, нефтеперерабатывающие заводы, сточные воды, которых содержат ионы тяжелых металлов ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  и др.).

К методам, успешно применяемым для очистки водных объектов, можно отнести сорбционный с использованием природных материалов. Причем в последнее время исследуется возможность замены дорогостоящих адсорбентов нетрадиционными, доступными и дешевыми материалами, как искусственного, так и естественного происхождения [2-5]. Повышение сорбционной емкости природных материалов можно достичь путем их модифицирования различными способами. Как известно, для повышения сорбционных свойств чаще всего используют метод кислотно-щелочной активации [6]. Переведение природных материалов в  $\text{OH}^-$  форму щелочной обработкой позволяет повысить их сорбционную емкость по ИТМ (ионам тяжелых металлов) более чем в 3 раза. Также при разработке новых сорбентов используют способность ионов металлов к комплексообразованию с различными лигандами.

Исследуемые в работе шроты, являющиеся отходами производства, образуются после извлечения масла из семян масличных культур соответственно методом прессования или экстракции и содержат смесь целлюлозных (до 14%) и белковых (до 45%) биополимеров, а также до 4% жиров. Методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии был определен химический состав ШР, который приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав шрота расторопши

Сырье	Содержание, %									
	C	O	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Fe
ШР	42,20	53,94	0,44	0,12	0,38	0,38	0,09	1,42	0,75	0,11

Органические вещества в шроте расторопши составляют 42,20 %, кислород 53,94 %.

Природный сорбент на основе грецкого ореха является отходом пищевой промышленности, который может быть использован в качестве пористого материала, содержащего углерод и оксид кремния (таблица 2).

Таблица 2 – Технический и элементный анализ скорлупы грецкого ореха

Сырье	Технический анализ, %			Элементный анализ, %				
	влага	зола	летучие	C	H	S	N	O
Скорлупа грецкого ореха	7,2	0,3	76,1	56,4	6,5	0,2	0,3	36,6

Как видно из представленных данных, шрот расторопши и скорлупа грецкого ореха имеют относительно высокое содержание углерода и являются перспективными объектами в качестве углеродного пористого материала.

### Экспериментальная часть

В качестве природных сорбентов был использован шрот расторопши [ГОСТ 51331- Технические условия] и скорлупа грецкого ореха. Для создания рН 8-12 добавляли щелочь (NaOH). NaOH [ГОСТ 2263-79. Натр едкий технический]. Для создания рН 4-7 после обработки сорбентов щелочью добавляли сильную минеральную кислоту: HCl [ГОСТ 3118-77. Кислота соляная].

В работе использованы соли металлов марки «ч.д.а.». Исходные растворы солей меди (II), никеля (II) и кадмия (II) готовили согласно методике, описанной в работе [7].

Определение изменений структуры и поверхности морфологии частиц природного сорбента при модификации проводилось методами СЭМ (сканирующая электронная микроскопия) и ЭРС (энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия).

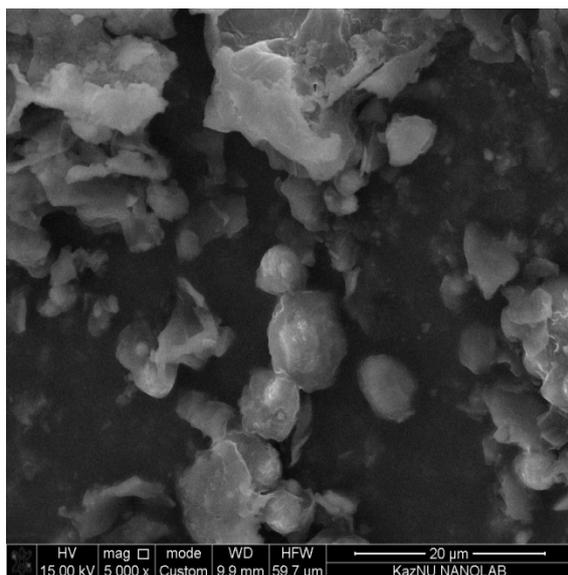
Исследование сорбции проводили в статических условиях на модельных растворах, содержащих соли тяжелых металлов ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ) с концентрацией 4-12 мкг/мл при температуре 25°C. Концентрация ионов тяжелых металлов до и после сорбции определялась атомно-адсорбционным методом на приборе марки «Shimadzu 6200». Количество адсорбированных ионов металла рассчитывали по формуле:

$$A = \frac{(C_{\text{исх}} - C_{\text{рав}}) * V}{m}$$

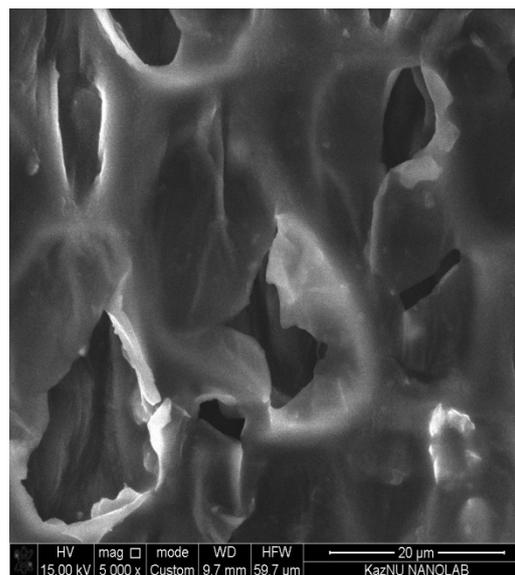
где A – адсорбционная емкость, мг/г адсорбента;  $C_{\text{исх}}$  и  $C_{\text{рав}}$  – исходная и равновесная концентрации ионов металла в растворе соответственно, мкг/см<sup>3</sup>; m – масса адсорбента (в пересчете на сухое вещество), г.

### Обсуждение результатов

Поверхность модифицированного сорбента была исследована при помощи сканирующего электронного микроскопа. В качестве примера представлена микрофотография поверхности материала на основе шрота расторопши (ШР), шрота расторопши, модифицированный соляной кислотой (МШР), карбонизат скорлупы грецкого ореха крупного помола (ККП) и карбонизата порошкообразного (КП) (рисунок 1). Микрофотографии показали наличие асимметричных пор и открытой пористой структуры, которые могут обуславливаться эффективной адсорбцией ионов металла за счет развитой поверхности.



а)



б)

Рисунок 1 – Микрофотография начального и модифицированного сорбентов на основе шрота расторопши:  
а – образец ШР; б – образец МШР

Как видно из рисунка 1, МШР имеет развитую микропористую структуру, что говорит о возможности эффективного извлечения ионов ТМ из водных растворов, по сравнению с исходным ШР. Это может быть связано с тем, что в результате кислотно-щелочной модификации ШР происходит изменение структуры поверхности, активация сорбционных центров, что, вероятно, обусловлено образованием Na-O групп.

Также была исследована структура поверхности сорбентов ККП и КП (рисунок 2), из которой видно, что оба сорбента имеют поверхность с развитой пористой структурой.

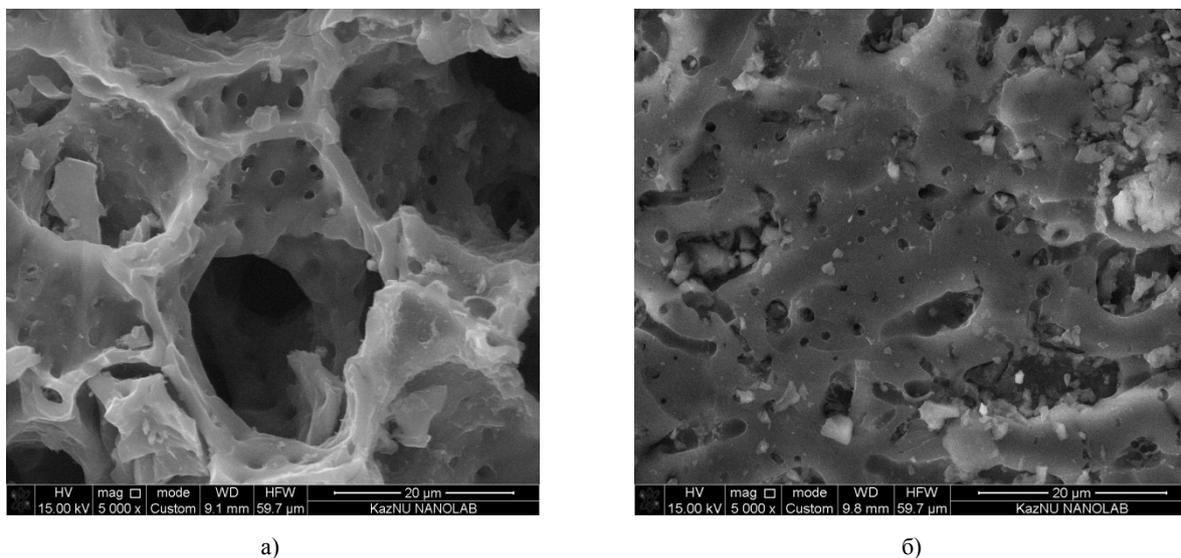


Рисунок 2 – Микрофотография сорбентов на основе скорлупы грецкого ореха: а – образец КП; б – образец ККП

Как показали исследования, сорбент КП обладает хорошими сорбционными способностями, так как имеет практически однородную микропористую текстуру, которая обеспечивает эффективную адсорбцию ионов металла за счет развитой поверхности.

Исследование изотерм сорбции позволяет сделать определенные выводы о характере поверхности сорбента, о природе взаимодействия сорбат-сорбент. Анализ полученных изотерм сорбции (рисунок 3) указывает, что сорбенты, применяемые для связывания ионов металлов на основе растительного сырья, характеризуются различной сорбционной способностью по отношению к ионам исследуемых металлов. Сорбционная способность ионов металлов зависит от радиуса иона и плотности заряда. Известно, что большую сорбционную способность проявляют ионы большего радиуса, так как они сильнее поляризованы и лучше притягиваются заряженной поверхностью сорбента, а ионы меньшего радиуса более склонны к гидратации и формированию гидратной оболочки, снижающей такое электростатическое взаимодействие [8]. Радиус иона кадмия составляет 0,099 нм, радиус иона никеля – 0,071 нм, а меди соответственно – 0,069 нм, следовательно, сорбционная емкость сорбента по отношению к ионам кадмия должна быть максимальной, что подтверждается экспериментальными данными.

Полученные результаты, вероятно, можно расценивать как доказательство сложного механизма сорбции:

- крутой подъем изотерм, очевидно, свидетельствует о сильной адсорбции адсорбтива и о присутствии микропор, а также о сильном межмолекулярном взаимодействии в матрице природного материала.

В таблицах 3–5 представлена сравнительная характеристика сорбционных свойств МШР, ККП, КП.

Для определения количественных параметров и описания механизма сорбции проведено математическое описание процесса сорбции ионов кадмия, меди, никеля на сорбентах МШР и КП по теориям Ленгмюра и Фрейндлиха. Значения параметров, входящих в уравнения этих моделей, а также коэффициенты корреляции представлены в таблице 6.

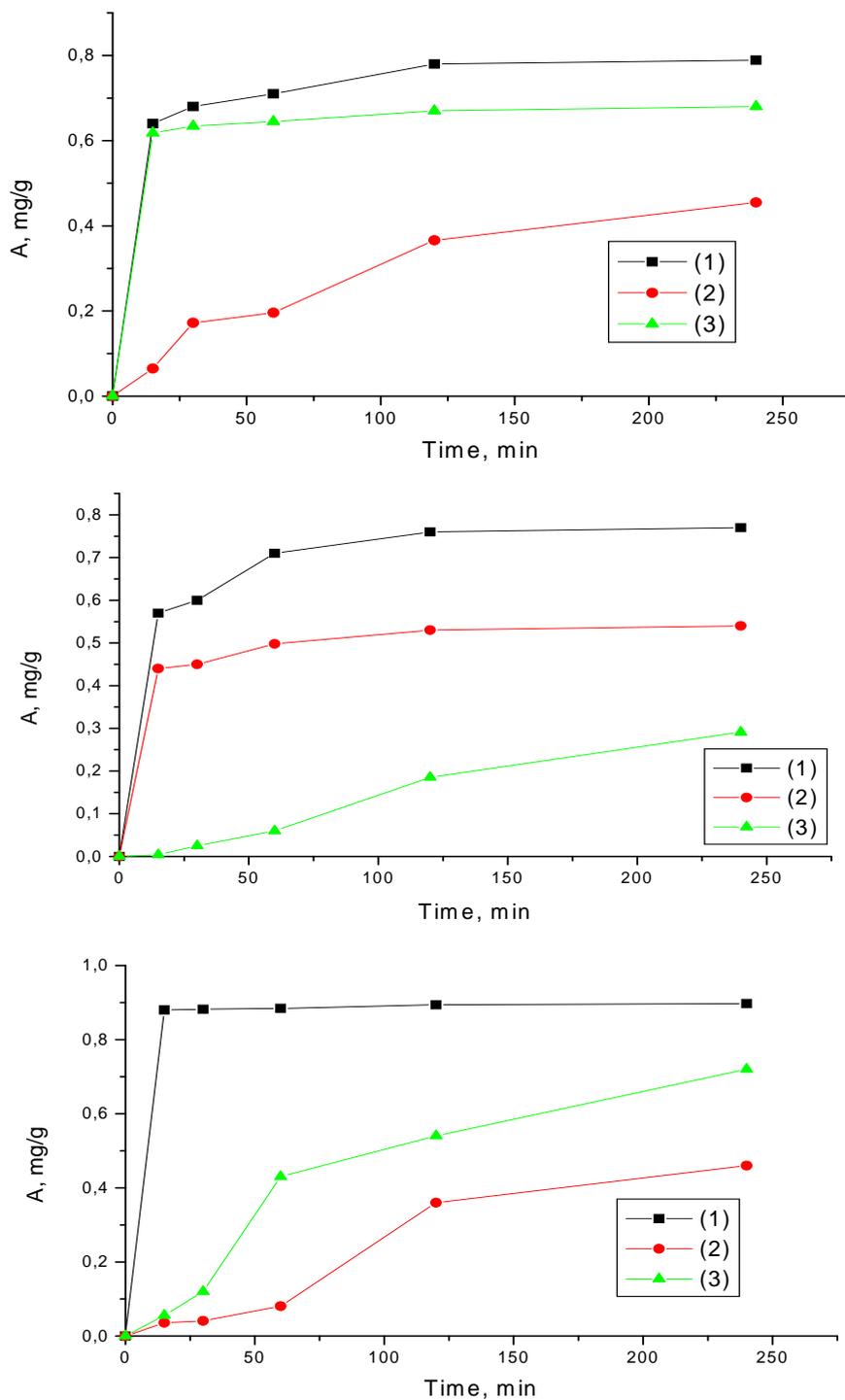


Рисунок 3 – Изотермы сорбции ионов Cu (II), Ni (II) и Cd (II) в зависимости от равновесной концентрации:  
1 – КП, 2 – МШР, 3 – ККП

Таблица 3 – Сорбционные свойства исследуемых сорбентов по отношению к иону кадмия

$Cd^{2+}$	КП	МШР	ККП
Сорбционная обменная емкость (СОЕ), мг/г	17,40±0,10	1,17±0,10	0,93±0,10
Степень извлечения (Е), %	99,90±0,10	55,56±0,27	50,03±0,22
Оптимальное время (t), мин	15	240	1200

Таблица 4 – Сорбционные свойства исследуемых сорбентов по отношению к иону меди

$\text{Cu}^{2+}$	КП	МШР	ККП
Сорбционная обменная емкость (СОЕ), мг/г	16,80±0,15	1,31±0,05	0,85±0,05
Степень извлечения (Е), %	87,24±0,33	75,87±0,30	49,24±0,25
Оптимальное время (t), мин	60	120	1200

Таблица 5 – Сорбционные свойства исследуемых сорбентов по отношению к иону никеля

$\text{Ni}^{2+}$	КП	МШР	ККП
Сорбционная обменная емкость (СОЕ), мг/г	1,61±0,05	1,44±0,05	0,58±0,05
Степень извлечения (Е), %	80,38±0,30	80,01±0,34	32,44±0,20
Оптимальное время (t), мин	120	240	1200

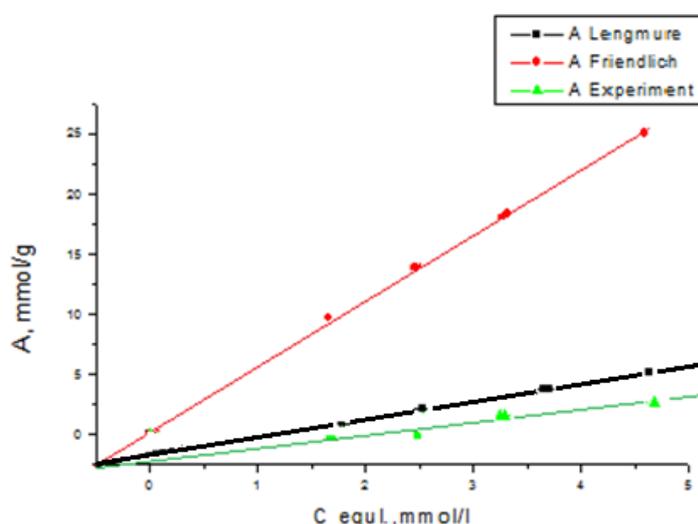


Рисунок 4 – Рассчитанные и экспериментальные изотермы сорбции кадмия, меди и никеля сорбентом МШР

Как видно из таблицы 6 и рисунка 4, в отличие от уравнения Фрейндлиха, уравнение Ленгмюра лучше описывает сорбционную изотерму. Поэтому согласно литературным данным [9], все сорбированные частицы, вероятно, взаимодействуют только с центрами сорбции и не контактируют друг с другом, следовательно, на поверхности сорбента образуется мономолекулярный сорбционный слой.

Таблица 6 – Константы изотермы сорбции

Адсорбат	Значения констант							
	Ленгмюра $a = a_{\infty} \frac{K C_p}{1 + K C_p}$				Фрейндлиха $a = \alpha C_p^{\beta}$			
	МШР		КП		МШР		КП	
	$a_{\infty}$ , моль/кг	K	$a_{\infty}$ , моль/кг	K	$\alpha$	K	$\alpha$	K
$\text{Cd}^{2+}$	0,24	0,41	6,33	2,94	2,7	0,52	2,42	6,89
$\text{Cu}^{2+}$	0,11	1,01	0,59	3,42	5,19	0,34	0,46	1,58
$\text{Ni}^{2+}$	0,11	16,66	0,06	15,35	3,93	0,49	0,44	0,10

**Заклучение.** Исследования морфологии и структуры поверхности сорбентов показали, что карбонизат порошкообразный (КП) имеет однородную микропористую текстуру, которая обуславливает наибольшую сорбционную обменную емкость относительно ионов кадмия, меди и никеля за счет развитой поверхности.

Установлено, что сорбент – карбонизат порошкообразный (КП) характеризуется наилучшими сорбционными свойствами: степень извлечения ионов кадмия составляет  $(99,90 \pm 0,10)\%$ , меди –  $(87,24 \pm 0,33)\%$ , никеля –  $(80,38 \pm 0,30)\%$ .

Результаты данного исследования указывают на потенциальную возможность использования полученных сорбентов в процессах доочистки сточных вод с целью эффективной водоподготовки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шапкин Н.П., Жамская Н.Н., Кондриков Н.Б. Фундаментальные основы технологии очистки сточных вод // Тезисы докладов Международного экологического конгресса «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности». – СПб.: 2000. – С. 259
- [2] Дегтев Н.И., Горчаков А.Ф., Дмитриев В.В., Прокопец В.Е. Способ очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов/Пат. 2189363. опубл. 20.09.2002.
- [3] Гелес И.С. Способ очистки сточных вод от тяжелых металлов/Пат. 2176617. опубл. 10.12.2001.
- [4] Макаров В.Н., Косичкин В.М., Васильев В.В., Трупииков М.Ю. Способ очистки сточных вод от примесей / А.с. 1527176. опубл. 07.12.89. бюл. № 45.
- [5] Пилат Б.В., Гелимжанов Э.К., Якунин А.И., Безнедельная Т.А., Кочнева В.А. Способ удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод/А.с. 1730048. опубл. 30.04.92. бюл. № 16.
- [6] Рулев Н.Н., Донцова Т.А. Использование тонкодисперсных сорбентов в комбинации с флокуляционной микрофлотацией для извлечения  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$  из водных растворов. Химия и технология воды, 2003, т. 25 №6.
- [7] Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ. М., 1964.
- [8] Цундель Г. Гидратация и межмолекулярное взаимодействие. - М.: Мир, 1972. – С. 404
- [9] Михеева Е. В. Катюхин В. Е. Изучение адсорбции уксусной кислоты на активированном угле. Издательство Томского политехнического университета, 2009. – С. 20

#### REFERENCES

- [1] Shapkin N.P. Zhamaskaya N.N., Kondrikov N.B. The fundamentals of wastewater treatment technology // Abstracts of the International Ecological Congress "New in ecology and life safety." – S.Pb.: 2000. - P. 259
- [2] Degtev N.I. Gorchakov A.F. Dmitriev V.V., Prokopets V.E. A method for purifying waste water from heavy metal ions / Pat. 2189363. published. 20.09.2002.
- [3] Gelesi I.S. The method of sewage treatment from heavy metal / Pat. 2176617. published. 10.12.2001.
- [4] Makarov V.N., Kosichkin V.M., Vasiliev V.V., Trupikov M.U. A method for purifying waste water from impurities / AS 1527176. published. 07.12.89.byul. Number 45.
- [5] Pilate B.V., Gelimzhanov E.K., Yakunin A.I., Beznedel'naya T.A., Kochneva V.A. A method of removing heavy metal ions from wastewater / AS. 1730048. published. 30.04.92. Bull. Number 16.
- [6] Rulev N.N., Doncova T.A. Using fine sorbents in combination with flokulyarnoy microflotation for extracting  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Ni}^{2+}$  ions from aqueous solutions. Water Chemistry and Technology, 2003, vol. 25 №6.
- [7] Korostelev P.P. Preparation of solutions for chemical-analytical works. M., 1964.
- [8] Zundel G. Hydration and intermolecular interaction. - M.: Mir, 1972. - P. 404
- [9] Mikheeva E.V. Katyuhin V.E. Study of adsorption of acetic acid on activated carbon. Publisher of Tomsk Polytechnic University, 2009. - P. 20

### **Cu (II), Ni (II) ЖӘНЕ Cd (II) ИОНДАРЫН ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН ТАБИҒИ МАТЕРИАЛДАРМЕН СОРБЦИЯЛАУ**

**А. Н. Иманғалиева, Г. А. Сейілханова, Д. Н. Ақбаева, Ж. К. Кәрібаева**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** шрот, жаңғақ қабықшалар, сорбциялық, ауыр металдар, сорбция изотермасы.

**Аннотация.** Статикалық жағдайда су ерітінділерден табиғи сорбентпен Cu (II), Ni (II) және Cd (II) ауыр металдардың сорбция процесі зерттелген. Сорбция изотермалары мен ауыр металдар иондары бойынша статикалық айырбастау сыйымдылығы ( $\text{COE}_{\text{Me}^{2+}}$ ) рН 6 болған жағдайда анықталды. Фрейндлих және Ленгмюр теориялары бойынша металл иондарының сорбция процессінің математикалық сипаттамасы өткізілді.

Поступила 29.07.2015г.

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

Редакторы: *М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 16.10.2015.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
10,25 п.л. Тираж 300. Заказ 5.