

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ  
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ  
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»  
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

# ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

---

---

## ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

---

---

## CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК  
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

**4 (68)**

ОКТЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2019 г.  
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА  
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ  
2019

*Е. Е. ЕРГОЖИН<sup>1</sup>, Б. К. КАЛИЕВА<sup>1</sup>, К. М. КАЛМУРАТОВА<sup>1</sup>,  
К. А. САДЫКОВ<sup>1</sup>, Б. Е. БЕГЕНОВА<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>АО «Институт химических наук им. А.Б.Бектурова», Алматы, Республика Казахстан,

<sup>2</sup>Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева,  
Петропавловск, Республика Казахстан

## **ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ $\text{Co}^{2+}$ СУЛЬФОКАТИОНИТАМИ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ГЛИЦИДИЛМЕТАКРИЛАТА**

**Аннотация.** Исследована сорбция ионов  $\text{Co}^{2+}$  новыми сульфокатионитами на основе растительного сырья с глицидилметакрилатом и промышленным образцом ионообменника КУ-2х8 из растворов  $\text{CoSO}_4$ .

**Ключевые слова:** сорбция, катиониты, ионный обмен, растительное сырье.

Увеличение масштабов промышленной деятельности человека отрицательно сказывается на окружающей среде. Многие тяжелые металлы, в том числе и кобальт, проявляют высокую токсичность даже в следовых количествах и способны концентрироваться в живых организмах [1]. В отличие от органических соединений, подвергающихся процессам разложения, металлы лишь перераспределяются между природными средами и постепенно накапливаются в них. Ежегодный захват кобальта растительностью суши составляет  $1 \cdot 10^{-4}$  % сухой массы [2]. Его поступление в окружающую среду, например, только в результате сжигания уже имеет следующую динамику, тыс.т.: 1900 г. – 1,0; 1970 г. – 2,6; 1980 г. – 5,5; 2000 г. – 8,7. Поэтому необходимо проведение дальнейших исследований по разработки новых методов очистки от ионов кобальта. В связи с этим актуальной проблемой является создание дешевых ионообменных материалов на основе доступных реагентов [3, 4].

Представляет интерес изучение сорбционных свойств синтезированных нами сульфированием возобновляемого целлюлозосодержащего сырья – хлопка (Х), пшеничной соломы (С) и камыша (К) серной кислотой и последующей химической модификацией полученных продуктов глицидилметакрилатом (ГМА).

Цель работы – исследование сорбции ионов  $\text{Co}^{2+}$  новыми сульфокатионитами на основе растительного сырья и ГМА.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

Статическая обменная емкость по 0,1 н. раствору NaOH сульфокислых катионитов КС-ГМА-Х, КС-ГМА-С и КС-ГМА-К составляет соответственно 5,8; 6,6 и 6,1 мг-экв/г.

Сорбцию ионов  $\text{Co}^{2+}$  из растворов  $\text{CoSO}_4$  катионитами в  $\text{H}^+$ -форме изучали в статических условиях при комнатной температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ,

варьируя продолжительность извлечения от 5 ч до 7 сут, pH растворов от 1,3 до 5,7 и содержание в них кобальта от 23 до 101 мг/л. Обменную емкость рассчитывали по разности исходной и равновесной концентрации растворов, которую определяли методом атомной адсорбции.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С целью выбора ионита, наиболее селективного к ионам  $\text{Co}^{2+}$ , изучены сорбционные свойства синтезированных на основе растительного сырья и ГМА сульфокатионитов в зависимости от концентрации и pH растворов  $\text{CoSO}_4$ , а также продолжительности процесса (рисунки 1–3). Для сравнения был взят также промышленный сильнокислотный сульфокатионит КУ-2х8 со средней степенью сшивки.

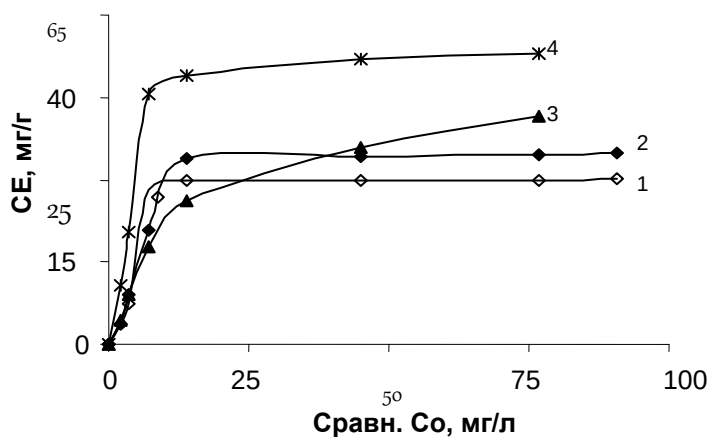


Рисунок 1 – Изотерма сорбция ионов  $\text{Co}^{2+}$  сульфокатионитами КС-ГМА-Х (1), КУ-2х8 (2), КС-ГМА-К (3) и КС-ГМА-С (4). Продолжительность 7 сут.

Как показано на рисунке 1, увеличение содержания кобальта в исходных растворах приводит к возрастанию сорбционной емкости (СЕ) всех ионитов. Однако более высокую извлекающую способность проявляет сульфокатионит, полученный из пшеничной соломы ( $\text{СЕ} = 40,34$  мг/г). Емкость других катионитов ниже и составляет для КУ-2\*8, КС-ГМА-К и КС-ГМА-Х соответственно 30,4; 28,4 и 21,87 мг/г. Величина СЕ анионитов на основе ГМА и различных полиаминов по ионам  $\text{Co}^{2+}$  колеблется в пределах 1,3–3,2 мг-экв/г, а обменная емкость полиэлектролита, полученного из ГМА и поли-2-метил-5-винилпиридина, не превышает 25мг/г  $\text{Co}^{2+}$  [5].

Одним из основных факторов, определяющих реакции ионного обмена между ионами металла и сорбентом, является значение pH раствора. Из зависимостей СЕ сульфокатионитов от кислотности среды (рисунок 2).

Установлено что более полное поглощения ионов  $\text{Co}^{2+}$  наблюдается при pH 5,7, а при pH=1,3 происходит снижение их извлекающей способности.

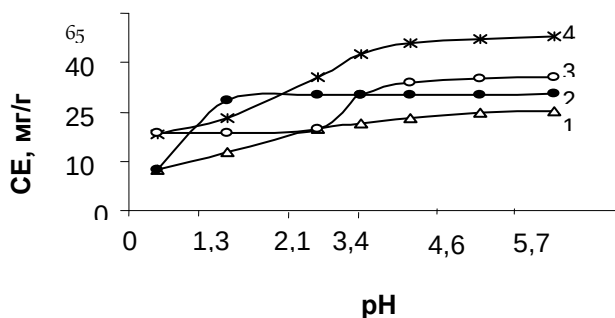


Рисунок 2 – Зависимость сорбции ионов  $\text{Co}^{2+}$  сульфокатионитами КС-ГМА-Х (1), КУ-2\*8 (2), КС-ГМА-К (3) и КС-ГМА-С (4) от кислотности среды (7 сут,  $C_{\text{Co}}=101$  мг/л)

Катионит КУ-2х8 эффективно извлекает ионы  $\text{Co}^{2+}$  при 1,3-5,7, а сульфокатиониты на основе растительного сырья и ГМА – в более узком интервале pH 3,4-5,7.

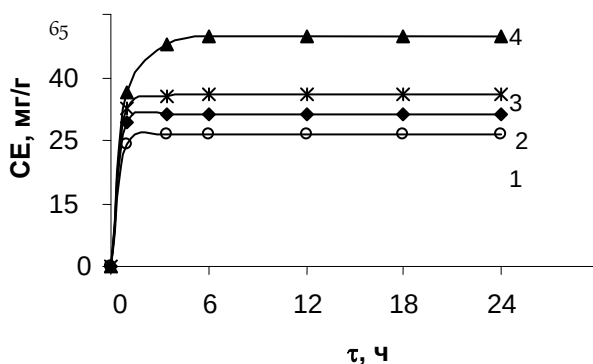


Рисунок 3 – Зависимость сорбции ионов  $\text{Co}^{2+}$  сульфокатионитами КС-ГМА-Х (1), КУ-2х8 (2), КС-ГМА-К (3) и КС-ГМА-С (4) от продолжительности их контакта с раствором  $\text{CoSO}_4$  (pH=5,7,  $C_{\text{Co}}=101$  мг/л)

Из рисунка 3 видно, что все сульфокатиониты обладают высокими кинетическими свойствами в начальный период сорбции. Равновесное состояние между раствором  $\text{CoSO}_4$ , содержащим 101 мг/л кобальта и имеющим pH 5,7, и катионитами КУ-2х8 и КС-ГМА-Х устанавливается за 1 ч, а ионитами КС-ГМА-С и КС-ГМА-К за 3 ч. Для достижения равновесия на активированном углеродном волокне требуется более длительное время контакта – 1,5 сут [1].

Таким образом, сульфокатиониты на основе растительного сырья и ГМА обладают высокими сорбционными и кинетическими свойствами по отношению к ионам  $\text{Co}^{2+}$ .

Особенно перспективным для их извлечения из  $\text{Co}^{2+}$  сточных вод никель – кобальтового производства является катионообменник, синтезированный из пшеничной соломы.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Валинурова Э.Р., Кадырова А.Д., Шарафиева Л.Р., Кудашева Ф.Х. Использование активированных углеродных материалов для очистки сточных вод от ионов  $\text{Ni(II)}$ ,  $\text{Co(II)}$  и  $\text{Cu(II)}$  // Журнал прикладной химии. – 2008. – Т. 81, вып. II. – С. 1822-1825.
- [2] Передерий О.Г., Микшевич Н.В. Охрана окружающей среды на предприятиях цветной металлургии. – М.: Металлургия. 1991. – 192 с.
- [3] Ергожин Е.Е., Менлигазиев Е.Ж. Полифункциональные ионообменники. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1986. – 304 с.
- [4] Ергожин Е.Е. Высокопроницаемые иониты. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1979. – 304 с.
- [5] Ергожин Е.Е., Бектенов Н.А., Акимбаева А.М. Полиэлектrolиты на основе глицидилметакрилата и его сополимеров. – Алматы: Эверо, 2004. – 271 с.

### REFERENCES

- [1] Valinurova Je.R., Kadyrova A.D., Sharafieva L.R., Kudasheva F.H. Ispol'zovanie aktivirovannykh ugleirodnykh materialov dlja ochistki stochnykh vod ot ionov  $\text{Ni(II)}$ ,  $\text{Co(II)}$  i  $\text{Cu(II)}$  // Zhurnal prikladnoy himii. 2008. Vol. 81, vyp. II. P. 1822-1825.
- [2] Perederij O.G., Mikshevich N.V. Ohrana okruzhajushhej sredy na predpriyatiyah cvetnoj metallurgii. M.: Metallurgija. 1991. 192 p.
- [3] Ergozhin E.E., Menligaziev E.Zh. Polifunkcional'nye ionoobmenniki. Alma-Ata: «Nauka» KazSSR, 1986. 304 p.
- [4] Ergozhin E.E. Vysokopronicaemye ionity. Alma-Ata: «Nauka» KazSSR, 1979. 304 p.
- [5] Ergozhin E.E., Bektenov N.A., Akimbaeva A.M. Polielektrolity na osnove glicidilmetakrilata i ego sopolimerov. Almaty: Jevero, 2004. 271 p.

### Резюме

*Е. Е. Ергожин, Б. К. Калиева, К. М. Калмуратова, К. А. Садыков, Б. Е. Бегенова*

#### ӨСІМДІК ШИКІЗАТЫ МЕН ГЛИЦИДИЛМЕТАКРИЛАТ НЕГІЗІНДЕГІ АЛЫНҒАН СУЛЬФОКАТИОНИТТЕРМЕН $\text{Co}^{2+}$ ИОНДАРЫН БӨЛІП АЛУ

Өсімдік шикізаты мен глицидилметакрилат негізінде алынған жаңа сульфокатиониттердің  $\text{Co}^{2+}$  ионының  $\text{CoSO}_4$  ерітіндісіндегі сорбциясы зерттелді, салыстырмалы түрде ионалмастырғыш КУ-2х8 өнеркәсіптік үлгісі алынды.

**Түйін сөздер:** сорбция, катиониттер, ион алмасу, табиғи шикізат.

### Summary

*E. E. Ergozhin, B. K. Kalieva, K. M. Kalmuratova, K. A. Sadykov, B. E. Begenova*

#### EXTRACTION OF $\text{Co}^{2+}$ IONS BY SULFOCATIONIONITES BASED ON VEGETABLE RAW MATERIALS AND GLYCIDYLMETHACRYLATE

Sorption of  $\text{Co}^{2+}$  ions by new sulfocationionites based on plant materials with glycidyl methacrylate and an industrial sample of KU-2x8 ion exchanger from  $\text{CoSO}_4$  solutions was studied.

**Key words:** sorption, cation exchangers, ion exchange, plant materials.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Ергожин Е.Е., Чалов Т.К., Бегенова Б.Е., Хакимболатова К.Х.</i><br>Полупроницаемые мембраны для ультра-, микрофильтрации и обратного осмоса.....                                                                                                                                                         | 6   |
| <i>Батырбеков Е.О., Умерзакова М.Б.</i> Имобилизация тилозина<br>на альгинатных микрочастицах.....                                                                                                                                                                                                          | 25  |
| <i>Сычева Е.С., Муканова М.С., Рахимбеков Ж.А., Ю В.К., Муканова Г.С.</i><br>Синтез и корнеобразующая активность дитиокарбаматов на основе<br>2-(метиламино)этанола и хинолин-8-ола.....                                                                                                                    | 31  |
| <i>Висурханова Я.А., Иванова Н.М., Соболева Е.А., Мулдахметов З.М.</i><br>Наночастицы меди в электрокаталитическом гидрировании ацетофенона.....                                                                                                                                                            | 37  |
| <i>Аппазов Н.О., Базарбаев Б.М., Диярова Б.М., Лыгина О.С., Шурагазиева А.Т.,<br/>Акылбеков Н.И.</i> Получение активированного угля со-термолизом рисовой соломы<br>и нефтешлама.....                                                                                                                       | 46  |
| <i>Ахметкаримова Ж.С., Жаксыбаева Г.Ш., Мейрамов М.Г., Мусина Г.Н.,<br/>Богжанова Ж.Қ.</i> Оптимизация хроматографического метода идентификации<br>компонентного состава антраценового масла коксохимического производства.....                                                                             | 52  |
| <i>Ергожин Е.Е., Калиева Б.К., Калмуратова К.М., Садыков К.А., Бегенова Б.Е.</i><br>Извлечение ионов $\text{Co}^{2+}$ сульфокатионитами на основе растительного сырья и<br>глицидилметакрилата.....                                                                                                         | 59  |
| <i>Харламова Т.В.</i> «Зеленые» направления микроволновой экстракции<br>в химии природных соединений. Сообщение 2: Факторы экологичности<br>микроволновой экстракции.....                                                                                                                                   | 63  |
| <i>Аппазов Н.О., Турманов Р.А., Жаппарбергенов Р.У., Диярова Б.М., Лыгина О.С.,<br/>Шурагазиева А.Т., Акылбеков Н.И.</i> Получение активированного угля со-термолизом<br>рисовой шелухи и нефтешлама.....                                                                                                   | 77  |
| <i>Сатаева С.С., Имангалиева А.У.</i> Исследование физико-химических свойств серы<br>Атырауского нефтеперерабатывающего завода.....                                                                                                                                                                         | 84  |
| <i>Ергожин Е.Е., Чалов Т.К., Мельников Е.А.</i> Сорбционное извлечение палладия<br>на основе различных органических соединений.....                                                                                                                                                                         | 92  |
| <i>Елемесова Ж.К., Шен Р.</i> Энергетическое топливо на основе<br>металлоорганических каркасов: влияние на горение состава нитрата аммония и магния.....                                                                                                                                                    | 98  |
| <i>Сатаева С.С., Имангалиева А.У.</i> Использование нефтяных отходов<br>для получения серного цемента.....                                                                                                                                                                                                  | 113 |
| <i>Матаев М.М., Саксена С.М., Абишева Н.Б., Турсинова Ж.И., Абдраймова М.Р.,<br/>Оналбек Г.С.</i> Синтез и рентгенографическое исследование хромита – феррита гадолиния<br>состава $\text{Gd}_{(1-x)}\text{MeCr}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}\text{O}_3$ ( $\text{Me} = \text{Ca}, \text{Mg}, x \approx 0,7$ )..... | 120 |
| <i>Усманов С., Омарова Г.Т., Байбацбаева Ш., Рамазанова Э.Н., Толкын Б.,<br/>Махмудов Р.У., Усманов Х.С.</i> Физико-химические и товарные свойства обогащенных<br>удобрений.....                                                                                                                            | 128 |
| <i>Джакупова Ж.Е., Жатканбаева Ж.К., Берденов С.М.</i> Исследование<br>физико-химических особенностей высоковязких нефтей для повышения<br>нефтевытеснения.....                                                                                                                                             | 140 |
| <i>Умерзакова М.Б., Кравцова В.Д., Сариева Р.Б., Искаков Р.М.</i> Композиции<br>на основе алициклического полиимида и природного минерала монтмориллонита.....                                                                                                                                              | 149 |
| <i>Малмакова А.Е., Ю В.К., Пралиев К.Д., Искакова Т.К., Сейлханов Т.М.</i><br>Новые производные пиперазинзамещенного биспидина на основе<br>1-(3-бутоксипропил)-4-оксопиперидина.....                                                                                                                       | 160 |