

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»

1 (65)

ЯНВАРЬ – МАРТ 2019 г.
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2019

*Е. Е. ЕРГОЖИН, Т. К. ЧАЛОВ, К. Х. ХАКИМБОЛАТОВА,
К. М. КАЛМУРАТОВА, Д. К. ТОЛЕМИСОВА, К. А. САДЫКОВ*

АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы, Республика Казахстан

СОРБИЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ХЕЛАТООБРАЗУЮЩЕГО КАТИОНИТА НА ОСНОВЕ ГЛИЦИДИЛМЕТАКРИЛАТА ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ Pb^{2+}

Аннотация. Методом классической полярографии изучена сорбция ионов Pb^{2+} из растворов $Pb(NO_3)_2$ новым хелатообразующим катионитом, синтезированным на основе глицидилметакрилата, метилметакрилата с нефтяным битумом и оксиэтилендифосфоновой кислоты.

Ключевые слова: хелатообразующие сорбенты, катионит, сорбция, ионный обмен, фосфорсодержащие иониты, нефтяной битум.

В настоящее время в качестве основы для синтеза хелатообразующих сорбентов используют различные соединения: полимеры линейного и пространственного строения, полученные поликонденсацией и полимеризацией, природные органические полимеры, синтетические волокна и другие. В качестве полимерных матриц все больше используют целлюлозу, сополимеры стирола, метилметакрилата или акрилонитрила с дивинилбензолом и другие макромолекулы.

Важным отличием хелатообразующих высокомолекулярных соединений от других типов сорбентов является наличие в структуре химически активных групп, способных взаимодействовать с находящимися в растворе ионами металлов с образованием хелатных комплексов. Такие активные центры могут быть введены путем химических превращений или они образуются в процессе их синтеза [1, 2].

Проблема создания новых высокоэффективных сорбентов для очистки сточных вод и извлечения ионов тяжелых металлов в гидрометаллургии, медицине, пищевой промышленности, водоподготовке, для сорбции и концентрирования изотопов, а также для решения проблем нефтяных разливов на поверхности воды. Комплексное использование природных и энергосберегающих ресурсов и охрана окружающей среды в Республике Казахстан остается актуальной [3].

Рассмотрена возможность синтеза и исследования полиэлектролитов на основе многотоннажных тяжелых нефтяных остатков, являющихся доступным природным органическим сырьем [4]. Высокая радиационная устойчивость фосфорнокислых катионитов, по сравнению с другими типами ионитов, позволяет использовать их в растворах радиационной активностью [5].

Сточные воды гидрометаллургических производств зачастую являются источником больших потерь ценных компонентов и загрязнения водоемов.

Большинство таких вод предприятий свинцово-цинковой промышленности содержат в растворенном виде тяжелые цветные металлы (Pb, Zn, Cu) [6]. Поэтому их очистка имеет большое экономическое и экологическое значение. Ионообменные методы позволяют эффективно концентрировать ионы металлов из больших объемов сильно разбавленных растворов и, следовательно, уменьшить экологическую нагрузку на открытые водоемы. Использование ионитов для очистки сточных вод от ионов Pb^{2+} пока не нашло широкого применения, несмотря на то, что свинец относится к наиболее токсичным элементам [7-8]. Поэтому актуальной остается проблема создания ионообменных материалов, которые должны быть селективными по отношению к ионам тяжелых металлов, в том числе свинца.

Цель работы – исследование сорбции ионов Pb^{2+} из растворов $Pb(NO_3)_2$ новым хелатообразующим катионитом на основе глицидилметакрилата (ГМА), метилметакрилата (ММА) с нефтяным битумом (НБ) и оксиэтилендифосфоновой кислоты (ОЭДФ).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Хелатообразующий катионит получали сополимеризацией ГМА и ММА методом радикальной полимеризации в растворе диметилформамида (ДМФА) в присутствии инициатора пероксида бензоила (ПБ). На второй стадии проводили фосфорилирование полученного продукта 25%-ной оксиэтилендифосфоновой кислотой при температуре $80^{\circ}C$ в течение 4 ч и при массовом соотношении битум:сополимер:оксиэтилендифосфоновая кислота равном 1,0:1,0:3,0.

Сорбцию ионов Pb^{2+} из растворов $Pb(NO_3)_2$ синтезированным катионитом изучали в статических условиях при соотношении ионит:раствор, равном 1: 400, варьируя продолжительность извлечения от 0,5 ч до 7 сут, pH растворов от 1,1 до 5,8 и содержание в них свинца от 0,207 до 2,037 г/л. Обменную емкость рассчитывали по разности исходной и равновесной концентрации растворов, которую определяли методом классической полярографии на фоне 0,5М NH_4Cl по волне восстановления Pb^{2+} ($E_{1/2} = -0.41$ В). Полярограммы снимали на универсальном полярографе ПУ-1 в термостатированной ячейке при температуре $25 \pm 0,5^{\circ}C$, используя ртутный капаящий электрод. Кислород из анализируемых растворов удаляли путем продувания аргона в течение 5 мин. В качестве электрода сравнения служил насыщенный каломельный электрод.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для создания перспективных и высокопроизводительных ионнообменных процессов необходимо детальное изучение равновесных и кинетических свойств ионитов. Изотерма сорбции ионов Pb^{2+} из растворов $Pb(NO_3)_2$ хелатообразующим катионитом ГМА-ММА-НБ-ОЭДФ (рисунок 1) показывает,

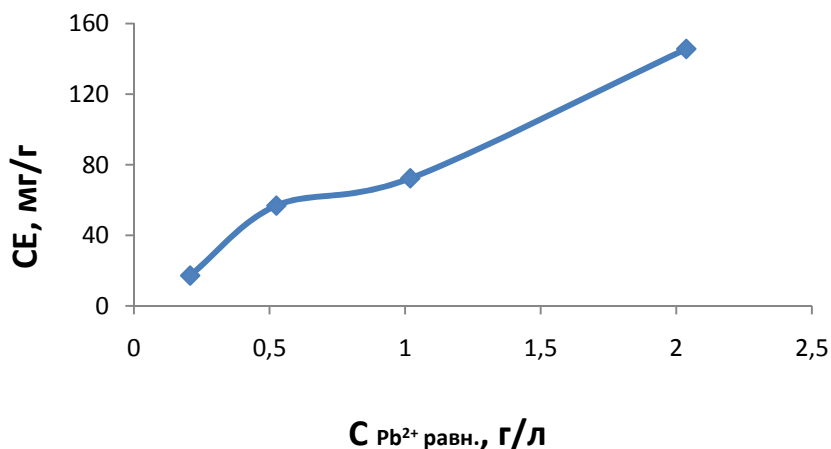


Рисунок 1 – Изотерма сорбции ионов Pb^{2+} из нитратных растворов хелатообразующим катионитом ГМА-ММА-НБ-ОЭДФ (продолжительность контакта 7 сут)

что увеличение концентрации ионов свинца способствует возрастанию сорбционной емкости (CE). Максимальное ее значение составляет 145,6 мг/г при извлечении ионов Pb^{2+} из растворов, содержащих 2,037 г/л свинца.

Известно, что селективные ионообменники хорошо сорбируют ионы тяжелых и переходных металлов [9], которая зависят от pH среды, с изменением которой ионы металлов в растворах могут находиться в разных ионных состояниях.

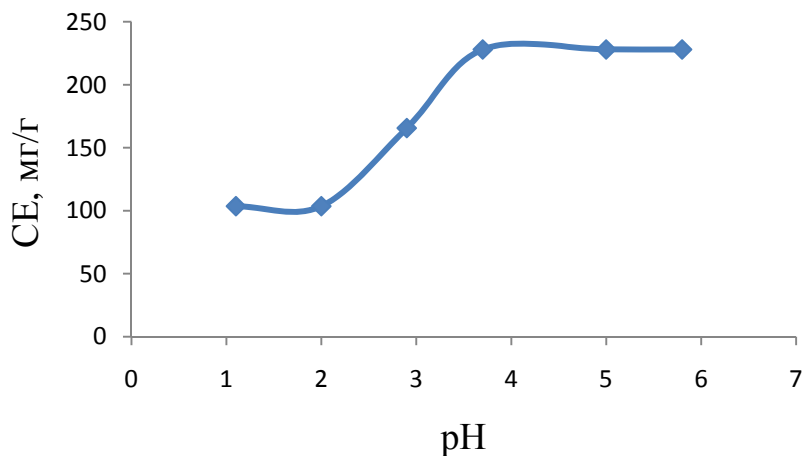


Рисунок 2 – Зависимость сорбционной емкости хелатообразующего катионита ГМА-ММА-НБ-ОЭДФ по ионам Pb^{2+} от pH среды ($C_{Pb^{2+}} = \text{г/л}$, продолжительность контакта 7 сут)

Исследование влияния кислотности среды на сорбции ионов Pb^{2+} (рисунок 2) показало, что более высокая извлекающая способность хелатообразующего катионита ГМА-ММА-НБ-ОЭДФ наблюдается в интервале рН 3,7-5,8. Увеличение СЕ при повышении кислотности среды обусловлено, очевидно, конкурентной сорбцией протонов (H^+).

Изучение кинетики ионного обмена позволяет выбирать оптимальные условия ведения процесса и контролировать его. Из рисунка 3 видно, что по ионам свинца равновесное состояние между раствором $Pb(NO_3)_2$, содержащим 2,037 г/л, имеющим рН=3,7 и катионитом ГМА-ММА-НБ-ОЭДФ устанавливается за 0,5 ч.

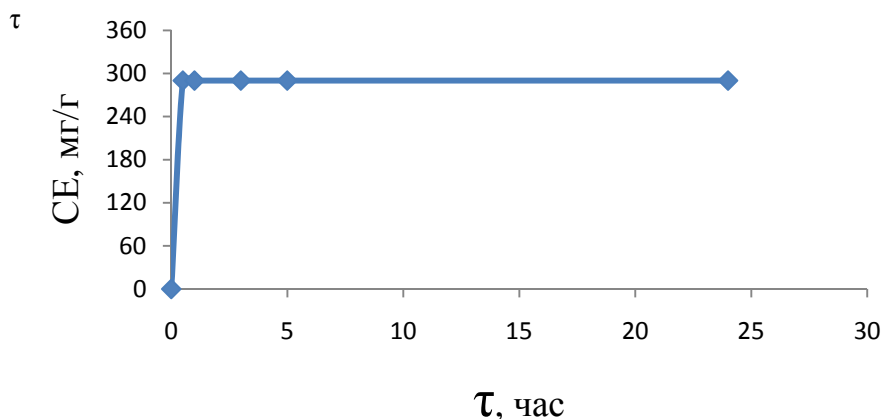


Рисунок 3 – Зависимость сорбционной емкости хелатообразующего катионита ГМА-ММА-НБ-ОЭДФ по ионам Pb^{2+} от продолжительности контакта ($C_{Pb^{2+}} = 2,037$ г/л, рН = 3,1)

Таким образом, на основании исследований можно сделать вывод, что новый хелатообразующий катионит ГМА-ММА-НБ-ОЭДФ является наиболее перспективным для сорбции ионов свинца (II) и проявляет хорошую поглощающую способность. Синтезированные новые хелатообразующие катиониты могут быть использованы в цветной и черной металлургии, а также для очистки промышленных стоков в атомной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мясоедова Г.В., Саввин С.Б., Хелатообразующие сорбенты. – М., 1984. – 172 с.
- [2] Оскотская Э.Р. Полимерные хелатообразующие сорбенты на полистирольной матрице в анализе природных и технических объектов: Дис. ... док. хим. наук. М., 2006. – 330 с.
- [3] Ергожин Е.Е., Бектенов Н.А., Акимбаева А.М. Полиэлектролиты на основе глицидилметакрилата и его сополимеров. – Алматы: ЭВЕРО, 2004. – 271 с.
- [4] Бостанова Ж.Л. Ионообменники на основе некоторых сополимеров глицидилметакрилата: Дис. ... канд. хим. наук: 02.00.06. – Алматы, 2003. – С. 117.

[5] Рахимова Л.С. Исследование физико-химических свойств полученного фосфорнокислого катионита на основе фурфурола // Электронный научный журнал. Universum: Химия и биология. – 2016. – № 8(26).

[6] Демидов В.И. Применение ионообменных смол для очистки сточных вод предприятий свинцово-цинковой промышленности. Ионные сорбенты в промышленности / Под ред. К. В. Смутова. – М.: изд-во АН СССР, 1963. – С. 160-166.

[7] Цыганков А.П., Балацкий О.Ф., Сенин В.Н. Технический прогресс – химия – окружающая среда. – М.: Химия, 1979. – С. 296.

[8] Порубаев В.П., Лебедев К.Б., Пятигорец Л.Ф., Салин А.А. Применение ионообменных смол для очистки сточных вод от хрома, меди, никеля, кобальта свинца, цинка и кадмия // Тр. Казмеханообра. – Алма-Ата, 1970. – № 3. – С. 161-178.

[9] Inamuddin Mohammad Luqman. Ion Exchange Technology I Theory and Materials. Springer Science+Business Media B.V. 2012. 550 p.

REFERENCES

[1] Mjasoedova G.V., Savvin S.B. Helatobrazujushhie sorbenty. M., 1984. 172 h.

[2] Oskotskaja Je.R. Polimernye helatobrazujushhie sorbenty na polistirol'noj matrice v analize prirodnyh i tehniceskikh ob'ektov: Dis. ... dok. him. nauk. M., 2006. 330 p.

[3] Ergozhin E.E., Bektenov N.A., Akimbaeva A.M. Polijelektrolity na osnove glicidilmetakrilata i ego sopolimerov. Almaty: JeVERO, 2004. 271 P.

[4] Bostanova Zh.L. Ionoobmenniki na osnove nekotoryh sopolimerov glicidilmetakrilata: Dis. ... kand. him. nauk: 02.00.06. Almaty, 2003. p. 117.

[5] Rahimova L.S. Issledovanie fiziko-himicheskikh svojstv poluchennogo fosfornokislogo kationita na osnove furfurola // Jelektronnyj nauchnyj zhurnal. Universum: Himija i biologija. 2016. N 8(26).

[6] Demidov V.I. Primenenie ionoobmennyh smol dlja ochistki stochnyh vod predpriyatij svincovo-cinkovoj promyshlennosti. Ionnye sorbenty v promyshlennosti / Pod red. K. V. Smutova. M.: izd-vo AN SSSR, 1963. P. 160-166.

[7] Cygankov A.P., Balackij O.F., Senin V.N. Tehniceskij progress – himija – okružhaju-shhaja sreda. M.: Himija, 1979. P. 296.

[8] Porubaev V.P., Lebedev K.B., Pjatigorec L.F., Salin A.A. Primenenie ionoobmennyh smol dlja ochistki stochnyh vod ot hroma, medi, nikelja, kobal'ta svinca, cinka i kadmija // Tr. Kazmeha-nobra. Alma-Ata, 1970. N 3. P. 161-178.

[9] Inamuddin Mohammad Luqman. Ion Exchange Technology I Theory and Materials. Springer Science+Business Media B.V. 2012. 550 p.

Резюме

*Е. Е. Ерғожин, Т. К. Чалов, К. Х. Хақимболатова,
К. М. Қалмуратова, Д. К. Толемисова, К. А. Садықов*

Рb²⁺ ИОНДАРЫНА ҚАТЫСТЫ ГЛИЦИДИЛМЕТАКРИЛАТ НЕГІЗІНДЕГІ ХЕЛАТТҮЗГІШ КАТИОНИТТІҢ СОРБЦИЯЛЫҚ МҮМКІНДІКТЕРІ

Классикалық полярграфия әдісі арқылы глицидилметакрилат, метилметакрилатпен мұнай битумы және оксиэтилендифосфон қышқылы негізінде алынған хелаттүзуші катиониттің Рb(NO₃)₂ ерітіндісінен Рb²⁺ иондарын сіңіруі зерттелді.

Түйін сөздер: хелаттүзуші сорбенттер, катионит, сорбция, ион алмасу, фосфорқұрамды иониттер, мұнай битумы.

Summary

*E. E. Ergozhin, T. K. Chalov, K. Kh. Khakimbolatova,
K. M. Kalmuratova, D. K. Tolemisova, K. A. Sadykov*

SORPTION ABILITY OF CHELATING CATION EXCHANGERS BASED ON GLYCIDYL METHACRYLATE IN RELATION TO Pb^{2+} IONS

The method of classical polarography has been used to study the sorption of Pb^{2+} ions from $Pb(NO_3)_2$ solutions by a new chelating cation resin synthesized on the basis of glycidyl methacrylate, methyl methacrylate with petroleum bitumen and hydroxyethylene diphosphonic acid.

Key words: chelating sorbents, cation exchanger, sorption, ion exchange, phosphorus-containing ion exchangers, petroleum bitumen.