

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»

3 (71)

ИЮЛЬ – СЕНТЯБРЬ 2020 г.
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2020

К. М. КАЛМУРАТОВА, Е. Е. ЕРГОЖИН, Т. К. ЧАЛОВ, К. А. САДЫКОВ

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

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ МЕДИ (II) ХЕЛАТООБРАЗУЮЩИМИ КАТИОНИТАМИ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ ГЛИЦИДИЛМЕТАКРИЛАТА

Аннотация. Методом атомной адсорбции изучена сорбция ионов Cu^{2+} из растворов CuSO_4 новым хелатообразующим катионитом, синтезированным на основе глицидилметакрилата, метилметакрилата и оксиэтилендифосфоновой кислоты.

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

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 [1].

Экологическая проблема загрязнения водоемов из-за сброса сточных вод большинства предприятий особенно актуальна в топливно-энергетическом комплексе, нефтяной, химической, металлургической и пищевой отраслях промышленности [2].

В различных сточных водах количество металлов колеблется в широких пределах. Медь относится к числу нормируемых минеральных компонентов, присутствие ее в природных, сточных, водопроводных и котловых водах регламентируется на уровне ПДК. Для меди ПДК в питьевой воде составляет 1,0 мг/г [3]. В то же время в кислых стоках заводов обработки цветных металлов содержится 60–120 мг/л, в сточных водах гальванических цехов – 80–100 г/л меди [4]. Поскольку одним из методов добычи меди из медных, медно-цинковых, медно-никелевых и медно-кобальтовых руд является выщелачивание разбавленным 1-5 % -ным водным раствором серной кислоты, то существует также проблема выделения ионов меди из сернокислых растворов и рудничных вод с ее малым содержанием, для решения которой перспективны методы ионного обмена и сорбции [5]. Применение полимерных сорбентов для извлечения ионов меди из сточных вод гидрометаллургического производства позволит не только избежать больших потерь ценного металла, но и предотвратить экологические последствия от его попадания в окружающую среду. Поэтому получение ионитов с высокими сорбционными и кинетическими свойствами для извлечения ионов Cu^{2+} имеет важное научное и практическое значение.

Цель работы – исследование сорбции ионов Cu^{2+} из растворов CuSO_4 новым хелатообразующим катионитом на основе глицидилметакрилата (ГМА), метилметакрилата (ММА) и оксиэтилендифосфоновой кислоты (ОЭДФ).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

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

Сорбционную емкость (СЕ) определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии. В колбу помещали навеску катионита 0,05 г, взвешенную с точностью до 0,0002, затем вносили 20 мл раствора соли соответствующего металла. После определенного времени образцы отфильтровали, сорбционную емкость (СЕ, мг-экв/г) катионитов по отношению к ионам металлов определяли по формуле:

$$A_p = \frac{(C_0 - C_p) \cdot V}{m}$$

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для создания перспективных и высокопроизводительных ионнообменных процессов необходимо детальное изучение равновесных и кинетических свойств ионитов. Изотерма сорбции ионов Cu^{2+} из растворов CuSO_4 хелатообразующим катионитом ГМА-ММА-ОЭДФ (рисунок 1) показывает, что увеличение концентрации ионов меди способствует возрастанию сорбционной емкости (СЕ). Максимальное ее значение составляет 41,07 мг/г при извлечении ионов Cu^{2+} из растворов, содержащих 103 мг/л меди.

Известно, что селективные ионообменники хорошо сорбируют ионы тяжелых и переходных металлов [6], которые зависят от pH среды, с изменением которой ионы металлов в растворах могут находиться в разных ионных состояниях.

С уменьшением кислотности раствора с 1,2 до 5,9 сорбционная емкость катионита ГМА-ММА-ОЭДФ, содержащего 103 мг/л ионов меди из раствора CuSO_4 , увеличивается сорбционная емкость катионита с 32,15 до 40,21 мг/г. Максимальная сорбционная способность наблюдается при $\text{pH}=4,3$ (СЕ=40,21 мг/г). Это означает что катионит хорошо сорбирует в слабокислотной среде.

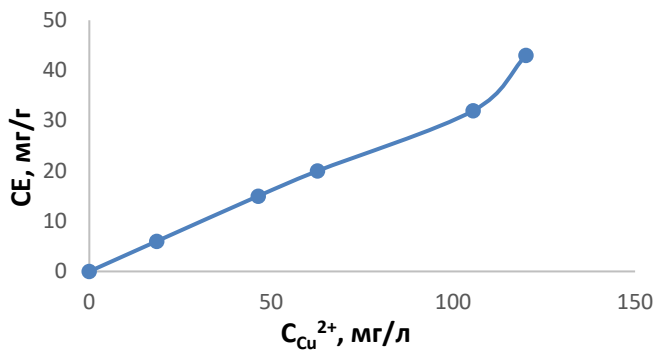


Рисунок 1 – Изотерма сорбции ионов Cu^{2+} из сульфатных растворов хелатообразующим катионитом ГМА-ММА-ОЭДФ (продолжительность контакта 7 сут)

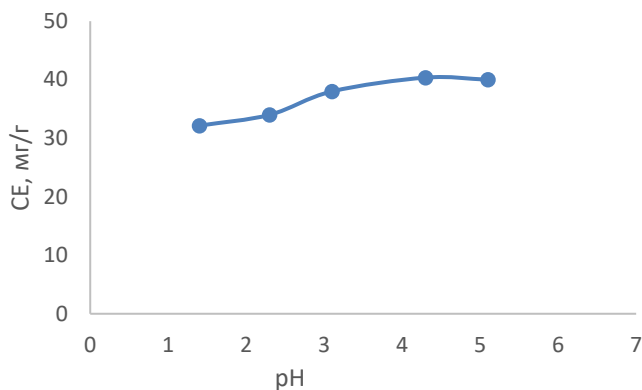


Рисунок 2 – Зависимость сорбционной емкости хелатообразующего катионита ГМА-ММА-ОЭДФ по ионам Cu^{2+} от pH среды ($C_{Cu^{2+}}=103 \text{ мг/л}$, продолжительность контакта 7 сут)

Изучение кинетики ионного обмена позволяет выбирать оптимальные условия ведения процесса и контролировать его. Из рисунка 3 видно, что по ионам меди равновесное состояние между раствором $CuSO_4$, содержащим 103 мг/л, имеющим $pH=3,7$, катионитом ГМА-ММА-ОЭДФ устанавливается за 1 ч ($CE=40,36 \text{ мг/г}$).

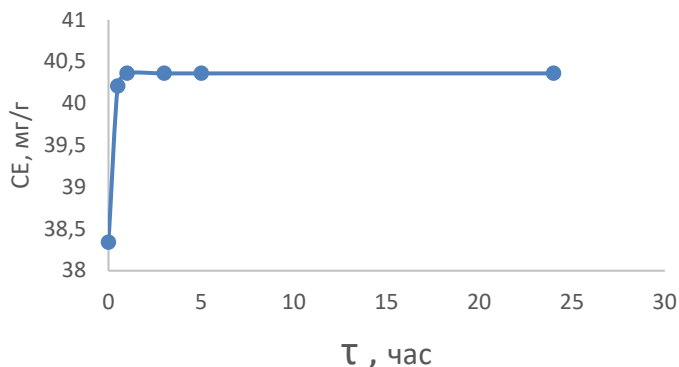


Рисунок 3 – Зависимость сорбционной емкости хелатообразующего катионита ГМА-ММА-ОЭДФ по ионам Cu^{2+} от продолжительности контакта ($C_{\text{Cu}^{2+}} = \text{мг/л}$, $\text{pH} = 3,7$)

Таким образом, можно сделать выводы, что новый хелатообразующий катионит ГМА-ММА-ОЭДФ является наиболее перспективным для сорбции ионов меди (II), проявляющий хорошую поглощающую способность. Синтезированные новые хелатообразующие катиониты могут быть использованы в цветной и черной металлургии, а также для очистки промышленных стоков в гидрометаллургических производствах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ергожин Е.Е., Бектенов Н.А., Акимбаева А.М. Полиэлектролиты на основе глицидилметакрилата и его сополимеров. – А.: ЭВЕРО, 2004. – 271 с.
- [2] Домрачева В.А., Шийров Г. Адсорбционное извлечение ионов тяжелых металлов углеродными сорбентами в статических условиях // Цветные металлы. – 2013. – № 1. – С. 43-47.
- [3] Земскова Л.А., Шевелева И.В., Войт А.В., Емелина Т.Б., Глущенко В.Ю. Сорбция и электросорбция Cu (II) модифицированными углеродными сорбентами // Цветные металлы. – 2007. – № 2. – С. 57-60.
- [4] Ергожин Е.Е., Никитина А.И., Бектенов Н.А., Кабулова Г.К. Сорбция ионов Cu^{2+} сульфокатионитами на основе растительного сырья и глицидилметакрилата // Известия НАН РК. Серия химии и технологии. – 2011. – № 3(387). – С. 14-16.
- [5] Ергожин Е.Е., Никитина А.И., Кабулова Г.К., Бектенов Н.А., Калиева Б.К. Новые фитосорбенты на основе глицидилметакрилата для извлечения ионов меди (II) // Хим. Журн. Казахстана. – 2011. – № 1. – С. 74-77.
- [6] Inamuddin Mohammad Luqman. Ion Exchange Technology I Theory and Materials. – Springer Science+Business Media B.V. – 2012. – 550 p.

Резюме

К. М. Калмуратова, [Е. Е. Ергожин], Е. Е. Ергожин, Т. К. Чалов, К. А. Садыков

**ГЛИЦИДИЛМЕТАКРИЛАТ СОПОЛИМЕРЛЕРІ НЕГІЗІНДЕ ХЕЛАТ ТҮЗГІШ
КАТИОНИТТЕРМЕН МЫС (II) ИОНДАРЫН СІЦІРІП АЛУ**

Атомдық адсорбция әдісі арқылы глицидилметакрилат, метилметакрилат және оксиэтилендифосфон қышқылы негізінде синтезделген жаңа хелаттүзгіш катиониттің CuSO_4 ерітіндісінен Cu^{2+} иондарының сорбциясы зерттелді.

Түйін сөздер: хелаттүзуші сорбенттер, катионит, сорбция, ион алмасу, фосфор-құрамды иониттер.

Summary

К. М. Kalmuratova, [E. E. Ergozhin], T. K. Chalov, K. A. Sadykov

**EXTRACTION OF COPPER (II) IONS BY CHELATE-FORMING
CATIONITES BASED ON GLYCIDYLMETACRYLATE COPOLIMERS**

Sorption of Cu^{2+} ions from CuSO_4 solutions by a new chelating cation exchanger synthesized based on glycidyl methacrylate, methyl methacrylate and hydroxyethylene diphosphonic acid was studied by atomic adsorption.

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