

Е.Е. ЕРГОЖИН, А.И. НИКИТИНА, Н.А. БЕКТЕНОВ, Г.К. КАБУЛОВА

СОРБЦИЯ ИОНОВ Cu^{2+} СУЛЬФОКАТИОНИТАМИ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ГЛИЦИДИЛМЕТАКРИЛАТА

Методом классической полярографии в статических условиях изучена сорбция ионов Cu^{2+} новыми сульфокатионитами на основе хлопка, пшеничной соломы, камыша и глицидилметакрилата из растворов CuSO_4 . Исследовано влияние концентрации и pH растворов, а также продолжительности контакта с ионитами на их сорбционные свойства. Установлено, что катионит, синтезированный из пшеничной соломы, обладает более высокими сорбционными и кинетическими характеристиками, чем сорбенты на основе камыша и хлопка. Обменная емкость по ионам меди при pH 3,4 достигает 178,6 мг/г. Равновесие между ним и раствором CuSO_4 , содержащим 2,0 г/л ионов меди, достигается соответственно за 8 ч.

Применение полимерных сорбентов для извлечения ионов меди из сточных вод гидрометаллургии позволит не только избежать больших потерь ценного металла, но и предотвратить экологические последствия от его попадания в окружающую среду. Например, в кислых стоках заводов обработки цветных металлов (водах промывки металлов после травления) содержится 60–120 мг/г меди [1], в сточных водах гальванических цехов – 80–100 г/л (отработанные ванны травления) и 10 г/л (промывные воды) [2]. В связи с этим актуальной проблемой является создание дешевых и доступных ионитов для сорбции ионов Cu^{2+} [3]. Нами получены новые сульфокатиониты на основе глицидилметакрилата (ГМА) и возобновляемого растительного сырья – хлопка (Х), пшеничной соломы (С), камыши (К).

Цель работы – изучение сорбции ионов Cu^{2+} сульфокатионитами на основе ГМА и растительного сырья из сульфатных растворов.

Экспериментальная часть

Сорбцию ионов Cu^{2+} из растворов CuSO_4 сульфокатионитами КС-ГМА-Х, КС-ГМА-С и КС-ГМА-К в H^+ -форме изучали в статических условиях при соотношении ионит:раствор 1:400 и комнатной температуре $20\pm2^\circ\text{C}$, варьируя продолжительность извлечения от 1 ч до 7 сут, pH растворов от 1,4 до 4,5 и содержание в них меди от 0,15 до 2,00 г/л. Обменную емкость рассчитывали по разности исходной и равновесной концентрации растворов, которую определяли методом классической полярографии на фоне 0,5M NH_4Cl по волне восстановления Cu^{2+} ($E_{1/2} = -0,16\text{V}$). Полярограммы снимали на полярографе ПУ-1 в терmostатированной ячейке при $25\pm0,5^\circ\text{C}$, используя ртутный капающий электрод. Кислород из анализируемых растворов удаляли путем пропускания аргона в течение 5 мин. В качестве электрода сравнения служил насыщенный каломельный электрод.

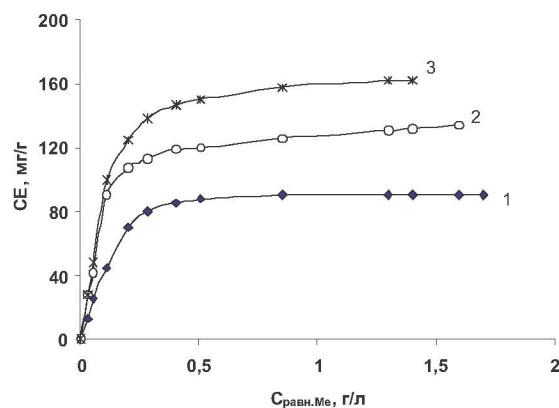


Рис.1. Изотермы сорбции ионов Cu^{2+} сульфокатионитами КС-ГМА-Х (1), КС-ГМА-К (2), КС-ГМА-С (3). Продолжительность контакта 7 сут, $\text{pH}=4,5$

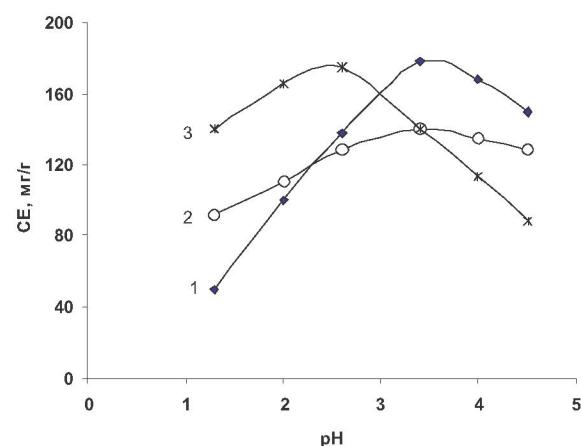


Рис.2. Зависимость сорбции ионов Cu^{2+} сульфокатионитами КС-ГМА-С (1), КС-ГМА-К (2) и КС-ГМА-Х (3) от кислотности среды (продолжительность контакта 7 сут, $C_{\text{Cu}}=2,0 \text{ г/л}$)

Результаты и их обсуждение

Для определения оптимальных условий процесса исследована сорбция ионов Cu^{2+} сульфокатионитами КС-ГМА-С, КС-ГМА-К и КС-ГМА-Х в зависимости от концентрации и pH растворов CuSO_4 , а также продолжительности их контакта с ионитами (рис.1-3).

Как видно из рис.1, в области низких концентраций ионы Cu^{2+} поглощаются в одинаковой степени катионитами КС-ГМА-С и КС-ГМА-К. Сорбент на основе хлопка и ГМА уступает им по своей извлекающей способности, а максимальная сорбционная емкость (CE) по ионам меди наблюдается на катионите КС-ГМА-С.

Кислотность среды оказывает существенное влияние на сорбцию ионов Cu^{2+} сульфокатионитами (рис.2).

Наибольшие значения CE катионообменников КС-ГМА-С (178,6 мг/г) и КС-ГМА-К (146,0 мг/г) наблюдаются при pH 3,4, а КС-ГМА-Х (175,1 мг/г) — при pH 2,6. Это свидетельствует, очевидно, что основная доля извлекаемых ионов металла катионитами приходится не на ионный обмен, а на комплексообразование Cu^{2+} с функциональными группами сорбента. Предполагается [4], что сорбция ионов переходных металлов (M) из растворов может осуществляться за счет комплексообразования с участием электронно-донорных групп лигандов (L) по схеме:

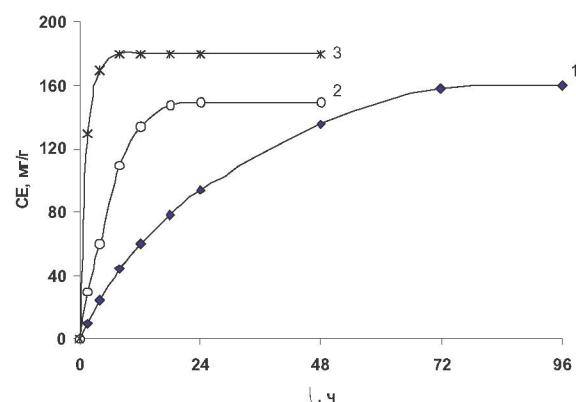
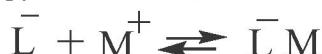


Рис.3. Зависимость сорбции ионов Cu^{2+} от продолжительности контакта сульфокатионитов КС-ГМА-Х (1), КС-ГМА-К (2) и КС-ГМА-С (3) с раствором CuSO_4 ($\text{pH}=3,4$, $C_{\text{Cu}}=2,0 \text{ г/л}$)

В сульфокатионатах на основе растительного сырья и ГМА комплексообразующей способностью обладают атомы кислорода и серы с неподеленными парами электронов.

Кинетические кривые извлечения ионов Cu^{2+} сульфокатионитами, синтезированными из растительного сырья и ГМА, приведены на рис.3. Равновесие между раствором CuSO_4 , содержащим 2,0 г/л ионов меди, при pH 3,4, и катионитами КС-ГМА-С, КС-ГМА-К и КС-ГМА-Х достигается соответственно за 8, 18 и 72 ч.

Значение максимальной обменной емкости слабоосновного анионита АМ-7 по ионам Cu^{2+}

равняется 3,5 мг-экв/г или 111,2 мг/г [5]. При извлечении ионов Cu^{2+} из 0,01 н раствора $CuSO_4$ (0,318 г/л меди, pH 5,1) полимер-неорганический сорбент на основе сильнокислотного катионита и гидроксида железа (III) имеет динамическую обменную емкость 2,10 мг-экв/г (66,7 мг/г), а катионит Dowex Marathon C (аналог КУ-2х8) – 0,18 мг-экв/г (5,7 мг/г) [6,7]. Емкость сорбента на основе ламинарии по ионам меди составляет 56,65 мг/г, а комбинированного сорбента из модифицированной крупки ламинарии и цеолита – 12,79 мг/г [8]. Сравнительный анализ полученных нами данных с литературными показывает, что сорбционные свойства новых сульфокатионитов на основе пшеничной соломы, камыша, хлопка и ГМА значительно выше, чем у других известных ионитов.

Таким образом, катионообменник, синтезированный из пшеничной соломы и ГМА, обладает более высокими сорбционными и кинетическими характеристиками, чем сорбенты на основе камыша и хлопка. Его можно рекомендовать для извлечения ионов Cu^{2+} в гидрометаллургическом производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев К.Б., Казанцев Е.И., Розманов В.М., Пахолков В.С., Чемезов В.А. Иониты в цветной металлургии. М.: Металлургия. 1975. 352 с.
2. Гарбер М.И. Ресурсосберегающая технология гальванических покрытий. М.: Машиностроение. 1988. 58 с.
3. Ергожин Е.Е., Бектеменов Н.А., Акимбаева А.М. Полиэлектролиты на основе глицидилметакрилата и его сополимеров. Алматы: Эверо. 2004. 271 с.
4. Багровская Н.А., Никифорова Т.Е., Козлов В.А., Липин С.А. Сорбционные свойства модифицированных древесных опилок // Химия в интересах устойчивого развития. 2006. №14. С.1–7.
5. Челнакова П.Н., Колодяжный В.А. Селективное извлечение катионов цветных металлов из сточных вод слабоосновными анионитами // Журн.прикл.химии. 2004. Т.77. Вып.1. С.78–82.

6. Иканина Е.В., Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Изотермы сорбции меди (II) композиционным ионитом // В мире научных открытий. 2010. №4 (10). Ч. 15. С.16–17.

7. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н., Иканина Е.В. Композиционный сорбент для извлечения из стоков тяжелых металлов и влияние природы щелочи на его сорбционные свойства // Тез.докл.науч.-практ.конф. «Инновационные технологии в промышленности Уральского региона» в рамках Междунар. выс. «Industry Expo», 5–7 ноября 2008 г. М.: РХТУ. С.48–49.

8. Белоева Т.В., Селиванова О.Н., Яковишина О.А. Гисто-химические исследования процессов сорбции цветных металлов сорбентом на основе ламинарии // Материалы 5-й науч.конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск – Камчатский. 2004. С.132–134.

Резюме

Классикалық полярография әдісі арқылы статикалық жағдайда мақта, бидай сабаны, қамыс және глицидилметакрилат негізіндегі жаңа сульфокатиониттердін Cu^{2+} иондарын $CuSO_4$ ерітіндісінен сініруі зерттелді. Олардың сору қасиеттеріне ерітіндінің концентрациясы мен pH, сонымен бірге иониттермен жанасу үзактығының әсері анықталды. Бидай сабанынан алғынган катиониттің сорбциялық және кинетикалық сипаттамалары қамыс пен мақта негізінде алғынган сорбенттерге қарағанда жоғары. Мыс иондары бойынша алмасу сыйымдылығы pH 3,4-те 178,6 мг/г. Құрамында 2,0 г/л мыс иондары бар $CuSO_4$ ерітіндісі мен ионит арасында тепе-тендік 8 сағатта орнады.

Summary

The sorption of Cu^{2+} ions by new sulfocationites on the basis of cotton, wheaten straw, bulrush and glycidylmethacrylate from $CuSO_4$ solutions by the method of classic polarography in static conditions has been studied. Influence of concentration and pH solutions, and also duration of contact to ionites on their sorption properties is investigated. It is established that cationite synthesized from wheaten straw possesses higher sorption and kinetic characteristics than sorbents on the basis of cotton and a bulrush. The exchange capacity on copper ions at pH 3,4 reaches 178,6 mg/g. Balance between sorbent and $CuSO_4$ solution containing 2,0 g/l of ions of copper, is reached accordingly for 8 hour.

АО «Институт химических наук им.А.Б.Бектурова», г.Алматы Поступила 07.06.2011 г.