

К. Х. ХАКИМБОЛАТОВА, Е. Е. ЕРГОЖИН, Т. К. ЧАЛОВ, А. И. НИКИТИНА

СОРБЦИЯ ИОНОВ МЕДИ (II) НОВЫМ МАКРОПОРИСТЫМ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИМ АНИОНИТОМ

АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы, Казахстан.
E-mail: ics_kamila@mail.ru

Аннотация. На основе глицидилпроизводного бензиламина, аллилглицидилового эфира и полиэтиленimina получен новый комплексообразующий анионит сетчатой структуры. Он обладает статической обменной емкостью по 0,1 н раствору HCl 4,5 мг-экв/г, благодаря этому анионит может быть использован для сорбции ионов различных металлов в гидрометаллургии и для решения экологических проблем. Исследована сорбция ионов меди (II) из модельных сульфатных растворов в статических условиях. Изучено влияние концентрации и кислотности растворов, а также продолжительности их контакта с анионитом на сорбционные характеристики анионита. Сорбционную емкость рассчитывали по разности исходной и равновесной концентрации растворов, которые определяли методом классической полярографии. Изотерма сорбции показывает, что с увеличением концентрации ионов металла в растворе сорбционная емкость возрастает. Установлено, что в интервале pH 1,5–3,2 сорбционная емкость анионита не изменяется и составляет 381,2 мг/г. Максимальное поглощение ионов Cu^{2+} наблюдается при pH 4,2, при котором сорбционная емкость достигает 550,8 мг/г. Изучение кинетических свойств анионита на основе глицидилпроизводного бензиламина, аллилглицидилового эфира и полиэтиленimina показало, что равновесное состояние при извлечении ионов меди (II) из раствора CuSO_4 , содержащего 1,96 г/л меди и имеющего pH 4,2, устанавливается за 5 ч. При этом степень извлечения составляет 70,3%. Благодаря высоким кинетическим и сорбционным свойствам полученный комплексообразующий анионит на основе глицидилпроизводного бензиламина, аллилглицидилового эфира и полиэтиленimina является перспективным для извлечения и концентрирования ионов меди (II) в гидрометаллургическом производстве.

Ключевые слова: анионит, ионы меди (II), изотерма сорбции, сорбционная емкость.

Медь входит в состав многих полиметаллических руд и поэтому содержится в образующихся при их переработке стоках различных предприятий гидрометаллургического производства. Она относится к числу нормируемых минеральных компонентов, присутствие ее в природных, сточных, водопроводных и котловых водах регламентируется на уровне ПДК (предельно допустимой концентрации) [1]. Для меди ПДК в питьевой воде составляет 1,0 мг/л.

Для очистки растворов от меди используются сорбенты разнообразных классов, главным образом хелатообразующие, дающие с медью прочные комплексы [2]. Их использование перспективно для создания комплексных схем, позволяющих использовать все ингредиенты рудного и техногенного сырья и обеспечивающих соблюдение ПДК вредных веществ в отходящих

потоках, а также приводящих к сокращению потребности предприятий в свежей воде [3]. В связи с этим актуальным является получение эффективных сорбентов для извлечения ионов меди (II).

Нами на основе глицидилового производного бензиламина (ГБА), аллилглицидилового эфира (АГЭ) и полиэтиленimina (ПЭИ) синтезирован комплексобразующий анионит со статической обменной емкостью по 0,1 н. раствору HCl 4,5 мг-экв/г.

Цель работы – исследование извлекающей способности полученного анионита по отношению к двухвалентным ионам меди (II) из модельных сульфатных растворов.

Экспериментальная часть

Сорбцию ионов Cu^{2+} анионитом на основе ГБА, АГЭ и ПЭИ в OH-форме изучали в статических условиях при соотношении сорбент:раствор, равном 1:400, комнатной температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$, варьируя концентрации металла в растворах CuSO_4 – от 0,203 до 1,959 г/л и кислотность растворов в пределах pH от 1,5 до 4,6 добавлением 0,1 н раствора H_2SO_4 . Продолжительность контакта сорбентов с раствором CuSO_4 составляла от 30 мин до 7 сут. Для приготовления модельных растворов использовали соль $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ квалификации «х.ч».

Сорбционную емкость (СЕ) рассчитывали по разности исходной и равновесной концентрации растворов, которые определяли методом классической полярографии на фоне 0,5 М NH_4Cl по волне восстановления Cu^{2+} ($E_{1/2} = -0,16$ В). Полярограммы снимали на универсальном полярографе ПУ-1 в термостатированной ячейке при температуре $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$, 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 оценки сорбционных характеристик анионита на основе ГБА, АГЭ и ПЭИ было изучено извлечение ионов меди (II) в зависимости от концентрации и pH модельных сульфатных растворов, а также продолжительности их контакта с анионитом (рисунки 1–3). На рисунке 1 представлена изотерма сорбции ионов меди (II).

С увеличением концентрации ионов металла в растворе сорбционная емкость возрастает, постепенно выходя при высоких концентрациях ионов в растворе на насыщение и достигает наибольшего значения 434,0 мг/г при их извлечении из раствора CuSO_4 , содержащего 1,96 г/л меди.

Оптимальные условия сорбционного процесса определяются наряду с другими факторами протонированием функциональных групп ионита и, следовательно, pH среды. Влияние кислотности растворов на извлечение ионов Cu^{2+} анионитом на основе ГБА, АГЭ и ПЭИ представлено на рисунке 2.

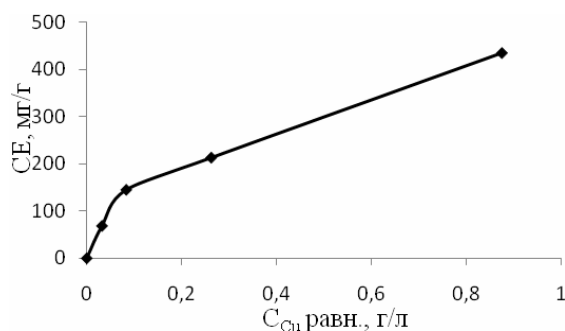


Рисунок 1 – Изотерма сорбции ионов меди (II) анионитом на основе ГБА, АГЭ и ПЭИ (продолжительность контакта 7 сут)

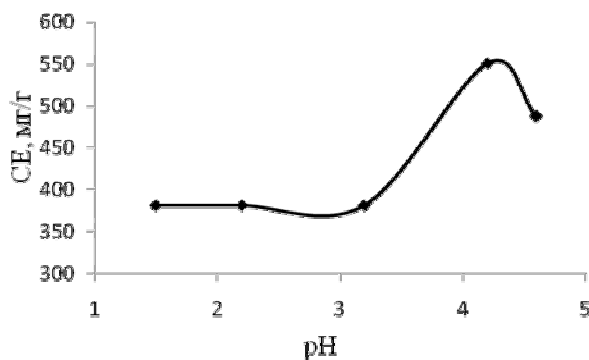


Рисунок 2 – Зависимость CE анионита на основе ГБА, АГЭ и ПЭИ по отношению к ионам меди (II) от рН раствора (продолжительность контакта 7 сут, $C_{Me} = 1$ г/л)

Кислотность среды особенно сильно влияет на ионообменную сорбцию слабо- и среднеосновными ионитами. При большой концентрации водородных ионов в растворе активные группы сорбента слабо диссоциируют, в результате чего понижается емкость ионита. Кроме того, с повышением концентрации кислоты может происходить конкурентная сорбция аниона SO_4^{2-} . Поэтому при рН 1,5–3,2 наблюдаются более низкие значения сорбционной емкости анионита 381,2 мг/г. Максимальное поглощение ионов Cu^{2+} (550,8 мг/г) наблюдается при рН 4,2.

Изучение кинетических свойств анионита на основе ГБА, АГЭ и ПЭИ показало, что равновесное состояние при извлечении ионов меди (II) из раствора $CuSO_4$, содержащего 1,96 г/л меди и имеющего рН 4,2, устанавливается за 5 ч (рисунок 3). При этом степень извлечения составляет 70,3%. Следует отметить, что уже за 1 ч поглощается практически половина катионов Cu^{2+} (48,6%).

Сточные воды при нанесении медно-цинкового покрытия содержат 20–25 мг/дм³ ионов меди [4]. Обменная емкость фосфорнокислого катионита КФП-12 по меди составляет 9,2 мг/г, что значительно ниже сорбционной способности синтезированного анионита. При извлечении ионов Cu^{2+} аминоксодержащим хемосорбционным полиамидным волокном из раствора,

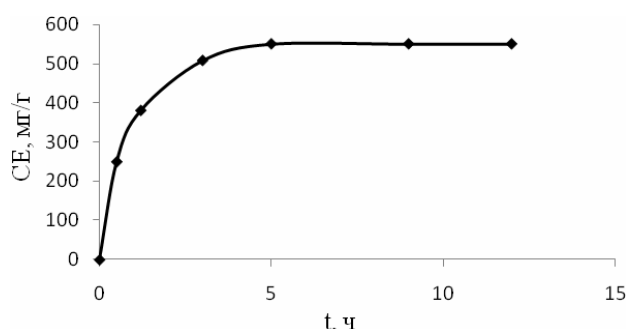


Рисунок 3 – Зависимость степени извлечения ионов меди (II) от продолжительности сорбции анионитом на основе ГБА, АГЭ и ПЭИ (рН = 4,2, $C_{Cu} = 1,96$ г/л)

содержащего около 1 г/л меди, СЕ достигает 98,36 мг/г [5]. Для полимерного сорбента с фосфоновокислотной группой при сорбции ионов меди (II) из сульфатных растворов СЕ составляет 400 мг/г.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что полученный комплексообразующий анионит на основе ГБА, АГЭ и ПЭИ обладает высокими кинетическими и сорбционными свойствами по отношению к ионам меди (II). Его можно использовать для извлечения и концентрирования ионов меди в гидрометаллургическом производстве.

Литература

- [1] Подчайнова В.Н., Симонова Л.Н. Медь. – М.: Наука, 1990. – 279 с.
- [2] Земскова Л.А., Шевелева И.В., Войт А.В., Емелина Т.Б., Глушенко В.Ю. Сорбция и электросорбция (II) модифицированными углеродными сорбентами // Цветные металлы. – 2007. – №2. – С. 57–60.
- [3] Беренгарген М.Г., Гуляева Е.С. Варианты схем очистки сточных вод производства стекловолокна // Вода: химия и экология. – 2012. – №1. – С. 32–38.
- [4] Пимнева Л.А. Очистка природных и сточных вод от цветных металлов // Успехи современного естествознания. – 2011. – №5. – С. 99–100.
- [5] Дружинина Т.В., Смоленская Л.М., Струганова М.А. Сорбция тяжелых металлов из модельных растворов аминокислотным хемосорбционным полиамидным волокном // Журнал прикл. химии. – 2003. – Т. 76, вып. 1. – С. 1976–1980.
- [6] Азизов А.А., Алосманов Р.М., Меликова А.Я., Магеррамов А.М. Сорбция ионов меди (II) из сульфатных растворов полимерным сорбентом с фосфоновокислотной группой // Химия и хим. технология. – 2003. – Т. 46, вып. 5. – С. 103–104.

Резюме

К. Х. Хахимболатова, Е. Е. Ергожин, Т. К. Чалов, А. И. Никитина

ЖАҢА МАКРОКЕУЕКТІ КОМПЛЕКСТҮЗУШІ АНИОНИТПЕН МЫС (II) ИОНДАРЫН СІҢІРУ

Глицилдиметуинды бензиламин, аллилглицидил эфири және полиэтиленимин негізінде жаңа торлы құрылымды комплекстүзуші анионит алынды. Статикалық жағдайда мыс (II) иондарын сіңірудің концентрацияға, сульфат ерітінділері үлгілерінің рН көрсеткішіне және де анионитпен әрекеттесу уақытының ұзақтығына тәуелділігі зерттелді.

Тірек сөздер: анионит, мыс (II) иондары, сорбция изотермасы, сорбция сыйымдылығы.

Summary

K. Kh. Khakimbatova, E. E. Ergozhin, T. K. Chalov, A. I. Nikitina

**SORPTION OF COPPERS' IONS (II)
BY NEW MACROPOROUS COMPLEXING ANIONITE**

New complexing anion exchanger with network structure on the basis of glycidyl benzylamine, allylglycidyl ether and polyethyleneimine was obtained. Under static conditions, sorption Cu (II) ions, depending on the concentration and pH of the sulfate solution model and the length of their contact with an anion exchanger.

Key words: anion exchanger, coppers' ions (II), the sorption isotherm, sorption capacity.