

ОЦЕНКА АДСОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ МОРДЕНИТСОДЕРЖАЩЕЙ ПОРОДЫ К ИОНАМ КАДМИЯ В СТАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Буцко З.Л., Староста В.И., Ершов Б.М., Галла В.Ю.

Ионообменная способность цеолитов вызывает уже длительное время повышенное внимание исследователей в связи с возможностью разрешения целого ряда экологических проблем [1-3].

Целью настоящей работы было изучение возможности использования цеолитов Закарпатья в качестве ионообменников для очистки воды от ионов кадмия.

Для исследования использовали морденитсодержащую породу Закарпатского месторождения и раствор соли $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ - сульфат кадмия-гидрат (3/8). Морденит месторождения Липча имеет следующий катионный состав в мг-экв/г: Na^+ -0,23; K^+ -0,38; Ca^{2+} -1,15; Mg^{2+} -0,06. Содержание ионов кадмия и натрия определяла пламенной фотометрией, ионов кальция комплексометрическим методом. Как видно из приведенных данных анализа, морденит является преимущественно кальциевой катионной формой [4].

Условия эксперимента в статических условиях: температура комнатная, навеска цеолита - 5г, размер фракции 0,5-0,3 мм, объем рабочего раствора - 50 см³, концентрация ионов кадмия в рабочем растворе - 1 мг/см³, время адсорбции 0,5-24 ч при периодическом перемешивании.

Термообработку цеолита осуществляли в муфельной печи при температуре 673 К в течении двух часов. Выбор температуры термообработки обусловлен тем, что морденитовая порода с Липча содержит 20% клиноптилолита, структура которого претерпевает необратимые изменения уже при 723 К [5]. Предел термической устойчивости структуры морденита данного месторождения значительно выше - 1023 К [5]. Термообработанный цеолит хранили в эксикаторе. В качестве осушителя использовали прокаленный силикагель.

Химический контроль содержания кадмия в растворе осуществляли фотометрическим методом с применением в качестве реагента основного красителя бриллиантового зеленого. Метод основан на экстракции ионного ассоциата кадмия с бромид ионами и реагентом с последующим фотометрированием окрашенного органического слоя. Предел обнаружения кадмия - 0,05 мкг/см³.

Изучено влияние размера зерен цеолита, его предварительной термообработки при 673 К и продолжительности процесса на величину адсорбции (u) ионов кадмия из рабочего раствора (табл. 1, 2).

Таблица 1

Влияние размера зерен и термообработки цеолита на величину адсорбции ионов кадмия в статических условиях (продолжительность процесса - 24 ч)

Размеры зерен, мм	Величина адсорбции - u , мг/г	
	исходная порода	термообработанная порода
0,5+1,0	6,1	7,2
1,0+2,0	5,8	6,1
2,0+3,0	5,3	5,6

Таблица 2

Кинетические характеристики адсорбции на морденит-содержащей породе ионов кадмия

Время, ч		Величина адсорбции, мг/г		Скорость адсорбции, мг/(г.ч)	
t	τ	a _τ	a _∞	V ₁	V _τ
0,5	0,5	0,25	0,25	0,50	0,50
2,0	1,5	2,45	2,20	1,22	1,47
8,0	6,0	3,60	1,15	0,45	0,19

Полученные результаты табл.1 свидетельствуют, что адсорбционная активность используемого цеолита по отношению к ионам кадмия возрастает с уменьшением размера зерен морденитсодержащей породы и проведением предварительной термообработки.

Для фиксации кинетических особенностей в табл.2 выделены: величина адсорбции с момента начала адсорбции до времени взятия пробы на анализ (a_τ, где τ - полное время адсорбции) и средняя величина адсорбции каждой ступени (a_∞, где τ - время адсорбции соответствующей ступени). Аналогичные обозначения введены для скорости адсорбционного процесса. Можно отметить, что в течении первых двух часов скорость адсорбции возрастает и далее идет ее снижение со временем.

Исходя из полученных данных адсорбции ионов кадмия в статических условиях рассчитали необходимое количество природных цеолитовых фильтров для связывания ионов Cd²⁺. При концентрации в растворе Cd²⁺ 3 мг/л расход цеолита для фракции 0,5-1,0; 1,0-2,0 и 2,0-3,0 мм составит соответственно 0,49; 0,52 и 0,57 кг/м³.

Изучена возможность регенерации использованного цеолита раствором 2N NaCl и влияние на регенерацию предварительной термической обработки (табл.3). Использовали фракцию морденитсодержащей породы с размерами зерен 0,5-1,0 мм, объем регенерирующего раствора - 50 см³, время регенерации - 24 ч при периодическом перемешивании. Полученные данные дают возможность отметить: во-первых, возрастание величины адсорбции ионов кадмия на регенерированной форме (т.е. натриевой форме) цеолита, чем на исходной породе; во-вторых, необходимость использования цеолита без предварительной термообработки, так как он значительно лучше регенерируется.

Таблица 3

Результаты регенерации цеолита в статических условиях

N цикла адсорбции-регенерации	Величина адсорбции a, мг/г		Степень извлечения Cd ²⁺ , %	
	исходная порода	термообработанная порода	исходная порода	термообработанная порода
0	6,1	7,2	65	39
1	9,5	8,7	60	39
2	8,0	7,3	62	40

Выводы.

1. Показана возможность адсорбции ионов кадмия из раствора на морденитсодержащих породах Закарпатья.
2. Наиболее целесообразно применять цеолит с размером зерен до 2 мм. Увеличению адсорбционной активности способствует применение в качестве

регенерирующего раствора 2N NaCl. Степень регенерации составит до 60%. Для выбора оптимального режима адсорбционного процесса, в частности времени адсорбции, необходим учет его кинетических особенностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковальский В.В. Геохимическая экология.- М.: Наука, 1974.- С.299.
2. Сенжин М.М. Ионный обмен в технологии и химии неорганических веществ.- М.: Химия, 1990.- С.271.
3. Челлишев Н.Ф., Волошин В.Ф., Крюков В.Л. Низкообменные свойства природных высококремнистых цеолитов.- М.: Наука, 1988.- С.192.
4. Бобонич Ф.М., Бунко З.Л., Ершов Б.М. Зависимость физико-химических свойств морденитовой породы Закарпатья от условий кислотной активации /Сб.: Дисперсные минералы Закарпатья и научно-технический прогресс.- Ужгород, 1988.- С.43-53.
5. Физико-химические свойства Закарпатского морденита /Бобонич Ф.М., Вальтер А.А., Мислякевич Я.В., Деменко Д.П., Ильин В.Г./ Минералогический ж., 1980.- N2.- С.90-94.

SUMMARY

of article "Mark of adsorbent ability mordenitkeeping rock to cadmium ions in static condition"

after Butsko Z.L., Starosta V.I., Yershov B.M., Halla V.Yu.

Adsorption from aqueous solutions of cadmium ions on mordenitkeeping rock of Transcarpathian deposit is investigated in this work.

Process of investigation was done in static conditions. Chemical analysis for cadmium ions containing in solution was done with photometric methods. Influence of zeolite grain size (0.5 - 3.0 mm) on adsorption value of cadmium ions and time of adsorption (0.5 - 24 hour) are investigated.

Regeneration with solution 2N NaCl of zeolite grains leads to increase of adsorption. Degree of regeneration reaches 60%. Consideration of kinetic peculiarities is necessary for election of optimal regime of adsorption specifically time of adsorption.