



ИССЛЕДОВАНИЯ СОРБЦИИ НА ОПОКЕ

*Кондрашова Анжела Владимировна,
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
аграрный университет им.
Н.И. Вавилова», г. Саратов*

E-mail: kondrashovaav@sgau.ru

Аннотация. В статье исследована сорбционная способность природного сорбента - опоки по отношению к ионам металлов: Cu(II), Co(II), Cd(II) в статическом режиме. Из изотерм адсорбции рассчитан коэффициент распределения K_d вышеуказанных ионов металлов.

Ключевые слова: природный адсорбент – опока, изотермы, очистка сточных вод.

Вода – одно из самых ценных и природных богатств и незаменимых видов сырья. Используемая во всех отраслях народного хозяйства, вода обеспечивает их нормальное функционирование и возможность дальнейшего развития [1].

Сточные воды химических предприятий загрязнены различными веществами и примесями, в том числе ионами тяжёлых металлов, которые представляют большую опасность для биосферы и здоровья людей. В связи с этим актуальным является проблема очистки сточных вод. Так как многие примеси не извлекаются из воды механически, не нейтрализуются при биологической очистке, не удаляются коагуляцией, флотацией, отстаиванием, то поэтому вводят наиболее эффективный адсорбционный метод, который позволяет удалять загрязнения до требуемого уровня [2]. Достоинства этого метода: очистка до ПДК, возможность совместного удаления различных по природе примесей. Эффективность адсорбционной очистки достигает 80-95% и зависит от химической природы адсорбента, величины адсорбционной поверхности и её доступности, от химического строения вещества и его состояния в растворе. При этом особое внимание уделяется сорбционным системам, где в качестве сорбентов используются природные минералы различного происхождения и структуры [3].

В настоящее время среди дисперсных кремнезёмов значительное место

занимает природная опока, обладающая существенной адсорбционной способностью. Выбор объекта исследования обусловлен высокой прочностью при высокой пористости, достаточной механической прочностью, неразмокаемостью в воде, дешевизной, что делает экологически и экономически выгодным использование этого природного сорбента в процессах очистки сточных вод [4].

Адсорбционные исследования проводили на природном сорбенте – опоке. Сорбционная способность опоки по отношению к ионам Cu(II) , Co(II) , Cd(II) исследовалась в статическом режиме. Фракция природной опоки составляла 1-3 мм, её промывали дистиллированной водой до удаления взвешенных частиц и высушивали в сушильном шкафу при температуре 160°C .

Сорбция вышеуказанных ионов изучалась на природной опоке растворами следующих солей: CuSO_4 , $\text{Co(NO}_3)_2$, $\text{Cd(NO}_3)_2$. Масса образца составила 0,5 г, объём растворов солей - 50 мл.

У катионов металлов существует способность специфически адсорбироваться. Специфическая адсорбция является следствием образования донорно-акцепторной связи между катионом металла как акцептором электронной пары и активным центром поверхности как донором электронной пары.

Способность металла к такому виду адсорбции, т.е. возможность осуществления и свойства донорно-акцепторных связей с поверхностным $\equiv\text{SiO}^-$ ($\equiv\text{SiOH}$) – лигандом и её характер определяются количеством и величиной энергетических уровней его валентных орбиталей.

Так как вступающий во взаимодействие «лиганд» является ионогенной группой поверхности кремнезёма, несущей большой суммарный заряд, то реакциям поверхностного комплексообразования предшествует возникновение ионных пар или внешнесферных комплексов.

Изотермы адсорбции ионов Cu^{2+} и Co^{2+} на дисперсном кремнезёме – опоке в зависимости от равновесной концентрации растворов, приведённые на рис. 1, имеют выпуклый характер, что свидетельствует о её постоянной избирательности к сорбируемому иону. Вид изотерм адсорбции Cu(II) и Cd(II) соответствуют изотермам Лэнгмюра.

Рассчитанные из изотермы адсорбции (рис. 1, кривые 1 и 2) коэффициенты распределения K_d для ионов меди(II) и кадмия(II) невелики (для Cu^{2+} он составляет 0,03 г/л, а для иона кадмия – 0,01 г/л) (табл. 1). Однако эти величины позволяют судить о степени извлечения ионов в зависимости от сродства к кристаллической фазе опоки.

Из сравнения величин адсорбции ионов а меди(II) и кадмия(II) на исследуемом сорбенте следует, что ион Cu^{2+} поглощается более селективно по

сравнению с ионом Cd^{2+} . Такое различие связано с тем, что электростатическое поле иона кадмия слабее, чем у иона меди(II). Ион меди (II), образуя аквакомплексы (в отличие от иона кадмия), проникает в мелкие поры сорбента вследствие небольшого радиуса иона Cu^{2+} (0,70 Å) [5] и взаимодействует с электростатическим полем каркаса этого сорбента.

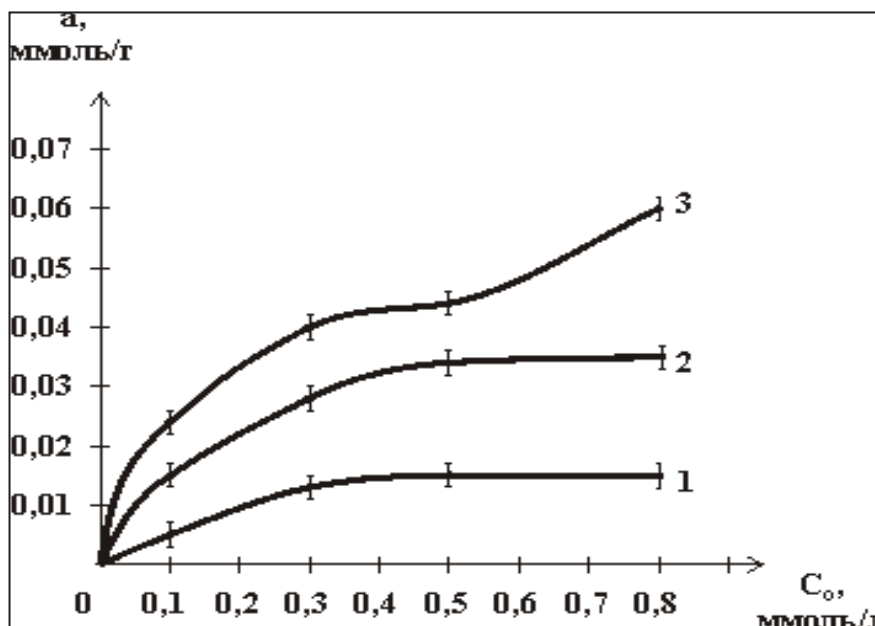


Рис. 1 Изотермы адсорбции ионов металлов на опоке фракции 2 мм: 1 – Cd^{2+} ; 2 – Cu^{2+} ; 3 – Co^{2+}

Таблица 1

Адсорбционные характеристики катионов металлов на опоке

Ионы металлов	a , моль/г	K_d , г/л	E , %
Co^{2+}	$0,04 \pm 0,002$	$0,03 \pm 0,002$	92
Cu^{2+}	$0,03 \pm 0,002$	$0,02 \pm 0,002$	62
Cd^{2+}	$0,01 \pm 0,002$	$0,01 \pm 0,002$	20

Как известно, медь расположена в конце I ряда переходных металлов периодической таблицы Д.И. Менделеева и в состоянии Cu^{2+} имеет $3d^9 4s^0$ -электронную конфигурацию, т. е. почти заполненный 3d-подуровень. Вместе с тем в водных растворах Cu (II) выступает довольно активным комплексообразователем и наряду с объёмными лигандами она способна

координировать и поверхностные $\equiv\text{SiO}^-(\equiv\text{SiOH})$ -группы, т. е. специфически адсорбироваться.

Для иона Co^{2+} на природном сорбенте – опоке изотерма имеет S-образный характер, свидетельствующий о смещении равновесия с увеличением доли кобальта (II) в фазе опоки. Как видно из рис. 1 (кривая 3), ионы Co^{2+} , в отличие от остальных ионов металлов, продемонстрировали наиболее сильную способность к специфическому взаимодействию с сорбентом

Рассчитанные на основе изотерм величина (K_d) и величина (a), уменьшаются в ряду: $\text{Co}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Cd}^{2+}$ (рис. 1, табл. 1).

Литература:

1. Кондрашова А.В. Загрязнители водных сред / А.В. Кондрашова, И.О. Кулиш // Конференция по итогам научно-исследовательской и производственной работы студентов за 2007 год. - Саратов: ИЦ «Наука». - 2008. - С. 94-96.
2. Кузьмина Р.И. Динамика и кинетика процесса адсорбции ионов аммония на опоке / Р.И. Кузьмина, А.В. Кондрашова // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. - 2008. - Том 51, Выпуск 10. - С. 72-74.
3. Кондрашова А.В. Адсорбционные исследования дисперсного кремнезёма – опоки / А.В. Кондрашова // II Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные процессы в области химико-педагогического и естественнонаучного образования». - Оренбург: Изд-во ОГПУО, 2012. - С. 141-142.
4. Никифоров И.А. Дисперсный кремнезём: сорбент и катализатор. Катализ в нефтехимии и экологии / И.А. Никифоров, Р.И. Кузьмина, А.В. Кондрашова // Саратов: СГАП, 1999. - С. 135-143.
5. Гороновский И.Т. Краткий справочник по химии / И.Т. Гороновский, Ю.П. Назаренко, Е.Ф. Некряч. - Киев: Наук. думка, 1974. - 991 с.