

УДК 541.183

СОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ КАОЛИНИТА ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ ЦИНКА

Полезчук И.Н., Малышкина В.В.

*Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, Тюмень,
e-mail: chemistry@tgasu.ru*

Исследован процесс адсорбции катионов цинка из водных растворов на природном минеральном сорбенте каолините и его модифицированных форм в статических условиях. Получены количественные характеристики процесса сорбции катионов цинка. Установлено, что модифицированные формы природного каолинита обладают большей величиной сорбируемости к ионам цинка. Проведенные исследования позволяют рекомендовать модифицированные формы сорбента на основе каолинита для очистки водных растворов от тяжелых металлов.

Ключевые слова: адсорбция, природный сорбент, катионы цинка, модификация, каолинит, статические условия, изотерма сорбции

SORPTION ACTIVITY OF KAOLINITE IN RELATION IONS OF ZINC

Poleshchuk I.N., Malyshkin V.V.

Tyumen state University of architecture and construction, Tyumen, e-mail: chemistry@tgasu.ru

The process of adsorption of the cations of zinc from aqueous solutions on natural mineral kaolinite sorbent and its modified forms in static conditions. The quantitative characteristics of sorption of cations of zinc. Found that modified forms of natural kaolinite have greater value sobiraemosti to ions of zinc. The conducted researches allow to recommend the modified form of the sorbent on the basis of kaolinite for the purification of aqueous solutions of heavy metals.

Keywords: adsorption, natural sorbent, zinc cations, modification, kaolinite, static conditions, sorption isotherm

Сточные и промывные воды гальванического производства промышленных предприятий содержат в своем составе ионы тяжелых металлов – Fe, Cu, Cr, Pb, Zn, Ni, Cd. Соединения тяжелых металлов вредно влияют на экосистему: водоем – почва – растения – животный мир – человек. Некоторые соединения способны погубить микроорганизмы очистных сооружений, а также замедлить процессы биологической очистки сточных вод.

Существуют различные способы очистки воды от катионов тяжелых металлов. Наиболее распространенным является сорбционная технология очистки сточных вод [5]. В качестве сорбентов используют различные искусственные и природные пористые материалы, имеющие развитую и специфическую поверхность. Все большее применение находят природные минеральные сорбенты в силу их относительно низкой стоимости и широкого распространения [1, 2, 9]. В Тюменской области содержится значительный запас легкоплавных глин, используемых для производства строительных материалов.

Целью работы является изучение сорбционной активности каолинита по отношению к ионам цинка.

Процесс ионного обмена на пористых сорбентах является сложным и многостадийным [3, 6]. На сорбционную способность каолинита влияет природа их обмен-

ного комплекса. В результате замены одних ионов на другие можно изменять свойства поверхности каолинита.

Природный каолинит представляет собой равномерное распределение высокодисперсных кристаллических силикатных частиц. Кристаллическая решетка состоит из двухслойных пакетов, в которых на одну сетку октаэдров приходится одна сетка кремнекислородных тетраэдров. Расстояние между тетраэдрическими и октаэдрическими слоями постоянно и равно 0,28 нм. Расстояние между пакетами составляет 0,72 нм. Кристаллики каолинита имеют вид хорошо выраженных шестиугольников размером до 0,3–0,4 мкм и толщиной 0,05–2,00 мкм, что соответствует удельной поверхности 1–22 м²/г.

Материалы и методы исследования

Для изучения процесса сорбции использовали 4 формы сорбента (каолинита): природный минерал; каолинит, обработанный: HCl (H-форма); NaCl (Na-форма) и NaOH (OH-форма). Химически модифицированные формы каолинита получали путем приведения в контакт природного сорбента с растворами соляной кислоты, гидроксида натрия и хлорида натрия в течение пяти суток при периодическом перемешивании.

Сорбцию катионов цинка изучали в статических условиях из нитратных растворов методом переменных концентраций [7]. Сорбционный эксперимент проводили из серии стандартных растворов, содержащих исследуемый ион металла от 0,1 до 1 моль/л.

Сорбент в контакте с исследуемым раствором выдерживали в течение 5 суток при периодическом перемешивании. Эксперименты проводили при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Соотношение «сорбент – раствор» составляло 1:100. Исходное и равновесное содержание ионов цинка в растворах определяли комплексонометрическим титрованием с индикатором эриохром черный Т в среде аммиачного буфера [4].

Результаты исследования и их обсуждение

О сорбционных свойствах каолинита можно судить по изотермам, характеризующим зависимость сорбционной способности от концентрации ионов цинка в растворах. Количественная адсорбция (Γ) определяется избытком ионов на границе фаз по сравнению с равновесным количеством данных ионов в растворе. Экспериментально величину адсорбции ионов цинка вычисляли по уравнению:

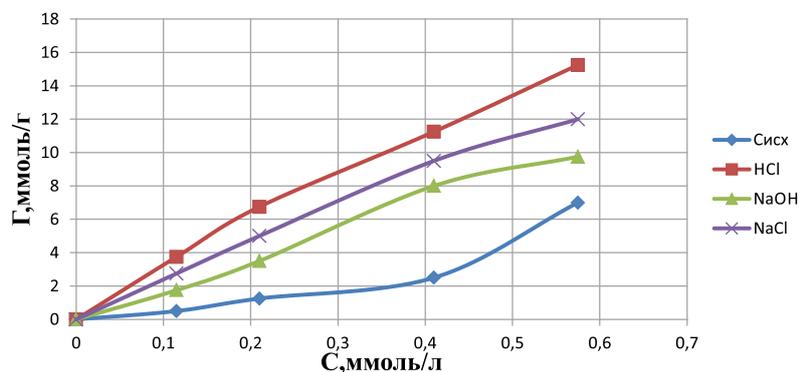
$$\Gamma = \frac{(C_{\text{исх}} - C_{\text{равн.}}) \cdot V_{\text{р-ра}}}{m_c},$$

где $C_{\text{исх.}}$ и $C_{\text{равн.}}$ – исходная и равновесная концентрация ионов цинка, ммоль/мл; V – объем раствора, мл; m – масса сорбента (каолинита), г.

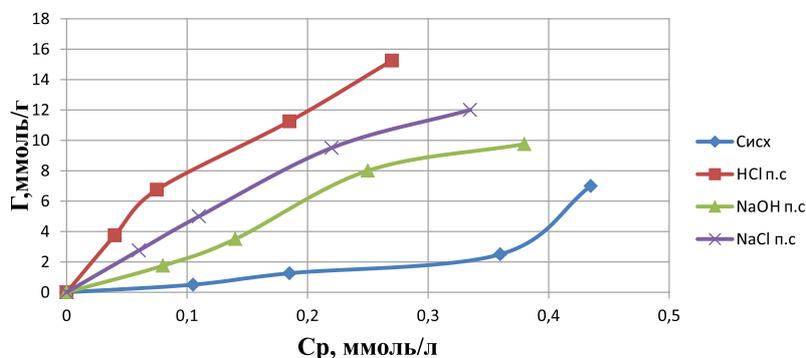
По полученным данным строили изотермы адсорбции, которые дают основные сведения о сорбционных свойствах материала и характере сорбции на нем исследуемого вещества (рисунок).

Изотермы, полученные при сорбции ионов цинка на природном каолините, по внешнему виду похожи и по классификации БЭТ напоминают изотерму IV-а типа, которая характерна для сорбента со смешанной структурой [8].

Экспериментальные данные показывают, что модифицированные формы природного каолинита приводят к увеличению сорбируемости ионов цинка. С повышением равновесной концентрации удельная сорбция возрастает на всех изотермах и наблюдается перегиб, указывающий либо на изменение механизма, либо на наличие в сорбенте различных энергетически или пространственно доступных активных центров. При образовании исходных растворов нитратов цинка возможно протекание гидратообразования с выделением плохо растворимого гидроксида, а также гидролиз катионов цинка. Оба эффекта способны оказывать влияние на результаты сорбции.



а)



б)

Изотермы сорбции катионов цинка на различных формах каолинита в зависимости от (а) – концентрации исходного раствора, (б) – равновесной концентрации

Заклучение

Исследуемый сорбент (каолинит) по величине обменной емкости близок к синтетическим органическим ионитам. Химическая модификация каолинита является эффективным способом повышения его сорбционной способности. Это позволяет предположить использование каолинита для очистки воды от ионов цинка, а также других тяжелых металлов.

Список литературы

1. Большаков А.А., Вялкова Е.И. Природные минералы Тюменской области: свойства и перспективы использования в процессе очистки воды. – СПб.: Недра, 2005. – 128 с.
2. Калюкова Е.Н., Иванская Н.Н. Адсорбционные свойства некоторых природных сорбентов по отношению к катионам хрома (II) // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2011. – Т. 11, Вып. 4. – С. 496–501.
3. Копылова В.Д., Астанина А.Н. Ионитные комплексы в катализе. – М.: Химия, 1987. – 192 с.
4. Основы аналитической химии. Практическое руководство: учебное пособие для вузов / Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2001. – 463 с.
5. Полещук И.Н., Пимнева Л.А. Сорбционный способ извлечения тяжелых металлов из сточных вод // Международная научно-практическая конференция «Водные и лесные ресурсы России: проблемы и перспективы использования, социальная значимость». – Пенза, 2009. – С. 37–40.
6. Полещук И.Н., Пимнева Л.А. Исследование сорбции меди, бария, иттрия фосфорнокислыми катионитами из солянокислых растворов // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2006. – Т. 6, Вып. 6, ч. 1. – С. 1247–1251.
7. Полещук И.Н., Пимнева Л.А. Ионнообменное равновесие на фосфорнокислых катионитах в хлоридных растворах // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2004. – Т. 4, Вып. 6, ч. 1. – С. 769–774.
8. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.
9. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессе очистки воды. – Киев: Наукова думка, 1981. – 208 с.