

Осипова Е.А., старший преподаватель, ОГУ, kudryavceva.elen@mail.ru
Пономарева П.А., старший преподаватель, ОГУ, ponomareva@yandex.ru
Юдин А.А., ОГУ, yudin-s97@yandex.ru
Аманов П.Ч., ОГУ, pavelamanov@yandex.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СОРБЦИИ НИКЕЛЯ НА БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЕ ЧЕРНОГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

Экологические требования к деятельности металлообрабатывающих и металлдобывающих предприятий делают проблему очистки сточных вод от соединений металлов и выделения их из шламов актуальной. Для ее решения применяют химические, физико-химические, электрохимические и биологические методы [1, 81-87]. Особое место среди них занимают сорбционные методы очистки и извлечения, отличающиеся высокой степенью извлечения металлов и возможностью автоматизации процесса. Несмотря на разнообразие адсорбентов, применяемых для извлечения металлов из растворов, исследование сорбционных материалов представляет особый практический интерес.

Поглотительная способность естественных глинистых пород в определенной мере ограничена, поэтому их использование в качестве природных сорбентов пока в полной мере не реализовано. Вместе с тем повышенная химическая активность некоторых глинистых материалов, обусловленная их высокой степенью дисперсности, особенностями строения и химическим составом, указывает на наличие большого потенциала этих минералов в использовании для синтеза искусственных и выделения чистых природных алюмосиликатов, которые могут быть применены в качестве высокоэффективных сорбционных материалов.

Целью исследования является изучение сорбции ионов никеля Ni^{2+} на бентонитовой глине Черногорского месторождения республики Хакасия из модельных водных растворов.

Бентонит – глина с содержанием монтмориллонита $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$ более 85 % с преобладанием кальций-магниевого катиона в обменном комплексе. Главной его особенностью является химически-кристаллическое строение, которое обуславливается наличием на поверхности бентонита ионообменных катионов, что определяет его физические и химические свойства как минерала. Монтмориллонит характеризуется подвижной решеткой, большой активной поверхностью, емкостью катионного обмена и большим объемом связанной воды. В целом, активная поверхность монтмориллонита достигает 700 – 800 м²/г и емкость катионного обмена составляет 80 – 150 ммоль/100 г [2, 37-41].

Для исследования процесса сорбции никеля использовали бентонитовый порошок производителя ООО «Аргиллит» (Республика Хакасия), произведенный по ТУ 2164-005-49215611-2007.

В соответствии с ОСТ 18-49-17 [3] содержание монтмориллонита в порошке бентонита не должно быть менее 85 %. Химический состав бентонитов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав бентонита в % на абсолютно сухое вещество

Соединение	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅
Доля, %	52,30	0,97	16,60	5,30	0,94	2,07	3,05	0,92	0,12
Соединение	Na ₂ O	SO ₃ ²⁻	ППП	Всего					
Доля, %	2,25	0,10	9,40	94,02					

С целью установления присутствия никеля, железа и других тяжелых металлов в составе бентопорошка был проведен рентгенофлуоресцентный анализ. Исследование проводилось на сканирующем кристалл-дифракционном рентгенофлуоресцентном спектрометре «Спектроскан-LF» в первом и втором порядках отражения с шагом 2 мÅ и экспозицией 2 секунды, при расшифровке спектров производился вычет фона. Спектры первого и второго порядков представлены на рисунках 1 и 2.

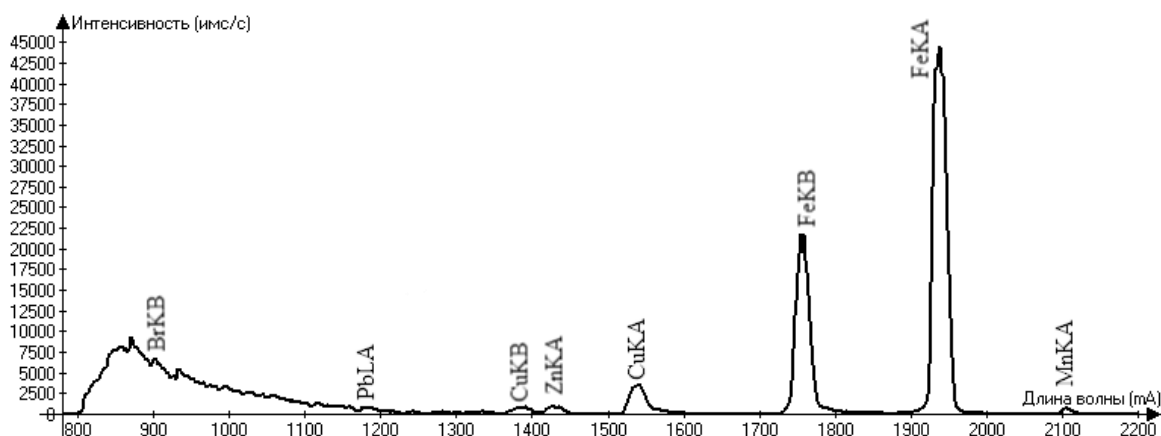


Рисунок 1 – Спектр образца в первом порядке отражения

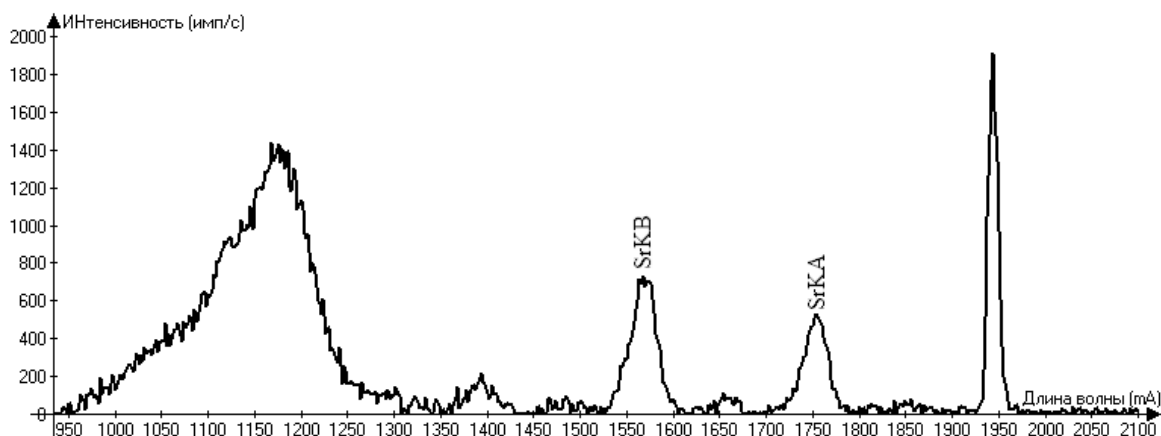


Рисунок 2 – Спектр образца во втором порядке отражения

По результатам рентгенофлуоресцентного анализа был сделан вывод о наличии в образце следующих элементов: Fe, Cu, Mn, Sr. Аналитические сигналы на линиях никеля (I порядок: NiKB – 1500 мÅ, NiKA – 1657 мÅ, II порядок: NiKB – 3000 мÅ, NiKA – 3312 мÅ) отсутствовали.

Степень извлечения никеля сорбцией на бентоните из растворов в основном зависит от pH исходного раствора и концентрации никеля [4].

Для изучения зависимости сорбции никеля от кислотности среды проводили сорбцию солей Ni²⁺ на бентоните при pH от 1,3 до 11,5. Нужно значение pH устанавливали добавлением различных объемов 0,1N растворов NaOH и HCl. Количество сорбированного никеля определяли по разности его концентрации до и после сорбции комплексометрическим титрованием в присутствии мурексида.

Видно (рисунок 3), что величина сорбции никеля при переходе от сильно-кислой среде к среде с pH = 3 – 4 уменьшается. Повышенная способность к сорбции в сильно-кислой среде объясняется активацией бентонита в кислой среде.

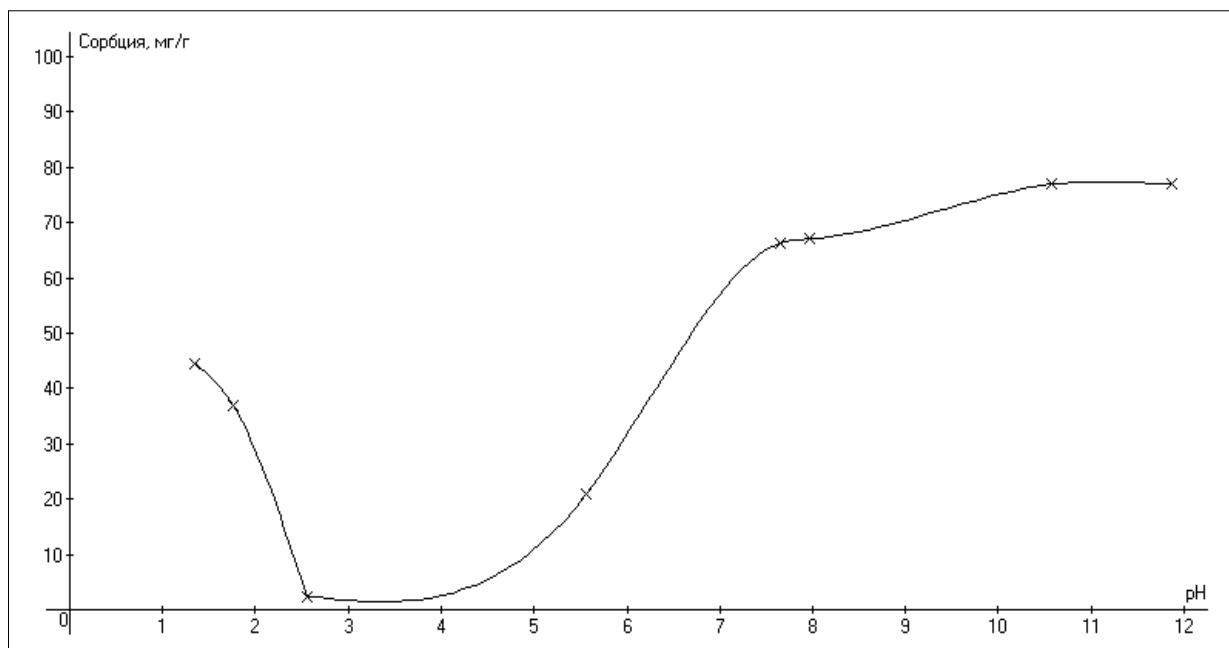


Рисунок 3 – Влияние кислотности среды на сорбцию ионов никеля

При дальнейшем повышении pH видно, что величина сорбции возрастает и при pH = 10 становится максимальной. При этом необходимо отметить, что никель начинает осаждаться из раствора при величине pH = 7,7, полное осаждение происходит при pH = 9,5 [5, 321]. Осаждение никеля щелочью является конкурирующим процессом для сорбции, поэтому для построения изотермы адсорбции была взята среда с pH менее 7,7.

Для исследования процесса сорбции ионов никеля готовили слабо-щелочные растворы NiCl₂ с концентрацией от 1 г/л до 5 г/л, после

добавления сорбента сорбцию вели при постоянном перемешивании в течение 20 минут. Концентрацию ионов никеля определяли методом комплексонометрического титрования. По результатам титрования была построена изотерма адсорбции (рисунок 4).

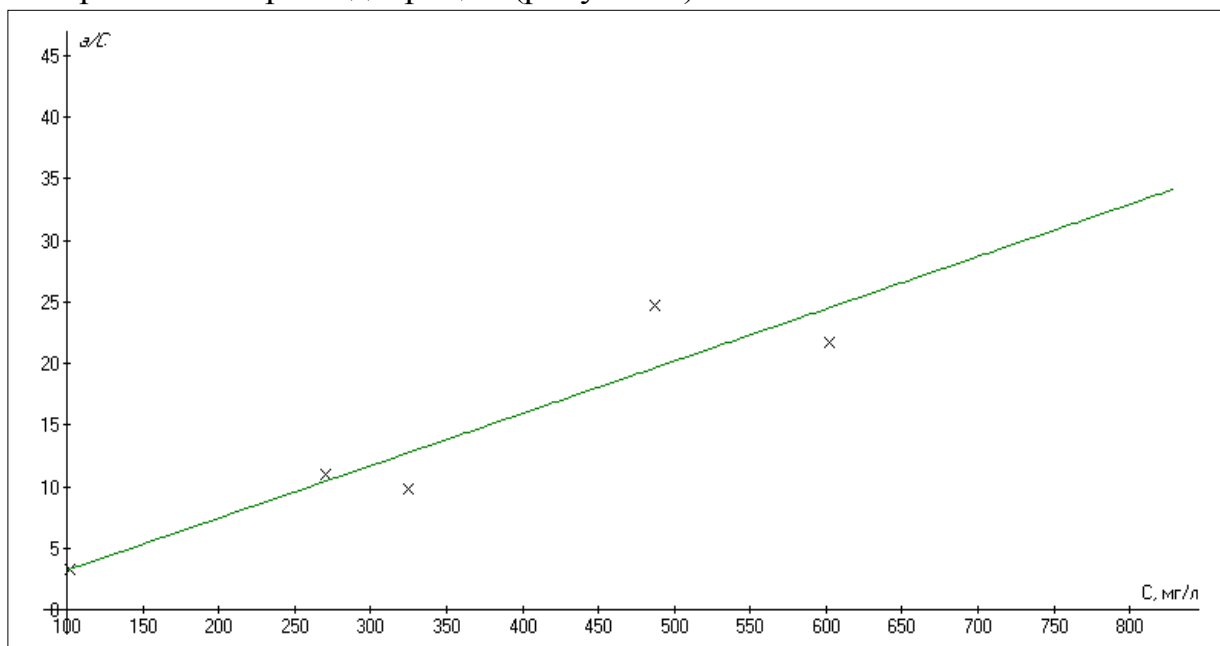


Рисунок 4 – Изотерма сорбции ионов никеля бентонитом

Экспериментальные данные по адсорбции ионов никеля описываются зависимостью

$$C/a = 0,0425C - 1,0636, R^2 = 0,86$$

соответствующей уравнению

$$\frac{C}{a} = \frac{1}{a_0} \cdot C + \frac{1}{a_0 B}$$

Определив котангенс угла наклона прямой получили значение адсорбции насыщения $a_0 = 23,52$ мг/г, следовательно, сорбционная емкость исследованного бентонита составляет 23,52 мг/г.

Таким образом, в ходе работы была исследована сорбционная способность бентонитовой глины по отношению к ионам никеля. Максимальная сорбция ионов никеля при $pH = 7,5$ составляет 23,52 мг/г. Небольшая сорбционная емкость исследованного бентонита позволяет использовать его только на стадии доочистки после реагентной обработки. Для повышения сорбционной емкости возможна активация бентонита или его модификация органическими реагентами.

Список литературы:

1 Климова, О. В. Математическое моделирование сорбции хрома (VI) на углеродном сорбенте / О. В. Климова, В. И. Дударев // Известия

вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. - № 6(11). С. 81-87.

2 Костин, А. В. Особенности сорбции ионов никеля и меди на бентонитовой глине Зырянского месторождения Курганской области / А. В. Костин [и др.]. // Вестник ЮУрГУ. Серия: Химия. – 2009. - № 12(45). – С. 37 – 41.

3 ОСТ 18-49-71. Бентониты для винодельческой промышленности. – Введ. 1971-07-01.

4 Пат. 406927 Российская Федерация. Способ извлечения никеля из растворов сорбцией. / Имамов Т. Х. [и др.]. - № 1737504/22-1; заявл. 11.1.72.; опубл. 21.9.73, Бюл. № 46.

5 Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – Москва: Химия, 1979. – С. 321.