

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ ФТОРА ИЗ ВОДНЫХ СРЕД ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛОВ

*Е.В. Плотников, научный сотрудник, И.В. Мартемьянова, аспирант, Ф.Е. Сапрыкин, аспирант
Томский политехнический университет
634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. (3822)-60-61-14
E-mail: plotnikov.e@mail.ru*

Аннотация. В рамках данного исследования рассматриваются различные образцы минеральных пород (бентонит, диатомит, пирит и другие) на определение их удельной поверхности и удельного объема пор и возможности извлечения ими из воды ионов фтора. Определены наиболее эффективные образцы минералов.

Abstract. In this work, various samples of mineral rocks (bentonite, diatomite, pyrite and more) were studied to determine their specific surface area, specific pore volume and the possibility of extracting fluoride ions from water. The most effective samples of minerals were determined.

Среди множества химических примесей содержащихся в водных средах особое место занимает фтор. В малых количествах фтор полезен и необходим живым организмам, так как он принимает участие в обмене веществ, минерализации костной ткани и зубов, формировании скелета и т. д. При попадании больших концентраций фтора в живой организм, или малых концентраций, но длительное время, может вызвать ряд заболеваний и негативным образом сказаться на жизни и здоровье человека. Поэтому важной задачей является удаление из воды химических примесей вообще и фтора в частности [1-3].

В водоочистке самое широкое применение находят различные сорбционные материалы при очистке водных сред от различных химических загрязнений [4-9]. Среди представленных на рынке сорбентов немаловажную роль играют сорбционные материалы на минеральной основе [10-16]. Минеральные сорбенты имеют низкую себестоимость и достаточно хорошие сорбционные свойства. Имеет место применение сорбентов при извлечении из воды ионов фтора [17]. Поэтому представляет интерес и актуальность работа по исследованию различных минералов на возможность извлечения ими из водных сред ионов фтора.

Целью работы является исследование минеральных пород: бентонит, диатомит, пирит, халькопирит и цеолит, на возможность извлечения ими из воды ионов фтора. Также необходимо определение величины удельной поверхности и удельного объема пор у исследуемых образцов и поиск зависимости между данными показателями и сорбционными свойствами.

Объектами исследования в данной работе являются: 1. Образец 1 – бентонит Зырянского месторождения (Курганская область, Россия), с размером частиц менее 0,1 мм; 2. диатомит Инзенского месторождения (Ульяновская область, Россия), с размером частиц менее 0,1 мм; 3. пирит Дегтярского месторождения (Урал, Россия), с размером частиц менее 0,1 мм; 4. Халькопирит Коунрадского месторождения (Казахстан), с размером частиц менее 0,1 мм; 5 – цеолит Холинского месторождения (Бурятия, Россия), с размером частиц менее 0,1 мм. При использовании метода тепловой десорбции азота (БЭТ) на приборе «Сорбтометр М» осуществлялось определение величины удельной поверхности и удельного объема пор у исследуемых образцов минералов. Извлечение из модельного раствора ионов фтора с помощью исследуемых образцов минеральных пород проводили в статических условиях при перемешивании на магнитной мешалке. Исследуемый образец минерала в количестве 2 г помещался в стеклянный стакан, куда затем наливали модельный раствор в количестве 200 см³. Далее стакан ставился на магнитную мешалку и велось перемешивание в течение 60 минут. После процесса перемешивания раствор отделяли от минерального сорбента на бумажном фильтре «синяя лента» и анализировали фильтрат на содержание в нём ионов фтора. Модельный раствор готовился на водопроводной воде с применением фторида натрия (NaF). Концентрация ионов фтора в модельном растворе составляла 4,88 мг/дм³. Определение ионов фтора в растворах проводили с помощью рН-метра-иономера «Эксперт-001» (НПП «Эконикс-Эксперт», Россия).

В таблице 1 представлена величина удельной поверхности и удельный объем пор у исследуемых минеральных сорбентов бентонита, диатомита, пирита, халькопирита и цеолита, с гранулометрическим составом менее 0,1 мм.

Таблица 1

Величина удельной поверхности и удельный объём пор исследуемых образцов минеральных пород

Образец	Удельная поверхность, м ² /г	Удельный объём пор, см ³ /г
Бентонит	65,1	0,028
Диатомит	105,28	0,045
Пирит	0,619	0
Халькопирит	0,924	0
Цеолит	17,24	0,007

Из таблицы видно, что самые высокие значения по величине удельной поверхности и удельному объёму пор у диатомита, а затем у бентонита. Самая низкая величина удельной поверхности у пирита и халькопирита. Также у этих образцов удельный объём пор равен нулю.

В таблице 2 представлены сорбционные характеристики исследуемых образцов минеральных пород при извлечении из модельного раствора ионов фтора.

Таблица 2

Величина удельной поверхности и удельный объём пор исследуемых образцов минеральных пород

Образец	pH (начальная/конечная)	Концентрация ионов фтора в растворе до сорбции, мг/дм ³	Концентрация ионов фтора в растворе после сорбции, мг/дм ³	Степень сорбции, %
Бентонит	7,2/7,5	4,88	4,81	1,44
Диатомит	7,2/7,3		4,72	3,28
Пирит	7,2/7,3		4,23	13,32
Халькопирит	7,2/7,4		4,64	4,92
Цеолит	7,2/7,2		4,44	9,02

Как видно из таблицы 2, наиболее высокие свойства при извлечении из раствора ионов фтора наблюдаются у минерала пирита, а затем у цеолита. Ниже всего свойства у бентонита и диатомита.

Выводы

1. По результатам проведённой работы сделан вывод об эффективности извлечения ионов фтора из водного раствора различными минералами.
2. Определено, что среди представленных минералов, высокая удельная поверхность и удельный объём пор не влияют на эффективность извлечения ионов фтора из воды.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых № МК-5939.2016.8

Литература.

1. Клячков В.А., Апельцин И.Э. Очистка природных вод / В.А. Клячкова, И.Э. Апельцина. – М.: Стройиздат, 1971. – 579 с.
2. Баталова А.Ю., Мартемьянова И.В., Мартемьянов Д.В. Использование пирита для очистки водных сред от ионов Cr⁶⁺ // Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции Инновационные технологии и экономика в машиностроении. – Томск, 2015. – С. 341-343.
3. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка / Б.Н. Фрог, А.П. Левченко. – М.: МГУ, 1996. – 680 с.
4. Мосолков А.Ю., Мартемьянов Д.В., Мухортов Д.Н. Модифицирование пористого перлита гидроксидом железа, с целью придания ему сорбционных свойств, для извлечения ионов мышьяка из водных сред // Труды XIX Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных Современные техника и технологии. – Томск, 2013. – С. 104-105.
5. Зарубин В.В., Мартемьянов Д.В., Мартемьянова И.В., Рыков А.В. Исследование сорбционных свойств синтетического адсорбента в процессах водоочистки // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надёжность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 187-189.
6. Мартемьянова И.В., Мосолков, А.Ю., Плотников, Е.В., Воронова, О.А., Журавков, С.П., Мартемьянов, Д.В., Короткова, Е.И. Исследование свойств наноструктурного адсорбента // Мир науки. – 2015. – Выпуск 2. – С. 1-10.

7. Мартемьянов Д.В., Мухоргов, Д.Н., Сапрыкин, Ф.Е. Исследование свойств сорбента глауконит гранулированный // Сборник статей Международной научно-практической конференции Инновационные процессы в научной среде. – Уфа, 2015. – С. 31-33.
8. Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Юрмазова Т.А., Короткова Е.И., Плотников Е.В. Сорбция ионов As^{3+} , As^{5+} из водных растворов на вермикулитобетоне и газобетоне модифицированных оксигидроксидом железа // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2014. – Том 57. Вып. 11. – С. 30-33.
9. Плотников Е.В., Мартемьянова И.В., Мартемьянов Д.В. Сравнение характеристик сорбционных материалов для извлечения мышьяка из водных растворов // Труды Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов Современное состояние и проблемы естественных наук. – Томск, 2014. – С. 266-268.
10. Зарубин В.В., Мартемьянов Д.В., Мартемьянова И.В., Толмачёва Т.П. Исследование характеристик гранулированного минерального сорбента // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 269-272.
11. Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Юрмазова Т.А. Определение сорбционных характеристик различных минералов при извлечении ионов As^{5+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} из водных сред // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8 (часть 3). – С. 666-670.
12. Бухарева П.Б., Мартемьянов Д.В., Толмачёва Т.П., Мартемьянова И.В. Исследование свойств модифицированного сорбента на основе цеолита // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 295-297.
13. Мосолков А.Ю., Плотников Е.В., Мартемьянов Д.В. Использование природных минералов для очистки водных сред от As^{3+} // Труды XI Международной конференции студентов и молодых учёных Перспективы развития фундаментальных наук. – Томск, 2014. – С. 425-427.
14. Мартемьянова И.В., Денисенко Е.А., Мартемьянов Д.В. Изучение свойств модифицированного сорбента на основе глауконита при извлечении ионов Fe^{3+} и Pb^{2+} из модельных растворов // Сборник статей Международной научно-практической конференции Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире. – Уфа, 2015 – С. 15-17.
15. Бухарева П.Б., Мартемьянов Д.В., Назаренко О.Б., Мартемьянова И.В. Использование природного глауконита для очистки воды из реки Ушайка // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 113-116.
16. Баталова А.Ю., Мартемьянова И.В., Мартемьянов Д.В. Использование пирита для очистки водных сред от ионов Cr^{6+} // Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции Инновационные технологии и экономика в машиностроении. – Томск, 2015. – С. 341-343.
17. Мартемьянов Д.В., Хаскельберг М.Б., Агеев А.А., Цзи Б., Ли Д., Чжао Ж., Казанцев С.О. Использование сорбентов для очистки воды от фтора // Материалы XVI Международная научно-практической конференции Научный поиск в современном мире. – Махачкала, 2017. – С. 9-11.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОРБЕНТОВ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА ИОНОВ AS (III)

Ф.Е. Сапрыкин, аспирант, С.О. Казанцев, инженер, И.В. Мартемьянова, аспирант

Томский политехнический университет

634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. (3822)-60-64-07

E-mail: saprikin_filipp@mail.ru

Аннотация: На водоочистном рынке присутствует не малое количество сорбентов по удалению из воды ионов мышьяка. Актуальность данной работы состоит в исследовании сравнительных сорбционных характеристик различных сорбционных материалов (углеродный сорбент Blucher GmbH, Bayoxide E 33HC, сорбент на основе вермикулитобетона модифицированного оксигидроксидом железа) при извлечении ионов As (III) из водного раствора. У исследуемых материалов осуществляется определение величины удельной поверхности и удельного объёма пор.