

**МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЦЕОЛИТОВ С ЦЕЛЬЮ ПРИДАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ
СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОДЫ**

Е.А. Нагорных, Д.В. Мартемьянов, П.Е. Слядников

Научный руководитель: профессор, д.т.н. О.Б. Назаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: Kate4ka@sibmail.com

**MODIFICATION OF ZEOLITES WITH THE PURPOSE OF GIVING ADDITIONAL SORPTION
PROPERTIES FOR WATER PURIFICATION**

E.A. Nagornykh, D.V. Martemyanov, P.E. Slyadnikov

Scientific Supervisor: professor O.B. Nazarenko

National research Tomsk polytechnic university,

Russia, Tomsk, Lenina str., 30, 634050

E-mail: Kate4ka@sibmail.com

In this work we present comparative characteristics of zeolites of various deposits and their modified analogues, and also methods of their definition. The aim of the work is a modification of samples of natural zeolites of nanoparticles оксогидроксида алюминия, with the aim of improving the sorption properties for water treatment.

Введение Использование природных минералов в процессах водоочистки находит сегодня самое широкое применение [1]. Природные минералы являются более дешёвыми материалами, нежели синтетические сорбенты. Среди известных минеральных сорбентов особое место занимают природные цеолиты [2]. Они широко применяются в процессах водоочистки и способны очистить воду от различных видов загрязнений. Среди приоритетных видов загрязняющих веществ, цеолиты хорошо сорбируют из воды ионы тяжёлых металлов [3-4]. Известно, что для увеличения сорбционных свойств минералов применяют иммобилизацию наночастиц оксогидроксида алюминия на поверхности данных носителей [5]. В данной работе производят модификацию поверхности природных цеолитов наночастицами оксогидроксида алюминия с целью придания ей увеличенной поверхности и дополнительных сорбционных свойств. Поэтому актуальной является задача исследования свойств данных модифицированных образцов, с целью дальнейшего их применения для более эффективной очистки водных сред от ионов тяжёлых металлов. Среди различных месторождений природных цеолитов были взяты на исследования образцы Шивыртуйского и Холинского цеолитов.

В данной публикации осуществляется сравнение полученных структурных и сорбционных характеристик исходных образцов цеолитов Шивыртуйского и Холинского месторождений и их модифицированных аналогов. Образцы брались с размером фракций менее 0,1 мм. Модифицирование исходных образцов цеолитов проводилось путём иммобилизации наночастиц оксогидроксида алюминия на их поверхности посредством золь-гель процесса.

Структурные характеристики сорбционных материалов определяли с использованием метода

тепловой десорбции азота. Проводя измерения на анализаторе «СОРБОМЕТР М», оценивали площадь удельной поверхности ($S_{уд}$) и значения удельного объема пор (P) исследуемых образцов.

Сорбционные характеристики образцов цеолитов и их модифицированных аналогов определяли в процессе осадительной сорбции, с применением растворов содержащих ионы тяжёлых металлов: Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} . Модельные растворы готовились из государственных стандартных образцов (ГСО) цинка Zn^{2+} , кадмия Cd^{2+} и свинца Pb^{2+} , на дистиллированной воде, с концентрациями $C (Zn) = 5 \text{ мг/дм}^3$; $C (Cd) = 0,5 \text{ мг/дм}^3$; $C (Pb) = 5 \text{ мг/дм}^3$. Навеску каждого образца брали 0,2 г и помещали в 20 см^3 модельного раствора. Процесс осадительной сорбции проводился на магнитной мешалке в течении 150 минут, с дальнейшим отделением фильтрата на бумажном фильтре «синяя лента». Данная методика эксперимента описана в [6].

В табл. 1 представлены некоторые физико-химические параметры природных цеолитов и их модифицированных образцов: химический состав, удельная поверхность и удельный объём пор.

Таблица 1. Химический состав и структурные характеристики образцов цеолитов

Образец	Содержание $AlOON$, % масс.	$S_{уд}$, $\text{м}^2/\text{г}$	P , $\text{см}^3/\text{г}$	Химический состав, %
Шивыртуйский	0	16,78	0,007	SiO_2 (64,3), Al_2O_3 (13,9), Fe_2O_3 (1,24), FeO , TiO_2 , MgO (1,36), MnO , CaO (2,16), Na_2O (1,55), K_2O (2,38), P_2O_5 , H_2O (12,08)
Шивыртуйский 1	10,1	43,62	0,018	
Шивыртуйский 2	17,4	69,76	0,03	
Холинский	0	17,24	0,007	SiO (69,0-74,0), TiO , Al_2O_3 (11,4-14,0), Fe_2O_3 (0,60-1,8), MnO , CaO (1,7-3,3), MgO (0,4-1,7), K_2O (4,0-5,5), Na_2O , H_2O (до 10)
Холинский 1	10,2	45,38	0,019	
Холинский 2	17,6	72,23	0,034	
Бемит ($AlOON$)	100	192,55	0,083	$AlOON$

Как видно из таблицы, исходные образцы Шивыртуйского и Холинского цеолитов имеют гораздо меньшую поверхность и удельный объём пор по сравнению с модифицированными образцами. Исходя из этого, можно предположить, что при очистке воды с использованием модифицированных природных цеолитов, возможно более эффективное извлечение ионов тяжёлых металлов из растворов.

В работе определена эффективность сорбции различных природных цеолитов и их модифицированных образцов при извлечении ионов Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} из водных растворов. В табл. 2. представлены сорбционные свойства рассматриваемых минералов, где показаны конечные концентрации (C) ионов Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} в растворах и степень их извлечения (a).

Таблица 2. Сравнение сорбционных характеристик различных природных цеолитов при извлечении ионов Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} из водных растворов

Наименование образца цеолита	Zn^{2+}		Cd^{2+}		Pb^{2+}	
	C , мг/дм^3	a , %	C , мг/дм^3	a , %	C , мг/дм^3	a , %
Шивыртуйский	0,112	97,76	0,0362	92,76	0,0137	99,72
Шивыртуйский 1	0,0024	99,95	0,0016	99,68	0,00081	99,98
Шивыртуйский 2	0,00036	99,99	0,0002	99,96	0,00039	99,99
Холинский	0,641	87,18	0,0102	97,96	0,0094	99,81
Холинский 1	0,0276	99,44	0,00085	99,83	0,00069	99,98
Холинский 2	0,00471	99,9	0,00017	99,96	0,00015	99,99

Как видно из табл. 2 модифицированные образцы цеолитов показывают значительно лучшую сорбционную способность. Наилучшими сорбционными свойствами при извлечении из водных растворов Cd^{2+} и Pb^{2+} обладают образцы цеолитов Холинского месторождения. А по извлечению из

раствора Zn^{2+} , лучшие свойства показал Шивыртуйский цеолит.

Выводы Была проведена работа по модификации поверхности образцов цеолитов Шивыртуйского и Холинского месторождений, путём иммобилизации наночастиц оксигидроксида алюминия на поверхности данных носителей. В результате иммобилизации наночастиц алюминия на поверхности цеолитов наблюдается увеличение удельной поверхности образцов и увеличение удельного объёма пор. По итогам проведённых исследований получены сравнительные сорбционные характеристики природных цеолитов Шивыртуйского и Холинского месторождений и их модифицированных образцов при извлечении ионов Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} из водных растворов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. – Киев: Наука, 1981. – 172с.
2. Беляев Р.А. Цеолиты – «минерал XXI века» // Водоснабжение и санитарная техника/ – 1999.
3. Жантуаров С. Р., Мартемьянов Д. В., Левченко О. Н. Влияние фракционного состава цеолитов, на эффективность извлечения ионов железа из растворов // Химия и химическая технология в XXI веке: Тезисы докладов XIV Всероссийской научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулёва студентов и молодых ученых с международным участием. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – Т. 2. – С. 190–192.
4. А. Ю. Мосолков, Д. В. Мартемьянов, П. С. Дозморов, Ю. Р. Мухортова. Возможность использования природных цеолитов для очистки сточных вод электростанций от соединений тяжёлых металлов // Энергетика: Эффективность, надёжность, безопасность: Тезисы докладов XIX Всероссийской научно-технической конференции Томский политехнический университет. – 4–6 декабря 2013. – Томск: Изд-во ООО «Скан», 2013. –Т. II. – С. 434.
5. 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 № 8 (часть 3). – 2013. – С. 666–670.
6. Жантуаров С. Р., Умирзаков А. Г., Мартемьянов Д. В. Определение сорбционных характеристик природных цеолитов различных месторождений, по извлечению ионов железа из водных сред // Перспективы развития фундаментальных наук: тезисы докладов X Международной конференции студентов и молодых учёных. – Томск, 23–26 апреля 2013. – С. 312–314.