



УДК 541

## Сорбционные свойства нативной, обогащенной и активированной глины месторождения Маслово Пристань Белгородской области по отношению к ионам хрома (III)

Везенцев А.И., Королькова С.В., Воловичева Н.А., Худякова С.В.

*Белгородский государственный университет, Белгород*

Поступила в редакцию 30.07.2009 г.

### Аннотация

Представлены результаты исследования влияния процесса активации на изменение вещественного состава и сорбционных свойств образцов глины месторождения Маслово Пристань Белгородской области. Показано, что при модифицировании возрастает содержание обменноспособных катионов натрия в активированных образцах по сравнению с нативной формой глины, что в свою очередь вызывает увеличение сорбционной активности полученных модифицированных продуктов.

**Ключевые слова:** адсорбция, тяжелые металлы, монтмориллонитовые глины, удельная поверхность, электрокинетический потенциал

Results of researches of influence of activation process on change of material structure and sorption abilities of clay Maslova Pristan deposit from the Belgorod region are presented. It is shown, that during the modification the content of sodium cations in the activated samples in comparison with native form of clay increase, which in turn provokes the increase of sorption activity of received modified samples.

**Keywords:** adsorption, heavy metal, montmorillonite clays, specific surface area, electrokinetic potential

### Введение

Необходимость очистки сточных вод от токсичных ионов хрома (III) вызвана высокими требованиями к водам, спускаемым в водоемы. Для очистки хромсодержащих стоков широко используют реагентный и электрокоагуляционный методы. Электрохимические методы позволяют извлекать из сточных вод ценные продукты при относительно простой автоматизированной технологической схеме очистки, без использования химических реагентов. Однако основным недостатком этих методов является большой расход электроэнергии и недостаточная глубина очистки [1].

Наиболее эффективными по сравнению с реагентным и электрокоагуляционным методами являются сорбционные способы очистки

хромсодержащих стоков, способствующие наиболее полному извлечению ионов тяжелых металлов, в том числе и ионов хрома (III) из водных сред.

### **Теоретическая часть**

Глинистые минералы обладают ярко выраженными ионообменными свойствами, что совместно с малым размером частиц и высокой удельной поверхностью определяет их повышенную адсорбционную способность. Важное свойство природных глин, обогащенных монтмориллонитом, является возможность их активации и модифицирования с помощью химических реагентов таких, как кислоты (соляная, серная, уксусная и др.), соли, щелочи, а также термическая обработка с различной комбинацией и продолжительностью воздействия. Подобная обработка сорбентов, в частности слоистых силикатов, ведет к увеличению поровых пространств, удельной поверхности, что в свою очередь ведет к увеличению адсорбционной емкости [2, 3].

Разработка эффективных способов регулирования процессов активации и модифицирования природных глинистых сорбентов с целью их дальнейшего применения для очистки сточных вод от ионов хрома (III) имеет важное теоретическое и прикладное значение, так как является одним из направлений минимизации выбросов производства [2].

В настоящей работе в качестве объектов исследования использовали природную, обогащенную и активированную монтмориллонитсодержащую глину месторождения Маслова Пристань Белгородской области.

### **Эксперимент**

Определение вещественного состава проводили с использованием следующих методов анализа: рентгенофазовый<sup>1</sup> (Rigaku Ultima IV), термический<sup>1</sup> (SDT Q600), микрорентгеноспектральный<sup>1</sup> (энергодисперсионный анализатор EDAX совмещенный с растровыми электронными микроскопами Quanta 200 3D и Quanta – 600). Изучение текстурных характеристик сорбентов проводили методом низкотемпературной адсорбции азота<sup>1</sup> (TriStar II 3020).

Исследование поглотительной способности ионов хрома (III) из водных растворов образцами глин проводили в статических условиях при постоянной температуре (20 °С) с использованием метода переменных концентраций, навеска сорбента была постоянной и составляла 1 г. Остаточную концентрацию ионов металла определяли фотометрически согласно методике [4].

### **Результаты и их обсуждение**

Химический состав нативной, обогащенной и активированной монтмориллонит содержащей глины месторождения Маслова Пристань представлен в таблице 1.

Установлено, что в процессе обработки обогащенной глины месторождения Маслова Пристань происходит увеличение содержания оксидов натрия и кремния в образце. При этом несколько уменьшается содержание таких оксидов, как СаО, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Это связано с тем, что в процессе модифицирования монтмориллонита не

оказывается существенного влияния на структуру монтмориллонита, вместе с этим происходит замещение катионами  $\text{Na}^+$  других катионов в межпакетных, а в последствии и октаэдрических позициях структуры монтмориллонита. В целом в процессе модифицирования удалось увеличить содержание  $\text{Na}_2\text{O}$  в образцах в 3,0 раза, по сравнению с нативной формой.

Таблица 1. Химический состав природных и модифицированных сорбентов, масс. %

Образец глины	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{MgO}$	$\text{CaO}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$
Нативная	70,0-75,2	16,1-18,0	2,1-3,2	0,5-1,1	1,2-3,1	0,4-1,9	3,4-5,5	0,7-1,1
Обогащенная	68,3-73,1	16,5-18,4	2,2-3,0	0,5-1,3	1,5-3,2	0,3-1,3	3,4-5,3	0,8-1,1
Активированная	74,2-76,1	15,2-16,1	1,0-2,5	1,5-3,1	0,9-1,8	0,08-0,4	1,4-2,6	0,6-0,8

\* Анализы выполнены с использованием оборудования Центра коллективного пользования Белгородского государственного университета.

Анализ рентгеновских порошковых дифрактограмм показал, что как в нативном так и активированном образцах глины можно выделить следующие фазы: монтмориллонит, низкотемпературный кварц, иллит, каолинит, мусковит. Основным породообразующим минералом в нативной глине месторождения Маслова Пристань является монтмориллонит, содержание которого в образцах достигает 48 – 51 масс. %.

Исследования по определению величины электрокинетического потенциала для исходных и активированных глин показали, что поверхность частиц имеет отрицательный заряд, что является характерным для глинистых минералов (табл.2).

Таблица 2.  $\xi$ -потенциал исследуемых глин

Образец глины	$\xi$ , мВ
Нативная	- 44,0
Обогащенная	- 44,2
Активированная	- 28,0

Анализ таблицы показал, что в процессе активации глины происходит уменьшение  $\xi$ -потенциала по абсолютной величине, что является следствием увеличения содержания катионов – компенсаторов отрицательного заряда (в нашем случае это ионы  $\text{Na}^+$ ).

Удельная поверхность и размер пор исходных образцов глины и продуктов активации представлены в таблице 3.

Таблица 3. Текстуальные характеристики исследуемых глин

Образец глины	Удельная поверхность, $\text{м}^2/\text{г}$	Суммарный объем пор, $\text{см}^3/\text{г}$
Нативная	88,21	0,05
Обогащенная	98,41	0,08
Активированная	195,03	0,13

В процессе обогащения происходит увеличение удельной поверхности глины, что может быть связано с повышением содержания основного функционально

активного ингредиента – монтмориллонита в образце. Последующая активация обогащенной глины приводит к увеличению удельной поверхности в 2,2 раза, это связано с диспергирующим действием используемых реагентов.

Таким образом, активация глинистого материала изменяет не только природу поверхности, но влияет на его структурные характеристики.

Исследовано влияние активации на сорбционные свойства глинистого материала по отношению к ионам хрома (III). Полученные изотермы адсорбции представлены на рисунке.

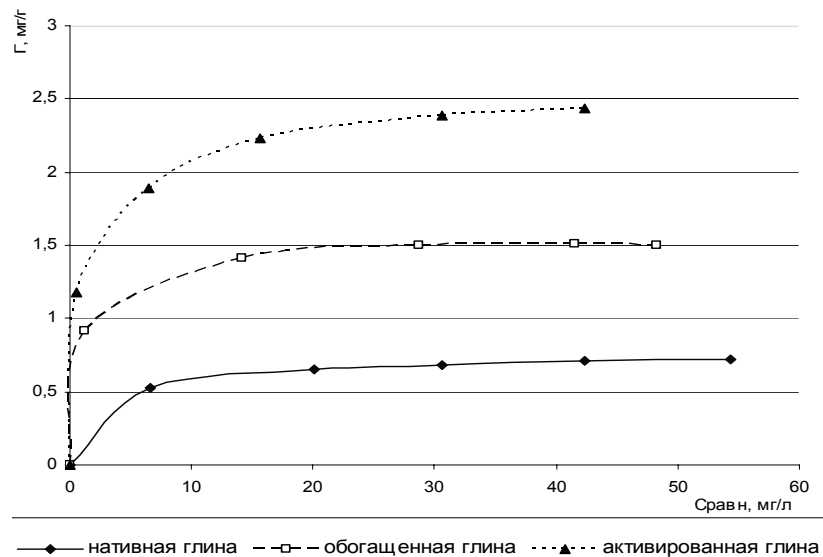


Рис. Изотермы хрома (III) на исследованных образцах глины

Анализ рисунка показал, что в процессе обогащения происходит увеличение поглотительной способности глины в среднем в 2 раза, по сравнению с нативной глиной. Последующая активация позволяет дополнительно увеличить поглотительную способность образца по отношению к ионам хрома (III) в 1,5 раза по сравнению с обогащенной формой. В целом же при двух стадийной активации удалось повысить сорбционную активность глины месторождения Маслово Пристань по отношению к ионам хрома (III) в 3,0 раза по сравнению с нативной глиной.

Возрастание поглотительной способности активированного образца хорошо коррелирует с увеличением содержания катионов  $\text{Na}^+$  в обменных позициях монтмориллонита в 3,0 раза.

## Заключение

На основании проведенного исследования сделаны выводы:

- В процессе двойной активации глины происходит увеличение удельной поверхности в 2,2 раза по сравнению с нативной формой монтмориллонита.
- Установлено, что модифицирование повышает сорбционную активность глины месторождения Маслово Пристань по отношению к ионам хрома (III) в 3,0 раза по сравнению с нативной глиной.

## Список литературы

- 1.Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. – Киев: Наукова думка, 1981. – 207с.
- 2.Шумяцкий Ю.И., Афанасьев Ю.М. Адсорбция: процесс с неограниченными возможностями. - М.: «Высшая школа», 1998.-76с.
- 3.Барнабишвилли Д.Н., Цицишвили Г.В., Гогодзе Н.И. Поверхностные явления на алюмосиликатах. - Тбилиси: Мецниереба, 1965.- 81с.
- 4.Шалбуев Д.В. Практикум по оценке качества сточных вод на кожевенно-меховых предприятиях. Учебное пособие. – Улан-Удэ: ВСГТУ, 2006. – 123с.

---

**Везенцев Александр Иванович** – д.т.н., проф., заведующий кафедрой общей химии Белгородского государственного университета, Белгород, тел.: (4722) 30-11-50

**Королькова Светлана Викторовна** – аспирант кафедры общей химии Белгородского государственного университета, Белгород, тел.: (4722) 30-11-68

**Воловичева Наталья Александровна** – ассистент кафедры общей химии Белгородского государственного университета, Белгород, тел.: (4722) 30-11-51

**Худякова Светлана Викторовна** – студент Белгородского государственного университета, Белгород, тел.: (4722) 30-11-68

**Vezentsev Aleksander I.** – Doctor of Technical Science, Professor, head of the chair of general chemistry of the Belgorod State University, Belgorod, e-mail: [vesentsev@bsu.edu.ru](mailto:vesentsev@bsu.edu.ru)

**Korolkova Svetlana V.** – postgraduate student, chair of general chemistry of the Belgorod State University, Belgorod, e-mail: [korolkova@bsu.edu.ru](mailto:korolkova@bsu.edu.ru)

**Volovicheva Natalia A.** – assistant of chair of the general chemistry of the Belgorod State University, Belgorod, e-mail: [volovicheva1984@mail.ru](mailto:volovicheva1984@mail.ru)

**Khudyakova Svetlana V.** – student of the Belgorod State University, Belgorod