

**МОДИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО НОСИТЕЛЯ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ  
СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ**

Е.В. Плотников, И.В. Мартемьянова, Д.В. Мартемьянов

Научный руководитель: с. н. с., к. х. н. С.П. Журавков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [plotnikov.e@mail.ru](mailto:plotnikov.e@mail.ru)

**MODIFICATION OF MINERAL MEDIA FOR GIVING ADDITIONAL SORPTION  
PROPERTIES**

E.V. Plotnikov, I.V. Martemiyanova, D.V. Martemiyanov

Scientific Supervisor: senior researcher, PhD S. P. Zhuravkov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenina ave., 30, 634050

E-mail: [plotnikov.e@mail.ru](mailto:plotnikov.e@mail.ru)

*Using modified sorbents is one of the most effective methods for water purification from heavy metals. There are variety of methods for surface modification of materials with the purpose of giving them additional sorption properties. The aim of our work is modification of natural hematite surface with nanoparticles oxohydroxide aluminum by the electric spark dispersion method. As a result, physicochemical and sorption characteristics of the modified sorption material were obtained. It was revealed increasing sorption capacity of modified sample with respect to the original sample of hematite.*

Загрязнение водных сред соединениями тяжёлых металлов является серьёзной проблемой [1, 2]. Для очистки воды от соединений тяжёлых металлов применяют различные методы, такие как: химическая нейтрализация, ионный обмен, сорбция, мембранная очистка [3]. Сорбционный метод является одним из эффективных методов очистки воды от соединений тяжёлых металлов [4]. Очень часто находят применение использование природных минеральных сорбентов для извлечения тяжёлых металлов из водных сред [5]. Для увеличения сорбционной способности минеральных сорбентов осуществляют модификацию их поверхности [6].

Целью нашей работы является модификация поверхности природного минерала гематита наночастицами оксигидроксида алюминия, с целью придания носителю дополнительных сорбционных свойств при извлечении ионов  $Pb^{2+}$  из модельного раствора. Получение наночастиц алюминия осуществляли посредством процесса электроискрового диспергирования. Для этого использовали экспериментальную установку, состоящую из фарфорового стакана «V = 1 дм<sup>3</sup>», в который помещались алюминиевые электроды, металлическая загрузка, рабочая жидкость. Под действием импульсов электрической энергии между гранулами Al, находящимися в межэлектродном промежутке, возникает множество микрозарядов, вызывающих эрозию гранул. Напряжение подаваемое на электроды было в диапазоне U = 500 В, с частотой f = 400 Гц. В качестве электродов использовались стержни из алюминиевой проволоки диаметром 0,4 см. Расстояние между электродами составляло 10 см.

## «ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК»

Металлическая загрузка представляла алюминиевые гранулы диаметром 0,3 – 0,5 см, массой 100 г. Рабочей жидкостью, при получении наночастиц алюминия, являлась дистиллированная вода в количестве 500 см<sup>3</sup>. Время обработки рабочего раствора импульсными электрическими разрядами составляло 5 минут. Подтверждение того, что образцы материалов, полученные данным методом, находятся именно в наноструктурном состоянии, отражено в следующей работе [7]. Далее, полученный объем жидкости «содержащей наночастицы алюминия» поместили в стеклянный стакан «объем 1000 см<sup>3</sup>» и добавили в него 10 г природного гематита с размером фракции менее 0,1 мм. Стакан поставили на электрическую плиту и довели температуру раствора до 90 °С, а затем добавив концентрированный аммиак повысили рН среды до 11. С помощью золь-гель процесса провели модификацию поверхности гематита наночастицами оксигидроксида алюминия.

Для оценки структурных характеристик полученных образцов наноструктурных материалов использовали метод тепловой десорбции азота. По данным измерения оценивали величину площади удельной поверхности « $S_{уд}$ » и значения удельного объема пор « $P$ » образцов с использованием анализатора «СОРБОМЕТР М».

Сорбция ионов  $Pb^{2+}$  проводилась в статическом режиме, с использованием магнитной мешалки, при скорости вращения до 200 об/мин. Для проведения эксперимента брали навеску исследуемого образца массой « $m$ » 0,2 г, помещали её в стеклянный стакан «100 см<sup>3</sup>», заливали 20 см<sup>3</sup> раствора « $V$ » с начальной концентрацией « $C_0$ »  $Pb^{2+} = 10$  мг/дм<sup>3</sup>. Модельный раствор готовили на дистиллированной воде с использованием ГСО состава раствора ионов свинца. Процесс статической сорбции для исследуемого образца проводили при времени контакта: 5, 15, 30, 60, 150 минут. После проведения процесса сорбции, раствор отделяли от сорбента на бумажном фильтре «синяя лента» и определяли равновесные концентрации адсорбатов « $C_p$ ». Концентрации ионов  $Pb^{2+}$  определяли методом инверсионной вольтамперометрии.

В таблице 1 представлены удельная поверхность и удельный объем пор исходного минерала гематит с размером фракции менее 0,1 мм, наночастиц оксигидроксида алюминия, полученного комбинацией методов электроискрового диспергирования и золь-гель процесса и гематита модифицированного наночастицами оксигидроксида алюминия.

Таблица 1

Удельная поверхность и удельный объем пор материалов

Образец	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Удельный объем пор, см <sup>3</sup> /г
Гематит	7,88	0,003
AlOOH	47,1	0,02
Модифицированный гематит	29,14	0,012

Из таблицы 1 видно, что наибольшие значения по удельной поверхности и удельному объёму пор имеет AlOOH. Наименьшие значения у исходного минерала гематита. У модифицированного образца гематита средние значения удельной поверхности и удельного объёма пор.

На рисунке 1 показаны сравнительные сорбционные характеристики минерала гематита и гематита с иммобилизованными на его поверхности наночастицами оксигидроксида алюминия, при извлечении ионов  $Pb^{2+}$  из модельного раствора. Процесс сорбции проводился в статическом режиме с разным временем контакта.

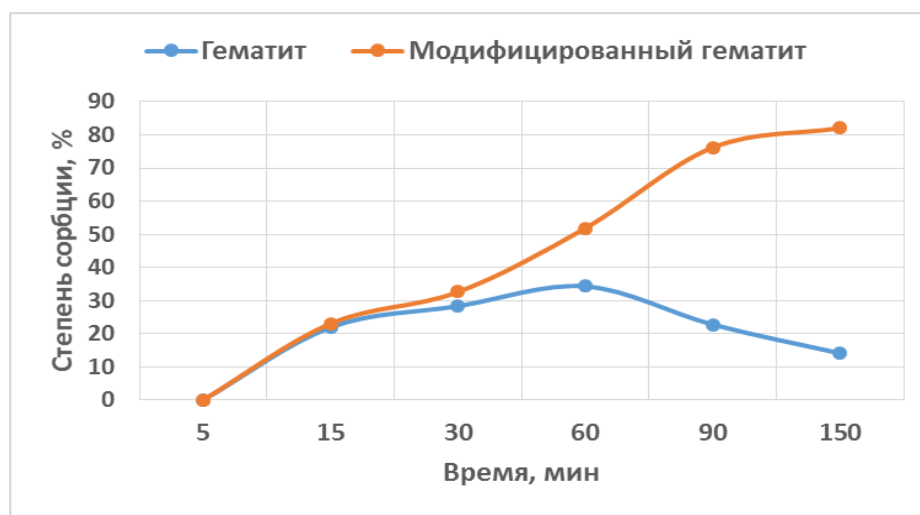


Рис.1 Сравнительные сорбционные характеристики гематита и его модифицированного аналога

На рисунке 1 видно, что до 15 минут сорбция у образцов гематита и модифицированного гематита одинаковая. Далее у образца модифицированного гематита идёт увеличение степени сорбции до 82 %. У образца гематита максимальная сорбционная способность наступает при 60 минутах процесса перемешивания, а далее идёт снижение до 14 %. В результате проделанной работы удалось модифицировать минерал гематит наночастицами оксигидроксида алюминия посредством комбинации методов электроискрового диспергирования и золь-гель процесса. Определили удельную поверхность и удельный объём пор у полученного модифицированного гематита и исходного гематита. Определили сорбционную способность исследуемых образцов при извлечении ионов  $Pb^{2+}$  из модельного раствора, в статических условиях.

*Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых № МК-4042.2014.8*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экология: учебник / под ред. Г.В. Тягунова, Ю.Г. Ярошенко. - М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 300 с.
2. Беляев Р.А. Водоснабжение и санитарная техника. – М.: Издательство, 1999. – 246 с.
3. Сомин В.А., Полетаева М.А., Комарова Л.Ф. Создание водооборотных систем с очисткой сточных вод от ионов тяжелых металлов // Ползуновский вестник. - 2008. - № 3. – С. 32-36.
4. Марченко Л.А., Боковикова Т.Н., Шабанов А.С. Сорбционная доочистка сточных вод // Экология и промышленность России. – 2007. – № 10. – С. 53-55.
5. Климов Е.С., Бузаева М.В. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 201 с.
6. Кондратюк Е.В., Лебедев И.А., Комарова Л.Ф. Очистка сточных вод от ионов свинца на модифицированных базальтовых сорбентах // Ползуновский вестник. – 2006. – № 2-1. – С. 21-26.
7. Plotnikov E., Zhuravkov S., Gapeyev A., Plotnikov V., Martemiyarov D. Investigation of genotoxicity of gold nanoparticles prepared by the electric spark dispersion method // Advanced material research. 2014. – V.1040. – P. 65-70.