

2. Kraydenko R.I., Smorokov A.A. The survey of process chlorination pyrite cinders by use of ammonium chloride // Fundamental and Applied Studies in the Pacific and Atlantic Oceans Countries: Proceedings of the 1st International Academic Congress. –Tokyo, 2014. – Vol. 2. – 580 p.
3. Пат.№ 2314354 Россия МПК С22 В3/14. Способ хлораммонийного обезжелезивания минерального сырья. Дьяченко А.Н., Крайденко Р.И. Заявлено 20.02.2006; Опубл. 10.01.2008.
4. Курченко Е.В. Получение высокочистого железа из пиритных огарков // Современная техника и технологии-2014: XIX Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых. – Томск, 2014. – Т. 2. – С. 84 – 85.

### ИММОБИЛИЗАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ ОКСОГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ГЕМАТИТА

Е.С. Сыромотина<sup>1</sup>, Ф.Е. Сапрыкин<sup>2</sup>, Д.В. Мартемьянов<sup>2</sup>

Научный руководитель старший научный сотрудник С. П. Журавков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Лицей при Национальном исследовательском Томском политехническом университете,  
г. Томск, Россия

<sup>2</sup> Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одной из наиболее актуальных проблем стоящих перед человечеством является проблема обеспечения населения качественной и чистой водой [1]. Возрастающие требования к качеству процессов водоочистки делают актуальным поиск новых более экологичных и экономичных методов. Анализ опубликованных работ по применению природных минеральных сорбентов при очистке воды, показывает актуальность и практическую значимость этих объектов [4]. Адсорбционные процессы с использованием природных минеральных сорбентов, всё больше находят применение в связи с возможностью их использования в процессах водоочистки вследствие их низкой стоимости и в тоже время относительно высокой сорбционной емкостью. Обзор периодических изданий по сорбционным процессам на природных минералах показал, что данные процессы изучены слабо и это направление требует более детального исследования. На основании полученной информации необходима более полная разработка научных основ использования природных сорбентов в водоподготовке.

Из литературы известно, что для увеличения сорбционных свойств минеральных сорбентов применяют иммобилизацию на их поверхности наночастиц оксигидроксида алюминия [3].

Целью нашей работы была иммобилизация наночастиц оксигидроксида алюминия на поверхности минерала гематита, посредством сухого и влажного перетирания данных компонентов, с дальнейшей сушкой.

Для получения модифицированного сорбента брали 3 г гематита, с размером фракции менее 0,1 мм и 0,5 г оксигидроксида алюминия (АЮОН). Оксигидроксид алюминия готовили из мелко измельченного алюминия (пыль) пищевых марок посредством золь-гель процесса. Гематит и оксигидроксид алюминия вначале перетирали в сухом виде в агатовой ступке, далее, добавляли воду и перетирали во влажном состоянии. После перетирания проводили сушку при 150 °С. Высушенный образец модифицированного гематита перетирали в агатовой ступке до пылевидного состояния.

На рис. 1 представлена электронная фотография полученного модифицированного гематита при увеличении в 10 тысяч раз. При получении снимка использовалась просвечивающая электронная микроскопия.

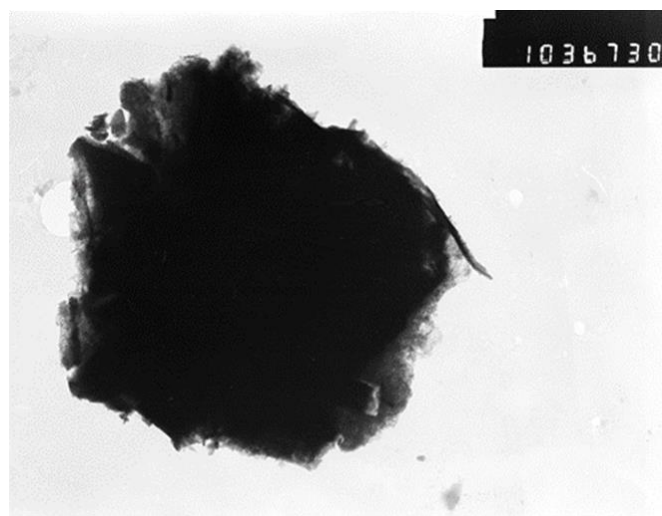


Рис. 1. Электронный снимок полученного модифицированного сорбента

На рис.1 видны мельчайшие нановолокна оксигидроксида алюминия, закреплённые на поверхности минерала гематита. Кроме того, видны агломераты нановолокон оксигидроксида алюминия, находящиеся в свободном состоянии.

Для оценки структурных характеристик сорбционных материалов использовали метод тепловой десорбции азота. По данным измерения оценивали площадь удельной поверхности и значения удельного объема пор образцов с использованием анализатора «СОРБТОМЕТР М».

Процесс сорбции проводился в статическом режиме, с использованием магнитной мешалки, при скорости вращения до 200 об/мин. Для проведения эксперимента брали навеску исследуемого материала массой 1 г, помещали её в стеклянный стакан объёмом 100 см<sup>3</sup> и заливали 100 см<sup>3</sup> модельного раствора, содержащего ионы Cu<sup>2+</sup>, с начальной концентрацией 4,21 мг/дм<sup>3</sup>. Модельный раствор готовили на дистиллированной воде с использованием соли CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O. Процесс сорбции проводили при разном времени контакта – 1, 5, 15, 30, 60 и 150 минут. После проведения процесса перемешивания, раствор отфильтровывали от материала на бумажном фильтре «синяя лента». Исходные и конечные концентрации ионов Cu<sup>2+</sup> в растворе определяли с помощью метода инверсионной вольтамперометрии [2].

В таблице приведены данные по удельной поверхности и удельному объёму пор носителя, активного компонента и сорбционного материала на их основе.

Таблица

Удельная поверхность и удельный объём пор сорбента и его составляющих компонентов

Образец	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> / г	Удельный объём пор, см <sup>3</sup> / г
Гематит	10,5	0,005
AlOON	152,8	0,065
Сорбент	68,7	0,012

Наибольшая удельная поверхность и удельный объём пор у AlOON. Самые малые значения у не модифицированного минерала гематита.

На рис. 2 показана степень извлечения ионов Cu<sup>2+</sup>, модифицированным сорбентом, от времени контакта с модельным раствором.

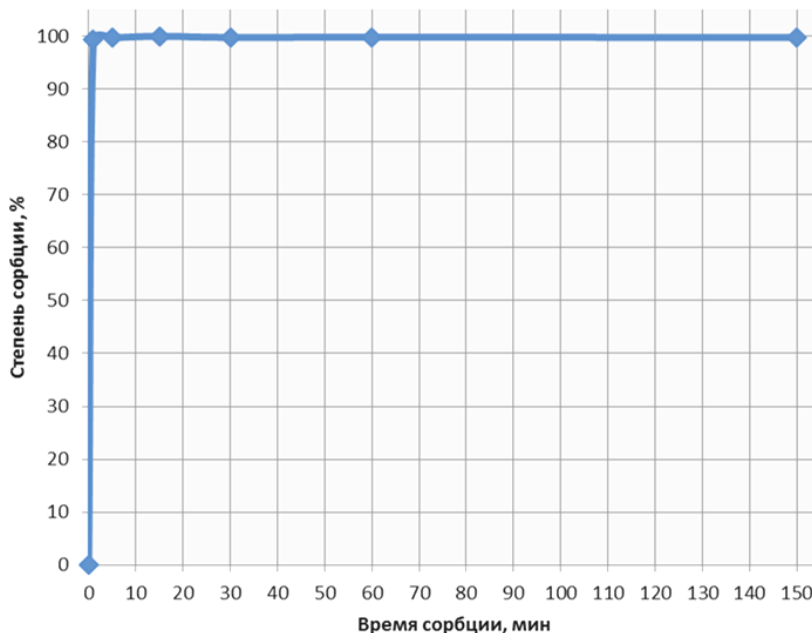


Рис. 2. Извлечение ионов Cu<sup>2+</sup> из модельного раствора

На рис. 2 видно, что модифицированный гематит показывает очень хорошую сорбционную способность по отношению к ионам Cu<sup>2+</sup>, при извлечении из модельного раствора, уже в первую минуту процесса сорбции.

В результате проведенной работы, была осуществлена модификация образцов минерала гематита оксигидроксидом алюминия посредством процесса сухого и влажного перетирания, с дальнейшей сушкой. Определили удельную поверхность и удельный объём пор у полученного сорбционного материала и его составляющих. Проведены сорбционные исследования полученного образца сорбента по извлечению ионов Cu<sup>2+</sup> из модельного раствора. В рамках данных исследований удалось сделать вывод о возможности

эффективного использования гематита, модифицированного нановолокнами оксигидроксида алюминия, для очистки водных сред от ионов  $\text{Cu}^{2+}$ .

#### Литература

1. Водоподготовка / Под ред. Б.Н. Фрог, А.П. Левченко. – М.: Издательство МГУ, 1996. – 680 с.
2. Измерение массовой концентрации химических веществ методом инверсионной вольтамперометрии: Сборник методических указаний / Под ред. В. Б. Скачкова. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 271 с.
3. Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Юрмазова Т.А. Определение сорбционных характеристик различных минералов при извлечении ионов  $\text{As}^{5+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  из водных сред // *Фундаментальные исследования*. – Москва, 2013. – № 8 (Ч. 3). – С. 666 – 670.
4. Очистка природных вод / Под ред. В.А. Клячкова, И.Э. Апельцина. – М.: Стройиздат, 1971. – 579 с.

### МОДИФИКАЦИЯ ГЛАУКОНИТА С ЦЕЛЬЮ ПРИДАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Е.С. Сыромотина<sup>1</sup>, Ф.Е. Сапрыкин<sup>2</sup>, Д.В. Мартемьянов<sup>2</sup>

Научный руководитель старший научный сотрудник С. П. Журавков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Лицей при Национальном исследовательском Томском политехническом университете, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup> *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время всё более актуальной становится проблема обеспечения населения доброкачественной питьевой водой [5, 6]. Среди различных веществ, загрязняющих водные среды, мышьяк занимает особое место [9, 4]. Одним из наиболее распространённых способов очистки воды от ионов мышьяка, является сорбционный метод [8, 11]. Среди известных природных минералов, обладающих хорошими сорбционными свойствами, известен глауконит, который широко применяют для очистки водных сред [7, 10, 12]. Глауконит – минерал, который отмечается целым комплексом уникальных свойств. Благодаря особенностям кристаллической структуры, которые определяют его способность к катионному обмену, глауконит издавна использовался для умягчения воды, а позднее и для ее очистки. Установлена высокая эффективность глауконита при очищении воды от солей тяжелых металлов, ряда органических и неорганических составов, радионуклидов. В частности установлено, что активированный глауконит при фильтрации через него загрязненных вод практически полностью очищает от соединений железа и аммиака, почти на порядок понижает содержимое в воде нефтепродуктов, в 25–50 раз понижает содержимое радиоактивных изотопов цезия-137 и стронция-90.

Имеются работы по модификации природных минералов с целью придания им дополнительных сорбционных свойств при извлечении ионов мышьяка из водных сред [3, 2]. На сегодняшний день работы по созданию новых видов сорбционных материалов для извлечения мышьяка из воды продолжаются, с целью получения более эффективных образцов материалов. В связи с этим, создание новых сорбентов по удалению из воды мышьяка и исследование их свойств является актуальной задачей.

Мышьяк – это загрязняющее вещество подземных вод, которое можно найти во многих регионах мира. По своему количеству в земной коре он находится на 20 месте, а по количеству в теле человека – на 12. Даже в малых концентрациях он токсичен для людей. Однако растворимость мышьяка в воде настолько мала, что его присутствие в воде обычно связано с разработкой месторождений или с металлургическими процессами в районе водосбора; кроме того, мышьяк может попасть в воду вместе с поверхностными стоками с сельскохозяйственных площадей, на которых в качестве промышленных ядов использовались вещества, содержащие мышьяк. Мышьяк может существовать в воде в двух формах: трёхвалентный мышьяк, известный как  $\text{As}^{3+}$ , и пятивалентный мышьяк, известный как  $\text{As}^{5+}$ .

В 1942 службой здравоохранения США была установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) мышьяка в питьевой воде, равная 50 мкг (0,05 мг) в одном литре. Однако эпидемиологические исследования показали, что даже при такой малой концентрации заметно повышается риск онкологических заболеваний, поэтому в 2002 в США была принята более жесткая норма: не более 10 мкг/л.

Целью данной работы является модификация глауконита оксигидроксидом железа, для придания ему улучшенных физико-химических и сорбционных свойств.

Процесс получения образцов глауконита модифицированного оксигидроксидом железа проводили следующим образом. Брели природный минерал глауконит и измельчали его в агатовой ступке. Далее производили отсев на ситах с размером ячеек 0,5 мм и 1,5 мм, с отбором рабочей фракции 0,5–1,5 мм. Образцы глауконита с размером фракции 0,5–1,5 мм взвешивали на аналитических весах в количестве 3 г по 3 раза (3 образца) и помещали в стеклянные стаканы. Готовили водные раствора  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (на дистиллированной воде), с разными концентрациями (3,3; 6,6 и 10 г/дм<sup>3</sup>), в количестве 150 см<sup>3</sup> каждый и заливали их в стаканы с глауконитом. Далее стаканы ставили на электрическую плитку, нагревали содержимое до 70 °С и добавляли раствор концентрированного аммиака до pH 11. Процесс вели в течение 60 минут, а затем после остывания, содержимое стаканов промывали дистиллированной водой до нейтральной pH. Промытые сорбенты отфильтровывали на воронке Бюхнера с помощью вакуумного насоса, через бумажный фильтр «синяя лента». Потом проводили сушку образцов при температуре 150 °С. Получили 3 образца модифицированного сорбента.