

$$y(x) = ax^{-b}; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^N [y_i - y(x_i)]^2 \cdot \omega_i \rightarrow \min. \quad (2)$$

При аппроксимации учтены веса полученных данных  $\omega_k$ . Так как все измерения значений функции производятся с одинаковой точностью, но при каждом значении площади пика производилась серия измерений, которая затем усреднялась, то весами измерений  $\omega_k$  выбраны пропорционально площади пиков [2]:

$$\omega_i = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^N x_i}. \quad (3)$$

Проведя аппроксимацию с помощью математического пакета Excel, была восстановлена аппроксимирующая кривая следующего вида (рис.1):

$$\frac{\Delta S}{S} = 190,135 \cdot S^{-0,508}.$$

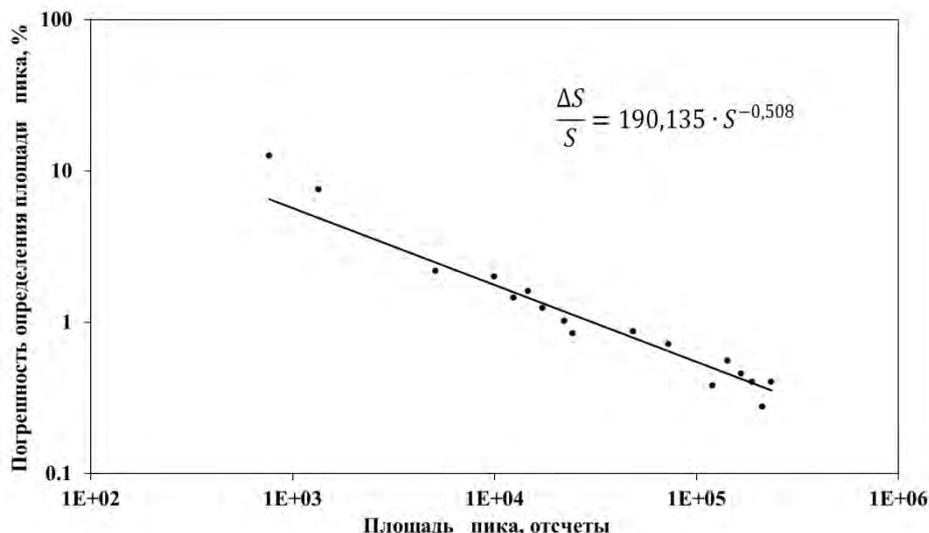


Рис. 1. Зависимость погрешности определения площади пика от площади пика с аппроксимированной кривой

Анализируя полученные данные, видно, что для обеспечения статистической погрешности менее 5 % необходимо иметь статистический набор данных не менее 1 000 отсчетов в пике полного поглощения. Для минимизации статистической погрешности (менее 1 %), исходя из полученных данных, необходимо иметь статистический набор данных не менее 30 000 отсчетов в пике полного поглощения.

Таким образом, существует возможность выбора между производительностью анализа и статистической точностью определения характеристик радиоактивных проб. В зависимости от того, какие цели и задачи преследуют конкретные гамма-спектрометрические измерения, необходимо отдать приоритет одной или другой составляющей.

#### Список литературы:

1. Бойко В.И., Жерин И.И., Каратаев В.Д., Недбайло Ю.В., Силаев М.Е. Образовательная программа в области физической ядерной безопасности. Учебное пособие «Методы и приборы для измерения ядерных и других радиоактивных материалов». – 2011. – 356 с.
2. Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. – Наука, 1971. – 192 с.

#### Исследование характеристик гранулированного минерального сорбента

Зарубин В.В.<sup>1</sup>, Мартемьянов Д.В., Мартемьянова И.В., Толмачёва Т.П.

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

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

E-mail: [martemdv@yandex.ru](mailto:martemdv@yandex.ru)

Проблема загрязнённости водных сред различными химическими веществами имеет сегодня высокую значимость [1, 2]. Сложившаяся ситуация оказывает негативное влияние на человека и экосистему в целом, и поэтому она требует обязательного решения.

В качестве решения, в данном контексте, подразумевается фильтрационная очистка водных ресурсов от вредоносных веществ. Наиболее известны в качестве фильтрующего материала: активированный уголь и анионно-катионные смолы, обеспечивающие очистку воды от тяжёлых металлов, органических токсинов, радионуклидов. Притом, наиболее перспективными в использовании являются природные сорбенты (активированный уголь), отличающиеся своей дешевизной и общедоступностью. К типу природных сорбентов относится в частности глауконит, глинистый минерал переменного состава с высоким содержанием двух- и трёхвалентного железа, кальция, магния, фосфора и ряда микроэлементов [3]. Наличие слоистой структуры, а также способность к замещению микроэлементов придают минералу высокие сорбционные свойства. Стоит, однако, отметить, что глауконит имеет невысокую способность к десорбции и используется как сорбент, из-за ряда некоторых недостатков, лишь в модифицированной форме. Модифицирование адсорбента осуществляют благодаря привлечению стороннего связующего материала с целью его гранулирования. Считается, что гранулирование улучшает прочностные и фильтрационные характеристики природных сорбентов, обеспечивая этим увеличение грязеемкости, скорости фильтрации и длительности фильтроцикла. Согласно современным данным, гранулированный минерал глауконит показывает хорошие результаты очистки от органических загрязнителей, тяжёлых металлов, пестицидов, радионуклидов и прочих потенциально-опасных веществ. Но существует необходимость в более полных исследованиях данных объектов.

Целью данной работы является изучение некоторых физико-химических свойств, а также сорбционных свойств материала глауконит гранулированный при извлечении из модельных растворов ионов  $\text{Cr}^{6+}$  и ионов  $\text{Fe}^{2+}$ .

Для измерения величины удельной поверхности, удельного объёма пор и среднего размера пор образцов цеолитов мы будем использовать метод БЭТ. Цель применения метода БЭТ – нахождение площади пористого твердого тела любой формы и пористости. Чтобы достичь результата, необходимо получить экспериментальную зависимость адсорбции от давления при неизменной температуре в виде изотермы, затем по уравнению БЭТ вычислить величину и число молекул в монослое. Зная площадь одной молекулы, рассчитываем суммарную площадь удельной поверхности адсорбента. Данные определения проводили на приборе «СОРБОМЕТР М».

Объектом исследования является образец сорбционного материала глауконит гранулированный с размером фракции 0,3–1 мм.

Сорбционные свойства исследуемого образца гранулированного глауконита проводили в статических условиях при перемешивании на магнитной мешалке. Для этого брали 0,5 г. образца материала помещали его в стеклянный стакан (100 см<sup>3</sup>) и заливали в стакан модельный раствор объемом 50 см<sup>3</sup>. Исследования проводили на модельных растворах содержащих ионы  $\text{Cr}^{6+}$  и ионы  $\text{Fe}^{2+}$ . Модельные растворы готовились на дистиллированной воде с использованием ГСО состава растворов хрома и железа. Начальные концентрации модельных растворов составляли:  $\text{Cr}^{6+}$  – 10,2 мг/дм<sup>3</sup>;  $\text{Fe}^{2+}$  – 10,8 мг/дм<sup>3</sup>. После процесса статической сорбции фильтрат отделяли от сорбента с помощью бумажного фильтра «синяя лента».

В таблице представлены величина удельной поверхности и удельный объем пор исследуемого сорбента.

**Таблица.** Физико-химические свойства глауконита гранулированного

| Образец                   | Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г | Удельный объём пор, см <sup>3</sup> /г |
|---------------------------|---|--|
| Глауконит гранулированный | 13,2                                    | 0,006                                  |

Как видно из таблицы, у исследуемого материала наблюдаются не значительные показатели по представленным параметрам.

На рисунке 1 представлены сорбционные свойства глауконита гранулированного при извлечении из модельного раствора ионов  $\text{Cr}^{6+}$ .

Из результатов, представленных на рисунке 1 видно, что на первом часе процесса сорбции, извлечения ионов  $\text{Cr}^{6+}$  из модельного раствора не происходит. Далее идёт незначительное увеличение сорбционной способности.

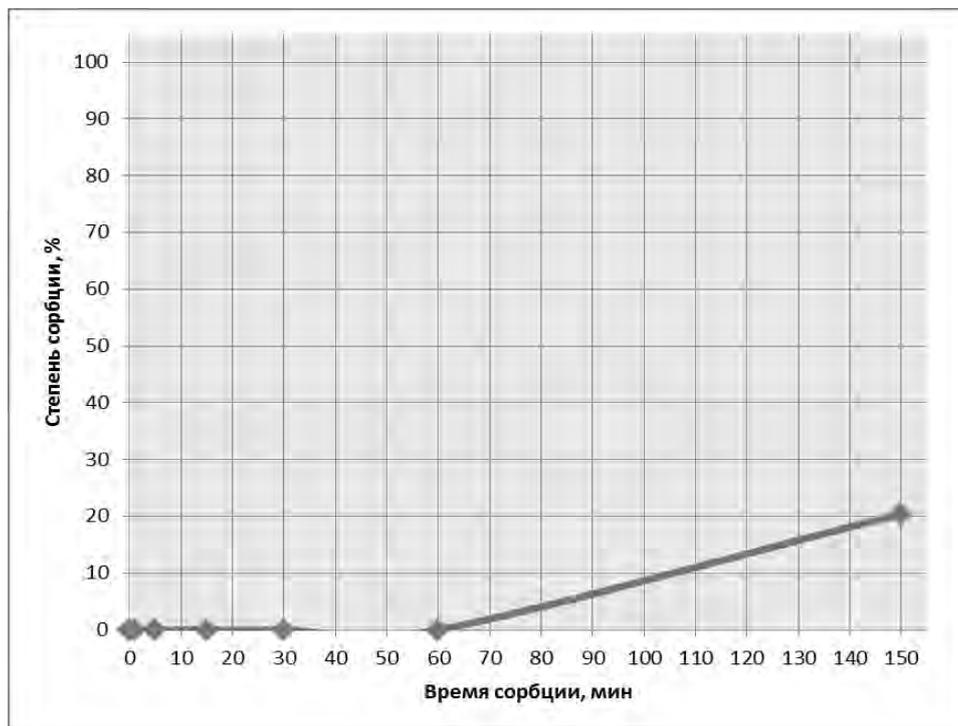


Рис. 1. Извлечение ионов  $\text{Cr}^{6+}$  в условиях статики

На рисунке 2 приведена степень сорбции ионов  $\text{Fe}^{2+}$  из модельного раствора в статических условиях, при использовании исследуемого образца сорбента глауконит гранулированный.

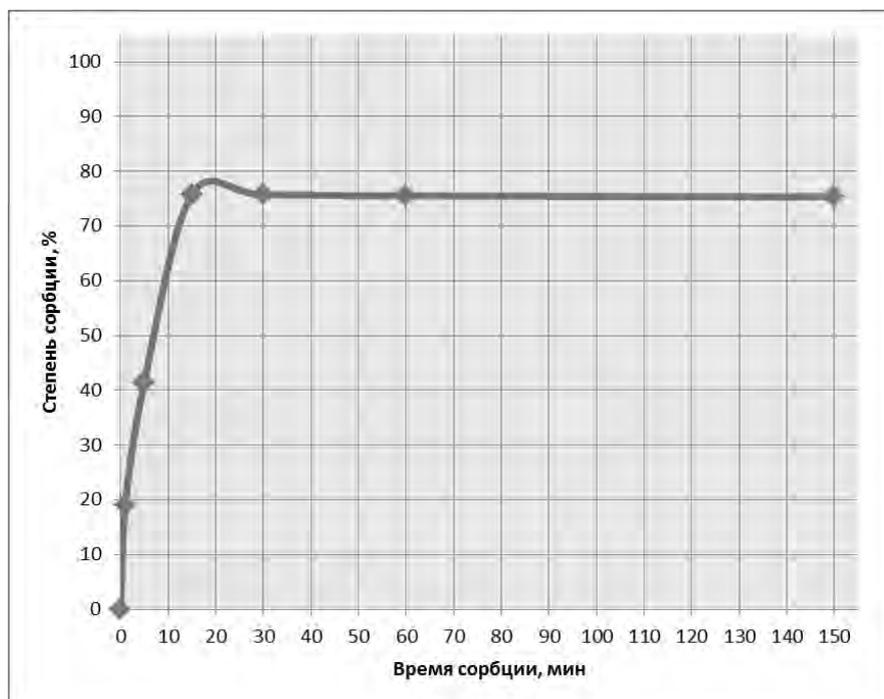


Рис. 2. Извлечение ионов  $\text{Fe}^{2+}$  в условиях статики

Из данных представленных на рисунке 2 видно, что процесс сорбции ионов  $Fe^{2+}$  из модельного раствора происходит в первые 15 минут процесса перемешивания.

#### Выводы

1. Определена удельная поверхность и удельный объем пор исследуемого образца сорбента глауконит гранулированный.
2. Исследованы адсорбционные свойства глауконита гранулированного, в процессе статической сорбции, по отношению к ионам  $Cr^{6+}$  и  $Fe^{2+}$ .
3. Сделан вывод о возможности использования исследуемого сорбента для извлечения ионов  $Fe^{2+}$  из водных сред.

#### Список литературы:

1. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология. Общий курс. Справоч. Пособие. – М.: Высш. школа, 1996. – Т.2. – 638 с.
2. Марченко Л.А., Боковикова Т.Н., Шабанов А.С. Сорбционная доочистка сточных вод // Экология и промышленность России. 2007. – № 10. – С. 53–55.
3. 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 год. – С. 666–670.

#### Сравнение фазового состава конечного продукта при СВ-синтезе NiAl в различной среде

*Касаткин Д.Д., Колядко Д.К., Чурсин С.С.*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск*

*e-mail: [dkk5@tpu.ru](mailto:dkk5@tpu.ru)*

В современном производстве очень остро стоит вопрос энергоснабжения. Потребление электричества растет с каждым днем. В связи с этим развиваются источники энергии. Одним из перспективных источников на сегодняшний день является атомная энергетика, перед которой ставятся амбициозные задачи. Однако для развития данной отрасли необходимо в первую очередь решение вопросов, связанных с конструкционными материалами. Во-первых, необходимы материалы с заданными свойствами, выдерживающие жесткие режимы эксплуатации в различных температурных полях, под воздействием ионизирующего излучения, под влиянием избыточного давления и так далее. Во-вторых, технология получения таких материалов должна быть максимально проста и эффективна для обеспечения доступности этого материала в требуемом объеме.

Соединение NiAl используется в ядерной энергетике, как конструкционный материал. В настоящее время это соединение получают традиционными методами порошковой металлургии, но они энергетически неэффективны, так как получение материала проходит при высокой температуре (свыше 1000 °С) долгое время (от одного часа). Альтернативной технологией получения интерметаллидов является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС).

Сущность метода СВС состоит в том, что в результате локального инициирования реакции в тонком слое исходной шихты реагентов, находящихся в твердом состоянии, фронт горения самопроизвольно распространяется по всей системе благодаря теплопередачи от горячих продуктов к не нагретым исходным компонентам, в которых также инициируется реакция горения [1]. Процесс получения конечного продукта в режиме СВС имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами печного синтеза материалов: отсутствие потребления электроэнергии для поддержания необходимых температурных режимов (процесс идет за счет собственного тепловыделения); высокая производительность (сгорание происходит за десятки секунд); высокая чистота продуктов (температуры горения достигают значений 2000-4000 К, что обеспечивает разложение и улетучивание примесей); управляемость процесса [2,3]. Также к достоинствам СВС можно отнести простоту оборудования, благодаря отсутствию внешних источников тепла.

Целью данной работы являлось изучить влияние среды, в которой осуществлялся синтез, на фазовый состав конечного продукта.

Для синтеза интерметаллида NiAl использовались следующие реагенты: порошок никеля ПНК-1Л8 и пудра алюминиевая ПАП-2, смешанные в пропорциях 1 к 2,3 соответственно. Шихты, исходных компонентов, массой 10 г прессовались (при давлении прессования 15 МПа) в цилиндрические образцы диаметром 30 мм.