

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО МИНЕРАЛА ШУНГИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ РАЗЛИЧНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

*А.Л. Новикова<sup>а</sup>, аспирантка группы А7-52,*

*научный руководитель: Назаренко О.Б., профессор, д.т.н.*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

*E-mail: furia.08@mail.ru<sup>а</sup>*

**Аннотация:** В данной статье исследуется природный минерал шунгит Зажогинского месторождения (Карелия). Исследования показали что у шунгита поры присутствуют, но в малых количествах, радиус пор равен 2.03938 нм, объем пор равен 0.000299721 см<sup>3</sup>/г. Площадь поверхности пор составила 0.17287 м<sup>2</sup>/г. Поры присутствуют только в минеральных включениях, сам же минерал однороден. На поверхности присутствуют характерные для шунгита ступенчатые сколы, что является одним из подтверждений, что минерал, используемый в исследовании, действительно шунгит.

**Ключевые слова:** шунгит, углерод в аморфной форме, сточные воды, поры, удельная поверхность, очистка сточных вод, катализ.

В данное время существует проблема увеличения количества загрязнений поступающих в окружающую среду. Одной из важных и постоянно загрязняемых сред является водная среда. Загрязняющие вещества в сточных водах бывают разных видов и включают в себя: биогенные, радиоактивные и органические микроэлементы, тяжелые металлы, микропластик, микробные массы [1]. В связи с загрязнением водной среды поиск эффективных, недорогих и простых методов удаления загрязняющих веществ – одна из важнейших задач в области защиты окружающей среды. Существует огромное количество методов для очистки сточных вод: механическая очистка, аэрация, физическая и химическая сорбция, экстракция, выпаривание, центрифугирование, нейтрализация, ионообменная и электрохимическая очистки, флотация, катализ, флокуляция, очистка микробными массами [2]. Одним из простых, эффективных и недорогих методов очистки воды является фильтрация воды через природные или модифицированные сорбенты [3].

Один из распространенных и недорогих природных материалов, обладающих каталитической и химической активностью – шунгит. Шунгитовые и шунгитсодержащие породы входят в большую группу докембрийских углеродсодержащих пород. Шунгитовые породы весьма разнообразны по форме проявлений, времени формирования, генезису и вещественному составу зольной части, изотопному составу, агрегатному и структурному состоянию шунгитового углерода. Различаются они так же и по физико-химическим свойствам, химическому и минералогическому составу.

Шунгит – уникальный углеродный материал, содержащийся в докембрийской горной породе осадочного происхождения, основные залежи которого расположены в Карелии. [4]. Шунгитовые породы содержат углерод в аморфной форме (в зависимости от вида от 5 до 99%), минералы (кварц, полевошпат, алюмосиликаты, карбонаты, пириты), небольшие количества битумоидной органики и воды. В зависимости от содержания углерода различают пять разновидностей шунгитовых пород:

- Шунгит I группы содержит в себе до 99% углерода;
- Шунгит II группы от 35 до 75%;
- Шунгит III группы от 25 до 35%;
- Шунгит IV группы от 10 до 25%;
- Шунгит V группы до 10%.

В зависимости от свойств шунгиты находят применение в металлургической и химической промышленности, в строительстве, сельском хозяйстве, фармакологии, медицине и экологии. В защите окружающей среды шунгиты часто используются как загрузки для фильтров очистки воды, так как некоторые из видов шунгитов обладают восстановительными, адсорбционными и каталитическими свойствами, так же у шунгитов есть бактерицидные свойства. Наиболее ярко выраженной адсорбционной способностью обладает шунгит-III, содержащий 20–35% углерода [5].

В данной работе используется природный минерал шунгит Зажогинского месторождения (Карелия), который относится к шунгитам I группы. На данном этапе исследовались площадь поверхности, радиус и объем пор, морфология поверхности и элементный состав.

Исследования проводили, используя анализатор сорбции газа серии NOVAtouch™, анализ площади поверхности и размера пор по методу BET.

Шунгит измельчали, взвешивали и переносили в стеклянную трубку, затем помещали в аналитическую станцию, для удаления влаги из пор высушивали при температуре 150 °С в течение 8 часов.

Затем пробы доставали, снова взвешивали и помещали в следующую станцию. В специальную емкость заливали 2 литра жидкого азота, помещали под станцию с пробами и включали программу измерений. С помощью программы было исследовано 13 точек и определены суммарные значения. Полученные значения размера пор шунгита представлены в таблице 1.

Таблица 1

Размер пор шунгита		
Радиус $r$ , нм	Объем пор $V$ , см <sup>3</sup> /г	Площадь поверхности пор $S$ , м <sup>2</sup> /г
2.03938	0.000299721	0.17287

При изучении поверхности было выявлено, что у Шунгита поры присутствуют, но в малых количествах и имеют небольшой объем и небольшую площадь поверхности.

Исследования проводили, используя Quanta 200 SEM – это сканирующий электронный микроскоп с низким вакуумом и вольфрамовым источником электронов. Так же Quanta SEM была оснащена системой EDS, которая позволяет проводить элементный анализ. Низковакуумные детекторы не чувствительны к свету, генерируемому во время нагревания образца, поэтому эксперименты с динамическим нагревом на месте визуализировались и записывались в режиме реального времени при температурах до 1500 °С.

Шунгит измельчали, взвешивали и переносили на углеродный скотч, затем помещали в аналитическую станцию. Полученные данные представлены на рисунках 1 и 2.

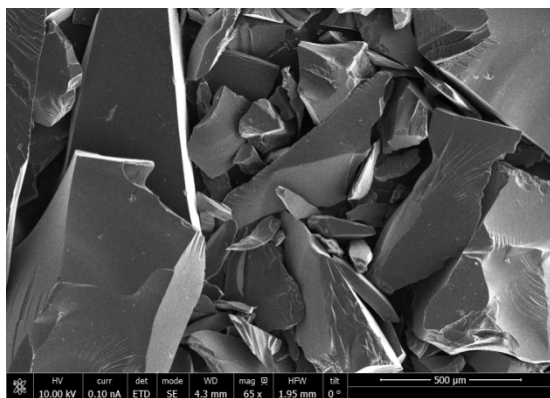


Рис. 1. SEM-фотография частиц Шунгита

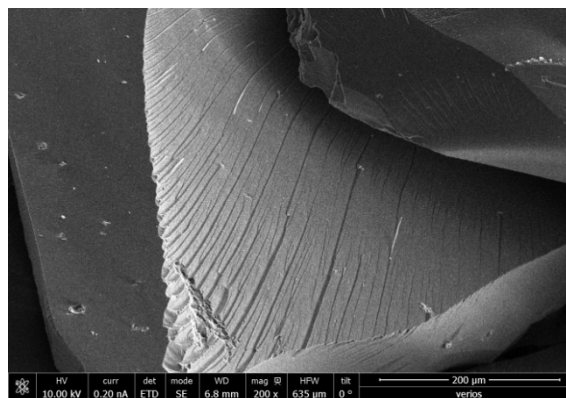


Рис. 2. SEM-фотография поверхности Шунгита с минеральными включениями

При изучении поверхности природного минерала методом сканирующей микроскопии (SEM), было выявлено, что на поверхности шунгита поры присутствуют, но в малом количестве, что подтверждает данные полученные исследованием шунгита ВЕТ методом. Поры присутствуют только в минеральных включениях, сам же минерал однороден. На поверхности присутствуют характерные для шунгита ступенчатые сколы.

Исследования показали что у шунгита поры присутствуют, но в малых количествах, радиус пор равен 2.03938 нм, объем пор равен 0.000299721 см<sup>3</sup>/г. Площадь поверхности пор составила 0.17287 м<sup>2</sup>/г. Поры присутствуют только в минеральных включениях, сам же минерал однороден. На поверхности присутствуют характерные для шунгита ступенчатые сколы, что является одним из подтверждений, что минерал, используемый в исследовании, действительно шунгит. Из полученных данных можно сделать вывод, что шунгит Зажогинского месторождения не может быть использован для физической сорбции различных загрязнений, но следует провести исследования для определения его каталитических и восстановительных свойств.

Список используемых источников:

1. Сорбционные материалы для извлечения радионуклидов из водных сред / Г.В. Мясоедова, В.А. Никашина // Российский химический журнал. – 2006. – Т.50, №5. – С.55–63.

2. Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы: Пер. с англ. – М.: Мир, 2004. – 480 с.
3. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. – Киев: Наукова думка, 1981. – 207 с.
4. Березкин В.И. Углерод. Замкнутые наночастицы, макроструктуры, материалы. –С-Пб.: Издательство «АтрЭрго». 2013. С. 280-330.
5. Шунгиты Карелии и пути их комплексного использования. Под ред. В.А. Соколова, Ю.К. Калинина. Петрозаводск: Карелия, 1975, 246 с.

### ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ СПОСОБОВ ДОБЫЧИ УРАНА

*О.С. Ковалева, студент группы 3-17Г51, научный руководитель Родионов П.В.  
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26  
E-mail: rodik-1972@yandex.ru*

**Аннотация:** В статье освещены вопросы планирования и организации мероприятий по безопасной добыче руды урана на горнодобывающих предприятиях России.

**Ключевые слова:** уран, месторождение, добыча, безопасность, атомная энергетика.

Введение

Двадцать первый век - век атомной энергетики, количество атомных станций будет увеличиваться - это доказано открытием в 2014 году станции CAREM в Аргентине, Руппур в Бангладеше (2017 г.), Белорусская в Белоруссии (2014 г.), Куданкулам в Индии (2002-2017 г.). Бушер в Иране (2011 г.), Барака в ОАЭ (2015 г.), Карачи в Пакистане (2016 г.), Курская-2 В России (строится), Син-Кори в Южной Корее (2016 г.), а также Тяньваньская (2017), Ниндэ (2016), Фуцин (2017) и еще около десяти станций открыты в последнее десятилетие в Китае. Всего в мире 192 атомных станций с 450 энергоблоками, 55 энергоблоков находятся в стадии строительства [1].

Топливом для АЭС может быть урановое, ториевое и плутониевое. Последние два вида не применяются, так как переработка тепловыделяющих элементов сложнее, дороже или эффективность уменьшается.

Таким образом, добыча урана - перспективное направление, так как спрос на уран в ближайшие годы будет только увеличиваться.

Основная часть

Сегодня добыча урана осуществляется только в 28 странах мира. При этом 90% месторождений расположены в 10 странах, которые являются лидерами по объемам добычи: Австралия (5672 тонны), Казахстан (23800 тонн), Россия (3055 тонн), Канада (13325 тонн), Нигерия (4116 тонн), а также ЮАР, Бразилия, Намибия, США, Китай [2].

Содержание урана в земной коре невелико, в мире не так много крупных месторождений.

В России можно выделить следующие:

- Жерловое - расположено в Читинской области, запасы оцениваются в 4137 тыс. т. По содержанию металла - молибденовые - 0,082% урана и 0,227% молибдена. Чистого урана лишь 3485 т;
- Аргунское - расположено в Читинской области. Запасы руды категории С1- 13025 тыс. т, из них урана - 27957 т, категории С2 - 7990 тыс., из них 9481 т чистого урана. Это самое крупное месторождение. Оно дает 93% от общероссийского объема добычи;
- Источное, Дыбрыньское, Количкановское, Кореткондинское - месторождения, расположенные в Республике Бурятия. В этом районе разведанных запасов порядка 17,7 тыс т, а прогнозные ресурсы - 12,2 тыс т; Хиагдинское - расположено в Бурятии. Запасы урановой руды - 11,3 тыс т [3].
- Добыча урановой руды осуществляется как открытым, так и подземным способами.

При неглубоком залегании руды используют открытый способ: бульдозеры вскрывают слой, далее бульдозеры и ковшовые погрузчики выгружают руду на самосвалы, и те вывозят ее из карьера. Отработанный карьер наполняют покрывающими пластами, а впоследствии на данной поверхности проводят рекультивацию.

Для персонала такой способ является наименее опасным, нежели работа в подземных шахтах, но неизбежно происходит загрязнение поверхностных и грунтовых вод, что приводит к массе проблем.

При подземной разработке главной проблемой является транспортировка руды на поверхность. Для вывоза руды на поверхность используются штольни и шахты, руда обычно добывается