

СЕКЦИЯ 4: ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОПЛЕНОК В ЗЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

А.Л. Новикова¹, аспирантка группы А7-52,

Научный руководитель: Назаренко О.Б., профессор, д.т.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: furia.08@mail.ru

Аннотация: В данной статье представлены результаты исследования углеродных (графеновых) нанопленок, полученных из природного минерала шунгита, с целью дальнейшего использования в зеленой энергетике. Исследования показали, что после обработки минерала в ультразвуковой ванне образцы шунгита разрушились и приобрели форму тонких наноструктурированных пленок с хорошо развитой удельной поверхностью и размерами пленок до 200 нанометров. Так как мы знаем, что минерал на 98% состоит из углерода в аморфной форме, соответственно можно сказать, что мы получили углеродные пленки.

Abstract: This article examines the possibility of using carbon (graphene) nano-films obtained from the natural mineral shungite in green energy. Studies have shown that after processing the mineral in an ultrasonic bath, the shungite samples collapsed and took the form of thin nano-structured films with well-developed specific surfaces and film sizes up to 200 nanometers. Since we know that the mineral is 98% carbon in amorphous form, we can say that we have obtained carbon films.

Ключевые слова: шунгит, углерод в аморфной форме, углеродные нанопленки, зеленая энергетика, солнечные батареи.

Keywords: shungite, carbon in amorphous form, wastewater, minerals, wastewater treatment, catalytic wastewater treatment.

Как известно, зеленая энергетика подразумевает под собой использование возобновляемых источников энергии, и различные страны уже используют ветрогенераторы и солнечные панели. Существует сразу несколько проблем, связанных с солнечными батареями: эффективность используемых для батарей материалов (от 1 до 13%), малый срок работы батарей. При использовании материалов с малым сроком эксплуатации возникает экологическая проблема вторичного загрязнения среды. Для решения этой проблемы необходимо создать материалы или композитные материалы, которые будут иметь высокую эффективность, экологическую безопасность и большее время жизни материала. Одним из материалов, которые сейчас активно исследуются в качестве основного материала для солнечных панелей, является графен. Графен – это 2D материал, представленный тонкими пленками толщиной слоя в 1 атоме состоящий из аллотропного углерода в sp² форме гибридизации [1]. Графен находит применение в солнечных батареях, суперконденсаторах, в топливных элементах и аккумуляторах. Графен обладает высокой теплопроводностью, электропроводностью, гибкостью, упругостью, подвижностью и прозрачностью. Так же графеновые слои обладают высокой удельной поверхностью и антимикробными свойствами. Графеновые пленки получают следующими методами: метод химического расщепления (обработка графита смесью серной и азотной кислот, восстановление монослойных пленок оксида графена), метод механического расщепления (графит помещают между липкими лентами и отщепляют слои графена), радиочастотное плазмохимическое осаждение из газовой среды и рост графеновых пленок при высоких температурах и давлении [2].

В данной работе используются углеродные пленки, полученные из природного минерала шунгита Зажогинского месторождения (Карелия). Шунгит для исследований был выбран не случайно, так как в его составе присутствуют sp¹+sp²+sp³ гибридные формы углерода, также данный минерал относится к I группе шунгитов, что говорит о том, что в составе минерала присутствует более 98% углерода [3–7]. Из изученной литературы известно, что из шунгита можно получить графен, так как в составе минерала имеется sp² гибридная форма углерода [8,9]. На данном этапе исследовались свойства поверхности полученных из шунгита углеродных (графеновых) пленок.

Исследования проводили, используя трансмиссионный электронный микроскоп (ТЭМ) JEOL JEM 2100F. Трансмиссионный электронный микроскоп с полевой эмиссионной пушкой JEM-2100F представляет собой современную аналитическую систему сверхвысокого разрешения, способную обеспечить атомную визуализацию с высоким пространственным разрешением и анализ микроструктуры образцов материалов. Для изучения состава элементов была использована рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS).

Исследования проводились с помощью сканирующего электронного микроскопа с низким вакуумом и вольфрамового источника электронов Кванта 200 СЭМ. Его четыре квадрантных дисплея одновременно предоставляют информацию о поверхности и фазе с помощью изображений вторичных электронов (SE) и обратно рассеянных электронов (BSE) в реальном времени.

Пробы шунгита механически измельчали, затем небольшие частицы наносили на углеродный скотч, далее образцы помещали на аналитическую станцию сканирующего электронного микроскопа и изучали поверхность образцов шунгита. Полученные данные представлены на рисунке 1.

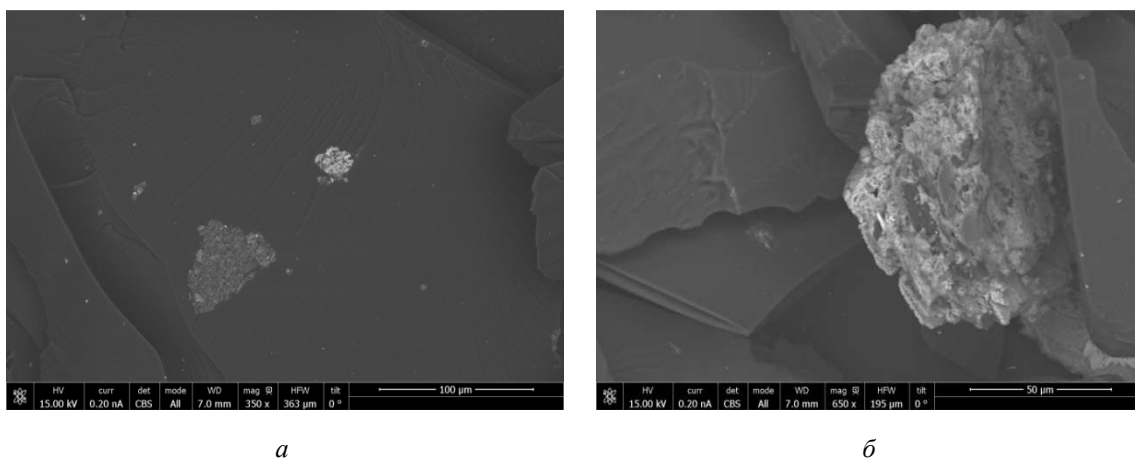


Рис. 1. а – SEM изображение поверхности образцов шунгита с минеральными включениями в образце с увеличением $\times 350$, б – SEM изображение поверхности образцов шунгита с минеральными частицами в образце с увеличением $\times 650$

Из исследований, проводимых ранее, известно, что темная часть минерала представлена углеродной формой, минеральные включения представлены кремнием, кислородом, ванадием, алюминием, калием, цинком и серой (вещества представлены в порядке уменьшения доли в составе минерала).

Измельченный шунгит помещали в пластиковую колбу, диспергировали в ультразвуковой ванне в течение 2,5 часов с добавлением дистиллированной воды. Полученный образец гомогенизированного раствора частиц шунгита и воды помещали на углеродный скотч, промачивали фильтровальной бумагой, высушивали и перемещали на аналитическую станцию. Далее изучали участки образца с использованием трансмиссионного электронного микроскопа. Полученные данные представлены на рисунке 2.

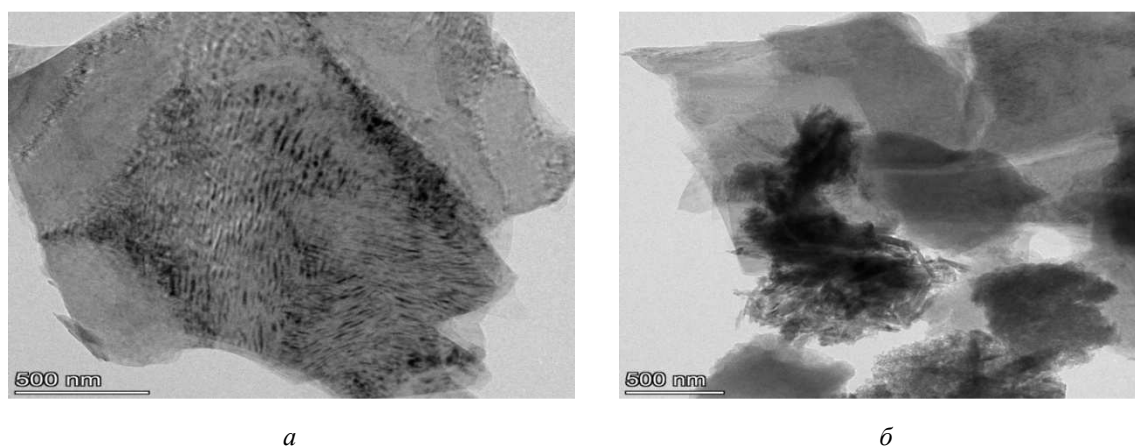


Рис. 2. а – ТЕМ изображение углеродных пленок полученных из природного шунгита с увеличением $\times 2800$, б – ТЕМ изображение углеродных пленок полученных из природного шунгита с увеличением $\times 2200$

ТЭМ изображения обработанного материала показали, что после обработки минерала в ультразвуковой ванне образцы шунгита разрушились и приобрели форму тонких наноструктурированных пленок с хорошо развитой удельной поверхностью и размерами пленок до 200 нанометров. Так как мы знаем, что минерал на 98 % состоит из углерода в аморфной форме, то можно сделать вывод, что мы получили углеродные пленки. Из литературных данных известно, что из шунгита можно получить графеновые пленки [10].

Список используемых источников:

1. Q. Liu, J. Shi, G. Jiang, Application of graphene in analytical sample preparation, *TrAC Trends Anal. Chem.* 37 (2012) 1–11.
2. Madderla Sandhya, D. Ramasamy, K. Sudhakar, K. Kadirgama, M. Samykano, W.S. W. Harun, G. Najafi, M. Mofijur, Mohamed Mazlan . A systematic review on graphene-based nanofluids application in renewable energy systems: Preparation, characterization, and thermophysical properties. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 44 (2021) 24p.
3. Шунгиты Карелии и пути их комплексного использования. Под ред. В.А. Соколова, Ю.К. Калинина. – Петрозаводск: Карелия, 1975.– 246 с.
4. V.A. Melezhik, M.M. Filippov, A.E. Romashkin, A giant Palaeoproterozoic deposit of shungite in NW Russia: genesis and practical applications, *Ore Geol. Rev.* 24 (2004) 135–154.
5. H.O. Pierson *Handbook of carbon, graphite, diamond and fullerenes.* – New Jersey U.S.A., Noyes Publications, 1993.
6. V. Kovalevsky, V. Shchiptsov, R. Sadovnichy, Unique natural carbon deposits of shungite rocks of Zazhogino ore field, Republic of Karelia, Russia, *Int. Multidiscip. Sci. Geo Conference SGEM.* 1 (2016) 673–680.
7. Tamburri, R. Carcione, S. Politi, M. Angiellari, L. Lazzarini, L.E. Vanzetti, S. Macis, G. Pepponi, M.L. Terranova, Shungite carbon as unexpected natural source of few-layer graphene platelets in a low oxidation state, *Inorg. Chem.* 57 (2018) 8487–8498.
8. О.В. Мясникова, А.В. Первунина, Перспектива комплексного использования низкоуглеродных шунгитсодержащих пород Карелии, (2019)
9. А.А. Ковальчук, А.В. Приходько, О.И. Коньков, Н.Н. Рожкова, Графено-подобный углерод шунгитовых пород Карелии как основа для получения наноструктурированных пленок, *Труды Карельского Научного Центра Российской Академии Наук.* (2018).
10. V.A. Reznikov, Y.S. Polekhovskii, Amorphous shungite carbon: a natural medium for the formation of fullerenes, *Tech. Phys. Lett.* 26 (2000) 689–693.

СТАРТОВОЕ УСТРОЙСТВО МОДУЛЯ ПРОХОДКИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК, СФОРМИРОВАННОЕ ИЗ ГЕОСРЕДЫ

*А.В. Коперчук^{1,2,a}, к.т.н., доцент, В.Ю. Бегляков^{1,2}, к.т.н., доцент,
Р.С. Осипов², ведущий конструктор*

¹ *Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)77763

² *ООО «Сибирское НПО»*

650991, Кемеровская область, г. Кемерово, Советский проспект, д. 56

E-mail: avkop@tpu.ru^a

Аннотация: В статье описано стартовое устройство модуля для проходки аварийно-спасательных выработок - геохода, сформированное из геосреды. Приведены некоторые результаты испытания.

Abstract: The article describes the starting device of the geokhod, made of soil. Some test results are presented.

Ключевые слова: модуль для проходки аварийно-спасательных выработок - геоход, стартовое устройство, результаты испытания.

Keywords: geokhod, starting device, test results.