

Исходя из полученных результатов (измерений спектров поглощения и отражения пленок галлия разной толщины до и после теплового воздействия были рассчитаны и построены кинетические зависимости степени превращения ($\alpha = f(\tau)$).

При этом воспользовались уравнением предложенным в [12]

$$\alpha = (A_{\text{Ga}}^1 - A_{\text{обр.}}) / (A_{\text{Ga}}^1 - A_{\text{Ga}_2\text{O}_3}^1)$$

где A_{Ga}^1 , $A_{\text{Ga}_2\text{O}_3}^1$ – предельные значения оптической плотности пленок галлия и оксида галлия (III) при $\lambda = 720$ нм; $A_{\text{обр.}}$ – оптическая плотность пленки галлия.

Литература.

1. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы. М.: Бином, 2008. 365 с.
2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2009. 414 с.
3. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю.Д. Третьякова. М.: Физматлит, 2010. 456 с.
4. Surovoi E.P., Borisova N.V. Regularities of Photostimulated Conversions in Nanometer Aluminum Layers // J. Phys. Chem. 2009. V. 83. № 13. P. 2302–2307.
5. Суровой Э.П., Борисова Н.В. Термические превращения в наноразмерных слоях меди // Журн. физ. химии. 2010. Т. 84. № 2. С. 307–313.
6. Суровой Э.П., Бугерко Л.Н., Суровая В.Э. и др. Кинетические закономерности термических превращений в наноразмерных пленках висмута // Журн. физ. химии. 2012. Т. 86. № 4. С. 702–709.
7. Суровой Э.П., Еремеева Г.О. Закономерности формирования наноразмерных пленок системы индий–оксид индия(III) // Неорган. материалы. 2012. Т. 48. № 7. С. 819–824.
8. Суровой Э.П., Еремеева Г.О. Термостимулированные превращения наноразмерных систем In–MoO₃ // Неорган. материалы. 2013. Т. 49. № 4. С. 404–409.
9. Суровой Э.П., Бугерко Л.Н., Суровая В.Э. Кинетика фотостимулированных превращений в наноразмерных пленках висмута // Журн. физ. химии. 2013. Т. 87. № 9. С. 1565–1571.
10. Суровой Э.П., Еремеева Г.О. Фотостимулированное формирование наноразмерной системы индий–оксид индия(III) // Неорган. материалы. 2013. Т. 49. № 10. С. 1065–1070.
11. Суровой Э.П., Заиконникова Т.М. Кинетические закономерности термических превращений в наноразмерных пленках хрома // Журн. физ. химии. 2014. Т. 88. № 1. С. 86–92.
12. Суровой Э.П., Сухорукова А.А., Бин С.В. Закономерности формирования наноразмерных систем кобальт–оксид кобальта // Неорган. материалы. 2014. Т. 50. № 4. С. 436–441.
13. Кубашевский О., Гопкинс Б. Окисление металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1965. 429 с.
14. Кофстад П. Отклонение от стехиометрии, диффузия и электропроводность в простых окислах металлов. М.: Мир, 1975. 399 с.
15. Розовский А.Я. Кинетика топохимических реакций. М.: Химия, 1974. 224 с.
16. Суровой Э.П., Бугерко Л.Н., Суровая В.Э. Кинетика фотостимулированных превращений в наноразмерных пленках висмута // Журн. физ. химии. 2013. Т. 87. № 9. С. 1565–1571.

ШУНГИТ И ЕГО СВОЙСТВА

М.И. Петренко, студент группы 10751,

научный руководитель: Деменкова Л.Г.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

Шунгит – необычный минерал, с особой структурой и полезными свойствами. Он применяется в различных областях человеческой деятельности и может помочь решению многочисленных проблем, в том числе и связанных с очисткой воды. В наши дни особенно актуален вопрос поиска недорогого и эффективного природного сорбента. Цель нашей работы – изучить сорбционные свойства шунгита, его химический состав и свойства шунгитовой воды.

Шунгит обладает структурой и составом, не имеющим в природе аналогов. Также уникальны и условия его образования. Учеными установлено влияние базальта на структурные преобразования углерода, приводящие к получению шунгитов. В мире есть только одно место, где возможна добыча

этой горной породы, – это Зажогинское месторождение, в Карелии. Его название происходит от посёлка Шуньга. Шунгит представляет собой природный композит. Его основу составляет некристаллическая силикатная матрица, которая заполнена кристаллами минералов. Эти минералы, принадлежащие к алюмосиликатному ряду, наполняют аморфную матрицу данной каменной породы равномерно. Размер кристаллов алюмосиликатных минералов не превышает 1 мкм. Более половины состава камня приходится на силикаты [1]. Изучение структуры шунгитов позволило сделать вывод, что шунгит является фуллереноподобным углеродом, отличающимся от других аллотропных модификаций надмолекулярной, атомной и зонной структурой.

Лечебные свойства шунгита («аспидного камня») известны с начала 18 в., когда Петром I был основан курорт для солдат «Марциальные воды», названный в честь бога войны Марса. Считалось, что шунгит является уникальным антисептиком. Но только в 1991 г. началось промышленное производство бытовых фильтров для очистки воды на основе шунгита. Вода, пропущенная через шунгитовый фильтр, обладает оздоравливающим действием на организм человека [2]. Некоторые учёные считают, что шунгит восстанавливает баланс между электрическими и магнитными полями в организме человека [3].

Шунгит – минерал чёрного цвета с плотностью 1,84–1,98 г/см³, механически прочный, химически стабильный даже при воздействии агрессивных веществ [1]. Шунгит имеет хорошие сорбционные, каталитические и бактерицидные свойства и используется для изготовления фильтров питьевой воды, катализаторов, очистки воды в плавательных бассейнах. Шунгит может сорбировать различные органические вещества: фенолы, высокомолекулярные кислоты, спирты, древесные и торфяные гидролизаты, гуминовые вещества, а также некоторые газы, превращая сложные органические соединения в CO₂ и H₂O, а также осаждая из воды некоторые соли (оксалаты, карбонаты и др.) [4].

В лаборатории шунгитов Института геологии Карельского научного центра РАН проводились исследования влияния природных процессов на качественный и количественный состав шунгитов, моделировали процессы их выветривания, модифицировали шунгиты (путем наноструктурирования с получением фуллероидных структур и керамоволокон), исследовали электрофизические свойства шунгитов после различных природных и техногенных воздействий [5]. Установлено, что шунгиты можно применять как

На начальном этапе показана целесообразность использования шунгитов как заменителя кварцита и кокса в получении фосфора, в качестве чёрного красителя – наполнителя термокислотоупорных материалов, бетонов, заменяя графит, в производстве облицовочных материалов, как поделочный камень. Кроме того, исследования выявили, что шунгит может быть эффективным адсорбентом в водоподготовке, поглощая фенол, нефтепродукты и др. В настоящее время ведутся работы по применению шунгита как катализатора процессов органического синтеза циклических углеводородов. Такие свойства шунгита, как износостойкость, химическая стойкость, электропроводность позволяют искать способы его применения для получения экранов, способных защитить человека от техногенного электромагнитного излучения. Ученые, работающие в лаборатории шунгитов, запатентовали метод наноструктурных изменений шунгитов, использование которого привело к получению нового вещества – «шунгитона», который содержит углерод в кристаллической решётке, подобной фуллеренам, а также карбид кремния в виде нановолокон.

В исследовании были использованы образцы шунгита, приобретённого в аптеке. Оценка его сорбционной способности проводилась путём сравнения с активированным углем. В ходе анализа были использованы методики «Определение адсорбционной активности по индикатору метиленовому голубому или метиленовому синему» (п. 4.4 ГОСТ 4453-74), в том числе «Аппаратура, посуда, реактивы» (п. 4.4.1 ГОСТ 4453-74), «Построение градуировочного графика» (п. 4.4.2 ГОСТ 4453-74), «Обработка результатов» (п. 4.4.4. ГОСТ 4453-74), «Определение сорбционной активности по йоду» (п. 4.4 ГОСТ 6217-74), в том числе «Проведение анализа» (п. 4.4.2 ГОСТ 6217-74). Образец шунгита был раздроблен на частицы 2-3 мм и просеян через сито, промыт дистиллированной водой, просушен в сушильном шкафу при 120°C в течение 1 ч, хранился в бюксе.

Для определения сорбционной способности 1 г шунгита поместили в коническую колбу, добавили 100 см³ раствора йода в йодиде калия, закрыли пробкой и взболтали в течение 30 минут. Затем 10 мл раствора отобрали в другую коническую колбу и оттитровали раствором тиосульфата натрия до соломенной окраски, в конце титрования добавили 1 мл раствора крахмала и оттитровали до исчезновения синей окраски. Провели определение содержания йода в растворе, для чего отобрали 10

мл раствора йода в йодистом калии в коническую колбу и оттитровали раствором тиосульфата натрия, добавив в конце титрования раствор крахмала.

Адсорбционную активность угля по йоду (X , %) вычисляется по формуле:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 0,0127 \cdot 100 \cdot 100}{10 \cdot m},$$

где V_1 – объем раствора тиосульфата натрия с $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)=0,1$ моль/дм³, израсходованный на титрование 10 мл исходного раствора йода в йодистом калии, см³;

V_2 – объем тиосульфата натрия с $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)=0,1$ моль/дм³, израсходованный на титрование раствора йода в йодистом калии после обработки шунгитом, см³;

0,0127 – масса йода, эквивалентная 1 см³ раствора тиосульфата натрия с $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)=0,1$ моль/дм³, г;

100 – объем раствора йода в йодистом калии, взятый для растворения шунгита, см³;

m – масса навески шунгита, г [6].

Сорбционная активность шунгита составила 5,08 %. Сорбционная активность угля активированного марки БАУ-1 составляет 60 %. Следовательно, сорбционная активность шунгита значительно слабее, чем у активированного угля.

Для получения шунгитовой воды навеску шунгита массой 5 г помещают в коническую колбу, приливают 200 мл водопроводной воды, закрывают пробкой и настаивают при комнатной температуре в течение недели, периодически перемешивая. Нами была определена общая жесткость водопроводной воды до и после обработки шунгитом методом комплексонометрического титрования. 50 мл исследуемой воды отбирают пипеткой в коническую колбу, добавляют 15 мл аммиачного буферного раствора, 0,05 г индикатора эриохрома чёрного Т. Раствор перемешивают и титруют раствором ЭДТА до перехода винно-красной окраски в синюю.

Общую жесткость воды рассчитывают по формуле:

$$Ж = \frac{N(\text{ЭДТА}) \cdot V_1(\text{ЭДТА})}{V} \cdot 1000,$$

где $N(\text{ЭДТА})$ – молярная концентрация эквивалента ЭДТА, моль/дм³; V_1 – объем ЭДТА, мл; V – объем исследуемой воды, мл [5].

Жесткость водопроводной воды до обработки шунгитом составила 8,1°, после обработки через неделю 9,8, через две недели – 17,1°. Данный результат объясняется, видимо, выщелачиванием растворимых веществ из шунгита в воду.

Химический состав шунгита был определен рентгенофлуоресцентным анализом. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав шунгита

Компонент	Содержание, %
P ₂ O ₅	0,06
CaO	0,19
MgO	0,32
TiO ₂	0,34
K ₂ O	1,32
Al ₂ O ₃	3,20
SiO ₂	74,2

Кроме того, в образце содержатся небольшие количества ванадия, хрома, кобальта, никеля, меди, цинка, мышьяка, стронция, свинца. Обнаружено присутствие Fe₂O₃ и MnO.

Таким образом, изучение сорбционной способности шунгита выявило, что шунгит практически не имеет высоких сорбционных свойств, это плотный непористый минерал. Определение жесткости воды позволило установить, что с увеличением времени выдержки воды с шунгитом общая жесткость возрастает, следовательно, происходит растворение соединения кальция и магния, входящих в состав шунгита. Химический состав шунгита богат и разнообразен, возможно, найдены ещё не все области его применения. И как именно действует на организм человека такое большое количество различных компонентов – проблема, требующая дальнейших исследований.

Литература.

1. Словарь геологических терминов. – <http://www.ref.by/slovari/geol/>
2. Шунгит – камень здоровья – <http://lithotherapy.ru/katalog/sh/shungit.html>
3. Свойства шунгита. – <http://www.inmoment.ru/magic/healing/shungit.html>
4. Лаборатория шунгитов. Институт геологии Карельского научного центра РАН. – <http://igkrc.ru/laboratorija-shungitov>
5. Калашников И.Е., Ковалевский В.В., Чернышова Т.А., Болотова Л.К.. Синтез и свойства металломатричных композиционных материалов, содержащих шунгиты с фуллереноподобной структурой / Фуллерены и наноструктуры в конденсированных средах. Сборник научных статей. – Минск: «Издательский центр БГУ» – 2011. – С. 295–308.
6. Логинов Н.Я. Аналитическая химия. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 229 с.

**ПОЛУЧЕНИЕ ТВЕРДОГО КОМПОЗИТНОГО ТОПЛИВА
НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПИРОЛИЗА АВТОШИН**

В.С. Попов, студент,

научный руководитель: Папин А.В., доцент, к.т.н.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва, г. Кемерово

650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

E-mail: Vasiliywinter@gmail.com

На сегодняшний день одним из главных факторов, загрязняющих окружающую среду в мире, является рост количества отработанных шин. С каждым годом количество пневмоколесного транспорта на душу населения увеличивается, что приводит к появлению огромного количества отработанных шин.

В России данная проблема имеет высокий уровень актуальности. Например, исходя из исследований научно-исследовательского института шинной промышленности, в нашей стране ежегодно выходит из эксплуатации около 1 млн. тонн шин, а учитывая, что в одну тонну шин входит около 650 кг резины, 150 кг текстиля, 200 кг металла, амортизированную шину можно считать важным источником вторичного сырья. Состав шины легкового автомобиля состоит из 65-70 % резины (каучук), 15-25 % технического углерода, 10-15% высококачественного металла [1, 2].

Отработанные шины крайне огнеопасны, и в случае возгорания температура их горения близка температуре горения каменного угля. При горении шин, в атмосферу выбрасываются вредные продукты сгорания, в том числе канцерогены [3, 4]. Данные отходы очень специфичны, не поддаются гниению, саморазрушению, занимают земельные площади, загрязняя населенные пункты, водоемы и воздух.

В тоже время отработанные шины являются ценным источником вторичного сырья и могут быть использованы для производства альтернативного топлива. Ключевым компонентом шины является резина, представляющая собой комплекс ценных компонентов, переработка и использование которых позволило бы снизить потребление некоторых дефицитных природных ресурсов. Поэтому материал шин целесообразно утилизировать, а отработанные покрышки являются экономически выгодным продуктом, с высоким потенциалом переработки.

В мире существует множество методов переработки отработанных шин: сжигание, переработка в крошку, захоронение, восстановление, пиролиз [5, 6]. Методам утилизации шин посвящено множество научных трудов [7-12].

Наиболее перспективным из ныне известных методов является термическое разложение углеводородного сырья или так называемый пиролиз [7]. Продуктами данного метода являются: газ, жидко топливная фракция, углеродосодержащий остаток и металлокорд. С помощью пиролиза можно перерабатывать целые шины.

В печатных работах Яцун А.В. и др. приводятся данные проведения пиролиза автошин в электромагнитном поле микроволнового диапазона на опытной СВЧ установке [13]. Ими доказана ценность продуктов пиролиза. Макитра Р.Г., Мидяна Г.Г. и др. предлагают совместный пиролиз отработанных шин в смеси с углём для получения жидкого топлива [14]. Наибольший интерес из продуктов пиролиза представляет твердый остаток – низкокачественный углерод. Он имеет повышенную зольность, низкое усиливающее действие и загрязнен серой. В работах Папина А.В. и др. предлагается