

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д.212.132.05 НА БАЗЕ Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Минобрнауки РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК.

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28.05.2015 № 86

О присуждении Московских Дмитрию Олеговичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Получение субмикронного порошка карбида кремния и наноструктурированной керамики на его основе» по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы» принята к защите 18.03.2015, протокол № 80 диссертационным советом Д.212.132.05 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Минобрнауки РФ, 119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4, созданным в соответствии с приказом Минобрнауки РФ № 717/НК от 09.11.2012.

Соискатель Московских Дмитрий Олегович 1988 года рождения, в 2011 году окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»),

работает инженером в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Минобрнауки РФ.

Диссертация выполнена в Научно-учебном центре самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (НУЦ СВС) Федерального государственного автономного образовательного учреждения

высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Мукасян Александр Сергеевич, Университет Нотр-Дам (США), кафедра химической и биомолекулярной инженерии, профессор; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий (ПМиФП), профессор; научно-исследовательский центр «Конструкционные Керамические Наноматериалы», директор.

Официальные оппоненты:

1. Санин Владимир Николаевич – доктор технических наук, Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения Российской академии наук (ИСМАН), ведущий научный сотрудник лаборатории «Жидкофазных СВС-процессов и литых материалов»;

2. Григорьев Евгений Григорьевич – кандидат технических наук, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», старший научный сотрудник, доцент кафедры физических проблем материаловедения, заместитель заведующего лаборатории электромагнитных методов производства новых материалов;

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)», г. Самара в своем положительном заключении, подписанном Амосовым Александром Петровичем, доктором физико-математических наук, профессором, Заведующий Кафедрой технологии металлов и авиационного материаловедения «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» указала, что

диссертационная работа Московских Д.О. представляет собой законченное

научное исследование, выполненное на высоком научно-техническом уровне, отвечает критериям, предъявляемым к диссертациям в соответствии с Положением ВАК, и соответствует специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы. Методами СВС и ИПС получен субмикронный порошок SiC и беспористая нанокерамика на его основе. Практическая ценность работы подтверждена наличием патента на способ получения нанопорошка SiC и актом испытания. Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы к использованию в научных организациях и промышленных предприятиях, занимающихся разработкой многокомпонентных керамических материалов.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе 15 по теме диссертации, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 4, в которых приведены результаты исследования закономерностей процессов механического активирования, горения безгазовых гетерогенных систем и искрового плазменного спекания карбида кремния. Авторский вклад 50 %, объем 3.75 печатных листов.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Spark plasma sintering of SiC powders produced by different combustion synthesis routes / Moskovskikh D.O., Rogachev A.S., Mukasyan A.S. et. al. // Journal of the European Ceramic Society. – 2015. – № 35. – P. 477–486;
2. Direct combustion synthesis of silicon carbide nanopowder from the elements / Mukasyan A.S., Rogachev A.S., Moskovskikh D.O. et. al. // Journal of the American Ceramic Society. – 2013. – № 96(1). – P. 111–117;
3. Experimental investigation of milling regimes in planetary ball mill and their influence on structure and reactivity of gasless powder exothermic mixtures / Rogachev A.S., Moskovskikh D.O., Nepapushev A.N. et. al. // Powder Technology. – 2015. – № 274. – P. 44–52;
4. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез нанопорошков карбида кремния / Московских Д.О., Мукасян А.С., Рогачев А.С. // Доклады Академии Наук. – 2013. – № 449(2). – С. 176–179.

На диссертацию и автореферат поступило 11 отзывов, все отзывы положительные. В 10 из них имеются замечания.

Замечания д.т.н., проф. Анциферова В.Н., д.ф.-м.н., проф. Чувильдеева В.Н.,

д.т.н. Ершовой Т.Б., д.т.н., проф. Закирова И.М. и д.т.н. Калиты В.Н. касаются исследований фазового состава СВС-порошков SiC. Также отмечается вопрос о материале размольных тел и барабанов, контроле намола сторонних примесей.

В замечаниях д.т.н. Ершовой Т.Б., д.т.н. Корчагина М.А., и д.ф.-м.н., проф. Филимонова В.Ю. отмечаются вопросы, связанные с инициированием процесса СВС и механизме формирования карбида кремния в волне горения.

Замечания д.т.н., проф. Максимова Ю.М. и д.т.н. Ершовой Т.Б. касаются экономической эффективности и конкурентной способности разработанных порошков карбида кремния и технологии их получения по сравнению с известными.

Замечания д.ф.-м.н., проф. Чувильдеева В.Н., и к.х.н Торосьяна С.С. касаются физико-механических свойств полученной нанокерамики SiC, интересует масштаб отличий этих свойств в центре и на краях спеченных образцов SiC.

Д.т.н., проф. Анциферов В.Н. и к.х.н., Дудина Д.В. обращают внимание на то, что в автореферате встречаются не совсем верные обозначения и выражения, которые затрудняют чтение.

Во всех отзывах отмечается, что высказанные замечания не снижают общую положительную оценку выполненной работы и не умаляют ее научную и техническую значимость.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они являются известными специалистами в области материаловедения керамических материалов, самораспространяющегося высокотемпературного синтез и электроимпульсной консолидации порошковых материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан способ получения субмикронных порошков SiC из элементов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с предварительной механической активацией смеси для повышения реакционной способности смеси, позволившая выявить качественно новые закономерности фазо- и структурообразования соединений в процессе механического активирования и горения безгазовых гетерогенных систем.

предложена оригинальная научная гипотеза о динамике стадийного формирования композиционных частиц $\text{Si}+\text{C}$ в процессе МА: первая стадия – натирание углерода на исходные частицы кремния, вторая – измельчение кремния, третья – формирование наноконпозиционных частиц, заключительная стадия – формирование рентгено-аморфных композиционных гранул, состоящих из наночастиц кремния и углерода.

Экспериментально и теоретически доказано, что при всех условиях механической обработки смеси $\text{Si}+\text{C}$ и последующего процесса СВС морфология частиц SiC сохраняется неизменной вследствие мгновенной реакции взаимодействия жидкого кремния и твердого углерода, что не способствует коагуляции расплавленных частиц кремния в реакционной среде.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения об эффективности применения предварительного МА в сочетании с процессом СВС, искрового плазменного спекания, а также о влиянии параметров МА, СВС и ИПС на формирование структуры и свойств нанокерамики на основе карбида, что позволяет расширить границы применимости полученных результатов для получения новых керамических материалов.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования фазового состава и структуры порошковых смесей и синтезированных материалов (рентгеновская дифракция, рамановская спектроскопия, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия), измерения удельной поверхности порошков методом БЭТ, аттестованные методики измерения плотности, микротвердости, температуры и скорости горения (скоростная видеосъемка), обработка экспериментальных данных осуществлялась с использованием современных программ и статистических методов.

Изложены результаты исследования кинетики искрового плазменного нанопорошка карбида кремния, свидетельствующие о наличии двух стадий: быстрая консолидация во время предварительного нагрева и относительно медленное уплотнение при температуре спекания, при этом скорость консолидации зависит только от скорости нагрева и не оказывает влияние на процесс уплотнения при изотерми-

ческой выдержки.

Изучены причинно-следственные связи между параметрами механического активирования и инициированием СВС реакции взаимодействия в системе Si-C, проявляющиеся в том, что при механическом активировании смеси в планетарной шаровой мельнице в режиме каскадного движения мелющих тел температура инициирования снижается до 1100 °С, что ниже температуры плавления кремния.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

Разработан новый способ получения субмикронного порошка карбида кремния и наноструктурированной керамики на его основе. Изготовлена опытная партия керамических вставок для абразивоструйных сопел с прямым каналом, которые прошли успешные испытания на ООО «Бахметьевский завод» (г. Никольск). Рост ресурса составил 63 %.

Представлены рекомендации по дальнейшему использованию СВС-порошка SiC для производства беспористой нанокерамики на SiC-основе.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ получена воспроизводимость результатов исследований в различных условиях, за счет использования современного сертифицированного оборудования с применением аттестованных методик,

теория построена на проверяемых фактах и согласуется с опубликованными экспериментальными данными, полученными другими исследователями,

идея базируется на анализе практики и обобщения опыта передовых зарубежных и отечественных исследований в области самораспространяющегося высокотемпературного синтеза тугоплавких соединений и получения компактных материалов на их основе методами порошковой металлургии.

Использованы сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике; использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в следующем: результаты исследований, полученные лично автором и в соавторстве. Основная роль в получении и обработке экспериментальных данных, анализе и обобщении результатов

принадлежит автору работы. Обсуждение и интерпретация полученных результатов проводились совместно с научным руководителем и соавторами публикаций. Автор принимал участие в разработке нормативно-технической документации на методики измерений и стандартные образцы. Основные положения и выводы диссертационной работы сформулированы автором.

На заседании 28.05.2015 диссертационный совет принял решение присудить Московских Д.О. ученую степень кандидата технических наук, так как диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30 января 2002 г. № 74 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 20 июня 2011 г. № 475).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 20, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

28.05.2015



Левашов Е.А.

Лобова Т.А.