

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.092.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА СТРУКТУРНОЙ МАКРОКИНЕТИКИ И ПРОБЛЕМ
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ им. А.Г. МЕРЖАНОВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК (ИСМАН) МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17 октября 2018 г, №1

О присуждении МИХЕЕВУ Максиму Валерьевичу, гражданину России, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез материалов на основе дисилицида молибдена в условиях давления со сдвигом» по специальности 01.04.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества принята к защите 28 июня 2018 года, протокол № 6, диссертационным советом Д 002.092.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова Российской академии наук (ИСМАН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 142432 Московская область, г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, д. 8, Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации №252/нк от 03.03.2016 г.

Соискатель Михеев Максим Валерьевич, 1990 года рождения, в 2013 году окончил ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по специальности «Физико-химия процессов и материалов». С 2013 по 2016 г. обучался в очной аспирантуре ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова» Российской академии наук (ИСМАН) по специальности 01.04.17. – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества. Работает в должности младшего научного сотрудника

лаборатории «Пластического деформирования материалов» ИСМАН с 2013 г. по настоящее время.

Диссертация выполнена в лаборатории пластического деформирования материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им А.Г. Мержанова» Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель

Доктор физико-математических наук, профессор Столин Александр Моисеевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова Российской академии наук, лаборатория пластического деформирования материалов, заведующий лабораторией.

Официальные оппоненты:

Салганский Евгений Александрович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела горения и взрыва, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химической физики Российской академии наук, г. Черноголовка.

Титов Дмитрий Дмитриевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории физико-химического анализа керамических материалов, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, г. Москва - дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном заместителем заведующего отделом горения и взрыва, доктором физико-математических наук В.Г. Крупкиным, указал, что диссертационная работа МИХЕЕВА Максима Валерьевича «представляет научно-квалификационную работу, которая удовлетворяет Положению о присуждении ученых степеней, утвержденному постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (п.9).

Автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества».

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, из них: – 6 работ опубликовано в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ; – 14 тезисов докладов в материалах Всероссийских и Международных конференций. Общий объем научных изданий 3 печатных листа. Автором выполнен анализ литературных данных, проведены все экспериментальные исследования и количественная обработка полученных данных.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Михеев, М.В. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез порошка карбида титана в условиях давления со сдвигом / **Михеев М.В.**, Бажин П.М., Столин А.М., Алымов М.И. // Неорганические материалы. 2018. Т. 54. №6. С. 547–553.
2. Михеев, М.В. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез в условиях совместного действия давления со сдвигом / **Михеев М.В.**, Бажин П.М., Столин А.М., Алымов М.И. // Доклады Академии Наук. 2017. Т. 473. № 5. С. 568–571.
3. Mikheev, M.V. The effect of mechanical treatment on the phase formation of the synthesized material based on molybdenum disilicide / **Mikheev M.V.**, Bazhin P.M., Stolin A.M., Chizhikov A.P., Konstantinov A.S. // Advanced materials and technologies. 2016. №1. pp. 4–8.
4. Mikheev, M.V. Effect of titanium on the rheological properties of MoSi₂ - based materials / **Mikheev M.V.**, Bazhin P.M., Stolin A.M., Alymov M.I. // Inorganic Materials. 2016. Vol. 52. № 2. pp. 141–146.
5. Михеев, М.В. Синтез силицидной керамики на основе дисилицида молибдена в режиме горения в условиях высокотемпературного деформирования / **Михеев М.В.**, Столин А.М., Бажин П.М., Филонов М.Р., Кузнецов Д.В. // Новые огнеупоры. 2015. № 6. С. 56–61.

6. Mikheev, M.V. Influence of Ti doping on the moldability of hot MoSi_2 – based composites / **Mikheev M.V.**, Bazhin P.M., Stolin A.M. // International Journal of Self-Propagating High-Temperature Synthesis. 2015. Vol. 24. № 2. pp. 102–105.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов. Все отзывы положительные; в некоторых имеются замечания. В них отмечается, что работа посвящена решению актуальной практической задачи, при этом имеет важное фундаментальное значение.

Замечания содержатся в следующих отзывах:

1. Отзыв из ООО «Научно-производственный центр «Самара», подписан к.т.н., директором Юдиным П.Е. Отзыв положительный. Содержит следующие замечания:

1) На стр. 14 автореферата присутствует опечатка с неверной отсылкой на рисунок;

2) В диссертации отсутствует информация о средствах измерения, которыми проводилось определение геометрических параметров, а на графиках с указанием экспериментальных точек не учтены погрешности измерений;

3) Отсутствует описание причины расхождения экспериментальных и теоретических значений длины экструдированной части от времени задержки (рисунок 8).

2. Отзыв из ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», подписан д.ф.-м.н., профессором, заведующим кафедры «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы» Амосовым А.П. Отзыв положительный. Содержит следующие замечания:

1) Не дано обоснования нацеленности работы на получение методом СВС – экструзии не чистого материала MoSi_2 , а композиционного материала $\text{MoSi}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$, и не представлены результаты исследования реологических характеристик и СВС – экструзии чистого материала MoSi_2 ;

2) На стр. 13 написано: «Рисунок 6(а) отражает влияние температуры подогрева шихтовой заготовки и пресс – оснастки на длину выдавленной части: кривая 1 – диаметр стержня равен 6 мм, кривая 2 – диаметр стержня равен 8 мм», но не обозначены номера кривых;

3) На стр. 14 ошибочно включено предложение: «На рисунке 64 произведено сравнение экспериментальных данных с теоретическими для состава 90 масс. %MoSi₂+10 масс. %Al₂O₃».

3. Отзыв из ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова» РАН, подписан: д.т.н., г.н.с., заведующим лабораторией «Физикохимии и технологии покрытий» Калитой В.И. Отзыв положительный. Содержит следующие замечания:

1) В качестве замечания можно отметить не очень цельное описание научной новизны, которая лучше сформулирована в выводах автореферата;

2) Во введении надо было указать, что по данной проблеме сделано ранее и почему выбраны для исследования именно эти составы, являются ли они новыми.

4. Отзыв из ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», подписан: д.т.н, профессором, заслуженным деятелем науки РФ, заведующим кафедры «Технология машиностроения» Морозовым В.В. и к.т.н., доцентом кафедры «Технология машиностроения» Аборкиным А.В. Отзыв положительный. Содержит следующее замечание:

- В тексте автореферата соискатель отмечает особенности процесса СВС - экструзии, связанные с образованием дефектов в получаемых изделиях, например, высокую дефектность начальной части стержня, для снижения которой, автором предложено подстужать конечные слои шихтовой заготовки за счет установления алюминиевой заглушки. Как известно, устранение данного дефекта при экструзии цветных сплавов достигают путем повышения гидростатического давления, за счет увеличения длины калибрующего пояска. поэтому, кроме увеличения сопротивления деформации охлаждением заготовки и создания противодействия за счет алюминиевой заглушки, следовало бы исследовать влияние длины калибрующего пояска матрицы.

5. Отзыв из Томского научного центра Сибирского отделения РАН, подписан: д.т.н., профессором, заслуженным деятелем науки РФ, главным научным сотрудником «Научно-исследовательский отдел структурной

макрокинетики» Максимовым Ю.М. Отзыв положительный. Содержит следующее замечание:

- К недостатку работы следует отнести отсутствие исследования влияния различных марок исходных порошковых материалов.

6. Отзыв из Физико-технологический института НАН Беларуси, подписан: д.ф.-м.н., доцентом, главным научный сотрудник лаборатории «Физика тонких пленок» Хиной Б.Б. Отзыв положительный. Содержит следующее замечание:

- В дальнейшем было бы желательно исследовать высокотемпературные свойства синтезированных материалов в окислительной атмосфере, так как известно, что соединение MoSi_2 подвержено интенсивному окислению в интервале температур 400 - 600 °С (так называемое «pestoxidation»), и при использовании нагревателей этот интервал следует проходить быстро. Как микроструктура полученного материала и, в частности, наличие титановых прослоек между зёрнами MoSi_2 для одного из синтезированных составов, будет влиять на это явление?

7. Отзыв из ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», подписан: д.т.н., профессором, заведующим кафедры «Материалы и технология» Мордасовым Д.М. Отзыв положительный. Содержит следующее замечание:

- В целом, судя по автореферату, работа добротная, среди недостатков следует отметить неудачную стилистику (стр. 10 «..накапливается доля пластической деформации»), некоторые погрешности (стр. 14, в тексте «на рисунке 64 произведено сравнение ..», а имеется в виду рисунок 8).

8. Отзыв из Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, подписан: д.т.н., профессором Шерышевым М.А. Отзыв положительный. Содержит следующие замечания:

1) В таблице 4 «характеристики горения шихтовых заготовок» (стр. 10 автореферата) следует привести состав заготовок, а не конечный продукт.

2) В работе отсутствуют данные о погрешности измерений.

9.Отзыв из ФГБУН Ордена Трудового Красного Знамени «Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова» РАН, подписан: к.т.н., и.о. с.н.с. лаборатории «Кремний органических соединений и материалов» Перевисловым С.Н. Отзыв положительный. Содержит следующие замечания:

1) Пункт «Положения, выносимые на защиту» составлен не совсем верно, поскольку в нем автор только кратко отражает представленные положения «Научной новизны»;

2) Автор в работе не поясняет с чем связано такое резкое возрастание экспериментальной температуры горения шихтовых заготовок $\text{MoSi}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ при добавлении 5% мас. Al_2O_3 (табл. 4)?;

3) В таблице 2 автор приводит состав шихтовой смеси, где в «шапке» указан состав компонентов 95 % мас. MoSi_2+5 % мас. Al_2O_3 , однако реальный состав исходя из соотношения компонентов 99-95 % мас. (в зависимости от образца);

4) Автор некорректно формулирует фразы, например, «Характерная микроструктура..., представляет округлые зёрна дисилицида молибдена... и оксид алюминия...» (стр. 12) или «Также моделировать разные условия теплоотвода, в зависимости от толщины изолирующего слоя асбестовой ткани» (стр. 14), «Теплоотвод в стенки экструзионной пресс-формы...» (стр. 14) и т.д.;

5) Представленные на рис. 5 карты распределения элементов материала 95% мас. MoSi_2+5 % мас. Al_2O_3 с добавкой 2 % мас. Ti, казалось бы, охватывают все имеющиеся участки микроструктуры, однако автор не приводит распределение Al, которого в материале видимое количество - 5 % мас.;

6) Хотелось бы, чтобы автор в работе сделал оценку химического взаимодействия Ti с MoSi_2 в результате прохождения СВС процесса;

7) На стр. 14 есть сноска к рисунку 64 (видимо диссертационной работы) и повторение фразы;

8) Из анализа микроструктуры поперечного разреза образцов составов 95 % мас. $\text{MoSi}_2+5\%$ Al_2O_3 и 90 % мас. $\text{MoSi}_2+ 10$ % мас. Al_2O_3 (рис. 9 и 10) видно, что микроструктура первого образца характеризуется большей, но равномерной (одинаковой формы) пористостью, в то время как во втором образце

присутствуют крупные поры, с чем может быть связана такая неравномерная консолидация материала при СВС процессе?;

9) Электросопротивление MoSi_2 при комнатной температуре 21-22 мкОм см, введение в состав материала Al_2O_3 (диэлектрика), должно повышать его электросопротивление, особенно при высокой пористости, как автор объясняет уменьшение значения электросопротивления материала состава 90 % мас. MoSi_2 + 10 % мас. Al_2O_3 ?

Выбор официальных оппонентов, доктора физико-математических наук Е.А. Салганского и кандидата технических наук Д.Д. Титова и ведущей организации обосновывается публикациями оппонентов и тематикой структурного подразделения ведущей организации, относящимися к сфере исследований, которым посвящена диссертация.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны лабораторный метод СВС – измельчения и технологический регламент, а также создана установка реализующая синтез тугоплавких соединений, на основе дисилицида молибдена, и измельчение до порошкового состояния не успевших остыть (до комнатной температуры) продуктов реакции в одном технологическом цикле;

установлено, что технологические параметры процесса СВС – измельчения, такие как время задержки и тип деформирующего устройства, оказывают сильное влияние на размер зерна, а также на структуру, дисперсность и морфологию частиц получаемого порошкового материала;

показано, что предложенную установку и метод можно использовать для исследования влияния сдвигового деформирования и давления, на процессы горения и структурообразования труднодеформируемых материалов.

Теоретическая значимость работы заключается в исследовании ранее не изученных закономерностей структурообразования и формования порошковых материалов и изделий, на основе дисилицида молибдена, получаемых в сочетании метода СВС со сдвиговой деформацией и давлением;

изложены результаты исследований, в которых экспериментально определены оптимальные технологические параметры получения порошковых материалов на основе дисилицида молибдена, в ходе проведения процесса СВС – измельчения;

показана принципиальная возможность получения компактных материалов на основе дисилицида молибдена методом СВС – экструзии;

изучено структуро- и фазообразование материалов на основе дисилицида молибдена, полученных различными методами: СВС – сжатия, СВС – экструзии, СВС – измельчения;

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

найжены новые приемы управления структурообразованием и предложен прототип установки для получения порошковых материалов на основе дисилицида молибдена в режиме СВС, при сочетании воздействий сдвиговой деформации и давления. На основе разработанного регламента СВС – измельчения наработана опытная партия порошковых материалов на основе дисилицида молибдена. Полученный порошок применялся при создании жаростойких силицид – молибденовых композитов методом внутренней кристаллизации, совместно с ИФТТ РАН, г. Черноголовка. Получен акт о положительных результатах использования синтезированных порошковых материалов на основе дисилицида молибдена;

показано, что предложенную установку и метод СВС – измельчения можно использовать для исследования влияния сдвигового деформирования и давления, на процессы горения и структурообразования различных труднодеформируемых материалов.

Результаты работы могут быть реализованы на стадии опытно – технологической работы и последующего внедрения в условиях инновационных предприятий, венчурных компаний и металлургических предприятий РФ, специализирующихся на получении материалов для высокотемпературного применения, среди которых следует выделить: АО «Авиадвигатель», АО «Композит», АО «Пермский моторный завод», ПАО

«УМПО», ФГУП «ЦИАМ», ГНЦ РФ ФГУП «ВИАМ», НИТУ «МИСиС», а также могут быть использованы в других производственных организациях и ВУЗах страны.

Оценка достоверности результатов экспериментальных исследований выявила:

достоверность результатов диссертационной работы обусловлена наличием значительного количества экспериментальных данных, а также сопоставлением полученных результатов с результатами других авторов в России и за рубежом.

В работе были использованы современные, взаимодополняющие аттестованные физико–химические методы и методики при исследовании микроструктуры и свойств полученных материалов с использованием современного оборудования; показана воспроизводимость полученных результатов.

Личный вклад соискателя состоит в анализе литературных данных, проведении всех экспериментов и обработке полученных данных. Все изложенные в диссертационной работе результаты получены автором лично или при его непосредственном участии. Постановка задач, интерпретация полученных результатов и формулировка выводов исследования осуществлялись совместно с научным руководителем и соавторами публикаций. Результаты исследований неоднократно докладывались диссертантом на всероссийских и международных конференциях.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация Михеева Максима Валерьевича представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 и на заседании Правительства Российской Федерации от 17.10.2018 года принял решение присудить **Михееву Максиму Валерьевичу** ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек (17 человек из постоянного состава в 24 человек, из них 4 доктора наук

по специальности 01.04.17, технические науки, участвовавших в заседании, проголосовали:

за присуждение учёной степени **17**,
против присуждения учёной степени **0**,
недействительных бюллетеней **0**.

Председатель
диссертационного совета Д 002.092.02
д.т.н., член-корр. РАН

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 002.092.02
к.т.н.



Алымов М.И.

Петров Е.В.

17.10.2018