

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.298.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28.10.2020 № 31

О присуждении Лебедеву Алексею Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Карботермический синтез ультрадисперсного карбида кремния и применение его для упрочнения сплавов» по специальности 02.00.04 – Физическая химия принята к защите 24 августа 2020 г., протокол заседания №31П диссертационным советом Д 212.298.04, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76, приказ № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Лебедев Алексей Сергеевич, 1987 года рождения, в 2009 году окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» по специальности «Литейное производство черных и цветных металлов».

С 1 ноября 2009 г. по 31 октября 2012 г. обучался в очной аспирантуре Института минералогии Уральского отделения Российской академии наук в г. Миассе. В настоящее время работает инженером 1 категории кафедры

«Технология машиностроения, станки и инструменты» филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» в г. Златоусте.

Диссертация выполнена на кафедре «Техника и технологии производства материалов» в филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» в г. Златоусте, Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор химических наук, доцент Еремяшев Вячеслав Евгеньевич, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», филиал в г. Златоусте, кафедра «Техника и технологии производства материалов», профессор.

Официальные оппоненты:

1) Бамбуров Виталий Григорьевич, член-корреспондент РАН, доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории химии соединений редкоземельных элементов федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук;

2) Исаков Андрей Владимирович, кандидат химических наук, заведующий лабораторией электрокристаллизации и высокотемпературной гальванопластики федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, в своем положительном отзыве,

подписанном Шубиным Алексеем Борисовичем, доктором химических наук, заведующим лабораторией физической химии металлургических расплавов и утвержденном директором Ремпелем Алексеем Андреевичем, академиком РАН, доктором физико-математических наук, профессором, указала, что в целом диссертация отвечает квалификационным требованиям, установленным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Лебедев Алексей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Соискатель имеет 24 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК, опубликовано 8 работ, 7 работ опубликованы в журналах, индексируемых Scopus и Web of Science. Соискатель имеет 1 патент на изобретение.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. *Лебедев А. С.* Термодинамическое моделирование количественных отношений фаз, сосуществующих в процессе карботермического синтеза β -SiC / А. С. Лебедев, В. Е. Еремяшев, Е. А. Трофимов, Ю.Д. Савина // Вестник ЮУрГУ. Серия: Химия. – 2019. – Т. 11. – № 4. – С. 76–84. (ВАК, авторский вклад 4 с.).

2. *Лебедев А. С.* Упрочнение легких металлов и сплавов ультрадисперсным волокнистым карбидом кремния β -модификации / А. С. Лебедев, В. Е. Еремяшев, А. В. Суздальцев, В. Н. Анфилогов // Электromеталлургия. – 2020. – № 1. – С. 17–24. (ВАК, Scopus, Springer, WoS(ESCI), авторский вклад 5 с.).

3. *Лебедев А. С.* Карботермический синтез, свойства и структура ультрадисперсного волокнистого SiC / А. С. Лебедев, А. В. Суздальцев, В. Н. Анфилогов и др. // Неорганические материалы. – 2020. – Т. 56. – № 1. –

С. 1–8. (БАК, Chemical Abstracts (core), Scopus, Springer, WoS, авторский вклад 4 с.).

4. *Лебедев А. С.* Термодинамический анализ взаимодействия компонентов в системе Si–C–O в процессе карботермического синтеза карбида кремния / А. С. Лебедев, В. Е. Еремяшев, Е. А. Трофимов, В. Н. Анфилогов // Доклады Академии наук. – 2019. – Т. 484. – № 5. – С. 559–562. (БАК, Chemical Abstracts (core), Scopus, Springer, WoS, авторский вклад 2 с.).

5. *Лебедев А. С.* Пористая керамика на основе карбида кремния / А. С. Лебедев, В. Н. Анфилогов, И. А. Блинов // Доклады Академии наук. – 2016. – Т. 468. – № 3. – С. 285–287. (БАК, CAS, GeoRef, MathSciNet, Scopus, Springer, WoS, zbMATH, авторский вклад 2 с.).

6. *Анфилогов В. Н.* Карботермический синтез наноразмерного карбида кремния в автономной защитной атмосфере / В. Н. Анфилогов, А. С. Лебедев, В. М. Рыжков, И. А. Блинов // Неорганические материалы. – 2016. – Т. 52. – № 7. – С. 712–717. (БАК, Chemical Abstracts, GeoRef, Scopus, WoS, авторский вклад 3 с.).

7. *Анфилогов В. Н.* Карботермический синтез наноразмерного карбида кремния в автономной защитной атмосфере / В. Н. Анфилогов, А. С. Лебедев, В. М. Рыжков // Доклады Академии наук. – 2015. – Т. 460. – № 2. – С. 170. (БАК, Chemical Abstracts, GeoRef, Scopus, WoS, авторский вклад 2 с.).

8. *Попов С.А.* Установка для выплавки кварцевых стекол в вакууме и среде активных газов / С.А. Попов, Р.Ш, Насыров, А.С. Лебедев // стекло и керамика. – 2011. – №9. – С. 38–39 (БАК, Scopus, WoS, авторский вклад 0,5 с.).

Патент:

1. Пат. 2537616 С1 Российская Федерация, Способ карботермического синтеза дисперсных порошков карбида кремния / В.Н. Анфилогов, А.С. Лебедев; заявл. 24.06.2013, опубл. 10.01.2015, Бюл. № 1.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов (все положительные):

1. Заместителя начальника лаборатории по разработке материалов на основе нитридов, карбидов и боридов для изделий ракетной техники и технологии изготовления изделий на их основе АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» Чевыкаловой Ларисы Александровны, кандидата технических наук, ученого секретаря АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» Ершовой Натальи Ивановны. Замечания: 1) Желательно привести в большее соответствие положения, содержащиеся в основных результатах и выводах работы, и задачи исследования; 2) в автореферате встречаются неопределенные формулировки, например, «привлекательные характеристики», «относительно невысокие температуры»; 3) микроструктуры изломов исходного сплава МЛ5ПЧ и армированного сплава с различным содержанием армирующей добавки карбида кремния представлены фотографиями с разным увеличением, что затрудняет проведение сравнительной оценки; 4) в работе не сформулированы требования к упрочненным сплавам для применения в указанных областях (машиностроение), поэтому установить соответствие достигнутых свойств металломатричных композитов в изучаемых системах поставленным целям не представляется возможным; 5) нет смысла приводить в автореферате какую-то часть из списка литературы, полностью представленного в диссертации. Как правило, в автореферате указываются только публикации автора по теме исследования.

2. Доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории цветных сплавов ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН Бродовой Ирины Григорьевны. Замечания: 1) Общим замечанием по главе 5 является недостаток информативных данных о структуре и свойствах синтезированных композитов; 2) на стр.18, непонятно, почему все свойства в таблице 2 указаны в виде двух значений? Если это массив данных с таким разбросом, то надо было это объяснить, а также

привести средние значения. механических характеристик и сравнить их; 3) какой состав имеет композит, свойства которого приведены на рис. 16, и как они меняются при различном содержании тугоплавкой составляющей композита; 4) определение причины упрочнения Al-SiC композитов на основе данных микротвёрдости без анализа структуры и фазового состава не является корректным (стр. 18).

3. Доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Машин и технологии обработки давлением и машиностроения» ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» Платова Сергея Иосифовича. Замечания: 1) Возможность использования полученного материала, в качестве наполнителя представлено апробированием только с двумя вариантами металломатричных материалов, что указывает на необходимость дополнительных экспериментов с другими видами металломатричных материалов; 2) отсутствуют данные прямых измерений состава газовой фазы в ходе синтеза.

4. Кандидата технических наук, старшего научного сотрудника лаборатории механики деформаций Института машиноведения УрО РАН, Смирнова Александра Сергеевича. Замечания: 1) В автореферате указывается, что синтезированный карбид кремния имеет волокнистую структуру, сконцентрированную в агломераты с размером до 70 мкм. Однако в автореферате на рисунке 6 приводится распределение размеров волокна с модой около 500 нм; 2) В автореферате приводятся данные о влиянии карбида кремния на предельные механические свойства магниевое сплава МЛ5пч. Аналогичных данных о влиянии карбида кремния на алюминий отсутствуют; 3) В работе приводятся результаты по влиянию карбида кремния на микротвёрдость магниевое сплава МЛ5пч и алюминия. Неясно почему оценка влияния на твердость материала была произведена по измерению не макротвёрдости, а микротвёрдости, которая не всегда позволяет корректно оценить твердость металломатричного композита из-за существенно неравномерного распределением частиц под отпечатком.

5. Кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры «Литейных процессов и материаловедения» ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» Потапова Михаила Геннадьевича. Замечания: 1) Не достаточно внимания уделено сравнительному анализу процесс в получения нитевидных структур карбида кремния с использованием СВС-процессов и роли нитрида азота в процессах получения гексагональной решетки карбида кремния, а также сравнительной экономической эффективности этих процессов; 2) Не решена задача упрощения технологии удаления остатков кварцита и углерода в части временных и экологических задач.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается большим количеством научных публикаций по проблемам, связанным с темой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработана** и апробирована схема реактора для проведения синтеза с образованием автономной защитной атмосферы, обеспечивающая защиту от окисления графитового тигля и реакционной смеси;

– **показана** возможность получения волокнистого 3C-SiC политипа карбида кремния высокой чистоты и контролируемого размера в печах, работающих без защитной атмосферы;

– **установлены** оптимальные теоретические температурные параметры и соотношения исходных компонентов, обоснован избыток углерода в смеси для реализации предлагаемых условий синтеза;

– **предложена** технологическая схема для перехода от лабораторных экспериментов к промышленному производству;

– **дана** оценка возможности использования полученного карбида кремния для синтеза керамических материалов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **проведено** моделирование в системе Si-C-O с уточнением равновесных продуктов, в ходе которого **уточнена** температура начала синтеза карбида кремния при взаимодействии SiO₂ и C в предлагаемых условиях при участии образующихся в процессе реакции газовых фаз различного состава;

– **изучен** состав полученного карбида кремния, на основании которого **подтверждено** псевдоморфозное образование карбида кремния, протекающую через образование промежуточной газовой фазы SiO;

– **полученные** расчетные данные о соотношении исходных компонентов и их влияние на содержание остаточного SiO₂ и C согласуются экспериментальными.

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

– **разработана и апробирована** технология синтеза с использованием реакторов с автономной защитной атмосферой, позволяющая получать волокнистый карбид кремния в печах, работающих в атмосфере воздуха;

– **определены** оптимальные параметры синтеза, позволяющие получать максимальный выход готового продукта;

– **получен** карбид кремния, обладающий развитой поверхностью, что позволяет эффективно использовать его в качестве наполнителя для создания новых керамик и композитов;

– **представлена** возможность введения полученного SiC в сплавы на основе магния и алюминия с улучшением их механических свойств.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

– получена воспроизводимость результатов исследования в различных условиях, за счёт использования современного сертифицированного оборудования с применением аттестованных методик;

– теоретические результаты **базируются** на использовании надёжных и апробированных систем вычислений баз данных в химической термодинамике;

- **применены** современные методики сбора и обработки информации, установлено совпадение результатов, полученных автором, с результатами, опубликованными ранее ведущими отечественными и зарубежными авторами;
- достоверность полученных результатов **обеспечена** использованием методик эксперимента, соответствующих современному научному уровню, и подтверждена их согласованностью.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке задач исследования, получении исходных данных и проведении научных экспериментов, в синтезе композитов на основе полученного материала и проведении анализов на всех этапах исследований, а также в обсуждении полученных результатов.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, основной идейной линии, и взаимосвязи выводов с целью и задачами работы. По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 02.00.04 – Физическая химия в частях 2 (Экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем, в том числе на основе методов статистической термодинамики, изучение термодинамики фазовых превращений и фазовых переходов), 10 (Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями осуществления химической реакции), 11 (Физико-химические основы процессов химической технологии).

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится научно-обоснованное решение важной проблемы физической химии – разработки способа синтеза материалов с новыми свойствами, перспективных для применения в качестве основы для создания новых композитов. В целом диссертация отвечает квалификационным

требованиям, установленным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Лебедев Алексей Сергеевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

На заседании 28 октября 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Лебедеву Алексею Сергеевичу учёную степень кандидата химических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 26 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 32 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – 0 человек, присутствовали дистанционно – 14 человек, проголосовали: за – 26, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета,
Д 212.298.04 член-корреспондент
доктор химических наук, профессор



Г.П. Вяткин

Ученый секретарь диссертационного совета,
Д 212.298.04 кандидат физико-математических
наук, доцент

С.И. Морозов

«28» октября 2020 г.