

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д.002.060.04 на базе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт
металлургии и материаловедения имени А.А. Байкова

Российская академия наук»

ПО ДИССЕРТАЦИИ

ПЕРЕВИСЛОВА СЕРГЕЯ НИКОЛАЕВИЧА НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ
СТЕПЕНИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17.05.2018 г., протокол № 6-2018

О присуждении ПЕРЕВИСЛОВУ СЕРГЕЮ НИКОЛАЕВИЧУ, гражданину
РФ, учёной степени доктора технических наук.

Диссертация «Материалы на основе карбида и нитрида кремния с оксидными активизирующими добавками для изделий конструкционного назначения» в виде рукописи по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов», принята к защите 25 января 2018 г., протокол № 1-2018, диссертационным советом Д.002.060.04 на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт металлургии и материаловедения имени А.А. Байкова Российской академия наук» по адресу: 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 49, созданного приказом Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель, Перевислов Сергей Николаевич, 1979 года рождения, в 2003 г. окончил Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), в 2006 г. завершил обучение в аспирантуре на кафедре «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета).

Диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук «Разработка твердых сплавов на основе WC-Co, модифицированных сложными карбонитридами W-Me^{IV-VI} группы» по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» защитил в 2006 г. в диссертационном совете, созданном на базе Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). С

22 июня 2017 года и по настоящее время обучается в докторантуре и работает в должности инженера кафедры «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). В период подготовки диссертации по совместительству работал старшим научным сотрудником, затем начальником сектора отдела «Конструкционной керамики» АО «Центральный научно-исследовательский институт материалов».

Диссертация выполнена на кафедре «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)».

Научный консультант, доктор технических наук (специальность 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов»), **Пантелеев Игорь Борисович**, профессор, заведующий кафедрой «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)».

Официальные оппоненты:

– **Левашов Евгений Александрович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Порошковая металлургия и функциональные покрытия», директор научно-учебного центра СВС МИСиС-ИСМАН (НУЦ СВС) национального исследовательского технологического университета «МИСиС»,

– **Баньковская Инна Борисовна**, доктор химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории кремнийорганических соединений и материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российская академия наук» (ИХС РАН),

– **Макаров Николай Александрович**, доктор технических наук, профессор, начальник учебного управления, заместитель заведующего кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева), дали положительные отзывы на диссертацию.

– **Ведущая организация, Акционерное общество «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина**», Калужская обл., г. Обнинск, в своём положительном заключении о диссертации, подписанном главным советником генерального директора, доктором технических наук, профессором, академиком Всемирной академии керамики **Викулиным Владимиром Васильевичем** и ученым секретарем АО «ОНПП «Технология» им. А.Г.Ромашина, кандидатом технических наук **Н.И.Ершовой**, утверждённом заместителем генерального директора АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина», кандидатом технических наук, **Комиссаром Олегом Николаевичем**, указала, что по актуальности поставленных целей и задач, объёму и качеству проведённых исследований, обоснованности и достоверности защищаемых положений, научной новизне и практической значимости диссертационная работа **С.Н. Перевислова** представляет собой логически завершённую научно-квалификационную работу, которая удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, и соответствует п. 9. «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842, а её автор, **Перевислов Сергей Николаевич**, заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов».

Ведущая организация в своём положительном заключении делает соискателю следующие замечания:

1) Для названия материалов в работе часто используются аббревиатуры, например, LPSSiC – жидкофазно-спеченный карбид кремния, при этом не

уточняется конкретный состав (количество и вид вводимых оксидных добавок), технологические особенности получения материалов, что затрудняет понимание работы в целом;

2) По практическому применению автором указаны направления только для изделий, полученных в рамках работы. Считаем необходимым, с учетом проведенного исследования свойств, более широко определить возможные области применения материалов, в первую очередь для двигателестроения;

3) В работе не указаны геометрические параметры образцов для определения некоторых свойств, например, высокотемпературной прочности, а также методика измерения прочности на изгиб (количество точек приложения нагрузки, скорость нагружения, среда);

4) Исследование прочности при изгибе материалов на основе нитрида кремния, полученных спеканием и горячим прессованием, показали заметное снижение значений при высоких температурах. В тоже время как, известны горячепрессованные керамические материалы на основе нитрида кремния, разработанные в России, с использованием ультрадисперсных плазмохимических порошковых композиций, высокий уровень прочности которых сохраняется до температуры 1400 °С. К сожалению, автор не приводит сравнение с указанными материалами.

Диссертационная работа С.Н. Перевислова обсуждена на заседании Ученого совета АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» 19 февраля 2018 г. (протокол № 4-2018).

Соискателем Перевисловым Сергеем Николаевичем по теме диссертации опубликовано **87** научных работ, из них – **29** статей в журналах, рекомендованных ВАК, общим объемом **11** печатных (учётных издательских) листов, **9** статей в сборниках, общим объемом **3** печатных (учётных издательских) листа, **5** патентов РФ. Результаты работы доложены на **44** Международных и Российских конференциях. Авторский вклад Перевислова С.Н. в указанные публикации – не менее 75 %.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Перевислов, С.Н. Получение высокоплотных материалов на основе ультрадисперсного порошка нитрида кремния / С.Н. Перевислов, В.Д. Чупов // Огнеупоры и техническая керамика.–2010.–№ 3.–С. 17–23.

Вклад Перевислова С.Н. – предложена концепция работы, выполнены экспериментальные исследования по получению плотных материалов на основе нитрида кремния, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

2. Перевислов, С.Н. Влияние активирующих добавок алюмоиттриевого граната и магнезиальной шпинели на уплотняемость и механические свойства SiC керамики / С.Н. Перевислов, В.Д. Чупов, М.В. Томкович // Вопросы материаловедения.–2011.–№ 1.–С. 123–129.

Вклад Перевислова С.Н. – выполнены экспериментальные исследования по получению материалов и определению их физико-механических свойств, проведены сравнительные характеристики двух материалов, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

3. Перевислов, С.Н. Получение высокоплотных материалов карбида кремния методом жидкофазного спекания в системе компонентов SiC–Al₂O₃–Y₂O₃–MgO / С.Н. Перевислов, В.Д. Чупов, С.С. Орданьян, М.В. Томкович // Огнеупоры и техническая керамика.–2011.–№4/5.–С. 26–32.

Вклад Перевислова С.Н. – выбран состав эвтектической точки в трехкомпонентной оксидной диаграмме, выполнены экспериментальные исследования по подготовке и спеканию опытных образцов, изучены их физические характеристики, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

4. Перевислов, С.Н. Измельчение порошков карбида кремния в планетарной мельнице / С.Н. Перевислов // Вопросы материаловедения.–2011.–Т.68, № 4.–С. 73–80.

5. Перевислов, С.Н. Свойства спеченных материалов на основе микропорошков карбида кремния / С.Н. Перевислов, В.Д. Чупов, С.С. Орданьян // Вопросы материаловедения.–2012.–Т.69, №1.–С. 38–43.

Вклад Перевислова С.Н. – выполнены экспериментальные исследования по подготовке и спеканию опытных образцов, изучены их физико-механические характеристики, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

6. Перевислов, С.Н. Исследование структуры и прочностных свойств жидкофазно-спеченной карбидокремниевой керамики / С.Н. Перевислов // Деформация и разрушение материалов.–2013.–№5.–С. 25–31.

7. Перевислов, С.Н. Реакционно-спеченные композиционные материалы на основе нитрида – карбида кремния / С.Н. Перевислов // Вопросы материаловедения.–2013.–Т.74, №2.–С. 45–52.

8. Перевислов, С.Н. Механизм жидкофазного спекания карбида и нитрида кремния с оксидными активирующими добавками / С.Н. Перевислов // Стекло и керамика.–2013.–№7. –С. 34–38.

9. Перевислов, С.Н. Жидкофазно-спеченные материалы на основе нитрида кремния с оксидными добавками в системе $MgO-Y_2O_3-Al_2O_3$ / С.Н. Перевислов // Перспективные материалы.–2013.–№10.–С. 47–53.

10. Димитриенко, Ю.И. Моделирование микроструктурного разрушения и прочности керамических композитов на основе реакционно-связанного SiC / Ю.И. Димитриенко, С.В. Сборщиков, Ю.В. Беленовская, В.А. Анискович, С.Н. Перевислов // Наука и образование: МГТУ им. Н.Э. Баумана. Эл № ФС 77–48211. Гос. регистрация № 0421200025.–ISSN 1994-0408.–2013.–№ 11.–С. 475–492. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-mikrostrukturnogo-razrusheniya-i-prochnosti-keramicheskikh-kompozitov-na-osnove-reaktsionno-svyazannogo-SiC>.

Вклад Перевислова С.Н. – изучены физико-механические характеристики реакционно-спеченного карбида кремния, обобщены результаты исследований.

11. Перевислов, С.Н. Получение материалов на основе SiC и Si_3N_4 методом высокоимпульсного плазменного спекания / С.Н. Перевислов, Д.Д. Несмелов, М.В. Томкович // Вестник Нижегород. государств. ун-та им. Н.И. Лобачевского.–2013.–№2–2.–С. 107–114.

Вклад Перевислова С.Н. – выполнены экспериментальные исследования по подготовке шихтовых смесей для спекания, изучены физико-механические характеристики спеченных материалов, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

12. Перевислов, С.Н. Влияние методов предварительного синтеза сложных оксидов на уплотняемость жидкофазно-спеченных карбидокремниевых материалов / С.Н. Перевислов, И.Б. Пантелеев, С.В. Вихман, М.В. Томкович // Огнеупоры и техническая керамика.–2015.–№7/8.–С. 30–36.

Вклад Перевислова С.Н. – выполнены экспериментальные исследования по подготовке шихтовых смесей и спеканию опытных образцов, изучены их физические характеристики, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

13. Перевислов, С.Н. Соосаждение оксидов из раствора солей на поверхность частиц карбида кремния / С.Н. Перевислов, И.Б. Пантелеев, С.В. Вихман, О.А. Кожевников, М.В. Томкович // Огнеупоры и техническая керамика.–2015.–№9.–С. 9–16.

Вклад Перевислова С.Н. – выполнены экспериментальные исследования по спеканию опытных образцов, изучены их физико-механические характеристики, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

14. Перевислов, С.Н. Влияние методов подготовки оксидов на механические свойства жидкофазноспеченных карбидкремниевых материалов / С.Н. Перевислов, И.Б. Пантелеев, С.В. Вихман // Огнеупоры и техническая керамика.–2015.–№10.–С. 23–28.

Вклад Перевислова С.Н. –изучены механические характеристики материалов на основе карбида кремния с предварительно синтезируемыми оксидными композициями, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

15. Перевислов, С.Н. Свойства композиционной керамики на основе SiC и Si₃N₄ с наноразмерной составляющей / С.Н. Перевислов, Д.Д. Несмелов // Стекло и керамика.–2016.–№7.–С. 15–17.

Вклад Перевислова С.Н. – выполнены экспериментальные исследования по подготовке и спеканию опытных образцов на основе карбида и нитрида кремния с наноразмерными оксидными порошками, изучены их физико-механические характеристики, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

16. Перевислов, С.Н. Влияние наноразмерных оксидных добавок на физико-механические свойства SiC-материалов / С.Н. Перевислов, И.Б. Пантелеев, М.В. Томкович // Огнеупоры и техническая керамика. –2016. –№ 11–12. –С. 7–12.

Вклад Перевислова С.Н. – выполнены экспериментальные исследования по подготовке и спеканию образцов на основе SiC с высокодисперсными оксидами, изучены физико-механические свойства, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

17. Несмелов, Д.Д. Осаждение эвтектической композиции Al₂O₃–ZrO₂ (Y₂O₃) на поверхность частиц SiC / Д.Д. Несмелов, О.А. Кожевников, С.С. Орданьян, С.Н. Перевислов // Стекло и керамика.–2017.–№ 2.–С. 9–14.

Вклад Перевислова С.Н. – выполнены экспериментальные исследования по спеканию образцов на основе SiC с соосажденными оксидными компонентами, изучены физико-механические свойства, обобщены результаты исследований.

18. Перевислов, С.Н. Горячепрессованные керамические материалы в системе SiC-YAG / С.Н. Перевислов, А.С. Лысенков, Д.Д. Титов, М.В. Томкович // Неорганические материалы. 2017. № 2. С. 23-29.

Вклад Перевислова С.Н. – выполнены экспериментальные исследования по подготовке шихтовых порошков для горячего прессования, изучены физико-механические характеристики горячепрессованных материалов, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

19. Перевислов, С.Н. Повышение жаропрочности реакционно-спеченного карбида кремния / С.Н. Перевислов, Д.А. Трубин // Огнеупоры и техническая керамика. –2017. –№ 3. –С. 9–14.

Вклад Перевислова С.Н. – выполнены экспериментальные исследования по подготовке шихтовых порошков и спеканию материалов, изучены физико-механические и высокотемпературные свойства, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

20. Перевислов, С.Н. Ударопрочные керамические материалы на основе карбида кремния / С.Н. Перевислов, И.А. Беспалов // Письма в журнал технической физики. –2017. –Т. 43, № 15. –С. 73–78.

Вклад Перевислова С.Н. – Подготовлены опытные образцы для динамических испытаний, обобщены результаты исследований, написан текст статьи.

21. Перевислов, С.Н. Микроструктура и механические свойства LPSSiC материалов с высокодисперсной спекающей добавкой / С.Н. Перевислов, И.Б. Пантелеев, А.П. Шевчик, М.В. Томкович // Новые огнеупоры. –2017. –№ 10. –С. 42–47.

Вклад Перевислова С.Н. – Получены опытные шихтовые смеси на основе карбида кремния с нанесенным методом соосаждения покрытием, изучены физико-механические свойства спеченных материалов, написан текст статьи.

На автореферат поступило **23** отзыва. Все отзывы положительные, в некоторых имеются замечания и рекомендации.

1. Отзыв начальника отделения-заместителя главного конструктора по надежности и спецфакторам АО «Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения», доктора технических наук, **Анисковича Владимира Александровича** содержит следующие замечания:

1) Автор в работе часто оперирует аббревиатурами (LPSSiC, SSN и др.) для названия материалов, не уточняя конкретное количество оксидных добавок, что затрудняет понимание о каком материале идет речь;

2) При оценке пулестойкости единичных керамических элементов, путем определения показателя времени проникновения пули, автор не дает рекомендаций по возможности эффективного использования разработанной керамики в составе броневой панели.

2. Отзыв ведущего научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения РАН», доктора химических наук, **Баклановой Натальи Ивановны** содержит следующие замечания:

1) автор использует выражение «количественный элементный рентгенофазовый анализ...», очевидно, имея в виду рентгеноспектральный микроанализ, позволяющий определить элементный состав исследуемой области;

2) некоторые сомнения вызывает также интерпретация данных микроанализа (с. 13 автореферата и с. 107 диссертационной работы). Например, автор указывает, что в межзеренном пространстве присутствуют оксидные фазы с небольшим содержанием Si и C, из чего он делает вывод о «незначительном растворении карбида кремния в оксиде». Диаметр определяемый с помощью микрозондового анализа области составляет, как правило менее 1 мкм, поэтому, судя по рисунку 43, в анализируемую область попали также соседние зерна карбида кремния. В этом же абзаце использовано неудачное выражение «оксидный силикат».

3. Отзыв директора по развитию СИБ – главного конструктора СИЗ АО «Научно-исследовательский институт Стали», кандидата технических наук **Беспалова Ивана Александровича** содержит следующие замечания:

1) из автореферата не ясно, проводился ли анализ экономической эффективности разработанных технологий, насколько дешевле станет керамика при достигнутом снижении температуры спекания. Поскольку вопрос стоимости материалов такого рода очень важен.

2) на странице 31 автореферата «безразмерное время задержки проникания пули» ошибочно названо просто «временем задержки...», что вызывает непонимание отсутствия размерности на оси ординат рисунка 12.

4. Отзыв профессора федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого», доктора технических наук, профессора **Гаршина Анатолия Петровича** содержит следующие вопросы и замечания:

1) автор использует обозначение материалов LPSSiC, SSN и др., не поясняя конкретного состава, что затрудняет понимание характера материала и оценку свойств полученной керамики;

2) из работы не ясно, почему полученные автором SiC-материалы, методом искрового плазменного спекания, обладают меньшим уровнем свойств, чем керамика, полученная методом горячего прессования?

5. Отзыв ведущего научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики твердого тела РАН», доктора технических наук, **Гнесина Бориса Абрамовича** содержит следующие замечания:

1) на странице 13 в третьем абзаце автором выбрано неправильное выражение «количественный элементный рентгенофазовый анализ»;

2) не указано (рисунок 1), какой именно контраст использован при получении представленного здесь изображения;

3) из текста автореферата не удалось понять, в каких именно единицах измерено «время задержки проникновения пули» (рисунок 12).

6. Отзыв ведущего научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения науки ордена Трудового Красного Знамени «Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН», доктора химических наук, Голубевой Ольги Юрьевны содержит следующие вопросы:

1) в разделе «теоретическая и практическая значимость работы» (страница 6 автореферата), представлена очень значительная, но всё-таки исключительно

практическая значимость работы. В чём заключается, по мнению автора, теоретическая значимость работы?

2) на странице 13 автореферата указано, что были проведены термодинамические исследования систем SiC–MeO. Что имеется в виду?

3) страница 13 автореферата – непонятно, что такое «количественный элементный рентгенофазовый анализ»?

7. Отзыв ведущего научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова РАН», доктора технических наук, **Горшкова Владимира Алексеевича** имеет следующее замечание:

1) в процессе анализа порошков нитрида кремния, а также свойств материалов на его основе, автор не касается вопросов влияния различной модификации (α и β) на микроструктуру, хотя разное их соотношение в составе исходного порошка значительно влияет на свойства полученных материалов.

8. Отзыв главного научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН», доктора технических наук, профессора **Жарикова Евгения Васильевича** содержит следующие замечания:

1) в автореферате не приводится какого-либо обоснования выбора оксидной спекающей добавки системы MgO–Y₂O₃–Al₂O₃, сведений о ее преимуществах перед другими системами;

2) автор приводит значение температуры по переменно то в Кельвинах, то в градусах Цельсия, причём это порой встречаются в пределах одной страницы (страница 13 автореферата), что затрудняет сравнительный анализ результатов.

9. Отзыв главного научного сотрудника АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», доктора технических наук, доцента **Ероньяна Михаила Артемьевича** не содержит замечаний.

10. Отзыв начальника лаборатории «Металловедение сталей со специальными физическими свойствами» НИЦ «Курчатовский институт» –

ЦНИИ «КМ «Прометей», доктора технических наук, доцента **Калинина Григория Юрьевича** содержит следующие вопросы:

1) Выполнял ли автор статистическую оценку распределение зерен и пор по размеру?

2) из автореферата не ясно сколько образцах было изготовлено для испытания механических свойств, например, прочности при изгибе и сжатии?

3) Почему автор для определения значений коэффициента трещиностойкости использовал метод индентирования, а не метод динамического разрушения с надрезом образцов?

11. Отзыв проректора по научной и инновационной деятельности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет», доктора технических наук, профессора **Каплунова Ивана Александровича** не содержит замечаний.

12. Отзыв начальника научно-исследовательского отдела «Наноматериалы и нанотехнологии» НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ «КМ «Прометей», доктора технических наук, **Кузнецова Павла Алексеевича** содержит следующий вопрос:

1) Как автор может прокомментировать снижение уровня коэффициента трещиностойкости для материалов на основе карбида и нитрида кремния при 15 % мас. оксидных добавок?

13. Отзыв главного научного сотрудника, заведующего лабораторией профилированных кристаллов федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики твердого тела РАН», доктора технических наук, **Курлова Владимира Николаевича** содержит следующее замечание:

1) в автореферате диссертации не приводятся сравнительные оценки свойств разработанных материалов со свойствами стандартных

жидкофазноспеченных материалов на основе карбида и нитрида кремния, выпускаемых за рубежом.

14. Отзыв профессора кафедры химической технологии керамики и огнеупоров федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», заслуженного работника высшей школы РФ, доктора технических наук, **Лукина Евгения Степановича** содержатся следующие замечания:

1) в автореферате не сказано, почему автор выбрал данную оксидную систему в качестве активирующей добавки при жидкофазном спекании;

2) диссертант не приводит экономической оценки замены промышленно выпускаемых оксидных (корундовых) материалов или реакционно-спеченных карбидокремниевых материалов, на разработанные им в рамках данной диссертационной работы жидкофазно-спеченные материалы.

15. Отзыв главного научного сотрудника лаборатории «Химия легких элементов и кластеров», федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН», доктора химических наук, член-корреспондента РАН, профессора **Севастьянова Владимира Георгиевича** и ведущего научного сотрудника лаборатории «Химии легких элементов и кластеров» Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН», доктора химических наук, **Симоненко Елизаветы Петровны** имеет следующие вопросы:

1) анализировалось ли содержание оксида кремния в исходных порошках карбида и нитрида кремния, особенно, субмикронных и наноразмерных? Известно, что присутствие большого количества SiO_2 могло значительно повлиять на свойства расплавов введённых оксидных добавок и, соответственно, на процесс высокотемпературной консолидации?

2) наблюдалась ли кристаллизация фразы YAG при его высоком содержании в системе?

3) Определялся ли итоговый состав керамических композитов состава SiC–YAG, полученных при температуре 1930 °С, для которых отмечалось увеличение пористости за счет испарения оксидов? Наблюдалась ли в этих случаях селективная отгонка какого-либо компонента системы?

16. Отзыв ведущего научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН», кандидата физико-математических наук, **Синани Альфреда Борисовича** не содержит замечаний.

17. Отзыв ведущего научного сотрудника, доцента кафедры материаловедения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», Лауреата премии Правительства РФ, члена Российской инженерной академии наук, кандидата технических наук, **Тарасовского Вадима Павловича** содержит следующие замечания:

1) отсутствует информация по классификации как основных компонентов керамики, так и по классификации вводимых добавок, что затрудняет анализ полученных результатов;

2) отсутствует информация по сравнению свойств полученных материалов со свойствами материалов, выпускаемых отечественными фирмами (ООО «Вириал», ЗАО «Гжельский завод «Электроизолятор» и др.), а также материалов, выпускаемых зарубежными фирмами. Это касается не только физико-механических характеристик, но и коррозионной стойкости в различных средах и износостойкости;

3) встречаются некорректные формулировки типа «В третьей главе методом жидкофазного спекания получены материалы на основе...».

18. Отзыв заведующего лабораторией трения и износа федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем машиноведения РАН», доктора технических наук, **Фадина Юрия Александровича** содержит следующее замечание:

1) в многочисленных таблицах, приведённых автором, описываются свойства материалов, разработанных в диссертации, и нигде для сравнения не приводятся свойства исходных базовых материалов – карбида и нитрида кремния.

19. Отзыв Директора Научно-образовательного Инновационного центра «Наноматериалы и нанотехнологии» Национального исследовательского Томского политехнического университета, доктора технических наук, профессора **Хасанова Олега Леонидовича** не содержит замечаний.

20. Отзыв директора научно-исследовательского физико-технического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», доктора физико-математических наук, профессора **Чувильдеева Владимира Николаевича** содержит следующие замечания:

1) как следует из данных, представленных в табл. 5 (см. стр. 22), для керамики на основе карбида кремния, упрочненной волокнами β -SiC_f, наблюдается повышение коэффициента трещиностойкости K_{IC} от 4,0 МПа·м^{1/2} до 5,1–5,2 МПа·м^{1/2} и, в тоже время, повышение пористости от 3,7 до 8,7 %. Автор не комментирует этот неожиданный результат;

2) на стр. 24 автореферата автор указывает, что толщина слоя SiAlON образующегося вокруг зерен Si₃N₄ не зависит от количества оксидных компонент в составе материала (см. третий абзац). При этом на этой же странице (см. последний абзац) автор указывает, что с возрастанием содержание оксидной добавки наблюдается увеличение количества фазы SiAlON. Это противоречие нуждается в объяснении;

3) как следует из табл. 5, прочность на изгиб и сжатие керамики на основе карбида кремния α -SiC, содержащей 4 и 8 об. % нитевидных кристаллов β -SiC, оказывается существенно выше прочности керамики, упрочненной таким же количеством волокон β -SiC при сопоставимой плотности. Этот важный и интересный результат нуждается в комментариях;

4) в табл. 11 автор представил результаты испытаний на износостойкость, проведенные им в Институте проблем машиноведения РАН. Автор указывает, что разработанные керамики имеют малый коэффициент трения и малую интенсивность износа, но, к сожалению, не указывает удалось ли ему обнаружить связь между статическими механическими свойствами (твердостью, трещиностойкостью, прочностью и др.) и степенью износостойкости керамик?

21. Отзыв советника директора, главного научного сотрудника лаборатории физико-химических методов анализа федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт химии твердого тела УрО РАН», академика РАН, доктора технических наук, **Швейкина Геннадия Петровича** и старшего научного сотрудника, кандидата химических наук, **Николаенко Ириной Владимировной** содержит следующие замечания:

1) автору следовало бы расширить перечень своих статей в журналах, индексируемых в базе Web of Scieces и Scopus;

2) судя по тому огромному материалу, что был получен автором оформить заявки ещё как минимум на 5 патентов.

22. Отзыв ведущего научного сотрудника лаборатории «Компоненты композиционных материалов и специальных волокон» Государственного научного центра РФ Акционерного общества «Государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений», доктора химических наук, **Щербаковой Галины Игоревны** содержит следующие замечания:

1) автор не описал максимально возможные габариты получаемых изделий по разработанным методам;

2) в таблицах автореферата приведены среднеарифметические значения физико-механических характеристик изготовленных материалов. Остается неясным, сколько образцов было изготовлено и испытано для определения физико-механических показателей.

23. Отзыв научного сотрудника отделения безопасности ядерной энергетики Королевского технологического института, Стокгольм, Швеция, кандидата химических наук, **Комлева Андрея Александровича** содержит следующие замечания:

1. В тексте автореферата автор указывает о проведении термодинамических исследований систем SiC-MeO (стр.13). Каким образом проводились данные исследования? Что подразумевалось под фразой «Предварительно синтезированный YAG более термодинамически устойчивый в реакции SiC+YAG при температурах >1800°C...» стр.17.

2. Чем можно объяснить повышение устойчивости SiC в контакте с MYA до температуры 2323 К, в то время, как бинарные системы SiC-Al₂O₃ и SiC-MgO устойчивы лишь до температур 2273 и 2123 К соответственно. (стр.13).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим. Официальный оппонент **Левашов Евгений Александрович** является признанным специалистом в области получения и анализа свойств, композиционных материалов на основе тугоплавких карбидов, нитридов и ковалентных соединений. Официальный оппонент **Баньковская Инна Борисовна** является ведущим специалистом в области технологии керамики различного назначения, высокотемпературных и жаропрочных композиционных материалов (в частности, композитов с добавками SiC и Si₃N₄). Официальный оппонент **Макаров Николай Александрович** является известным специалистом по композиционным керамическим материалам на основе карбида кремния.

Ведущая организация Акционерное общество «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина» является головным предприятием, где еще 40 лет назад впервые в России началась разработка керамики на основе нитрида кремния, получаемой как реакционным

спеканием, так и горячим прессованием. Предприятие проводит фундаментальные научные исследования и занимается прикладными разработками в области создания новых видов керамических и композиционных материалов на основе нитрида кремния, с добавками наноразмерных и армирующих компонентов для различных областей применения, в частности, в двигателестроении, в качестве защиты военной техники, в самолетостроении и др.

В дискуссии приняли участие: д.т.н. **Бурцев В.Т.**, ведущий научный сотрудник лаборатории физикохимии металлических расплавов им. академика А.М.Самарина ИМЕТ РАН; д.х.н. **Беляков А.В.**, декан факультета химической технологии силикатов Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева; д.т.н. **Панов В.С.**, профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ МИСиС; д.ф.-м.н. **Белоусов В.В.**, заведующий лабораторией функциональной керамики ИМЕТ РАН; д. х. н. **Падалко А. Г.**, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией Физикохимии баротермических процессов ИМЕТ РАН; д.х.н. **Казин П.Е.**, профессор кафедры неорганической химии МГУ им. М.В. Ломоносова; д.х.н. **Киселева Н.Н.**, заведующая лабораторией полупроводниковых материалов ИМЕТ РАН; д.х.н., член-корр. РАН **Иванов В.К.**, директор ИОНХ РАН; д.т.н. **Суздальцев Е.И.**, АО ОНПП «Технология» им. Ромашина; к.т.н. **Бендовский Е.Б.**; д.х.н. **Каргин Ю.Ф.**, заведующий лабораторией физико-химического анализа керамических материалов ИМЕТ РАН; д.х.н., академик РАН **Бузник В.М.** советник Генерального директора Всероссийского научно-исследовательского института авиационных материалов (ВИАМ).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

обоснованы параметры технологии высокоплотных ($\rho_{\text{отн}} \geq 99,0 \%$) материалов на основе SiC и Si₃N₄, включающее выбор дисперсности исходных компонентов (размер частиц ≤ 1 мкм), оксидной добавки, соответствующей эвтектическому составу на линии гранат – шпинель системы MgO–Y₂O₃–Al₂O₃ с высокой смачиваемостью подложки из карбида и нитрида кремния ($\Theta = 5-7^\circ$),

регулирование количества оксидной добавки (менее 15–20 % мас.), жидкофазное спекание при температуре, выше (на 80–90 °С) температуры эвтектического плавления оксидной добавки ($T_{nl} = 1775$ °С);

предложены соотношения компонентов и дисперсности исходных порошков на основе модели полифракционной упаковки частиц при формировании микронных и субмикронных фракций порошка SiC и наноразмерной фракции спекающей оксидной добавки, что позволило снизить количество вводимых оксидов до 3–5 % мас., получая при этом материалы с высоким уровнем механических характеристик (в 1,5–2,0 раза выше свойств известных материалов на основе систем SiC(Si₃N₄)–YAG);

предложена технология высокоплотных керамических материалов, включающая нанесение на поверхность частиц SiC и Si₃N₄ методом соосаждения из раствора солей оксидной спекающей добавки в количестве не более 3–5 % мас. и жидкофазное спекание, позволяющая увеличить в 2 раза прочностные свойства (по сравнению с материалами, включающими наноразмерные порошки);

раскрыт метод самоармирования удлиненными кристаллами, образующимися в процессе спекания керамики на основе порошков SiC и Si₃N₄ разных модификаций, что позволяет при соотношении компонентов 10 % мас. α -SiC, 80 % мас. β -SiC и 10 % мас. YAG в 1,6 раза увеличить коэффициент трещиностойкости K_{IC} ;

получены керамические материалы на основе карбида и нитрида кремния с комплексом высокотемпературных (до 1400 °С) и трибологических свойств (коэффициент трения $f = 0,095$, армированного волокнами SiC_f материала при трении в условиях торможения), позволяющие рекомендовать их для широких областей применения;

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе, методы физико-химического исследования фазового состава, морфологических особенностей порошков и спеченных материалов на их основе, исследования механических характеристик спеченной керамики (модуль упругости, прочность при изгибе и сжатии, коэффициент трещиностойкости, твердость по Виккерсу), а также реализованы методы низкотемпературного уплотнения (гидростатическое уплотнение) и высокотемпературной консолидации (реакционное и

жидкофазное спекание, горячее прессование, искровое плазменное спекание и ультравысокотемпературное спекание);

изложены экспериментальные результаты по спеканию материалов на основе карбида и нитрида кремния с оксидами с образованием поверхностного слоя из алюмоиттриевого оксикарида и взаимодействии оксидов с Si_3N_4 с образованием слоя SiAlON ;

раскрыты принципы формирования микроструктуры карбидокремниевое материала, армированного игольчатыми кристаллами, образованными за счет фазового $\alpha \rightarrow \beta$ - SiC перехода в процессе жидкофазного спекания, показано влияние модифицированной структуры керамики на ее механические свойства;

изучено влияние технологических условий процесса спекания, количества оксидных активирующих добавок, формы и размера исходных основных и вспомогательных компонентов на микроструктуру, уплотняемость и механические свойства материалов на основе карбида и нитрида кремния с оксидными добавками, консолидированных как методами спекания, так и горячим прессованием,

определены зависимости между микроструктурой, механическими и эксплуатационными свойствами спеченных материалов, в частности, теплофизическими, трибологическими свойствами, коррозионной и динамической стойкостью.

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

разработан и внедрен технологический процесс жидкофазного спекания материалов на основе карбида и нитрида кремния с оксидными эвтектическими добавками, включающий способы и последовательность технологических операций получения композиционных материалов с высоким уровнем физико-механических характеристик, в частности, коэффициента трещиностойкости; разработан комплект технологической документации (технологическая инструкция, технические условия и технологические регламенты), получен 1 патент на изобретение и 3 патента на полезную модель;

определены научно обоснованные параметры технологии высокоплотных материалов и изделий на основе карбида и нитрида кремния, используемых в качестве высокотемпературных, износостойких, коррозионностойких и динамически стойких материалов, проведены лабораторные и натурные испытания, в частности, изготовлены и прошли успешные испытания пуансоны

для горячего прессования ферритов, узлы трения для погружных насосов и главного циркуляционного насосного агрегата и футеровочные материалы для защиты барабанов планетарной мельницы, проведенные испытания подтверждены протоколами; получено 4 патента на изобретение;

создана установка для получения опытных объемов керамических шихтовых порошковых композиций SiC(Si₃N₄)-оксиды, позволяющая изготавливать шихтовые смеси порошков карбида и нитрида кремния с нанесенными тонкими слоями наноразмерных частиц оксидов в заданном объеме, что позволило снизить количество вводимых в состав керамики оксидов, повысить уровень механических и эксплуатационных характеристик, в частности, жаропрочность; разработана технологическая документация (технические условия и технологический регламент);

представлены способы и последовательность технологических операций получения композиционных материалов на основе карбида и нитрида кремния с малым содержанием оксидных активирующих добавок методами горячего прессования, искрового плазменного спекания и спекания в камере высокого давления, показана возможность регулирования микроструктуры, механических и эксплуатационных характеристик путем введения наноразмерных частиц второй фазы или армирующих компонентов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные результаты получены на современном российском и зарубежном сертифицированном оборудовании; показана сходимость результатов параллельных опытов и воспроизводимость разработанных методик; использован комплекс взаимодополняющих физико-химических методов исследования состава и структуры, исследования механических, теплофизических, коррозионных и трибологических свойств спеченных материалов на основе карбида и нитрида кремния; достоверность результатов инструментальных методов анализа обеспечена использованием современных приборов, отвечающим требованиям ГОСТа.

Личный вклад соискателя состоит в постановке целей и задач исследований, разработке экспериментальных методик, проведении большинства экспериментов, выполнении анализов и физических

исследований, обработке экспериментальных данных, анализе и обобщении полученных результатов, в апробации результатов работы на российских и международных конференциях, подготовке основных публикаций по выполненной работе. Диссертация является результатом обобщения исследований, выполненных лично автором или при его непосредственном участии в период 2007–2017 гг. на кафедре «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет) и ЦНИИМ.

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» в пунктах 1, 2, 3, 4 формулы специальности и пункте 1, подпунктах 1.2, 1.4 области исследований.

Диссертационный совет констатирует, что диссертация Перевислова С.Н. является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоритические и практические положения, совокупность которых можно квалифицировать, как научное достижение в технологии тугоплавких неметаллических материалов, решена научно-практическая проблема в области создания композиционных материалов на основе карбида и нитрида кремния с оксидными добавками, позволяющими получать материалы с повышенным уровнем механических и эксплуатационных характеристик для изделий широкого спектра применения.

Диссертационный совет пришёл к выводу, о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и **принял решение присудить** Перевислову Сергею Николаевичу учёную степень

доктора технических наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.17.11, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 2.

Председатель

Диссертационного совета Д.002.060.04,
академик РАН, доктор химических наук

К.А. Солнцев

Учёный секретарь

Диссертационного совета Д.002.060.04
кандидат геолого-минералогических наук

С.Н. Ивичева

« 17 » мая _____ 2018 г.

Подписи академика РАН К.А.Солнцева и к.г.-м.н. С.Н.Ивичевой заверяю,
Зам. директора ИМЕТ РАН
чл.-корр. РАН



А.Е. Колмаков