

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.060.04 на базе  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской  
академии наук (ИМЕТ РАН)  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 30 сентября 2020 г. № 11-2020

О присуждении БАРДИНУ НИКОЛАЮ ГРИГОРЬЕВИЧУ,  
гражданство РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Жаростойкие покрытия для углеродных и углерод-карбидокремниевых композиционных материалов» по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» принята к защите 17 февраля 2020 года, протокол № 3-2020, диссертационным советом Д 002.060.04 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН), 119334, ГСП-1, г. Москва, Ленинский проспект, д. 49, созданным приказом Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель, Бардин Николай Григорьевич, 1990 года рождения, в 2014 году завершил обучение в институте новых материалов и нанотехнологий Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» с присвоением квалификации «инженер-физик» по специальности 150701 «Физико-химия процессов и материалов». С 2015 по 2018 гг. обучался в очной аспирантуре по программе подготовки научно-педагогических кадров по направлению 18.06.01 «Химическая технология» при Российском химико-технологическом университете (РХТУ) им. Д.И. Менделеева. С 2019 года по настоящее время Бардин Николай

Григорьевич работает на должности начальника цеха производства силицированного графита АО «НИИГрафит».

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор **Макаров Николай Александрович**, заведующий кафедрой химической технологии керамики и огнеупоров Российского химико-технологического университета (РХТУ) имени Д.И. Менделеева.

**Официальные оппоненты:**

1) **Шаяхметов Ульфат Шайхизаманович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной физики и физики материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный университет»;

2) **Тимофеев Иван Анатольевич**, кандидат технических наук, начальник отдела керамоматричных композиционных материалов Акционерного общества «Композит»

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»), г. Челябинск, в своем положительном заключении, подписанном д.ф-м.н., профессором Бучельниковым Василием Дмитриевичем, заведующим кафедрой физики конденсированного состояния физического факультета, составленном д.х.н. Тюменцевым Василием Александровичем, профессором кафедры физики конденсированного состояния физического факультета, и утвержденном проректором по научной работе Челябинского государственного университета, д.ф-м.н., профессором Бычковым Игорем Валерьевичем, отмечают, что диссертационная работа Бардина Н.Г. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне на актуальную тему, в которой получены новые и важные сведения о способах модификации поверхности

углеродных материалов с целью повышения их окислительной стойкости посредством нанесения жаростойких покрытий карбидного и боридо-карбидного класса технологичным способом, что значительно расширит области применения углеродных и углерод-карбидокремниевых композитов. По тематике, методам исследования и предложенным научным положениям диссертация Бардина Н.Г. соответствует паспорту специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов (пп. 1, 2 и 4 формулы специальности и п. 1.2 области исследований). Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы и достигнутые в ней результаты. Диссертация Бардина Николая Григорьевича отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями от 21.04.2016 г. № 335), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Диссертационная работа Бардина Николая Григорьевича «Жаростойкие покрытия для углеродных и углерод-карбидокремниевых композиционных материалов» заслушана, а отзыв на нее одобрен на заседании семинара кафедры физики конденсированного состояния физического факультета ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет» 02 марта 2020 г. (протокол заседания № 2).

Ведущая организация ФГБОУ ВО «ЧелГУ», г. Челябинск, в своем положительном заключении делает соискателю ряд замечаний:

1) Остается неясным, каким образом связаны температура и время продолжительности силицирования углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ) из паровой фазы с образованием дефектов в виде трещин в покрытии.

2) Из работы не совсем понятно, участвует ли углерод подложки в формировании защитного слоя из карбида кремния по шликерно-обжиговой технологии.

3) В работе отмечается, что закономерность формирования слоя SiC на поверхности УУКМ при парофазном силицировании отличается от жидкофазного силицирования. Следовало подробнее объяснить, с чем это связано.

4) На поверхность УУКМ наносится композиция, содержащая дисперсные дибориды гафния (циркония) с углеродом и кремнием. В процессе испытаний на поверхности покрытия образуются диоксиды кремния и гафния (циркония). Из работы не совсем ясно, почему вводятся в композицию именно дибориды, а не сразу диоксиды металлов.

Сделанные замечания не затрагивают основные полученные результаты и не умаляют впечатления от рассматриваемой диссертации как от законченной научно-квалификационной работы, выполненной на современном научно-техническом уровне.

Соискателем Бардиным Н.Г. результаты работы изложены в 8 публикациях в научных изданиях, рецензируемых ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, а также в тезисах 7 докладов на международных и всероссийских конференциях.

#### **Основные публикации по теме диссертации:**

1. Бардин Н.Г., Кошелев Ю.И., Швецов А.А., Кузнецов А.В., Макаров Н.А. SiC–Si-покрытия с добавками тугоплавких боридов  $ZrB_2$  и  $HfB_2$  для защиты углерод-углеродных композиционных материалов от окисления // Новые огнеупоры. 2019. № 5. С. 32-33.

*Соискателем получены SiC–Si-покрытия с добавками различного количества порошков тугоплавких боридов циркония и гафния на 4D-L углерод-углеродном композите и исследовано влияние данных добавок на микротвердость, дефектность и окислительную стойкость при температурах выше 1700 °C разработанных покрытий.*

2. Бардин Н.Г., Бубненко И.А., Кошелев Ю.И., Кузнецов А.В., Швецов А.А., Макаров Н.А. Покрытие системы  $HfB_2$ -SiC на углерод-углеродном композиционном материале // Новые огнеупоры. 2018. № 4. С. 30 – 31.

*Соискателем сформировано покрытие  $HfB_2$ -SiC на углерод-углеродном композиционном материале шликерно-обжиговым методом, определены вязкость шликерной суспензии, соотношение*

*компонентов дисперсной фазы, дисперсность исходного порошка углерода, количество слоев наносимого шликера и температурно-временной режим синтеза покрытия, обеспечивающие образование на поверхности УУКМ бездефектного слоя  $HfB_2-SiC$  толщиной около 200 мкм.*

3. Бардин Н.Г., Бубненко И.А., Кошелев Ю.И., Швецов А.А., Макаров Н.А. Формирование SiC-покрытия на УУКМ методом парофазного силицирования // Новые огнеупоры. 2018. № 4. С. 31 – 32.

*Соискателем получено покрытие SiC на углерод-углеродном композиционном материале методом парофазного силицирования при разных температуре и временах выдержки, исследованы основные закономерности роста слоя SiC на подложке УУКМ и дана интерпретация полученных результатов.*

4. Бубненко И.А., Кошелев Ю.И., Бардин Н.Г., Швецов А.А., Степарева Н.Н., Макаров Н.А. Особенности объемного силицирования многомерно-армированных углерод-углеродных композиционных материалов // Новые огнеупоры. 2017. № 3. С.37.

*Соискателем проведены эксперименты по получению силицированных образцов УУКМ с разной исходной пористой структурой, интерпретированы результаты исследований по влиянию различных характеристик углерод-углеродной основы (открытая пористость, средняя плотность, распределение пор по размерам, направление армирования) на содержание карбидной фазы в силицированных образцах и степень их пропитки.*

5. Makarov N.A., Guseva T.V., **Bardin N.G.**, Rodimov O.I. Silicificated Multidimensional Reinforced Carbon-Carbon Materials for a Wide Range of Applications // Inorganic Materials. 2016. V. 52, № 13. P. 1311-1326.

*Соискателем проведено комплексное исследование вопроса получения и последующего силицирования армированных углерод-углеродных композиционных материалов для расширения их областей применения, а также написана соответствующая обзорная статья.*

6. Кошелев Ю.И., Бубненко И.А., Швецов А.А., Бардин Н.Г., Сорокин О.Ю., Макаров Н.А. Силицированный графит: физико-химические основы получения и перспективы развития. Часть 2. Влияние структурных особенностей углеродных материалов на степень их взаимодействия с кремнием. // Техника и технология силикатов. 2017. Т. 24, № 3. С. 6-11.

*Соискатель провел комплексное исследование в литературных источниках влияния структурных особенностей углеродных материалов на степень взаимодействия с кремнием и принял непосредственное участие в написании обзорной статьи.*

7. Кошелев Ю.И., Бубненко И.А., Швецов А.А., Бардин Н.Г., Сорокин О.Ю., Макаров Н.А. Силицированный графит: физико-химические

основы получения и перспективы развития. Часть 3. Влияние тепловых эффектов и примесных элементов в кремнии и углеродном материале на процесс силицирования // Техника и технология силикатов. 2017. Т. 24, № 3. С. 11-15.

*Соискатель провел комплексное исследование в литературных источниках влияния тепловых эффектов и примесей в кремнии и углеродном материале на процесс силицирования, а также принял непосредственное участие в написании обзорной статьи.*

8. Кошелев Ю.И., Бубненко И.А., Бардин Н.Г., Швецов А.А., Макаров Н.А. Влияние изменения структурных параметров пекового кокса при термообработке на процесс взаимодействия с расплавом кремния // Новые огнеупоры. 2016. № 3. С. 20-25.

*Соискатель принял участие в проведении экспериментов и интерпретации полученных данных по изучению изменения структуры пекового кокса при его термообработке с последующим исследованием влияния структурных параметров на процесс взаимодействия углеродного материала с расплавом кремния.*

На автореферат диссертационной работы Бардина Н.Г. поступило **6 отзывов**. Все отзывы положительные, имеются рекомендации и замечания:

1. Отзыв начальника сектора лаборатории № 13 «Керамические композиционные материалы, антиокислительные покрытия и жаростойкие эмали» Всероссийского научно-исследовательского института авиационных материалов Государственного научного центра РФ, к.т.н., доцента Сорокина Олега Юрьевича содержит следующие замечания:

– Известно, что для образцов на основе кремнийсодержащих соединений характерна немонотонная зависимость изменения массы от времени выдержки. В связи с этим, из текста автореферата (стр. 14-15) неясно, каким образом рассчитывались значения скоростей окисления образцов композиционных материалов (КМ) с жаростойким покрытием в диапазоне температур (1000-1600°C).

– В разделе 4.4 приводятся результаты высокотемпературных испытаний образцов КМ с различными покрытиями на окислительную стойкость. Автором отмечаются их высокие защитные свойства, однако не приводятся результаты РСА и РФА, подтверждающие образование

различных модификаций  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{HfSiO}_4$ , а также фотографии микроструктуры образцов с покрытием после испытаний.

– Из приведенных на стр. 16-17 выводов неясно, какой из способов формирования жаростойкого слоя состава SiC-Si (парофазный или шликерно-обжиговый) как в виде самостоятельного покрытия, так и в виде связующего подслоя был рекомендован для дальнейшего применения.

2. Отзыв начальника лаборатории № 17 НИО-8 Центрального аэрогидродинамического института Государственного научного центра РФ, к.т.н. Жесткова Бориса Евгеньевича содержит следующее замечание:

– В автореферате нет ссылок на работы других авторов. Например, на стр. 15 написано, что основным механизмом защиты от окисления является образование пленки диоксида кремния и не отмечается, что это уже общепринято.

3. Отзыв старшего научного сотрудника НИЦ «Конструкционные Керамические Наноматериалы» Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», к.т.н. Непапушева Андрея Александровича содержит следующие замечания:

– Не дается обоснование тому, почему именно полианионная целлюлоза используется в качестве связки в шликере и в чем ее преимущество перед традиционно используемыми в таких случаях полимерными связующими, например, поливиниловым спиртом.

– В пункте 4.1 автореферата приводится сравнение энергии активаций для процессов жидкофазного и парофазного силицирования. При этом делается акцент на наличии на кривых рис. 2а двух участков с различной зависимостью. В таком случае необходимо было бы уточнить, по какому из этих участков была определена энергия активации для парофазного нанесения покрытия SiC.

4. Отзыв старшего научного сотрудника научно-учебного центра СВС Национального исследовательского технологического университета

«МИСиС», к.т.н. Потанина Артема Юрьевича содержит следующие замечания:

– В автореферате не хватает схемы и/или фотографии и/или микроструктуры исходных подложек до нанесения покрытий.

– Почему-то в работе отсутствуют результаты по пропитке УУКМ. Происходит ли проникновение защитного покрытия на глубину (поры, каналы) углеродного материала, или покрытие формируется исключительно на поверхности?

– Из механических свойств в работе измерена микротвердость. Хотя весьма важно было бы измерить величину адгезии покрытий к углеродному материалу.

5. Отзыв заведующего кафедрой химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов Санкт-Петербургского государственного технологического института (технический университет), д.т.н., профессора Пантелеева Игоря Борисовича содержит следующие замечания:

– Автор слишком скупо упоминает о дисперсности используемых в исследовании порошков (углерод, кремний, дибориды), приводя фразу «... и размерами менее 20 мкм». Возникает вопрос, как с такими порошками можно получать покрытия с толщиной тоже менее 20 мкм?

– Стр. 11, цитирую: «При использовании углеродного наполнителя с температурой обработки 2900°C». Автор не указывает, с помощью какого оборудования удалось достигнуть столь высокой температуры.

6. Отзыв доцента кафедры «Перспективных материалов и технологий аэрокосмического назначения» Московского авиационного института (национальный исследовательский университет), к.т.н. Астапова Алексея Николаевича содержит следующие замечания:

– Не представлены данные о том, в какой среде (вакуум / инертная атмосфера) и при каких рабочих давлениях осуществлялся обжиг шликерных слоев в электропечи.

– Требуют более детального разъяснения механизмы защитного действия разработанных покрытий. Фраза о том, что защита при температурах 1600–2000 °С обеспечивается фазами  $\text{HfO}_2$  и  $\text{HfSiO}_4$  недостаточно обоснована, т.к.  $\text{HfO}_2$  не является газоплотным оксидом, температура диссоциации фазы  $\text{HfSiO}_4$  составляет  $1750 \pm 15^\circ\text{C}$ , а  $\text{SiO}_2$ /боросиликатное стекло активно испаряется в этих условиях.

– Отсутствуют сравнительные данные достигнутых температурно-временных характеристик работоспособности созданных покрытий с известными техническими решениями.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем,** что они обладают высоким уровнем компетенции в области технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, в том числе углеродных и углерод-карбидокремниевых композитов, наличием публикаций в реферируемых журналах и достижениями в области разработки и применения новых материалов. Высокая научная квалификация и авторитет официальных оппонентов и ведущей организации позволяет им объективно оценить научную и практическую значимость представленной в диссертационный совет работы.

**В дискуссии приняли участие:** д.х.н. Беляков А.В., профессор кафедры химической технологии керамики и огнеупоров Российского химико-технологического университета (РХТУ) им. Д.И. Менделеева; д.х.н. Кецко В.А., заведующий центром коллективного пользования физическими методами исследования веществ и материалов ИОНХ РАН; д.х.н. Казин П.Е. профессор кафедры неорганической химии Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова; д.х.н. Каргин Ю.Ф. заведующий лабораторией физико-химического анализа керамических материалов ИМЕТ РАН; д.х.н. Падалко А.Г. заведующий лабораторией физикохимии баротермических процессов ИМЕТ РАН; академик Бузник В.М. (ВИАМ)

**Диссертационный совет отмечает,** что на основании выполненных соискателем исследований:

- **установлены** кинетические закономерности формирования покрытия SiC-Si на УУКМ методом парофазного силицирования. **Показано**, что кинетические кривые роста слоя SiC при этом имеют два участка с переходом характера зависимостей из параболического в экспоненциальный;
- **определены** основные параметры, с помощью которых можно регулировать характеристики покрытия SiC-Si, нанесенного шликерно-обжиговым методом. На толщину и целостность формируемого покрытия определяющее влияние оказывают вязкость шликерной суспензии и количество наносимых слоев. На фазовый состав покрытия влияют соотношение компонентов дисперсной фазы шликерной суспензии, тип и гранулометрический состав углеродного наполнителя, а также температурно-временные условия синтеза карбида кремния;
- **предложены** технологические параметры нанесения покрытия SiC-Si на УУКМ парофазным методом. Для получения сплошного бездефектного слоя SiC-Si с содержанием карбидной фазы до 97 об. % и толщиной 2–20 мкм осаждение кремния из паровой фазы на поверхность углеродного материала необходимо проводить при температурах 1700–1850 °С в течение 3–20 мин, для получения слоя толщиной 20–40 мкм – при 1900–1950 °С в течение 3–10 мин;
- **выявлено**, что для достижения максимальной микротвердости покрытий ZrB<sub>2</sub>-SiC-Si и HfB<sub>2</sub>-SiC-Si до 13 ГПа необходимо предварительное нанесение на поверхность УУКМ промежуточного подслоя SiC-Si толщиной 40–50 мкм;
- **установлен** механизм защиты УУКМ с покрытием HfB<sub>2</sub>-SiC-Si, полученным шликерно-обжиговым методом, от окисления в среде диссоциированного воздуха. Методом рентгенофазового анализа поверхности УУКМ с покрытием после испытаний **обнаружено**, что пассивация процесса окисления материала обусловлена образованием на его поверхности барьерного слоя: диоксида кремния при температурах до 1600 °С, диоксида и ортосиликата гафния при более высоких температурах.

**Теоретическая значимость диссертационного исследования обоснована тем, что:**

- **исследованы** основные закономерности процесса силицирования поверхности УУКМ осаждением кремния из паровой фазы, с помощью чего удалось сформировать бездефектное карбидокремниевое покрытие на углерод-углеродном композите, которое повысило окислительную стойкость материала подложки в кислородсодержащей среде при повышенной температуре;
- **получены** зависимости основных характеристик покрытий (толщина, фазовый состав, микротвердость) от параметров их получения на УУКМ шликерно-обжиговым методом, что позволяет оптимизировать технологические режимы нанесения бездефектных покрытий SiC-Si и Me(Zr, Hf)B<sub>2</sub>-SiC-Si данным способом, а также варьировать их свойства для формирования защитных слоев на крупногабаритных деталях, в том числе с применением различных добавок, вводимых в исходную шликерную суспензию;
- **показано**, что повышение вязкости шликерной суспензии приводит к увеличению толщины покрытия, возрастанию неравномерности по толщине, дефектности и уменьшению микротвердости. Содержание карбида кремния в покрытии повышается с увеличением соотношения компонентов дисперсной фазы, снижением преобладающего размера частиц и степени трехмерной упорядоченности углеродного наполнителя, увеличением температуры синтеза SiC, а также времени выдержки
- **выявлено**, что введение в исходную шликерную суспензию 50 мас. % добавок тугоплавких боридов ZrB<sub>2</sub> и HfB<sub>2</sub> положительно влияет на окислительную стойкость покрытия SiC-Si, полученного шликерно-обжиговым методом. Скорость окисления УУКМ с покрытием при этом снижается на три порядка, а энергия активации процесса окисления увеличивается в 2,5 раза для покрытия с боридом циркония и 3,2 раза для покрытия с боридом гафния;

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

- **определены** технологические параметры осаждения на УУКМ кремния из пара, варьирование которых позволяет получать бездефектные покрытия SiC-Si методом парофазного силицирования с содержанием карбида кремния до 97 об. % и толщиной от 2 до 40 мкм;
- **выявлены** вязкость шликерной суспензии, изготовленной на основе нового вида связующего – высоковязкой полианионной целлюлозы, количество наносимых на поверхность углеродного композита шликерных слоев, состав дисперсной фазы, тип и гранулометрический состав углеродного наполнителя, температурно-временной режим термообработки, что позволяет синтезировать на поверхности УУКМ шликерно-обжиговым методом покрытия SiC-Si с содержанием карбида кремния ~ 95 об. %, толщиной около 50 мкм и микротвердостью до 18 ГПа, и покрытия Me(Zr, Hf)B<sub>2</sub>-SiC-Si толщиной чуть более 100 мкм и микротвердостью до 13 ГПа;
- **проведены** испытания на стойкость к окислению углеродных композиционных материалов с покрытиями SiC-Si и Me(Zr, Hf)B<sub>2</sub>-SiC-Si в среде статичного и потоке диссоциированного воздуха на плазмотроне. **Показано**, что при одних и тех же условиях испытаний УУКМ с разработанными покрытиями имеют гораздо меньший унос массы, чем высокоплотный углерод-углеродный композиционный материал со схемой армирования типа 4D-L (4D-L-УУКМ) и объемно-силицированный композит. Результаты испытаний наглядно демонстрируют возможность применения покрытий SiC-Si, ZrB<sub>2</sub>-SiC-Si и HfB<sub>2</sub>-SiC-Si в качестве защитных от окисления для углеродных и углерод-карбидокремниевых композиционных материалов в среде диссоциированного воздуха при высоких температурах;
- результаты проведенных исследований **использованы** при выполнении договора между АО «НИИГрафит» и АО «Корпорация «МИТ» от 03.10.2016 № 223/5483-Д. Для дальнейших испытаний заказчику переданы опытные

образцы из углерод-углеродного композиционного материала с покрытием из карбида кремния толщиной около 10 мкм, нанесенного парофазным методом.

### **Оценка достоверности результатов исследований выявила:**

Эксперименты и исследования проводили с помощью высокоточной и современной аппаратуры. Достоверность, оригинальность и научная новизна результатов работы обеспечены использованием корректных методик, соответствующих современному научно-исследовательскому уровню, и подтверждается воспроизводимостью результатов, полученных в сериях экспериментов.

### **Личный вклад автора:**

состоит в анализе литературы по теме диссертации, постановке цели и задач исследования, проведении, совместно с соавторами опубликованных работ, большинства экспериментов и освоении новых лабораторных методик, получении, обсуждении и обработке результатов, формулировании основных выводов, а также непосредственном участии в подготовке публикаций по теме выполненной диссертационной работы.

**Диссертационный совет констатирует**, что диссертация Бардина Н.Г. является законченной научно-исследовательской работой, направленной на решение важной научно-технической задачи – создания жаростойкого покрытия для углеродных и углерод-карбидокремниевых композиционных материалов, способного служить в среде диссоциированного воздуха при температурах от 1400 до 2000°C. По своему содержанию диссертация соответствует паспорту специальности научных работников 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов – по пп. 1, 2 и 4 формулы специальности и п. 1.2 области исследований.

**На заседании 30.09.2020 г. диссертационный совет Д 002.060.04 пришел к выводу о том**, что диссертация Бардина Н.Г. по своей актуальности, новизне, практической значимости соответствует требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от

24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Бардин Николай Григорьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

При проведении голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов», участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0. Решение совета принималось открытым голосованием в соответствии с Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Об особенностях порядка организации работы советов по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» №734 от 22 июня 2020 года, направленных на предотвращение распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19), ввиду удаленного участия 3 членов диссертационного совета из 15 участвовавших в заседании.

Председатель  
диссертационного совета Д 002.060.04,  
академик РАН, д.х.н.

К.А. Солнцев

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 002.060.04,  
к.г.-м.н.  
30.09.2020 г.

С.Н. Ивичева

Подписи академика РАН, д.х.н. К.А. Солнцева и к.г.-м.н. С.Н. Ивичевой заверено.  
Ученый секретарь ИМЕТ РАН,  
к.т.н.



О.Н. Фомина