

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.078.04 (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 23 сентября 2021 года № 9-2021

о присуждении ФРОЛОВОЙ МАРИАННЕ ГЕННАДЬЕВНЕ, гражданке РФ,
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Композиционная керамика на основе карбида кремния, армированная волокнами карбида кремния», по специальности 2.6.14 (05.17.11) «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» принята к защите 20 мая 2021 года, протокол № 6-2020, диссертационным советом Д002.060.04 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН), 119334, г. Москва, Ленинский проспект, 49, приказ Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012г.

Соискатель, ФРОЛОВА Марианна Геннадьевна, 1991 года рождения, в 2015 году окончила Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский химико-технологический университет им Д.И. Менделеева» с присвоением квалификации «Инженер» по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

С 2015 по 2019 год обучалась в очной аспирантуре ИМЕТ РАН по направлению подготовки 18.06.01 «Химическая технология», направленность подготовки - Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. С 2016 года и по настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории №33 Физико-химического анализа керамических материалов ИМЕТ РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории Физико-химического анализа

керамических материалов ИМЕТ РАН.

Научный руководитель – доктор химических наук, **КАРГИН Юрий Федорович**, заведующий лабораторией Физико-химического анализа керамических материалов ИМЕТ РАН

Официальные оппоненты:

1. **ПАНТЕЛЕЕВ Игорь Борисович** д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»;

2. **ЮРКОВ Андрей Львович** д.т.н., ведущий научный сотрудник АО «Институт новых углеродных материалов и технологий» при МГУ им. М.В. Ломоносова (АО «ИНУМИТ»)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Общество с ограниченной ответственностью «**Научно-технический центр «Бакор»**» в своем положительном отзыве, утвержденном генеральным директором ООО «НТЦ «Бакор», д.т.н. Красным Б.Л., составленном ученым секретарем научно-технического совета ООО «НТЦ «Бакор», руководителем исследовательского центра специальной керамики ООО «НТЦ «Бакор», к.т.н. Иконниковым К.И., отмечают, что диссертационная работа Фроловой М.Г. является научно-квалификационной работой, в которой успешно решена проблема повышения механических свойств (прочность при изгибе, линейный коэффициент интенсивности напряжений) керамических композиционных материалов на основе карбида кремния с помощью армирования керамической матрицы волокнами карбида кремния, полученными методом силицирования углеродной ткани парами SiO. Диссертация соответствует паспорту специальности 05.17.11 «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов» и п.п. 9-14

«Положения о порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, утвержденным постановлением Правительства РФ. Автор диссертации Фролова Марианна Геннадьевна заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов». Диссертация Фроловой М.Г. рассмотрена и обсуждена на заседании научно технического совета ООО «НТЦ «Бакор» 15.07.2021 г. (протокол заседания № 11).

Ведущая организация в своем положительном отзыве задает соискателю следующие вопросы:

– В разделе 2.2.6.1. описано измерение содержания кислорода в волокнах карбида кремния. Влияет ли условия синтеза на содержание кислорода? Может ли это значение меняться? Как значение содержания кислорода влияет на свойства?

– В четвертой главе описано получение керамики методом шликерного литья. При этом шликерное литьё не использовали в диссертационной работе для получения армированных SiC/SiC_f композитов, не ясно, почему?

– В диссертационной работе автор использует хаотичное трехмерное (x-y-z) распределение волокон карбида кремния в объеме матрицы. Согласно ГОСТ Р_58016-2017 (КОМПОЗИТЫ КЕРАМИЧЕСКИЕ. КАРБИДКРЕМНИЕВЫЕ КОМПОЗИТЫ, АРМИРОВАННЫЕ КАРБИДКРЕМНИЕВЫМ ВОЛОКНОМ. Классификация), различают одномерный, двумерный и трехмерный армирующий наполнитель. Почему автор для получения армированных SiC/SiC_f композитов выбрал только один вариант расположения волокон не поясняется.

– Данные по зависимости предела прочности при изгибе армированных SiC/SiC_f композитов от содержания волокон представлены графически (причём в виде ломанной кривой, соединяющей экспериментальные точки), можно (и правильнее) эти данные представить в виде аналитической зависимости, отражающей линейность этой зависимости и на графиках представить

экстраполированные линейные кривые, согласующиеся с известной теоретической линейной зависимостью.

– Для получения волокон карбида кремния SiC_f использовали углеродную ткань. Можно ли использовать исходные углеродные волокна (различного диаметра)? Как это повлияет на качество получаемых волокон SiC_f ?

– Полученную силицированием углеродной ткани парами SiO ткань карбида кремния SiC_f измельчали до линейных размеров единичных волокон 2-3 мм. Чем обусловлен выбор этого размера? Будет ли влиять (и как?) изменение линейных размеров единичных волокон на свойства керамических композитов?

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и не подвергают сомнению её основные выводы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией, наличием публикаций и достижений в области керамических и композиционных материалов и способностью определить научную и практическую значимость представленной диссертационной работы.

Соискателем Фроловой М.Г. результаты работы изложены в 25 публикациях, 4 из которых находятся в списке журналов, рекомендованных ВАК РФ, получены 2 патента РФ и заявлены в виде 15 тезисов докладов в сборниках на международных и всероссийских научных конференциях.

Основные публикации по теме диссертации:

1. **Фролова, М.Г.** Особенности формования изделий из карбида кремния методом горячего шликерного литья / **М.Г. Фролова**, А.В. Леонов, Ю.Ф. Каргин, А.С. Лысенков, Д.Д. Титов, Н.В. Петракова, С.Н. Перевислов, А.А. Коновалов, М.А. Севостьянов, И.С. Мельникова // Материаловедение. – 2017. – №. 12. – С. 32-36.

Frolova, M. G. Molding features of silicon carbide products by the method of hot slip casting / **M.G. Frolova**, A.V. Leonov, Y.F. Kargin, A.S. Lysenkov, D.D. Titov, N.V. Petrakova, S.N. Perevislov, A.A. Konovalov, M.A. Sevostyanov, I.S.

Melnikova // Inorganic Materials: Applied Research. – 2018. – V. 9. – №. 4. – P. 675-678.

2. Перевислов, С.Н. Получение керамических материалов на основе SiC с добавками легкоплавких оксидов / С.Н. Перевислов, А.С. Лысенков, Д.Д. Титов, М.В. Томкович, К.А. Ким, **М.Г. Фролова**, Ю.Ф. Каргин, И.С. Мельникова // Стекло и керамика. – 2018. – №. 10. – С. 30-37.

Perevislov, S.N. Production of ceramic materials based on sic with low-melting oxide additives / S.N. Perevislov, A.S. Lysenkov, D.D. Titov, M.V. Tomkovich, K.A. Kim, **M.G. Frolova**, Yu.F. Kargin, I.S. Melnikova // Glass and Ceramics. – 2019. – V. 75. – №. 9-10. – P. 400-407.

3. Перевислов, С.Н. Методы получения и свойства армированных конструкционных материалов / С.Н. Перевислов, М.В. Томкович, А.С. Лысенков, **М.Г. Фролова** // Новые огнеупоры. – 2018. – №. 10. – С. 37-48.

Perevislov, S.N. Preparation and Properties of Reinforced Engineering Materials / S.N. Perevislov, A.S. Lysenkov, M.V. Tomkovich, **M.G. Frolova** // Refractories and Industrial Ceramics. – 2019. – V. 59. – №. 5. – P. 534-544.

4. Ким, К.А. Армирование керамики на основе карбида кремния / К.А. Ким, А.С. Лысенков, Д.Д. Титов, Д.О. Лемешев, **М.Г. Фролова**, Ю.Ф. Каргин // Успехи в химии и химической технологии. – 2018. – Т. 32. – №. 2. – С. 89-90.

5. **Frolova, M.G.** Silicon carbide ceramics reinforced SiC fibers / **M.G. Frolova**, Y.F. Kargin, A.S. Lysenkov, S.N. Perevislov, D.D. Titov, K.A. Kim, A.V. Leonov, E.I. Istomina, P.V. Istomin, M.V. Tomkovich // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 525. – №. 1. – С. 012085.

6. Kim, K.A. Composite ceramics based on silicon carbide with layered location of reinforcing SiC fibers / K.A. Kim, A.S. Lysenkov, D.D. Titov, Y.F. Kargin, **M.G. Frolova**, A.V. Leonov, S.N. Perevislov, E.I. Istomina, D.O. Lemeshev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 525. – №. 1. – С. 012082.

7. Istomina, E.I. Siliciding of carbon fabrics with gaseous SiO / E.I. Istomina, P.V. Istomin, A.V. Nadutkin, V.E. Grass, M.Y. Presniakov, A.S. Lysenkov, **M.G. Frolova** // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – V. 525. – №. 1. – P. 012059.

8. **Frolova, M.G.** Properties of silicon carbide fibers obtained by silicification of carbon fabric with SiO vapours / **M.G. Frolova**, D.D. Titov, A.S. Lysenkov, K.A. Kim, Yu.F. Kargin, K.S. Kravchuk, E.I. Istomina, P.V. Istomin // Ceramics International. – 2020. – V. 46. – №. 11. – P. 18101-18105.

9. **Фролова М.Г.** Керамический композит на основе карбида кремния, армированный волокнами SiC / **М.Г. Фролова**, Ю.Ф. Каргин, А.С. Лысенков, С.Н. Перевислов, Д.Д. Титов, К.А. Ким, Е.И. Истомина, А.В. Алпатов, К.А. Солнцев // Неорганические материалы. – 2020. – Т. 56. – №. 9. – С. 1039-1044.

Frolova, M.G. SiC-Fiber Reinforced Silicon Carbide-Based Ceramic Composite / **M.G. Frolova**, Yu.F. Kargin, A.S. Lysenkov, S.N. Perevislov, D.D. Titov, K.A. Kim, E.I. Istomina, A.V. Alpatov, K.A. Solntsev // Inorganic Materials. – 2020. – V. 56. – №. 9. – P. 987-992.

Автор принимал непосредственное участие в разработке методик проведения экспериментов и их аппаратного оформления, реализации технологической схемы получения образцов, осуществлении экспериментов по аттестации, обсуждению результатов и их оформлении в виде научных публикаций и патентов.

На автореферат диссертационной работы Фроловой М.Г. поступило **2 отзыва**. Все отзывы положительные, имеются рекомендации и замечания:

1. Отзыв начальника лаборатории по разработке материалов на основе нитридов, карбидов и боридов для изделий ракетной техники и технологии изготовления изделий на их основе, к.ф-м.н. Лисаченко М. Г. и заместителя начальника лаборатории по разработке материалов на основе нитридов, карбидов и боридов для изделий ракетной техники и технологии изготовления изделий на их основе Чевыкаловой Л. А. Государственного научного центра

Российской Федерации АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» содержит следующие замечания и вопросы:

– Результаты исследований механических характеристик композитов представлены в узком диапазоне температур, что противоречит рекомендуемым условиям эксплуатации. Кроме того, перечень представленных свойств разработанного материала в целом является недостаточно полным для получения о нем объективного представления.

– Не исследована анизотропия свойств композиционной керамики, что существенно сужает области применения.

– При исследовании микроструктуры порошков карбида кремния, поперечного сечения углеродных и карбидкремниевых волокон, поверхности реакционноспеченного SiC после взаимодействия с различными добавками, керамики и композитов представлены фотографии с разным увеличением, что затрудняет проведение сравнительной оценки.

2. Отзыв заведующего лабораторией исследования наноструктур Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук, д.х.н., академика РАН Шевченко В.Я. содержит следующие замечания и вопросы:

– На странице 7 автореферата сказано, что порошок карбида кремния фирмы «Saint Gobain» размером 1 мкм представлен в виде гранул (рис. 1а). Данный порошок точно не гранулированный, поскольку получить гранулы 1 мкм крайне сложно. Обычно в фирме «Saint Gobain» выпускают гранулированные шихтовые порошки размером 200-300 мкм.

– На странице 7 и 8 автореферата сказано, что порошок, полученный СВС, имеет размер 100-400 нм, но судя по картинке (рис. 1в) размер частиц порошка 2-6 мкм.

– Автор не объясняет, почему на рис.18 диаметр волокна менее 2,5 мкм, хотя исходные волокна имели диаметр 5-7 мкм?

– Главной характеристикой конструкционных материалов является

прочность и критический коэффициент интенсивности напряжений, которые автор измеряла в работе, но было бы более информативно представить весь комплекс физико-механических характеристик армированных и не армированных материалов (плотность, модуль упругости твердость).

3. Отзыв научного сотрудника отдела конструкционных и функциональных наноматериалов "Технологического института сверхтвердых и новых углеродных материалов" (ТИСНУМ), к.т.н. Евдокимова И.А. содержит следующие замечания:

– Приведено весовое содержание волокон карбида кремния в матрице, что не отражает в полной мере степень армированной. Более наглядно эту величину характеризовало бы объемное содержание волокон.

– В рамках автореферата не представлены данные об относительной плотности полученных образцов. Возможно, различие физико-механических свойств связано с разной пористостью полученных образцов.

4. Отзыв начальника цеха производства силицированного графита АО НИИ конструкционных материалов на основе графита «НИИграфит», к.т.н. Бардина Н. Г. содержит следующие замечания:

– Из текста автореферата не совсем понятно, при каких условиях проводили силицирование углеродной ткани парами SiO_2 , и почему было отдано предпочтение именно данному методу получения волокон SiC .

– Стоило уточнить, почему в качестве армирующей фазы использовалась карбидокремниевая ткань, измельченная до размеров именно 2-3 мм.

5. Отзыв профессора кафедры физической и неорганической химии Института цветных металлов и материаловедения ФГАО ВО «Сибирский федеральный университет», д.х.н. Денисова В. М. содержит следующие замечания:

– Отсутствуют данные об износостойкости разработанных композитов, обосновывающих вывод 5, что армирование керамики волокнами SiC «...позволяет рекомендовать их для изготовления деталей, подверженных высоким истирающим воздействиям...»;

– В работе соискатель использовал «...вариант армирования с хаотичным расположением волокон», сведения об исследовании свойств композитов, полученных с иным распределением волокон, не приводятся.

6. Отзыв главного научного сотрудника Лаборатории химии легких элементов и кластеров Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН (ИОНХ РАН), д.х.н. Симоненко Е. П. содержит следующие замечания и вопросы:

– На большинстве рисунков надписи, а также масштабные риски видны нечетко, в некоторых местах (рис. 2а, 6, 7) их практически невозможно разобрать. На рисунке 21 не отмечено, к каким именно образцам относятся приведенные кривые.

– Поскольку процесс силицирования парами SiO сопровождается выделением газообразных продуктов реакции, образующиеся волокна должны иметь некоторую пористость. Определяла ли автор значение пористости полученных SiC-волокон?

– При изучении структуры композита, полученного в результате изучения взаимодействия реакционно спеченного SiC с оксидными добавками (рис. 8), очень информативным было бы построение карт распределения отдельных элементов. Каково влияние на протекающие процессы взаимодействия с системой Al_2O_3 - Y_2O_3 остаточного кремния в реакционно спеченном SiC?

7. Отзыв в.н.с. лаборатории «Специальных волокон и компонентов композиционных материалов» Государственного научного центра Российской Федерации Акционерного общества «Государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский химии и технологии элементоорганических соединений» (ГНЦ РФ АО «ГНИИХТЭОС»), д.х.н. Щербаковой Г. И.:

– Замечаний принципиального характера по автореферату нет. Тем не менее, в автореферате имеются некоторые орфографические недочеты.

8. Отзыв старшего научного сотрудника лаборатории «Керамического материаловедения» Института химии Федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования Института химии Уральского отделения Российской академии наук, доцента кафедры химии Института Естественных наук «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина» (ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина»), к.х.н. Истоминой Е. И. без замечаний.

9. Отзыв старшего научного сотрудника лаборатории кремнийорганических соединений и материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук, д.т.н. Перевислова С.Н.: по содержанию автореферата существенных замечаний нет.

В дискуссии по диссертационной работе приняли участие: д.х.н. Казин П.Е. профессор кафедры неорганической химии Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова; д.х.н. Падалко А.Г. заведующий лабораторией физикохимии баротермических процессов ИМЕТ РАН; д.т.н., чл.-корр. РАН Баринов С.М. заведующий лабораторией керамических композиционных материалов; д.т.н., чл.-корр. РАН Алымов М.И. директор ИСМАН; д.х.н., академик РАН Бузник В.М. (ВИАМ); д.х.н., академик РАН Солнцев К.А.; к.т.н. Бендовский Е.Б. МГУ им. М.В.Ломоносова; к.т.н. Самохин А.В. (ИМЕТ РАН).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **Предложен и экспериментально реализован** способ получения композита SiC-SiC_f-Д (YAG, Y₂O₃-Al₂O₃ (3:5)), с использованием в качестве армирующего компонента волокон SiC_f, полученных методом силицирования углеродной ткани парами SiO. Установлен линейный характер зависимости прочности при изгибе ($\sigma_{изг}$) и критического коэффициента интенсивности напряжений K_{Ic} керамических композитов от содержания армирующего компонента: с увеличением содержания волокон SiC_f до 10 мас.% значения $\sigma_{изг}$ возрастают с 390 ± 22 МПа до 633 ± 33 МПа, K_{Ic} с $4,8 \pm 0,3$ МПа·м^{1/2} до $6,2 \pm 0,3$ МПа·м^{1/2} для образцов, полученных из СВС порошка карбида кремния;

- **Изучены** механические и физико-химические характеристики

волокон SiC_f , полученных силицированием углеродной ткани парами SiO : прочность при растяжении 1500 МПа, содержание кислорода 2 мас.%, микротвердость 11 ГПа, модуль упругости 110 ГПа;

- **Установлено**, что вследствие окислительно-восстановительных реакций взаимодействие SiC со спекающими добавками YAG и $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3:5) в температурном интервале 1680-1850°C характеризуется образованием жидкой фазы сложного состава в результате кристаллизации которой образуются вторичные фазы SiO_2 , Y_2O_3 , $\text{Y}_4\text{Al}_2\text{O}_9$ (для добавки $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$), и фазы $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $\text{Y}_4\text{Al}_2\text{O}_9$, Y_2C_3 (добавка $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3:5));

- **Установлены** зависимости физико-химических и механических свойств неармированных образцов SiC керамики от дисперсности и морфологии частиц порошков исходного карбида кремния;

- **Установлено**, что армирование карбидокремниевой матрицы волокнами SiC_f , полученными силицированием углеродной ткани парами SiO , приводит к модифицированию микроструктуры и существенному (более чем в 1,5 раза) повышению механических свойств разработанных керамических композитов (увеличению прочности при изгибе и критического коэффициента интенсивности напряжений), что позволяет рекомендовать их для изготовления деталей, подверженных высоким истирающим воздействиям, работающих в широком диапазоне температур и в условиях агрессивных сред.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **Выявлены** зависимости основных характеристик композитов SiC/SiC_f (прочности при изгибе ($\sigma_{\text{изг}}$), термического коэффициента линейного расширения (ТКЛР), критического коэффициента интенсивности напряжений (K_{IC})) от содержания армирующего компонента в виде волокон SiC_f , полученных силицированием углеродной ткани парами SiO . Установлено, что с увеличением содержания волокон SiC_f до 10 мас.% значения $\sigma_{\text{изг}}$ и K_{IC} линейно возрастают, значение ТКЛР не изменяется.

- **Установлен** окислительно-восстановительный характер взаимодействия SiC с $Y_3Al_5O_{12}$ и смесью $Y_2O_3-Al_2O_3$ (3:5) в температурном интервале 1680-1850°C сопровождающийся образованием расплава сложного состава и вторичных фаз - SiO_2 , Y_2O_3 , $Y_4Al_2O_9$ (для $Y_3Al_5O_{12}$), или $Y_3Al_5O_{12}$, $Y_4Al_2O_9$, Y_2C_3 (для $Y_2O_3-Al_2O_3$ (3:5) при кристаллизации.

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

- Разработан оригинальный способ получения керамики на основе карбида кремния, армированной волокнами карбида кремния, полученными силицированием углеродной ткани парами SiO, методом горячего прессования в защитной атмосфере аргона при температуре 1850°C с выдержкой 30 минут, защищённый патентами РФ: RU 2718682 C2 «Способ изготовления керамики на основе карбида кремния, армированного волокнами карбида кремния» приоритет 12.09.2018, RU 2744543 «Способ получения керамического композиционного материала на основе карбида кремния, армированного волокнами карбида кремния» приоритет 15.09.2020.

- Определены технологические параметры (СВС порошки карбида кремния, размер частиц 100-400 нм, добавка YAG (10 мас.%), содержание волокон SiC_f (10 мас.%), обеспечивающие получение высокого уровня механических характеристик: прочность при изгибе 633 ± 33 МПа, плотность $3,2\pm 0,01$ г/см³, который позволяет рекомендовать полученную композиционную керамику для изготовления деталей, работающих в сложных эксплуатационных условиях (широкий интервал температур, агрессивная среда, механические и ударные нагрузки).

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что все экспериментальные результаты получены на сертифицированном современном оборудовании, с использованием современных измерительных приборов, лицензированных программ, показана воспроизводимость результатов исследования на контрольных образцах.

Личный вклад соискателя заключается в постановке задач исследования, подготовке и проведении экспериментов по получению композитов на основе карбида кремния и исследования их физико-химических и механических свойств, интерпретации результатов, подготовке публикаций, представлении результатов на научных конференциях.

Диссертационный совет констатирует, что диссертация Фроловой М.Г. является квалификационно-исследовательской работой, в которой решена задача, связанная с разработкой композиционных керамических материалов на основе карбида кремния, армированных волокнами карбида кремния, полученными силицированием углеродной ткани парами SiO.

На заседании 23.09.2021 г. диссертационный совет 24.1.078.04 (Д 002.060.04) пришел к выводу о том, что диссертация Фроловой М.Г. 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, Фролова Марианна Геннадьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14 (05.17.11) – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

При проведении голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 9 докторов наук по специальности 2.6.14 (05.17.11) – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов», участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за –18, против – 0. Решение совета принималось тайным голосованием с применением коммуникационных технологий в соответствии с Приказом Минобрнауки и высшего образования РФ «О внесении изменений в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» № 458 от 07 июня 2021 года, направленных на предотвращение распространения коронавирусной

инфекции (COVID-19), ввиду удаленного участия 8 членов диссертационного совета из 18 участвовавших в заседании.

Председатель

диссертационного совета 24.1.078.04 (Д 002.060.04),
академик РАН

Солнцев К.А.

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.1.078.04 (Д 002.060.04),
к.г.-м.н.

Ивичева С.Н.

23.09.2021 г.

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



Фомина О.Н.