

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кияшко Михаила Викторовича  
«Закономерности формирования керамики на основе реакционно-связанного карбида кремния при наличии свободного кремния», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Диссертационная работа М.В. Кияшко, посвящённая разработке композиционной керамики на основе реакционно-связанного карбида кремния и повышения ее эксплуатационных характеристик, является актуальной для развития технологий изготовления перспективных материалов на основе тугоплавких соединений. В работе М.В. Кияшко последовательно проанализированы основные сложности реализации отдельных стадий подготовки промежуточных карбидокремниевых материалов и спекания конечной керамики в процессе силицирования подготовленного композита C/SiC расплавом кремния. Разработаны пути решения данных сложностей, доказана эффективность и определены границы применимости предлагаемых способов обработки карбидокремниевых материалов на разных стадиях – использования эффекта окисления карбида кремния в процессе термического удаления парафиновой связки при температурах порядка 600 °С для придания необходимой прочности порошковой заготовке; повторяющихся циклов науглероживания заготовки путем пропитки углеродсодержащим прекурсором и пиролизом при температурах до 1600 °С без нарушения структуры упаковки частиц карбида кремния. Результатом применения и оптимизации данных подходов явилось создание композиционной карбидокремниевой керамики с высоким содержанием SiC до 93 % и пренебрежимо малой остаточной пористостью, что позволило достичь ее высоких показателей теплопроводности 190 Вт/(м·К) и модуля Юнга 430 ГПа, превосходящих показатели мировых аналогов керамики на основе реакционно-связанного карбида кремния и сравнимых с параметрами более сложной в изготовлении SiC-керамики, получаемой твердофазным спеканием.

Вклад диссертационной работы М.В. Кияшко в развитие технологии изготовления карбидокремниевой керамики заключается в получении новых знаний о физико-химических процессах и превращениях, происходящих в материале на различных стадиях обработки (комплексный процесс термического удаления парафиновой связки,

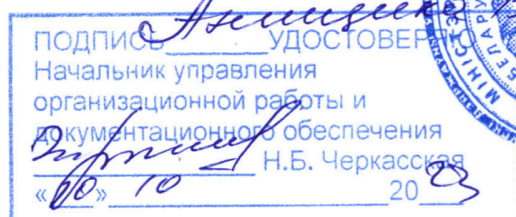
сопровождающийся окислением поверхности частиц SiC, пиролиз вводимого в поры заготовки бакелитового лака и формирование углеродного остатка с тонкопленочной морфологией, процессы реакционной инфильтрации кремниевого расплава и коалесценции частиц SiC на стадии силицирования). Разработанная физико-математическая модель реакционной инфильтрации расплава кремния в поры композита C/SiC позволила оценить характерный масштаб времени (до 30 мин) протекания процесса реакционного связывания карбида кремния для заготовок толщиной до 10 см при температурах 1450–1800 °С, что подтверждено экспериментально. Оценки характерных времен основных процессов, протекающих при жидкофазном силицировании композита C/SiC, дополнены расчетами по разработанной модели коалесценции частиц SiC, протекающей после завершения реакции кремния с углеродом. Показана ключевая роль температурного фактора в данном процессе.

Научные результаты диссертации получены с помощью апробированных экспериментальных методик (термогравиметрический и металлографический анализ, электронная микроскопия, методы индентирования), опубликованы в международных изданиях высокого научного уровня (в частности, Journal of the European Ceramic Society с импакт-фактором 5,7) и на должном уровне представлены в автореферате. Считаю, что работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а М. В. Кияшко заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 - химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Даю согласие на размещение данного отзыва в сети Интернет.

Профессор кафедры физики  
твёрдого тела и нанотехнологий  
физического факультета  
Белорусского государственного  
университета, доктор физ.-мат. наук

Анищик В. М.



С отзывом  
ознакомлен  
12.10.2023