

## ОТЗЫВ

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

Актуальность темы определена необходимостью создания керамических материалов на основе реакционно-связанного карбида кремния RB-SiC с высокой долей SiC и соответствует приоритетным направлениям научных исследований в Республике Беларусь. Результаты работы получены при выполнении проектов в рамках ГПНИ и БРФФИ, а также международного контракта. Цель работы и задачи исследования сформулированы чётко и корректно. Объект исследования – материал SiC-основы и композит C/SiC на различных этапах изготовления керамики, а также предмет исследования – физико-химические процессы протекающие при этом, соответствуют цели и названию данной работы.

Научная новизна, а соответственно и положения, выносимые на защиту, являются оригинальными и не имеют некорректных заимствований у других авторов.

В первой главе проведен обзор литературных данных по свойствам и структурным особенностям, а также представлен обзор способов получения керамики из SiC. Акцентировано внимание на то, что реакционная инфильтрация расплава в C/SiC может лимитироваться скоростью капиллярной пропитки и сложностью реакции кремния с углеродом, которая в свою очередь зависит от состава и микроструктуры. По результатам обзора определены цель и задачи исследования.

Во второй главе изложена последовательность изготовления образцов RB-SiC, описаны методы исследования состава, структуры и физических свойств материалов. Все приборы, а также методики исследования имеют соответствующую сертификацию и не вызывают сомнения.

В третьей главе приведены результаты исследований состава, структуры и физических свойств композита C/SiC, описаны особенности удаления связки, циклы науглероживания. Установлено, что в атмосфере азота полного удаления парафиновой связки достичь не удаётся. Это достигается, только при нагреве на воздухе при температурах 600-900°C. Данное обстоятельство влияет на показатель прочности на изгиб, однако нагрев на воздухе при температурах 600-900°C вызывает окисление SiC. Установлено влияние температуры нагрева на прочность на изгиб, а также на изменение пористости, исследована морфология сколов композита C/SiC.

Показана кинетика заполнения пор при пропитке лаком ЛБС-1 и накопление углерода при повторных процессах пропитки. Определены теплофизические свойства RB-SiC в зависимости от содержания SiC. Определён модуль Юнга двумя независимыми методами, значения которых достаточно хорошо совпадают. Данные полученные в третьей главе оригинальные и достоверные.

В четвёртой главе изложены результаты исследования процесса силицирования композита C/SiC с применением разработанных физико-математических моделей и верификация их с экспериментальными данными. Определены масштабы времени протекания процесса в зависимости от толщины образца и температуры. Сформулированы рекомендации по выбору режимов силицирования. Подтверждено, что при силицировании C/SiC выделяются три основных физико-химических процесса: время пропитки образца расплавом кремния, время локальной реакции кремния с углеродом и время исчезновения неоднородностей микроструктуры в процессе коалесценции. Выводы и результаты полученные в четвёртой главе также оригинальны и достоверны.

По материалам диссертации опубликовано 16 научных работ, из которых 10 статей в авторитетных международных рецензируемых журналах. Все выводы в опубликованных статьях соискателя совпадают с выводами в данной работе. По результатам данных исследований получены 2 патента на изобретение, что свидетельствует о высокой практической новизне и значимости работы.

Работа полностью соответствует требованиям ВАК Беларуси, а Кияшко Михаил Викторович заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экспериментальных состояний вещества.

Заведующий кафедрой «Порошковая металлургия, сварка и технология материалов» (ПМ,СиТМ) БНТУ,  
Заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корр. НАН Беларуси, д.т.н., профессор  
Старший преподаватель кафедры ПМ,СиТМ



*[Handwritten signature]*

Пантелеенко Ф.И.

*[Handwritten signature]*

Миньков А.Л.

*Дано согласие на размещение отзыва в сети Интернет на сайте ЦИТМО им. А.В.Лукашевича НАН Б*  
*Пантелеенко Ф.И.*

*С отзывом ознакомлен 25.10.2023* *[Handwritten signature]* *М.В. Кияшко*