

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сукманова Игоря Владимировича «Разработка углерод-керамических композиционных материалов, содержащих карбиды и бориды гафния, титана и ниобия, для эксплуатации в скоростных потоках окислительных газов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – «Материаловедение» (технические науки)

Разработка углерод-керамических композиционных материалов (УККМ) с матрицами на основе ультравысокотемпературных керамик (УВТК) представляет собой одно из наиболее перспективных направлений в области создания теплозащитных систем и конструктивных элементов для новейших аэрокосмических аппаратов, в том числе и возвращаемых с орбиты. Совершенствование таких материалов позволяет существенно расширить температурные и временные границы их эксплуатации, а также повысить надежность критически важных и ответственных узлов, что подчеркивает высокую актуальность темы диссертационного исследования.

В представленной работе продемонстрированы результаты успешного решения важной технической задачи по созданию новых составов в системе $C/HfC-HfB_2-TiC-TiB_2-NbC-NbB_2-B_4C-(SiC)$, а также технологии изготовления УККМ, демонстрирующих повышенную стойкость к абляции в условиях воздействия скоростных высокоэнтальпийных потоков кислородсодержащих газов при температурах на поверхности 2100-2300 °С и выше. Автором предложен и экспериментально апробирован оригинальный методологический подход к созданию УККМ, ключевой особенностью которого является интеграция в технологический процесс изготовления изделий из углерод-углеродных композиционных материалов. Это достигается посредством межслоевого включения прекурсоров УВТК-компонентов на этапе формирования углепластиковых заготовок, что обеспечивает синтез керамических фаз *in situ* на последующих стадиях технологического передела (карбонизация и высокотемпературная термическая обработка).

Проведенные автором исследования включают комплексный анализ фазового и структурного состояния материалов, изучение их физико-механических, эксплуатационных и функциональных характеристик, а также установление механизмов, определяющих абляционную стойкость. Работа отличается глубиной научной проработки, применением современных экспериментальных и аналитических методов, а также ярко выраженной практической направленностью. Востребованность и перспективность разработанной технологии подтверждаются её успешной апробацией в условиях промышленного предприятия АО «ЦНИИСМ».

Научную новизну и теоретическую значимость составляют: предложенный методологический подход к созданию УККМ с УВТК компонентами матриц, фундаментальные знания о взаимодействиях и реакционном синтезе в системах $Hf-Nb-B_4C$, $Hf-Nb-B_4C-C$ и $Hf-Nb-B_4C-C-TiC-TiB_2$, закономерности поведения и механизмы абляционной стойкости композитов в скоростных высокоэнтальпийных потоках.

Вместе с тем, при ознакомлении с авторефератом возникли следующие замечания и пожелания, которые могли бы усилить содержательную часть работы и расширить её практическую ценность:

1. В автореферате утверждается, что переход от состава I к составу II позволил добиться почти семикратного снижения скорости линейного уноса. Для объективной оценки характеристик разработанных УККМ следовало бы привести сравнение полученных значений скорости абляции с аналогичными показателями для известных отечественных и зарубежных материалов этого же класса, применяемых в схожих условиях. Указанное сравнение дало бы работе большую наглядность с точки зрения полученных свойств.

2. В работе использованы такие стратегические и дорогостоящие металлы, как Hf и Nb, что, скорее всего, негативно сказалось на себестоимости конечного композитного материала. В автореферате не затрагиваются вопросы доступности и стоимости исходного сырья при обосновании целесообразности применения столь ресурсоемких композитов с точки зрения баланса стоимости и эксплуатационных характеристик.

Указанные замечания носят конструктивный характер и не умаляют общей высокой оценки выполненной работы.

В целом можно заключить, что диссертационная работа Сукманова И.В. является законченным исследованием, выполненным на высоком научном уровне. Основные результаты работы доложены на российских и международных конференциях, а также опубликованы в научных журналах из перечня ВАК и в изданиях, входящих в системы цитирования Scopus / Web of Science. Считаю, что по актуальности, новизне, научной и практической значимости результатов работа полностью удовлетворяет требованиям Положения ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Сукманов Игорь Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – «Материаловедение» (технические науки).

Я, Еремина Анна Ивановна, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела Сукманова И.В.

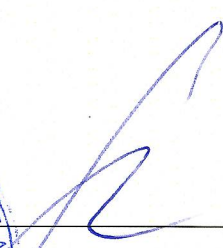
Ведущий инженер-конструктор
отделения прочности ПАО «Яковлев»,
к.т.н., доцент


26.11.2025. Еремина Анна Ивановна

Подпись Ереминой А.И. удостоверяю.

Первый заместитель управляющего директора –
директор Инженерного центра ПАО «Яковлев»




Гайданский А.И.

Адрес организации: 125315, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 68
Наименование организации: Публичное акционерное общество «Яковлев»
Электронный адрес: anna.eremina@yakovlev.ru
Телефон: +7 (495) 777-21-01 доб. 08258

