

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)

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений. Разработка новых конструкционных материалов, а также материалов для тепловой защиты, способных работать в экстремальных условиях скоростных высокоэнтальпийных потоков окислительных газов, является ключевой задачей для развития современной аэрокосмической техники.

Экспериментальная часть включает как широкий ряд материаловедческих исследований, так и стендовые огневые испытания в условиях, моделирующих реальные эксплуатационные. Особую ценность представляют установление не только механизмов абляции, но и таких функциональных характеристик, как излучательная способность и константа скорости гетерогенной рекомбинации, непосредственно влияющих на тепловой баланс поверхности.

Научная новизна работы убедительно продемонстрирована и заключается, прежде всего, в установлении закономерностей фазообразования и реакционного взаимодействия в сложных многокомпонентных системах $\text{Hf-Nb-B}_4\text{C-C-TiC-TiB}_2$ в процессе синтеза материалов. Впервые установлены механизмы абляционной стойкости, связанные с формированием многослойных гетерогенных оксидных пленок сложного фазового состава, эволюционные изменения которых определяют режим окисления и предел работоспособности материалов.

Поскольку диссертация выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ № FSFF-2023-0004, а также при поддержке грантов РНФ № 19-79-10258 и №19-79-10258-II, можно утверждать, что полученные результаты имеют высокую практическую значимость. Разработаны и апробированы конкретные составы реакционных смесей и технологические подходы к изготовлению углерод-керамических композиционных материалов, интегрированные в процесс производства углерод-углеродных композитов. Технология принята к применению в АО «ЦНИИСМ» для создания теплонапряженных узлов перспективных летательных аппаратов.

По итогам ознакомления с содержанием автореферата, считаю необходимым отметить следующие замечания, требующие дополнительного внимания и, возможно, дальнейшего исследования:

1. Такие ключевые для теплозащитных материалов параметры, как константа скорости гетерогенной рекомбинации K_w и теплопроводность, определены не прямыми методами, а путем обработки результатов огневых испытаний с использованием модельных представлений. Проводились ли количественные оценки погрешностей полученных параметров?
2. В работе глубоко исследованы составы и структура формирующихся оксидных пленок, однако количественная оценка вклада различных эффектов, таких как эндотермические реакции, радиационное охлаждение, термомеханический унос массы, в общий тепловой баланс представлена в ограниченном объеме.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации и достигнутых результатов. По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям Положения ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Сукманов Игорь Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. «Материаловедение» (технические науки).

Начальник сектора ФАУ «ЦАГИ»,
канд. техн. наук, доцент



Ртищева Алена Сергеевна
24.11.2025

Подпись Ртищевой А.С. удостоверяю:

Ученый секретарь

диссертационного совета 31.1.006.001

ФАУ «ЦАГИ», д-р. физ.-мат. наук




Брутян Мурад Абрамович

Адрес организации: 140180, г. Жуковский, ул. Жуковского, д. 1

Федеральное автономное учреждение «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского»

Электронный адрес: rtishcheva.as@phystech.edu

Телефон: +7(495)556-43-33