

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный конструктор –  
директор ОКБ им. А.Люльки  
Е.Ю. Марчуков



« 41 » августа 2023 г.

### ОТЗЫВ

#### На автореферат диссертации

Седегова Алексея Сергеевича «Разработка высокоэнтропийных керамических материалов на основе тугоплавких карбидов  $(TaTiNbZr)C$  и  $(TaTiNbZrX)C$  ( $X = Hf, W, Mo$ ) методами СВС и искрового плазменного спекания», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Развитие авиационного двигателестроения требует постоянного поиска новых материалов, способных обеспечить работоспособность изделия при высоких механических нагрузках в условиях экстремальных температур. Актуальной задачей материаловедения является создание новых составов и разработка технологий получения полуфабрикатов или готовых изделий из них. Одними из перспективных материалов для авиакосмического двигателестроения могут являться высокоэнтропийные сплавы на основе тугоплавких элементов.

Поиск подходящих композиций с высокой фазовой стабильностью и физико-механическими свойствами требует изучения методов их получения и процессов последующей консолидации. Необходимость рассмотрения различных подходов к решению указанных задач позволяет качественно выполнить соответствующие изыскания.

Изложенное в диссертации Седегова Алексея Сергеевича всестороннее исследование, направленное на изучение процессов синтеза порошковых материалов методами механохимического и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и их компактирования методом искрового плазменного спекания, **является актуальной задачей** и создает научно-технический задел для промышленной адаптации.

**Научная новизна** работы состоит в создании порошковых композиций высокоэнтропийных сплавов тугоплавких элементов на основе первоначальных данных моделирования, получении данных об особенностях процесса их структурообразования, поведении при окислении, определении

высокотемпературных теплофизических свойств синтезированных материалов.

Результаты испытания керамик на радиационную стойкость, определение массовой и линейной абляции, твердости и прочности, температуры плавления имеют высокую **практическую значимость** для разработки и конструирования высокотехнологичных и ответственных деталей различных машин.

Также следует отметить хорошую апробацию диссертации в виде публикаций автора в рецензируемых изданиях и публичных выступлениях на научных конференциях.

В процессе изучения материалов автореферата возникли следующие вопросы и замечания:

1. Как подбирался режим ИПС в неконтролируемом пирометром диапазоне – от комнатной температуры до 600 °С?;

2. В тексте автореферата не представлена методика расшифровки данных РФА;

3. В тексте автореферата не представлено количество углерода, добавляемого в порошковые смеси после ВЭМО; исходя из каких предположений и расчетов было определено необходимое количество углерода?

4. На рисунке 3 представлены следы непрореагировавших исходных компонентов, оксид гафния, однако, отсутствует картирование по кислороду – с учетом вопроса №2, возникает вопрос о количественном содержании всех примесей в порошке после СВС.

Данные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Материалы автореферата в полной мере отражают содержание и результаты диссертационного исследования А.С. Седегова; полнота проведенных изысканий, достоверность научных выводов не вызывают сомнений.

Считаем, что результаты диссертационного исследования А.С. Седегова на тему «Разработка высокоэнтропийных керамических материалов на основе тугоплавких карбидов  $(\text{TaTiNbZr})\text{C}$  и  $(\text{TaTiNbZrX})\text{C}$  ( $\text{X} = \text{Hf}, \text{W}, \text{Mo}$ ) методами СВС и искрового плазменного спекания» представляют высокий интерес конструкторов и материаловедов.

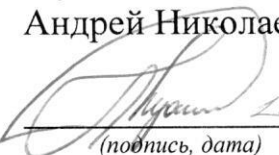
Работа по своей актуальности, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям, предъявляемым НИТУ МИСИС, ВАК РФ (п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного

постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2003 г.), а ее автор Седегов Алексей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

*Согласны на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку своих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации А.С. Седегова, исходя из нормативных документов Правительства, Минобрнауки, ВАК, НИТУ МИСИС в том числе на размещение их в сети Интернет на сайте НИТУ МИСИС, на сайте ВАК, в единой информационной системе.*

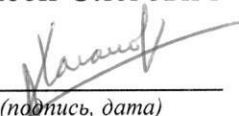
К.т.н., специальность 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов»,  
главный конструктор,  
служба главных конструкторов,  
«ОКБ им. А.Люльки»  
филиал ПАО «ОДК-УМПО»,  
129301, г. Москва, ул. Касаткина, д. 13  
Тел.: +7-495-783-01-11  
E-mail: [andrey.muhin@okb.umpo.ru](mailto:andrey.muhin@okb.umpo.ru)

Мухин  
Андрей Николаевич

  
(подпись, дата) 11.08.23

К.т.н., специальность 05.17.11 «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов»,  
начальник отдела, отдел продвижения разработок и инноваций,  
служба заместителя генерального конструктора,  
«ОКБ им. А.Люльки»  
филиал ПАО «ОДК-УМПО»,  
129301, г. Москва, ул. Касаткина, д. 13  
Тел.: +7-499-755-05-66  
E-mail: [Khao@mail.ru](mailto:Khao@mail.ru)

Хасанов  
Алексей Олегович

  
(подпись, дата) 11.08.2023

*Подпись Мухина Андрея Николаевича  
и Хасанова Алексея Олеговича заверено.  
Начальник отдела кадров Ткаченко Т.Т. Самсонов  
«ОКБ им. А. Люльки»  
филиал ПАО «ОДК-УМПО»  
11.08.2023*

