

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ГОСУДАРСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ  
БЮРО «РАДУГА» имени А.Я. Березняка»



ул. Жуковского, 2а, г. Дубна, Московской обл., Россия, 141980  
Тел.: +7(495) 777-07-20, факс: +7(495) 777-07-36, E-mail: raduga@dubna.ru  
ОКПО 07630014 ОГРН 1055024900000 ИНН/КПП 5010031470/501001001

**RADUGA STATE MACHINE-BUILDING DESIGN BUREAU JOINT STOCK COMPANY**

2a, Zhukovsky st., Dubna, Moscow region, 141980, Russia

Phone: +7(495) 777-07-20  
Fax.: +7(495) 777-07-36  
E-mail: raduga@dubna.ru

16.12.2019 № 01-5748/22  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Направление отзыва

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
Д 212.125.15  
С.В. Скворцовой  
125993, г. Москва,  
Волоколамское шоссе, д.4  
А-80, ГСП-3, МАИ

Направляем отзыв Макарова А.Ф. на автореферат диссертации Лифанова Ивана Павловича «Разработка жаростойких покрытий на основе системы  $ZrSi_2-MoSi_2-ZrB_2$  для обеспечения работоспособности жаропрочных углеродсодержащих материалов в скоростных высокоэнтальпийных потоках газов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Приложение:

1 Отзыв, 2 экз, на 2-х листах каждый

С уважением,  
Первый заместитель генерального  
директора, зам. по НИОКР,  
Главный конструктор

Е.К. Сыздыков



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ГОСУДАРСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ  
БЮРО «РАДУГА» имени А.Я. Березняка»



ул. Жуковского, 2а, г. Дубна, Московской обл., Россия, 141980  
Тел.: +7(495) 777-07-20, факс: +7(495) 777-07-36 E-mail: raduga@dubna.ru  
ОКПО 07539314 ОГРН 1055024900006 ИНН/КПП 5010031470/501001001

**RADUGA STATE MACHINE-BUILDING DESIGN BUREAU JOINT STOCK COMPANY**

2a, Zhukovsky st., Dubna, Moscow region, 141980, Russia

Phone: +7(495) 777-07-20  
Fax.: +7(495) 777-07-36  
E-mail: raduga@dubna.ru

№ \_\_\_\_\_  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лифанова Ивана Павловича на тему:  
«Разработка жаростойких покрытий на основе системы  $ZrSi_2-MoSi_2-ZrB_2$  для обеспечения работоспособности жаропрочных углеродсодержащих материалов в скоростных высокоэнтальпийных потоках газов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)»

Перспективные углерод-углеродные композиционные материалы, в том числе системы C/SiC, жаропрочные при особо высоких температурах, имеют низкую окислительную стойкость, особенно при воздействии высокоэнтальпийных газовых потоков. Одним из направлений повышения рабочей температуры материала является применение высокотемпературных антиокислительных покрытий. Поэтому тема исследования является актуальной и практически значимой.

И. П. Лифанов исследовал перспективную архитектуру жаростойкого покрытия на основе новой химической системы  $ZrSi_2-MoSi_2-ZrB_2$ . Работа имеет преимущественно экспериментальный характер и выполнена на высоком научном уровне. При проведении исследований использовались современные приборы и методики.

В результате выполненных исследований получен и проанализирован значительный объём данных, охватывающих главные аспекты работы рассматриваемой керамики при высокой температуре, а именно: структура, фазовый состав, закономерности внутренних высокотемпературных превращений, кинетика и механизмы окисления при 1400 и 1650 °С. Построена математическая модель, описывающая зависимость



жаростойкости исследуемых материалов от фазового состава. Полученные результаты имеют научную новизну и могут быть использованы при проектировании перспективных высокотемпературных материалов. Исследована и разработана принципиальная технология получения покрытий на углерод-углеродных материалах.

Достоинством работы является экспериментальное исследование стойкости разработанного покрытия в гиперзвуковом воздушном потоке, соответствующем движению изделия в верхних слоях атмосферы. Полученные результаты подтверждают практическую ценность работы.

Таким образом, работа является законченной и включает в себя две объёмные части, объединенные последовательной стратегией исследования.

Основные результаты опубликованы в рецензируемых журналах из перечня ВАК или входящих в международные системы цитирования Scopus и Web of Science и доложены на российских и международных конференциях.

Представленная на защиту работа является законченным исследованием, содержит решение актуальной научно-технической задачи, выполнена на высоком научном уровне, имеет практически значимые результаты, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013г, предъявляемым к диссертационным работам, и заслуживает положительной оценки, а её автор, Лифанов Иван Павлович - присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 «Материаловедение (машиностроение)»

Ведущий конструктор,

кандидат технических наук, *Макаров* Макаров Александр Федотович  
*12.12.19*

141980, Московская область, г. Дубна, ул. Жуковского, д. 2а

Акционерное общество «Государственное машиностроительное конструкторское бюро «Радуга» имени А.Я. Березняка»

Электронный адрес: [afmakarov1@yandex.ru](mailto:afmakarov1@yandex.ru)

Телефон: 8-496-212-98-11 доб. 3394

Подпись Макарова А.Ф. удостоверяю.

Заместитель генерального директора

по безопасности и персоналу



*А.Н. Кожемяк*  
А.Н. Кожемяк