

## ОТЗЫВ

научного руководителя, к.т.н. Астапова Алексея Николаевича на диссертационную работу 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», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

Диссертационная работа Лифанова И.П. посвящена решению актуальной задачи – разработке новых жаростойких покрытий для расширения температурно-временных пределов работоспособности жаропрочных углеродсодержащих композиционных материалов (УКМ) в скоростных высокоэнтальпийных потоках окислительных газов. Отсутствие эффективных покрытий, способных обеспечить защиту УКМ от окисления и эрозии в динамических средах при температурах на поверхности свыше 1750-1800°C, существенно сдерживает разработку перспективных изделий авиакосмической и ракетной техники.

В качестве объекта исследования в диссертации были выбраны композиции на основе системы  $ZrSi_2-MoSi_2-ZrB_2$ , в структуре которых одновременно присутствуют как тугоплавкие ( $ZrB_2$ ,  $MoSi_2$ ), так и относительно легкоплавкие ( $ZrSi_2$ , эвтектика в системе  $Si-ZrSi_2-MoSi_2$ ) компоненты. Наличие последних обеспечило возможность формирования покрытий высокоэффективным методом шликерно-обжигового наплавления и определило повышенную способность к залечиванию в них дефектов. По состоянию на 2019 г. систематических исследований композиций в указанной системе нами не выявлено, что позволяет отнести работу к новаторской и делает ее научную новизну и практическую ценность неоспоримыми.

В ходе проведения теоретических и экспериментальных исследований Лифанов И.П. зарекомендовал себя грамотным и ответственным специалистом, способным самостоятельно ставить и решать различные научные и прикладные задачи. Его отличает высокая требовательность к организации экспериментов, вдумчивость, аккуратность и скрупулезность при анализе результатов. Соискателем освоены вопросы теории и практики исследования жаростойкости материалов широкого номенклатурного перечня, технология шликерно-обжигового наплавления тонкослойных покрытий, технология эмалирования, различные виды термической обработки материалов, пробоподготовка, современные физико-химические методы исследования (рентгенофазовый анализ, оптическая и электронная микроскопия, локальный рентгеноспектральный анализ, термический анализ). Лифанов И.П. непрерывно повышает свою квалификацию, участвуя во всероссийских и международных конференциях и симпозиумах, выступает с устными и стендовыми докладами, в том числе и на английском языке. Наряду с исследовательской деятельностью, соискатель добросовестно выполнял запланированную ему учебно-педагогическую нагрузку по кафедре «Перспективные материалы и технологии аэрокосмического назначения» МАИ, популяризируя при этом среди студентов значимость научно-прикладных исследований в прогрессе отечественной авиационной и ракетно-космической промышленности.

Личный вклад Лифанова И.П. состоит в проведении теоретических и экспериментальных исследований процессов структурообразования при формировании и высокотемпературном окислении защитных покрытий на основе системы  $ZrSi_2-MoSi_2-ZrB_2$ , разработке и апробации технологии формирования покрытий на УКМ, решении задачи оптимизации состава, изучении структуры, жаростойкости и эксплуатационных свойств разработанных покрытий, анализе и обобщении полученных экспериментальных результатов, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Полученные результаты могут быть использованы мировым научным сообществом при разработке новых составов высокотемпературных керамик конструкционного и



функционального назначения. Созданные технические решения пополняют банк данных материалов для высокотемпературных применений, а результаты огневых газодинамических испытаний расширяют границы исследований процессов, происходящих при взаимодействии материалов со скоростными высокоэнтальпийными потоками газа.

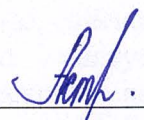
Диссертация выполнена самостоятельно, логична по изложению в ней материалов исследований, написана грамотным профессиональным языком, содержит новые научные и научно-прикладные результаты, обстоятельные выводы, а также рекомендации по практической реализации результатов работы. Достоверность и объективность результатов, обоснованность выводов и рекомендаций сомнений не вызывают. По материалам диссертации Лифанов И.П. в соавторстве подготовил и опубликовал 22 научные работы, в том числе 4 статьи в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК РФ, 3 статьи в журналах, входящих в международные системы цитирования Scopus, Web of Science. Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на 13 российских и международных симпозиумах, конференциях и семинарах. Результаты данной диссертации, в частности, и научной деятельности соискателя, в целом, явились весомым вкладом при выполнении договоров и контрактов, осуществляемых на кафедре «Перспективные материалы и технологии аэрокосмического назначения» МАИ. Методики и результаты, полученные в ходе диссертационных исследований Лифанова И.П., используются в учебном процессе МАИ, являясь составной частью оригинальных лекционных курсов и методических разработок для проведения практических и лабораторных занятий со студентами и аспирантами.

В целом соискателем успешно решены поставленные перед ним задачи, в полной мере реализованы планы исследований, что очевидным образом отражает содержание автореферата и диссертационной работы. Таким образом, Лифанов И.П. является сложившимся специалистом и перспективным научным работником, имеющим все квалификационные признаки кандидата технических наук.

Считаю, что диссертационная работа Лифанова Ивана Павловича выполнена на актуальную тему, представляет собой законченную работу, обладающую несомненной научной новизной, практической значимостью и внутренней целостностью, удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение).

Научный руководитель:


кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Перспективные материалы и технологии  
аэрокосмического назначения» ФГБОУ ВО  
«Московский авиационный институт (национальный  
исследовательский университет)»

  
Алексей Николаевич Астапов

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4  
+7 (499) 158-42-64  
e-mail: [lexxa1985@mail.ru](mailto:lexxa1985@mail.ru)

Подпись А.Н. Астапова заверяю.



ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА  
ОТДЕЛА КАДРОВОГО  
ДЕ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТНИКОВ  
 ПОЛЯКОВА Т.И.

« 30 » сентября 2019 г.