ОТЗЫВ

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 по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)»

Диссертационная работа Лифанова И.П. «Разработка жаростойких покрытий на основе системы $ZrSi_2$ – $MoSi_2$ – ZrB_2 для обеспечения работоспособности жаропрочных углеродсодержащих материалов в скоростных высокоэнтальпийных потоках газов» посвящена решению важной научно-технической задачи – увеличению рабочих температур материалов на основе углерода, работающих в скоростных потоках высокоэнтальпийных кислородсодержащих газов. Это одна из актуальных задач материаловедения, поскольку указанные материалы имеют значительные перспективы использования в качестве теплозащитных при создании новых изделий авиакосмической техники, в том числе скоростных летательных аппаратов различного назначения. Одним из решений этой задачи является обеспечение эффективной защиты углеродсодержащих материалов от окисления посредством нанесения жаростойких покрытий.

На основании критического анализа химических систем, достоинств и недостатков существующих жаростойких покрытий для углеродсодержащих материалов (УМ) Лифанов И.П. сформулировал цель диссертационной работы и задачи исследования для ее достижения. За основу им была взята система $ZrSi_2$ – $MoSi_2$ – ZrB_2 в области составов, обеспечивающих создание каркасной структуры из тугоплавких фаз (ZrB_2, $MoSi_2$) в матрице из относительно легкоплавких фаз ($ZrSi_2$, эвтектики), способствующих самозалечиванию дефектов и релаксации напряжений.

Следует отметить большой объем проведенных исследований структуры, химического и фазового состава, изучение кинетики и механизмов высокотемпературного окисления при 1400 и 1650°С консолидированных керамик в рассматриваемой системе, полученных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с последующим горячим прессованием. Комплексный анализ результатов этого этапа исследований, включая использование методов регрессионного анализа и оптимизации, позволил автору научно обосновать выбор оптимальных по жаростойкости составов для разработки технологии нанесения из них защитных покрытий. Не меньший объем исследований выполнен и на последующих стадиях разработки технологического процесса формирования тонкослойных защитных покрытий на УМ из выбранных составов методом шликерного наплавления. Прикладным результатом данного этапа исследования является разработанный рациональный режим термической обработки, позволяющий получать качественные покрытия на УМ классов C/SiC и C/C.

Среди научной новизны из перечисленных в автореферате положений следует особо отметить впервые установленный механизм физико-химического взаимодействия в системе $ZrSi_2$ – $ZrSiO_4$ в условиях недостатка молекулярного кислорода при температурах, превышающих 1620°С. Учет

данного взаимодействия расширяет возможности управления структурой при конструировании новых покрытий с самозалечивающимися свойствами в отсутствии диаграмм состояния рассматриваемых систем.

Практическая значимость работы заключается в разработке составов порошковой керамики в системе $ZrSi_2$ – $MoSi_2$ – ZrB_2 и способа формирования из них жаростойких покрытий на C/SiC композите, более эффективных, чем известные. Эффективность покрытий подтверждена положительными результатами газодинамических стендовых испытаний в гиперзвуковых потоках воздушной плазмы.

Недостатки по изложению результатов работы в автореферате:

1. Не ясно, почему для исследования жаростойкости как компактных керамик, так и образцов с покрытиями в спокойном воздухе, были выбраны температуры 1400 и 1650°С?

2. В тексте автореферата не приводится анализ адекватности построенной регрессионной модели для прогнозирования жаростойкости исследуемых керамик.

3. По приведенным на рис. 3 микроструктурам трудно судить, достигнута ли каркасность структуры при формировании покрытий?

4.Не приведены построенные расчетные диаграммы состав-жаростойкость (стр.15, автореф.).

Указанные недостатки не умаляют достоинств диссертационной работы Лифанова И.П., которая представляет собой законченное научное исследование, соответствующее требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пункты 9 – 14 Положения о присуждении ученых степеней), а ее автор, Лифанов Иван Павлович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)».

Профессор кафедры МТ-8 «Материаловедение»
ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана,
д.т.н., профессор Помельникова Алла Сергеевна

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана, конт. тел. +7 (903) 760-25-73, e-mail: pomelnikovalla@rambler.ru

Подпись Помельниковой А.С. удостоверяю.

А. Т. МАТВЕЕВ
ЗАМ. НАЧ. УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ
8499-263-67-69