

О Т З Ы В

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

Широкое применение углеродных композиционных материалов (УКМ) в аэрокосмической и других отраслях промышленности требует разработки эффективной системы защиты от окисления, неизбежного в условиях эксплуатации, с последующей деградацией свойств. Варианты защитных покрытий в основном подразумевают использование защитных свойств стеклофазы, которая присутствует в структуре либо образуется в материале покрытий под воздействием высоких температур. При этом температурный предел защитного действия большинства известных покрытий не превышает 1600-1750°C.

С учетом вышеизложенного, **актуальность** выбранной соискателем темы, направленной на разработку и исследование защитных покрытий для обеспечения кратковременной работоспособности жаропрочных композиционных материалов класса C_f/SiC и/или C_f/C в экстремальных условиях эксплуатации, не вызывает сомнений.

Основное внимание в диссертационной работе И.П. Лифанова уделено комплексному изучению композиции на основе системы $ZrSi_2-MoSi_2-ZrB_2$, в структуре которой присутствует относительно легкоплавкая фаза $ZrSi_2$ либо еще более легкоплавкие эвтектики в системе $Si-ZrSi_2-MoSi_2$.

Научная новизна работы заключается в установлении закономерностей и механизмов окисления на воздухе материала защитного покрытия при температурах 1400 и 1650°C (керамик на основе системы $ZrSi_2-MoSi_2-ZrB_2-ZrSiO_4$), формирования структуры защитного слоя. Установлен степенной закон кинетики окисления. Показана возможность оптимизации состава керамик в данной системе в исследуемом интервале концентраций для условий окисления на воздухе при 1650°C в течение 5 ч. путем построения математической модели диаграммы «фазовый состав – жаростойкость».

Также установлен механизм взаимодействия в системе $ZrSi_2-ZrSiO_4$ при температурах свыше 1620°C, и механизмы окисления на воздухе при температуре 1650°C покрытий на основе систем $ZrSi_2-MoSi_2-ZrB_2$ и $Si-ZrSi_2-MoSi_2-ZrB_2$, на C_f/SiC композите, с кинетикой окисления по логарифмическому закону.

В процессе изучения механизма защитного действия исследуемых покрытий установлено, что работоспособность покрытий обеспечивается структурно-фазовым состоянием основного слоя, образованием и эволюцией в процессе эксплуатации гетерогенной оксидной пленки.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Достоверность полученных результатов подтверждена большим объемом исследований проведенных с применением современных методов и стандартных

исследовательских методик в материаловедении, сертифицированной и поверенной измерительной аппаратуры с лицензионным программным обеспечением.

Практическое значение работы определяется тем, что в ряде технологических процессов нашли применение решенные в рамках работы задачи:

- разработан режим термической обработки шликерных композиций, нанесенных на C_f/SiC композит, обеспечивающий формирование жаростойких покрытий, работоспособных в условиях взаимодействия со скоростными высокоэнтальпийными потоками воздушной плазмы

- разработан рецептурный состав гетерофазной порошковой керамики, и технология формирования из него покрытия на C_f/SiC композите, в комплексе обеспечивающие работоспособность конструкционной стенки в условиях гиперзвукового обтекания воздушной плазмой.

Замечания по диссертационной работе

- в цели работы в качестве материала, на который наносятся и испытываются жаростойкие защитные покрытия, указан, в том числе, УКМ C_f/C . Однако в автореферате не приведены результаты исследований с использованием данного материала.

- некоторые термины являются малоупотребимыми, например, «углеродсодержащие композиционные материалы» и «каталитичность». Корректнее использовать более распространенные «углеродные композиционные материалы» (чаще всего «УКМ» именно так расшифровывается) и «каталитические свойства».

Данные замечания могут быть учтены автором в дальнейших публикациях по теме исследования и не влияют на положительную оценку работы в целом.

Заключение

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Автореферат достаточно полно отражает суть исследования и отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней. Автор Лифанов Иван Павлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение).

Ученый секретарь

АО «ОНПП «Технология» им. А.Г.Ромашина»

кандидат технических наук

Н.И.Ершова

АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина»

Государственный научный центр Российской Федерации

249031, г.Обнинск, Калужской области, Киевское шоссе, 15

E-mail: info@technologiya.ru, факс (484) 396-45-75

Подпись ученого секретаря Н.И.Ершовой заверяю:

Начальник ОКА

АО «ОНПП «Технология» им. А.Г.Ромашина»



Е.А.Чуканова