

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы 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)»

Повышение тактико-технических характеристик стратегических скоростных летательных аппаратов является одной из приоритетных задач отечественной промышленности. Однако повышение скорости, маневренности и возможности быстрого изменения траектории полета неразрывно связано с увеличением рабочих температур на поверхностях деталей, что вызывает потребность в развитии известных и поиске новых средств защиты конструкционных элементов от воздействия скоростных высокоэнтальпийных потоков газов.

Лифанов И. П. в своей диссертации исследует новую химическую систему для получения защитных покрытий. Использование силицидных систем в жаростойких покрытиях является традиционным, однако, оригинальным достоинством работы является схема функционирования предлагаемых покрытий под воздействием скоростных потоков окислительных газов. Наличие в системе циркония обеспечивает формирование на поверхности пористого слоя оксида циркония, обеспечивающего в покрытии градиент температур (исполняющего роль теплозащиты). Молибден, обладающий меньшим по сравнению с цирконием сродством к кислороду, остается в оксидном слое в виде неокисленных фаз MoB , Mo_5Si_3 и др., которые, очевидно, должны затруднять диффузию кислорода через оксидный слой. Таким образом, разработанные покрытия кратковременно выдерживают запредельные для силицидных систем условия и могут эффективно применяться в аппаратах, подверженных воздействию скоростных потоков на временных интервалах, исчисляемых минутами (возвращаемые КЛА, ракетная техника).

Работа, безусловно, обладает научной новизной, включающей развитие принципов разработки архитектуры жаростойких покрытий и результаты исследований неизученной ранее системы $ZrSi_2$ - $MoSi_2$ - ZrB_2 , и очевидной практической значимостью, поскольку созданные покрытия потенциально применимы для увеличения температурно-временных интервалов эксплуатации жаропрочных углеродсодержащих материалов. Более того, выбранная шликерно – обжиговая технология нанесения покрытий является экономичной и эффективной.

По содержанию автореферата имеются следующие замечания:



ММЗ
АВАНГАРД



АО «КОНЦЕРН ВКО «АЛМАЗ-АНТЕЙ»
АО «МОСКОВСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «АВАНГАРД»
125130, г. Москва, ул. Клары Цеткин д. 33
Тел.: +7 (495) 450-97-55, +7 (495) 450-96-77, Факс: +7 (495) 450-11-47
ИНН/КПП: 7743065177/774550001
ОГРН: 1027743012890, ОКПО: 07512111

- 1) Предложенный процесс контроля качества покрытий не является удовлетворительным для промышленных условий. Из неразрушающих методов контроля предложены только внешний осмотр и контроль толщины с помощью микрометра, не применимый к деталям сложной геометрии.
- 2) Не вполне понятен принцип исследования среды обжига покрытий при их формировании. Проблема сублимации кремния при высоких температурах решается высокой скоростью нагрева (50-55 °С/мин) и напуском аргона до давления 150-200 Па. Очевидным решением выглядит использование инертной среды аргона с давлением 1 атм. с одновременным снижением скорости нагрева до значений 3-4 °С/мин, легко реализуемых в промышленных печах.

Отмеченные недостатки не снижают общей высокой оценки диссертационной работы, которая представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему современного материаловедения. Основные результаты представлены на российских и международных конференциях, а также опубликованы в рецензируемых журналах из перечня ВАК РФ, Scopus и Web of Science. Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям положения о присуждении ученых степеней ВАК, а ее автор Лифанов Иван Павлович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (машиностроение)».

Начальник бюро механообрабатывающего
производства отдела Главного технолога
АО «ММЗ «АВАНГАРД»,
кандидат технических наук

Караваяев Ярослав Сергеевич

«Подпись руки Караваяева Я.С. заверяю»
Врио начальника управления по работе
с персоналом АО «ММЗ «АВАНГАРД»



Храмов Егор Владимирович

Печать организации