



Публичное акционерное общество «ОДК-Уфимское моторостроительное производственное объединение» (ПАО «ОДК-УМПО»)
ул. Ферина, 2, г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация, 450039
Телетайп/телекс: 162340, «RICA RU», тел.: +7 (347) 238-33-66, 238-18-63, факс: +7 (347) 238-37-44, http:// www.umpo.ru, e-mail: umpo@umpo.ru
ОГРН 1020202388359, ИНН 0273008320, КПП 027301001

12.12.2018 г. № 01/09-618
на № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Управляющий директор
ПАО «ОДК-УМПО»



Е.А.Семивеличенко

«12» декабрь 2018г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Публичное акционерное общество «ОДК-Уфимское моторостроительное производственное объединение»
на диссертационную работу Зайцева Николая Григорьевича
«Повышение эксплуатационных свойств теплозащитных покрытий деталей газотурбинных установок, полученных плазменным напылением»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 - «Материаловедение (машиностроение)»

Актуальность темы диссертации.

В настоящее время одной из важнейших задач совершенствования отечественных газотурбинных двигателей (ГТД) и газотурбинных установок (ГТУ) является повышение их надежности и ресурса, которые в значительной степени зависят от надежности работы лопаток турбины, поскольку они являются наиболее нагруженными деталями. Существует тенденция к увеличению температуры рабочего тела перед турбиной ГТД и ГТУ, что, в свою очередь, приводит к более жестким условиям работы теплозащитных покрытий (ТЗП). Поэтому разработка ТЗП для защиты деталей горячего тракта турбины является актуальным направлением современного машиностроения.

Современные жаропрочные сплавы на никелевой основе достигли некоторого предела по рабочим температурам, поэтому создание новых способов повышения рабочих свойств покрытий, позволяющих поднять температуру газа в турбине, увеличить ресурс лопаток, является важным направлением материаловедения.

Тема диссертации Зайцева Николая Григорьевича, которая посвящена разработке способа повышения ресурса ТЗП на основе диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия, заключающегося в лазерной обработке наружного керамического слоя, является актуальной.

Структура и объем диссертации.

Представленная на получение отзыва ведущей организации работа состоит из введения, пяти глав, заключения по работе и 1 приложения. Работа иллюстрирована 53 рисунками, содержит 31 таблицу, общим объемом 135 страниц. Список используемой литературы насчитывает 127 наименований.

Научная новизна работы.

Автор на основании обобщения литературных источников и результатов своих исследований провел анализ эксплуатационных разрушений применяемых теплозащитных покрытий и установил основные причины их появления. На этой основе был теоретически обоснован и реализован подход к решению задачи по повышению надежности теплозащитных покрытий, состоящий в разработке оптимальных режимов нанесения металлического и керамического слоев ТЗП и последующего лазерного оплавления верхней части керамического слоя.

Теоретическая значимость результатов состоит в следующем:

1. Впервые установлена возможность получения сегментированной структуры с вертикальными каналами и вертикальной ориентацией кристаллитов при оплавлении поверхностного слоя теплозащитного покрытия на основе диоксида циркония на подложках из никелевого сплава.

2. Выявлена зависимость эксплуатационных характеристик оплавленного лазером теплозащитного покрытия от структуры оплавленного слоя.

3. Получены данные о том, что проведение обработки излучением диодного лазера с П-образным распределением плотности энергии в фокальном пятне поверхности покрытия на основе $ZrO_2-7Y_2O_3$ формирует слой с микроструктурой, содержащей уплотненный поверхностный слой, характеризующийся высокой микротвердостью, пористостью менее 1%, наличием вертикальных каналов и вертикально-ориентированной текстурой.

Практическая ценность диссертации.

Несомненным достоинством работы является тот факт, что основные ее результаты доведены до практической реализации и опробованы в условиях производства. В частности, автором разработана и реализована в опытно-промышленном масштабе технология получения теплозащитных покрытий на основе оксида циркония, обеспечивающая работу деталей горячего тракта энергетических ГТУ и авиационных ГТД в температурном диапазоне 1000 – 1200 °С. Получен патент на изобретение.

В рамках работы получены следующие результаты:

1. Разработан способ, обеспечивший получение эффективного теплозащитного покрытия, наносимого способом плазменного атмосферного напыления с последующей лазерной обработкой, на сплаве на основе γ -TiAl. Данный способ был использован при выполнении НИР по Госзаданию № 11.1934.2017/ПЧ от 31.05.2017 г.. Достигнуто увеличение термостойкости при температуре нагрева покрытия 1000 °С в 2,7–3 раза по сравнению с базовым.

2. Керамический слой с оплавленной поверхностью на глубину до 60 мкм обладает эрозионной стойкостью выше не менее, чем в 2 раза по сравнению с аналогичным покрытием без лазерной обработки.

3. Предложенная лазерная обработка покрытия с образованием вертикальных каналов в количестве 4 – 10 на 1 мм² способствует увеличению термостойкости покрытия не менее, чем в два раза.

Достоверность полученных результатов.

Достоверность данных в диссертационной работе обеспечивается использованием сертифицированного оборудования и методик проведения экспериментов, а так же удовлетворительным согласованием расчетных и экспериментальных результатов с результатами апробации технологии в производственных условиях.

Результаты работы прошли государственную экспертизу при получении патента.

Таким образом, следует считать результаты исследований вполне достоверными, а диссертационную работу – характеризующуюся научной новизной.

Личный вклад автора.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвинутые для публичной защиты.

Диссертация написана технически грамотным языком, снабжена достаточным количеством иллюстраций и оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертациям.

Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы, выводы подтверждены материалами исследований.

Замечания по работе.

1. В качестве стандарта проведения металлографических исследований указан ASTM C633, который регламентирует лишь проведение испытаний на адгезионную и когезионную прочность газотермических покрытий.

2. В автореферате приведены значения длин вертикальных каналов и толщины оплавленного слоя, но нет информации об общей толщине слоёв покрытий, которые приведены в тексте диссертации.

3. В описании методик испытаний недостаточно подробно расписано на каких установках и в каких условиях проводили испытания на термостойкость и стойкость к эрозии.

4. Не приведены геометрические параметры образцов для проведения испытаний, в частности на термостойкость и адгезионную прочность.

5. Не проведено исследование влияния лазерной обработки керамического слоя на материал подложки.

6. В автореферате имеются орфографические ошибки на стр. 3,4,12. Верстка автореферата выполнена с нарушением порядка номеров страниц.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации.

Заключение

В целом представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно-обоснованные технические решения по повышению ресурса теплозащитного керамического покрытия, полученного плазменным напылением.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 11 научно-технических конференциях, опубликованы в 11 печатных работах, в том числе 3 статьях в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК.

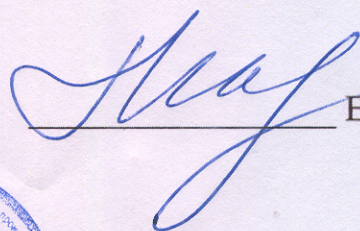
Результаты диссертационной работы могут быть использованы в машино- и авиастроении.

По научному уровню полученных результатов, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем

требованиям п.п. 9 - 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Зайцев Николай Григорьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – «Материаловедение (Машиностроение)».

Диссертация заслушана и обсуждена на заседании НТС ОКБ им. А. Люльки филиал ОАО «ОДК-УМПО» 30 ноября 2018г.. На заседании присутствовало 7 членов из 10. Результаты голосования: «за» - 7, «против» – нет, воздержавшихся - нет. Протокол №16-2018.

Генеральный конструктор-
директор ОКБ им.А.Люльки
филиала ПАО «ОДК-УМПО»,
доктор технических наук,
профессор


Е.Ю. Марчуков

