

«УТВЕРЖДАЮ»
Зам. директора ИМЕТ РАН

к.т.н. И.О. Банных
«28 Октября» 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки

ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ
И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
им. А.А. Байкова
Российской академии наук
(ИМЕТ РАН)

119334, Москва, Ленинский пр., 49

Тел. (499) 135-20-60, факс: 135-86-80

E-mail: imet@imet.ac.ru <http://www.imet.ac.ru>

ОКПО 02698772, ОГРН 1027700298702

ИНН/КПП 7736045483/773601001

№ 12202

На № _____

ОТЗЫВ

ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук на диссертационную работу Золотаревой Анны Юрьевны «Многослойные высокотемпературные покрытия для жаропрочных титановых и никелевых сплавов и технологии их нанесения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Актуальность исследования

Проблема повышения надежности и ресурса авиационных газотурбинных двигателей в значительной степени зависит от долговечности лопаток компрессора и турбины, которые работают в сложных условиях комплексного воздействия термомеханических и циклических нагрузок и агрессивной высокотемпературной газовой среды. В решении проблемы увеличения долговечности и ресурса лопаток компрессора и турбины большое значение имеет обоснованный выбор жаростойких защитных покрытий. Разработка эффективных покрытий тесно связана с разработкой новых жаропрочных сплавов. Высокую актуальность работа А.Ю. Золотаревой приобретает в связи с

активным внедрением в практику авиадвигателестроения новых лёгких жаропрочных сплавов на основе интерметаллидов титана в конструкции последних ступеней компрессора и турбины, способных к длительной работе при температуре 700-800°C. Интерметаллидные титановые сплавы позволяют существенно уменьшить массу конструкции двигателей, однако такие сплавы обладают недостаточной стойкостью к высокотемпературному окислению, для обеспечения заданного ресурса весьма актуальна разработка эффективных защитных покрытий.

Работа Золотаревой А.Ю. направлена также на повышение ресурса лопаток ротора турбины из направленно кристаллизованных жаропрочных никелевых сплавов путём восстановления геометрических размеров и высокотемпературных износостойких покрытий для обеспечения работы на второй ресурс. В связи с высокой стоимостью авиационных газотурбинных двигателей решению проблемы увеличения их долговечности всегда придается очень большое значение, что, безусловно, является актуальным направлением исследований.

Научная новизна работы

В результате теоретических и экспериментальных исследований автором разработано новое высокотемпературное покрытие системы (Al-Si)-(Ni-Cr-Al-Y) для лопаток турбокомпрессора из перспективных интерметаллидных титановых сплавов и установлены основные высокотемпературные фазы, ответственные за высокую жаростойкость. Установлено, что последовательность нанесения покрытий существенно влияет на стойкость к окислению сплава ВИТ1.

Установлены критерии, исключающие растрескивание при наплавке износостойкого интерметаллидного покрытия ВКНА-2М на жаропрочные никелевые сплавы типа ЖС.

Установлен механизм образования пористости при хромировании наплавленного покрытия ВКНА-2М обусловленный попутных протеканием обменных реакций с участием алюминия интерметаллида и хлоридного активатора $NiCl_2$.

Практическая значимость работы

Автором разработаны технологический процесс и состав материала для покрытия на лопатки турбокомпрессора из сплавов на основе интерметаллидов титана, которые обеспечили увеличение стойкости к химическому разрушению поверхностного слоя лопаток почти на три порядка по сравнению с незащищенными лопатками при температурах 650 и 700°C. Разработанная технология реализована на лопатках в условиях опытного промышленного производства.

Разработанные авторами технологические процессы восстановления лопаток турбины реализованы при ремонте партии лопаток, выработавших

ресурс, которые установлены на двигатель для подтверждения работоспособности длительными испытаниями на второй ресурс.

Достоверность полученных результатов

Достоверность и обоснованность полученных научных результатов обеспечивается корректностью применяемых методов и средств измерений, подтверждена комплексом современных экспериментальных исследований структуры и свойств материалов и покрытий из жаропрочных интерметаллидных титановых и никелевых сплавов, применением сертифицированных материалов и аттестованного современного исследовательского оборудования. Сформулированные научные положения отвечают современным теоретическим принципам разработки новых функциональных покрытий и технологий их получения и подтверждены успешной реализацией разработанных способов в опытном промышленном производстве для современных газотурбинных двигателей.

Замечания

1. Не ясно, по каким признакам автором проведена количественная оценка пористости покрытий.

2. Автором получены плотные, беспористые покрытия методом МДО на сплаве ВИТ1, состоящие из оксидов титана и алюминия, однако, в работе отсутствуют характеристики физико-химических и механических свойств таких покрытий, не ясны перспективы их практического применения на деталях конструкций ГТД.

3. В работе автора не исследованы возможности альтернативного восстановления размеров и бандажных полок на лопатках турбины методом локализованного нагрева соединения в индукторе.

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 и технологические решения, разработан оригинальный способ восстановления геометрических размеров бандажных полок и высокотемпературного твердосплавного износостойкого покрытия, которые рекомендованы для промышленного использования, а также разработано новое высокотемпературное покрытие системы (Al-Si)+(Ni-Cr-Al-Y), обеспечивающее уменьшение скорости окисления γ -сплава TNM-B1 и интерметаллидного ортосплава ВИТ1.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 5 научно-технических конференциях, опубликованы в 7 печатных работах в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в области машиностроения.

Автореферат полностью отражает материалы диссертации. А его содержание и выводы соответствуют основным положениям работы.

По научному уровню полученным результатам, 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, Золотарева Анна Юрьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Отзыв рассмотрен на заседании Секции учёного совета «Металловедение и металлофизика», протокол № 5 от 24 октября 2019 года. На заседании присутствовало 19 членов из 25. Результаты голосования: «за» – 19, против – нет, воздержавшихся -- нет.

Председатель секции учёного совета
«Металловедение и металлофизика»

г.н.с.

Чл-корр. РАН

Геннадий Сергеевич Бурханов

Подпись Г.С. Бурханова удостоверяю.

Учёный секретарь ИМЕТ РАН

к.т.н.



О.Н. Фомина