

Отзыв

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Самойленко Василия Михайловича на диссертационную работу Зарыпова Марата Саитовича «Закономерности формирования многокомпонентных защитных покрытий на жаропрочных никелевых и титановых сплавах», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Представленная на оппонирование диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» и в филиале акционерного общества «Объединенная двигателестроительная корпорация» «Научно-исследовательский институт технологии и организации производства двигателей».

Структура работы. Диссертационная работа объемом 175 страниц машинописного текста, содержит 83 таблицы и иллюстрирована 105 рисунками, состоит из четырех глав, выводов, и приложения. Библиографический список используемой литературы состоит из 155 наименований.

Актуальность темы исследования.

В настоящее время в условиях растущей конкуренции и ограничения финансирования все большие требования предъявляются к эксплуатационной надежности газотурбинных двигателей воздушных судов. Лопатки турбин современных двигателей относятся к наиболее напряженным деталям современных ГТД и в значительной мере определяют их ресурс. Применяемые в настоящее время для изготовления рабочих лопаток жаропрочные сплавы на никелевой основе не обладают достаточной жаростойкостью при воздействии высокотемпературной газовой среды, что значительно снижает их работоспособность и двигателя в целом. Применение защитных покрытий позволяет решить данную задачу. Работоспособность деталей, работающих в газовых средах при высоких температурах, во многом зависит от стабильности фазового состава, структуры и свойств поверхностного защитного слоя. Поэтому работа Зарыпова М.С., посвященная решению проблемы надёжности деталей из жаропрочных никелевых и титановых сплавов путем применения новых покрытий, является весьма актуальной.

Степень обоснованности научных положений и выводов диссертации.

Обоснованность научных положений диссертационной работы подтверждается привлечением большого массива научных публикаций по кластерной тематике, как отечественных, так и зарубежных авторов. В рамках достижения цели работы, решения поставленных задач подтверждаются необходимым объемом экспериментов по изучению факторов и параметров, определяющих работоспособность лопаток турбины с предложенным покрытием в сравнении с серийно применяемыми покрытиями.

Основные положения, выносимые диссертантом для публичной защиты, прошли успешную апробацию в рамках научных конференций Всероссийского и Международного уровней.

Научная новизна работы.

Задачу увеличения работоспособности лопаток турбин автор решает путем нанесения на лопатки турбины усовершенствованного защитного покрытия системы кобальт-хром-алюминий-кремний с применением порошкового, газового и шликерного методов его нанесения на жаропрочные никелевые сплавы.

Для получения нового покрытия диссертантом предложен состав порошковой смеси, содержащий, масс. %: 15-20% Cr, 1-1,5% Si, 45-50% Co, 1% NH₄Cl и Al₂O₃ – остальное, для нанесения покрытия на первой стадии его формирования. Что является научной новизной диссертации и личным вкладом диссертанта.

Теоретические разработки были подтверждены экспериментальными исследованиями. Экспериментально подтверждены характеристики сопротивляемости газовой и солевой коррозии разработанных покрытий, а также вклад разработанных способов торможения диффузионных процессов в покрытиях путем создания карбидных барьеров в структуре покрытий введением тугоплавких металлов и в поверхностном слое безуглеродистых жаропрочных сплавов путем вакуумной цементации лопаток турбин перед нанесением покрытий.

Практическая значимость работы.

Диссертация Зарыпова Марата Саитовича не лишена и практической направленности. Автором детально отработан технологический процесс горячего изостатического прессования лопаток турбин с разработанными покрытиями, который позволил повысить предел выносливости лопаток с покрытием на 40-50 МПа.

В ходе проведенных исследований отработана технология вакуумной цементации безуглеродистых жаропрочных никелевых сплавов, которая обеспечила формирование карбидного барьера под покрытием и исключила образование вторичной реакционной зоны и разупрочнение сплавов при работе ГТД.

Положительным моментом диссертации является, что предложенные в работе технологии реализованы в опытном производстве на предприятиях АО «ОДК», что подтверждено соответствующим актом №0102/09-744 от 04.04.2024 г.

Личный вклад автора в получении результатов исследования.

Автор принимал непосредственное участие во всех проводимых экспериментах, направленных на повышение работоспособности лопаток турбины за счет применения усовершенствованных покрытий.

Достоверность полученных результатов.

Основные результаты не вызывают сомнений в их достоверности. Работа выполнена на паспортизованных материалах с использованием современных

методов исследования. Полученные экспериментальные данные обеспечиваются близостью результатов, полученных другими авторами.

Соответствие автореферата диссертации ее содержанию.

Автореферат полностью отражает основное содержание работы, ее актуальность, научную и практическую значимость; содержит основные положения работы и выводы, результаты которой докладывались на научных конференциях, опубликованы в 8 печатных работах, из которых 4 входят в перечень ВАК, которые переведены на английский язык и опубликованы в изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science, а также 4 научных статей, опубликованных в сборниках докладов на научно технических конференциях.

Диссертационная работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Результаты диссертации могут быть использованы в НИУ, ВУЗах, ОКБ и в других организациях, связанных с разработкой и эксплуатацией ГТД.

Замечания по работе:

1. Цель работы состояла в установлении закономерностей формирования новых покрытий и разработке на этой основе технологий их нанесения для обеспечения высокой работоспособности лопаток при работе в агрессивных средах. Не вполне ясно, о каких средах идет речь и на какое увеличение ресурса лопаток можно рассчитывать за счет внедрения разработанных технологий и покрытий?

2. Целесообразно провести исследования теплофизических характеристик разработанных покрытий необходимых для расчетов тепловых нагрузок лопаток турбины при нанесении на них предложенных покрытий.

3. Не ясно, как повлияло введение кремния на характеристику пластичности покрытий?

4. Из работы не ясно, по каким механизмам происходит пластическая деформация покрытий в процессе баротермической обработки?

5. В автореферате и диссертации имеются отдельные стилистические погрешности и опечатки, на которые указано автору диссертации.

Заключение.

Сделанные замечания не умаляют научной и практической значимости диссертационной работы.

В целом диссертационная работа выполнена на достаточно высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения в области разработки жаростойких защитных покрытий на основе системы кобальт-хром-алюминий-кремний.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённым Постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Зарыпов Марат Сайтович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Заведующий кафедрой «Авиатопливообеспечения и ремонта летательных аппаратов» ФГБОУ ВО «МГТУ ГА» д.т.н., профессор


15.11.2024 В. М. Самойленко

Подпись профессора Самойленко В.М. заверяю.

Начальник УП


/А. В. Бунин/

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации»

Почтовый адрес:

г. Москва, 125993 г. Москва, Кронштадтский б-д, д. 20

Телефон: +7 (499) 459-07-41

Адрес эл. почты: v.samoilenko@mstuca.ru

