

## ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора Смыслова Анатолия Михайловича на диссертационную работу Громова Алексея Николаевича «Разработка и внедрение методов ускоренных испытаний лопаток ГТД с покрытиями на термостабильность и адгезию в условиях термоциклирования с применением сильноточных импульсных электронных пучков», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Представленная на оппонирование диссертационная работа выполнена в Федеральном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет).

### Структура работы.

Диссертация объемом 121 страница машинописного текста, иллюстрированного 82 рисунками и 7 таблицами, состоит из 6 глав, заключения и библиографического списка используемой литературы 118 наименований.

### Актуальность проблемы.

Обеспечение качества поверхностного слоя и эксплуатационных свойств лопаток компрессора и турбины ГТД является одной из наиболее важных народно-хозяйственных задач. Учитывая, что в условиях современного производства лопаток находят широкое применение различные методы модификаций поверхностного слоя: -ионные и электронные потоки, нанесение вакуумно-плазменных эрозионно-, коррозионно-, жаростойких и теплозащитных покрытий, становится весьма актуальной проблема разработки комплексной методики исследования и оценки их качества как на этапе производства, так и после длительной наработки в составе ГТД.

Таким образом, тема диссертационной работы Громова Алексея Николаевича, посвященная разработке и внедрению в производство лопаток КНД и ТВД с защитными покрытиями и методики ускоренного испытания их качества в условиях термоциклирования с применением сильноточных импульсных электронных пучков (СИЭП), является актуальной.

### Научная новизна и практическая значимость исследований.

В диссертации Громова А.Н. представлены результаты, обладающие научной новизной и имеющие практическую значимость:

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ  
Вх. № 8  
«03» 12 2019

- разработаны методики оценки механизмов изменения физико-химического состояния материалов лопаток компрессора ( титановые сплавы ВТ6 и ВТ9, сталь ЭП866Ш) и турбины (никелевые сплавы ЖС26НК и ЖС32ВИ) с защитными покрытиями на этапе из производства и в условиях термоциклирования;
- определены режимы облучения лопаток КВД и ТВД СИЭП, а также сформированные при этом остаточные напряжения и характер их распределения по глубине поверхностного слоя;
- разработаны методики испытания лопаток на их термостабильность в условиях термоциклирования, а также оценки прочности адгезии наносимых защитных покрытий.

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации подтверждена использованием диссертантом Громовым А.Н. независимых дублирующих экспериментальных методик и их внедрение в производство лопаток КВД и ТВД, а также сравнением с экспериментальными данными других исследователей.

Личный вклад автора в получении результатов исследования заключается в обосновании необходимости применения СИЭП для ускоренных испытаний лопаток КВД и ТВД с защитными покрытиями на термическую стабильность при их термоциклировании. Им установлены закономерности процессов структурных преобразований протекающих в поверхностном слое лопаток подвергаемых воздействию импульсным электронным пучком с энергией в импульсе от 10 до 90 Дж/см<sup>2</sup>. Автор принимал непосредственное участие в составлении планов проведения экспериментов, разработке методик и исследовании лопаток подвергнутых воздействию СИЭП, а также обсуждению полученных результатов и их внедрению на АО «ММП имени В.В. Чернышова».

Соответствие автореферата диссертации ее содержанию.

Автореферат в полной степени отражает содержание диссертации, ее актуальность, научную и практическую значимость, содержит основные положения и выводы. Результаты диссертации докладывались на международных и всероссийских научных конференциях, опубликованы в 14 научных изданиях, в т.ч. в рецензируемых из перечня ВАК – 13 работ.

Автореферат и диссертация написаны грамотно и достаточно иллюстрированы рисунками, фотографиями и таблицами.

### Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Они могут быть использованы в ОКБ и серийных предприятиях Объединенной двигателестроительной корпорации занимающихся выпуском авиационных лопаток, а также в университетах авиационного профиля при чтении лекций и дипломном проектировании.

### Замечания по работе:

1. В тексте диссертации методические вопросы, а также обзор литературных данных по исследуемой области обсуждаются в 1, 2 и 3 главах, что затрудняет восприятие материала. Было бы целесообразно критический анализ литературных данных, а также методические вопросы свести в одну главу, например, главу 2.
2. Было бы желательно, разработанные автором диссертации методические подходы, а также полученные результаты по применению СИЭП на экспериментальных образцах и лопатках, распространить на другие авиационные двигатели, где имеют место в их конструкции аналогичные материалы и технологии изготовления лопаток.
3. Автором диссертации не проведена аттестация предложенных методик и способов испытания материала лопаток, а также не приведено сравнение этих методик и их результатов с имеющимися в системе Объединенной двигателестроительной корпорации используемых методик и стандартов предприятий.
4. При выборе оптимальных режимов облучения поверхности лопаток КВД и ТВД сильноточными импульсными электронными потоками, автором использовалась термодинамическая методика. Однако, она не учитывает протекающих при этом в поверхностном слое процессов деформации, носящих структурный характер.

Отмеченные замечания не снижают научную и практическую ценность представленной диссертационной работы.

### Заключение.

Диссертация Громова Алексея Николаевича представляет собой законченную научную работу, в которой решена задача по ускоренным испытаниям качества поверхностного слоя лопаток КВД и ТВД авиационных двигателей с защитными покрытиями в условиях термоциклирования, с использованием сильноточных импульсных электронных пучков. Материалы изложены грамотным техническим языком. Основное содержание работы отражено в публикациях автора в научных журналах из перечня ВАК, а также трудах научных конференций. Диссертация отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской

Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Громов Алексей Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Официальный оппонент

Доктор технических наук, профессор кафедры

«Технология машиностроения»,

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный

авиационный технический университет»

Смыслов Анатолий Михайлович



Докторская диссертация защищена по специальности 05.07.05.-«Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

450008, Российская Федерация,

Приволжский федеральный округ,

Республика Башкортостан, г.Уфа,

ул.К.Маркса, 12

[office@ugatu.su](mailto:office@ugatu.su)

+7(347)2726307



Подпись: *Смыслов А.М.*  
Удостоверяю «*20*» *11* 20 *13* г.  
Начальник отдела документационного обеспечения  
*Андрей Николаевич Смыслов*