

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,  
Волоколамское шоссе, д. 4

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
Д 212.125.08, д.т.н.,  
профессору Зуеву Ю.В.

#### Отзыв

на автореферат диссертации Громова Алексея Николаевича,  
представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Диссертационная работа А.Н. Громова выполнена на актуальную тему: «Разработка и внедрение методов ускоренных испытаний лопаток ГТД с покрытиями на термостойкость и адгезию в условиях термоциклирования с применением сильноточных импульсных электронных пучков».

Автор выбрал одно из перспективных направлений оценки надежности функциональных покрытий на лопатках компрессора и турбины современных ГТД путем применения методики импульсного воздействия на лопатки с покрытиями. Исследования выполнены на никелевых сплавах ЖС26НК, ЖС32ВИ, стали ЭП866Ш и титановых сплавах ВТ6 и ВТ9. Разработанные автором методы ускоренных испытаний по оценке термической стабильности покрытий в условиях термоциклирования, физико-химического состояния поверхностного слоя материалов, прочности связи покрытий с металлом, обеспечивают возможность существенного сокращения сроков разработки покрытий. оценки их надежности при воздействии термических циклических нагрузок.

Автором экспериментально установлены рекомендуемые режимы обработки электронным лучом лопаток турбокомпрессора, обеспечившие достижение заданных результатов: подробно исследованы преимущества методов испытаний на термоциклирование и адгезию защитных покрытий деталей и заготовок с использованием концентрированных импульсных потоков энергии перед испытаниями методами термического нагрева в печи или в индукторе, на газодинамических стендах; определение остаточных напряжений по глубине поверхностного слоя; получение температурного профиля; минимизация времени на проведение испытаний.



Работа автора, сконцентрированная на практическом использовании импульсных электронных пучков для реализации ускоренных испытаний на термоциклирование и адгезию покрытий, является одним из наиболее доступных способов применения импульсных потоков энергии, применяемых для оценки качества защитных покрытий.

Работа не лишена некоторых замечаний.

1. Применение технологии СИЭП для залечивания дефектов типа капельной фазы в конденсационных покрытиях, получаемых методом ВПТВЭ, типа СДП-2, требует проведения усталостных испытаний лопаток турбины, подтверждающих заданные значения предела выносливости. К сожалению, в работе таких данных нет.
2. Из рис.3 следует, что на сплаве ВТ6 в результате импульсного облучения мишеней, например, при плотности потока примерно  $13 \text{ Дж/см}^2$ , формируются сжимающие напряжения, хотя известно, что в общем случае при облучении электронным лучом в импульсном режиме на сплавах всегда формируются растягивающие напряжения. Этот факт требует пояснения.

В целом диссертационная работа Громова А.Н. удовлетворяет требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Заместитель генерального директора –  
руководитель приоритетного технологического направления  
«Технологии двигателестроения» АО «ОДК»,  
доктор технических наук, профессор

 В.А. Гейкин

« \_\_\_\_\_ » 2019 г.



Почтовый индекс, адрес 105118, город Москва, просп. Будённого, дом 16,  
АО «Объединенная двигателестроительная корпорация»  
Телефон: +7 (495) 232-55-02  
Адрес электронной почты: info@uecrus.com