

ОТЗЫВ

научного руководителя, доктор физико-математических наук Шулова Вячеслава Александровича на диссертацию Громова Алексея Николаевича «Разработка и внедрение методов ускоренных испытаний лопаток ГТД с покрытиями на термостабильность и адгезию в условиях термоциклирования с применением высокоэнергетических импульсных электронных пучков», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - «Тепловые электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Диссертация Громова А.Н. направлена на решение одной из важнейших проблем авиационного двигателестроения – повышение ресурса, эксплуатационных свойств и надежности эксплуатации авиационных двигателей. Хорошо известно, что в современном авиадвигателестроении наиболее интенсивно развиваются два направления: снижения веса конструкции и уменьшения стоимости изделия при сохранении тех же материалов и эксплуатационных свойств наиболее нагруженных деталей. Диссертант в своей работе предлагает для решения этих задач использовать обработку высокоэнергетическим импульсным электронным пучком с последующей термообработкой. Им в первой и третьей главах был представлен литературный обзор по этой тематике, где приведен критический анализ полученных ранее данных. В четвертой главе было экспериментально показано, что с помощью облучения высокоэнергетическим импульсным электронным пучком микросекундной длительности кроме модифицирования свойств удается реализовать ускоренные испытания различных деталей машин на термостабильность в условиях термоциклирования. Установлено, что при испытаниях в поверхностных слоях мишеней, в зависимости от величины плотности энергии в импульсе $10-90 \text{ Дж/см}^2$, протекают процессы: плавления, перераспределения элементов, кратерообразования, абляции, высокоскоростной кристаллизации из расплава, изменения фазового состава и микроструктуры (включая субструктуру). Изучено влияние режимов испытаний на термостабильность с применением электронно-лучевой обработки на физико-химическое состояние материала в поверхностных слоях мишеней. Показано, что, используя такие методы анализа, как просвечивающую электронную микроскопию, рентгеноструктурный анализ и оптическую металлографию, удастся зафиксировать любые изменения структуры и фазового состава на стадии испытаний. Кроме того, в пятой главе была впервые определена критическая сила адгезии, при которой начинает протекать процесс отслаивания покрытия, в этой связи строится зависимость «плотность энергии при облучении – температура развиваемая в зоне адгезии – напряжения, формируемые в этой зоне – формирование несплошностей

на границе покрытие-матрица или скол покрытия». Видно, что зафиксированные здесь данные свидетельствуют о хороших адгезионных свойствах покрытий, используемых в авиационном двигателестроении. В шестой главе представлены данные о модифицировании катода для установки «Геза-ММП», которая использовалась для облучения в настоящей работе. Были изготовлены и встроены в ускоритель специальные колпачки, которые закрывают острия катода от микрокапельной фракции. Громов Алексей Николаевич выполнял представленную работу в течении 6 последних лет, являясь ответственным за ее проведение на АО «ММП им. В.В. Чернышева», и реализуя как все ее стадии на заводе в координации с МАИ, ВИАМ и ЦИАМ, так и планируя и выполняя эксперименты в АО «НИИЭФА имени Д.В. Ефремова» г. Санкт-Петербург. Им непосредственно организовывалась и выполнялась вся работа по подготовке испытаний на двигателе и по проведению сравнительных тестовых испытаний лопаток на термостабильность и адгезионную прочность. За время реализации исследований, Громов А.Н. проявил себя, как высокоэрудированный и талантливый научный сотрудник с большими организаторскими способностями.

Считаю, что диссертационная работа 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» выполнена в достаточном объеме и соответствует требованиям ВАК РФ, а диссертант заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - «Тепловые электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

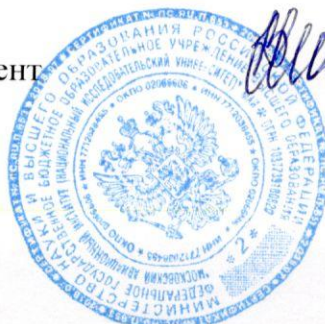
Доктор физико-математических наук,
Ведущий научный сотрудник кафедры 205 МАИ



В. А. Шулов

Подпись Шулова В.А. заверяю

Директор института № 2
«Авиационные, ракетные двигатели
и энергетические установки»,
кандидат технических наук, доцент



В.П. Монахова