АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ОДК-КЛИМОВ»

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Таминдарова Дамира Рамилевича «Совершенствование технологии производства лопаток компрессора ГТД из титановых сплавов на основе повышения качества их поверхности электролитно-плазменным полированием», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения

До настоящего времени наиболее распространённым методом окончательной обработки поверхности пера титановых лопаток компрессора авиационных ГТД является их ручное полирование войлочными кругами с абразивом. При данной «ручной» технологии проявляются зависимость качества обработки поверхности от квалификации рабочего исполнителя и качества применяемого абразивного инструмента, что сопряжено с риском образования на обрабатываемой поверхности глубоких рисок, обнаружение которых, зачастую, затруднительно на общем фоне шероховатости. Более того, данным методом полирования достаточно сложно обеспечить формирование равномерного радиуса входной и выходной кромок по высоте пера лопатки.

Альтернативой и дополнением к ручному полированию титановых лопаток может стать новый метод электролитно-плазменного полирования (ЭПП), активно применяемый в машиностроении при обработке деталей из нержавеющих и конструкционных сталей. Его основными преимуществами являются высокая стабильность показателей качества поверхности и производительность — именно это сочетание делает применение ЭПП особенно актуальным для обработки лопаток компрессора ГТД из титановых лопаток. Вместе с тем, широкое внедрение данного метода в технологию изготовления

ВХОД. № 4491-13
«06» 11 2025 г.

лопаток сдерживается отсутствием научно обоснованной методической базы применения ЭПП для двухфазных титановых сплавов.

В научном плане автору удалось:

- разработать феноменологическую модель электролитно-плазменного полирования титана и титановых сплавов в рабочих электролитах на основе водных растворов фторидов, с учетом роли pH среды в формировании плавиковой кислоты (HF);

- установить состав рабочего электролита для финишной операции ЭПП титановых сплавов, отличающийся тем, что взаимосвязь между концентрациями его компонентов определена в виде экспериментально полученной математической модели, определяющей границу его применимости по уровню минимальной концентрации HF;

- установить влияние длительности финишной операции ЭПП и глубины погружения образцов на качество поверхностного слоя, отличающееся учетом профиля парогазовой оболочки по глубине погружения детали, и показать, что финишная операция ЭПП не приводит к снижению усталостной прочности конструктивно подобных образцов;

- разработать научно-обоснованную усовершенствованную технологию производства лопаток компрессора ГТД из двухфазных титановых сплавов с применением финишной операции электролитно-плазменного полирования взамен ручного механического в предложенном рабочем электролите с возможностью его корректировки.

В практическом плане автору удалось:

- разработать способ полирования деталей из титановых сплавов и технологические рекомендации по корректировке РЭ, используемые при серийной обработке лопаток компрессора ГТД в НПП «УАСТ» г. Уфа (патент РФ № 2552203);

- установить закономерности изменения геометрических размеров обрабатываемых деталей в ходе финишной операции ЭПП и разработать

технологические рекомендации по расположению обрабатываемых лопаток в ванне ЭПП, обеспечивающие гарантированное формирование профиля входной и выходной кромок пера;

- установить закономерности и разработать способ электролитно-плазменного полирования изделий из титановых и железохромоникелевых сплавов (патент РФ № 2706263), положенный в основу усовершенствованной технологии производства лопаток компрессора ГТД из двухфазных титановых сплавов ВТ6 и ВТ8М-1, обеспечивающей снижение неравномерности съема материала с 5,0 до 1,6 мкм и параметра шероховатости поверхности с Ra 0,30 до Ra 0,10 мкм, а также, повышение предела выносливости с 363±4 до 384±4 МПа (на базе 2×10^7 циклов) по сравнению с серийной технологией ручного полирования.

Основные результаты диссертационных исследований опубликованы в 14 научных работах, из них в рецензируемых научных изданиях ВАК опубликовано 3 статьи, 1 работа включена в международные базы данных Scopus и Web of Science, имеются 2 патента на изобретение и 8 публикаций в иных изданиях.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения по работе, списка литературы из 123 наименований и двух приложений.

Общий объем диссертации составляет 145 страниц, включая 75 рисунков и 19 таблиц.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. Из автореферата (с. 15) не ясно, как взаимосвязаны между собой концентрация водорода на уровне 0,003…0,007 %, не превышающая исходную, высокая скорость растворения поверхности, составляющая 2,2…4,0 мкм/мин, и формирование на ней сплошной однородной оксидной пленки толщиной не более 10 нм, препятствующей диффузии водорода вглубь обрабатываемого материала.

2. В автореферате не оговаривается регламент замены раствора электролита для воспроизводства процесса ЭПП и его корректировки.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Таминдарова Д. Р. с научной и практической точек зрения, не умаляют ее научной значимости, носят преимущественно рекомендательный характер и направлены на повышение ценности полученных результатов для специалистов в области технологий поверхностной обработки.

Результаты работы могут быть востребованы и адаптированы при разработке новых перспективных проектов авиационных двигателей АО «ОДК-Климов».

Диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, которая выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов испытаний и имеет существенное значение для науки и промышленности. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. к кандидатским диссертациям, а ее автор Таминдаров Дамир Рамилевич заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения

Генеральный конструктор Проданов Евгений Степанович

Главный металлург Кузьмин Олег Вадимович

Заместитель главного конструктора
по перспективным разработкам, к.т.н Липин Алексей Владимирович

Начальник лаборатории
по исследованию материалов, к.т.н Музафарова Светлана-Виктория Рустамовна

Руководитель группы научных
программ- секретарь НТС Илюшин Михаил Юрьевич

Отзыв составил:

Ведущий специалист
– руководитель группы УГМет
АО «ОДК- Климов» Живушкин Алексей Алексеевич
27.10.2026

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Таминдарова Д.Р.

Живушкин Алексей Алексеевич

Подписи Е.С.Проданова, О.В. Кузьмина, А.В. Липина, С.-В.Р. Музафаровой, М.Ю.Илюшина и А.А.Живушкина заверяю.

Врио начальника отдела кадров Л.А. Степаненко

Контактный телефон: (812) 640–69–73, доб.7322, +7 (911) 121-32- 84
Адрес: 194100, С.-Петербург, Кантемировская ул., д.11, стр.1 (ул. акад. Харитона, д.8), Акционерное Общество «ОДК-Климов» (АО «ОДК-Климов»).
Факс: +7(812) 647-00-29; электронный адрес: klimov@ klimov.ru