



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «УГАТУ»)

К. Маркса ул., д. 12, г.Уфа, 450008. Тел.: 7 (347) 294-38-29; 8-908-350-35-82, e-mail: [office@ugatu.su](mailto:office@ugatu.su); <http://www.ugatu.su>  
ОКПО 02069438, ОГРН 1030203899527, ИНН/КПП 0274023747/027401001

29.03.2022 № 430/3471-13

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор по науке  
ФГБОУ ВО «Уфимский  
государственный авиационный  
технический университет»

д.т.н., профессор

Р.Д. Еникеев

«29.03» 2022 г.



## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Ратенко Олега Александровича на тему:  
«Методика диагностирования технического состояния лопаток турбины ГТД  
в процессе их эксплуатации», представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 05.22.14 – «Эксплуатация  
воздушного транспорта»

### Актуальность работы

Высокие тепловые нагрузки, воздействующие на рабочие лопатки турбины в процессе работы авиационных ГТД, приводят к значительным микроструктурным изменениям в сплаве, что в свою очередь оказывает влияние на снижение прочностных свойств самой лопатки. Основным упрочняющим элементом жаропрочных никелевых сплавов (ЖНС), применяемых для изготовления лопаток турбин, является  $\gamma'$  – фаза. Прочность дисперсионно-твердеющих сплавов прямым образом зависит от таких параметров, как: расстояние между частицами, размера и объемной доли частиц  $\gamma'$  – фазы. Поэтому прогнозирование микроструктурного состояния сплавов в условиях воздействия высоких температур и последующее применение параметров морфологических характеристик частиц  $\gamma'$  – фазы для оценки остаточного ресурса лопаток турбин является одним из основных направлений в переходе на эксплуатацию по состоянию.

Таким образом, тема диссертационной работы Ратенко Олега Александровича, посвященная разработке методики диагностирования технического состояния лопаток турбины ГТД в процессе их эксплуатации, основанной на учете деградации микроструктуры сплава, без применения разрушающего контроля, является весьма актуальной.

### **Структура работы**

Объем диссертационной работы составляет 115 страниц машинописного текста, иллюстрирована 53 рисунками, состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 111 наименований.

### **Научная новизна работы**

К наиболее ценным и значимым новым научным результатам, полученным в диссертации, относятся:

- установленные автором закономерности изменения морфологических характеристик частиц упрочняющей  $\gamma'$  – фазы в зависимости от значений действующих напряжений и температур;
- разработка алгоритма расчета распределения температуры по профилю пера лопатки путем решения смешанной задачи для уравнения теплопроводности неявной схемой Кранка-Николсона;
- разработка методики расчета остаточного ресурса лопатки турбины в следствие ползучести с учетом микроструктурных изменений в сплаве.

### **Практическая значимость работы**

Диссертационная работа Ратенко Олега Александровича имеет и практическую значимость. Разработанная автором методика оценки технического состояния лопаток турбины ГТД в процессе их эксплуатации широко востребована эксплуатантами воздушных судов. Методика дает возможность эксплуатировать лопатки турбин более эффективно и безопасно.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Разработанная автором методика контроля технического состояния лопаток турбин ГТД в процессе их эксплуатации целесообразно использовать при оценке остаточного ресурса лопаток турбин в авиационных эксплуатационных предприятиях, а также в ОКБ с целью принятия корректирующих мероприятий в процессе доводки ГТД.

## **Обоснованность и достоверность научных положений и выводов диссертации**

Обоснованность научных положений диссертационной работы подтверждается проведённым глубоким анализом научных работ по схожей тематике зарубежных и отечественных ученых, а также качественной оценкой статистических данных международных и Российских эксплуатантов и организаций по ТОиР. В рамках достижения цели и решения поставленной в работе задачи подтверждается необходимым объемом экспериментальных исследований по анализу микроструктурных изменений в сплаве в результате воздействия высоких температур и влиянию этих изменений на деградацию механических свойств лопаток турбины.

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

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием официальных статистических данных об отказах и неисправностях ГТД в качестве исходных данных для анализа и оценки основных видов повреждений авиационных двигателей; корректным применением используемых расчетных методов и соответствующего математического аппарата; построением алгоритмов и моделей, адекватных реальным процессам эксплуатации ГТД.

### **Замечания по работе:**

- при представлении математической модели проведения расчетов напряженного состояния с использованием программного продукта ANSYS не указано, какие стандартные параметры газодинамических характеристик и какие параметры расчетной сетки были выбраны и почему;

- таблица 1.2 не дает четкого понимания количества видов повреждений ГТД при условии, что их суммарная процентная составляющая равна 100%;

- в параграфе 3.1.2 отмечено влияние механических нагрузок на микроструктурное состояние сплава, однако в предложенной методике расчета остаточного ресурса этот факт не учтен.

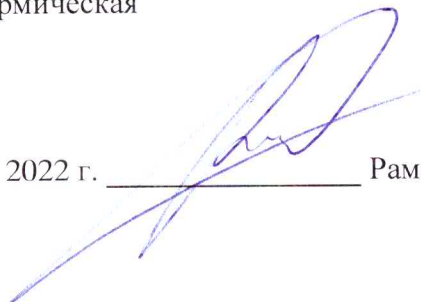
### **Заключение по диссертационной работе**

Диссертация Ратенко Олега Александровича представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, в которой решена научно-техническая задача диагностирования технического состояния лопаток турбины ГТД для оценки их остаточного ресурса в процессе эксплуатации. Основное содержание работы отражено в авторских публикациях.

В работе Ратенко Олега Александровича имеются все компоненты: научная новизна, практическая ценность, актуальность, личный вклад диссертанта, достоверность результатов, которые позволяют считать ее законченной научно-исследовательской работой. Диссертация отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук (п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней»), а ее автор – Ратенко Олег Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.14 – Эксплуатация воздушного транспорта.

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании кафедры Технологии машиностроения ФГБОУ ВО «УГАТУ» 24.03.2022, протокол №22.

Зав. кафедрой  
Технологии машиностроения  
ФГБОУ ВО «УГАТУ»,  
доктор технических наук  
по специальности  
05.16.01 – Металловедение и термическая  
обработка металлов и сплавов  
[ramazanov.kn@ugatu.su](mailto:ramazanov.kn@ugatu.su)

29.03 2022 г.  Рамазанов Камиль Нуруллаевич

Профессор кафедры  
Технологии машиностроения  
ФГБОУ ВО «УГАТУ»,  
доктор технических наук  
по специальности  
05.07.05 - Тепловые, электроракетные двигатели  
и энергоустановки летательных аппаратов  
[smyslovam@yandex.ru](mailto:smyslovam@yandex.ru)

29.03 2022 г.  Смыслов Анатолий Михайлович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» (ФГБОУ ВО «УГАТУ»)

Адрес: 450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12

Тел.+7(987)254-38-29

Адрес электронной почты: [office@ugatu.su](mailto:office@ugatu.su)

Подпись  

Удостоверяю « 29 » 03 20 22 г.

Начальник отдела документационного обеспечения и архива 

Удостоверяю « 29 » 03 20 22 г.

Начальник отдела документационного обеспечения и архива 