

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный конструктор –  
директор ОКБ им. А. Люльки,

д.т.н., 05.07.05, профессор

Е.Ю. Марчуков

10 октября 2020 г.



**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Бердина Николая Валерьевича на тему:  
**«Формирование микрокристаллической структуры в титановом сплаве ВТ5-1 при горячей деформационной обработке»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Производство новых видов авиационной техники требует решения основной задачи – повышения ее эксплуатационных характеристик. Анализ работы современных газотурбинных двигателей показывает, что одной из наиболее ответственных деталей двигателя являются рабочие лопатки компрессора. Во время работы двигателя эти детали подвергаются воздействию различных нагрузок, в том числе напряжений от высокочастотной вибрации, воздействию внешней среды и повышенной температуры, что обуславливает значительное снижение ресурса работы лопаток.

Одним из эффективных способов увеличения ресурса работы является применение современных материалов с модифицированной микроструктурой, которая обеспечивает повышение всего комплекса физико-механических свойств.

Проведенное в работе соискателя всестороннее исследование, направленное на изучение особенностей формирования микрокристаллической структуры в  $\alpha$ -титановом сплаве ВТ5-1 при горячей пластической деформации типовыми видами однокомпонентного и двухкомпонентного нагружения, с точки зрения использования полученных результатов, в том числе и при получении микрокристаллической структуры в полуфабрикатах из  $(\alpha+\beta)$  титанового сплава ВТ6, с последующим изготовлением фрагментов реальных деталей, является **актуальной** и чрезвычайно важной научной и производственной задачей.

**Научная новизна** работы состоит в установлении закономерностей развития структурообразования в  $\alpha$ -фазе сплава ВТ5-1 при горячей деформации с учетом влияния на формирование дислокационной структуры и рекристаллизационных процессов напряженного и деформированного состояний.

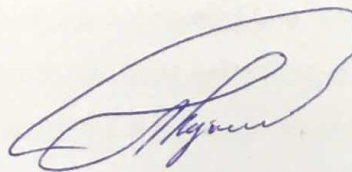
**Практическая ценность** работы состоит в разработке и апробации технологической схемы изготовления типовых деталей газотурбинного двигателя, начиная от формирования в полуфабрикатах микроструктуры заданного типа до заготовки с микрокристаллической структурой и получением деталей методом сверхпластической формовки и диффузионной сварки. Такой комплексный производственный подход позволил получить в изделиях заданный конструктором комплекс механических свойств и использовать его для изготовления лопаток полый конструкции для современного газотурбинного двигателя.

Однако, после прочтения автореферата возникли вопросы и замечания.

1. Недостаточно обосновано применение сплава ВТ5-1 в качестве модельного материала.
2. Не ясно каким образом в механической модели материала, при выполнении конечно-элементного моделирования, учитывалось преобразование микроструктуры.
3. Насколько корректно использовать осадку образцов с одинаковым диаметром и разной высотой, в качестве метода создания в образце квазигидростатического давления?

Несмотря на ряд вопросов и замечаний, считаю, что представленная соискателем диссертационная работа по актуальности, научной новизне, достоверности и практической значимости полученных результатов, безусловно, соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Бердин Николай Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Главный конструктор  
по перспективным разработкам  
и специальным характеристикам  
ОКБ им. А. Люльки  
филиал ПАО «ОДК-УМПО»,  
к.т.н., 05.07.05



А.Н. Мухин

129301, г. Москва, ул. Касаткина, д.13  
8-495-783-01-11  
e-mail: okb@okb.umpo.ru