



**ОДК**  
**КЛИМОВ**

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ОДК-КЛИМОВ»  
(АО «ОДК-КЛИМОВ»)

## ОТЗЫВ

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

Современные промышленные титановые сплавы являются одним из основных материалов, которые используются в производстве современных газотурбинных двигателей. Однако при изготовлении из них деталей зачастую приходится сталкиваться с их низкими технологическими свойствами. Во многом технологические и эксплуатационные свойства этих материалов зависят от микроструктурного состояния в заготовках, из которых получают наиболее ответственные детали современных двигателей. При этом, микрокристаллическая структура глобулярного типа практически для всех  $\alpha$ - и  $(\alpha+\beta)$  титановых сплавов является предпочтительной, т.к. обеспечивает при горячей деформационной обработке высокую пластичность и низкие значения напряжений течения. Поэтому получение в заготовках из сплава ВТ5-1 и ВТ6 заданного типа микроструктуры для изготовления из них сложнопрофильных деталей ответственного назначения действительно является актуальной задачей.

Научная значимость представленной работы заключается в том, что на примере  $\alpha$ - титанового сплава ВТ5-1 исследовано преобразование крупнокристаллической структуры в микрокристаллическую в процессе выполнения горячей деформационной обработки в однофазной  $\alpha$ - области с учетом напряженного и деформированного состояний.



Рассмотрено формирование тонкой структуры и границ зерен, развитие рекристаллизационных процессов и формирование кристаллографической текстуры при деформационном воздействии на образцы типовых видов (одноосное растяжение/сжатие и кручение) нагружения. установлена связь относительного гидростатического давления с формированием микрокристаллической структуры и полноты преобразования структуры при двухкомпонентном (кручение + растяжение) нагружении.

Практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты исследования использованы для уточнения режимов получения заготовок из титанового сплава ВТ6 и получения фрагментов реальных деталей газотурбинных двигателей методом диффузионной сварки и сверхпластической формовки. При выполнении работы также была разработана технология подготовки элементов заготовок к диффузионной сварке, изготовлена и передана в производство ОДК «ПАО УМПО» специализированная установка, которая используется в том числе и для изготовления широкохордных лопаток полой конструкции вентилятора двигателя ПД14.

Основное содержание диссертации опубликовано в 20 печатных работах, из них 8 статей в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, 6 тезисов докладов и материалов конференций, получено 6 патентов РФ. Материалы диссертации апробированы на представительных конференциях и семинарах.

Вместе с тем по автореферату имеются следующие замечания:

1. Не совсем понятно, почему выбраны именно приведенные схемы горячего монотонного нагружения.

2. Не ясно, каким образом двухкомпонентное нагружение обеспечивает формирование в заготовках, и далее в деталях, равномерное распределение микрокристаллической структуры.

3. В методической части не в полной мере отражена техническая суть предложенного метода получения заготовок с микрокристаллической

структурой, а в результатах не уточнено, каким образом она оказывает положительное влияние на усталостные характеристики изделий.

Тем не менее, указанные замечания не являются принципиальными и не снижают высокой оценки диссертационной работы.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Бердина Николая Валерьевича является законченной научной работой, полностью отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, 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.

Технический директор АО «ОДК-Климов»

Главный металлург

Отзыв составил:



С.М.Кузнецов

О.В.Кузьмин

Ведущий специалист АО «ОДК-Климов»

А.А.Живушкин

Контактный телефон: (812) 640-69-73, +7 (911) 121-32-84

Адрес: 194100, С.-Петербург, Кантемировская ул., д.11 (ул.акад. Харитона, д.8),

Акционерное Общество «ОДК-Климов» (АО «ОДК-Климов»).

Факс: +7(812) 647-00-29; электронный адрес: klimov@klimov.ru