

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Давдяна Григория Сергеевича

«Исследование объёмных и зернограничных фазовых превращений в сплавах титана при больших деформациях», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния»

Диссертационная работа Давдяна Г.С. посвящена исследованиям малоизученных фазовых превращений в сплавах титана, условиям протекания этих фазовых превращений и их влияние на механические свойства. Несмотря на широкую изученность появление новых методов исследования открывает новые возможности в управлении механическими свойствами титана. Автор в работе исследует два, на первый взгляд не связанных между собой фазовых перехода зернограничное смачивание и образование метастабильной фазы  $\omega$ -Ti в процессе интенсивной пластической деформации. В действительности, эти темы связаны так как оба фазовых перехода имеют чрезвычайное влияние на нанокристаллические материалы, которые обладают чрезвычайным потенциалом благодаря сильному зернограничному упрочнению.

Работа построена последовательно – сначала идет актуальности темы исследования и имеющиеся наработки, раскрывается цель работы. Далее идет описание материалов и методов исследования.

В последующих главах описываются и обсуждаются результаты. Третья глава посвящена зернограничным фазовым переходам типа смачивания. На примере системы Ti-V автор показывает, что в бинарных системах титана с изоморфными  $\beta$ -стабилизаторами наблюдается твердофазное смачивание, по аналогии с бинарными системами титана с эвтектидными  $\beta$ -стабилизаторами. Далее в работе приводится исследование смачивания в системе Ti-Fe, но в условиях малого среднего размера зерна ( $\approx 1$  мкм). Было обнаружено, что в таких системах твердофазное смачивание «меняет знак». Приводятся исследования твердофазного перехода в многокомпонентных сплавах эквимольного состава. Все исследования фазовых переходов в третьей главе сопровождаются исследованиями механических свойств, на основании полученных экспериментальных результатов делается предположение о положительном влиянии смачивания в крупнокристаллических титановых сплавах на пластичность материалов.

В четвертой главе изучаются объёмные фазовые превращения, происходящие в процессе одного из методов интенсивной пластической деформации кручения под высоким давлением (КВД). Автор показывает, что получающийся в результате такой обработки метастабильный фазовый состав сильно зависит от исходной микроструктуры. Повышение концентрации ванадия в материалах с предварительным гомогенизационным отжигом приводит к снижению



образованию фазы  $\omega$ -Ti, и соответственным повышением объемной доли фазы  $\beta$ -Ti. Далее в работе автор показывает, что помимо концентрации второго компонента на фазовые превращения, происходящие в процессе КВД, влияет и температура предварительного отжига образцов (отжиг до КВД). Также рассматриваются и фазовые превращения в результате КВД многокомпонентных сплавов. Также, как и в третьей главе, все исследования фазовых превращений сопровождаются исследованиями механических свойств, приводятся исследования получающейся в результате КВД радиальной однородности материалов. Автор показывает, что снижения образования  $\omega$ -Ti фазы сопровождается снижением предела прочности и модуля упругости материалов.

В работе приводится огромный объемный данных, взаимно дополняющих и подтверждающих друг друга, что является наилучшим критерием достоверности полученных результатов. Результаты работы могут послужить в качестве проводника в получение новых и совершенствовании старых титановых сплавов для получения нанокристаллических или субмикронкристаллических материалов с заданными фазовым составом и морфологией обладающих повышенными механическими характеристиками.

Автореферат демонстрирует соответствие диссертационной работы всем требованиям, предъявляемым к кандидатской диссертации. Считаю, что диссертационная работа «Исследование объёмных и зернограничных фазовых превращений в сплавах титана при больших деформациях», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС»

*Профессор кафедры Математического моделирования в  
Космических исследованиях Факультета космических исследований  
Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова,  
доктора физико-математических наук, профессор*



Булатов М.Ф.

«\_\_» апреля 2026

*119991 Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, Ленинские горы 1,  
строение 52, ком.815,  
телефон: +7 (964) 6223601  
Адрес электронной почты: bulatov\_agu@mail.ru*

