

# **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

## **МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«Физическая мезомеханика.  
Материалы с многоуровневой иерархически  
организованной структурой и интеллектуальные  
производственные технологии»,**

посвященная 90-летию со дня рождения  
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН  
**академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках  
**Международного междисциплинарного симпозиума  
«Иерархические материалы: разработка и приложения  
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года  
Томск, Россия**

Томск  
Издательство ТГУ  
2020

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБРАБОТКИ НА СРЕДНИЙ РАЗМЕР ЗЕРНА  
УМЗ-ТИТАНА

<sup>1</sup>Никоненко А.В., <sup>2</sup>Попова Н.А., <sup>2</sup>Никоненко Е.Л., <sup>3</sup>Курзина И.А., <sup>1</sup>Окс Е.М.

<sup>1</sup>Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск

<sup>2</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск

<sup>3</sup>НИ Томский государственный университет, Томск

Одними из наиболее перспективных направлений модификации поверхностных свойств металлов в настоящее время являются методы обработки материалов пучками металлических ионов. Большой интерес представляет ионный синтез фаз внедрения в поверхностных слоях материалов на основе Ti и Al, в частности, алюминидных фаз (Ti<sub>3</sub>Al, TiAl и TiAl<sub>3</sub>). Поверхностные слои металлов, состоящие из алюминидных фаз с наноразмерными параметрами зерен, будут характеризоваться высокими механическими характеристиками.

Объектом исследования являлись образцы титана марки ВТ1-0. УМЗ-состояние было получено комбинированным методом многократного одноосного прессования (абс-прессование) с прокаткой в ручьевых валках и последующего отжига при 573 К. Имплантация материала ионами алюминия проведена на ионном источнике MEVVA-V.RU при температуре 623 К, ускоряющем напряжении 50 кВ, плотности тока ионного пучка 6.5 мА/см<sup>2</sup>, расстоянии 60 см от ионно-оптической системы. Доза облучения (1·10<sup>17</sup> ион/см<sup>2</sup>) достигалась за счет времени облучения, равном 50 минут. Изучение структуры и фазового состава проведено на просвечивающем электронном микроскопе ЭМ-125К при ускоряющем напряжении 120 кВ.

Было использовано 3 схемы для получения титана в различных структурных состояниях.

По *первой схеме* проводили отжиги исходных образцов титана в нанокристаллическом состоянии при температурах в интервале 200 ÷ 500 °С. Отжиги нанокристаллического титана в интервале температур 200 ÷ 250 °С (*схема 1*) не приводят к заметному изменению характера микроструктуры. Все особенности микроструктуры, характерные для нанокристаллического состояния титана, сохраняются. Наблюдается незначительный рост характерного размера структурных элементов до 0.1 мкм после отжига при 350°С.

В случае *второй схемы* образцы субмикрокристаллического титана, полученные по режиму прессования с  $e = 2.12$ , отжигали при температуре 300°С и последующие отжиги в интервале температур 500 ÷ 800 °С. В данном режиме повышение температуры отжига приводит к существенному изменению микроструктуры титана. Появляются достаточно четкие границы зерен, имеющие равноосную форму. Так, при температуре отжига 500°С средний размер зерен составил 1.4 мкм. Значительный рост размера зерна наблюдается при температурах отжига в интервале 600 ÷ 800 °С. В частности, после отжига при 800°С материал имеет зеренную структуру со средним размером зерна до 15 мкм.

По *третьей схеме* использованы образцы субмикрокристаллического титана, полученного по второму режиму с  $e = 6.12$ . отжигались при температурах 650÷1200 °С, так же для более детального рассмотрения были рассмотрены отжиги при температурах 300 ÷ 550°С. Все отжиги выполнялись в течение 1 часа и при 450°С в течении 2 часов. Отжиги позволили получить титан в различных структурных состояниях с размером элементов в интервале 0.13 ÷ 5 мкм

Необходимо отметить, что существенный рост размера зерна и появление более четких границ зерен – по схеме 3. Из рисунка видно, что для исследованных материалов наблюдается сильное изменение размера зерна в области до 2 мкм. Существенная доля поверхностей раздела отвечает размеру зерен  $d < 1$  мкм, а при  $d < 100$  нм доля поверхностей раздела составляет уже несколько десятков процентов. Также можно отметить то, что для всех трех схем отжига наблюдается одна и та же зависимость роста размера зерен.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 19-08-01041.*