

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
X Международной конференция студентов и молодых ученых

РОССИЯ, ТОМСК, 23–26 апреля 2013 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

X INTERNATIONAL CONFERENCE OF STUDENTS AND YOUNG SCIENTISTS

RUSSIA, TOMSK, April 23–26, 2013

Томск 2013

**ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНОВ АЛЮМИНИЯ НА РАЗМЕР ЗЕРНА
УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОГО ТИТАНА**

А.В. Никоненко¹, Н.А. Попова², Е.Л. Никоненко

Научный руководитель: доцент, д.ф.-м.н. И.А. Курзина^{1,2}

¹Томский государственный университет, Россия, г.Томск, пр. Ленина, 36, 634050

²Томский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: kursina99@mail.ru

**INFLUENCE IMPACT ALUMINUM IONS ON THE GRAIN SIZE
OF ULTRAFINE TITANIUM**

A.V. Nikonenko¹, N.A. Popova², E.L. Nikonenko²

Scientific Supervisor: доцент, д.ф.-м.н. I.A. Kursina^{1,2}

¹Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050

²Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq. 2, 634003

E-mail: kursina99@mail.ru

Diffraction by transmission electron microscopy (TEM) have studied the state of the surface layers of the grains in the ultrafine titanium state, ion-doped aluminum on the source MEVVA V.RU. Determine the average grain size in the longitudinal and transverse directions, a histogram distribution of grain sizes in the surface and center of the ion-doped layer. Found that after the ion impact on the distance from the surface of a decrease in grain size and the ratio of the anisotropy of the grains.

Материалы исследования и методика эксперимента

Применение титана, как конструкционного материала в ультрамелкозернистом (УМЗ) состоянии, обусловлено благоприятным сочетанием его высокой механической прочности, коррозионной стойкости, жаропрочности и малой плотности [1]. Особое место среди ультрамелкозернистых материалов, занимает титан, полученный методом интенсивной пластической деформации.

Эксплуатационные свойства Ti в ультрамелкозернистом состоянии могут быть значительно улучшены путем поверхностной модификации. Структурные особенности и физические основы процессов фазообразования при ионной имплантации на крупнокристаллических материалах [2] не могут быть полностью перенесены на ультрамелкозернистые материалы. Кроме того, вопросы, связанные с процессами поведения зеренной структуры в поверхностных слоях титана в УМЗ состоянии, остаются также открытыми. Задачей представленных исследований являлось изучение влияния ионного облучения на состояние зеренной структуры градиентных поверхностных слоев ультрамелкозернистого титана.

В качестве исходного материала для имплантации ионами алюминия выбран титан марки BT1-0. Ионная имплантация титановых материалов проведена на ионном источнике MEVVA-V.RU при температуре 623 К, ускоряющем напряжении 50 кВ, плотности тока ионного пучка 6,5 мА/см², расстоянии 60 см от ионно-оптической системы. Доза облучения ($1 \cdot 10^{18}$ ион/см²) достигалась за счет времени облучения, равном 5,25 ч.. Изучение зеренной структуры проведено на просвечивающем электронном микроскопе ЭМ-125К при ускоряющем напряжении 120 кВ в исходном (перед

имплантацией) и в области модифицированного слоя: а) в приповерхностной зоне и б) на глубине 300 нм от облученной поверхности, в центральной части модифицированного слоя [3].

Результаты эксперимента и их обсуждение

Методом ПЭМ проведены подробные исследования зеренной структуры исходных (перед имплантацией) образцов титановых мишеней в ультрамелкозернистом состоянии. Установлено, что в структуре присутствуют сильно вытянутые элементы (зерна) с хорошо выраженной текстурой (рис.1а).

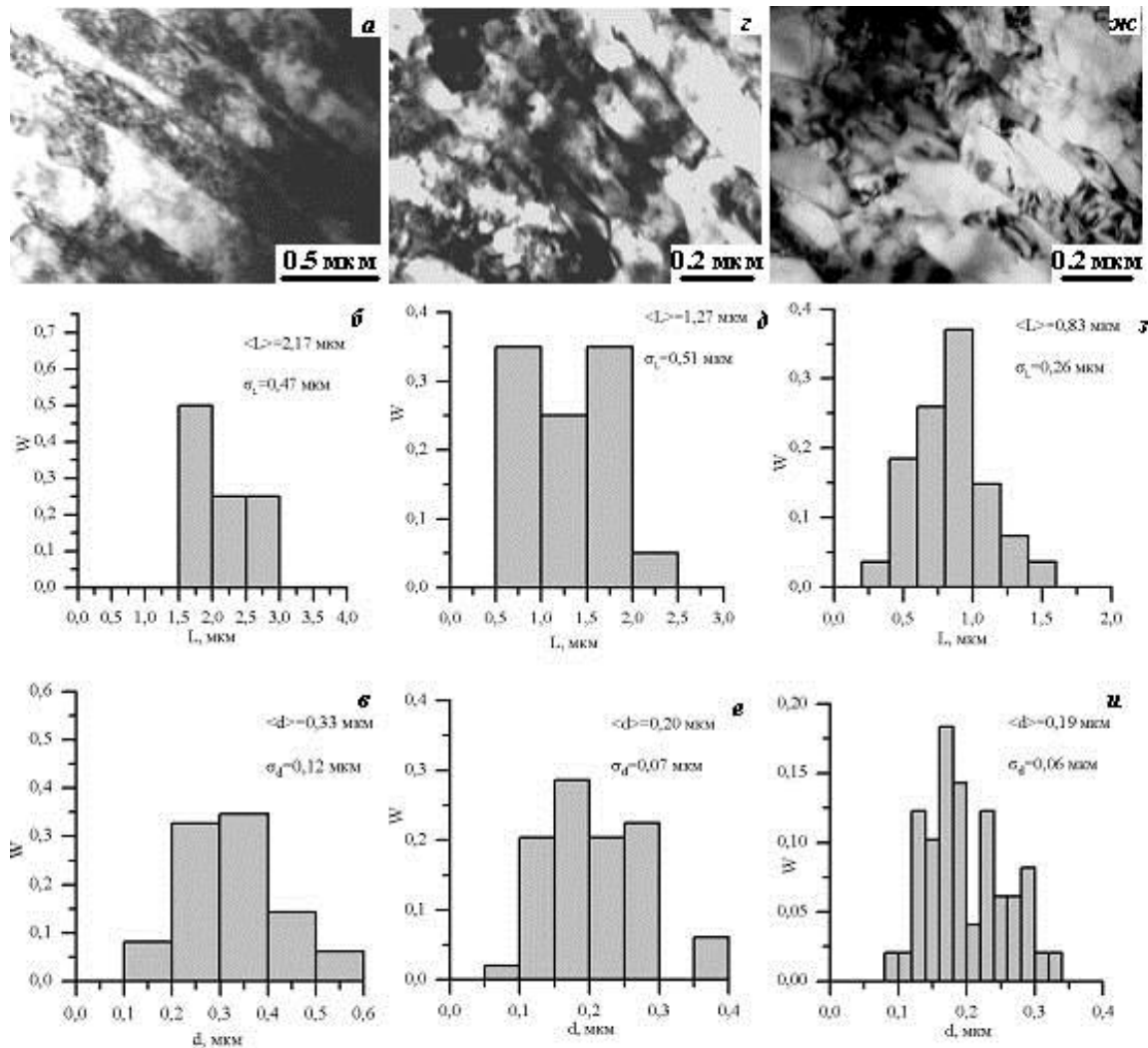


Рис.1. ПЭМ-изображения (а,г,ж) и гистограммы распределения по размерам зерен (б,д,з – продольные и в,е,и – поперечные размеры) до (а-в) и после ионной имплантации в поверхностной (г-е) и центральной частях (ж-и) модифицированного слоя титана

Анизотропная форма зерен обусловлена способом приготовления образца: многократное одноосное абс-прессование с последующей многоходовой прокаткой в ручьевых валках. Продольный размер зерен в УМЗ-титане находится в интервале размеров 1,5-3,0 мкм (рис.1б). Около 50% объема в структуре занимают зерна с размерами менее 2,0 мкм. Функция распределения – одномодальная. Средний размер составляет величину $L = 2,17 \pm 0,23$ мкм. Максимум функции распределения находится вблизи среднего значения. Поперечный размер зерен находится в интервале 0,1-0,6 мкм (рис.1в). Функция распределения – также одномодальная с максимумом вблизи среднего значения. Средний поперечный размер составляет величину $d = 0,34 \pm 0,06$ мкм. Определен коэффициент анизотропии $k = L/d$. Он составляет величину 6,4.

Исследована микроструктура имплантированного слоя титана после ионного воздействия. Как можно заметить из рис.1г,ж, в результате ионного воздействия наблюдается значительное изменение зеренного состояния титана. После имплантации на поверхности модифицированного слоя наблюдается уменьшение среднего продольного размера зерен титана практически в 2 раза (рис.2, кривая 1). Сокращается и интервал размеров (0,5-3,0 мкм). При этом вид функции распределения зерен по размерам

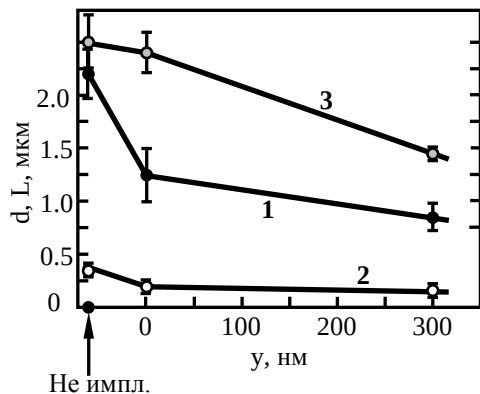


Рис.2. Зависимости средних размеров зерен (1 – продольный L, 2 – поперечный d) и коэффициента анизотропии K (3) до и после ионной имплантации

изменяется – становится двумодальной (рис.1д). Уменьшается и средний поперечный размер зерна (рис.2, кривая 2). Интервал размеров сокращается (0,05-0,40 мкм), вид функции распределения становится также многомодальным (рис.1е).

В центральной части модифицированного слоя происходит дальнейшее уменьшение как продольного, так и поперечного размеров зерен. Интервалы размеров также продолжают уменьшаться, вид функций распределения вновь становится одномодальным. Это хорошо видно из сравнения ПЭМ-изображений и гистограмм, представленных на рис.1.

При имплантации титана наблюдается и уменьшение коэффициента анизотропии (K), причем по мере удаления от поверхности величина K все более уменьшается (рис.2, кривая 3). Это означает, что после имплантации зерна становятся более изотропными. Этот факт становится все более заметным по мере удаления от имплантированной поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаркеев Ю. П., Ерошенко А. Ю., Братчиков А. Д. и др. Структура и механические свойства наноструктурного титана после дорекристаллизационных отжигов // Физическая мезомеханика. – 2005. – №8. – С.91-94.
2. Курзина И.А., Попова Н.А., Калашников М.П. и др. Фазовое состояние титановых материалов после имплантации ионами алюминия // Изв. вузов. Физика. – 2011. – №11/3. – С.112-119.
3. Курзина И.А., Никоненко А.В., Калашников М.П., Попова Н.А. Влияние размера зерна на механические свойства α -титана, имплантированного ионами алюминия // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2013. – Т.10, №1. – С.35-43.