

*XIV Российская ежегодная конференция
молодых научных сотрудников и аспирантов
"Физико-химия и технология
неорганических материалов"
(с международным участием)*

**СБОРНИК ТРУДОВ
конференции**

17-20 октября 2017 г.

ИМЕТ РАН
Москва 2017

УДК 539.3/.6+ 544+ 546.03

ББК 24,1+ 24.5

P76

Ф50 XIII Российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов». Москва. 17-20 октября 2017 г. / Сборник трудов. – М:ИМЕТ РАН, 2017, 530.

ISBN 978-5- 9500763-3-6

В сборнике материалов опубликованы доклады XIV Российской ежегодной конференции молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов», содержащие результаты фундаментальных исследований в области наук о материалах, включающих разработку физико-химических основ создания металлических и композиционных наноматериалов и нанотехнологий, керамики, интерметаллидов. В конференции приняли участие молодые научные сотрудники и аспиранты академических институтов, Государственных научных центров, а также студенты Высших учебных заведений России. Сборник предназначен для научных работников, специалистов, аспирантов, работающих в области наук о материалах, а также может быть полезен студентам старших курсов Высших учебных заведений.

Материалы опубликованы в авторской редакции.

Сборник материалов доступен на сайте www.m.imetran.ru

Проведение конференции поддержано фондом РФФИ (грант 17-38-10303 мол_г).

Организаторы конференции:

Федеральное агентство научных организаций,
Российская академия наук,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук,
ФНМ МГУ им. М.В. Ломоносова,
Совет молодых ученых РАН,
Совет молодых ученых ИМЕТ РАН

ПОЛУЧЕНИЕ БИОМАТЕРИАЛА ТI-Nb-Ta ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ ТИПА «СТЕНТ»

Конушкин С.В.

Россия, ИМЕТ РАН, venev.55@mail.ru

Сплавы медицинского назначения должны отвечать требованиям биомеханической и биохимической совместимости с организмом человека. Например, материал ножек бедренных компонентов эндопротеза тазобедренного сустава должен обладать модулем Юнга 10-40 ГПа, проявлять эффект сверхупругости более 0,5 %, $\sigma_b \geq 800$ МПа, $\sigma_{0,2} \geq 500$ МПа, $\delta \geq 8\%$, $\sigma_{-1} \geq 400$ МПа, содержать только биосовместимые составляющие, разрешенные к медицинскому применению, и обладать высокими антикоррозийными свойствами в средах организма.

Активно используемым материалом для медицинских имплантов (в том числе типа «стент») является никелид титана (нитинол, Ti-Ni). Он обладает эффектами памяти формы и сверхупругости, что значительно повышает его биомеханическую совместимость, но он содержит канцерогенный никель, ионы которого могут попасть в организм при повреждении защитной оксидной пленки и вызвать аллергическую реакцию. Также важно, что нитинол является химическим соединением; это влечет за собой резкую зависимость его свойств от состава, который, как правило, не может быть гарантирован точнее 0,2 %.

В настоящее время ведутся работы по созданию и использованию в медицине сплавов с памятью формы на основе титана без никеля, проявляющих эффект сверхупругости. Одним из направлений по улучшению биосовместимости медицинских имплантов является создание материалов на основе твердых растворов систем Ti-Nb-Ta. Очень важно, что они состоят только из биосовместимых, разрешенных к медицинскому применению компонентов и в то же время могут проявлять эффект псевдоупругости за счет реализации обратимого мартенситного превращения с ресурсом полностью обратимой деформации около 3%.

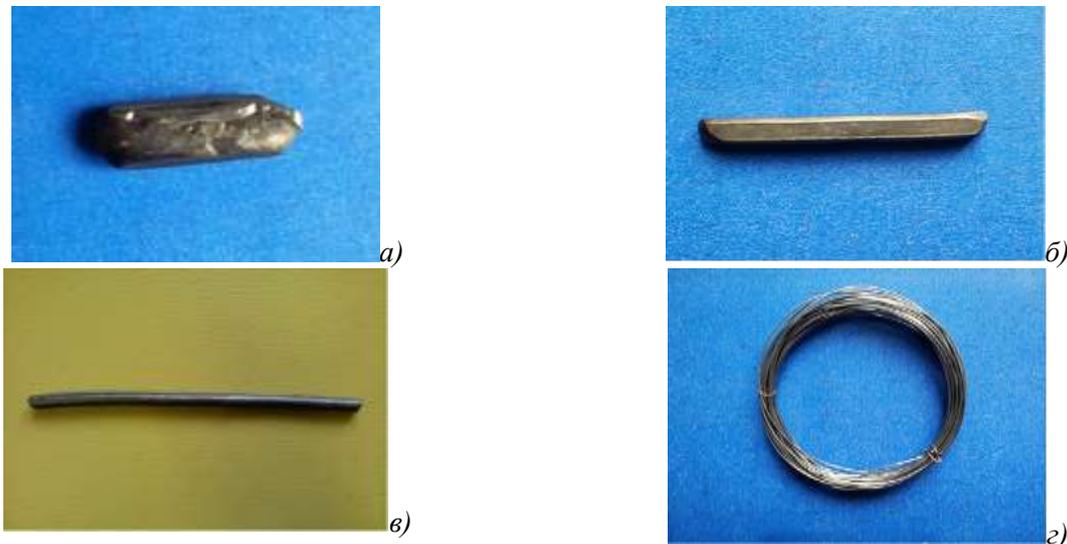


Рис.1. а – слиток после первой прокатки в калибрах; б – заготовка после прокатки в калибрах; в - пруток после ротационной ковки; г - проволока после волочения.

Для отработки технологии получения проволоки для стентов было выбрано несколько составов сплава Ti-Nb-Ta: Ti-22Nb-6Ta, Ti-25Nb-25Ta, Ti-23Nb-13Ta.

Исходными материалами были йодидный титан, тантал и ниобий высокой чистоты.

Методом пятикратного электродугового переплава с нерасходуемым электродом в атмосфере аргона были получены слитки данных сплавов массой 60 грамм. После выплавки слитки были подвергнуты гомогенизационному отжигу в течении 12 часов при температуре 600°C в вакууме 10^{-5} мм. рт. ст.

После гомогенизационного отжига слитки прокатывали в ручьях до размеров 10×10 мм при комнатной температуре. Далее заготовку подвергали ротационной ковке до диаметра 1,8 мм при комнатной температуре. Далее заготовку волочили до диаметра 0,28 мм при температуре 150-200°C.

Фильеры подогрелись до 400°C. В качестве смазки использовался аквадаг. При накоплении деформации в 50-70% заготовку подвергали последеформационному отжигу при температуре 600°C в течении 30 минут в вакууме 10^{-5} мм. рт. ст.

На рисунке 1 (а-г) представлена заготовка на различных этапах изготовления.

Таким образом, в результате была отработана технология и получена проволока из сплавов системы Ti-Nb-Ta.

Работа выполнена при поддержке гранта «УМНИК-16-10» по договору №11016ГУ/2016 от 13.02.2017.

Автор выражает благодарность за помощь в проведении экспериментов и обсуждении полученных результатов д.т.н., чл.-корр. РАН А.Г. Колмакову и к.т.н. М.А. Севостьянову.

Список литературы

1. Жукова Ю. С., Филонов М. Р., Прокошкин С. Д. Новые биосовместимые сверхупругие титановые сплавы для изготовления медицинских имплантов // Нанотехнологии и охрана здоровья, Том IV, № 2 (11) – 2012, с. 10-15.

2. Ю.С. Жукова Достоинства и перспективы наноструктурирования сплавов Ti-Nb-Ta медицинского назначения // Сборник научных трудов Всероссийской научной школы для молодежи «Образование в сфере нанотехнологий: современные подходы и перспективы» (4-9.10.2010, Москва, НИТУ "МИСиС"), с. 177-178.

3. В.А. Шереметьев, С.М. Дубинский, Ю.С. Жукова, В. Браиловский, М.И. Петржик, С.Д. Прокошкин, Ю.А. Пустов, М.Р. Филонов. Исследование механических и электрохимических характеристик термомеханически обработанных сверхупругих сплавов Ti-Nb-(Ta,Zr). Металловедение и термическая обработка металлов, 2013, № 2, с. 43-52.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СПЛАВА Ti-Zr-Nb

Кудряшова А.А.

*Россия, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
nastya.cudriaschova@yandex.ru*

Безникелевые титановые сплавы с памятью формы на основе системы Ti-Zr с добавлением Nb и Ta обладают уникальным нелинейным сверхупругим поведением, близким к поведению тканей человеческого тела. Благодаря этому уникальному механическому поведению и низкому значению модуля Юнга, близкому к плотной костной ткани, в этих сплавах достигается высокий уровень биомеханической совместимости, что делает их наиболее перспективными материалами для костных имплантатов, функционирующих под нагрузкой.

Термомеханическая обработка (ТМО) эффективна для управления структурой и функциональными свойствами титановых сплавов с памятью формы. Применение одного из методов ТМО – радиально-сдвиговой прокатки (РСП), делает возможным получение прутковых заготовок круглого сечения, востребованных при изготовлении костных имплантатов. Более того, методом РСП обеспечивается формирование уникального структурного строения металла путем глубокой проработки его структуры в длинномерных объемах.

Сплав Ti-18Zr-14Nb (ат.%) был подвергнут многостадийной ТМО, включающей: РСП ($\epsilon=49\%$) при температуре 900 °С, холодную деформацию прокаткой ($\epsilon=25\%$) и последеформационный отжиг при температурах 450-900 °С. Структуру и фазовый анализ сплава до и после ТМО изучали методами световой микроскопии и рентгеноструктурного анализа.

В результате исследования методом световой микроскопии, было выявлено неоднородность структуры слитка по сечению после РСП. В поверхностном слое слитка наблюдалась смесь мелкозернистой рекристаллизованной и крупнозернистой полигонизованной структуры β -фазы; во внутреннем слое структура крупнозернистая, частично полигонизованная. Для последующей ТМО была выбрана внутренняя часть заготовки.