Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций
21 - 25 сентября 2015 г.
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Томск – 2015

СПЛАВЫ Ti-Nb, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕЛЯТИВИСТСКОГО ЭЛЕКТРОННОГО ЛУЧА

Глухов И.А.[1], Ерошенко А.Ю.[1], Шаркеев Ю.П.[1,2],
Ковалевская Ж.Г.[1,2], Голковский М.Г.[3], Батаев В.А.[4],
Фортуна С.В.[1], Майрамбекова А.М.[5], Химич М.А.[5]
[1]*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,*
[2]*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия,*
[3]*Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера, Новосибирск, Россия,*
[4]*Новосибирский государственный технический университет, Россия,*
[5]*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия*
gia@ispms.tsc.ru

Применение низкомодульных β-сплавов, в частности, сплавов системы Ti-Nb, для медицинских приложений является перспективным направлением. Сплавы данной системы при определенной концентрации ниобия имеют достаточно низкий модуль упругости (до 55 ГПа, [1]), сопоставимый с модулем упругости кортикальной (плотной) костной ткани [2]. Известен ряд методов получения сплавов системы Ti-Nb. К ним относятся электродуговая плавка в металлургических печах с расходуемым или нерасходуемым электродом, методы порошковой металлургии, в том числе компактирование и спекание порошков, а также электронно-лучевая плавка. Получение сплавов системы Ti-Nb возможно также осуществлять и в воздушной атмосфере методом порошковой металлургии, используя как источник энергии для нагрева релятивистский электронный луч.

В работе рассмотрен высокоэнергетический метод порошковой металлургии с применением релятивистского электронного луча для получения на поверхности титановой подложки сплава Ti-Nb [3]. В качестве источника энергии использовался выпущенный в атмосферу релятивистский электронный пучок с энергией электронов 1,4 МэВ. Пучок генерировался промышленным ускорителем электронов ЭЛВ-6, серийно выпускающимся Институтом ядерной физики СО РАН им. Г.И. Будкера, г. Новосибирск. Релятивистский электронный пучок пронизывает достаточно толстый слой материла с выделением энергии, достаточной для его плавления с высокой скоростью. Для реализации метода пластины из титана марки ВТ1-0 размерами 50x100 или 50x50 мм^2 и толщиной 8, 10 или 12 мм с предварительно нанесенным слоем порошковой смеси, состоящий из смеси наплавочного материала и флюса, перемещались под электронным пучком, который сканировали в направлении, перпендикулярном перемещению образца. В шихте в качестве флюса использовалась смесь фтористых солей: CaF_2 и LiF, а для наплавки – смесь порошков Nb и Ti. Параметры шихты (соотношение порошков флюса к порошкам сплава, соотношение порошков флюса между собой, соотношение порошков сплава между собой) варьировали для получения

сплавов различного элементного состава и для определения оптимального режима процесса наплавки. Для получения наплавленных слоев толщиной до 4 мм и более на титановой подложке применяли многократную наплавку. Исследовали образцы титана после 1-й, 2-х, 3-х, 4-х и 5-ти последовательных наплавок. Также анализировали зависимость состава полученных сплавов от состава шихты.

Установлено, что для первых наплавок, элементный состав наплавленного слоя хорошо коррелирует с расчетными данными. Концентрация ниобия в наплавленном слое определяется составом наплавочного материала и составом материала, на который выполняется наплавка. Она может составлять от единиц до десятков атомных процентов ниобия. В наплавленном слое в зависимости от концентрации ниобия идентифицируются мартенситные фазы α′, α′′, ω – фаза и β – фаза. Объемная доля фаз и их морфология определяется концентрацией ниобия в титане. Для всех образцов в структуре можно выделить три зоны. Первая зона соответствует наплавленному сплаву. Для образцов после нескольких наплавок в наплавленной зоне четко различаются подслои, число которых соотноситься с количеством проходов электронного пучка. Вторая зона является переходной. Это зона термического влияния. Далее располагается основной металл подложки. После однократной наплавки толщина наплавленного слоя независимо от состава шихты находится на одном уровне для всех исследуемых образцов. Максимальная концентрация ниобия в сплаве, которую удалось получить, используя данный метод, составила 73 ат.%. Толщина получаемого сплава титан-ниобий на поверхности титана зависит от количества наплавок и при пяти проходах составила 4 мм.

Работа выполнена в рамках проекта Российского научного фонда, проект №15-19-00191.

Литература:

1. Structure property relationship of cast Ti-Nb alloys. C.M. Lee, C.P. Ju, J.H. Chern lin. Journal of Oral Rehabilitation, 2002, №29, p.p.314-322.
2. Фигурска М. Структура компактной костной ткани // Российский журнал биомеханики. 2007. Т.11. №3. С. 28–38.
3. Golkovsky M.G., Zhuravina T.V., Bataev I.A., Bataev A.A., Veselov S.V., Bataev. V.A., Prikhodko E.A. Cladding of Tantalum and Niobium on Ti-tanium by Electron Beam, Injected in Atmosphere // Advanced Materials Research.- Vols. 314-316 (2011), pp. 23-27.