

УДК 53.084.823

ПОЛУЧЕНИЕ БИОМАТЕРИАЛА Ti-Nb-Ta ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Сергей Викторович Конушкин

Студент 5 курса

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.Г. Колмаков,

доктор технических наук, зам. директора ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН по научной работе

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.

Сплавы на основе титана нашли широкое применение в качестве материалов для медицинских изделий благодаря уникальному сочетанию свойств: высокой прочности, малой плотности, высокой коррозионной стойкости, хорошей биосовместимости, благодаря образованию на поверхности прочной защитной биоинертной пленки из диоксида титана. Однако по своим механическим свойствам титан плохо совместим с костной тканью, так как имеет более высокий модуль Юнга (105 ГПа). В результате, в процессе эксплуатации в системе «кость – имплант» большая часть нагрузки приходится на титановый имплант, из-за чего костная ткань не подвергается достаточному воздействию механических напряжений, что приводит к постепенной резорбции кости и ослаблению фиксации импланта.

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 свойство 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%.

Таким образом, для обоснования возможности замены уже применяемых материалов, нужно:

- 1) Рассмотреть возможность получения однородных слитков сплава Ti-Nb-Ta различных составов большой массы (от 5 кг);
- 2) Исследовать структуру, фазовый состав и механические свойства полученных материалов;
- 3) Исследовать химический состав поверхностного слоя сплавов, оказывающего непосредственное влияние на биосовместимость материала;
- 4) Исследовать коррозионно-электрохимическое поведение сплавов в условиях, имитирующих условия эксплуатации имплантов, в том числе под действием циклических нагрузок;
- 5) Провести медико-биологические испытания сплавов *in vitro* и *in vivo*.

Литература

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.