

УДК 546

РАЗРАБОТКА БИОСОВМЕСТИМОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО НИКЕЛИДА ТИТАНА С ПОВЕРХНОСТНЫМ СЛОЕМ ИЗ ТИТАНА

Мария Андреевна Сударчикова

Студент 4 курса

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.Г. Колмаков,

доктор технических наук, заместитель директора ИМЕТ РАН

В медицине металлы и сплавы играют важную роль в качестве имплантируемых материалов. С появлением никелида титана (TiNi), который обладает высокими физико-механическими свойствами (эффектом памяти формы, соблюдением закона запаздывания и сверхэластичностью), появилась возможность разработать имплантаты, практически для всех областей медицины.

Сплав из никелида титана выбран как наиболее эффективный материал благодаря четко выраженному эффекту памяти формы, механическим свойствам, которые максимально приближают к тканям организма, для изготовления медицинских изделий типа «стент», которые применяются в области малоинвазивной хирургии. При этом наноструктурирование материала позволяет улучшить механические и геометрические характеристики производимого из него изделия.

Однако недостатком материала является наличие в объеме и на поверхности сплава ионов никеля, токсичного для организма (вызывающего аллергические реакции, оказывает канцерогенное и мутагенное воздействие, повреждение ДНК, РНК, возникновение кислородных радикалов и так далее), контактирующего с физиологическими тканями и жидкостями. Более того, протекание коррозионного процесса в агрессивных (в т.ч. биологических) средах может приводить к нарушению функционирования изделий из никелида титана как в результате разрушения, так и ухудшения физико-механических характеристик из-за изменения химического состава поверхности.

В связи с этим возникает необходимость в создании композиционного материала на основе никелида титана с поверхностным слоем, обладающим высокой коррозионной стойкостью, препятствующим контакту никеля с окружающей средой и, желательно, обеспечивающим повышение комплекса физико-механических характеристик. В качестве такого барьера может быть выбран титан, так как он обладает высокой биологической совместимостью, стойкостью к воздействию коррозионных сред, а также гальваническим подобием никелиду титана, схожим коэффициентом теплового расширения.

Целью данной работы является создание новых слоистых биосовместимых композиционных материалов на основе наноструктурированного сплава NiTi с эффектом памяти формы и сверхэластичностью и поверхностным слоем из титана для изделий

медицинского назначения типа "стент" со значительно повышенным комплексом эксплуатационных характеристик.

Формирование одномерных композитов «подложка – поверхностный слой» проводилось на высоковакуумной многофункциональной системе напыления с использованием метода магнетронного распыления. Процесс проводился в вакуумированной камере из нержавеющей стали. Сама установка оснащена турбомолекулярным и форвакуумным насосами, ионным источником, который способен очищать, протравливать подложки и выполнять ионное ассистирование при осаждении вещества на подложку.

Оптимальные технологические условия для формирования биосовместимых композиционных материалов: 30 мин напыления на участок поверхности, дистанция напыления 15 см, мощность распыления 70% от максимально возможной. Согласно микродифракционной картине, энергодисперсному и рентгеноструктурному анализу объем материала представлен основой из В2-фазы TiNi и включениями интерметаллидов Ti₂Ni.

Проведенные исследования механических свойств биосовместимого композиционного материала показали, что данный метод позволяет не только получить барьер против контакта никелида титана и физиологической среды, а также способен выдерживать нагрузки при проявлении сплавом сверхэластичности, закона запаздывания и ЭПФ и обеспечивает прочную связь с объемом материала через переходные слои.

Литература

1. *Гюнтер В.Э.* и соавт. Имплантаты с памятью формы в медицине. Northampton, Massachusetts, USA: STT, 2002. – 234 с.
2. *Гюнтер В.Э., Итин В.И.* и др. Эффекты памяти формы и их применение в медицине. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1992. – С. 170-176.
3. *Гюнтер В.О., Ходоренко В.Н., Ясенчук Ю.Ф., Чекалкин Т.Л.* Никелид титана. Медицинский материал нового поколения. – Томск: Изд-во МИЦ, 2006. – 296 с.
4. *Насакина Е.А.* Разработка биосовместимых композиционных материалов на базе наноструктурированного никелида титана // Диссертация на соискание ученой степени к.т.н., 2014 Москва: Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова Российской академии наук, 170 с.
5. *Заболотный В.Т., Белоусов О.К., Палий Н.А., Гончаренко Б.А., Армадерова Е.А., Севостьянов М.А.* Материаловедческие аспекты получения, обработки и свойств никелида титана для применения в эндоваскулярной хирургии // *Металлы*, 2011. - № 3. – С.47-59.
6. *Насакина Е.О., Севостьянов М.А., Баикин А.С., Колмаков А.Г., Солнцев А.К.* Свойства наноструктурного никелида титана и композита на его основе. // *Химическая технология*, 2013. - № 1. - С. 14-23.