

## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ИМПЛАНТАТОВ С МОДИФИЦИРОВАННЫМ ПОВЕРХНОСТНЫМ СЛОЕМ ИЗ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО НИКЕЛИДА ТИТАНА

Лотков А. И.

*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*  
[lotkov@ispms.ru](mailto:lotkov@ispms.ru)

Представлены результаты исследований модификации поверхностных слоёв сплавов на основе никелида титана методами электронно-ионно-плазменных технологий с целью повышения коррозионной стойкости и биосовместимости с жидкостями и тканями живых организмов. В качестве химических элементов для модификации поверхностных слоёв этих сплавов использованы титан, молибден, тантал, кремний и другие элементы. Выполненный комплекс фундаментальных исследований по изучению взаимодействия образцов с модифицированными поверхностями указанными элементами с мезенхимальными стволовыми и эндотелиальными клетками показал высокую способность живых клеток высаживаться на этих поверхностях и эффективно размножаться. Наиболее высокую толерантность живые клетки проявили к поверхности, которая была модифицирована ионами кремния. Полученные результаты легли в основу последующих исследований и разработки технологии создания сердечно-сосудистых имплантатов: окклюдера для перекрытия ушка левого предсердия у больных с некоторыми формами сердечной аритмии и стентов для периферических сосудов у больных атеросклеротическим сужением артериальных сосудов. Разработаны дизайн и технология изготовления методом лазерной вырезки заготовок окклюдеров и стентов из капиллярных трубок (диаметр от 2,2-1,8мм) из двойных сплавов на основе никелида титана с содержанием атомов никеля от 51,6 до 51,9 ат.%, включая технологии и термомеханические обработки для задания необходимой формы изделиям на оправках. Выполнен комплекс предклинических испытаний на животных, клинических испытаний и получены разрешения Росздравнадзора для применения изделий в клинической практике. На площадях завода ООО «Ангиолайн» организовано производство отечественных окклюдеров со средством доставки к месту установки имплантата (катетером) и поставки их в кардиологические центры России. Разработки защищены патентами РФ, были представлены на ряде выставок и отмечены высокими наградами. Совместно с ООО «Ангиолайн» выполнен комплекс фундаментальных исследований закономерностей и особенностей формирования выделений фазы  $Ti_3Ni_4$  в нанокристаллических двойных сплавах на основе никелида титана, обогащённых атомами Ni относительно эквиатомного состава. Установлено, что частицы второй фазы формируются преимущественно на малоугловых границах субзёрен и не наблюдаются в объёме этих нанозёрен в отличие от образцов с крупнозернистой структурой. Сформулированы рекомендации по совершенствованию режимов термомеханической обработки имплантатов в процессе их изготовления.

*Работа выполнена по проекту государственного задания ИФПМ СО РАН (FWRW-2021-0004) и нескольких проектов ФЦП «Исследования и разработки в интересах развития научно-технологического комплекса России».*