

DOI: 10.34854/ICPAF.51.2024.1.1.183

УСТАНОВКА "МИКРОМЕД" ОСАЖДЕНИЯ ТОНКОПЛЁНОЧНЫХ БИОСОВМЕСТИМЫХ ПОКРЫТИЙ НА ЭНДОКАРДИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ

Обрезков О.И., Рукина Ю.И., Шевчук С.Л., Мартыненко Ю.В., Мисников В.Е., Шутьев О.Л., Ильинский Д.И.

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва, Россия

Технологическая установка «Микромед» предназначена для обработки в вакууме групп деталей с целью нанесения на их рабочие поверхности биосовместимых покрытий, обладающих специальными функциональными свойствами, достаточными для надежной работы этих деталей в составе имплантируемых в сердце человека эндокардиальных электродов электрокардиостимуляторов.

Установка «Микромед» оснащена набором электрофизических устройств. Для нанесения покрытий используется планарный магнетрон на постоянном токе и импульсный дуговой испаритель. Источник ионов с замкнутым дрейфом электронов, формирующий ленточный пучок ионов аргона, эффективно используется для очистки и активации поверхности перед осаждением функциональных слоев. Радиочастотный генератор плазмы предназначен для создания газоразрядной низкотемпературной плазмы и может использоваться как при очистке подложек, так и при магнетронном осаждении покрытий. Планетарная карусель, позволяющая наносить покрытия одновременно на 1000 кардиоэлектродов, снабжена ленточным нагревателем, датчиком температуры и возможностью подачи электрического смещения для регулирования энергии ионов, осаждаемых на покрытие. Всё это позволяет в едином вакуумном цикле проводить процессы нанесения функциональных слоев, значительно отличающихся по физико-химическим свойствам (состав, плотность, твердость, электропроводимость, оптическая прозрачность). Откачка технологической камеры осуществляется турбомолекулярным насосом до остаточного вакуума порядка 10–4 Па. Конструктивное исполнение откачной системы позволяет проводить процессы осаждения в диапазоне давления 10–2 ÷ 10 Па.

Работа, которая выполнялась в рамках совместного проекта с НИИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева, заключалась в разработке технологического процесса получения тонкопленочного биосовместимого покрытия кардиоэлектродов (БПКЭ). В ходе работы решались задачи исследования и оптимизации параметров различных технологических операций процесса осаждения многослойного покрытия на кардиоэлектроды: очистка подложек методами ионно-лучевой обработки, осаждения тонкопленочного слоя титана и нитрида титана методом магнетронного распыления мишени в инертной и химически активной среде. Изучены вольт-амперные характеристики магнетрона и ионного источника, полученные при различных потоках инертного и смеси инертного и реактивного газов в камеру, распределение магнитного поля магнитной системы магнетрона и ионно-оптической системы источника ионов, установлена зависимость морфологии и структуры тонкопленочных слоев от давления в камере, температуры и электрического смещения на подложке, что позволило оптимизировать параметры процесса послойного осаждения для формирования покрытия с заданными свойствами.

Кардиоэлектроды с покрытиями с развитой поверхностью обеспечивают наиболее эффективную стимуляцию сокращений сердечной мышцы и снижение энергопотребления батареи ЭКС вследствие большой ёмкости двойного электрического слоя (ДЭС) [1] и малого импеданса. Техническая оснащённость разработанной в НИИЦ «Курчатовский институт» технологической установки «Микромед» позволяет в широком диапазоне варьировать как номенклатуру технологических операций, так и параметры процесса осаждения тонкопленочных покрытий. Разработанный технологический процесс осаждения многослойного покрытия с функциональным пористым слоем нитрида титана на электроды кардиостимуляторов позволяет увеличить ёмкость ДЭС в 20 – 30 раз и уменьшить импеданс ДЭС в 15 – 20 раз по сравнению с образцами без покрытия.

Литература

- [1]. Н. Specht // Proceedings of the Materials and Processes for Medical Devices Conference 2006, P. 169-173.