

БИОСОВМЕСТИМЫЕ ЭЛЕКТРЕТНЫЕ ПЛЕНКИ ОКСИДА ТАНТАЛА И ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ИМПЛАНТАТОВ*И.А. Врублевский, К.В. Чернякова, С.М. Завадский, Д.А. Голосов*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, БГУИР, каф. ЭТТ, 220013, Минск, Беларусь, тел. +375 17 2938079
E-mail: szavad@bsuir.by*

Abstract. The paper discusses the prospects for the use of electret films on implants in stomatology and clinical practice. The developed technologies of ion-beam deposition and electrochemical anodization of aluminum or tantalum allows to form oxide films with the required electret parameters.

Протезирование пациентов с использованием имплантатов находит широкое применение в стоматологической и клинической практике и представляет собой результат решения сложного и взаимосвязанного комплекса биомедицинских, технических и технологических проблем [1]. Поэтому результаты научных исследований по разработке новых технологий создания имплантатов представляют большой интерес. Применяемые в настоящее время в медицине материалы для имплантатов не обладают полным комплексом физико-химических характеристик, которые обеспечивают им биосовместимость с костной тканью и высокую клиническую эффективность. Например, в стоматологии устранение явлений непереносимости акриловых пластмасс решается путем создания на их поверхности изолирующих барьерных слоев, препятствующих выделению в полость рта продуктов эрозии. Одним из решений такой задачи является нанесение на поверхность зубных протезов пленок различных материалов. Чаще всего для этой цели используются гальванические пленки благородных металлов таких, как золото, платина, палладий и серебро толщиной до 50 мкм. Однако серьезным недостатком таких пленок является то, что такие металлы не отвечают требованиям биосовместимости, а металлизированная пластмасса приводит к появлению гальванических пар в полости рта. В идеальном варианте материал пленки для покрытия имплантатов должен обладать следующими свойствами: биоинертностью к тканям организма; высокой прочностью, обеспечивающей целостность пленки при механических нагрузках, возникающих в процессе эксплуатации; химической инертностью к агрессивной среде в полости рта и применяемым стоматологическим материалам; материал пленки должен обладать диэлектрическими свойствами для исключения возможности образования гальванических пар в полости рта. Как известно, в полной мере этим требованиям удовлетворяет пленки пятиоксида тантала (Ta_2O_5) и оксида алюминия (Al_2O_3).

В последние годы большой интерес вызывает медицинское направление, основанное на использовании близкодействующих статических электрических полей для стимулирования позитивных биологических процессов в организме человека [2]. Главной отличительной особенностью практических методов, основанных на этом принципе, является то, что электрические поля создаются не с использованием электротехнических источников энергии, а электретными пленками, нанесенными на имплантаты для применения в медицине. В организме человека, электретная пленка своим полем оказывает дозированное локальное воздействие на поврежденный орган, способствуя его лечению в оптимальных биофизических условиях. В основе этого процесса лежит эффект, состоящий в том, что внешнее близкодействующее электрическое поле определенной величины и знака, действуя на клеточном уровне, является катализатором появления здоровых новообразований в живых тканях. Результаты последних исследований позволяют предположить, что каждая кость обладает собственным распределением электростатического потенциала по длине и в поперечном сечении. В случае серьезной травмы, например, перелома кости, характер распределения электрического поля существенно изменяется. На этой основе

возникла гипотеза о том, что, если электрические поля, создаваемые костью, реагируют на ее структурные изменения, то возможно и обратное - изменение структуры кости под влиянием внешних электрических полей близкого действия. Таким образом, большой научный и практический интерес вызывает возможность создания на поверхности имплантата заданного электрического потенциала, создающего условия для нормализации ионно-электролитного состава в тканях окружающих имплантат.

Перспективным является применение пленок электретного типа оксида тантала (Ta_2O_5) или оксида алюминия (Al_2O_3), например, на титановых имплантатах в стоматологии. Электретные пленки, сформированные на титановом имплантате, могут оказывать стимулирующее действие на рост и развитие остеогенных стромальных клеток. Кроме того, электретная пленка Ta_2O_5 или Al_2O_3 позволяет изолировать дентальный имплантат от тканей организма. Как результат, имплантаты, покрытые электретными пленками, создают электрическое поле близкого действия, которое может стимулировать процессы восстановления костной ткани, приводить к значительному сокращению времени реабилитации после переломов и позволять быстрее и эффективно осуществлять процесс лечения артрозов суставов. В свою очередь, применение электретных имплантатов в стоматологии может сократить время остеоинтеграции и значительно уменьшить возникновение неприживаемости.

На основе проведенных исследований мы можем предложить комплекс принципиально новых технологий получения био- и химически инертных, обладающих заданными электретными свойствами, высокой адгезией пленок пятиоксида тантала или оксида алюминия на поверхности медицинских имплантатов различного назначения. Разработанные технологии ионно-лучевого осаждения и обработки, и электрохимического анодирования пленок алюминия или тантала позволяет формировать оксидные пленки с требуемыми электретными параметрами [3-5]. Это - способность создавать в течение длительного времени в непосредственной близости от своей поверхности квазистатическое электрическое поле.

Отличительной особенностью разработанных технологий является возможность обеспечения и управляемого регулирования электретных свойств пленок непосредственно в ходе технологического процесса. При этом удается получать покрытия с эффективной поверхностной плотностью электретного заряда более $4 \cdot 10^{-4}$ Кл/м², практически не изменяющие свои свойства во времени. В качестве материалов имплантатов для нанесения пленок возможно использование не только металлов, сплавов, керамик, но и термопластичных пластмасс с температурой плавления до 100° С. Таким образом, применение электретных пленок из оксида тантала Ta_2O_5 или оксида алюминия Al_2O_3 может значительно повысить клиническую эффективность имплантатов, а также за счет сокращения сроков и стоимости лечения артрозов суставов и переломов снизить потери от временной нетрудоспособности пациентов.

Литература

1. **Хирургическая** стоматология и челюстно-лицевая хирургия: нац. рук / А.А. Кулакова [и др.]; под ред. А.А. Кулакова, Т.Г. Робустовой, А.И. Неробеева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 298 с.
2. **Изучение** адгезии микрофлоры полости рта к электретной поверхности дентальных имплантатов/ С.Ю. Иванов [и др.]. – Стоматолог, №5, 2005. – С. 45-49.
3. **Embedded** space charge in porous alumina films formed in phosphoric acid / I. Vrublevsky [et al]. – Electrochim. Acta, 53, 2007. – P. 300.
4. Ионно-плазменная система для нанесения многослойных структур методом реактивного ионно-лучевого и магнетронного распыления / Д.А. Голосов [и др.]. – Вакуумная техника и технология, Т.20, №4, 2010. – С. 227-234.
5. Интегрированные технологии микро- и наноструктурированных слоев / А.П. Достанко [и др.]; под ред. А.П. Достанко, В.Л. Ланина. – Минск: Беспринт, 2013. – 189 с