

УДК 621.794.61

DOI: 10.17223/00213411/64/8/50

*В.В. ЧЕБОДАЕВА, М.Б. СЕДЕЛЬНИКОВА, О.В. БАКИНА, Ю.П. ШАРКЕЕВ***ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФИЗИЧЕСКИХ И АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ КАЛЬЦИЙФОСФАТНЫХ БИОПОКРЫТИЙ В ПРОЦЕССЕ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ ПРИ УЧАСТИИ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ЧАСТИЦ Fe–Cu ***

Предложен способ модификации кальцийфосфатных покрытий, сформированных методом микродугового оксидирования путем добавления в электролит нанокomпозитных бикомпонентных частиц Fe–Cu. Изучено влияние модификации наночастицами Fe–Cu на морфологические, структурные и механические характеристики кальцийфосфатных покрытий на титане. Установлено, что наиболее высокой адгезионной прочностью (33 МПа) обладают покрытия толщиной 42–50 мкм, сформированные при напряжении процесса микродугового оксидирования 200 В в электролите с добавлением наночастиц Fe–Cu. Данные покрытия характеризуются шероховатостью по R_a равной 3.3 мкм, поверхностной пористостью 21% и более высоким, по сравнению с немодифицированным покрытием, содержанием кальция.

Ключевые слова: микродуговое оксидирование, кальцийфосфатное покрытие, нанокomпозитные частицы, адгезионная прочность.

Введение

Создание композиционных материалов для медицины на основе биоактивных и антибактериальных компонентов является одним из перспективных направлений современного материаловедения [1, 2]. Костные имплантаты, предназначенные для лечения поврежденных костей, изготавливают из материалов, обеспечивающих фиксацию в течение 12–18 мес. и способных выдерживать значительные нагрузки. Несмотря на появление новых материалов и сплавов, наилучшим решением на сегодняшний день является применение титана и сплавов на его основе, которые, по данным US Industry Study [3], являются наиболее перспективными для создания имплантатов в силу биосовместимости, коррозионной стойкости и основных механических свойств [1].

Чтобы усилить взаимодействие между имплантатом и костной тканью и повысить остеоинтеграцию, многие исследователи [1, 4–6] модифицируют поверхность металлических имплантатов покрытиями на основе гидроксиапатита (ГА). Такие покрытия близки к минеральному составу костей и являются привлекательным материалом для регенерации. Следует отметить, что для прорастания костной ткани внутрь композитного материала и ускорения биорезорбции необходимо создание поровой структуры. Перспективным методом для нанесения кальцийфосфатных (КФ) покрытий на металлические имплантаты из биоинертных сплавов является метод микродугового оксидирования (МДО) [1, 4–7], позволяющий создавать покрытия с пористой структурой и развитой морфологией поверхности, а также вводить в покрытие модифицирующие добавки. Однако ввиду высокой пористости, которая благоприятно сказывается на адгезии как клеток, так и бактерий, имплантаты с такими покрытиями могут быть инфицированы. По данным Stevens Institute of Technology (Нобокен, NJ), при применении имплантатов среди основных осложнений инфекции составляют более 15% [8]. Введение в пористое покрытие таких наночастиц, как Fe–Cu, ZnO, AlO(OH), позволит придать антибактериальный эффект имплантату с помощью локального высвобождения антибактериальных агентов [8–10]. Существенно новым является развитие подходов применения бикомпонентных нанокomпозитных наночастиц и кальцийфосфатной керамики для обеспечения необходимыми свойствами медицинского изделия. Результаты исследований, проведенных ранее, показывают, что антибактериальный эффект для бикомпонентных наночастиц значительно выше, чем для чистых металлов или их смесей [9].

Ионы Fe^{2+} являются важным составляющим группы ферментов, катализирующих различные физиологические процессы, такие, как связывание кислорода, синтез ДНК и перенос электронов в дыхательной цепи [9, 10]. Использование в микродозах меди в покрытии позволяет в течение продолжительного времени создавать направленное антимикробное действие и минимизировать опасность развития патогенной микрофлоры [11].

* Работа выполнена в рамках госзадания ИФПМ СО РАН, номер FWRW-2021-0007. Исследования выполнены на экспериментальном оборудовании ЦКП «Нанотех» ИФПМ СО РАН.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>