ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/197

ФОРМИРОВАНИЕ И СВОЙСТВА КАЛЬЦИЙФОСФАТНЫХ МИКРОДУГОВЫХ ПОКРЫТИЙ С НАНОЧАСТИЦАМИ АЮОН

¹Чебодаева В.В., ²Седельникова М.Б., ³Гнеденков С.В., ³Синебрюхов С.Л., ^{1,2}Шаркеев Ю.П.

¹*НИИ Томский политехнический университет, Томск, Россия*

²*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия*

³*Институт химии ДВО РАН, Владивосток, Россия*

В современной медицине широко применяются биокomпозиты для замены поврежденных тканей на основе металлических, керамических или полимерных материалов. Однако, для внутренней фиксации поврежденных костей и трещин целесообразно использовать имплантаты на основе биоинертных сплавов. Несмотря на большое количество доступных металлов и сплавов, имеющих в промышленности, только некоторые из них могут соответствовать требованиям для использования в качестве материалов для имплантатов. Одним из наиболее применяемых материалов является титан и его сплавы. Известно, что при взаимодействии имплантата с биологическими тканями и жидкостями коррозионные процессы становятся одной из важнейших проблем, поскольку среда организма проявляет высокую коррозионную активность. Функционализация поверхности имплантируемых материалов представляет особый интерес. Формирование биопокровов на металлах, используемых в качестве костных имплантатов, является лучшим решением для повышения коррозионной стойкости, а также интенсификации процессов остеоинтеграции биосовместимых металлов и сплавов. Кальцийфосфатные покрытия, сформированные методом микродугового оксидирования (МДО), обладают пористой структурой и развитой морфологией поверхности, что позволяет осаждать на поверхности покрытия модифицирующие добавки [1,2]. Введение наноразмерных частиц оксигидроксида алюминия (бемита) в КФ покрытие может способствовать улучшению коррозионной стойкости. Многочисленные работы подтверждают, что бемит благодаря своим свойствам используется для получения абразивных и шлифовальных паст, а также успешно применяется для создания повязок с антибактериальным и ранозаживляющим действием [1,3,4]. Применение наноразмерного бемита в создании различных покрытий повышает твердость, вязкость разрушения и коррозионную стойкость покрытия [3,4]. Целью работы было формирование кальцийфосфатных покрытий с наночастицами бемита и исследование свойств данных покрытий.

В экспериментах использовали подложки размерами 10×10×1 мм³ из технически чистого титана марки ВТ1-0. КФ покрытие формировали методом МДО на установке «MicroArc-3.0» в электролите на основе водного раствора ортофосфорной кислоты, карбоната кальция и гидроксиапатита [5]. Морфологию поверхности КФ покрытий исследовали методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) на микроскопе «LEO EVO-50» (ЦКП Нанотех, Томск). Коррозионную стойкость определяли методом импедансной спектроскопии на модульной системе VersaSTAT MC (VMC-4) в растворе Рингера при температуре 310 К (Институт Химии ДВО РАН, Владивосток). Наночастицы бемита осаждали на готовые КФ покрытия в результате реакции гидролиза с предварительной ультразвуковой (УЗ) обработкой порошка алюмонитридной композиции AlN для его диспергирования. Длительность предварительной УЗ обработки составила 60 мин [5].

Исследование морфологии поверхности КФ покрытий методом РЭМ показало, что поверхность покрытий состоит из сфероидальных элементов и имеет пористую структуру. Образованные в результате реакции гидролиза наночастицы бемита обнаружены на поверхности КФ покрытий в виде агломератов, расположенных в пространстве между сферами, а также внутри пор.

В работе было исследовано влияние наночастиц бемита, осажденных на поверхность покрытий на их коррозионные свойства.

Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

Рис. 1. а – РЭМ-изображения КФ покрытий с наночастицами бемита; б – поляризационные кривые для КФ покрытий: 1 – с наночастицами бемита, 2 – без наночастиц бемита.

На рисунке 1б приведены поляризационные кривые, полученные в искусственном физиологическом растворе Рингера, для КФ покрытий. Потенциал коррозии КФ покрытий увеличивается от 0,12 В до 0,24 В после их модифицирования наночастицами бемита. Значение тока свободной коррозии, рассчитанное для образца с КФ покрытием без модифицирования составило $I_k = 2,5 \cdot 10^{-9}$ А/см². Ток коррозии КФ покрытия, модифицированного с помощью наночастиц бемита, уменьшается до $I_k = 1,01 \cdot 10^{-9}$ А/см² (рис.1б).

Таким образом, методом МДО на титановых образцах были получены КФ пористые покрытия с последующим модифицированием с помощью наночастиц бемита. Исследования коррозионных характеристик показали, что введение наночастиц бемита способствует улучшению коррозионных свойств КФ покрытий.

Литература

1. Пат. RU 2424825 С2 Гелеобразное покрытие из эластичного пенополиуретана для закрытия ран различной этиологии // Литинский М. А., Куранов А. А., Мальков А. В., Афонин А. В., заявл. 02.07.2009г., опубли. 10.01.2011г.
2. Sedelnikova M.B., Sharkeev Yu.P., Komarova E.G., Khlusov I.A., Chebodaeva V.V., Structure and properties of the wollastonite-calcium phosphate coatings deposited on titanium and titanium-niobium alloy using microarc oxidation method // Surface & Coating Technology. 2016. V. 307. P. 1274–1283.
3. Мазалов, Ю.А. Результаты исследования применения наноструктурного бемита в различных областях [Электронный ресурс] // Ю.А. Мазалов, Л.В. Судник, А.В. Федотов, А.В. Берш, А.О. Новожилов. – Режим доступа <http://www.rusnor.org/nanoworld/pro/7427.htm>.
4. Noraiham Mohamad, Andanastuti Muchtar, Mariyam Jameelah, Ghazali Dahlan, Hj. Mohd, Che Husna Azhari. The Effect of Filler on Epoxidised Natural Rubber-Alumina Nanoparticles Composites // European Journal of Scientific Research. 2008. Vol.24. No.4. P.538–547.
5. Chebodaeva M. Sedelnikova K. Golohvast, A. Zaharenko, Yu. Sharkeev Formation of a Surface Charged Microarc Coatings Modified by Boehmite Nanoparticles // Key Engineering Materials. 2018. Vol.769. P. 35–41.