

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Чебодаевой Валентины Вадимовны «Модификация структуры и зарядового состояния микродуговых кальцийфосфатных покрытий введением наночастиц  $\text{AlO}(\text{OH})$  и  $\text{ZnO}$  для улучшения функциональных свойств», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния.

Чебодаева Валентина Вадимовна 1991 г. рождения, в 2015 г. окончила магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению подготовки 16.04.01 - техническая физика с отличием. В период подготовки диссертации соискатель Чебодаева В. В. обучалась в очной аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (с 1 октября 2015 г. по 19 июня 2019 г.) по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия по специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния. Работала в периоды 1.03.2016-15.12.2016 г., 1.03.2017-15.12.2017 г. и 16.09.2018- 15.12.2018 г. в должности инженера лаборатории физики наноструктурных биокomпозитов (ЛФНБ) ИФПМ СО РАН и с 30.12.2018 г. по настоящее время - в должности младшего научного сотрудника лаборатории нанобиоинженерии ИФПМ СО РАН.

Диссертация В.В. Чебодаевой посвящена выявлению закономерностей влияния заряженных наночастиц оксигидроксида алюминия и оксида цинка, введенных в микродуговые кальцийфосфатные покрытия, на их функциональные свойства, в том числе электрические свойства. Выявлено, что положительно заряженные наночастицы изменяют величину дзета-потенциала покрытий путем компенсации исходного отрицательного заряда покрытий.

Данные результаты имеют существенное значение для решения актуальной задачи создания биопокрывтий с высокими биоактивными свойствами за счет изменения их зарядового состояния. Научная новизна работы заключается в следующем.

1. Впервые получены пористые микродуговые кальцийфосфатные покрытия на подложках из чистого титана с введенными заряженными наночастицами  $\text{AlO}(\text{OH})$  и  $\text{ZnO}$ , позволяющими изменять зарядовое состояние их поверхности.

2. Показано, что введение заряженных наночастиц в покрытие приводит к изменению их зарядового состояния и электрического потенциала из-за частичной компенсации исходного отрицательного заряда положительно заряженными наночастицами  $\text{AlO}(\text{OH})$  и  $\text{ZnO}$ .

3. Установлено, что основной составляющей энергии поверхности КФ покрытий с наночастицами  $\text{AlO}(\text{OH})$  является полярная компонента, отвечающая за

полярные химические связи. В тоже время основной вклад в энергию поверхности КФ покрытия с наночастицами оксида цинка вносит дисперсионная компонента, отвечающая за Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия. Различие связано с морфологией и зарядовым состоянием наночастиц оксигидроксида алюминия и оксида цинка.

4. Установлено, что кальцийфосфатные покрытия, модифицированные наночастицами оксигидроксида алюминия, повышают пролиферацию фибробластов L929, покрытия с наночастицами оксида цинка - понижают. В то же время покрытия с наночастицами ZnO обладают более высокими антибактериальными свойствами по сравнению с немодифицированными покрытиями и с покрытиями с наночастицами AlO(OH), проявляющими меньший антибактериальный эффект.

Основные результаты работы опубликованы в восьми работах, из них четыре статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, и четыре статьи в журналах, включенных в библиографические базы данных цитирования Scopus Web of Science и Scopus, имеется один патент. Данные работы подтверждают высокий уровень проведенных исследований и полученных экспериментальных данных.

Результаты, полученные в ходе работы соискателя, многократно докладывались на всероссийских и международных научных конференциях, школах и семинарах, в том числе, на Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук» (г. Томск, 2015 и 2016), Всероссийской молодежной научной конференция «Новые материалы и технологии: состояние вопроса и перспективы развития» (г. Саратов, 2014), Международной конференции «Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций» (г. Томск, 2015, 2018, 2019), Международной конференции «Nanoparticles, Nanostructured Coatings and Microcontainers: Technology, Properties, Applications» (г. Томск, 2016), Международной конференции "Physics of cancer: interdisciplinary problems and clinical applications" (Томск, 2017), Международной конференция "Gas Discharge Plasmas and their Applications" (г. Томск, 2019), Всероссийской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых (г. Симферополь, 2019), Международной научной конференции «Полифункциональные химические материалы и технологии» (г. Томск 2019) и др.

Достоверность результатов, полученных в диссертационной работе, обеспечивается использованием современных методов экспериментальных исследований на сертифицированном оборудовании, их физической обоснованностью и согласованностью с данными, приведенными в литературных источниках.

Работа выполнена в рамках госбюджетных проектов РАН и СО РАН № 5ФНМ-45 (2012–2014 гг.), № III.23.2.5 (2013–2020); проекта ФЦП, соглашение №8036 (2012–2013 гг.); проектов РФФИ № 12-03-00903-а (2012–2014 гг.), № 15-03-

