

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Пономарева Виктора Андреевича на тему «Разработка биоактивных и бактерицидных покрытий, легированных функциональными элементами (Са, Р, В) и декорированных наночастицами Pt, Fe, Ag и Zn», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Диссертация Пономарева В.А. актуальна, поскольку посвящена решению важной научно-практической задачи, направленной на разработку новых составов покрытий, обеспечивающих антибактериальный и противогрибковый эффект за счет выхода бактерицидных ионов, генерации активных форм кислорода, микрогальванического эффекта, или их комбинации, с улучшенными биоактивными характеристиками за счет легирования функциональными элементами.

Актуальность работы подтверждается ее выполнением в соответствии:

1. Программа повышения конкурентоспособности НИТУ «МИСиС» среди ведущих мировых научно-образовательных центров исследований для проведения научного исследования по направлению «Разработка перспективных функциональных неорганических материалов и покрытий с участием ведущих учёных». Грант № К2-2020– 004.
2. Грант Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) №19–38– 90249 от 23.08.2019 в рамках конкурсе «на лучшие проекты фундаментальных научных исследований, выполняемые молодыми учеными, обучающимися в аспирантуре» по теме: "Создание биоактивного и бактерицидного пористого покрытия на основе  $TiO_2$ , легированного биоактивными компонентами и декорированного бактерицидными металлическим наночастицами".
3. Грант Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) №19–58– 45016 от 07.10.2019 в рамках конкурса «на лучшие научные проекты фундаментальных исследований, проводимый совместно РФФИ и Департаментом науки и технологии правительства Индии» по теме: "Разработка биоактивных и бактерицидных покрытий с улучшенной остеointеграцией и способностью подавлять инфекцию".

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Показано, что сильный бактерицидный эффект покрытий  $TiCaPCON-Ag, Zn$  в отношении бактерий кишечной палочки и золотистого стафилококка при сохранении цитосовместимости достигаться при очень низкой концентрации ионов Ag ( $0,11 \text{ млрд}^{-1}$ ) и Zn ( $15 \text{ млрд}^{-1}$ ). Медленный выход ионов Ag и Zn связан с тем, что наночастицы на поверхности находятся в окисленном состоянии.

2. Установлена зависимость скорости выхода металлических ионов с поверхности покрытий  $TiCaPCON$ , имплантированных элементами Zn, Ag, Pt и Fe, или их комбинацией, от типа и сочетания наночастиц на поверхности,



которые выполняют роль активных анодов или катодов, ускоряя или замедляя выход ионов.

3. Методом Кельвин-зондовой силовой микроскопии показано что между наночастицами (Pt,Fe) и покрытием TiCaPCON в физиологическом растворе образуется разность потенциалов. Исключив возможный вклад бактерицидных ионов и активных форм кислорода, впервые показано, что бактерии могут погибать за счет непосредственного микрогальванического взаимодействия с поверхностью.

Практическая значимость работы состоит в следующем:

1. Разработано покрытие  $\text{BOx/TiCaPCON-B}$  обладающее антибактериальной активностью и предназначенное для нанесения на поверхность титановых имплантатов, что подтверждено патентом РФ №2697720 от 24.01.2019 «Многокомпонентный двухслойный биоактивный материал с контролируемым антибактериальным эффектом».

2. Разработана технология нанесения двухслойных покрытий  $\text{BOx/TiCaPCON-B}$  и зарегистрирована технологическая инструкция на процесс нанесения многофункциональных наноструктурных двухслойных покрытий в системе Ti-Ca-P-C-ON-B/B-O (ТИ 52-11301236-2021)

3. Методом плазменного электролитического оксидирования получены новые составы цитосовместимых, биоактивных и бактерицидных покрытий на основе  $\text{TiO}_2$ , легированные Ca, P и декорированные наночастицами Ag и Pt.

4. Получены новые составы борсодержащих покрытий с высокой цитосовместимостью и бактерицидной активностью в отношении бактерий кишечной палочки, которые обеспечиваются за счет введения бора в состав покрытия и формирования слоя оксида бора на поверхности.

Основные результаты диссертационной работы были доложены, обсуждены и одобрены на представительных международных и всероссийских конференциях.

Основные научные результаты изложены в достаточном для кандидатской диссертации объеме: 4 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК и индексируемых в Scopus и WoS, 12 тезисов докладов в сборниках трудов российских и международных конференций, 1 патент РФ.

Замечания:

1. Из текста реферата не ясно, какова экономическая эффективность решения важной научно-практической задачи, направленной на разработку новых составов покрытий, обеспечивающих антибактериальный и противогрибковый эффект за счет выхода бактерицидных ионов, генерации активных форм кислорода, микрогальванического эффекта, или их комбинации, с улучшенными биоактивными характеристиками за счет легирования функциональными элементами.

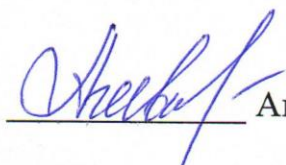


2. Из текста реферата не ясно, каковы перспективы дальнейшей разработки темы.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки выполненной работы.

В целом диссертационная работа «Разработка биоактивных и бактерицидных покрытий, легированных функциональными элементами (Са, Р, В) и декорированных наночастицами Pt, Fe, Ag и Zn» представляет собой законченное научное исследование, основные результаты которого представляют научный и практический интерес для специалистов в области порошковой металлургии и композиционных материалов.

Судя по автореферату, диссертационная работа «Разработка биоактивных и бактерицидных покрытий, легированных функциональными элементами (Са, Р, В) и декорированных наночастицами Pt, Fe, Ag и Zn» соответствует требованиям п. 9...11, 13, 14 «Положение о порядке присуждения учёных степеней» Постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 01.10.2018 г.), а ее автор, Пономарев Виктор Андреевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.



Агеева Екатерина Владимировна

Ученая степень: кандидат технических наук.

Шифр специальности, по которой защищена диссертация: 02.00.04 «Физическая химия».

Основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» кафедра технологии материалов и транспорта.

Должность: доцент.

Почтовый адрес: 305040, РФ, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94.

Адрес электронной почты: [ageeva-ev@yandex.ru](mailto:ageeva-ev@yandex.ru).

Телефон: 8(910)310-33-36.



Подпись  
удостоверяю  
Специалист по кадрам

*Е.В. Агеева*

*Виктор Андреевич Пономарев*