

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе Сухоруковой Ирины Викторовны на тему «Создание биоактивных покрытий TiCaPCON/(Ag, Аугментин) с антибактериальным эффектом», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Актуальность темы диссертации

В настоящее время методы порошковой металлургии широко используются при создании различных типов имплантатов. Во многом благодаря им обеспечивается высокая биологическая и механическая совместимость имплантатов с тканями человеческого организма.

Однако вне зависимости от видов имплантатов и способов их производства остается актуальной проблема возникновения бактериальной инфекции при оперативном хирургическом вмешательстве, связанном с установкой имплантата.

В представленной работе предложено два направления борьбы с инфекцией. Первый это новый комбинированный подход к получению металл-керамических имплантатов с контролируемым химическим составом и ячеистой структурой поверхности, обеспечивающей возможность точно контролировать дозу вносимого антибиотика и надежно её удерживать. Биоактивность поверхности в этом случае обеспечивается нанесением на поверхность тонкого наноструктурного покрытия состава TiCaPCON, обладающего биоактивными характеристиками.

Второе направление является альтернативой использованию антибиотиков за счет введения в поверхность имплантата антибактериального компонента, в частности, серебра. Оба направления объединяют современные способы модифицирования поверхности изделий.

Однако, как показал выполненный диссертантом глубокий анализ научно-технической информации, для практической реализации данных предложений в медицинскую практику имеющейся информации недостаточно.

В связи с этим, актуальность работы определяется необходимостью разработки новых составов покрытий с высоким уровнем антибактериальной

активности для уменьшения риска осложнений из-за бактериального инфицирования.

Актуальность работы подтверждается тем, что работа выполнялась в рамках государственного контракта № 16.513.11.3092, гранта РФФИ №13-03-12081 и проекта № K2-2014-012.

Оценка содержания диссертации, научной новизны и практической значимости.

Для достижения поставленной цели в первой главе диссертации автором выполнен подробнейший анализ существующей научно-технической информации. Использовано 216 источников, в том числе около 200 иностранных. Глубина поиска составила более 10 лет.

Проведенный анализ литературных данных показал необходимость создания новых видов биоматериалов, обладающих высокой антибактериальной и биологической активностью.

Во второй главе представлены характеристики исходных материалов (подложек, мишеней-катодов), приведены методики ионно-плазменного осаждения покрытий, селективного лазерного спекания, методики исследования и разнообразные современные методы проведения оценки свойств материалов (всего более 15).

Здесь следует отметить, что структуру и свойства исходных и полученных в итоге материалов изучали на самом современном оборудовании, в частности: сканирующем электронном микроскопе S-3400N (Hitachi, Япония), микроскопе с автоэмиссионным катодом JEM7600F (JEOL, Япония) с приставкой рентгеновского микроанализа INCAx-sight, рентгенофазовом анализаторе D8 Advance (Bruker, США), вакуумном ИК-Фурье спектрометре «Vertex 70v» (Bruker), нанотвердомере Nano-Hardness Tester (CSM Instruments, Швейцария), автоматической машине трения Tribometer (CSM Instruments, Швейцария), «скрэтч-тестер» (REVETEST, CSM Instruments, Швейцария) и других.

В третьей главе представлены экспериментальные результаты оптимизации технологических параметров осаждения покрытий TiCaPCON-Ag и результаты исследований состава, структуры и свойств покрытий. Были опробованы различные методы введения серебра в состав покрытия.

Исследование поперечных изломов покрытий методом СЭМ показало, что покрытия TiCaPCON имеют плотную колонную структуру. Легирование

малыми добавками серебра (0,4%) не изменяет морфологию покрытий. Увеличение содержания серебра в покрытии (1-4%) приводит к деградации колонной структуры. При содержании серебра 1-4% на поверхности покрытий наблюдается образование наночастиц серебра размером 5-10 нм. Изучение фазового состава покрытий свидетельствует о том, что основной структурной составляющей покрытий является фаза карбонитрида титана.

В результате электрохимических испытаний установлено, что покрытия TiCaPCON обладают высокой коррозионной стойкостью за счет образования на его поверхности плотной пассивной пленки.

Измерение краевого угла смачивания показало, что покрытия TiCaPCON-Ag после напыления являются гидрофильными. Покрытия сохраняют гидрофильные свойства в течение трех часов выдержки на воздухе.

Результаты исследования биоактивности покрытий методом выдержки в физиологическом растворе, имитирующем внутреннюю среду организма, с последующим анализом продуктов реакции на поверхности покрытия свидетельствуют о том, что поверхность покрытий является биоактивной и способствует образованию слоя апатита.

В четвертой главе приведены результаты исследования кинетики выхода бактерицидного компонента (серебра) с поверхности покрытий TiCaPCON-Ag в зависимости от различных структурных факторов – содержания серебра, наличия или отсутствия наночастиц серебра на поверхности и шероховатости подложки. Показано, что средняя скорость выхода ионов через 3 суток наблюдений увеличивается в 1,5 раза при увеличении концентрации серебра в покрытии с 1 до 2% и в 7-8 раз при дополнительном увеличении площади поверхности в 2,1 раза.

В пятой главе представлены результаты исследований особенностей формирования ячеистой структуры методом селективного лазерного спекания (СЛС) на поверхности титановой подложки. В результате определены оптимальные параметры процесса СЛС.

Изучение топографии поверхности покрытий показало, что за счет варьирования расстояния между треками, можно обеспечить получение покрытия с размером открытых пор в диапазоне 0,83-5,11 мм³. Специально сформированный рельеф поверхности может быть эффективно использован

для загрузки лекарственным препаратом с целью придания материалу противовоспалительных характеристик непосредственно после имплантации.

В шестой главе представлены результаты биологических испытаний, проведенных в Российском онкологическом научном центре имени Н.Н. Блохина и Государственном научном центре прикладной микробиологии и биотехнологии. Результаты свидетельствуют о достижении на покрытиях TiCaPCON-Ag высокой биосовместимости, биоактивности и антибактериальной активности.

Основная научная новизна работы состоит в разработке нового комбинированного подхода к получению имплантатов с контролируемой топографией поверхности и установлении закономерностей влияния содержания серебра на структуру, физико-механические и биологические характеристики покрытий.

Новизна разработки подтверждено патентом РФ.

Практическая значимость работы состоит в разработке автором лабораторных регламентов на процессы получения металлокерамических материалов с высоким уровнем биосовместимости и биоактивности. Важность для практики разработанных материалов подтверждена испытаниями в 2-х ведущих медицинских центрах страны.

Достоверность и обоснованность основных научных положений и выводов диссертации определяются использованием современного оборудования и различных аттестованных методик исследований, значительным количеством экспериментальных данных и применением статистических методов обработки результатов.

Замечания по работе:

1. В литературном обзоре практически отсутствуют иллюстрации (1 рисунок), что ухудшает его восприятие;

2. В автореферате наряду с другими факторами указывается, что достоверность и обоснованность результатов определяется сопоставлением полученных результатов с результатами других авторов. В тексте диссертации, однако, такие сопоставления отсутствуют;

3. Известно, что напряжения в имплантатах, в том числе в титановой основе, заметно снижают их усталостную прочность. При лазерном селективном спекании такие напряжения могут быть значительными. Однако в диссертации это не обсуждено;

4. Результаты по кинетики выхода серебра следовало бы попытаться использовать для определения коэффициентов диффузии.

В целом, несмотря на сделанные замечания, цель и задачи, намеченные в начале работы, автором успешно выполнены. Автореферат содержит все основные положения диссертации.

Диссертация прошла прекрасную апробацию. По материалам диссертации имеется 32 публикации, в том числе 2 главы в книгах, 10 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, 18 тезисов докладов в сборниках трудов конференций, 1 патент РФ и 1 ноу-хау.

Можно констатировать, что представленная диссертация является законченной научно-исследовательской работой, в результате которой разработаны новые биоактивные наноструктурированные покрытия с антибактериальным эффектом.

Заключение

Представленная диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённом Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, и соответствует специальности – 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы», а её автор - Сухорукова Ирина Викторовна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент, профессор ФГБОУ ВО

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», д.т.н.

 Шляпин С.Д.

Подпись Сергея Дмитриевича Шляпина удостоверяю.

Ученый секретарь института

 Ульяшина А.Н.



ФГБОУ ВО «Московский авиационный

институт (национальный исследовательский университет)»;

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4,

e-mail: sshliapin@yandex.ru.