

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Гребенщиковой Марины Михайловны
«Научно-технологические основы создания биомедицинских материалов
с многослойными наноструктурированными биоактивными и
биостойкими покрытиями с применением плазменных технологий»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 2.6.17. Материаловедение**

Проблема создания материалов для травматологии и ортопедии приобретает особую значимость в настоящее время, ввиду неудовлетворительных результатов борьбы с антимикотико- и антибиотикорезистентностью микроорганизмов, которые осложняют процесс реабилитации пациентов с травмами и нарушениями в опорно-двигательном аппарате.

Зоны контакта поверхностей «кожа человека — поверхность ортопедического изделия» подвержены взаимному трению, сдавливанию, и происходит это в присутствии белковых компонентов при высокой влажности и температуре, что в совокупности представляет благоприятную среду для развития болезнетворных микроорганизмов и грибковых инфекций. Кроме того, имплантаты, применяющиеся для остеосинтеза, в интерфейсе взаимодействия с костью также имеют серьезные нагрузки и подвергаются воздействию агрессивных сред живого организма, что ведет к асептическому расшатыванию, образованию полостей, а также миграции компонентов имплантата в живой организм.

В связи с вышеуказанным, разработка эффективных биомедицинских материалов, позволяющих избежать этих проблем, повысить качество и скорость реабилитации является актуальной задачей биомедицинского материаловедения.

Цель представленной соискателем работы заключается в создании биомедицинских материалов с биостойкостью и имеющих многослойные покрытия из нитридов гафния и титана, позволяющих за счет воздействия потока низкоэнергетических ионов придать им на требуемое время биоактивные свойства, а также разработка научно-технологических основ их создания.

Среди ключевых результатов, обеспечивающих научную новизну исследования, следует отметить, что:

- Разработаны научные основы создания биомедицинских материалов, которые обладают биостойкостью и биоактивностью. Это обеспечено формированием многослойного покрытия из нитридов титана и гафния, модифицированного потоком низкоэнергетических ионов аргона и азота при параметрах $W_i = 50-100$ эВ. Эта модификация придает материалам биоактивные свойства в жидких средах с максимальной активностью до 10 суток.
- В работе показано, что предварительная модификации коллагенового материала ПНЭИ аргона, генерируемых из ВЧ разряда пониженного

давления обеспечивает получение многослойных покрытий из нитридов гафния и нитридов титана для биомедицинского материала с высокой адгезионной прочностью, обладающих биостойкостью и биоактивностью за счет формирования на поверхности подслоя из активированных концевых групп коллагена, а также повышения упорядоченности структуры в порах и межфиламентных пространствах.

- Установлено, что ПНЭИ аргона после проведения предварительной модификации коллагенсодержащей подложки и последовательное чередование потоков плазмы с ионами титана и гафния в среде азота позволяет формировать чередующиеся слои нитридов гафния и титана с нанокристаллитами размером 6-20 нм и титана.
- Бомбардировка гафниевого нитридного покрытия низкоэнергетическими ионами Ar приводит к ослаблению связей между нанокристаллитами и покрытием и облегчает их десорбцию в жидкие биологические среды.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в работе при получении покрытий, отработке параметров нанесения и модификации, а также при биоиспытаниях по батарее тестов, обеспечили разработку научно обоснованных методов получения биомедицинских материалов для ортопедии и травматологии.

Использованный комплекс современных методов анализа структуры и свойств материалов, методов статистической обработки данных, является достаточным и полным, свидетельствует о достоверности полученных данных. В работе исследованы механические, физические и биологические характеристики материалов: твердость, шероховатость, состав поверхности, цитосовместимость, токсичность, антимикробная и фунгицидная активность, барьерный эффект, стойкость к средствам стерилизации.

Результаты диссертационного исследования внедрены на ООО «Кожевник» и ООО «ПТО Медтехника», и производство опытно-промышленных партий показало положительный экономический эффект.

Работа апробирована на международных и всероссийских конференциях, список публикаций включает 94 работы, в том числе 3 статьи в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science, 38 статей в рецензируемых журналах из перечня ВАК, 7 – в журналах, входящих в ядро РИНЦ, автором получено 4 патента.

Замечание по автореферату: поясните, как взаимосвязаны между собой скорость миграции гафния и динамика его концентрации (рисунок 4).

Заключение

По материалам представленного автореферата, диссертация Гребенщиковой М.М. является самостоятельным, законченным исследованием, выполненным на высоком научном и методическом уровне,

имеющим научную новизну, практическую и теоретическую значимость. Полученные результаты вносят весомый вклад в материаловедение, а именно, в области создания биомедицинских материалов нового поколения.

Работа полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к докторским диссертациям (утверждено Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013).

Автор работы, Гребенщикова М.М. обладает необходимыми научными достижениями и заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Я, Горбачева Мария Владимировна, согласна на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.



Горбачева М.В.

Горбачева Мария Владимировна, доцент, доктор технических наук, заведующий кафедрой технологии и управления качеством продукции АПК имени С.А. Каспарьянца Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Адрес:

109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23



Горбачева М.В.

Подпись

Горбачевой М.В.

заверяю Начальник административного отдела

Демидова Е.Е.

" 12 " января 20 26 г.



Вход. № 05-8802
« 24 » 01 20 26 г.
подпись *Е.Е. Демидова*