

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

Диссертационная работа Марины Михайловны Гребенщиковой посвящена многоплановому исследованию в области применения плазменных технологий для создания новых биомедицинских материалов. Объем диссертации составляет 380 страниц, 442 источника литературы, 94 публикации автора и 4 патента. Цель работы - создание биомедицинских материалов, обладающих биостойкостью и регулируемой биоактивностью, на основе многослойных наноструктурированных покрытий из нитридов гафния и нитридов титана, модифицированных потоком низкоэнергетических ионов (ПНЭИ), а также разработка научно-технологических основ их создания, поэтому с точки зрения развития плазменных технологий диссертация М. М. Гребенщиковой представляет значительный научный и практический интерес.

При решении поставленных задач автор не ограничивается стандартным применением вакуумно-дугового метода, а проводит детальное сравнительное исследование особенностей генерации плазмы и изменения свойств осаждаемых покрытий из нитридов титана и гафния. В итоге полученные количественные данные о параметрах плазмы и закономерностях формирования многослойных структур вносят достойный вклад в понимание деталей этих процессов. Особого внимания заслуживает предложенный диссертантом подход к использованию низкоэнергетической ионной бомбардировки (50-100 эВ) в качестве инструмента для контролируемого ослабления межфазных связей в наноструктурированном покрытии, приводящего к высвобождению нанокристаллитов нитрида гафния из поверхностного слоя. Такое применение низкоэнергетических ионов открывает новые возможности для управления функциональными свойствами материалов, и в контексте борьбы с антибиотикорезистентностью предложенное решение является инновационным.

Действительно, традиционные подходы основываются на химическом воздействии лекарственных форм на микроорганизмы, однако автором предложен физический механизм воздействия, который основан на программируемом высвобождении нанокристаллитов нитрида гафния за счет ослабления их связи с матрицей при плазменной обработке. Предложенный подход позволяет избежать основных недостатков химических методов, связанных с риском развития резистентности микроорганизмов и потенциального токсического действия. Более того, возможность управлять продолжительностью биоактивной фазы путем варьирования параметров плазменного воздействия (энергия ионов, плотность тока, время) является важным практическим достижением. С учетом сказанного, актуальность, а также научная и практическая значимость диссертационной работы не вызывают сомнений.

Научная новизна исследования заключается в том, что в работе впервые:

- предложен комплексный подход к применению плазменных методов для создания новых биомедицинских материалов, включающий ионно-плазменное осаждение многослойных наноструктурированных покрытий из нитридов гафния и титана, и их последующую активацию потоком низкоэнергетических ионов (ПНЭИ) для придания материалу регулируемой во времени биоактивности.

- выявлены фундаментальные физико-химические механизмы, лежащие в основе этого подхода: роль предварительной модификации коллагеновой подложки для повышения адгезии покрытия; формирование в покрытии нанокристаллитов HfN как

причины биоактивности; механизм высвобождения этих нанокристаллитов под действием потока низкоэнергетических ионов и контроль во времени.

– разработана молекулярно-динамическая модель, описывающая взаимодействие низкоэнергетических ионов с поверхностью многослойного нитридного покрытия на границе раздела «нанокристаллит-основное покрытие».

Использованная автором комплексная методология исследования, сочетающая экспериментальное изучение плазменных процессов, компьютерное моделирование с использованием современных вычислительных методов (пакет LAMMPS) и обязательные биологические испытания, а также традиционные методы анализа, обеспечивает достоверность полученных результатов. Разработка доведена до уровня, позволяющего ее практическое применение. Теоретическая и практическая ценность работы подтверждена успешным внедрением разработок на предприятиях ООО «ПТО Медтехника» и ООО «Кожевник» с подтвержденным годовым экономическим эффектом (7,45 млн руб.). Личный вклад автора, подкрепленный обширным списком публикаций, является решающим и не вызывает сомнений.

Автореферат достаточно полно раскрывает актуальность темы, научную новизну, достоверность и обоснованность полученных результатов, демонстрирует их практическую значимость. Результаты исследований опубликованы в реферируемых журналах и доложены на международных научных конференциях. Представленные в автореферате материалы позволяют сделать вывод, что диссертационная работа полностью соответствует паспорту специальности 2.6.17 «Материаловедение» (пп. 5, 12, 15). Диссертация Марины Михайловны Гребенщиковой также соответствует требованиям, установленным п.9 постановления Правительства Российской Федерации «О порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842, в действующей редакции, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а сам автор несомненно заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Я, Акишев Юрий Семенович, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Начальник лаборатории кинетики слабоионизированной плазмы,
доктор физико-математических наук
по специальности 01.04.08 – физика и химия плазмы,
профессор



Юрий Семенович Акишев
Дата: 15.01. 2026 г.

108840, Россия, г. Москва, г. Троицк,
Акционерное Общество "Государственный Научный Центр Российской Федерации
Троицкий Институт Инновационных и Термоядерных Исследований" (АО "ГНЦ РФ
ТРИНИТИ"), ул. Пушкиновых, владение 12.

Телефон: 8 495 841 52 36;

e-mail: liner@triniti.ru

website: <http://www.triniti.ru>

Подпись Акишева Юрия Семеновича заверяю

Ученый секретарь АО "ГНЦ РФ ТРИНИТИ"

Телефон: 8 495 851 88 27

кандидат физико-математических наук



Александр Александрович Ежов

Вход. № 05-8492
« 24 » 01 2026 г.
подпись 