

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Бадараева Арсалана Доржиевича «Разработка нетканых полимерных материалов для регенерации дефектов слизистых оболочек полости рта», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 1.3.8 «Физика конденсированного состояния» и 2.2.12 «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

Все мягкие ткани полости рта покрыты слизистой оболочкой, которая обеспечивает естественную защиту от бактерий и механических повреждений. Основными причинами нарушения таких функций является возникновение раневых дефектов на ней. К наиболее распространённым заболеваниям, вызывающим раневые дефекты в полости рта, можно отнести афтозный стоматит. Современные методы лечения раневых поверхностей полости рта не подразумевают их закрытие от агрессивной окружающей среды, хотя это является предпочтительным условием успешной регенерации. Поэтому сегодня для заживления таких ран востребованы материалы, способные защитить от инфекций, механических повреждений и пищи. Рecessия дёсен также является распространённым патологическим состоянием, которое может приводить к потере зубов и другим серьёзным осложнениям. В диссертационной работе Бадараева А.Д. поставлены цель и задачи, связанные с разработкой и исследованием нетканых полимерных материалов на основе биостабильных и биodeградируемых полимеров с нанесёнными на их поверхность тонкими плёнками меди и/или титана для регенерации дефектов слизистых оболочек полости рта.

Диссертантом проведен литературный обзор, содержащий 245 отечественных и зарубежных источников. В рамках литературного обзора подробно рассмотрены проблемы лечения дефектов слизистых оболочек ротовой полости, обоснована актуальность использования биостабильного сополимера винилиденфторида с тетрафторэтиленом (ВДФ-ТеФЭ) и биodeградируемого сополимера поли(L-лактида-со-гликолида) (ПЛГА) для создания материалов, предназначенных для лечения этих патологий. В качестве методологической основы диссертационной работы Бадараевым А.Д. использованы предположения, что нанесение на поверхность нетканых полимерных материалов:

- медных тонких плёнок позволит придать им антибактериальные свойства;
- титановых тонких плёнок позволит значительно усилить смачивающие свойства и биосовместимость;

- одновременное нанесение медно-титановых тонких плёнок позволит придать нетканым материалам не только антибактериальные свойства, но и сохранить первоначально высокие биосовместимые свойства полимера.

Доказано, что формирование таких плёнок на поверхности полимерных нетканых материалов позволяет улучшить их биоактивные свойства и способствует их клиническому применению в тканевой инженерии с целью терапии, реабилитации и восстановления утраченных функций мягких тканей.

В процессе выполнения диссертационной работы Бадараевым А.Д. был получен ряд новых результатов:

1. Впервые проведено модифицирование поверхности биостабильных нетканых ВДФ-ТеФЭ материалов методом магнетронного распыления меди, а также модифицирование поверхности биорезорбируемых нетканых ПЛГА материалов путём магнетронного распыления титана и одновременного распыления меди и титана. Разработанные режимы модифицирования нетканых материалов позволяют сохранить их первоначальную морфологию поверхности и механические свойства.

2. Установлено, что на поверхности нетканых ВДФ-ТеФЭ мембран, модифицированных методом магнетронного распыления, образуются различные соединения меди с кислородом. Такие соединения позволяют придавать мембранам антибактериальные свойства и более высокий регенераторный потенциал.

3. Установлено, что при модифицировании биорезорбируемых ПЛГА скаффолдов методом магнетронного распыления титана образуются соединения титана с кислородом. Это позволяет придавать гидрофобному полимеру гидрофильные и сорбционные свойства, что значительно увеличивает скорость роста фибробластов десны человека на его поверхности.

4. Показано, что при модифицировании ПЛГА скаффолдов методом одновременного магнетронного распыления меди и титана на их поверхности образуются различные соединения титана и меди с кислородом. Изменением соотношения меди к титану (Cu/Ti) можно управлять выходом ионов меди с поверхности ПЛГА скаффолдов, что влияет на их цитотоксичность и антибактериальные свойства. Получены ПЛГА скаффолды с модифицированной поверхностью, одновременно обладающие биосовместимостью с фибробластами десны человека и антибактериальными свойствами.

5. Продемонстрировано, что разработанная программа для ЭВМ, предназначенная для моделирования антибактериальных свойств материалов медицинского назначения, позволяет прогнозировать уменьшение численности патогенных бактерий в зависимости от концентрации различных антибактериальных агентов.

Итогом диссертационной работы являются четыре научных положения, вынесенных на защиту, и семь основных выводов. Защищаемые положения и основные выводы диссертации согласованы между собой и обоснованы результатами соответствующих экспериментальных исследований и их интерпретацией.

Особенно стоит отметить то, что Бадараев А.Д. самостоятельно ставил многие научные задачи и решал их с помощью современных экспериментальных методов. Результаты работы имеют фундаментальное значение в области физики конденсированного состояния, а именно в развитии представлений о модифицировании нетканых полимерных материалов методом магнетронного распыления. Был предложен островковый механизм роста металлических тонких плёнок на поверхностях нетканых материалов (модель Вольмера – Вебера). Было показано, что разработанные в рамках диссертационной работы объекты исследования имеют перспективы использования в практической медицине, что подтверждается актами внедрения в научную деятельность следующих учреждений: ФГБУН «Институт цитологии РАН», ФГБУН «Институт физики прочности и материаловедения СО РАН», ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет». Все это говорит о высоком научном уровне диссертационной работы Бадараева А.Д.

Оценивая практическую значимость представленной работы, важно отметить, что выбранные режимы электроспиннинга позволяют изготавливать нетканые ПЛГА и ВДФ-ТеФЭ материалы с требуемой морфологией и механическими свойствами, а модифицирование при выбранных технологических режимах не изменяет эти свойства, но повышает биосовместимость и придаёт антибактериальную активность. Следовательно, выбранные полимеры можно использовать для изготовления медицинских изделий – нетканых материалов, предназначенных для терапии, реабилитации и восстановления утраченных функций живых тканей. Модифицированные медью биостабильные нетканые ВДФ-ТеФЭ мембраны предназначены для регенерации неглубоких дефектов полости рта, биорезорбируемые ПЛГА скаффолды, модифицированные титаном и методом одновременного распыления меди и титана – для лечения рецессии дёсен. Результаты работы используются в учебном процессе. По результатам

работы создан результат интеллектуальной деятельности (РИД) – программа для ЭВМ «Моделирование антибактериальных свойств композитных материалов в зависимости от концентрации антибактериального агента» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023661050 от 26 мая 2023 г.). Программа использована для прогнозирования антибактериальных свойств различных материалов медицинского назначения.

Достоверность и обоснованность полученных результатов диссертационной работы подтверждается использованием современных приборов, большим объёмом полученных данных при одинаковых условиях. Результаты исследований согласуются между собой и могут быть объяснены в рамках современных представлений о протекающих физико-химических процессах со ссылками на литературные источники.

Результаты диссертационной работы были доложены на 7 отечественных и зарубежных конференциях и представлены в 10 рецензируемых научных работах и 1 методическом пособии.

Диссертационная работа Бадараева А.Д. «Разработка нетканых полимерных материалов для регенерации дефектов слизистых оболочек полости рта» по научному уровню и практической значимости соответствует требованиям раздела 2 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», предъявляемым к кандидатским диссертациям., а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 1.3.8 «Физика конденсированного состояния» и 2.2.12 «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

Научный руководитель:

Кандидат физико-математических наук,
доцент НОЦ Б. П. Вейнберга НИ ТПУ



Твердохлебов С.И.

Подпись Твердохлебова С. И. заверяю:

Учёный секретарь ФГБОУ ВПО НИ ТПУ



Кулинич Е.А.

