

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию Хавпачева Мухамеда Аликовича на тему: «Структурно-механическая модификация алифатических полиэфиров для получения волокон с биоактивными свойствами», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.06 – «Высокомолекулярные соединения», химические науки

Диссертационная работа Хавпачева М.А. посвящена изучению особенностей структурно-механического поведения и процессов порообразования в волокнах биоразлагаемых полиэфиров алифатического ряда (полилактид (ПЛ), поли-ε-капролактон (ПКЛ) и поли-*n*-диоксанон (ПДО)) при одноосной деформации на воздухе и в водно-этанольных средах для создания на их основе волокнистых материалов с необходимым комплексом механических и функциональных свойств и варьируемым временем разложения. **Актуальность** данной работы не вызывает сомнения, поскольку разработка новых волокнистых материалов на основе биоразлагаемых полимеров с регулируемыми механическими характеристиками и скоростью разложения является важной задачей.

Диссертационная работа построена по стандартному плану и состоит из разделов «Введение», «Литературный обзор», «Экспериментальная часть», «Обсуждение результатов», «Заключение», «Выводы» и «Список литературы», содержащий 140 ссылок. Диссертация изложена на 121 странице, содержит 50 рисунков, 11 таблиц и 6 схем.

Во «Введении» кратко сформулированы актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, описываются основные положения, выносимые на защиту.

В литературном обзоре представлено современное состояние исследований в области функциональных полимерных материалов, полученных методом структурно-механической модификации по механизму крейзинга. Рассмотрены преимущества и недостатки наиболее широко применяемых в медицине, биоразлагаемых полиэфиров алифатического ряда

(ПЛ, ПКЛ, ПДО). Из литературного обзора обоснованно следует постановка задачи исследования.

В экспериментальной часть работы достаточно подробно приведены характеристики объектов (исходные полимеры и добавки, выбранные для получения биоактивных волокон) и основные экспериментальные методы, использованные при анализе полученных образцов. Также описаны использованные в работе методы исследования – динамометрия, оптическая и электронная микроскопии, методы рассеяния рентгеновского излучения в больших и малых углах, дифференциальная сканирующая калориметрия, гель-проникающая хроматография, ядерный магнитный резонанс. Выбранные современные методы исследования полностью соответствуют задачам работы и позволяют обеспечить **высокую степень достоверности ее результатов.**

Глава «Обсуждение результатов» состоит из трех разделов, в которых рассмотрены механизмы формирования пористой структуры в полиэфирных волокнах, получение биоактивных волокон, изучение скорости деструкции и биоактивных свойств полученных материалов.

В главе «Заключение» автор изложил основные итоги выполненного исследования, рекомендации по использованию полученных результатов и перспективы дальнейшей разработки темы. **Степень обоснованности сформулированных научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна не вызывают сомнений.**

По результатам диссертационной работы опубликовано 6 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности и индексируемых в международных базах данных (Web of Science, Scopus), а также 20 тезисов в сборниках докладов на всероссийских и международных конференциях. Публикации и автореферат диссертации отражают содержание диссертационной работы.

Несмотря на положительное впечатление от работы, хотелось бы высказать ряд замечаний и предложений:

1. В работе показано, что деформирование волокон по механизму крейзинга приводит к кристаллизации полилактида, что, как известно, замедляет деградацию. Однако в исследовании наблюдалась ускоренная деградация таких волокон. С чем это может быть связано?

2. Требуется большего внимания анализ 2D рентгенограмм волокон ПКЛ. Так, например, вызывает вопрос невысокая интенсивность малоуглового рефлекса ориентированных образцов. Также важно было бы провести анализ образцов после извлечения из зажимов (усадки).

3. Отсутствуют кинетические кривые деградации материалов, не обсуждается модель гидролиза (статистический/концевой разрыв цепи, некаталитический/автокаталитический процесс). Аппроксимация кривых различными моделями позволила бы описать процесс гидролиза более детально. Также требуется объяснения интенсивная деградация и огромный индекс полидисперсности образца ПКЛ, наполненного йодом в точке «0 недель».

4. Более глубокого анализа требует наблюдаемый эффект подавления воспалительной реакции при использовании нитей, наполненных йодом. Какова кинетика высвобождения йода? Какая концентрация йода обеспечивает эффект? Есть ли преимущества у разработанных нитей по сравнению с а) применением ненаполненной нити в комбинации с обработкой шва раствором йода; б) применением нити, покрытой йодом только поверхностно?

Диссертация Хавпачева М.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой предложен простой и эффективный метод создания нанопористой структуры в биоразлагаемых волокнах ПЛ, ПКЛ и ПДО. Диссертация полностью отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 02.00.06 – «Высокомолекулярные соединения» (по химическим наукам) в части п.9 (Целенаправленная разработка полимерных материалов с новыми функциями и интеллектуальных структур с их применением, обладающих характеристиками, определяющими области их

использования в заинтересованных отраслях науки и техники) и критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, работа оформлена согласно приложениям №5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Хавпачев Мухамед Аликович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.06 – «Высокомолекулярные соединения», химические науки.

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук,
заместитель руководителя по научной работе Курчатовского комплекса
НБИКС-природоподобных технологий НИЦ «Курчатовский институт»
Григорьев Тимофей Евгеньевич

«09» декабря 2021 г.

Контактные данные:

Тел.: 7(499)-196-92-84 e-mail: Grigoriev@nrcki.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

02.00.06 – Высокомолекулярные соединения (физико-математические науки)

Адрес места работы:

123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1,
Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»,
Комплекс НБИКС-природоподобных технологий
Тел.: +7 (499) 196-92-84, e-mail: nrcki@nrcki.ru

Подпись к.ф.-м.н. Т.Е. Григорьева удостоверяю:

Главный ученый секретарь
НИЦ «Курчатовский институт»

И.И. Еремин