

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук,
профессор Даниловой-Волковской Галины Михайловны
на диссертационную работу Нгуена Хоанга Тханя
«Разработка волокнистых материалов на основе полигидроксibuтирата с
использованием метода электроформования в качестве фильтрующих
элементов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.6.11 - Технология и переработка синтетических и
природных полимеров и композитов.

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Х.Т. Нгуена посвящена крайне актуальной на сегодняшний день проблеме разработки новых полимерных волокнистых материалов на основе биоразлагаемого, гидрофобного полимера – полигидроксibuтирата (ПГБ), являющимся перспективным материалом для применения его в качестве основы при создании современных фильтрационных материалов. Использование биосовместимых полимерных композиций для замены синтетических полимеров является одним из ведущих направлений в мире для снижения экологической нагрузки при утилизации использованных фильтров. Однако широкое применение ПГБ в области фильтрации воды ограничено его низкими прочностными и термическими характеристиками, а также недостаточной стойкостью к горению и газопроницаемостью.

Анализ современного состояния работ по этому направлению ярко подчёркивает, что, волокнистые материалы, полученные методом электроспиннинга, по сравнению с пленками обладают превосходными свойствами, такими как высокая пористость, большое соотношение площади поверхности к размерам материала и хорошие механические характеристики, что позволяет использовать их в различных областях науки и техники. Соответственно, целью диссертации Нгуен Хоанг Тханя

было получение волокнистых ПГБ материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами для фильтрации растворов.

Достоверность и обоснованность результатов проведенных исследований

подтверждается использованием комплекса современных методов исследования, высокоточных приборов, высокой степенью воспроизводимости результатов и соответствием полученных результатов существующим представлениям в области исследований структуры и свойств полимеров и композитов на их основе.

Для оценки свойств волокнистых материалов были использованы такие методы исследования как, реологический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия, термогравиметрический анализ, сканирующая электронная микроскопия, методы исследования механических свойств и т. д.

Результаты работы также были обсуждены на различных конференциях и опубликованы в рецензируемых журналах.

Анализ содержания работы и ее завершенности.

Диссертационная работа изложена на 170 страницах машинописного текста, состоит из введения, трех глав, заключения, списка цитируемой литературы (226 наименований) и 12 приложений. Текст диссертации содержит 60 рисунка и 30 таблиц.

Во **введении** обсуждаются области применения волокнистых материалов на основе биоразлагаемого полигидроксibuтирата, рассматриваются способы их получения методом электроформования и обосновывается актуальность настоящего исследования.

В **первой главе** представлен литературный обзор, в котором рассмотрены основные свойства полигидроксibuтирата и волокнистых

материалов на его основе, проведен сравнительный анализ методов их получения, а также приведены сферы их применения.

Во второй главе диссертационной работы приведены ключевые характеристики использованных материалов, методики получения и основные методы исследования.

Третья глава состоит из трёх разделов:

- Оценка растворимости полимеров (ПГБ и ПЭГ) в бинарной системе органических растворителей хлороформ - N,N-диметилформамид;
- Получение волокнистых материалов на основе ПГБ;
- Получение и исследование ПГБ/ПЭГ волокон.

Для проверки совместимости полимеров ПГБ и ПЭГ автор рассчитал параметры растворимости по Гильдебранду. Результаты расчета показали, что ПГБ и ПЭГ должны хорошо растворяться в хлороформе и ДМФА и в их смесях. По результатам исследования свойств растворов ПГБ в хлороформе и полученных на их основе методом электроформования волокнистых материалов показано, что оптимальная концентрация для ПГБ с молекулярными массами 400 и 500 кДа составила 6 и 8 масс.% соответственно. Для оценки возможности получения бездефектных волокон были проведены исследования по оптимизации технологических параметров процесса электроформования. Показано, что для получения волоконных материалов с минимальным количеством дефектов оптимальные технологические параметры составляют: напряжение между иглой и коллектором 30 кВ, скорость подачи раствора 0,5 мл/час. Для направленного регулирования свойств ПГБ материалов было исследовано влияние бинарного растворителя и доли ПЭГ на закономерности формирования волокон. Результаты исследования волокнистых ПГБ/ПЭГ материалов свидетельствуют о том, что введение ПЭГ понижает хрупкость и повышает эластичные свойства волокнистых мембран по сравнению с материалами из ПГБ. Показано, что волокнистый материал при

использовании в качестве мембраны способен задерживать более 90% твердых частиц диаметром в диапазоне от 0,6 до 52 мкм.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке автором и научного обоснования способа получения бездефектных волокнистых материалов на основе ПГБ и ПГБ/ПЭГ с использованием метода электроформования. Представление о структурных изменениях, протекающих при формировании волокон на основе ПГБ из бинарной системы растворителей хлороформ/ДМФА методом электроформования позволяет регулировать морфологию и характеристики получаемых волокнистых материалов.

Положения, выносимые на защиту, обоснованы в выводах по главам диссертационной работы.

Практическая значимость проведенных исследований связана с разработкой новых подходов к решению технологических задач и разработке новых составов и методик получения волокнистых материалов на основе ПГБ с использованием метода электроформования. Показано, что свойствами полученных волокнистых материалов на основе ПГБ можно управлять через изменение как рецептурных параметров раствора, так и технологических параметров получения. Таким образом, продемонстрировано, что полученные волокнистые материалы можно использовать как фильтры для микрофльтрации воды, что на данный момент крайне востребовано и позволит расширить круг применяемых материалов.

Полнота изложения материалов диссертации

Результаты проведенных исследований опубликованы в 11 печатных работах, из них 4 статьи - в том числе, 2 научные статьи в журналах, включенных в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК РФ, 2 публикации в научных журналах,

индексируемых в SCOPUS и/или WoS, 7 тезисов научных докладов. Автореферат диссертации и публикации Х.Т. Нгуена отражают содержание диссертационной работы.

Замечания по диссертации и автореферату:

- Хорошо известно, что в большинстве случаев при увеличении напряжения, приложенного между иглой и коллектором, средний диаметр получаемых волокон, полученных методом электроформования, уменьшается. Почему в вашем случае средний диаметр волокна остается практически неизменным (см. рисунок 23)?
- Чем обусловлен выбор гидроксида алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_3$) при моделировании эффективности процесса фильтрации?
- В диссертации указывается, что при введении ПЭГ происходит образование ламеллярных кристаллитов и наблюдается несовместимость между ПГБ и ПЭГ. Чем тогда можно объяснить, что при содержании ПЭГ равным 3% удлинение ПГБ/ПЭГ волокнистых материалов максимально?
- Заинтересован ли автор в продолжении исследований в этой области? Если да, то какие шаги будут предприняты в продолжение исследований?

Заключение о соответствии диссертации требованиям Положения о присуждении ученых степеней

Сделанные замечаний не снижают научную ценность работы, достоверность полученных результатов и защищаемых положений диссертационной работы.

Диссертационная работа Нгуена Хоанга Тханя на тему: «Разработка волокнистых материалов на основе полигидроксипропирата с использованием метода электроформования в качестве фильтрующих элементов» соответствует пунктам 2 и 6 области исследований паспорта

специальности 2.6.11 - Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Рецензируемая диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании проведенных комплексных исследований решена задача по разработке волокнистых материалов на основе полигидроксibuтирата полученного с использованием метода электроформования.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что диссертационная работа Нгуен Хоанг Тханя «Разработка волокнистых материалов на основе полигидроксibuтирата с использованием метода электроформования в качестве фильтрующих элементов», по своей актуальности, научной новизне, уровню выполнения, научной и практической значимости полученных результатов и личному вкладу автора соответствует критериям, установленным п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Нгуен Хоанг Тхань заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальностям 2.6.11 – «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов».

Профессор кафедры экономики и
финансового права Северо-
Кавказского института-филиала
ФГБОУ ВО «Российская академия
народного хозяйства и
государственной службы при
Президенте Российской
Федерации», доктор технических
наук, доцент (специальность
02.00.06. – Высокомолекулярные
соединения)

Галина Михайловна
Данилова-Волковская

02 декабря 2024

Подпись <u>Г.И. Даниловой</u>	
удостоверяю <u>Волковская</u>	
Ведущий специалист по персоналу <u>С.А. Мирзаханян</u>	
" 2 " <u>декабря</u> 2024 г.	

Тел. +7-905-469-50-25, danilova-volk@yandex.ru

357502, ул. Дунаевского, 5, Пятигорск, Северо-Кавказский институт-
филиал федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Российская академия народного
хозяйства и государственной службы при Президенте Российской
Федерации»