

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

профессора, доктора технических наук Маркова Анатолия Викторовича на диссертационную работу Шеленкова Павла Геннадьевича на тему **«Структура и свойства высоконаполненных биокompозитов»**, представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения

Актуальность темы диссертационного исследования.

Разработка доступных полимерных биоразлагаемых композиционных материалов является приоритетной задачей современной полимерной науки. Наиболее перспективным направлением этих исследований является создание композиционных материалов на основе полиолефинов и природных наполнителей, способных разрушаться под воздействием атмосферного воздействия и микроорганизмов. Основным недостатком подобных материалов с большим содержанием природных наполнителей являются их низкие механические характеристики, обусловленные плохой совместимости компонентов. В данной работе исследуются биокompозиты на основе полиолефинов с природными целлюлозными наполнителями, в составе которых в качестве компатибилизатора присутствуют полярные сополимеры этилена с винилацетатом. Поэтому диссертационная работа Шеленкова П.Г., направленная на изучение высоконаполненных биоразлагаемых полимерных композитов с природными наполнителями на основе смесей полиэтилена и сополимер этилена с винилацетатом является своевременной и актуальной.

Научная новизна исследования и полученных результатов

Наиболее значимая новизна данной работы заключается в установлении зависимости и анализе комплекса свойств, включая способность к биоразложению, исследованных полимерных высоконаполненных композитов от химической структуры (содержания винилацетатных групп) и молекулярной массы основного компонента – сополимера этилена и винилацетатом (СЭВА).

Представляет интерес исследованный автором эффект увеличения к стойкости к термоокислению композиций СЭВА с древесной мукой (ДМ), связанный с диффузией низкомолекулярных циклических соединений из ДМ в матрицу СЭВА.

Степень обоснованности и апробации результатов

Обоснованность результатов исследований обусловлена использованием стандартизированных химических, физических и биологических методик и современных сертифицированных приборов и оборудования, а также использованием статических методов обработки данных.

Основные положения результаты работы были апробированы и обсуждались на многочисленных конференциях и семинарах: VII Всероссийской Каргинской конференции «Полимеры» (Москва, Россия, 2017, 2024); VI научной молодежной школы-конференции «Химия, физика, биология: пути интеграции» (Москва, Россия, 2018); V Global Conference on Polymer and Composite Materials (Китакюсю, Япония, 2018); Международной конференции FarEastConference (Владивосток, Россия, 2019); 8th Asian Symposium on Advanced Materials (ASAM-8) (Новосибирск, Россия, 2023); Молодежной конференции в ИБХФ РАН-ВУЗы (Москва, Россия); III Международной научной конференции «Новые материалы и технологии для устойчивого развития» (Москва, Россия, 2024); XXVI ежегодной научной конференции "ПОЛИМЕРЫ-2025" (Москва, Россия, 2025).

По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ, из них – 7 статей в международных и российских рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК; 8 тезисов в сборниках трудов научных конференций.

Теоретическая значимость работы заключается в получении новых теоретических и экспериментальных данных, дополняющих теоретическую базу знаний в области химии и технологии биоразлагаемых полимерных материалов.

Исследовано влияние морфологии дисперсных частиц целлюлозных наполнителей в формировании комплекса физико-механических, сорбционно-

диффузионных, реологических, термических свойств и кинетики биодегradации высоконаполненных композитов на основе СЭВА и полиэтилена и доступных природных наполнителей.

Показано, что наличие адгезионного взаимодействия между СЭВА и ДМ препятствует отрыву полимерной матрицы от дисперсного природного наполнителя в процессе деформирования, что положительно сказывается на механических характеристиках высоконаполненных биоразлагаемые композиций.

Вероятно, полученные автором теоретические результаты быть использовано и при разработке новых типов биоразлагаемых материалов.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке оптимальных составов полимерных высоко наполненных биоразлагаемых полиолефиновых композиции с доступными природными наполнителям: древесной мукой и микрокристаллической целлюлозой. Установлено как влияет состав композиций ПЭНП/СЭВА/природный наполнитель на их эксплуатационные характеристики данных, включая способность к биодеструкции в почве.

Сформулированы требования и рекомендации к применению.

Структура и содержание работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, в том числе: обзора литературы, главы посвященной и описанию объектов и методов исследования и главы с обсуждением результатов исследований, а также заключения, списков сокращений и условных обозначений, и списка использованной литературы.

Диссертация изложена на 166 страницах, содержит 92 рисунка, 28 таблиц, список литературы, включает 166 наименований.

Во введении диссертантом обоснована актуальность выбранной темы диссертационного исследования и степень её разработанности, Сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Рассмотрены положения, выносимые на защиту, степень достоверности результатов исследования,

личный вклад автора, апробация и опытно-промышленное внедрение результатов исследования, а также отражены сведения о структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации проведен анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований отечественных и зарубежных авторов по тематике диссертации позволил диссертанту обосновать цель и задачи диссертационного исследования. Автор отмечает перспективность исследования смесей на основе полиэтилена (ПЭНП) и сополимеров этилена и винилацетата (СЭВА) с целлюлозосодержащими наполнителями, для получения полимерных высоконаполненных биоразлагаемых композитов.

Анализ научно-технической литературы позволил автору сформировать научную концепцию, цель и основные задачи исследования, которые необходимо решить в процессе выполнения диссертационной работы.

Вторая глава посвящена методическим вопросам. В качестве объектов исследования были выбраны биополимерные смеси крупнотоннажных термопластичных полимеров: доступных импортируемых сополимеров СЭВА с различными молекулярными массами и содержаниям сомономеров, а также отечественного полиэтилена низкой плотности. В качестве биологического наполнителя использовались древесная мука (ДМ) и микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ).

Комплексные исследования проводились с использованием современных методов исследования структуры и свойств этих материалов: дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), ИК-Фурье спектроскопия, термогравиметрический анализ, электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, лабораторные и натурные испытания на биоразложение.

Обработку экспериментальных данных автор проводил с помощью математических и статистических инструментов анализа с учетом требований

нормативных документов, что позволяет сделать вывод о воспроизводимости результатов экспериментальных исследований.

В третьей главе диссертации представлены результаты исследований эксплуатационных характеристик высоконаполненных композитов на основе СЭВА и полиэтилена с природными наполнителями. Исследованы особенности влияния структуры СЭВА и морфологией частиц природных наполнителей механических свойств образцов, представлены результаты исследований водопоглощения и реологических характеристик различных образцов. Проведена оценка дефектности структуры высоконаполненных композиций. Большое внимание уделено изучению процесса термической деструкции микрокристаллической целлюлозы и древесной муки. Описан термостабилизирующее влияние древесной муки и его связь с содержанием винилацетата в СЭВА. Большое внимание уделено процессу биодеструкции композиций с природными наполнителями, подтверждены данные, касающиеся изменения фазовой структуры бинарных смесей ПЭНП/СЭВА.

В заключении соискатель ученой степени подвел итоги диссертационного исследования и сформулировал основные выводы и рекомендации по использованию результатов диссертационной работы. Автором показана обоснованность выдвинутых научных положений, приводятся рекомендации и указаны перспективы дальнейших исследований материалов на основе хлорированного полиэтилена. Сформулированные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации в достаточной степени подтверждены экспериментальными исследованиями и результатами промышленной апробации.

Замечания. В качестве основных замечаний к данной диссертационной работе можно выделить следующее:

1. При описании влияния наполнителей на термостабильность композитов не учитывалась наличие термостабилизаторов в СЭВА и ПЭ.
2. При описании влияния на свойства полимеров ПТР или вязкости расплавов лучше говорить о молекулярной массе полимеров.

3. При приготовлении тройных композиций не опробованы все возможные способы (порядки) введения компонентой в смеситель.

4. На фотографиях (рис. 51 и 52) не видно четкого различия структуры образцов приготовленных разными способами.

5. Первый вывод в заключении мало информативен.

6. Список сокращений и условных обозначения не полный, ссылки на литературные источники не упорядочены, отсутствуют указания на увеличение на некоторых фотографиях.

7. Некоторые результаты требуют объяснения, например:

- почему на стр. 96 делается вывод о том, что «МКЦ в матрице СЭВА является инертным наполнителем;
- учитывалось ли поглощение образцами спирта при пикнометрическом методе определения их плотности.

8. Некорректно используются некоторые термины, например: «ИК-спектры» и «нагрузочная способность наполнителей» на стр. 20; «иПП» на стр.49; «Мпа» на стр. 52; «чистые» образцы на стр. 86 и далее; снижение «эластичности» образцов; «удлинение полимерной композиции при растяжении» на стр.113; «фаза включения» на стр.115.

Однако сделанные замечания не носят принципиального характера, не снижают достоверности основных результатов и защищаемых выводов диссертационной работы Шеленкова П.Г. и не повлияли на ее общую положительную оценку.

Заключение.

Диссертационная работа Шеленкова П.Г. выполнена на достаточно высоком научном уровне и является самостоятельно выполненным и законченным исследованием, направленным на изучение структуры и свойств высоконаполненных биоразлагаемых полимерных композитов с природными наполнителями. Полученные в диссертационной работе научные результаты подтверждают эффективность выбранного направления. Выводы автора обоснованы, практически значимы и направлены на решение актуальной

задачи народно-хозяйственного значения. Диссертация аргументирована, написана хорошим языком, аккуратно оформлена. Автореферат диссертации и публикации в полной мере отражают её содержание. Диссертация Шеленкова П.Г. соответствует требованиям паспорта специальности ВАК специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения.

Таким образом, диссертационная работа Шеленкова П.Г. «Структура и свойства высоконаполненных биокмполитов», является законченной научно-квалификационной работой, направленной на решение актуальной задачи, содержит научную новизну, теоретическую и практическую значимость, выводы и рекомендации по промышленному применению результатов диссертации. Диссертационная работа и ее автореферат соответствуют требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (со всеми изменениями и дополнениями) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата химических наук, а ее автор Шеленков П.Г. заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения.

Официальный оппонент:

Профессор, доктор технических наук, по специальности - 05.17.06. «Технология и переработка полимеров и композитов», профессор кафедры химии и технологии переработки пластмасс и полимерных композитов Института тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «РТУ МИРЭА»,



Марков Анатолий Викторович
«04» 12. 2025 г.

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет, Адрес: 119454, г. Москва, Вернадского просп., д. 78
E-mail: markovan@bk.ru
Тел.: +7(925)010-59-24


Подпись Марков А.В. *Подтверждаю*
Заместитель
первого проректора *Н.В. Голованова*