

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Шеленкова Павла Геннадьевича

«Структура и свойства высоконаполненных биокompозитов»,

представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по

специальностям 1.4.7. Высокомолекулярные соединения

Диссертационная работа Шеленкова П.Г. посвящена актуальной проблеме – созданию биоразлагаемых материалов. Автор приводит несколько вариантов решения проблемы: синтез новых полимерных материалов, способных полностью разрушаться под воздействием факторов окружающей среды, таких как солнечный свет, влага, кислород воздуха и микробиота почвы (полилактид, полигидроксикапроат и т.п.), а также создание композиционных материалов на основе синтетических полимеров и природных полимерных наполнителей, таких как целлюлоза, крахмал, хитозан, древесная мука и т.д. Такие материалы обладают достаточно высокими эксплуатационными характеристиками, а после окончания их жизненного цикла, при попадании в компост, подвергаются воздействию микробиоты почвы, при этом разрушается природный наполнитель, а образовавшиеся метаболиты, в сочетании с климатическими факторами, разрушают синтетический полимер матрицы композиции. Недостатком подобных материалов является плохая совместимость природного наполнителя с синтетической полимерной матрицей.

В работе предлагается решение совместимости композитов путем использования технологии получения высоконаполненных композиций для получения биоразлагаемых материалов. В диссертации сформулированы следующие основные цели и задачи: изучить влияния структуры СЭВА на свойства высоконаполненных композиций на его основе, а также провести исследования влияния содержания СЭВА в тройных биокompозитах (ПЭНП/СЭВА/ наполнитель) на их свойства, включая способность к биоразложению.

В работе сформулирована научная новизна. Впервые установлены и обобщены корреляционные зависимости между химическим строением, молекулярными характеристиками СЭВА и структурно-динамическими характеристиками высоконаполненных композитов на основе дисперсных целлюлозных наполнителей различной морфологии.

Впервые для системы СЭВА-целлюлозный наполнитель установлены фундаментальные принципы влияния химического строения СЭВА на уровень межмолекулярного взаимодействия с целлюлозными микрочастицами, проявляющегося в изменении структурно-динамических свойств композитов.

Продемонстрирована роль концентрации винилацетатных групп СЭВА в формировании межмолекулярного взаимодействия на границе раздела полимерной матрицы с дисперсными частицами полярных наполнителей и как следствие, изменение комплекса эксплуатационных параметров и стойкости к внешним агрессивным факторам окружающей среды.

Определено влияние морфологии дисперсных частиц целлюлозных наполнителей в формировании комплекса физико-механических, сорбционно-диффузионных, реологических, термических свойств и кинетики биodeградации композитов на основе СЭВА и полиэтилена (ПЭ).

Теоретическая и практическая значимость работы отражена в научных аспектах по результатам исследования. Установлено, что с ростом концентрации винилацетатных групп увеличивается скорость и степень водопоглощения, снижается модуль упругости, растёт стойкость к окислению дисперсно-наполненных композитов на основе СЭВА. Впервые обнаружен эффект антиокислительной стабилизации СЭВА древесной мукой при переработке в расплаве. Описан эффект увеличения стойкости композиций СЭВА с древесной мукой (ДМ) к термоокислению, связанный с диффузией низкомолекулярных циклических соединений из ДМ в матрицу СЭВА. При этом, данный эффект тем больше, чем выше концентрация ВА звеньев в матрице СЭВА. В работе установлены температурно-временные условия стабилизации полиолефиновой матрицы при создании композитов с ДМ. Показано, что наличие адгезионного взаимодействия между СЭВА и ДМ препятствует отрыву полимерной матрицы от дисперсного наполнителя в процессе деформирования. Установлено влияние концентрации СЭВА в композициях ПЭНП/СЭВА/природный наполнитель, на эксплуатационные характеристики данных композиций включая их способность к биодеструкции в почве. В работе научно обоснована предельная концентрация целлюлозного наполнителя в суперконцентратах на основе СЭВА – 60 масс.%. Найдено оптимальное содержание добавки СЭВА в тройных композициях с ПЭ и природным наполнителем (40 масс. %), которое позволяет получить пленочные материалы с оптимальной совокупностью прочностных, деформационных, диффузионных характеристик и максимальной биоразлагаемостью.

Диссертационная работа Шеленкова П.Г. состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, обсуждения результатов, выводов и списка цитированной литературы (166 библиографических источников). Диссертация изложена на 166 страницах машинописного текста, содержит хорошо оформленных рисунков и таблиц с результатами.

Во введении обоснована актуальность темы исследований и ее основных направлений, дана общая характеристика диссертационной работы, сформулированы цели

и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, основные положения, выносимые на защиту..

Глава 1 содержит литературный обзор по созданию композиционных материалов на основе полиолефинов и природных наполнителей, рассмотрены свойства смесей полимеров на основе полиэтилена и сополимера этилена с винилацетатом, высоконаполненных древесно-полимерные композитов на основе термопластов.

На основании выполненного анализа автор сделал обоснованное заключение об актуальности применения сополимера этилена с винилацетатом в качестве компатибилизатора для создания биоразлагаемых полимерных композиций. СЭВА выбран целесообразно, поскольку уже используется для получения термопластичного крахмала и для получения высоконаполненных композиций.

В **Главе 2** Материалы и методы (Экспериментальная часть) приведены характеристики объектов исследования, описана технология получения экспериментальных образцов и показаны методы исследования деформационно-прочностных характеристик, структурно-морфологических, реологических, а также описаны методы изучения биоразложения композиций.

В **Главе 3** диссертационной работы (Результаты и их обсуждение) приведены результаты исследований композиций. Глава состоит из двух разделов: в одной, исследованы материалы на основе СЭВА, наполненные древесной мукой или микрокристаллической целлюлозой, а в другой рассматривались биокомпозиты – тройные композиции ПЭНП/СЭВА/ наполнитель.

Установлено влияние концентрации СЭВА в композициях ПЭНП/СЭВА/природный наполнитель, на эксплуатационные характеристики данных композиций включая их способность к биодеструкции в почве. В работе научно обоснована предельная концентрация целлюлозного наполнителя в суперконцентраатах на основе СЭВА, определено оптимальное содержание добавки СЭВА в тройных композициях с ПЭ и природным наполнителем (40 масс. %), которое позволяет получить материалы с оптимальной совокупностью прочностных, диффузионных характеристик.

Последний раздел диссертационной работы Павла Геннадьевича Шеленкова содержит совокупность полученных результатов, представленных в виде основных выводов работы. Хотелось бы высказать, что работа построена в логике изложения диссертаций и имеет четкую структуру исследовательской работы.

По материалам диссертационной работы Шеленкова П.Г. можно отметить **несколько вопросов и замечаний**:

1. Не совсем понятно, чем обоснован выбор микрокристаллической целлюлозы, как наполнитель для получения биоразлагаемых материалов и такое относительно большое содержание синтетического полимера для получения композиций, ведь как показывают исследования, приведенные в работе за 775 суток, потеря массы образцов не превысила 18%.

2. Не совсем понятно за счет чего кислородопроницаемость в смеси ПЭ-СЭВА увеличивается с увеличением содержания сополимера. СЭВА используется в многослойных материалах для получения барьерных систем с пониженным коэффициентом газопроницаемости.

3. В главе 3.1.3 «Изучение влияние молекулярной массы и содержания винилацетата в сополимере этилена с винилацетатом на свойства высоконаполненных композиций с природным наполнителем» не указаны значения молекулярной массы сополимера. Можно предположить, что автором используется косвенный метод с использованием реологических характеристик полимерной композиции. Желательно было бы провести исследования по определению молекулярной массы сополимера.

4. На стр. 75 указано, что в работе исследовали максимальную прочность материалов, при этом в композициях, где наблюдался предел текучести, фиксировали этот показатель, а в случае кривых растяжения без предела текучести, фиксировали прочность при разрыве, как максимальную прочность. Не понятно, почему не использовали в работе один критерий.

5. ПТР является технологическим критерием, желательно в работе использовать эффективную вязкость или другой критерий реологических свойств для обоснования зависимостей в полимерных смесях и композициях.

6. В работе используется термин «структурно-динамические свойства», хотелось бы пояснений, какие свойства включены в это понятие.

7. В диссертационной работе присутствуют опечатки.

Сделанные замечания носят редакционный характер и не отражаются на общей высокой оценке работы.

Диссертация и автореферат правильно структурированы, написаны понятным языком и хорошо проиллюстрированы, что позволяет читателю разобраться в деталях выполненного эксперимента. Выводы полностью соответствуют содержанию работы и полученным результатам.

Таким образом, в диссертации Шеленкова П.Г. выполнено решение научной задачи комплексного исследования высоконаполненных композиций на основе СЭВА, что вносит существенный вклад в развитие областей знания «Высокомолекулярные соединения».

Содержание и название диссертации соответствуют паспорту специальностей 1.4.7. Высокомолекулярные соединения. Подводя итоги, можно заключить, что диссертационная работа Шеленкова Павла Геннадьевича «Структура и свойства высоконаполненных биокмползитов», по содержанию, научной новизне, актуальности, объему и обоснованности научных результатов полностью соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации и авторефераты диссертаций на соискание ученых степеней («Положение о присуждении ученых степеней», утвержденное Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 11.09.2021)), а ее автор, Шеленков Павел Геннадьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.7. – Высокомолекулярные соединения.

Официальный оппонент:

Доктор химических наук, профессор,
заведующий кафедрой промышленного дизайна,
технологии упаковки и экспертизы Федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Российский
биотехнологический университет»



Кирш Ирина Анатольевна

5.12.2025г

125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11
тел. 8(495); e-mail: kirshia@mgupp.ru

Подпись д.х.н., проф. И.А. Кирш «Удостоверяю»:

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет»
(РОСБИОТЕХ)

Член-корреспондент РАО, д.п.н., проф.



Г.И. Ефремова