

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента  
на диссертацию Шкуро Алексея Евгеньевича на тему:  
«Композиты с регулируемым биоразложением на основе  
производных целлюлозы, синтетических полимеров  
и лигноцеллюлозных наполнителей», представленную на соискание  
ученой степени доктора технических наук по специальности:  
4.3.4 – Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства  
и переработки древесины

### **Содержание работы**

Работа состоит из введения, 6 глав, заключения, 2 приложений и списка источников, включающего 202 наименования. Диссертация изложена на 319 страницах машинописного текста, содержит 83 таблицы и 257 рисунков.

### **Актуальность темы диссертационного исследования**

Объемы производства синтетических полимеров постоянно возрастают. Недостаточное повторное использование отходов этих полимеров приводит человечество к проблеме пластикового загрязнения. В то же время на сегодняшний день большая часть отходов лесного и аграрного производств используется в качестве топлива. При их сгорании снижается качество атмосферного воздуха.

Одним из способов решения проблемы утилизации пластиковых отходов является использование последних в биоразлагаемых полимерных и композиционных материалах. Относительно высокая стоимость ограничивает распространение таких материалов, но законодательные инициативы подталкивают некоторые отрасли промышленности к их применению. Биоразлагаемые композиционные материалы на основе природных полимеров широко известны как биокомпозиты. Другим способом решения проблемы пластиковых отходов является получение и применение композитов на основе лигноцеллюлозных и пластиковых отходов, называемых экоккомпозитами.

В настоящей диссертации рассматриваются вопросы получения и переработки полимерных композиционных материалов с регулируемым биоразложением. В качестве сырья для производства таких композиционных материалов диссертант Шкуро А.Е. предлагает использовать отходы возобновляемых растительных ресурсов, содержащих целлюлозу и лигнин, а также отходы потребления и производства, в том числе лесного и аграрного хозяйств.

Для решения проблемы утилизации пластиковых и лигноцеллюлозных отходов автор устанавливает закономерности влияния состава и технологических параметров получения изделий из био- и экоккомпозитов на их физико-механические свойства и степень их биоразложения.

Таким образом, исследования, представленные в диссертации,

сформулированные в результатах и выводах, актуальны и имеют значение для промышленности и улучшения экологии окружающей среды.

### **Новизна исследований и полученных результатов**

Новизна диссертационной работы заключается в установлении закономерностей влияния компонентного и химического состава эко- и биокомпозитов и технологических факторов получения изделий методом горячего прессования на их физико-механические свойства и степень биоразложения в активном грунте.

Новизну и интерес представляет предложенная разработанная методика оценки биостойкости полимерных композитов, основанная на определении изменения массы и физико-механических свойств образца после его выдержки в грунте, активированном микробиологическими препаратами.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений**

В диссертационной работе Шкуро А.Е. обоснованность выводов базируется на применении соответствующих методов исследования, полученном массиве экспериментальных данных, их обработке и аргументации, использовании современных литературных источников.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подкреплены фактическими данными и наглядно представлены в приведенных таблицах и рисунках. Достоверность полученных результатов диссертации основывается на логичном, методически обоснованном подходе к постановке и решению задач, успешном достижении целей исследований и хорошей воспроизводимости полученных результатов.

Основные результаты работы изложены в 65 публикациях, из них 24 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, и 9 работ в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science. Тезисы докладов по теме диссертации были представлены на всероссийских и международных конференциях. По моему мнению, апробация основных результатов работы является достаточной.

### **Соответствие паспорту специальности**

Работа соответствует п. 2 «Химия, физико-химия и биохимия основных компонентов биомассы дерева и иных одревесневших частей растений, композиты, продукты лесохимической переработки» и п. 4 «Технология и продукция в деревообрабатывающем, целлюлозно-бумажном, лесохимическом и сопутствующих производствах» паспорта научной специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины».

### **Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций**

Научная значимость представленной работы заключается в получении новых знаний и закономерностей влияния компонентного и химического

состава полимерной фазы и лигноцеллюлозных наполнителей на физико-механические свойства и степень биоразложения в грунте композитов с полимерными фазами производных целлюлозы (ацетатов целлюлозы, карбоксиметилцеллюлозы, этилцеллюлозы), полиэтиленом, полипропиленом и поливинилхлоридом.

Работа имеет большую практическую значимость, которая заключается в разработке подхода к регулированию степени биоразложения композитов на основе производных целлюлозы, синтетических полимеров и лигноцеллюлозных наполнителей; разработке рецептур эко- и биокомпозитов с различными видами лигноцеллюлозных наполнителей; разработке защищенного патентом способа получения био- и экокомпозитов с лигноцеллюлозными наполнителями, предусматривающего проведение предварительной агломерации древесно-полимерной смеси.

Автором предложена технология получения изделий из экокомпозитов с полимерной фазой поливинилхлорида и кострой конопли технической методом каландрования. По предложенной схеме была получена опытно-промышленная партия в ООО «Стройпластполимер» (г. Екатеринбург).

### **Оценка содержания диссертации**

Во введении обоснована актуальность темы исследования, показаны степень ее разработанности, цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе диссертации приведены результаты исследований и производственного опыта по получению и исследованию свойств био- и экокомпозитов с термопластичными полимерными фазами, а также методы повышения физико-механических свойств, рассмотренных материалов. Описаны факторы, влияющие на способность композитов к биоразложению. На основании анализа этих результатов изложено обоснование выбранного направления исследований.

Замечания по 1 главе:

1. С. 32 – Древесная мука не может сама по себе являться возобновляемым ресурсом.
2. С. 35 – Возможно ли для древесных волокон иметь такие четкие параметры  $l=1.2$  мм,  $d=0.3$  мм, как сообщает автор?
3. Считаю, автор недостаточно уделил внимания механизму биоразложения компонентов растительных материалов микроорганизмами. Это позволило бы более точно охарактеризовать изучаемые явления.
4. Не хватило данных по оценке объемов рассматриваемых растительных отходов, предлагаемых в качестве наполнителей.

Во второй главе работы представлены характеристики использованных в работе химических веществ и материалов, дано описание методик

исследований.

Замечания по 2 главе:

1. К сожалению, не представлены характеристики отходов по п. 3,4,7 (с. 79-81), а также характеристики некоторых наполнителей п. 2-6 (с. 81), по крайней мере, влажность, фракционный состав.
2. Чем обусловлен выбор такого большого количества наполнителей?
3. Считаю, было бы полезным представить схему исследований с классификацией используемых материалов.

В третьей главе рассмотрены вопросы получения композитов с регулируемыми свойствами на основе производных целлюлозы с лигноцеллюлозными наполнителями.

Замечания по 3 главе:

1. С.89-90 – Недостаточно раскрыт химический состав, в частности нет данных по содержанию гемицеллюлоз. При этом автор указывает, например, на «повышенные содержания моносахаридов и полисахаридов в недревесном сырье».
2. Раздел 3.1.2 – Какой итоговый состав автор предлагает? Какие концентрации ДМИФ и ТБФ оптимальны?
3. С. 103 – Чем объясняется отсутствие в моделях плотности и твердости по Бринеллю такого фактора как содержание древесной муки?
4. С.110 – на рис. 3.19 представлены результаты моделирования. К сожалению, не показаны экспериментальные значения, ввиду чего сложно оценить точность полученной модели.
5. Нет объяснения природы экстремумов, наблюдаемых в свойствах биокомпозитов (например, рис. 3.19,б, 3.18, 3.13 и др.) с точки зрения физико-химических процессов и явлений.
6. Было бы полезно представить сравнительные графики свойств биокомпозитов, например АЦ+ЛЦ и АЦ+ЛЦ+пластификатор.

В четвертой главе приведены результаты исследования композитов с полимерными фазами первичных и вторичных полиолефинов с лигноцеллюлозными наполнителями.

Замечания по 4 главе:

1. С.123 – Неясно, почему в составах экокомпозитов автор останавливается на соотношении полимер:наполнитель 50:50 (табл. 4.1).
2. Как считает автор, какие ключевые свойства изучаемых наполнителей из сельскохозяйственных отходов влияют на итоговые свойства композитов (степень измельчения, химический состав, морфология поверхности частиц, лимитирующая адгезию)?
3. Рис. 4.13, с. 150 – Почему плотность увеличивается с увеличением содержания ИСЛТ? То же с фитомассой листьев (рис. 4.34, с.154).

В пятой главе рассмотрены композиты с полимерной фазой первичного и вторичного поливинилхлорида.

Замечания по 5 главе:

1. Табл. 5.1 – Чем отличаются образец 1 и 2?
2. Не ясно, чем обоснован выбор минеральных наполнителей.
3. Рис. на с. 250-253 – Экспериментальные точки не следовало бы соединять линиями, лучше показать тренд.

В шестой главе предложена технология получения изделий из эко- и биокомпозитов с полимерными фазами производных целлюлозы и синтетических термопластических полимеров и лигноцеллюлозными наполнителями.

Замечания по 6 главе:

1. С. 262 – Из полученной модели следует, что давление горячего прессования, время горячего прессования и время холодного прессования не влияют на свойства композитов вообще. Действительно ли это так?
2. С. 278 – Вызывает вопрос однородности предварительного смешивания полиэтилена и частиц древесной муки перед гранулированием. Как через плоскоматричный или кольцевой гранулятор будет проходить эта смесь?
3. Хотелось бы увидеть экономическую оценку производства рекомендованных композитов.

### **Замечания по тексту диссертации**

В заключении хочется отметить, что диссертационная работа Шкуро Алексея Евгеньевича: «Композиты с регулируемым биоразложением на основе производных целлюлозы, синтетических полимеров и лигноцеллюлозных наполнителей» направлена на решение важной научно-технической проблемы, связанной с утилизацией лигноцеллюлозных и пластиковых отходов.

При решении перечисленных проблем автором получены результаты, имеющие существенное значение для развития теоретических знаний в области изучения полимерных композиционных материалов с лигноцеллюлозными наполнителями.

Автореферат полностью соответствует диссертации и отражает содержание работы.

На основании вышесказанного считаю, что диссертационная работа Шкуро Алексея Евгеньевича на тему: «Композиты с регулируемым биоразложением на основе производных целлюлозы, синтетических полимеров и лигноцеллюлозных наполнителей», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, является законченной научно-квалификационной работой. В ней содержится решение научной проблемы, имеющее важное значение для лесопромышленного комплекса

России. Работа соответствует п. 9 Положения «О порядке присуждения учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. (в редакции от 18.03.2023 г.), предъявляемым ВАК к докторским диссертациям, а ее автор – Шкуро Алексей Евгеньевич заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.4 – Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

**Официальный оппонент:**

Просвирников Дмитрий Богданович, доктор технических наук (05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины), доцент, профессор кафедры переработки древесных материалов, ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технологический университет

420015, Республика Татарстан  
г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68,  
телефон +7 937 286-14-31  
e-mail: prosvirnikov\_dmi@mail.ru



Подпись: *Просвирников Д.Б.*

\_\_\_\_\_

удостоверяю.

Начальник отдела по работе с  
сотрудниками ФГБОУ ВО «КНИТУ»

*Д.Б.* \_\_\_\_\_ А.Р. Уренцов

