ОТЗЫВ

Официального оппонента доктора технических наук, заведующего кафедрой инженерной графики и автоматизированного проектирования, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» Мидукова Николая Петровича на диссертационную работу Захарова Павла Сергеевича на тему «Композиты на основе эфиров целлюлозы для производства биоразлагаемой тары с эффектом подкормки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины

Актуальность темы

Актуальность диссертационного исследования подтверждается его соответствием трём национальным проектам Российской Федерации. Разработка биоразлагаемой тары способствует снижению вреда окружающей среде, внося вклад в национальный проект «Экологическое благополучие». Применение комплексных удобрений пролонгированного действия и разработанная технология повышения урожайности связаны с национальным проектом «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности». Наконец, предложенная и научно обоснованная рецептура композита относится к национальному проекту «Новые материалы и химия». В целом можно отметить, что работа посвящена разработке научно обоснованных технических и технологических решений по созданию экологически безопасного композита и формы на его основе, позволяющих повысить урожайность растений и снизить затраты на удобрение.

Содержание работы

Работа состоит из введения, 5 глав, заключения, 3 приложений и библиографического списка, включающего 124 наименования. Диссертация изложена на 145 страницах машинописного текста, содержит 43 таблицы и 77 рисунков.

Во **введении** автор обосновывает актуальность темы, формулирует цель и задачи исследования, научную новизну работы и основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава диссертации представляет собой аналитический обзор. В ней рассматриваются виды, свойства и применение удобрений (раздел 1.1), с акцентом на удобрения пролонгированного действия и обоснованием необходимости исследования скорости и продолжительности высвобождения питательных веществ (раздел 1.2). Проведен критический анализ небиоразлагаемых покрытий для удобрений, с указанием их недостатков (раздел 1.3). Разделы 1.4-1.7 посвящены биоразлагаемым покрытиям: механизмам биодеградации, эффективности, экономической и экологической целесообразности их применения. Разделы 1.8-1.12 содержат информацию об

использовании эфиров целлюлозы в композитных удобрениях, приводя к выводу о необходимости оптимизации состава композитов для повышения эффективности.

Замечания по первой главе:

- Разделы 1.1-1.5 содержат преимущественно общедоступную информацию об удобрениях и покрытиях, недостаточно связанную с целями и задачами исследования. Рекомендуется сократить эти разделы, например, сведя материал страниц 10-13 к одному абзацу с соответствующими ссылками на источники. Подробные определения, классификации и описания видов удобрений и покрытий, а также известных механизмов биодеградации интересны для учебных пособий. В диссертации не стоило давать так подробно.

- Вместе с тем, литературный обзор недостаточно освещает существующие технологические схемы производства удобрений (в контексте четвёртой задачи исследования) и не включает критический анализ существующих аналогов и прототипа заявленной полезной модели.

Во второй главе описываются характеристики исходных материалов и методология экспериментальных исследований, включающая смешивание полимерной матрицы с наполнителем, компрессионное прессование эфироцеллюлозного композита и другие методы. Представлены результаты оценки физико-механических свойств полученных образцов, а также данные по эмиссии удобрений, устойчивости к плесневелым грибам, биостойкости (потери массы) и эффективности подкормки.

В третьей и четвёртой главах представлены результаты экспериментальных исследований свойств композитов. Третья глава посвящена влиянию различных пластификаторов на свойства композитов на основе ацетата целлюлозы (разделы 3.1, 3.2, 3.6), а также исследованию влияния содержания и фракции древесной муки (разделы 3.3, 3.4) и оценке эмиссии NPK-удобрения (раздел 3.5), устойчивости к плесневелым грибам и эффективности биоразлагаемой тары. Четвёртая глава фокусируется на свойствах композитов с карбоксиметилцеллюлозой и этилцеллюлозой, NPK-удобрением и древесной мукой, а также на оценке эффективности биоразлагаемой тары на их основе.

***Замечания по третьей и четвёртой глав*ам**

- Необходимо объяснить различие в условиях определения текучести ацетата целлюлозы с пластификаторами, используя прибор ИИРТ-АМ, согласно ГОСТ 11645-69 (180 °С, 2,16 кг) и ГОСТ 11645-2021 (190 °С, 5 кгс). Отсутствие единообразия в ГОСТах, единицах измерения нагрузки и температуре требует уточнения.

- Выбор муки из камыша и овса в качестве сравнения с древесной мукой нуждается в обосновании.

- Анализ влияния размера частиц, ограниченный древесной мукой марок ДМ-180 и ДМ-300, недостаточен для получения достоверных зависимостей по влиянию фракционного состава на свойства композита. Необходимо было расширить диапазон марок древесной муки.

- Вывод в пункте 3.3 (стр. 65) мог быть сделан на основании литературных данных, без проведения экспериментальных исследований. Необходимо было добавить конкретики.

- В таблице 3.8 избыточная точность (четыре знака после запятой) в уравнениях. Неясно, почему в патенте № 226588 и в диссертации (стр. 117) указано 25% древесной муки в композите, в то время как экспериментальные данные (пункт 3.5) преимущественно относятся к 20%. Это расхождение следует пояснить.

- Второй столбец в таблицах 3.12 и 3.15 (диссертация) и таблицах 1 и 2 (автореферат) не нужен. Достаточно было указать в заголовке или в тексте, что содержание пластифицирующего компонента составляет 100 мас.ч.

В **пятой главе** представлены расчёты технико-экономических показателей использования, предлагаемого автором биоразлагаемого композита с удобрением.

Замечание по пятой главе:

Сильно смущают некоторые цифры, представленные в таблице 5.5 по среднемесячной заработной плате на одного человека. В 2026 году она составит, по прогнозам соискателя, 24 593 руб, а в 2027 – 29 166 руб. Сомневаюсь, что будут желающие работать за эту зарплату.

Научная новизна исследования и полученных результатов

Диссертационное исследование выявило закономерности и представило результаты, подтверждающие научную новизну и практическую значимость разработанных биоразлагаемых композитов с функцией подкормки. Впервые установлено влияние компонентного состава (полиакрилата натрия, NPK-удобрения и древесной муки) на биоразложение, физико-механические и водоудерживающие свойства целлюлозных композитов. Предложена новая математическая модель, описывающая влияние рецептуры на изменение фитомассы модельных растений и позволяющая прогнозировать эффективность подкормки.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения и рекомендации диссертации основаны на обширных экспериментальных данных, полученных в результате комплексного анализа свойств разработанных биоразлагаемых целлюлозных композитов. Для обеспечения достоверности использовались современные методы химического анализа, испытания физико-механических свойств, тестирование на модельных растениях, оценка биоразложения в грунте и статистическая обработка результатов. Разработаны математические модели, описывающие влияние содержания полиакрилата натрия, древесной муки и NPK-удобрения на физико-механические характеристики и биоразложение композитов. Технико-экономическое обоснование подтверждает практическую значимость и эффективность результатов исследования для промышленного применения.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в расширении представлений о влиянии компонентного состава на физико-механические, водоудерживающие и удобряющие свойства целлюлозных композитов. Установлены закономерности взаимодействия полимерной матрицы с лигноцеллюлозными наполнителями, полиакрилатом натрия и NPK-удобрением; разработаны математические модели, описывающие влияние состава на биодеструкцию и рост растений. Практическая значимость работы проявляется в разработке рецептур биоразлагаемых композитов с пролонгированным действием удобрений, пригодных для литьевого формования. Разработана технологическая схема получения биоразлагаемой тары методом литья под давлением, а также предложен способ регулирования скорости биоразложения путем изменения содержания полиакрилата натрия и древесной муки.

Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

Хотя исследования, представленные в диссертации, проводились коллективно под руководством научного руководителя, ключевая роль принадлежит автору. Это подтверждается регулярными публикациями научных результатов, в том числе в рецензируемых журналах, а также прохождением экспертизы практической части диссертации в Фонде содействия инновациям и Федеральном институте промышленной собственности (приложения 2 и 3). Хронология публикаций демонстрирует грамотное планирование и логическую структуру исследования.

Соответствие диссертационной работы паспорту научной специальности

Диссертационная работа и автореферат соответствуют паспорту специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины» по пунктам: 2. Химия, физикохимия и биохимия основных компонентов биомассы дерева и иных одревесневших частей растений, композиты, продукты лесохимической переработки; 4. Технология и продукция в производствах: лесохозяйственном, лесозаготовительном, лесопильном, деревообрабатывающем, целлюлознобумажном, лесохимическом и сопутствующих им производствах.

Заключение

Диссертационная работа Захарова Павла Сергеевича является законченной научно-квалификационной работой, посвященной разработке научно обоснованных технических и технологических решений по созданию экологически безопасного композита и формы на его основе, позволяющих повысить урожайность растений и снизить затраты на удобрение.

Автореферат полностью соответствует диссертации и отражает содержание работы.

Работа соответствует п. 9 Положения «О порядке присуждения учёных

степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. (в текущей редакции), предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор – Захаров Павел Сергеевич заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4 – Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Официальный оппонент:
Доктор технических наук
(05.21.03. Технологии и оборудование
химический переработки биомассы дерева;
химия древесины)
заведующий кафедрой Инженерной графики
и автоматизированного проектирования,
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

Мидуков
Николай
Петрович

«12» 05 2025 г.

Адрес: 198095, Санкт-Петербург, ул. ИванаЧерныхд. 4,каб. В-409 ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна».
Тел.: +7 (812) 339-91-00; доб. 417
E-mail: mnp83@mail.ru

Подпись руки проф. Мидукова Н.П.
заверяю
Зам. проректора по научной работе
/Куров В.С./