

№ 8/21-7400



**ОТЗЫВ
ведущей организации**

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» на диссертационную работу Сусоевой Ирины Вячеславовны «Научные основы управления физико-химическими процессами структурообразования теплоизоляционного материала из многокомпонентного целлюлозосодержащего наполнителя», представленную в диссертационный совет Д 212.355.01 при ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» к публичной защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

Структура и объем работы

На отзыв ведущей организации представлены автореферат диссертации на 34 страницах и диссертация, состоящая из введения, 7 глав, заключения, библиографического списка и 6 приложений. Диссертационная работа изложена на 414 страницах машинописного текста, включающего 82 таблицы, 109 рисунков, библиографический список из 317 наименований и приложений на 85 страницах.

Актуальность темы

Согласно «Стратегии развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 г. и

дальнейшую перспективу до 2030 г.» в рамках реализации Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации предусматривается обеспечение отрасли недорогими, безопасными, экологически чистыми материалами, вовлечение отходов в производство строительных материалов, увеличение глубины переработки природных ресурсов. Как известно, в процессе переработки растительных материалов, таких как древесина, однолетники – лен, хлопок и др., неизбежно образуются отходы, часть из которых является невозвратными, т. е. отправляется в отвал или сжигается. Тот и другой способы утилизации растительных отходов негативно влияют на биосферу. Поэтому проблема ресурсосбережения и переработки отходов путем использования их для производства различных видов продукции актуальна во всем мире. По данным Росприроднадзора, в России образуется около 4,5 млн тонн в год древесных отходов. Аналогичные данные имеются и по другим странам. Например, по данным Статистического бюро Европейского Союза (Евростат), в таких странах, как Германия, Франция, Великобритания и др., ежегодно образуются большие объемы древесных отходов, лидером является Германия – около 400 тыс. тонн.

Перспективным направлением для утилизации растительных отходов является производство теплоизоляционных плитных материалов.

Широкий спектр исследований по переработке растительных отходов в композиционные материалы свидетельствует об актуальности данного направления разработки теплоизоляционных плит из растительных отходов. Однако в отечественной и зарубежной исследовательской практике не отмечено разработок по применению мягких отходов переработки древесины и невозвратных отходов прядения льна и хлопка в качестве наполнителя теплоизоляционных композиционных плитных материалов.

В этой связи, диссертационная работа Сусоевой Ирины Вячеславовны, направленная на развитие научных основ управления физико-химическими процессами структурообразования теплоизоляционного материала из

многокомпонентного целлюлозосодержащего наполнителя, представляется весьма полезной и актуальной.

Научная новизна и значимость полученных результатов

В процессе диссертационной работы выполнены теоретические и экспериментальные исследования физико-химических процессов структурообразования теплоизоляционного материала из многокомпонентного целлюлозосодержащего наполнителя.

В соответствии с поставленной целью, направленной на развитие научных основ получения композиционных материалов теплоизоляционного назначения из многокомпонентных отходов промышленных производств и разработку теоретических и методологических принципов управления их структурообразованием были разработаны математические модели, позволяющие прогнозировать значения физико-механических показателей композиционных материалов на основе управления технологическими параметрами их производства.

Доказано, что уменьшение степени полимеризации целлюлозы в процессе воздействий на волокна льна и хлопка в технологических процессах прядения приводит к увеличению подвижности микрофибрилл целлюлозы и обеспечивает их сближение на расстояние, необходимое для создания активных группировок, формирующих устойчивую структуру материала с требуемыми прочностными свойствами за счет обширного фронта водородных связей между гидроксилами целлюлозы.

Структурная формула взаимодействия макромолекулы целлюлозы наполнителя с отверждающимся связующим, представленная в работе, позволяет получить представления о процессе структурообразования композита из древесных отходов и отходов прядения льняных и хлопковых волокон.

Разработана структурная модель композиционного материала из растительных отходов, позволяющая прогнозировать изменчивость значений физико-механических свойств с учетом экспериментально подтвержденного стохастического характера распределения дискретных частиц наполнителя в композите.

В диссертации выполнено теоретическое обоснование и получены экспериментально подтвержденные результаты эффективности применения моделей общей проводимости для расчета коэффициента теплопроводности, а также позволяющие прогнозировать тепловые свойства композиционных материалов.

Экспериментально определены новые значения фракционного, элементного и химического составов отходов прядения льна и хлопка, которые вносят существенный вклад в представление о свойствах наполнителя и композита, а также служат основой для дальнейших исследований.

На основе выполненных теоретических и экспериментальных исследований разработаны рекомендации по практическому применению результатов работы для производства теплоизоляционных материалов на основе целлюлозосодержащего наполнителя.

Структура и содержание работы

Во введении дано обоснование актуальности направления выполненных исследований, отражена цель, раскрыты научная новизна и практическая значимость работы, отмечены основные публикации по предмету исследования, отражены результаты апробации и приведена структура диссертации.

В первой главе проведен обзор литературы, посвященный основным материаловедческим аспектам использования целлюлозосодержащих отходов. Выполнен анализ научных основ структурообразования композитов

из целлюлозосодержащих отходов. Изучены структура и химический состав растительных волокон. В результате анализа актуальности проблемы исследований сформулированы цель и задачи исследования.

Вторая глава посвящена разработке теоретических основ структурообразования и свойств композиционных материалов из отходов растительного сырья. Разработана схема взаимодействия макромолекулы целлюлозы наполнителя композита с отверждающимся карбамидоформальдегидным связующим.

На основе теории общей проводимости обосновано применение аналитической модели для определения коэффициента теплопроводности расчетным путем, что позволяет прогнозировать тепловые свойства плитных материалов.

Разработана структурная модель композиционного материала, позволяющая определить расчетные значения коэффициентов теплопроводности композитов с разным составом наполнителей.

На основе метода конечных элементов с использованием программного комплекса COMSOL выполнен анализ температуропроводности композита и доказана высокая сходимость параметра температуропроводности, полученного с помощью предложенного способа, со справочным значением материала-аналога.

В третьей главе рассмотрены структура и свойства целлюлозосодержащих отходов. Анализ полученных результатов позволил сделать вывод о том, что содержание целлюлозы в отходах уменьшается в сравнении с данным показателем для волокна, что обусловлено технологическими воздействиями в процессе обработки материала. Содержание целлюлозы существенно снижается в процессе технологической обработки хлопкового и льняного сырья, при этом значительно уменьшается и степень полимеризации целлюлозы для отходов льна и хлопка.

В четвертой главе рассматриваются материалы, оборудование и методики экспериментальных исследований физико-механических

показателей теплоизоляционных композиционных плит, изготовленных из отходов прядения льняного волокна и мягких отходов древесины хвойных пород. Разработаны регрессионные модели и установлена степень влияния прочности композита при статическом изгибе ($\sigma_{и}$), разбухания по толщине за 24 часа (h), водопоглощения (W) от доли добавки связующего, от температуры сушки, и от доли добавки отходов древесины, от доли добавки отходов древесины, % по массе растительного наполнителя. При использовании комбинированного наполнителя из 50 % мягких древесных отходов и 50 % отходов прядения льняного или хлопкового волокна необходимо увеличить массовую долю связующих до 40 % ввиду увеличения удельной поверхности наполнителя. Разработанные регрессионные модели позволяют прогнозировать физико-механические показатели композиционных материалов и управлять технологическими параметрами их производства.

Пятая глава посвящена большому объему экспериментальных исследований, посвященных изучению теплофизических свойств композиционных материалов из отходов производства растительных волокон. Впервые получены значения коэффициентов теплопроводности композиционных материалов из невозвратных отходов прядения льна и хлопка, а также с добавкой мягких отходов древесины, производимых по технологии мягких древесноволокнистых плит. Установлена степень влияния доли добавки связующего, температуры сушки на коэффициент теплопроводности. Установлена высокая сходимость значений теплопроводности композита, рассчитанных по предложенной аналитической зависимости и определенных экспериментально.

Шестая глава посвящена вопросам повышения огнезащитности композиционных материалов из отходов производства растительных волокон. Получены впервые результаты термогравиметрического анализа и ИК продуктов горения композитов из отходов льняного волокна на основе синтетических и неорганических связующих без добавки антипирена

позволили оценить тепловые эффекты термоллиза материалов, что вносит существенный вклад в теоретические представления о процессах горючести и огнезащиты композитов. При использовании алюмохромфосфатного связующего тепловой эффект реакции термоллиза снижается до 1303 Дж/г, что в 1,4 раза меньше, чем эффект термоллиза отходов льняного волокна. Снижение теплового эффекта присутствует и для других композитов из отходов льняного волокна на синтетических и неорганических связующих. Разработаны регрессионные модели показателей композита с добавкой АХФ. По регрессионным моделям установлено, что добавка 30 % алюмохромфосфатного связующего позволяет получить материал со степенью повреждения по массе не более 50 %; значения показателей отвечают группе горючести материалов ГЗ.

Седьмая глава посвящена вопросам технологического и экономического обоснования производства композитов из целлюлозосодержащих отходов промышленных производств. Вовлечение в производство композитов из растительных отходов позволит ежегодно экономить до 50 млн. рублей только за счет снижения расходов сырья и материалов.

Достоверность результатов, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов, выводов и рекомендаций диссертационной работы обеспечена соответствием использованных научных методов исследования поставленным задачам, большим объемом экспериментальных данных, полученных на основе современных апробированных методов и методик исследований, испытаниями необходимого количества образцов, согласованностью полученных теоретических и экспериментальных результатов в пределах допустимой погрешности, согласованностью с данными исследований других авторов, а также широкой апробацией полученных результатов исследований и выводов на ряде научно-технических конференций различного уровня.

Рекомендации по практическому применению результатов работы

Результаты диссертационной работы Сусоевой И.В. могут быть использованы в промышленных масштабах для изготовления композиционных материалов теплоизоляционного назначения, применяемых в малоэтажном строительстве. В частности, результаты работы могут быть использованы для создания строительных материалов с требуемыми эксплуатационными свойствами из мягких отходов древесины и неиспользуемых отходов прядения льна и хлопка при различном сочетании исходных целлюлозосодержащих компонентов.

Полученные автором работы новые данные о составе промышленных отходов, а также теоретические зависимости процесса структурообразования могут использоваться в учебных целях при изучении ряда дисциплин (Технология деревянного домостроения; Технология композиционных материалов; Пожарная безопасность объектов защиты; Охрана труда и рациональное природопользование).

Замечания по диссертационной работе

По тексту диссертации и автореферата имеются некоторые замечания:

- 1) в работе не представлен анализ изменения свойств отходов во времени, в том числе в процессе их длительного хранения;
- 2) с практической точки зрения целесообразно было бы исследовать степень устойчивости разработанных автором материалов к воздействиям отрицательных температур;
- 3) в тексте диссертации и автореферате автор почему-то использует разные символы h и Δ_h для обозначения разбухания по толщине вместо общепринятого P_h ;
- 4) представленные в третьей главе диссертации фотографии микроструктуры растительных волокон и отходов следовало бы сопроводить информацией о кратности увеличения;

5) из содержания автореферата и диссертации не вполне понятно, какие именно технологические режимы могут быть рекомендованы для получения теплоизоляционного материала, и какими показателями он будет обладать.

6) большинство основных выводов носит констатирующий характер.

7) непонятно, в ценах какого периода рассчитан экономический эффект.

Отмеченные замечания не снижают уровня диссертационной работы, которая выполнена на актуальную тему, имеет научную новизну и практическую значимость.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о присуждении ученых степеней

В диссертационной работе Сусоевой Ирины Вячеславовны изложены и научно обоснованы технические и технологические решения актуальной научной проблемы ресурсосбережения на основе выявленных закономерностей физико-химических процессов структурообразования многокомпонентного композита из целлюлозосодержащих наполнителей, которые позволяют управлять процессом создания теплоизоляционного материала с заданным комплексом эксплуатационных свойств. В диссертации содержатся предлагаемые автором решения, обладающие научной новизной и практической значимостью. Личный вклад соискателя в получении достоверных научных данных не вызывает сомнений. Содержание диссертации изложено грамотным техническим языком, графический материал соответствует техническим требованиям. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертационной работы. Диссертационная работа прошла апробацию на ряде научно-технических конференций. По теме диссертации имеется 60 публикаций, в т.ч. 19 статей в изданиях, рекомендованных ВАК.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что представленная к защите диссертационная работа соответствует критериям, изложенным в п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции от 01.10.2018 г. В диссертации изложены новые научно обоснованные технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Сусоева Ирина Вячеславовна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Отзыв на автореферат диссертации и диссертацию обсужден и одобрен на заседании кафедры строительного производства ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», протокол № 20 от «08» июня 2021 г.

Доктор технических наук,
профессор кафедры
строительного производства
ФГБОУ ВО «Владимирский
государственный университет
имени Александра
Григорьевича и Николая
Григорьевича Столетовых»

Ким Борис
Григорьевич

600000, Российская Федерация,
г. Владимир, ул. Горького, 87
E-mail: kim_bg@mail.ru

Подпись заслуженного строителя России, профессора каф. СП
Кима Бориса Григорьевича удостоверяю
секретарь Учёного совета Владимирского
государственного университета



Т.Г. Коннова