

ОТЗЫВ

официального оппонента по диссертации Сусоевой Ирины Вячеславовны
«Научные основы управления физико-химическими процессами
структурообразования теплоизоляционного материала из
многокомпонентного целлюлозосодержащего наполнителя»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия
в диссертационный совет Д 212.355.01 при ФГБОУ ВО
«Ивановский государственный политехнический
университет»

Актуальность диссертационной работы

Композиционные материалы занимают основную долю рынка строительных материалов. Композиты используются на всех этапах строительства: начиная от фундамента заканчивая материалами для крыши. При этом особое место среди композитов отводится древесным композиционным материалам, что объясняется их эксплуатационными характеристиками: высокой прочностью, небольшим весом, износостойкостью, простотой изготовления, монтажа и эксплуатации. Благодаря уникальным свойствам древесные композиционные материалы значительно превосходят натуральную древесину, позволяя решать новые дизайнерские задачи и совершенствовать подходы к технологическому процессу производства при одновременном сохранении лесных ресурсов, поскольку в производстве древесных композитов находят применение низкосортная или даже вторичная древесина, полученная в результате деревообработки.

Однако помимо древесного сырья в производстве композиционных материалов могут успешно применяться отходы сельскохозяйственных культур, что, к сожалению, в нашей стране не так сильно развито. В частности, невозвратные отходы прядения хлопкового и льняного волокон могут быть использованы в качестве наполнителя в композиционных

материалах. Это объясняется низкой себестоимостью сырья и экологической безопасностью использования данного вида возобновляемых ресурсов.

Однако до сих пор практически полностью отсутствуют разработки композиционных материалов из целлюлозосодержащих отходов с добавкой невозвратных отходов прядения хлопковых и льняных волокон. В этой связи исследования, касающиеся структуры безвозвратных отходов прядения льняных и хлопковых волокон и разработка на их основе новых видов композитных теплоизоляционных материалов являются безусловно актуальными.

Отсюда, соискатель в качестве цели диссертационной работы обозначил: исследование структуры целлюлозосодержащих материалов и процесса структурообразования композитов из растительных наполнителей с заданными физико-механическими и эксплуатационными показателями.

Структура и краткое содержание диссертации. Диссертация состоит из введения, 7 глав, общих выводов, списка литературы и 6 приложений. Диссертационная работа представлена на 414 страницах, в том числе 109 рисунков, 82 таблицы, 6 приложений, 317 наименований отечественных и зарубежных источников.

Во введении приведено обоснование выбранного научного направления исследований, общая характеристика диссертации и основные положения, выносимые автором на защиту.

В первой главе рассматриваются современное состояние и проблемы использования целлюлозосодержащих отходов. Отмечается, что проблема переработки растительных отходов актуальна в первую очередь с экологической точки зрения. Динамика роста объемов отходов и экологические последствия процессов складирования и сжигания заставляют искать новые методы их утилизации. Химический состав лигноцеллюлозных материалов оказывает существенное влияние на процессы структурообразования композиционного материала. Наибольшее влияние на физико-химические свойства волокон однолетних растений и отходов их

переработки оказывает содержание целлюлозы и ее изменение в процессе биосинтеза в природе.

Во второй главе выполнен анализ теоретических исследований в области структурообразования теплоизоляционных композитов из растительных наполнителей. Автор выполняет теоретическое обоснование взаимодействия макромолекулы целлюлозы наполнителя композита с отверждающимся карбамидоформальдегидным связующим. С помощью метода ИК-спектроскопии показано, что интенсивность в области водородных связей больше у ИК-спектров композита в сравнении с показателем наполнителя. Соискателем разработана структурная модель композиционного материала на основе растительных отходов, позволяющая управлять выбором значений факторов процесса структурообразования композита.

В третьей главе представлены сведения о фракционном, элементном и химическом составах растительных 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. При этом значительно уменьшается и степень полимеризации целлюлозы для отходов льна и хлопка. На основании экспериментальных данных автор делает вывод о целесообразности использования отходов прядения льняных и хлопковых волокон в качестве наполнителя композиционных плитных материалов теплоизоляционного назначения.

В четвертой главе представлены сведения о материалах, оборудовании и методиках проведения экспериментальных исследований физико-механических показателей теплоизоляционных композиционных плит, изготовленных из отходов прядения льняного волокна и мягких отходов древесины хвойных пород. Выполнено обоснование состава композиционного плитного материала. Результаты экспериментальных исследований, представленных в работе свидетельствуют о том, что

композиционные плиты имеют необходимый для теплоизоляционных материалов комплекс физико-механических показателей.

Разработанные регрессионные модели позволяют прогнозировать физико-механические показатели композиционных материалов и управлять технологическими параметрами их производства.

В пятой главе представлены сведения об оборудовании, материалах и методиках проведения экспериментальных исследований теплофизических свойств композиционных материалов из отходов производства растительных волокон. 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. На основании представленных результатов исследования разработаны рекомендации по составу композитов и режимов их производства, которые обеспечивают минимальное значение коэффициента теплопроводности при требуемых прочностных показателях ($\sigma_{и} = 0,4$ МПа).

В шестой главе представлены результаты определения показателей горючести композиционных материалов из отходов производства растительных волокон. В ходе экспериментальных исследований впервые получены значения степени повреждения по массе, температуры дымовых газов композиционных материалов из невозвратных отходов прядения льна и хлопка, а также с добавкой мягких отходов древесины, на основе синтетических и неорганических связующих как с добавками антипиренов, так и без них.

В седьмой главе описывается технологическое и экономическое обоснования производства композитов из целлюлозосодержащих отходов промышленных производств. Автором отмечается, что изготовление композиционного материала на основе целлюлозосодержащих отходов по технологии производства древесноволокнистых плит позволяет исключить энергоемкую операцию размола древесной щепы на волокно. Применение безвозвратных отходов текстильных предприятий для производства

композиционных плитных материалов позволяет снизить расходы в среднем на 75 %. В годовом исчислении вовлечение в производство композитов неиспользуемых отходов прядильной промышленности позволит получить экономический эффект до 49 млн. руб.

Научная новизна полученных в диссертации результатов состоит в решении актуальной научно-технической проблемы структурообразования плитного материала теплоизоляционного назначения на основе наполнителя из мягких древесных отходов и невозвратных отходов прядения льняных и хлопковых волокон.

К наиболее значимым научным результатам можно отнести следующие:

- Доказано, что уменьшение степени полимеризации целлюлозы в процессе технологических воздействий на волокна льна и хлопка в 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.

- Сформирована структурная формула взаимодействия макромолекулы целлюлозы наполнителя с отверждающимся связующим, которая 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.

- Экспериментально определены новые значения фракционного, элементного и химического составов отходов прядения льна и хлопка, которые служат основой для дальнейших исследований.

Практическая ценность и реализация работы. Предложенное в диссертации исследование связей между компонентами композита, влияния структурообразующих факторов на физико-механические и эксплуатационные показатели материала позволяет разработать рекомендации для практического использования комплексного целлюлозосодержащего наполнителя в производстве теплоизоляционных плитных материалов. Результаты диссертационной работы Сусоевой И.В. могут быть использованы для изготовления композиционных материалов теплоизоляционного назначения, применяемых в малоэтажном строительстве.

Достоверность научных результатов. Достоверность полученных результатов подтверждается использованием научных методов исследования поставленных задач, большим объемом экспериментальных данных, полученных на основе современных апробированных методов и методик исследований, согласованностью полученных теоретических и экспериментальных результатов в пределах допустимой погрешности.

Апробация работы и основные публикации. Публикации по результатам работы включают 60 научных работ, в том числе 20 статей в изданиях, индексируемых в международных баз данных Scopus и Web of Science. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе следует высказать ряд замечаний:

1. Во второй главе на рис. 2.10 и 2.11 представлены ИК-спектры для отходов хлопкового и льняного волокон и композитов на их основе с использованием фенолформальдегидной и карбамидоформальдегидной смол. При этом делается вывод, что количество водородных связей в композитах увеличилось по сравнению с чистыми наполнителями за счет образования

связей между наполнителем и связующим. Хотя результатов ИК-спектроскопии чистого связующего не представлено. Отсюда, вопрос: возможно увеличение количества водородных связей произошло за счет имевшихся связей отдельно у связующего и отдельно у наполнителя, а не за счет образования новых связей между наполнителем и связующим?

2. В работе следует пояснить, почему при повышении степени наполнения композиционных материалов мягкими добавками древесины прочностные показатели оказались ниже, чем у ненаполненных составов.

3. Неясно почему при расчете коэффициентов теплопроводности композитов, представленных в табл. 2.3 и 2.4, не учитывалась пористость и, как следствие, теплопроводность воздуха как одного из компонентов материала.

4. На рис. 2.16 представлена расчетная 3D-модель композита, но неясно где и каким образом она далее использовалась, если дальнейшие расчеты представлены для схемы, указанной на рис. 2.17.

5. Из представленной на рис. 2.17 схемы расположения компонентов видно, что соотношение между компонентами составляет $26(\text{наполнитель}) / 15(\text{связующее}) / 5(\text{вода}) / 4(\text{воздух})$. При этом из диссертации неясно почему принято именно такое соотношение? И какая взаимосвязь установлена между шагами по времени и по координате в процессе расчета по данной схеме.

6. Неясно почему при определении коэффициента температуропроводности (стр. 78) за начало эксперимента принят момент времени 600 сек, если на указанный момент времени процесс теплопереноса ещё не затронул всю толщу материала? На наш взгляд, было бы вернее за начало эксперимента использовать момент не ранее 1800 сек после приложения тепловой нагрузки. В этой связи, кажется спорным утверждение, что для разрабатываемого композита коэффициент в 6,5 раз ниже, чем для аналогов.

7. С какой целью был проведен анализ химических элементов (таб. 3.5) в отходах хлопкового и льняного волокон, если автор в параграфе 1.4.1

утверждает, что "данные химического состава волокон хлопка и льна по результатам различных исследований имеют значительный разброс, обусловленный влиянием большого количества факторов, в числе которых природные условия произрастания...". Отсюда, неясно: как полученные частные результаты могут быть обобщены для дальнейшего использования в прикладных задачах?

8. Соискатель некорректно оперирует понятием средней плотности композита при исследовании механических и эксплуатационных характеристик, указывая её равной 275 кг/м^3 ; при этом не указывая пористость материала. В то же время доля добавки связующего изменяется в широких пределах (в частности, от 0 до 40% от массы растительного наполнителя - таб. 5.4), что при сохранении средней плотности композита должно существенно изменять его пористость (до полутора раз). В этой связи затруднена оценка влияния доли связующего на коэффициент теплопроводности.

9. Почему в качестве технологического фактора производства композита, влияющего на теплотехнические характеристики, был выбран такой в общем-то неочевидный режимный параметр как температура сушки, а не такие факторы как направление укладки наполнителя или давление формования.

Указанные замечания не снижают достоинств диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Сусоевой Ирины Вячеславовны «Научные основы управления физико-химическими процессами структурообразования теплоизоляционного материала из многокомпонентного целлюлозосодержащего наполнителя» по объему выполненных исследований, их актуальности, научной новизне, практической значимости соответствует требованиям п. 9 "Положения о присуждении ученых

степеней", утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям

Диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой и содержит решение проблемы рационального природопользования в части эффективного использования целлюлозосодержащих отходов с получением композиционных материалов строительного назначения.

Сусоева Ирина Вячеславовна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
профессор, заведующий
кафедрой архитектуры и
дизайна изделий из древесины
ФГБОУ «Казанский
национальный
исследовательский
технологический университет»

Руслан Рушанович Сафин

05.17.08 – Процессы и
аппараты химических
технологий
420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68
Тел. +7(904)763-52-89
E-mail: cfaby@mail.ru

Подпись Вадим Р. Р.

Удостоверяется.

Начальник ОКид ФГБОУ ВО «КНИТУ»

О.А. Перелыгина

20.11.

