

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Степиной Ирины Васильевны

«Физико-химические основы модифицирования лигноцеллюлозных строительных материалов элементоорганическими соединениями», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия

Диссертационное исследование Степиной И.В. посвящено разработке научно обоснованных решений для повышения долговечности и безопасности лигноцеллюлозных строительных материалов (ЛЦСМ) – одного из наиболее востребованных, но при этом уязвимых классов строительных материалов. Актуальность темы не вызывает сомнений: в условиях жестких требований к экологической чистоте, энергоэффективности и ресурсосбережению, а также в связи с необходимостью замещения традиционных ископаемых материалов возобновляемым сырьем, проблема преодоления природных недостатков древесины и других растительных материалов (горючесть, низкая биостойкость, гидрофильность) становится приоритетной. Автор предлагает системное решение, базирующееся на глубоком изучении физико-химических процессов взаимодействия элементоорганических соединений (ЭОС) с компонентами лигноуглеводного комплекса, что выгодно отличает работу от эмпирических подходов, распространенных в этой области.

Научная новизна и теоретическая значимость

Наиболее значимым теоретическим вкладом работы, на мой взгляд, является создание единой концепции комплексного управления процессами модифицирования, в рамках которой впервые сформулированы и экспериментально подтверждены пять фундаментальных принципов. Особого внимания заслуживает принцип гидролитической устойчивости, поскольку именно он определяет долговременную эффективность защитных средств в реальных условиях эксплуатации, включая периодическое увлажнение. Автор блестяще показывает, что достичь этого можно только путем образования ковалентных связей между модификатором и гидроксильными группами ЛУК, причем ключевую роль играет координационное насыщение атома бора (в случае использования боразотных соединений (БАС)), предотвращающее нуклеофильную атаку воды.

С научной точки зрения чрезвычайно ценными являются следующие результаты:

– Кинетическое моделирование процессов силилирования. Автор не ограничивается констатацией факта повышения степени модифицирования, а раскрывает механизм через дифференциацию реакций на кинетическую и диффузионную области. Показано, что предварительное фосфорилирование диметилфосфитом создает «мостик», который не только снижает энергию активации, но и переводит процесс из диффузионно-затрудненного в кинетически контролируемый, что позволяет управлять скоростью и глубиной модификации. Это открытие имеет принципиальное значение для технологического проектирования.

– Установление корреляции между структурой БАС и их защитной эффективностью. Доказано, что введение фенильного заместителя в боратный комплекс позволяет снизить рабочую концентрацию в 5 раз (с 50% до 10% для МЭАФБ по сравнению с МЭАБ). Данный факт, наряду с выявленным механизмом преимущественной этерификации C⁶-гидроксильных целлюлозы, создает базу для целенаправленного синтеза новых модификаторов с прогнозируемыми свойствами.

– Феноменологическая модель деградации древесины, построенная на анализе образцов с возрастом до 500 лет, является уникальным вкладом в понимание долговременных процессов старения. Выявленная двухстадийная схема (медленный гидролиз пентозанов → критическое снижение их содержания → потеря опоры для

целлюлозных фибрилл → резкий рост пористости) позволяет научно обосновать выбор стратегии консервации памятников деревянного зодчества, что имеет огромное культурное значение.

Практическая значимость и внедрение

Работа отличается высокой прикладной направленностью. Разработанные защитные составы («Фоскос», «Ксилостат», «АФБ» и их модификации) прошли полный цикл испытаний и внедрены как на объектах культурного наследия, так и на современных строительных объектах. Особо следует отметить создание теплоизоляционных композитов на основе борщевика Сосновского – это не только решает экологическую проблему инвазивного вида, но и демонстрирует экономически эффективный путь производства биостойких материалов с низким углеродным следом. Полученные теплофизические показатели ($\lambda=0,055$ Вт/(м·°С), прочность при сжатии 0,40 МПа) находятся на уровне лучших мировых аналогов, а биостойкость (0 баллов) и повышенная термостойкость (+65°С) являются существенным преимуществом.

Масштаб внедрения подтвержден разработанными техническими условиями, патентами и актами о промышленной апробации. Важно, что предложенные технологии модернизируют существующие производственные процессы без радикальной перестройки оборудования, что повышает их практическую привлекательность.

Методология и достоверность результатов

Автором использован комплекс современных физико-химических методов (РФЭС, ЯМР, ИК-спектроскопия, РСА, РЭМ, ТГА-ДСК), что обеспечивает надежность интерпретации результатов на молекулярном и надмолекулярном уровнях. Статистическая обработка данных, большой объем экспериментального материала (исследования охватывают период с 2002 по 2026 гг.) и сопоставление с литературными данными подтверждают обоснованность выводов. Следует отметить логичную структуру автореферата, которая последовательно ведет читателя от теоретических предпосылок к экспериментальным доказательствам и практическим рекомендациям.

Замечания и вопросы

Несмотря на высокий уровень работы, в автореферате остались некоторые аспекты, требующие пояснения или дальнейшей проработки:

1. *Влияние модификаторов на эстетические свойства.* Для многих строительных применений важны цвет и текстура древесины. В автореферате не приведены данные о том, изменяется ли цвет древесины после модифицирования БАС или ФОС+КОС, особенно при длительной эксплуатации. Это могло бы быть критично для объектов, где важен дизайн.

2. *Совместимость с лакокрасочными покрытиями.* В публикациях по работе упоминается улучшение адгезии ЛКМ, но в основном тексте автореферата этот аспект не раскрыт. Хотелось бы видеть систематические данные о том, как поверхностно-модифицированная древесина взаимодействует с различными типами финишных покрытий (масляными, алкидными, акриловыми) – это расширило бы область применения разработок.

Эти замечания не умаляют ценности полученных результатов, а скорее обозначают перспективы дальнейших исследований, которые автор, несомненно, сможет успешно развить.

Заключение

Диссертационная работа Степиной Ирины Васильевны является законченным, комплексным исследованием, выполненным на высоком научно-методическом уровне. Она вносит существенный вклад в строительное материаловедение, создавая физико-химические основы для проектирования нового поколения функциональных «зеленых» материалов. Предложенные решения имеют ярко выраженную практическую направленность, что подтверждено внедрениями.

По своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости работа полностью соответствует критериям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям (п. 9 Положения о присуждении ученых степеней), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Доктор технических наук по
специальности
05.21.01 – Технология и машины лесного
хозяйства и лесозаготовок;
05.21.05 – Технология и оборудование
деревообрабатывающих производств,
древесиноведение, профессор, профессор
кафедры «Строительного
материаловедения и дорожных
технологий» ФГБОУ ВО «Липецкий
государственный технический
университет»

Бондарев
Борис Александрович

28 июля 2026 г.

Я, Бондарев Борис Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Степиной Ирины Васильевны, и их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет».

Адрес организации: 398055, г. Липецк, ул. Московская, д. 30

Телефон: +7 (4742) 32-80-83

Адрес электронной почты: sm@stu.lipetsk.ru

