

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Степиной Ирины Васильевны на тему:

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

Актуальность работы не вызывает сомнений и обусловлена комплексом взаимосвязанных проблем современного строительного материаловедения. С одной стороны, это глобальный тренд на декарбонизацию и использование возобновляемых ресурсов, что делает лигноцеллюлозные материалы (ЛЦСМ) крайне востребованными. С другой – их существенные недостатки (горючесть, низкая биостойкость, гидрофильность) серьезно ограничивают области применения. Предложенный автором подход к решению этой проблемы через направленное химическое модифицирование поверхности ЛЦСМ элементоорганическими соединениями (ЭОС) является логичным и перспективным. Особую ценность работе придает комплексный подход, охватывающий не только классические фосфор- и кремнийорганические соединения, но и малоизученные в этом контексте боразотные соединения, а также создание на их основе новых композиционных материалов с использованием инвазивного растительного сырья (борщевик Сосновского).

Научная новизна работы, обусловлена тем, что автором получен ряд новых результатов: разработана концепция комплексного управления процессами модифицирования, базирующаяся на пяти принципах, что представляет собой законченное теоретическое обобщение. Весьма ценными являются результаты, касающиеся кинетики взаимодействия ФОС и КОС, где экспериментально доказано формирование реакционноспособного «мостика» при двухстадийной обработке, позволяющее снизить энергию активации силилирования икратно повысить содержание связанного кремния. Особого внимания заслуживает механизм «интеркристаллитного модифицирования» целлюлозы боразотными соединениями, сопровождающийся повышением степени кристалличности и подтвержденный комплексом современных физико-химических методов (РФЭС, РСА, ИК-спектроскопия). Это открывает новые возможности для создания материалов с улучшенными структурными характеристиками.

Практическая значимость работы заключается в разработке конкретных защитных составов («Фоскос», «Ксилостат», «АФБ»), защищенных патентами РФ, и технологий их применения, обеспечивающих II группу огнезащитной эффективности и высокую грибостойкость. Значимым результатом является создание «зеленых» теплоизоляционных композитов (ТИМ) на основе модифицированного борщевика Сосновского с показателями, конкурентоспособными с существующими аналогами ($\lambda=0,055$ Вт/(м·°С), прочность при сжатии до 0,40 МПа), что одновременно решает экологическую проблему утилизации инвазивных растений. Автореферат содержит доказательства практической апробации результатов на реальных объектах, включая памятники архитектуры, что свидетельствует о высокой степени готовности разработок к внедрению.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений. Она обеспечивается корректным использованием апробированных методик (ГОСТ, ТГА, ДСК, РФЭС, РСА), большим объемом экспериментальных данных, высокой сходимостью теоретических и экспериментальных результатов.

По результатам исследования основные положения работы изложены в 87 публикациях, в том числе: 41 – в российских журналах, входящих в перечни рецензируемых научных изданий и международных реферативных баз, рекомендованных ВАК РФ; 17 – в зарубежных изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science, приравненных к K1–K21. Получено 3 патента на изобретения и 1 патент на полезную модель. Издана монография.

В целом работа производит впечатление завершенного научного исследования, выполненного на высоком экспериментальном уровне.

Однако, считаю необходимым высказать следующие **замечания по автореферату**:

1. В автореферате подробно описаны преимущества разработанных составов, однако отсутствует количественное сравнение их эффективности с наиболее современными промышленными огне-биозащитными составами (как отечественными, так и зарубежными) по ключевым показателям (тугоплавкость, водовываемость, стоимость). Это затрудняет оценку конкурентного уровня разработки.

2. В тексте (стр. 21) утверждается, что «выход зольного остатка... возрастает в 15 раз». Однако для органических модификаторов корректнее говорить о «коксовом остатке», тогда как «зола» – это несгораемый минеральный остаток. Поскольку в состав модификаторов входят Р, Si, В, следует четко разделять вклад коксообразования и вклад минеральных компонентов (оксидов) в увеличение остаточной массы. Это различие важно для понимания механизма огнезащитного действия.

3. Хотя для ФОС и КОС приведены данные о сохранении Р и Si после климатических испытаний, для боразотных модификаторов (БАС) в автореферате такие данные отсутствуют (табл. 4). Учитывая, что механизм защиты предполагает гидролитически стабильные связи, следовало бы привести прямые доказательства сохранения бора и азота в структуре древесины после длительного водонасыщения, особенно для «мягкого модифицирования» (низкие концентрации).

4. Для ТИМ на основе модифицированного борщевика и полиуретана (ПУ) не ясна природа межфазного взаимодействия. Утверждается, что это оптимальная пара, но не сказано, идет ли химическое взаимодействие между уретановыми группами связующего и модифицированной поверхностью целлюлозы, или это чисто физическая совместимость. Исследование природы адгезионного контакта было бы важным дополнением к обоснованию высокой прочности этих композитов (1,32 МПа на изгиб).

Отмеченные замечания не снижают общей высокой положительной оценки выполненной работы. Диссертация Степиной Ирины Васильевны представляет собой завершённое фундаментальное исследование, имеющее большое теоретическое и прикладное значение для строительного материаловедения.

Учитывая вышесказанное, а также актуальность, научную новизну и практическую значимость полученных результатов, считаю, что диссертационная работа соответствует критериям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени доктора технических наук, а её автор – Степина Ирина Васильевна – заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.5 Строительные материалы и изделия.

Доктор технических наук
по специальности 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия», профессор кафедры «Химии и химической технологии материалов» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)»

Ольга Владимировна
Артамонова

02.09.26 г.

394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84.
Тел. 8 473 271-76-17, 8 920 218 03 30
E-mail: ol_artam@rambler.ru

Подпись Артамоновой О.В. заверяю:
проректор по науке и инновациям
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»



Алексей Викторович
Башкиров