



**МОСКОВСКИЙ
ПОЛИТЕХ**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский политехнический университет»
(Московский Политех)

Б. Семеновская ул., д. 38, Москва, 107023
Тел. +7 495 223 05 23, Факс +7 499 785 62 24
www.mospolytech.ru | E-mail: mospolytech@mospolytech.ru
ОКПО 04350607, ОГРН 1167746817810,
ИНН/КПП 7719455553/771901001

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе,
кандидат технических наук
Наливайко Антон Юрьевич



« 31 » 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Московский политехнический университет»

на диссертационную работу

Коринчука Михаила Александровича

**«Разработка адаптивных технологий производства строительных изделий из
арболита методами цифровизации регулирования режимов термовлажностной
обработки»,**

представленную в диссертационный совет 24.2.300.01 при ФГБОУ ВО «Ивановский
государственный политехнический университет» к публичной защите на соискание
ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия

Актуальность темы исследований

Актуальность темы диссертационного исследования Коринчука М.А. не вызывает сомнений. Арболит занимает устойчивую нишу на рынке энергоэффективных строительных материалов для малоэтажного строительства благодаря уникальному сочетанию теплофизических и экологических свойств. Однако его широкое применение сдерживается нестабильностью геометрических размеров и склонностью к трещинообразованию, что является следствием гетерогенной структуры композита и сложных нестационарных процессов тепломассопереноса при термовлажностной обработке (ТВО). Применяемые в современной практике статичные эмпирические режимы сушки не учитывают сопряженный характер тепло- и влагопереноса, эндо- и экзотермические эффекты гидратации, что ведет к критическим внутренним градиентам и скрытому

дефектообразованию. Разработка научно обоснованных адаптивных технологий и методов цифровизации режимов ТВО на основе концепции «цифрового двойника» является своевременной и соответствует приоритетам Стратегии научно-технологического развития РФ в части ресурсосбережения и развития зеленых строительных технологий.

Структура и содержание работы

Диссертация изложена на 221 странице машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (258 наименований) и четырех приложений. Работа иллюстрирована 42 рисунками и 27 таблицами.

Во введении автором обоснована актуальность решаемой в диссертации научной проблемы, определены направления исследований, сформулированы научная гипотеза и цель работы, поставлены задачи исследования, приведены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, степень достоверности, публикации и апробация результатов.

В первой главе выполнен анализ научно-технической литературы в области технологии производства и теплофизики древесно-цементных композитов. Обоснована необходимость математического описания нестационарных процессов тепломассопереноса при ТВО арболита.

Во второй главе описаны материалы и методы исследований. Сформирована математическая постановка задачи взаимосвязанного нестационарного тепломассопереноса с учетом физико-химических факторов структурообразования. Обосновано применение численно-аналитического метода микропроцессов.

В третьей главе приведены результаты натурных экспериментов по идентификации нестационарных параметров тепломассопереноса. Установлены пространственно-временные закономерности распределения температуры и влажности по толщине блока-сырца, выявлена асимметрия профилей, обусловленная паронепроницаемостью стальной опалубки.

В четвертой главе выполнено цифровое моделирование сопряженных процессов тепломассопереноса. Разработаны адаптивные режимы ТВО, проведена верификация модели по критерию согласия Пирсона и выполнена производственная апробация результатов.

В заключении приведены основные результаты диссертационного исследования.

Научная новизна результатов работы

Соискатель выполнил теоретико-экспериментальный анализ и установил, что на кинетику твердения и структурную целостность изделий из арболита определяющее влияние оказывают нестационарные градиенты температуры и

влажностного содержания, инициирующие встречные потоки теплоты и влаги, а также суперпозиция тепловыделения и влагопоглощения вследствие гидратации портландцементных минералов. Впервые для арболита как двухфазного органоминерального капиллярно-пористого композита на основе математического аппарата численно-аналитического метода микропроцессов сформулирована и решена полная нестационарная задача сопряжённого тепломассопереноса. В отличие от существующих моделей, в разработанной математической постановке одновременно учтены экзотермическое тепловыделение при гидратации, нелинейная зависимость коэффициентов тепло- и массопроводности от текущих значений влажности, а также реальные асимметричные граничные условия технологических схем сушки.

Разработана и реализована оригинальная методика экспериментального исследования нестационарного температурно-влажностного поля, позволившая идентифицировать феноменологические коэффициенты переноса и мощности внутренних физико-химических источников и стоков. Теоретически обоснована и количественно подтверждена взаимосвязь между кинетикой нестационарного тепломассопереноса, асимметрией профиля влажности и риском усадочного трещинообразования в переходной зоне «древесная щепка – цементная матрица». Предложен метод адаптивного цифрового управления режимами термовлажностной обработки на основе концепции «цифрового двойника», отличающийся предиктивным контролем внутренних градиентов в реальном времени для предотвращения скрытого микротрещинообразования и обеспечения структурной однородности композита.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки

Теоретическая и практическая значимость работы определяется ее востребованностью и завершенностью.

Теоретическая значимость заключается в развитии научных представлений о физике сопряженных нестационарных процессов тепломассопереноса в двухфазных органоминеральных капиллярно-пористых композитах. Впервые для арболита экспериментально идентифицированы и математически описаны функциональные зависимости феноменологических коэффициентов переноса и мощностей внутренних физико-химических источников от текущей влажности и температуры.

Практическая значимость работы носит комплексный характер и охватывает как технологические, так и экономические аспекты производства строительных материалов:

1. Обоснована и реализована возможность перехода от эмпирического управления режимами ТВО к научно обоснованному адаптивному цифровому

регулированию на базе концепции «цифрового двойника». Разработанный алгоритм позволяет в реальном времени прогнозировать критические внутренние градиенты и предотвращать скрытое микротрещинообразование в контактной зоне «щепа–цемент», которое не выявляется визуальным контролем, но ведет к снижению несущей способности конструкций.

2. Апробация результатов на предприятии «Арбоград» (г. Иваново) доказала высокую эффективность внедрения. Использование частично проницаемых решетчатых настилов и ступенчатого адаптивного нагрева позволило сократить продолжительность цикла сушки на 15–20%, что обеспечило существенную экономию тепловой и электрической энергии. Повышение предела прочности при сжатии с 1,3 до 1,75 МПа и сведение к нулю процента скрытого брака напрямую повысили рентабельность производства и снизили риски рекламаций со стороны застройщиков.

3. Разработанный математический аппарат и программно-алгоритмический комплекс обладают универсальностью. Они могут быть масштабированы и адаптированы для оптимизации режимов сушки и твердения других видов легких бетонов на основе органических и растительных заполнителей (опилкобетон, костробетон, фибролит), а также композиционных материалов с использованием вторичных ресурсов агропромышленного комплекса.

4. Внедрение разработанных технологий способствует развитию «зеленого» строительства и циркулярной экономики, обеспечивая более эффективную и глубокую переработку вторичного древесного сырья в высокомаржинальные энергоэффективные материалы с низким углеродным следом, что соответствует приоритетам Стратегии научно-технологического развития РФ.

5. Результаты научных исследований и разработанный алгоритм адаптивного управления внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «ИВГПУ» при проведении лекционных и практических занятий по дисциплинам «Строительные материалы», «Механика материалов и основы конструирования», «Техническая термодинамика и тепломассообмен» и «Композиционные материалы» для обучения бакалавров и магистров направления 08.03.01 / 08.04.01 Строительство.

Достоверность и обоснованность результатов, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений обеспечивается опорой на фундаментальные законы термодинамики и теории тепломассопереноса, применением сертифицированного оборудования и поверенных приборов, репрезентативностью массива данных. Адекватность разработанной цифровой модели подтверждена сопоставлением расчетных данных с результатами независимого натурного эксперимента (оценка по критерию согласия Пирсона показала высокую достоверность).

Рекомендации по практическому применению результатов работы

Теоретические и экспериментальные результаты работы могут быть использованы на предприятиях по производству строительных изделий из легких бетонов на основе органических заполнителей для оптимизации режимов термовлажностной обработки и сушки, а также в учебном процессе строительных вузов при изучении дисциплин, связанных с тепломассопереносом и композиционными материалами.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе подробно рассмотрены математические модели и алгоритмы адаптивного управления, однако представляет интерес более детальное описание аппаратной реализации предложенного алгоритма в составе АСУ ТП предприятия (какие именно датчики и исполнительные механизмы интегрируются в контур «цифрового двойника»).

2. В диссертации рассмотрены режимы ТВО в стальной опалубке и на поддонах различных типов, однако не затронут вопрос влияния сезонных климатических изменений на эффективность работы «цифрового двойника» при организации естественной сушки изделий на открытом воздухе.

3. В диссертации справедливо отмечается анизотропия арболита, обусловленная ориентацией древесной щепы при вибропрессовании, однако разработанная одномерная математическая модель тепломассопереноса не учитывает тензорный характер коэффициентов переноса. Представляет интерес оценка погрешности, вносимой данным допущением при формовании изделий сложной геометрии или крупных стеновых панелей.

4. Основной акцент в работе сделан на обеспечение прочности при сжатии и предотвращение трещинообразования в раннем возрасте. Вместе с тем, влияние предложенных адаптивных режимов ТВО и использования частично проницаемых настилов на формирование долгосрочной структуры пор и, как следствие, на марочную морозостойкость (F25 и выше) в тексте раскрыто недостаточно.

5. В работе декларируется снижение удельных энергозатрат и ресурсосбережение, однако отсутствует развернутое технико-экономическое обоснование или расчет срока окупаемости внедрения системы «цифрового двойника» и модернизации АСУ ТП для предприятия малого и среднего бизнеса (на примере производственной площадки «Арбоград»).

Приведенные замечания не снижают положительной оценки диссертационной работы, а носят рекомендательный характер.

Заключение о соответствии диссертации и автореферата требованиям Положения о присуждении ученых степеней

По содержанию диссертационная работа Коринчука М.А. является завершенной научно-квалификационной работой, которая обладает научной новизной и достоверностью результатов исследований, имеет теоретическую и практическую ценность, выполнена на высоком научном уровне.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия, в частности направлениям: п. 2. Разработка математических моделей физико-механических, физико-химических, биологических, гидромеханических и тепломассообменных процессов, оптимизирующих параметры структуры, режимы изготовления и свойства строительных материалов и изделий; п.7. Развитие, совершенствование и разработка новых энергосберегающих и экологически безопасных технологических процессов и оборудования для получения строительных материалов и изделий различного назначения; п.9. Разработка составов и совершенствование технологий изготовления эффективных строительных материалов и изделий с использованием местного сырья и отходов промышленности, в том числе повторного использования материалов от разборки зданий и сооружений; п. 14. Развитие технологии получения сборных строительных изделий, включая разработку составов, способов отверждения, самовосстановления и т.д., позволяющих повысить их качество и (или) адаптировать к условиям эксплуатации.

В работе решена важная научная задача обеспечения структурной целостности и повышения прочности арболитовых изделий на основе цифровизации режимов ТВО.

Диссертация написана хорошим техническим языком, графический материал соответствует техническим требованиям. Содержание автореферата полностью соответствует материалам диссертации.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертация Коринчука Михаила Александровича полностью отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Отзыв подготовил:

Доцент, кандидат технических наук (2.1.5. Строительные материалы и изделия)), заведующий кафедрой «Промышленное, гражданское и подземное строительство»



Пуляев Иван Сергеевич

Диссертационная работа, автореферат, отзыв на диссертацию рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Промышленное, гражданское и подземное строительство» ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», протокол заседания кафедры №12 от «31» августа 2026 г. Присутствовали на заседании 26 человек; проголосовали «за» - 26, «против» - 0, «воздержались» - 0,

Заведующий кафедрой «Промышленное, гражданское и подземное строительство», кандидат технических наук, доцент



Пуляев Иван Сергеевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет».

107023, г. Москва, ул. Б. Семеновская, 38

Тел.: +7(495) 223-05-23

E-mail: mospolytech@mospolytech.ru

Сайт: www.mospolytech.ru

подпись Пуляева И.С. заверяю

ДЕЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ОТДЕЛА КАДРОВ
Ю.В. УШАКОВА