

О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук, профессора
Лабудина Бориса Васильевича на диссертационную работу,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.02.13 - Машины, агрегаты и процессы (строительство),

Бочкова Михаила Владимировича на тему:
**«ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В НАГЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ
ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОПИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ
ЦИКЛИЧЕСКИХ РЕЖИМАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ»**

На рецензию представлены автореферат в объеме 1 печатного листа и диссертационная работа, которая состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений; изложена на 151 страницах машинописного текста, содержит 51 рисунок, 15 таблиц и список литературы из 215 наименований.

Актуальность темы

Одним из основных потребителей древесины является строительная отрасль. К наиболее ответственным деревянным конструкциям следует отнести несущие строительные конструкции (балки, фермы, распорные системы, каркасы, панели и др.) Большинство этих конструктивных элементов выполняются с использованием соединителей (цилиндрических и пластинчатых нагелей, металлических зубчатых пластин, клеенных и ввинченных строжней). Часто применяются комбинированные металлодеревянные системы. Пролеты таких деревянных конструкций достигают 100, 200 и более метров.

Эксплуатация деревянных конструкций часто протекает в режиме с циклически изменяющимися параметрами внутренней и внешней среды (температурой и влажностью воздуха). В большинстве трудов по теоретическим и экспериментальным исследованиям деревянных конструкций отмечается негативное влияние повышенных значений этих параметров на древесину, но мало уделяется внимания их воздействию на нагельные соединения эксплуатируемых конструкций.

Учитывая перспективность применения как безметалльных, так и металлических нагельных соединений в деревянных конструкциях, можно констатировать, что исследование процессов тепломассопереноса в нагельных соединениях элементов деревянных конструкций при циклических изменениях температурно-влажностных параметров среды эксплуатации является *актуальной* задачей. Поэтому соискателем справедливо во главу работы поставлены задачи математического моделирования процессов тепломассопереноса в нагельных соединениях элементов деревянных стропильных конструкций при циклических режимах эксплуатации, представляющие как научный, так и практический интерес. И это дает основание утверждать, что решаемые автором научные задачи, сформулированные в диссертации, являются своевременными и востребованными. В дальнейшем это позволит более объективно и достоверно оценивать техническое состояние деревянных конструкций зданий и сооружений, более рационально подходить к проектированию, снизить затраты на эксплуатацию объектов, повысить уровень безопасности жизнедеятельности и эксплуатационной надежности.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Автором изучен современный уровень развития науки в области моделирования работы нагельных соединений деревянных стропильных конструкций и с учетом процессов тепломассопереноса при циклических режимах эксплуатации, что позволило на основе анализа достижений в этой области аргументировано сформулировать цель работы и решаемые для ее достижения задачи.

Разработанная на основе классических законов термодинамики математическая модель тепломассопереноса в древесине при циклически изменяющихся температурно-влажностных параметрах среды эксплуатации в системе «цилиндрический нагель-древесина» базируется на гипотезах и допущениях физики древесины и представлениях о существовании процессов, протекающих в древесине и металле нагеля при их эксплуатации.

На основе этих представлений в работе корректно сформулированы и решены несколько математических задач, в совокупности описывающих процессы тепло- и влагопереноса в цилиндрических нагельных соединениях при их эксплуатации, которые решены диссертантом строгим аналитическим методом интегрального преобразования Лапласа.

Сформулированные автором научные положения, выводы и практические рекомендации, выносимые на защиту, базируются на результатах экспериментальных исследований, выполненных на современном лабораторном и промышленном оборудовании. Обработка экспериментальных данных осуществлялась методами математической аппроксимации, численный эксперимент поставлен с использованием методов математического моделирования процессов, апробированных в теории тепломассопереноса. Как итог, в работе имеет место хорошее согласование экспериментальных и расчетных данных в пределах допустимой погрешности.

Результаты частных экспериментов прошли апробацию в рамках российских и международных научно-технических конференций. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций подтверждается также большим количеством публикаций в журналах индексируемых в системах цитирования РИНЦ, ВАК и SCOPUS.

Это позволило констатировать, что основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в достаточной мере обоснованы.

Научная новизна основных выводов и положений диссертации

В диссертационной работе автор поставил перед собой цель разработать методологию инженерного расчета динамики процессов тепломассопереноса в нагельных соединениях элементов деревянных стропильных конструкций для практической реализации мероприятий по обеспечению безопасности и долговечности зданий и сооружений.

По моему мнению, новыми научными результатами диссертации следует признать следующие:

- для нагеля в форме болтового соединения описаны физические процессы тепло- и влагопереноса в древесине при циклически изменяющихся температурно-влажностных параметрах среды эксплуатации с учетом фазовых переходов «пар-жидкость»;

– сформулирована математическая модель теплопереноса в системе «цилиндрический нагель-древесина» на основе дифференциального уравнения теплопроводности параболического типа с произвольным видом функции начального распределения температур и комбинированными граничными условиями первого и второго рода;

– с помощью комбинированного подхода, реализующего численно-аналитические методы (метод «микропроцессов» и метод интегрального преобразования Лапласа) решена краевая задача теплопроводности с переменными коэффициентами переноса, которая существенно упрощена и сведена к системе краевых задач с кусочно-линейной аппроксимацией теплофизических характеристик древесины (плотности, теплоемкости и теплопроводности) в зависимости от температуры и влагосодержания древесины;

– на основе разработанного численно-аналитического метода сформулирована и решена краевая задача влагопроводности на основе дифференциального уравнения параболического типа с произвольными начальными условиями и комбинированными граничными условиями;

– разработана и реализована оригинальная методика экспериментального исследования процессов тепломассопереноса в системе «металлический цилиндрический нагель - древесина» с применением аппаратуры высокой чувствительности (тепловизора); получены данные о кинетике и динамике процессов теплопереноса; доказана адекватность разработанного метода расчета и экспериментальных данных;

– разработана и реализована методика экспериментального исследования процессов влагопереноса в системе «нагель-древесина», получены данные по кинетике и динамике сорбционных процессов и процессов диффузионного увлажнения образцов из древесины, на базе которых получены данные о массообменных характеристиках: максимальной гигроскопической и равновесной влажности, а также коэффициента влагопроводности для выбранной в исследовании породы древесины (сосна).

Значение диссертации для науки и практики

Разработанный в диссертации Бочкова М.В. численно-аналитический метод расчета краевых задач тепло- и влагопроводности является базой для последующего теоретического анализа явлений тепломассопереноса в коллоидных капиллярно-пористых системах с включениями (нагели) с учетом влияния влагопереноса на трубчато-волоконистую структуру древесной композиции, а также на напряженно-деформированное состояние в системе «металлический нагель-древесина» для конструкций с цилиндрическими нагелями.

Разработанная методика расчета динамики процессов тепломассопереноса позволяет предложить практические рекомендации по мониторингу состояния стропильных конструкций при изменении температурно-влажностных параметров среды эксплуатации для проведения своевременных планово-предупредительных ремонтов. Это имеет несомненное теоретическое и практическое значение.

Практическая значимость работы подтверждается следующим:

– результаты диссертационного исследования обеспечивают выполнение более точных инженерных расчетов в реальном проектировании и позволяет определять сроки между ремонтными работами в процессе эксплуатации деревянных конструкций на нагелях с учетом циклически изменяющихся

параметров внешней среды, что подтверждается актом внедрения на ОА «Проектный институт «Агропроект»;

– практические рекомендации исследований были использованы при проведении обследований, капитальных ремонтов и реконструкции зданий и сооружений компанией ООО «Марагропромстой». Внедрение результатов исследований и разработок позволило определить причины повышения деформативности деревянных конструкций с соединениями на нагелях, смоделировать работу конструкций под воздействием циклически изменяющихся температуре и влажности, определять фактическую величину деформативности в любой момент эксплуатации конструкции, разработать эффективные мероприятия по обеспечению долговечности узловых соединений деревянных конструкций с соединениями на стальных цилиндрических нагелях (акт о внедрении от 05.12.2016 ООО «Марагропромстой», г. Йошкар-Ола).

Замечания по диссертационной работе

1. Задачи исследований можно было бы сократить, объединив п.п. 2,3 и 4,5
2. Глава 1, посвященная древесине и нагельным соединениям имеет много второстепенной информации (текстура, цвет древесины и т.д.), которые имеют косвенное отношение к исследованиям.
3. Непонятно, почему дается описание в 2.2.1 устаревшей модели влагомера ЦНИИМОД-3, а в главе 4 применяется современное измерительное оборудование.
4. Физическую картину процессов тепломассопереноса в главе 3 можно было бы расширить, не ограничиваясь городами Иваново и Йошкар-Олы. При этом надо было выбрать не только летнее время, но и холодные периоды эксплуатации.
5. В этой же главе дается теоретическое решение краевой задачи теплопроводности только для болтового соединения. Хотя ранее (Глава 1) были рассмотрены практически все виды соединений. Уместно было объединить соединения в группы и рассмотреть эти задачи с учетом своих граничных условий для вклеенных и ввинченных стержней, боковых пластин, тонких металлических связей (гвозди, винты) и др.
6. В последней главе дается пример расчета для болта $d=40$ мм. В диссертации построены графики для $d=16$ мм на наш взгляд для повышения достоверности и эффективности исследования можно было бы создать матрицу планирования численного эксперимента с варьированием входных параметров. При этом целесообразно использовать не одну, а две-три породы древесины, несколько диаметров нагеля и т.д..
7. В заключении п. 5 идет речь о диффузии твердого тела. Однако написано так, что это относится к металлу нагеля, что не совсем верно.
8. На стр. 6, 14, 16, 32, 46, 61, 73, 81, 106, 107, 115, 120 диссертации есть опечатки, пропуски, отсутствуют обозначения на графиках, пропуски размерностей, которые носят видимо технический характер.

Заключение о соответствии диссертации критериям «Положения о порядке присуждения ученой степени»

Актуальность, научная новизна и достоверность основных выводов и положений диссертации, научная ценность и практическая значимость диссертационной работы Бочкова М. В. несомненны. Полученные результаты соответствуют уровню кандидатской диссертации по рассматриваемой специальности. Несмотря на приведенные выше замечания, считаю, что они в

конечном итоге не оказывают решающего влияния на положительную оценку работы, которая вносит вклад в научные основы процессов тепломассопереноса нагельных соединений деревянных конструкций зданий и сооружений.

Автореферат составлен с соблюдением установленных требований ГОСТ, его содержание соответствует основным положениям диссертации. Результаты проведенных исследований нашли отражение в 9 опубликованных работах автора, соответствующих теме диссертации, в том числе в изданиях, включенных в перечень ВАК Минобрнауки РФ, опубликовано 7 работ, две из них цитируемы в международной базе данных Scopus; прошли апробацию – были доложены на ряде международных и всероссийских конференций.

Содержание работы является последовательным и логичным в изложении всех разделов, которые являются необходимыми и достаточными для достижения поставленных целей и решаемых задач. Работа является самостоятельным научным трудом, соответствующая по стилю написания и содержанию диссертационным работам. Выводы по диссертации доказательны, вытекают из результатов проведенных научных исследований.

Проведенный анализ диссертационной работы Бочкова Михаила Владимировича позволяет сделать вывод о том, что она соответствует паспорту специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (строительство), требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Правительством РФ 24.09.2013г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи моделирования процессов тепломассопереноса в нагельных соединениях элементов деревянных стропильных конструкций при циклических режимах эксплуатации с целью прогнозирования долговечности и эксплуатационной надежности строительных конструкций, имеющей важное значение для экономики строительной индустрии и смежных отраслей промышленности.

Считаю, что соискатель, Бочков Михаил Владимирович, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (строительство).

Доктор технических наук
(научная специальность:
05.23.01 - Строительные конструкции,
здания и сооружения),
профессор кафедры инженерных
конструкций, архитектуры и графики
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М.В. Ломоносова»
«/Z» февраля 2017 г.

Адрес: 163002, РФ, г. Архангельск,
наб. Северной Двины, д. 17,
кафедра ИКАиГ (27.1.14)
Тел.: 8 911 554-09-99, (8182) 21-61-23
E-mail: sevned@mail.ru
labudin@hotmail.ru

Лабудин Борис Васильевич

Подпись Лабудина Б.В. удостоверяю
Секретарь учёного совета САФУ



Раменская Е.Б.