

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор, проректор по научной  
и инновационной работе федерального  
государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования

«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая  
Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)

д.ф.-м.н., профессор



Валерий Григорьевич

Прокошев

« 22 » \_\_\_\_\_ 2017 г.

### ОТЗЫВ

**ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» на диссертационную работу Бочкова Михаила Владимировича на тему: «Процессы тепломассопереноса в нагельных соединениях элементов деревянных стропильных конструкций при циклических режимах эксплуатации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13 - Машины, агрегаты и процессы (строительство).**

#### Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность избранной темы исследования показана достаточно убедительно.

Древесина – незаменимый материал для изготовления стропильных конструкций при строительстве малоэтажных домов. Все стропильные конструкции (фермы, балки, арки и т.д.) имеют промежуточные и опорные

узлы, в которых стыкуются деревянные элементы конструкции между собой. Для обеспечения прочности, жесткости и устойчивости элементов этих узлов чаще всего применяют металлические нагели различной конструкции.

Как правило, стропильные конструкции эксплуатируются в условиях постоянного изменения температурно-влажностного режима, связанного с суточными и годовыми колебаниями температур и влажности воздуха. При этом на особенности эксплуатации нагельных соединений в условиях циклически изменяющихся температурно-влажностных параметров среды определяющее влияние оказывают не только статические значения температур и влагосодержаний древесины, но, в гораздо большей степени, градиенты температур и влагосодержаний, вызывающие возникновение потоков субстанции (теплоты и влаги), и кроме того чередование фазовых переходов («конденсация-испарение»). Постоянные циклические процессы увлажнения и сушки древесины благоприятствуют появлению в ее структуре микроорганизмов и, как следствие, преждевременную потерю требуемой несущей способности

Поэтому актуальность темы диссертационного исследования соискателя не вызывает сомнения.

### **Общая характеристика работы**

Диссертация Бочкова М.В. построена по классической схеме и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (215 наименований) и трех приложений. Работа изложена на 151 страницах машинописного текста, включает 51 рисунок и 15 таблиц. Структура, объем и оформление диссертации соответствуют существующим нормативным документам.

Во введении содержатся обоснование актуальности темы, цель и задачи исследований, теоретическая и практическая значимость, научная новизна работы.

В первой главе рассмотрены области применения древесины и нагельных конструкций в строительстве. Проведен анализ физико-

механических характеристик и анизотропных свойств древесины, рассмотрено явление тепломассопереноса в древесине нагельных соединений. В данной главе поставлены задачи теоретического и экспериментального исследования.

Во второй главе проведен анализ экспериментальной базы диссертационного исследования. В главе представлено краткое описание применяемых экспериментальных методик, а именно определение: влажности древесины; влагопоглощения древесины; концентрации раствора кислоты методом прямого титрования; плотности исследуемых растворов; исследование процессов теплопереноса в древесине.

Третья глава диссертационного исследования посвящена моделированию тепло- и массопереноса в элементах нагельного соединения с цилиндрическим нагелем, эксплуатируемым в циклическом режиме изменения тепло-влажностных параметров среды. В данной главе поставлены и решены краевые задачи теплопроводности в древесине вблизи цилиндрического нагеля и влагопроводности в древесине нагельного соединения.

В четвертой главе проведены экспериментальные исследования нестационарного тепло- и влагопереноса в соединении цилиндрического нагеля. На основании полученных экспериментальных исследований в главе приведен пример практического расчета тепломассопереноса при конденсации и испарении влаги. Также в данной главе представлено технико-экономическое обоснование применения зданий из деревянного каркаса в агрессивных средах (на примере отделочного производства текстильного предприятия).

В целом диссертационная работа написана грамотным научным языком, в строгой логичной последовательности. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации, результаты работы были доложены соискателем на международных конференциях. Результаты работы отражены в девяти научных работах, в том числе семь статей в ведущих рецензируемых

научных изданиях, рекомендованных ВАК, из них две статьи в журнале, индексируемом в международной цитатно-аналитической базе данных Scopus.

**Значимость полученных автором результатов  
для развития соответствующей отрасли науки**

Соискателем выполнен большой объём теоретических исследований, в частности, разработанный численно-аналитический метод расчета краевых задач тепло - и влагопроводности считается базовым для последующего теоретического анализа явлений тепломассопереноса в коллоидных капиллярно-пористых телах с учетом влияния влагопереноса на клеточную и пористую структуру древесноволокнистого материала.

Научная новизна диссертационной работы Бочкова Михаила Владимировича, включает следующее:

- проведенным анализом литературных источников установлено, что на особенности эксплуатации нагельных соединений в условиях циклически изменяющихся температурно-влажностных параметров среды определяющее влияние оказывают не только статические значения температур и влагосодержаний древесины, но, в гораздо большей степени, градиенты температур и влагосодержаний, вызывающие возникновение потоков субстанции (теплоты и влаги), и кроме того чередование фазовых переходов («конденсация-испарение»);
- для нагеля в форме болтового соединения сформулированы физические представления о механизме процессов тепловлагопереноса в древесине при циклически изменяющихся температурно-влажностных параметрах среды эксплуатации с учетом фазовых переходов «пар-жидкость»;
- сформулирована математическая модель теплопереноса в системе «металлический 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) краевая задача теплопроводности с переменными коэффициентами переноса сведена к системе краевых задач с кусочно-линейной аппроксимацией теплофизических характеристик древесины (плотности, теплоемкости и теплопроводности) в зависимости от температуры и влагосодержание;
- аналогичным образом, 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 тепловизорной аппаратуры высокой чувствительности; в результате получены данные о кинетике и динамике процессов теплопереноса и показана адекватность разработанного метода расчета и экспериментальных данных;
- разработана и реализована методика экспериментального исследования процессов влагопереноса в системе «нагель-древесина» с использованием прибора – влагомера конструкции Hydromette НТ 85, 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 выбранного в исследовании сорта древесины.

## **Значимость полученных автором результатов работы для производства**

Значимость исследования для производства заключается в том, что разработанный метод расчета динамики и кинетики процессов тепломассопереноса позволяет осуществить мониторинг состояния стропильных конструкций при изменении температурно-влажностных параметров среды эксплуатации зданий и сооружений, по результатам которого проводятся своевременные планово-предупредительные ремонты.

## **Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Результаты теоретических и экспериментальных исследований диссертационной работы внедрены на отечественных предприятиях ОА "Проектный институт "Агропроект" и ООО "Марагропромстрой" (г. Йошкар-Ола Республики Марий Эл), что позволило на данных предприятиях выполнить более точные инженерные расчеты при проектировании стропильных деревянных конструкций и обеспечить долговечность использования строительных материалов (деревянных конструкций и соединений на стальных цилиндрических нагелях).

### **Замечания по диссертации**

1. Для решения поставленных краевых задач автор избрал метод интегрального преобразования Лапласа, при этом не привел другие методы решения и обоснование избранного им метода.
2. В п. 3.4. диссертации проведен обширный численный эксперимент по полученным решениям краевых задач нестационарного тепломассопереноса в древесине цилиндрического нагельного соединения, однако ни в тексте диссертации, ни в тексте автореферата четко не описана процедура, по

которой необходимо производить расчеты динамики и кинетики процессов по полученным решениям.

3. При обработке экспериментальных данных, а также при сравнении полученных результатов с расчетными, следовало бы, проводить статистическую обработку данных.

Несмотря на высказанные замечания, они не изменяют общего положительного мнения о диссертационной работе Бочкова М.В.

### **Заключение по диссертации**

Диссертационная работа содержит значимые результаты для науки и практики в области науки и техники, включающая разработку научных и методологических основ проектирования узловых соединений стропильных конструкций зданий и сооружений.

Диссертация Бочкова Михаила Владимировича является законченной научно-квалифицированной работой, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Работа представляет научный интерес и имеет существенное практическое значение, выполнена на актуальную тему.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.02.13 - Машины, агрегаты и процессы (строительство), форме специальности и областям исследований: п.1. Разработка научных и методологических основ проектирования и создания новых машин, агрегатов и процессов; механизации производства в соответствии с современными требованиями внутреннего и внешнего рынка, технологии, качества, надежности, долговечности, промышленной и экологической безопасности; п.5. Разработка научных и методологических основ повышения производительности машин, агрегатов и процессов и оценки их экономической эффективности и ресурса; п.6. Исследование технологических процессов, динамики машин, агрегатов, узлов и их взаимодействия с окружающей средой.

Диссертационная работа Бочкова М.В. отвечает критериям параграфа II «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного в новой редакции Постановлением Правительства РФ 24.09.2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры строительных конструкций ВлГУ, протокол №9 от 01.02.2017.

Отзыв подготовил:

Рощина Светлана Ивановна,

Доктор технических наук, профессор

05.23.01 – строительные конструкции,

здания и сооружения.

600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87

e-mail: [rsi3@mail.ru](mailto:rsi3@mail.ru)

Заведующий кафедрой

строительных конструкций

Подпись Рощиной С.И. удостоверяю:

Секретарь ученого совета



Наименование организации в соответствии с уставом Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ).

Адрес: 600000, Россия, Владимирская обл., г. Владимир, ул. Горького, д. 87

Тел.: (4922) 53-25-75, 47-97-37, 33-13-91

Адрес эл. почты - [oid@vlsu.ru](mailto:oid@vlsu.ru)