

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора кафедры строительных конструкций и материалов ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

Туркова Андрея Викторовича

на диссертацию Водяникова Михаила Алексеевича

«Несущая способность и деформативность углепластиковых нагельных соединений деревянных конструкций, работающих в агрессивной среде», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения

АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗБРАННОЙ ТЕМЫ

Опыт применения цельной и клееной древесины в качестве несущих конструкций зданий и сооружений химической отрасли насчитывает более ста лет. Эксплуатационные характеристики древесины в условиях химической агрессии в отдельных случаях выше в сравнении со стальными, железобетонными, каменными и армокаменными конструкциями. При возведении деревянных арочных складов, узлы соединений, проектируемые сегодня в виде стальных болтов, стержней, нагелей, накладных деталей и проч. подвержены коррозионным разрушениям, что является наиболее частой причиной аварийных ситуаций. В диссертации М.А. Водяникова рассматривается практическая возможность применения жестких узлов продольного соединения клееных деревянных балок с помощью наклонно вклеенных стержней, объединенных в единый узел накладными деталями. Стержни и накладные детали предложено выполнять из углеродного композита – углепластика на полимерной матрице. Экспериментальная часть подтверждается результатами расчетов в программном комплексе ANSYS. Анализ эксплуатации в рассматриваемой среде показывает, что несмотря на дороговизну таких изделий, их стоимость компенсируется более продолжительным временем эксплуатации по сравнению со стальными, без проведения ремонтов либо замены всего сооружения. Таким образом, тема диссертационной работы является актуальной.

СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

Целью диссертационной работы является разработка методики расчета несущей способности и деформативности соединений деревянных конструкций на углепластиковых стержнях в большепролетных складах хранения соли. Реализация рассматриваемой задачи на практике призвана упростить проектирование узлов и повысить долговечность конструкции в целом.

Обоснованность полученных автором результатов исследования обеспечивается за счет подробного анализа отечественных и зарубежных работ,

адекватно поставленных задач исследования, использования современных расчетных комплексов, подтверждения результатов расчёта результатами экспериментальных данных.

ДОСТОВЕРНОСТЬ И НОВИЗНА ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Достоверность полученных результатов заключается в корректной постановке цели и задач исследования, разработанной методике оценки прочности конструкции, выводах, рекомендациях и научных положениях, основанных на апробированных методах исследования.

По результатам исследования выполнена оценка влияния совокупности наиболее значимых факторов газовой среды на техническое состояние всех конструктивных элементов складов хранения соли, разработана методика расчёта нагельного соединения деревянных элементов на углепластиковых нагелях, предложены и научно обоснованы рациональные конструктивные параметры рассматриваемых стыков, а также разработаны алгоритмы расчета прочности конструкции с углепластиковыми накладными деталями и клееными стержнями.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ АВТОРОМ РЕЗУЛЬТАТОВ

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке автором технических решений и методики расчета узлов деревянных конструкций с использованием углепластиковых элементов. Совокупность этих решений позволит увеличить время безаварийной эксплуатации большепролетных клееных деревянных конструкций покрытия складов хранения соли.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников и двух приложений. Общий объем работы 152 страницы, включая 88 рисунков и 8 таблиц. Список источников содержит 109 наименований. Содержание диссертации соответствует паспорту заявленной специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Во введении приводится общая характеристика диссертационного исследования: обоснована актуальность выбранной темы, раскрыты теоретическая и практическая значимость, научная новизна, поставлены цели и задачи исследования.

В первой главе автор рассматривает существующие способы соединения деревянных конструкций. В качестве наиболее рационального для дальнейшего детального рассмотрения автор приводит разработанную С.Б. Турковским и А.А. Погорельцевым систему «ЦНИИСК». Подробно рассмотрены характерные

особенности работы узлов, приведены данные действующих нормативных документов по проектированию и расчету таких узлов. Показаны достоинства и ограничения их применения в условиях химически агрессивной среды.

Во второй главе приведены наиболее характерные виды и конструктивные особенности складов хранения соли действующих калийных предприятий западного Урала. Дана оценка влияния аэрозолей калия, а также влажности воздуха на прочность и долговечность конструкций из клееной древесины и элементов стыка. Представлены обобщенные данные наблюдений и инженерных обследований исходя из личного опыта и наработок коллектива проектной организации за последние сорок лет службы складов.

В третьей главе рассмотрены бесклеевые стыки с использованием классических стальных и композитных углепластиковых нагелей. Приведены экспериментальные и численные исследования образцов нагельных соединений. Рассмотрена различная скорость нагружения, ступенчатое и непрерывное нагружение образцов через траверсу, передающую давление на образец. Для сопоставления экспериментальных и численных результатов исследования проведены расчеты в программном комплексе ANSYS и ANSYS Workbench с учетом сил трения и возникающих контактных пар. Результаты расчетов и эксперимента коррелируют между собой.

В четвертой главе рассмотрены стыки деревянных балок на клеенных стержнях. Приведены расчётные и фактические величины деформации балок различных длин, испытанных по консольной схеме и на четырехточечный изгиб. Выполнено сопоставление параметров НДС балки со стыком и цельнодеревянной балки. Отмечено, что несмотря на локальные концентраторы напряжений в местах клейки стержней, в целом стержни вносят армирующий эффект, ограничивающий взаимное перемещение слоев клееной деревянной конструкции.

В пятой главе выполнена оценка экономической эффективности внедрения композитных узлов в течение срока службы объекта.

В заключении представлены общие выводы по результатам исследования.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ В СОДЕРЖАНИИ И ОФОРМЛЕНИИ ДИССЕРТАЦИИ, ВЛИЯНИЕ ОТМЕЧЕННЫХ НЕДОСТАТКОВ НА КАЧЕСТВО ИССЛЕДОВАНИЯ

Положительно оценивая рассматриваемую работу в целом и отмечая её высокий научный уровень, достаточную степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, необходимо привести ряд замечаний.

$$1. \quad \text{В уравнении (2.5)} \quad \sigma_i = \frac{M \frac{E^w}{E} \left(\frac{A}{F_{\text{пр}}} + y_i - h_o \right)}{I_{\text{пр}} \xi} \leq R_{\text{сж}}$$

размерность члена

$A/F_{\text{пр}}$ должна быть в метрах, что не соблюдается при $A=N/M$ (отношение

нормальной силы к изгибающему моменту) и если $F_{пр}$ площадь сечения. Здесь же не ясно, почему прочность древесины зависит только от соотношения модулей упругости при фактической влажности E^W к модулю упругости при стандартной влажности E .

2. Автор утверждает, что уравнение (2.5) справедливо в случае, когда «при увлечении нагрузки напряжение в некоторой точке превысит предельное, то разрушение произойдет только в этой точке». В связи с этим необходимо решать задачу перераспределения напряжений в сечении при локальном разрушении. Также не ясно, как автор с помощью (2.5) анализирует напряженное состояние реальных арочных конструкций для сроков эксплуатации 5, 10, 20, 40, 60 лет, так как в этом уравнении отсутствует параметр времени.

3. В таблице 2.1 диссертации приведены расчетные сопротивления древесины по результатам испытаний. Однако методика перерасчёта полученных экспериментально кратковременных пределов прочности образцов к расчётным сопротивлениям на сжатие и скалывание не приведена. Также не ясно, как осуществлялся переход от кратковременной прочности, полученной при испытаниях, к длительной, так как расчётные сопротивления назначаются с учётом длительного приложения нагрузки.

4. Автор утверждает, что недопустимые сдвиги в соединениях относятся ко II группе предельных состояний, хотя на самом деле это I предельное состояние.

5. Автор использует устаревшие нормативные документы. По нормам СП 64.13330.2017 с изменениями несущая способность нагеля на смятие и изгиб указана в разделе 3.3 диссертации неверно.

6. Не ясно, как оценивалась разрушающая нагрузка при численном моделировании нагельного соединения.

7. В разделе 4.1 автором допущены ошибки при задании прочностных характеристик углепластика: для стержня прочность составила $\sigma_b = 2,248 \times 10^6$ Па (примерно в 100 раз меньше прочности низкосортной стали), а для накладки $\sigma_b = 7,65 \times 10^6$ Па (примерно в 30 раз меньше прочности низкосортной стали).

8. При натурных испытаниях балок со стыком на клеенных стержнях (раздел 4.3 диссертации) автор в качестве причины разрушения отмечает «образование пластических шарниров под пятками траверсы», хотя ни древесина, ни углепластик не имеют площадок текучести и не рассчитываются по диаграммам идеального упруго-пластического тела.

СООТВЕТСТВИЕ АВТОРЕФЕРАТА ОСНОВНОМУ СОДЕРЖАНИЮ ДИССЕРТАЦИИ

Структура, содержание и выводы, приведенные в автореферате соответствуют диссертации.

СООТВЕТСТВИЕ ДИССЕРТАЦИИ И АВТОРЕФЕРАТА ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р .0.11-2011.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О СООТВЕТСТВИИ ДИССЕРТАЦИИ КРИТЕРИЯМ, УСТАНОВЛЕННЫМ «ПОЛОЖЕНИЕМ О ПРИСУЖДЕНИИ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ» ПО ПУНКТАМ 10, 11 И 14

Диссертационное исследование соответствует следующим пунктам «Положения о присуждении ученых степеней», а именно:

1. П.10 – диссертация носит прикладной технический характер, содержит новые научные результаты исследования, полученные автором лично.

2. П.11 – результаты исследования в полной мере отражены в рецензируемых научных изданиях.

3. П.14 – в тексте диссертации присутствуют ссылки на авторов и источники заимствования, а также на результаты, опубликованные непосредственно автором.

ДИССЕРТАЦИЯ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

В целом диссертационная работа является законченной научно-исследовательской работой, в которой на основе выполненных автором обобщений, теоретических, численных и экспериментальных исследований решена научная задача, посвященная разработке методики определения напряжённо-деформированного состояния соединений деревянных конструкций с применением углепластиковых элементов.

Автором по теме исследований опубликовано 12 научных работ, в которых достаточно полно отражены основные результаты диссертационной работы. Из них 4 опубликованы в рецензируемых научно-технических журналах по перечню ВАК РФ, в которых рекомендуется публикация материалов и результатов диссертаций, а также 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в базы цитирования Scopus и Web of Science.

Диссертационная работа изложена ясно и лаконично, в ней применяются логичные формулировки и общепринятые технические термины. Имеется четко выраженная структура диссертации, показывающая завершенность проделанной работы и подчеркивающая высокую компетенцию автора в исследуемых им вопросах.

В ходе проведения научных исследований автор показал себя профессионально подготовленным специалистом в области разработки и проектирования строительных конструкций. Разработанная методика определения напряжённо-деформированного состояния соединений деревянных

конструкций с применением углепластиковых элементов вносит важный вклад в развитие теории и практики проектирования деревянных конструкций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Водяникова Михаила Алексеевича по содержанию, форме, актуальности, полноте поставленных и решенных задач, совокупности новых научных результатов отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям.

За разработку методики определения напряжённо-деформированного состояния соединений деревянных конструкций с применением углепластиковых элементов, имеющей важное значение в области проектирования строительных конструкций, **Водяников Михаил Алексеевич** заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Официальный оппонент

доктор технических наук (научная специальность 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения), доцент, профессор кафедры строительных конструкций и материалов ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

**Турков
Андрей Викторович**

302026, г. Орел, ул. Комсомольская,
д.95, Российская Федерация.
Телефон: +7 (915) 507-23-27
E-mail: aturkov@bk.ru

25 марта 2020 г.

Учёный секретарь Учёного совета
ФГБОУ ВО «Орловский
государственный университет имени
И.С. Тургенева», к.б.н., доцент



**Чаадаева
Наталья Николаевна**

25 марта 2020г.

302026, г. Орел, ул. Комсомольская,
д.95, Российская Федерация.
Телефон: (4862) 75-13-18
E-mail: info@oreluniver.ru