

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента **Туркова Андрея Викторовича** на диссертационную работу **Чан Куок Фонга** «Развитие методов расчета узловых соединений деревянных конструкций из ЛВЛ с применением самонарезающих нагелей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Рецензируемая работа выполнена на 164 страницах машинописного текста и включает в себя 129 страницы основного текста, в том числе 78 рисунков, 24 таблицы, список литературы из 120 наименований и 10 страниц приложений к диссертации.

1. Актуальность темы диссертационной работы

В настоящее время интенсивно развивается производство комбинированных многофункциональных металлических нагелей для соединения деревянных конструкций, они становятся более разнообразными и находят широкое применение при строительстве общественных и жилых зданий. Узловые соединения деревянных элементов на традиционных нагелях требуют достаточно высокой точности изготовления. Сверление отверстий под цилиндрические нагели, даже если оно проводится по кондукторам в заводских условиях, не всегда обеспечивает необходимую точность, что приводит в отдельных случаях к проведению дополнительных работ в условиях строительной площадки по рассверливанию уже готовых отверстий для укрупнительной сборки конструкций или создания узлов примыкания одних конструкций к другим. Это обстоятельство приводит к увеличению диаметра отверстия под нагели, причём как в соединяемых деревянных элементах, так и в накладках, и, как следствие, соединения приобретают дополнительную деформативность, что приводит к повышению деформативности всей конструкции.

Соединения на самонарезающих нагелях предполагают сверление отверстий в древесине и стальных пластинах по месту. Эта инновационная технология, при которой нагельные соединения получаются плотными за счёт незначительного уплотнения древесины в нагельном гнезде и плотной посадки нагеля в стальных пластинах, что повышает несущую способность и снижает деформативность соединения. Область использования таких систем достаточно широка: можно соединять деревянных элементов в конструкции, однако наиболее эффективны такие системы в

комбинированных соединениях древесины с металлическими накладками и прокладками – стальными или из алюминиевых сплавов.

Следует отметить, что традиционные болтовые соединения оборудуются шайбами и гайками, что несколько ухудшает внешний вид деревянных конструкций, а к их дизайну в настоящее время предъявляются достаточно жёсткие требования. Самонарезающие нагели могут оборудоваться потайными головками, что позволяет значительно улучшить интерьер помещений.

Однако нормативные документы до настоящего времени не содержат методики расчета несущей способности и деформативности деревянных конструкций, а также рекомендаций по выбору таких соединений. В связи с вышесказанным тема научного исследования, направленная на разработку метода расчёта соединений с самонарезающими нагелями, является актуальной.

2. Научная новизна исследований и полученных результатов

Научная новизна исследований заключается в следующем:

1. На основе полученных новых результатов исследований соединений деревянных конструкций из ЛВЛ со стальными пластинами на самонарезающих нагелях установлена зависимость несущей способности от количества пластических шарниров нагеля.

2. Разработана методика экспериментальных исследований соединений конструкций из ЛВЛ с использованием металлических пластин и самонарезающих нагелей. Получены новые научные данные, учитывающие влияние параметров нагельных соединений на их несущую способность.

3. С помощью численных методов исследования выявлена зависимость напряженно-деформированного состояния нагельного соединения от диаметра и допуска между диаметром нагеля и отверстиями в стальных пластинах.

4. Разработан алгоритм расчета соединений деревянных конструкций из ЛВЛ «сталь-дерево», который апробирован на практике и может быть использован при корректировке нормативных документов.

3. Степень обоснованности и достоверности научных результатов и выводов, сформулированных в диссертации

В рассматриваемой диссертационной работе проанализированы существующие теоретические и экспериментальные результаты исследований по

вопросам проектирования деревянных конструкций с нагельными соединениями.

Сформулированные автором цели и задачи исследований, полученные научные результаты, основные выводы по диссертационной работе, а также разработанные рекомендации по проектированию соединений элементов деревянных конструкций из ЛВЛ с применением самонарезающих нагелей позволили установить, что соискатель имеет достаточно ясное представление о предмете исследования и чётко излагает доказательства правильности своих научных результатов и выводов. Автором корректно использованы общепринятые гипотезы строительной механики, теории упругости.

Обоснованность и достоверность результатов исследований, выводов и рекомендаций достигается корректным обоснованием ограничений и допущений, принятых в ходе исследования. Автор применяет положения классического математического аппарата, проводит оценку достоверности результатов теоретических и численных исследований соединений элементов деревянных конструкций из ЛВЛ с применением самонарезающих нагелей сопоставлением с результатами экспериментальных исследований, полученных с использованием поверенного сертифицированного высокоточного оборудования.

4. Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации

Значимость для науки и практики результатов диссертационной работы заключается в следующем:

- определение несущей способности деревянных конструкций из ЛВЛ с применением стальных пластин и самонарезающих нагелей, с учетом напряженно-деформированного состояния на основе анализа механизма хрупкого и пластичного разрушения элементов соединений «сталь-дерево» позволит повысить достоверность результатов прочностных и деформационных расчётов и, как следствие, надёжностью проектируемых конструкций;

- разработанная методика расчета несущей способности соединений деревянных конструкций из ЛВЛ с применением самонарезающих нагелей в зависимости от количества срезов по длине нагеля (количество стальных пластин в соединении) с учетом режима разрушения элементов в соединении позволяет вычислить несущую способность соединения с несколькими стальными пластинами;

Рекомендации по проектированию соединений из ЛВЛ с применением самонарезающих нагелей приняты для практического применения. Методика расчета и порядок сборки соединений с самонарезающими нагелями. используются в учебном процессе ФГБОУ ВО СПбГАСУ по дисциплине «Исследование и проектирование деревянных конструкций» при подготовке специалистов по направлению 08.03.01 «Строительство» на кафедре «Металлических и деревянных конструкций». Также результаты диссертационных исследований рассматриваются для практического применения в компании «СТРОИТЕЛЬСТВО NEW SKYLINE», подтверждены сертификатами.

5. Критические замечания и недостатки

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

5.1. В формулах (2.1) и (2.2) диссертации при определении коэффициента предельной (по тексту «предела») гибкости нагеля вводится параметр f_h , однако расшифровки его не приводится. В связи с этим затруднена оценка коэффициента предельной (по тексту «предела») гибкости нагеля.

5.2. Автор в пункте 2.2. использует термин «отказ» (по контексту, видимо, имеется в виду отказ соединения или его отдельных элементов). Однако не поясняет, что подразумевается под этим термином: предельное состояние древесины по смятию; предельное состояние нагеля при изгибе и возникновении в его сечениях пластического (пластических) шарнира (шарниров); недопустимые деформации сдвига в соединении; разрушение древесины; комбинация этих состояний.

5.3. При оценке хрупкого разрушения деревянных элементов соединения использована пружинная модель, представленная на рисунке 2.10 диссертации. Использование пружинных моделей предполагает, как следует из текста диссертации, что деформации деревянных элементов упругие. На наш взгляд, это не совсем корректно, так как до скалывания деревянных элементов в них, как правило, возникают существенные пластические деформации в нагельном гнезде.

5.4. В таблице 2.1 диссертации при определении несущей способности нагелей по Pedersen и по Sawata появились модели 1...7, а на графике рис. 2.11 модели 1...11. Причём по тексту диссертации что это за модели ничего не сказано. По данным таблицы 2.1 несущая способность по различным методикам при одних и тех же толщинах деревянных элементах различается до 1,5 раз, что автором не объясняется.

5.5. При рекомендации выбора метода расчета в зависимости от количества стальных пластин n_s автор предлагает при n_s от 3 до 6 – значение несущей способности нагеля принимать по результатам расчета от F_{Pe} или F_{Sa} до F_{Eu-5} ; при n_s от 1 до 3 – значение несущей способности нагеля принимать по результатам расчета от F_{Pe} до F_{Eu-5} ; при n_s от 6 до 10 – значение несущей способности нагеля принимать по результатам расчета по F_{Pe} до F_{Sa} (здесь F_{Eu-5} , F_{Pe} , F_{Sa} – несущая способность нагеля соответственно по Еврокоду-5, по Pedersen и по Sawata). Не ясно, как можно определять несущую способность соединения, когда несущая способность нагеля определяется не конкретным значением (кН), а интервалом значений.

5.6. Не ясно, как по графику рисунка 3.6 зависимости «нагрузка-перемещение» самонарезающих нагелей (WS-7мм) при растяжении определить предел текучести, так как площадки текучести на графике отсутствуют.

5.7. При численных исследованиях соединений автор не объясняет, как учитывалось изменение механических характеристик древесины при её смятии и упрочнении в нагельном гнезде.

Следует отметить, что приведённые замечания носят частный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

6. Выводы и рекомендации

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 развитию методики определения напряжённо-деформированного состояния соединений в конструкциях из LVL на самонарезающих нагелях и стальными пластинами.

Автором по теме исследований опубликовано 8 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.

Диссертационная работа изложена ясно и лаконично, в ней применяются логичные формулировки и общепринятые технические термины. Имеется четко выраженная структура, показывающая завершенность проделанной работы и подчеркивающая высокую компетенцию автора в исследуемых им вопросах. Автореферат полностью отражает содержание диссертации и даёт представление о её научной и практической ценности.

