

## О Т З Ы В официального оппонента

на диссертационную работу ЧАН Куок Фонг

«Развитие методов расчета узловых соединений деревянных конструкций из ЛВЛ с применением самонарезающих нагелей», представленную в диссертационный совет Д 212.223.03 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» к публичной защите на соискание учёной степени кандидат технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения»

**Объём и структура диссертационной работы.** Диссертационная работа содержит 164 страницы, в том числе 78 рисунков, 24 таблицы, список литературы из 120 наименований, состоит из четырех глав, основных выводов и Приложений к диссертации (10 страниц).

### **1. Актуальность темы диссертационной работы**

Векторы развития деревянного домостроения предопределяют, в том числе, ускорение темпов проектирования и строительства каркасных, многоэтажных зданий, что в свою очередь вызывает необходимость применения композитных материалов на основе древесины, имеющих повышенную прочность по сравнению с цельной древесиной. Одним из вариантов следует рассматривать материалы, склеенные из шпона, как правило соснового, по технологии LVL. С точки зрения прочности, огнестойкости, низкой теплопроводности и долговечности на данный момент практически отсутствует альтернатива ЛВЛ-брусу и аналогов, отличающихся к тому же сохранением природной структуры дерева и отсутствием гниения во влажной среде. При применение этого материала в строительстве чрезвычайную важность приобретает вопрос проектирования и расчета стыков ЛВЛ-элементов.

Одним из вариантов стыков ЛВЛ-элементов, активно внедряемого в мировом деревянном домостроении и набирающие популярность в России, являются узлы на самонарезающих нагелях, выполняющих функцию механических связей, и стальных пластинах, выполняющих функцию «посредника» в соединениях элементов. Прочность соединения в целом зависит от параметров и количества

стальных пластин, подобранных в соответствии с типом деревянных конструкций, что увеличивает область применения соединений такого рода. Применение стальных пластин также обеспечивает практическое сопряжение элементов деревянных конструкций с конструкциями из других строительных материалов – железобетонными фундаментами, металлическими креплениями и т. д. Кроме этого, само соединение имеет эстетичный вид, в связи с расположением пластин в пазах бруса и возможностью изготовления нагелей с потайными головками, что к тому же не снижает огнестойкость конструкции в целом и не требует дополнительных мероприятий по ее обеспечению.

Однако до настоящего времени нормативные документы не содержат единой методики расчета несущей способности конструкций из материалов на основе древесины, соединяемых с помощью стальных пластин и самонарезающих нагелей. Проблема заключается в том, что взаимодействие нескольких стальных пластин с древесиной при их соединении самонарезающими нагелями имеют принципиальное отличие от обычных составных нагельных соединений, а при работе соединения в зависимости от параметров его элементов создается многовариантное напряженно-деформированное состояние, от которого, в свою очередь, зависит характер разрушения. С этой точки зрения актуальность и своевременность представленной диссертационной работы не вызывает сомнений.

## **2. Научная новизна исследований и полученных результатов**

Основным научным результатом исследований следует считать разработанные автором методики определения несущей способности соединений с применением самонарезающих нагелей. Кроме этого, автором впервые были получены теоретические и экспериментальные данные о напряженно-деформированном состоянии соединения ЛВЛ-элементов с применением нагелей малого диаметра с большим количеством пластин. Обобщая анализ исследования, следует отметить, что их научная новизна заключается в следующем:

1. На основании исследований вариантов разрушения соединений деревянных конструкций из ЛВЛ со стальными пластинами и нагелями малого диаметра, получены новые сведения о зависимости несущей способности соединения в це-

лом от количества образующихся пластических шарниров в механических связях.

2. Разработана и внедрена методика экспериментальных исследований нагельных соединений деревянных конструкций из ЛВЛ с применением стальных пластин при работе соединений на растяжении. Получены новые данные по влиянию параметров нагельных соединений на несущую способность деревянных конструкций.

3. По результатам экспериментов и численного моделирования автором установлена зависимость напряженно-деформированного состояния нагельного соединения от диаметра нагеля и допуска между диаметром нагеля и отверстиями в стальных пластинах.

4. Разработана методика расчета соединений элементов деревянных конструкций из ЛВЛ с применением самонарезающих нагелей, учитывающая наступление одновременного пластического разрушения компонентов соединения при растяжении.

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

В рассматриваемой диссертационной работе автором проанализированы существующие теоретические положения и экспериментальные результаты исследований по вопросам проектирования деревянных конструкций из ЛВЛ с применением соединений с самонарезающими нагелями, изложенные в 64 отечественных и 56 зарубежных источниках, что позволило соискателю обоснованно сформулировать предложения по совершенствованию их методов расчета.

Следует отметить, что ЧАН Куок Фонг выполнил значительный объём экспериментальных исследований. Полученные выводы и рекомендации соответствуют целям работы и основываются на экспериментально-теоретических результатах. Изучение положений и выводов, полученных автором и приведенных в диссертации, подтвердило способность соискателя излагать доказательства истинности и объективности своих научных результатов, что позволило автору развить и усовершенствовать методы расчета соединения с применением само-

нарезающих нагелей. Основные выводы по диссертации научно обоснованы: они отражают суть выполненных разработок.

Достоверность подтверждается применением общепринятых понятий, гипотез и допущений механики твердого деформируемого тела, современных подходов в анализе напряженно-деформированного состояния конструкций из дерева, проведением исследований с применением высокоточного поверенного и аттестованного измерительного и испытательного оборудования в лаборатории испытаний строительных конструкций СПбГАСУ, удовлетворительной сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований и результатов численного моделирования.

#### **4. Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций**

##### **диссертации**

Значимость для науки и практики результатов диссертационной работы заключается в получении и обосновании следующих результатов:

- усовершенствование имеющихся в научно-технической литературе методик расчета несущей способности соединений конструкций из ЛВЛ с применением ограниченного числа стальных пластин и самонарезающих нагелей на основе анализа механизма разрушения элементов соединений;

- разработка методики расчета узловых соединений ЛВЛ-элементов с применением самонарезающих нагелей с учетом варьирования количеством стальных пластин (плоскостей среза нагеля) в зависимости от вида разрушения соединения.

Результаты диссертационных исследований приняты для практического применения в компании «СТРОИТЕЛЬСТВО NEW SKYLINE», подтверждены сертификатами и успешно использовались при расчетах несущих деревянных конструкций.

#### **5. Критические замечания и недостатки**

Положительно оценивая рассматриваемую работу в целом, отмечая ее высокий научный уровень, достаточную степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, стоит отметить ряд замечаний:

5.1. Из текста диссертации не ясна область применения конструкций, в частности, длина пролетов конструкций, соединенных предложенным способом. В связи с этим, по исследованию достаточно сложно оценить эффективность и целесообразность применения LVL-бруса, соединенного самонарезающими нагелями, по сравнению с распространенными узлами, например, с соединениями бруса из цельной древесины на зубчатых или гвоздевых пластинах при средних и малых пролетах. Если исследованный вид соединения применим в большепролетных конструкциях, то эффективность и целесообразность его применения следовало бы проанализировать в сравнении с узлами системы ЦНИИСК.

5.2. На странице 49 первой главы автор справедливо отмечает, что «деформация стальной пластины в направлении нагрузки влияет на общую деформацию соединения». При этом конструктивно предлагается выбирать толщину пластины 3-5 мм, что, во-первых, не обосновано расчетами, а во-вторых, существенно сужает область применения соединений. Также отсутствуют общие указания по определению местоположения отверстий в пластине в зависимости от ее толщины и диаметра нагеля.

5.3. В выводах по третьей главе не приведены сведения о том, к какой группе относятся испытанные соединения по виду зависимости упругой деформации от прилагаемой нагрузки в диапазоне расчетной несущей способности в соответствии с ГОСТ 33082-2014 «Конструкции деревянные. Методы определения несущей способности узловых соединений» -

5.4. Несколько замечаний по моделированию соединения в программном комплексе ANSYS.

а) В главе 4 нет полноценного описания модели соединения, в частности, отсутствуют сведения о примененных типах конечных элементов для моделирования бруса, нагелей и пластин. По рисунку 4.1 б) можно предположить, что стальные пластины смоделированы объемными конечными элементами, что в целом, допустимо, при условии, что для корректных вычислений элемент разбивается в несколько слоев, как правило не менее трех, по толщине пластины.

б) В модели введены контактные элементы, при этом:

- нет обоснования принятому коэффициенту трения 0,16 по поверхности контакта между нагелем и бруском (стр.130);
- не приведен коэффициент трения по поверхностям контакта между нагелем и стальной пластиной.

Для более корректного, на наш взгляд, расчета значения коэффициентов трения стоило определить опытным путем, из собственных многочисленных авторских экспериментов.

5.5. Безусловно, исследование могли бы украсить практические рекомендации по определению параметров нагелей в зависимости от вида соединения и параметров бруса.

Отмеченные недостатки носят рекомендательный характер и не умаляют общую положительную оценку рецензируемой диссертации, которая представляет собой законченный научный труд по актуальной строительной тематике, содержит научную новизну и имеет практическую значимость.

## **6. Выводы и рекомендации**

В целом, диссертационная работа является законченным научно-исследовательским трудом, в котором на основе выполненных автором обобщений, теоретических, расчетных и экспериментальных исследований решена научная задача, совершенствованию существующих методик и разработке новых методик расчета узловых соединений деревянных конструкций из ЛВЛ с применением самонарезающих нагелей, в том числе, при увеличении количества пластин в соединении.

Автором по теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, в которых отражены основные положения диссертационной работы. Из них 3 опубликованы в рецензируемых научно-технических журналах по перечню ВАК РФ и 2 работы в журналах, входящих в перечень SCOPUS, в которых рекомендуется публикация материалов и результатов диссертаций.

Диссертация выполнена на современном научном уровне и представляет собой завершенную самостоятельную научно-квалификационную работу. Сокращенные термины и примененные символы в формулах уточнены и понятны

для восприятия. Представленные материалы изложены в логической последовательности.

Автореферат отражает содержание диссертационной работы и оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ. Стиль изложения способствует пониманию диссертации и позволяет объективно оценить личный вклад автора и полученные результаты исследования.

В ходе проведения научных исследований автор показал себя профессионально подготовленным специалистом в области разработки и проектирования деревянных конструкций. Предложенные автором новые решения можно рассматривать и применять на практике проектирования деревянных конструкций.

### Заключение

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа **Чан Куок Фонга** 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.

Согласно сформулированной цели научной работы, её научной новизне, установленной практической значимости диссертация **Чан Куок Фонга** является законченным научным трудом. Соискатель заслуживает присуждения ему научной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Доцент кафедры строительных конструкций ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», кандидат технических наук.

Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13

Электронный адрес: ru403@mail.ru

Телефон: +7(922)893-05-10

Подпись \_\_\_\_\_  
заверяю  
Ведущий специалист по  
документационному обеспечению  
работы с персоналом

Руднева 21.03.

7

24/24

Руднев  
Игорь Владимирович

24 мая 2021 г.

