

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента Туркова Андрея Викторовича на диссертационную работу Данилова Егора Владимировича «Развитие методов расчета соединений деревянных конструкций из однонаправленного клееного бруса с когтевыми шайбами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Рецензируемая работа выполнена на 185 страницах машинописного текста и включает в себя 164 страницы основного текста, в том числе 99 рисунков, 23 таблицы, список литературы из 150 наименований и 10 страниц приложений к диссертации.

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

Повышение надежности строительных деревянных конструкций является одним из основных направлений современной строительной науки. В значительной степени это достигается путём развития методов расчета таких конструкций, что позволяет более достоверно определять параметры напряжённо-деформированного состояния элементов и соединений.

На современном этапе появляются новые строительные материалы на основе древесины, а также получают распространение новые типы крепёжных изделий для соединения деревянных конструкций. Эти обстоятельства приводят к необходимости решать задачи, связанные с определением физико-механических характеристик новых конструкционных материалов, а также разрабатывать расчетные схемы для определения и анализа напряжённо-деформированного состояния элементов и соединений. Одной из современных строительных конструкций на основе древесины являются многослойные клееные элементы из однонаправленного шпона (LVL). Существенным отличием этого материала от цельной и клееной древесины является значительно бóльшая прочность и значительно бóльшая степень анизотропии, в связи с чем требуется уточнение расчётных методик для оценки НДС элементов и соединений для элементов из клееного однонаправленного шпона.

Одним из соединений для деревянных конструкций, обладающих достаточно высокой несущей способностью, являются соединения с когтевыми шайбами. В существующих нормах расчёта деревянных конструкций отсутствуют методы определения несущей способности таких соединений, а приведённые в научной и технической литературе методы расчёта таких соединений для цельной и клееной древесины не могут быть использованы в пол-

ной мере для оценки НДС элементов и узловых деталей в конструкциях из клеёного однонаправленного бруса из шпона (LVL). Отсутствие таких методик может приводить к необоснованному перерасходу материалов или недостаточной прочности и жесткости таких соединений.

В связи с вышесказанным тема научного исследования, направленная на уточнение метода расчёта соединений с когтевыми шайбами в элементах из клеёного однонаправленного бруса из шпона, является актуальной.

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

Научная новизна исследований заключается в следующем:

1. Автором разработана методика определения напряжённо-деформированного состояние соединений с когтевыми шайбами с учетом упругих, вязких и пластичных свойств деревянных элементов из LVL и когтевых шайб, а также характера передачи усилий в узлах под различными углами к волокнам.

2. Разработана аналитическая модель для расчёта нагельных соединений конструкций из LVL с когтевыми шайбами на основе уравнений наследственности, в том числе с возможностью изменения расчетной схемы после образования пластического шарнира в основании когтя шайбы. Исследования учитывали влияние влажности материала, длительность действия нагрузки, углы приложения нагрузки относительно волокон, геометрических характеристик сминающего штампа.

3. Экспериментально определены значения коэффициентов постели для материала LVL, а также уточнены зависимости для определения пределов прочности при смятии треугольным и цилиндрическим штампом в зависимости от влажности, размеров штампа, наклона волокон, продолжительности воздействия нагрузки. По результатам исследований получено эмпирическое выражение ядра интегрального уравнения теории наследственности для случаев местного смятия древесины под различными углами к волокнам.

4. Разработано и запатентовано устройство для запрессовки когтевых шайб, позволившее повысить технологичность сборки узлов деревянных конструкций.

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

В рассматриваемой диссертационной работе проанализированы существующие теоретические положения исследователей по вопросам проектиро-

вания деревянных конструкций с когтевыми шайбами, изложенные в 113 отечественных и 36 зарубежных источниках.

Сформулированные автором цели и задачи исследований, полученные научные результаты, основные выводы по диссертационной работе, а также разработанные рекомендации по проектированию конструкций из LVL с когтевыми шайбами 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 узлов конструкций с когтевыми шайбами 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:

– применение разработанной методики при проектировании деревянных конструкций позволяет повысить достоверность результатов прочностных и деформационных расчётов и, как следствие, надёжностью проектируемых конструкций;

– предложенные автором рекомендации по проектированию и изготовлению конструкций из LVL с когтевыми шайбами также позволяют снизить трудоёмкость изготовления, время производства и стоимость таких конструкций.

Разработанная методика расчёта конструкций из LVL с когтевыми шайбами использовалась при проектировании каркасного здания гольф-клуба, расположенного в коттеджном комплексе «Горки Гольф Клуб» Ломоносовского района Ленинградской области.

## 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. Принятые при выполнении теоретических исследований допущения в диссертации и автореферате не совпадают. Следовало принятые допущения обосновать и оценить степень их влияния на точность полученных результатов исследований.

5.2. В уравнении изогнутой оси нагеля (2.3) наследственное ядро уравнения  $K(t, \tau)$  принимается в результате аппроксимации кривых ползучести древесины уравнением (2.14), что не совсем корректно, так как механические характеристики LVL отличаются от характеристик цельной и клееной древесины.

5.3. Расчётная схема нагельного соединения, приведённая на рисунке 2.1 диссертации, не совсем корректна, так как коэффициент постели  $C$  при смятии гнезда и модификации древесины в гнезде будет переменным. То же касается и реакция нагельного гнезда  $p(x, t)$ , которая по той же причине будет переменной, что и показано в (2.1). Автору следовало совершенно чётко указать на границы применимости принятой расчётной схемы и расчётных положений.

5.4. Не совсем понятны схемы к расчёту соединений в конструкции ферм, приведённые на рисунке 2.11 диссертации. Как следует из рисунка, соединения описываются специальными конечными элементами, свойства и тип которых автором не конкретизируются. Неясно также, как вводятся в конечно-элементный расчёт параметры ядра уравнения деформирования  $K(t, \tau)$  при описании автором порядка расчёта соединений.

5.5. Описание коэффициента  $A$  по формулам (3.3) и (3.5) диссертации только при двух значениях влажности LVL  $W=9,8\%$  и  $W=11,2\%$  недостаточно точно, так как значение влажности в эксплуатируемых конструкциях может быть далеко за значениями рассмотренного диапазона. Автору следовало оценить ошибку при определении параметра  $A$  при значениях влажности вне рассмотренного диапазона.

5.6. Все экспериментальные исследования по определению физико-механических параметров LVL проведены по стандартам, разработанным для древесины. Автор не объясняет, насколько нормы для древесины применимы для LVL.

5.7. В таблице 4.2 приведены значения теоретических и эксперимен-

тальных разрушающих нагрузок. Для шайбы диаметром 50 мм разность значений составила более 40% при действии нагрузки вдоль волокон всех элементов LVL, что очень много. Автор не совсем корректно объясняет причину такого расхождения результатов.

5.8. Экспериментальные исследования автора свелись к определению деформаций при испытании соединений и конструкций, хотя при постановке задач исследований и в заключении автор пишет об оценке напряжённо-деформированного состояния.

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

## **1. 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 элементов нагельного соединения в конструкциях из LVL с когтевыми шайбами.

Автором по теме исследований опубликовано 14 научных работ, в которых достаточно полно отражены основные результаты диссертационной работы. Из них 5 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.

В ходе проведения научных исследований автор показал себя профессионально подготовленным специалистом в области разработки и проектирования строительных конструкций. Разработанная методика по расчёту элементов нагельного соединения с когтевыми шайбами в конструкциях из LVL вносит важный вклад в развитие теории и практики проектирования деревянных конструкций.

## Заключение

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Данилова Егора Владимировича 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 развитие методики расчета соединений деревянных конструкций из LVL с когтевыми шайбами, имеющей важное значение в области проектирования строительных конструкций, **Данилов Егор Владимирович** 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, заведующий кафедрой строительных конструкций и материалов ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»  
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, д.95,  
Российская Федерация.  
Телефон: +7 (915) 507-23-27  
E-mail: aturkov@bk.ru

  
**Турков Андрей Викторович**  
14 мая 2019 г.



Учёный секретарь Учёного совета ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», к.б.н., доцент  
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, д.95,  
Российская Федерация.  
Телефон: (4862) 75-13-18  
E-mail: info@oreluniver.ru

  
**Чадаева Наталья Николаевна**  
14 мая 2019 г.

