

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук,
доцента Котлова Виталия Геннадьевича
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

Актуальность темы диссертационной работы

Тематика диссертационной работы Данилова Е.В. актуальна, поскольку повышение прочности, жесткости и надежности строительных объектов, изготовленных из новых материалов на основе древесины, ограничивается недостаточной изученностью напряженно-деформированного состояния узловых соединений конструкций, что может привести к необоснованным перерасходам материалов, из которых они изготовлены. В частности, остается недостаточно исследованным взаимодействие нагельных соединений с когтевыми шайбами и клееного ортотропного бруса из шпона LVL, поэтому в нормах проектирования деревянных конструкций не находят достаточного отражения динамика влажности, плотности, длительности воздействия внешних нагрузок и деформации когтей шайб. Таким образом, построение математических моделей и базирующихся на них методов инженерного расчета напряженно-деформированного состояния узловых соединений конструкций из древесины, позволяющих прогнозировать реальное протекание процессов во времени, является актуальной научной и практической задачей. Ее решение позволит выбирать при проектировании параметры конструкций, обеспечивающие надежность их работы.

Анализ основных положений диссертации

Рецензируемая работа изложена на 185 страницах машинописного текста и содержит 164 страницы основного текста, в том числе 23 таблицы, 99 рисунков, список литературы из 150 наименований и приложение на 10 страницах.

Диссертация имеет все атрибуты методического характера, включая формулировку цели, научной новизны, теоретической значимости, практической значимости, формулировку задач и определение методов исследований.

Содержание автореферата достаточно полно раскрывает основные положения диссертации.

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

В рассматриваемой работе проанализированы теоретические положения исследователей по вопросам определения НДС элементов нагельных соединений деревянных конструкций с когтевыми шайбами, изложенные в 150 источниках (в том числе 36 зарубежных работ).

Изучение основных положений диссертации позволяет установить, что соискатель Данилов Егор Владимирович четко аргументирует адекватность своих научных результатов и выводов. Автор грамотно применяет апробированные гипотезы теории упругости и строительной механики.

Результаты работы могут считаться достоверными, ввиду корректного обоснования допущений, принятых в ходе исследования, а также применением современного математического аппарата, проведенной оценкой достоверности исследований с подтверждением результатами сравнения экспериментальных и теоретических исследований.

Научная новизна исследований и полученных результатов

Основным научным результатом проведенных исследований является разработка методики определения напряженно-деформированного состояния нагельных соединений с когтевыми шайбами в конструкциях из LVL.

К новым научным результатам относятся:

- ряд пунктов методики определения напряженно-деформированного состояния нагельных соединений конструкций из LVL с когтевыми шайбами на основе уравнений наследственности, с учетом влияния влажности материала, длительности действия нагрузки, угла приложения силы к волокнам, геометрических характеристик сминающего штампа;

- полуэмпирическое выражение ядра интегрального уравнения для случаев местного смятия древесины под углами к волокнам для цилиндрических и треугольных форм сминающего штампа;

- экспериментально определенные коэффициенты постели для материала LVL, в зависимости от влажности, размеров штампа, наклона волокон, продолжительности воздействия нагрузки;

- аналитические зависимости для определения угловой и линейной жесткостей соединения с когтевыми шайбами в конструкциях из LVL.

Технической новизной отличается устройство запрессовки когтевых шайб (Пат. 146232 РФ, МПК В27F 7/09).

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертации

Научная и практическая значимость результатов диссертационной работы состоит:

- в определении характеристик прочности и жесткости материала LVL при смятии штампами различных форм в зависимости от направления угла приложения нагрузки к волокнам, влажности материала LVL, размера штампов, длительности действия нагрузки;

- в разработке полезной модели устройства запрессовки когтевых шайб;

- в разработке практических рекомендаций по проектированию нагельных соединений с когтевыми шайбами в конструкциях из LVL, позволяющих проектировать соединения конструкций с рациональным использованием материала с необходимой надежностью.

Предложенная методика определения НДС соединений, а также рекомендации по проектированию использовались при разработке каркаса здания гольф-клуба вблизи пос. Гостилицы Ленинградской области.

Соответствие паспорту специальности

Материалы диссертации соответствуют научной специальности 05.23.01 - Строительные конструкции, здания и сооружения в области исследования, которая включает в себя «Создание и развитие эффективных методов расчета и экспериментальных исследований вновь возводимых, восстанавливаемых и усиливаемых строительных конструкций, наиболее полно учитывающих специфику воздействий на них, свойства материалов, специфику конструктивных решений и другие особенности».

Анализ разделов и замечания по диссертации

По разделу «Введение» следует отметить, что при определении актуальности использован неточный термин "излишний запас прочности", а в конце абзаца одновременно использованы прилагательные "актуальный" и "современный", что является тавтологией (с. 4).

При определении степени проработанности проблемы сказано, что "зарубежный опыт" "показал большую надежность по сравнению с использованием классических нагельных соединений". Необходимо указать при каких видах внешних воздействий реализуется большая надежность и что подразумевается под сравнимостью условий (с. 5).

В пункте "Цели и задачи исследований" следовало ввести уточнение: "конструкции LVL с нагельными".

При определении задачи проведения экспериментальных исследований следовало указать на необходимость проведения планирования экспериментов, а также на

статистическую обработку результатов экспериментов с вычислением критериев Кохрена, Фишера, Госсета, построение интерполяционных или регрессионных зависимостей и оценку адекватности разработанных теоретических положений. Под адекватностью математической модели, как известно, понимается способность математической модели описывать выходные параметры проектируемого объекта с относительной погрешностью не более некоторого заданного значения. Следует отметить, что некоторые элементы этого пункта появляются на при определении методики исследований (с. 7).

При определении предмета исследования следовало бы указать на разработку моделей, методов их алгоритмизации, проверку на адекватность и робастность математической модели, характеризующей ее устойчивость по отношению к погрешностям исходных данных.

При определении научной новизны указано, что "впервые" разработана модель напряженно-деформированного состояния на основе уравнений наследственности с учетом ряда факторов, включая влажность материала и т.п. Как это следует из текста работы, произведено решение частной задачи на основе уже разработанной модели. Далее указано, на разработку "уникального устройства для запрессовки когтевых шайб". В научных текстах следует избегать саморекламы, тем более речь идет лишь о патенте на полезную модель, а не о патенте на изобретение. К научной новизне этот пункт не относится, а является объектом технической новизны (с. 6).

На следующей странице (с. 7) речь, скорее всего, идет о методике, а не о методологии исследований, поскольку методология, в прикладном смысле, — это система принципов исследовательской деятельности. Не следует путать методологию с методикой. Методика, как правило, некий алгоритм проведения каких-либо целенаправленных действий.

В первом разделе весьма обстоятельно и подробно произведен анализ теоретических методов расчета и экспериментальных исследований нагельных соединений с использованием когтевых шайб в деревянных конструкциях.

В качестве замечания отмечу, что на с. 9 и с.10 дается краткое содержание разделов работы, которое, как правило, приводится в автореферате.

Из формулировки (с. 11) неясно, что является недостатком: большое или малое скалывающее напряжение? Там же говорится о чем-то "следующим за предыдущим", а также о "дробности воспринимаемого усилия" и "мощности соединения". Затем сообщается о "о знакопеременных усилиях", хотя, скорее, речь идет о нагрузках. Все подобные высказывания следует отнести к стилистическим ошибкам.

Здесь и во всем тексте диссертации чрезмерно часто используются канцелярские обороты вроде прилагательного "данный" или пресловутое "на сегодняшний день".

Указывается, (с. 11) что ударный способ внедрения шайб в материал реализуется "без обрыва волокон". Разумеется, поскольку при этом волокна перерубаются. Термин "вдавливание" следует заменить на "внедрение".

На с. 12 и далее подрисуночные надписи почему-то заканчиваются точкой. Следует отметить, что ссылки на рисунки выполнены в скобках с заглавной буквы, что не соответствует стандарту.

Далее сказано (с. 12), что в узле можно контролировать качество запрессовки. В принципе, при любом соединении это можно сделать - все зависит от сложности процесса и стоимости затрат.

На с. 13 говорится "пластичности" соединения, что, вероятно, предполагает его "подвижность".

На с. 14 написано "предостерегает разрушение".

На с. 15 упоминается ряд зарубежных строительных объектов. Вероятно, эти литературные фрагменты нужны только для увеличения числа литературных источников?

На с. 17 написано "современные разработки ... двигаются". Тут же речь идет о "формальдегидном клее с продольным расположением волокон". Клей не может иметь параллельного расположения волокон, или может?

На с. 18 даются определения первого и второго предельного состояния из учебника.

Начиная со страницы 19 и далее по тексту после формул делается отступ перед определением обозначений. Поскольку формула является членом предложения, то она должна отделяться запятой, а отступ не делается.

Индексированные величины $R_{i,k}$, вероятно, имеют тензорную природу? (с. 18).

В приведенных формулах (1.2)-(1.5) нет ссылок на авторов.

На с. 20 сделана ссылка на выражение (2.6), которого еще не было, а было только (1.6).

Далее делается утверждение о том, что при плотности материала свыше 525 кг/м^3 значительного увеличения несущей способности не происходит. Откуда это следует? Из нормативных документов или по данным автора?

На с. 23 формула (1.11) определяет величину несущей способности по Eurocode 5, а где, собственно, обещанный во введении анализ существующих методов расчета?

На с. 24 приводится интегральное уравнение (1.12) Ю.Н. Работнова с ядром $k(t, \tau)$, а затем уравнение (1.13), которое является типичным интегро-дифференциальное уравнением, с помощью которого решается задача Проктора о равновесии упругой балки [Шишкин Г.А. Линейные интегродифференциальные уравнения Фредгольма: Учеб. пособие по спецкурсу и спецсеминару. – Улан-Удэ: Издательство Бурятского государственного университета, 2007. – 195 с. В книге введены понятия теории интегральных уравнений Фредгольма, а также доказаны аналоги теорем Фредгольма, полученные академиком А.И.Некрасовым, даны приближенные методы решения в замкнутом виде как для уравнений с обыкновенным аргументом, так и для уравнений с запаздывающим аргументом].

В линейной постановке уравнение (1.12) может быть решено методом преобразования Лапласа [Попов В.А. Сборник задач по интегральным уравнениям. - Казань: Изд-во КГУ, 2006. - 30 с.].

На с. 25 говорится о решении дифференциальных уравнений с помощью метода Бубнова-Галеркина, которое подробно рассмотрено в ряде литературных источников [Бреббиа, К. Применение метода граничных элементов в технике: Пер. с англ./ К. Бреббиа, С. Уокер. - М.: Мир, 1982. - 248 с.].

Реализация алгоритмов численного решения сингулярных интегральных уравнений с постоянными коэффициентами и ядрами Коши в системе MathCad, основанных на полученных спектральных соотношениях для характеристических операторов хорошо известна [Расолько Г.А. Численное решение некоторых сингулярных интегральных уравнений с ядрами Коши методом ортогональных многочленов. В 2 ч. Ч. 1. Алгоритмы в MathCad/ Г.А. Расолько. – Минск: БГУ, 2017. – 293 с.].

При рассмотрении уравнения (1.20), следовало бы указать, что это модификация интегро- дифференциального уравнения Фредгольма в трактовке В.А. Цепалева, которое решалось методом известного разложения в ряды и решения задачи о росте трещин по Вито Вольтерра [см. Работнов Ю.Н. Введение в механику разрушения. - М.: Наука, 1987. - 60 с.].

Далее на с. 26 приводится фрагмент обзора, который уже использовался [Ермолаев В.В. Влияние влажности древесины на длительную прочность и ползучесть соединений строительных конструкций на металлических зубчатых пластинах: Дис... канд. техн. наук: 02.00.06 /В.В. Ермолаев. - Н.Новгород, 2009.-168 с.].

На с. 27 упоминается задача о штампе. Отмечу, что акад. Л.И. Седовым произведено определение местных напряжений вблизи резких изменений формы поверхности тела и мест действия и высоких градиентов внешних сил, что составляет содержание проблемы концентрации напряжений. Рассмотрена щель под действием касательной асимметричной нагрузки, две полуплоскости, прижатые друг к другу напряжением и разъединяемые двумя сосредоточенными силами. Выполнена постановка и решение задачи о давлении жесткого штампа на упругую полуплоскость в среде Mathcad.

Рассмотрена задача о давлении на упругую полуплоскость жесткого профиля [см. Седов, Л.И. Механика сплошной среды, т. II/ Л.И. Седов. – М.: Наука, 1973. – 584 с.].

На с. 31 указывается, что Леннов В.Г. и другие авторы приводят эмпирические формулы для определения смятию под зубом пластины МЗП. Следует отметить, что имеются попытки полуэмпирического решения аналогичных задач [Лапшин Ю.Г. О закономерностях деформирования древесины как влагоанизотропной среды/ Ю.Г. Лапшин, В.А. Шачнев// Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 1980. - № 3. - С. 125-127. В этой работе имеется решение интегрального уравнения выполнено с применением результатов экспериментальных исследований.].

На с. 34 говорится о методе А.В. Крицина. Во-первых, следует уточнить: метод или методика? Во-вторых, А.В. Крицину не принадлежит метод определения ядра линейной наследственности. Он принадлежит скорее Ю.Н. Работнову.

Рисунок 1.14 на с. 41 анализу не имеет отношения.

Во втором разделе изложены авторские дополнения к методам расчета соединений деревянных конструкций и результаты их приложения к определению напряженно-деформированного состояния нагельных соединений с когтевыми шайбами в элементах конструкций из бруса на основе ортотропного шпона LVL.

Второе допущение (с. 44) о совместности деформации нагеля и LVL является, пожалуй, очень смелым предположением, вызванным, конечно, желанием получить сразу линеаризованную модель.

На с. 45 все-таки указывается, что нелинейность упруго-вязких свойств материала учитывается косвенно, "за счет формы кривой мгновенного демпфирования" Ю.Н. Работнова.

На с. 45 вновь приводится уравнение изогнутой оси (2.2), которое является интегро-дифференциальным балочным уравнением- Вито Вольтерра.

По решению (с. 46) следует отметить, что автор разложения в ряды В.А. Цепяев, хотя балочные функции введены акад. А.Н. Крыловым. Там же автор ограничивается первым членом уравнения, что использовалось в работе, упомянутых ранее, К. Бреббиа и С. Уокера.

На с. 46 упоминается, что балочные функции, коэффициенты которых были определены на основе граничных условий, для решения уравнений Бубнова-Галеркина были использованы Н.В. Шешуковой. При этом ядро интегрального уравнения $k(t, \tau)$ определено в результате аппроксимации эмпирических данных. Что известно из классических работ. [Уголев Б.Н. Деформативность древесины и напряжения при сушке. - М.: Лесная промышленность, 1971, - 176 с.].

На с. 47 для отображения кривой изгиба нагеля использована функция Хевисайда, как это было сделано Н.В. Шешуковой.

Далее автор на основе ряда предположений и гипотезы плоских сечений получает систему обыкновенных дифференциальных уравнений. Правда, интрига остается, поскольку, минуя Ю.Н. Работнова и интегро-дифференциальные уравнения можно было сразу перейти к задаче о балке, лежащей на упругом основании. У Тен Ен Со приводится автоматизированное решение задачи Файлона для воздействия конечной пластины на упругое основание на основе разложения в ряды Фурье. [Тен Ен Со Решение задач теории упругости с применением Mathcad14.0: учеб. пособие. - Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. - 75 с. В работе приведены примеры определения напряженного состояния в точке тела, решения плоской задачи теории упругости в полиномах и тригонометрических рядах, определения напряженного состояния в упругой полуплоскости при действии на границе сосредоточенных сил и распределенных нагрузок. Все решения поставленных задач выполняются в символьном виде при помощи Mathcad.]

На с. 50 автор говорит о некорректности замены когтя треугольной формы на прямоугольный или цилиндрический штамп и с этим следует согласиться.

Автор на с.51 предпринял успешную попытку упрощенного решения поставленной задачи, правда в полуэмпирической постановке.

Далее автор использует полученные соотношения, пусть в упрощенной форме, для составления алгоритма расчета узлов, когтевых и нагельных соединений. Разумеется, алгоритм не является апробированной программой, но позволяет наметить пути автоматизации вычислений в рассматриваемой проблеме.

В третьем разделе выполнен расчет прочностных характеристик материалов соединений с когтевыми шайбами в конструкциях из LVL на основе полуэмпирических методов расчета, что выполнено достаточно корректно.

В четвертом разделе приведены результаты экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния соединений и конструкций из ортотропного клееного бруса LVL с когтевыми шайбами.

Этот раздел демонстрирует основные достижения автора, характеризуя его как прекрасно подготовленного экспериментатора.

Несмотря на все высказанные замечания, косвенное, полуэмпирическое решение поставленной задачи, автор продемонстрировал владение достаточно сложными методами механики, что является достаточным для уровня кандидата технических наук.

Отмеченные недостатки носят рекомендательный характер, не относятся к основному содержанию работы и не влияют на общую оценку работы. В целом, работа выполнена на высоком профессиональном уровне и хорошо оформлена.

Заключение по диссертации

Диссертационная работа Данилова Егора Владимировича является завершенной самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные методики расчета соединений деревянных конструкций с когтевыми шайбами, имеющие значение в области проектирования строительных конструкций.

Разработанная методика по определению НДС элементов нагельного соединения с когтевыми шайбами в конструкциях из LVL вносит важный вклад в развитие теории и практики проектирования деревянных конструкций.

Диссертация и автореферат написаны хорошим научным языком с малым содержанием опечаток и орфографических ошибок.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

В связи с вышеизложенным считаю, что работа соответствует критериям, установленным требованиями п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Данилов Егор Владимирович заслуживает присуждения ему искомой ученой степени по специальности 05.23.01 - Строительные конструкции, здания и сооружения.

Официальный оппонент
Кандидат технических наук (05.23.01),
доцент, советник РААСН, директор
Института строительства и архитектуры
ФГБОУ ВО «Поволжский
государственный технологический
университет»
424000, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, дом 3,
Телефон: (8362)45-53-90,
kotlov.vitaliy@mail.ru



Котлов Виталий
Геннадьевич

ЗАВЕРЯЮ:
Начальник управления кадров
и документооборота
Поволжского государственного
технологического университета

*начальника сектора
по работе с НМР
г. Йошкар-Ола
20.05.2019*