

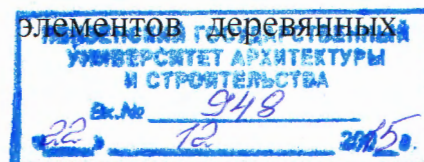
## О Т З Ы В

**официального оппонента на диссертацию Руднева Игоря Владимировича  
«Узловые соединения деревянных элементов на вклеенных стальных  
пластинах», представленную на соискание учёной степени  
кандидата технических наук по специальности 05.23.01 –  
Строительные конструкции, здания и сооружения**

**Объем и структура диссертационной работы.** На оппонирование представлены автореферат и диссертационная работа, которая состоит из введения, пяти глав, основных выводов, списка литературы из 166 наименований и приложений на 5 страницах. Общий объем работы 176 страниц, в том числе 108 рисунков, 5 таблиц.

**Актуальность темы диссертационного исследования.** Анализ последних достижений в области прогрессивного развития деревянных конструкций показал, что усовершенствование многократно апробированных типовых соединений на стальных механических связях, в частности, цилиндрических нагелях и металлических зубчатых пластинах, не приводит к повышению прочностных и жесткостных качеств узлов деревянных конструкций. Такие соединения достаточно хорошо изучены, а их расчеты приведены в нормативной литературе. При этом совершенствование методик расчета традиционных соединений позволяет несущественно сэкономить расход металла, в то время как всегда есть потребность в получении значительной экономии. Вместе с тем, есть желание повысить жесткость соединений деревянных элементов и расширить область их применения, развивая более современные типы соединений на вклеенных в древесину стальных связях, то есть применяя клееметаллические соединения. В случае применения таких соединений в разы увеличивается прочность и жесткость деревянных конструкций, а их формы приобретают архитектурную выразительность и эстетичность. Конструктивные решения узлов позволяют достичь более высокого уровня снижения материалоемкости, трудозатрат и общей стоимости, уменьшения эксплуатационных расходов.

В настоящее время одними из наиболее перспективных и применяемых в практике строительства жестких видов соединений



конструкций являются узлы с наклонно вклеенными арматурными стержнями системы ЦНИИСК. Несмотря на то, что эксплуатационная надёжность таких соединений подтверждена огромным опытом проектирования, строительства и эксплуатации многочисленных уникальных зданий и сооружений, они имеют в той или иной степени ряд конструктивных особенностей, существенно усложняющих технологию их изготовления. В частности, следует отметить необходимость применения сварки после вклеивания стержней, что вызывает некоторые негативные мнения по качеству узловых соединений деревянных конструкций, поскольку это приводит к снижению несущей способности соединения на некую величину, которую невозможно точно учесть при проектировании и расчете. Кроме этого, конструкция стыка не позволяет использовать, например, наиболее удобные при монтаже болтовые соединения, а отсутствие теоретических сведений о влиянии формы поверхности вклеиваемых арматурных стержней на напряженно-деформированное состояние соединения не позволяет гарантированно применять новые типы арматуры и оптимизировать геометрическую форму стержней.

Таким образом, необходимость поиска путей совершенствования узлов деревянных конструкций жесткого типа с точки зрения повышения технологичности, возможности оптимизации элементов соединения для снижения их материалоемкости на основании теоретических и экспериментальных данных, разработка и исследование действительной работы узловых сопряжений со стальными вклеенными связями нового типа, создание методов их расчета и разработка рекомендаций по проектированию и применению не вызывает никаких сомнений.

Решение этих задач, представляющих значительный научно-практический интерес, и стало целью представленного диссертационного исследования, актуальность которого очевидна.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

В структуре работы, методологии и последовательности выполнения и изложения результатов исследований прослеживается системный подход к решению поставленных в диссертации задач.

В обзоре состояния исследований в области проектирования, расчетов и

применения в узлах деревянных конструкций стальных механических связей проанализированы преимущества и недостатки способов их контактного взаимодействия с древесиной. Наряду с исторической справкой о состоянии достижений в области соединений деревянных конструкций возможность применения клеенных пластин подтверждена описанными в этой части диссертации пилотными экспериментами, проведенными автором до начала основных исследований.

Основная часть диссертации посвящена разработке жёстких и более надежных узлов сопряжения деревянных элементов. Для совершенствования узловых сопряжений автор использует новый прогрессивный вид соединения элементов деревянных конструкций, основанный на применении клеенных в древесину стальных пластин с предварительной механической обработкой их поверхностей. В процессе исследования задача выявления действительного напряженно-деформированного состояния в клеевом соединении стальных пластин с древесиной решена более точными аналитическим и численными методами с последующей проверкой полученных результатов многочисленными экспериментами. При этом особое внимание уделено экспериментальной проверке полученных теоретических зависимостей на реальных узловых соединениях: стыковых сопряжениях элементов и опорном узле фермы. Проведены исследования прочности и деформативности соединений при действии кратковременных и длительных нагрузок, в том числе, с учетом влияния работы в соединении нескольких пластин. Даны рекомендации по технологии изготовления конструкций узлов. Исследования показали достаточную несущую способность и жёсткость предлагаемых узлов, а, следовательно, и практическую возможность их использования в реальных сопряжениях несущих деревянных конструкций. Экспериментально-теоретические исследования проведены на высоком уровне с применением современных методов расчёта, измерительных приборов и вычислительной техники. Разработанные конструктивные решения с применением авторской идеи затрагивают широкий спектр элементов деревянных конструкций. При этом достаточно подробно изложена технология изготовления соединения, апробированная и использованная автором для создания экспериментальных образцов.

В результате всесторонней обработки экспериментально-теоретических исследований установлены закономерности влияния на напряжённо-деформированное состояние соединения таких факторов, как: длина клеенной части и толщина пластин, характер и форма их механической обработки, толщина клеевой композиции, количество пластин в соединении. Факторы, влияющие на напряженно-деформированное состояние, учтены в предложенных формулах по инженерному расчету несущей способности соединения, а также в практических рекомендациях по конструированию, предлагаемых автором. Рекомендации могут быть успешно использованы в строительной отрасли.

Приведенные конструктивные решения жёстких узлов ферм пролетом 12 м и 18 имеют ряд преимуществ по сравнению с известными аналогами в типовых проектах промышленных ферм и позволяют получить экономический эффект при изготовлении узловых соединений.

Выводы по разделам диссертации отражают содержание соответствующих разделов. В разделе «Заключение» приведены наиболее важные выводы представленной работы. В списке литературы указаны наиболее значимые работы отечественных и зарубежных учёных.

Промежуточные результаты диссертационных исследований доложены в 2010-2015 годах на научных и научно-практических конференциях, в том числе, организованных ведущими российскими организациями в области проектирования, расчета деревянных конструкций и практического строительства.

Изложенные выше факты свидетельствуют о достаточно высокой степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, полученных автором в результате исследования.

**Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, представляются достоверными, поскольку теоретические исследования основаны на апробированных классических методах расчёта строительных конструкций, которые, в свою очередь, подкреплены экспериментальными результатами, полученными с применением современной измерительной техники. Аналитическое решение получено в виде разложений

по функциям Фадля-Папковича, объективно единственному методу получения точных решений краевых задач теории упругости. Для расчёта конструкций и моделирования их работы применены современные вычислительные комплексы ПК APM CivilEngineering и ANSYS. Экспериментальные исследования выполнены методом тензометрии с использованием современной, хорошо зарекомендовавшей себя тензостанции ММТС-64. Сопоставимость результатов экспериментальных и теоретических исследований следует признать достаточно высокой.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций заключается в разработке нового способа узлового соединения деревянных элементов при помощи клеенных стальных пластин, с разработкой методики расчёта и конструирования соединений. При этом выявлены закономерности влияния на работу узловых соединений геометрических и конструктивных параметров стальных клеенных пластин, получены новые экспериментальные данные, в достаточной мере отражающие действительную работу разработанных конструкций узлов под действием кратковременных и длительных нагрузок. Разработаны новые конструкции узлов сопряжения различных типов деревянных элементов с применением клеенных стальных пластин.

#### **Основные замечания.**

1. Экспериментальные исследования проводились на «чистой» древесине, о чем говорит малый коэффициент разброса ( $c_v \approx 5 \div 6\%$ ) экспериментальных данных. Возможно, это связано с тем, чтобы получить лучшую сходимость результатов теории и эксперимента. Однако, в действительности древесина имеет достаточно много природных и эксплуатационных дефектов, которые существенно влияют на работу деревянных конструкций и особенно на работу соединений. К сожалению, при разработке рекомендаций по расчету и проектированию предлагаемого вида соединения об этом не сказано, а учитывать данный факт следовало бы.

2. В реальных конструкциях в процессе эксплуатации влажность древесины может подвергаться изменениям, а в связи с этим и прочность древесины будет меняться. Как это учесть в действительности? В рекомендациях по расчету об этом ничего не говорится.

3. Автором проведены испытания соединения на действие длительной нагрузки (в течение 90 дней). И хотя это время выдержки под нагрузкой не очень большое, все же получено значительное влияние ползучести на работу соединения. Однако в дальнейшем это влияние не нашло отражения в Рекомендациях по расчету. Если это влияние на древесину «традиционное», то есть согласуется с исследованиями других авторов и общепринято в действующих нормах на проектирование деревянных конструкций, то следовало бы сделать оговорку при разработке «Рекомендаций ...», если же результаты получились иные, то тем более нужно было отразить их в расчетных формулах «Рекомендаций ...».

4. На с. 69...70 отмечается, что расхождение между значениями компонентов НДС, подсчитанными по двум программам, «составляет не более 1,5 %». В то же время здесь же приводятся графики, где такая близкая сходимость наблюдается только в точках, близких к торцу, в других же точках эти расхождения значительные. Следовало бы выразиться более точно.

5. На с. 67 указаны характеристики материалов, принятых в исследованиях. Отмечено, что древесина принята 2-го сорта, а ниже здесь же отмечаются конкретные расчетные характеристики для древесины 1-го сорта.

6. На наш взгляд, увеличение адгезии клея к металлическим пластинам путем выборки пазов на глубину  $0,25t_{пл}$  (толщины пластины) не является наиболее эффективным способом, поскольку произойдет снижение несущей способности пластины на растяжение в два раза. При этом в конкретных примерах автором принята глубина пазов до 1 мм.

7. В диссертации приводятся Рекомендации по изготовлению предлагаемых соединений. Поскольку имеет место новый вид соединения, хотелось бы в таких рекомендациях иметь ответы на следующие вопросы: как гарантировать качество выполнения предлагаемых стыков и узлов с соединениями на клеенных металлических пластинах? Какие контрольные мероприятия по соблюдению требуемого качества и на каких этапах технологии изготовления должны быть обязательными, ведь при выполнении таких соединений приходится иметь дело с «закрытыми» клеевыми швами, где трудно узнать полноту заполнения клеевым составом предусмотренных зазоров и пазов и, тем более, определить плотность клеевого шва, необходимую для

нормального твердения? Что же является критерием полного заполнения клеем зазоров между стальной пластиной и древесиной?

Несмотря на высказанные замечания, в целом диссертация представляет собой законченный оригинальный научный труд по актуальной строительной тематике, содержит научную новизну, имеет теоретическую и практическую значимость. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Отмеченные замечания несколько не умаляют общую положительную оценку рецензируемой диссертации.

### **Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении учёных степеней**

Диссертация Руднева Игоря Владимировича на тему «Узловые соединения деревянных элементов на клеенных стальных пластинах», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, написана автором самостоятельно на основе проведённых экспериментально-теоретических исследований, содержит новые научные результаты и положения, что свидетельствует о личном вкладе в науку.

Диссертация содержит сведения о практическом использовании полученных автором результатов. Предложенные автором решения аргументированы и оценены в сравнении с другими известными типовыми вариантами узлов конструкций.

Теоретическая значимость работы заключается в обосновании возможности применения в строительстве соединений деревянных элементов на стальных клеенных пластинах, получении аналитического решения задачи по определению напряжений и перемещений в клеевом соединении стальных пластин с древесиной, эффективном использовании современных численных методов и экспериментальных методик исследования соединений деревянных конструкций, в том числе, изучении закономерностей влияния геометрических и конструктивных параметров стальных клеенных пластин на работу узловых соединений элементов деревянных конструкций.

Практическая значимость работы заключается в разработке нового типа соединения деревянных элементов с применением клеенных стальных пластин для использования в несущих конструкциях различного назначения, в

разработке методики расчета и рекомендаций по конструированию и изготовлению предложенных типов узловых соединений, позволяющих снизить материалоемкость и трудозатраты изготовления при применении разработанных вариантов узлов.

В целом диссертация Руднева И.В. выполнена на высоком научном уровне, качественно оформлена, является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические решения сопряжений деревянных элементов в узлах несущих конструкций и инженерная методика их расчета, имеющие существенное значение для развития страны, в частности, ее строительной отрасли.

Представленная научно-квалификационная работа соответствует п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» (в редакции постановления Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.), а её автор Руднев Игорь Владимирович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

**Официальный оппонент,**

кандидат технических наук по специальности

05.23.01 – Строительные конструкции,

здания и сооружения, профессор,

профессор кафедры «Строительные конструкции»



Вдовин Вячеслав Михайлович  
Подпись  
ЗА 22 декабря 2015 года  
Зав. канцелярией

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Пенза, ул. Германа Титова, 28

Тел.: +7-927-371-17-47

E-mail: stroyconst@pguas.ru

*С отзывом ознакомлен. 23 декабря 2015г. Фурт*