

ОТЗЫВ
официального оппонента

на диссертационную работу Руднева Игоря Владимировича на тему «Узловые соединения деревянных элементов на клеенных стальных пластинах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения

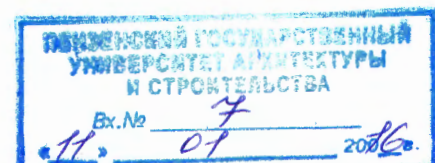
Общая характеристика работы

Диссертация И.В. Руднева посвящена экспериментальным и теоретическим исследованиям узловых соединений конструкций из древесины, выполняемых с использованием клеенных стальных пластин. Целью работы является разработка и исследование таких соединений, развитие методики их расчета и конструирования.

Представленная на отзыв диссертация общим объемом 176 страниц состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы (166 наименований) и приложения, в котором содержатся 4 акта внедрения результатов исследований в строительную практику на 6-ти объектах и в учебный процесс.

Актуальность темы диссертации

Современный уровень развития строительного производства выдвигает требования по созданию новых типов соединительных элементов, сочетающих в себе высокие показатели прочности, жесткости, экономичности, технологичности в изготовлении и монтаже. В деревянных конструкциях такое направление реализовывают за счет применения в узловых соединениях стальных связей, клеенных в древесину (клеенные шайбы, арматурные стержни). При этом известные типы соединений с применением клеенных стальных элементов не обходятся без использования стальных накладных пластин в составе соединения,



что снижает технологичность стыка и не позволяет в полной мере унифицировать его детали. Кроме этого универсальный стык системы ЦНИИСК на наклонно вклеенных стержнях не представлен в разъемном варианте и не лишен отдельных технологических недостатков, таких как применение сварки после вклеивания стержня, отсутствие полного контроля толщины клеевой прослойки между стержнем и древесиной в гнезде. Эти недостатки в определенной мере сужают область применения известных типов соединений на вклеенных стальных элементах в узлах деревянных конструкций. В случае применения в узлах вклеенных стальных пластин с гарантированной прочностью клеевого соединения значительно расширяются возможности по разработке и проектированию новых типов сопряжений деревянных конструкций, в том числе, сборно-разборных. Задача осложняется отсутствием в технической литературе каких-либо данных по увеличению прочности клеевого соединения по контактной поверхности пластин с древесиной. Отсутствуют также методики расчета несущей способности и принципы конструирования соединений на вклеенных стальных пластинах.

В связи с этим, исследование клеевого соединения стальных пластин с древесиной, разработка, конструирование на базе проведенного исследования узловых сопряжений деревянных конструкций нового типа, с последующим экспериментально-теоретическим обоснованием методов расчета и разработка рекомендаций по проектированию и применению предложенных соединений, является важной научной и практической задачей.

Таким образом, актуальность темы диссертации не вызывает сомнений и решаемые вопросы могут иметь большой научный и практический интерес.

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

Основные научные положения, выводы и рекомендации, представленные в работе, следует признать достаточно обоснованными.

Целенаправленный анализ состояния вопроса позволил автору сформулировать основные направления дальнейших теоретических и экспериментальных исследований, в том числе, программу модельных и натуральных экспериментов, а проведенные предварительные испытания подтвердили возможность создания и использования соединения элементов деревянных конструкций на стальных клеенных пластинах.

Возможность применения клеенных в древесину стальных пластин для соединения элементов деревянных конструкций обоснована и теоретическими методами. В результате обобщений в рамках аналитического метода выявлено наличие наиболее опасных касательных напряжений в древесине по контакту «клей-древесина» и нормальных напряжений, отрывающих элементы соединения в направлении оси, перпендикулярной продольной.

Результаты аналитического расчета подтвердили картину напряженно-деформированного состояния соединения, определенную численными методами в двух современных программных комплексах. Кроме этого, численное исследование напряженно-деформированного состояния на параметрической модели клееного соединения пластины с фрезерованными пазами, выполненными для увеличения прочности сцепления с древесиной, выявило их наиболее рациональное геометрическое исполнение с углом наклона пазов в $45^\circ \pm 3^\circ$ к продольной оси пластин.

Полученные, хорошо сопоставимые между собой, результаты аналитических и численных исследований позволили автору выявить наиболее опасные компоненты напряженно-деформированного состояния клееного соединения стальных пластин с древесиной и установить закономерности влияния на работу узловых соединений геометрических и конструктивных параметров. В результате выполненного в работе факторного анализа результатов многочисленных итераций расчета соединения установлены наиболее значимые для прочности и деформативности соединения факторы, что

предопределило методику, порядок проведения натурных экспериментов и позволило минимизировать количество параметров исследования.

Экспериментальные исследования проведены с применением хорошо зарекомендовавших себя в научных исследованиях метода натурной тензометрии, позволившим определить основные компоненты напряженно-деформированного состояния соединения стальных пластин с древесиной.

В результате проведения многочисленных экспериментов, подтвердивших данные численных и аналитических исследований, в том числе, о жизнеспособности соединения, получены зависимости компонентов НДС соединения от геометрических параметров пластин. Это позволило автору получить аппроксимационные формулы для учета в практических расчетах влияния длины клеенной части пластин и их толщины на несущую способность соединения. Кроме этого, определена максимально эффективная длина клейки, находящаяся в интервале от 2-х до 8-ми величин ее ширины. Выявленная деформативность соединения в 4-6 раз меньше деформативности аналогичных соединений нагельного типа.

Следует отметить разработанные и приведенные в диссертации конструктивные решения узлов деревянных конструкций с применением клеенных стальных пластин. Представляется, что кроме узловых соединений, востребованных в соответствии с актами о внедрении, большая часть приведенных разработок, в том числе, элементы пространственных систем, также найдут свое применение в практическом строительстве.

Этот факт подтверждают результаты численных исследований и экспериментальных кратковременных испытаний натурных узлов – растянутых стыков с четырьмя клееными пластинами и опорных узлов фермы. Усредненный коэффициент безопасности по расчетной нагрузке при проведении натурального эксперимента составил 2,87 и 3,21, соответственно.

Клеевое соединение стальных пластин с древесиной, предложенное автором, выдержало и ускоренное длительное испытание расчетной нагрузкой. Эксперимент, проведенный на рычажной установке с контролем усилия образцовым динамометром, длившийся 90 суток, показал установившийся характер ползучести соединения в течении первых 25 суток, и ограниченный в последующее время. Деформативность соединения не превысила допустимых значений и соответствует показателям аналогичных клеевых соединений.

По результатам экспериментальных исследований соединений с группой симметрично вклеенных пластин автором были получены следующие практические показатели. С увеличением количества пластин, начиная с 4-х, в узловом сопряжении расчетная несущая способность каждой отдельно взятой пластины снижается. Величина снижения составляет от 5 % при четырех пластинах до 18 % при восьми пластинах, что нашло свое отражение в формуле, предложенной автором для определения несущей способности соединения.

Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод о том, что степень обоснованности и аргументации научных положений, выводов и рекомендаций диссертации не вызывает сомнений.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации

В работе использован экспериментально-теоретический метод. В теоретических исследованиях использованы общие методы строительной механики, теории упругости и расчета деревянных конструкций. Для этого автору удалось впервые применить методику решения краевой задачи теории упругости в виде явных разложений по собственным функциям краевой задачи – функциям Фадля-Папковича – при выдергивании стального ребра из деревянной пластинки. Результаты аналитического решения хорошо коррелируются с расчетами оригинальных конечно-элементных моделей, созданных в двух лицензионных

программных комплексах ПК ANSYS и ПК APM CivilEngineering, что подтверждает корректность вычислений. Физический эксперимент выполнен с использованием современного аттестованного измерительно-вычислительного оборудования, что обеспечило необходимую достоверность полученных результатов, подтвердивших аналитические и численные вычисления.

Кроме этого, достоверность полученных результатов подтверждается адекватностью расчетных положений и экспериментальных данных, применением дублирующих методов испытаний, а также изложением основных выводов и рекомендаций в публикациях и на конференциях. Основные результаты диссертации опубликованы в 12 печатных работах, в том числе в четырех статьях в рекомендованных ВАК РФ изданиях. Основные выводы по диссертации научно обоснованы: они отражают суть выполненных исследований. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Разработанный в данной работе практический метод проектирования соединений элементов деревянных конструкций на стальных вклеенных пластинах позволяет достаточно просто определить несущую способность соединения и спроектировать узел при известных расчетных усилиях.

На хорошем уровне выполнен обзор состояния исследований узлов деревянных конструкций со стальными связями, проанализированы их преимущества и недостатки. Следует также отметить системный подход к изучению реализованной в диссертации проблемы, что нашло отражение в структуре работы, методологии и последовательности выполнения исследований. В списке литературы указаны наиболее значимые работы отечественных и зарубежных учёных. Все разделы диссертации завершаются выводами, точно отражающими содержание соответствующих разделов, а наиболее важные выводы обобщены и представлены в разделе «Заключение».

Теоретическую, практическую ценность и новизну работы составляют полученное аналитическое решение задачи по определению напряженно-

деформированного состояния клеевого соединения стальных пластин с древесиной, созданные компьютерные модели узловых соединений, результаты расчета которых подтверждены высокоинформативными натурными экспериментами, разработанные и внедренные в практику проектирования новые типы узловых соединений с инженерной методикой их расчета, а также возможность использования полученных результатов для широкого круга конструкторских задач в области проектирования конструкций на основе древесины.

В целом, результаты, полученные Рудневым И.В., являются новыми достоверными научными знаниями о напряженно-деформированном состоянии узлов деревянных конструкций с применением клеенных стальных пластин, позволяющими конструктору научно обоснованно проектировать такие узлы.

Замечания по диссертации

1. Экспериментальные исследования диссертации проведены на цельной древесине. Хотелось бы увидеть, как клеенные стальные пластины работают в клееной древесине.

2. В данной работе необходимо более развернуто представить сопоставление данных, полученных при проведении экспериментальных и численных исследований.

3. В дальнейшей работе над совершенствованием метода расчета узловых соединений на клеенных стальных пластинах следует исследовать эксплуатационные факторы, влияющие на прочность и жесткость соединений, например, такие, как влажность и температура.

Отмеченные недостатки не умаляют общую положительную оценку рецензируемой диссертации.

Заключение

Диссертация И.В. Руднева представляет собой законченную научную квалификационную работу, в которой изложены научно-обоснованные разработки, обеспечивающие реальные условия внедрения в практику строительства конструкций из древесины с узловыми соединениями на клеенных стальных пластинах. Диссертация обладает научной новизной и практической значимостью и соответствует п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК РФ.

Считаю, что автор диссертации Игорь Владимирович Руднев заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Официальный оппонент,

директор инженерно-строительного института

Сибирского федерального университета,

доктор технических наук по специальности

05.23.01 – Строительные конструкции,

здания и сооружения, профессор



Иван Семенович Инжутов

660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82, корпус 1.

ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет».

Инженерно-строительный институт.

тел. +7 913-522-86-90, e-mail: ivaninzhutov@gmail.com

*С отзывом ознакомлен
11 января 2016 г.
Иван Семенович Инжутов*

ФГАОУ ВПО СФУ	
Подпись	<i>Иван Семенович Инжутов</i>
Начальник общего отдела	<i>Иван Семенович Инжутов</i>
« 23 »	12 20 15