

О Т З Ы В **официального оппонента**

на диссертационную работу Коваля Павла Сергеевича
«Несущая способность и деформативность предварительно напряженных
многослойных деревоплит при изгибе», 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 208 страниц, в том числе 84 рисунка, 12 таблиц, список литературы из
240 наименований, состоит из четырех глав, основных выводов и Приложения.

Актуальность работы. Развитие в России сектора деревянного строительства зачастую вызывает необходимость применения составных конструкций, по-перечное сечение которых превышает стандартные размеры цельной древесины. Применение клееной древесины, как правило, ограничивается из-за её высокой стоимости и жестких технологических требований. В связи с этим на первое место выходит использование составных конструкций из цельной древесины на механических связях. К наиболее распространенному типу таких конструкций относятся составные многослойные деревоплиты, обладающие высокой несущей способностью, жесткостью и огнестойкостью по сравнению с балочными элементами. Эти преимущества позволяют применять деревоплиты в покрытиях, перекрытиях, в пролётных строениях мостов, в конструкциях построечного изготовления. Наибольший эффект в этом классе строительных конструкций можно получить за счет применения предварительно напряженных многослойных деревоплит. Однако до настоящего времени в нормативных документах отсутствуют методики проектирования составных деревянных конструкций, работающих в плоскости, параллельной швам сплачивания. Отсутствуют и методики расчета деревянных плит, изгибающихся в двух направлениях и, соответственно, работающих по пространственной схеме. С этой точки зрения актуальность и своевременность представленной диссертационной работы не вызывает сомнений.

Общая характеристика работы. Диссертационное исследование выполнено в классическом стиле, т.е. постановка цели, задач и последовательное их решение. Во введении автором чётко поставлена цель и сформулированы задачи исследования. В первой главе диссидентом достаточно подробно изучены составные деревянные элементы конструкций на механических связях, встречающиеся как в отечественном, так и в зарубежном строительстве, проанализирована практика применения предварительно напряженных деревянных конструкций, выполнен обзор исследований по влиянию сил трения на взаимодействия между элементами деревянных конструкций на их несущую способность, проведен критический анализ расчетных методик предварительно напряженных многослойных деревоплит с отражением их недостатков.

Во второй главе автор проводит теоретические исследования работы изгибаемой предварительно напряженной многослойной деревоплиты в виде трансверсально-изотропной тонкой пластинки с плоскостью трансверсальной изотропии, совпадающей с поперечным сечением плиты, шарнирно опертой по двум сторонам и нагруженной силами в срединной плоскости и в плоскости, перпендикулярной ей и предлагает метод расчёта таких конструкций по предельным состояниям первой и второй групп для различных случаев пластины, находящейся под действием сил, равномерно распределенных по всей площади, по части площади, а также сосредоточенных. В результате анализа полученных зависимостей П.С. Коваль констатирует необходимость экспериментального определения значения коэффициентов (модулей) упругости фрикционного соединения для определения величин прогибов плиты и внутренних усилий в ее элементах.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям работы предварительно напряженной многослойной деревоплиты при изгибе при действии кратковременных нагрузок. Диссидент определяет зависимости растягивающих усилий в винтовых стержнях от крутящего момента, экспериментальными методами исследует несущую способность и деформативность фрикционных связей в деревянных конструкциях. П.С. Коваль приводит методику экспериментального определения вертикальных деформаций крупноформатных плоскостных объек-

тов в виде предварительно напряженных деревоплит методом сплошного лазерного сканирования изгибающей поверхности и даёт анализ полученных результатов. Испытания проведены автором в лаборатории СПбГАСУ с использованием тарированного и поверенного оборудования, что в дальнейшем даёт исследователям возможность повторить схожие эксперименты для уточнения тех или иных параметров рассматриваемого класса конструкций. Также автором выполнено планирование эксперимента. В качестве переменных факторов были выбраны ширина плиты, шаг растянутых стержней, усилие натяжения стержней. Каждый фактор варьировался на трех уровнях. Полученные результаты детально проанализированы с их сравнением с теоретическими данными. Определены наиболее значимые параметры из рассмотренных переменных факторов. Экспериментальные исследования несущей способности предварительно напряженной деревоплиты при изгибе позволили выявить её фактическую схему деформирования и характер разрушения. Полученные данные подтвердили, что распределение действующих сил между элементами плиты по ширине происходит как для трансверсально-изотропного тела.

В четвёртой главе П.С. Коваль приводит разработанную им методику расчета предварительно напряженных многослойных деревоплит по предельным состояниям при изгибе. Он детально анализирует критерии наступления предельных состояний предварительно напряженных деревоплит по первой и второй группам, а также напряженно-деформированное состояние предварительно напряженной многослойной деревоплиты, изготовленной из конструкционных пиломатериалов, отсортированных по классам прочности. Для практического использования выведенных теоретических зависимостей автор рассматривает распределение сил, действующих на предварительно напряженную деревоплиту, что позволяет ему определить соответствующие выражения для случая совместного действия равномерно распределенной по всей площади деревоплиты силы ее собственного веса и сосредоточенной силы, приложенной к центру плиты. Такой подход дает возможность вычислить деформации и напряжения в рассматриваемой конструкции, т.е. определить ее НДС для конкретного случая.

В Приложениях к диссертационной работе представлены протоколы определения деформаций ПНД при изгибе методом сплошного лазерного сканирования деформируемой поверхности, графические интерпретации изогнутых поверхностей предварительно напряженных деревоплит по осредненным результатам испытаний при максимальной нагрузке, обработка данных многофакторного эксперимента, акты о внедрении.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Основываясь на критическом анализе известных технических решений многослойных панелей и плит из древесины и древесных материалов, а также практике применения предварительно напряженных деревянных конструкций, соискателем обоснованно поставлена цель и сформулированы предложения по совершенствованию предварительно напряженных многослойных деревоплит. Следует отметить, что П.С. Ковалем был выполнен значительный объём экспериментальных исследований. Полученные выводы соответствуют целям работы и основываются на представленных экспериментально-теоретических результатах.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается проведением исследований с применением высокоточного поверенного и аттестованного измерительного и испытательного оборудования в лаборатории испытаний строительных конструкций кафедры СПбГАСУ. В теоретических исследованиях применены общие методы механики твердого деформируемого тела, строительной механики и теории расчёта деревянных конструкций. Также достоверность научных положений подтверждает удовлетворительная сходимость результатов теоретических и экспериментальных исследований изгибаемых предварительно напряженных многослойных деревоплит при кратковременном нагружении.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Наиболее значимым результатом диссертационной работы П.С. Ковала, отличающимся научной новизной, является разработка методики расчета предварительно напряженных многослойных деревоплит по пре-

дельным состояниям при изгибе, учитывающей анизотропию древесины, характер напряженно-деформированного состояния, составное поперечное сечение конструкции. Также установлены значения модулей упругости фрикционных связей при воздействиях вдоль и поперек волокон G_x и G_z .

Кроме этого, П.С. Ковалем впервые получены экспериментальные данные по несущей способности и характеру разрушения предварительно напряженной деревоплиты при изгибе. Подтверждено распределение усилий в поперечном сечении плиты как в изотропном теле. Также диссертантом обоснована расчетная модель для определения напряженно-деформированного состояния предварительно напряженных многослойных деревоплит при изгибе.

На основе вышеприведенных результатов разработан алгоритм расчета по первой и второй группам предельных состояний предварительно напряженных деревоплит.

Практическая значимость результатов работы. Практическая ценность работы состоит в определении упругих свойств связей, создаваемых за счет сил фрикционного взаимодействия элементов деревянных конструкций, что может использоваться другими исследователями при проведении аналогичных научных работ. Автором разработана удобная в применении методика экспериментального исследования крупноформатных плоскостных объектов методом сплошного лазерного сканирования деформируемой поверхности. Несомненную практическую значимость имеют предложенная и обоснованная автором методика расчета, а также практические рекомендации по проектированию предварительно напряженных многослойных деревоплит по первой и второй группам предельных состояний.

Основные результаты диссертации опубликованы в 12 печатных работах, в том числе 7 статей в рецензируемых научных изданиях, включённых в перечень ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Основные выводы по диссертации научно обоснованы: они отражают суть выполненных разработок. Автореферат соответствует содержанию диссертации

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

По работе имеются следующие замечания и вопросы:

1. В первой главе диссертации автор детально анализирует ранее проведенные исследования по причинам потери усилий натяжения арматурных стержней за счет релаксации напряжений в металле, поперечных деформаций в древесине, развивающихся во времени, а также по влиянию температуры и влажности древесины на потерю этих усилий (с. 49-51), однако в далее представленных рекомендациях по проектированию, монтажу и эксплуатации предварительно напряженных деревоплит какие-либо конкретные указания по этому поводу отсутствуют.

2. Из текста диссертации не ясна область применения рассматриваемых конструкций, в частности, их максимальные габариты, способы соединения при необходимости отдельных деревоплит по ширине, например при применении в покрытиях или перекрытиях зданий?

3. Экспериментальные графики деформирования предварительно напряженной деревоплиты, приведенные в главе 3, построены при постоянно возрастающей нагрузке. Требуются дополнительные пояснения, почему испытания не проводились по схеме «нагрузка-разгрузка» на каждой ступени, в частности, для определения остаточных деформаций. Также отсутствует определение приведенного времени испытаний, что необходимо для анализа коэффициентов надежности, характеризующих влияние на прочность экспериментальных конструкций фактора времени.

4. В работе не приведён анализ влияния длительности действия нагрузки на эксплуатационную надежность рассматриваемого класса конструкций.

5. В выводах по четвертой главе диссертационной работы (с. 177) указано на предложенные рекомендации по монтажу предварительно напряженных деревоплит, однако в тексте главы такие рекомендации отсутствуют.

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

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рецензируемая работа Коваля Павла Сергеевича «Несущая способность и деформативность предварительно напряженных многослойных деревоплит при изгибе» представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические решения предварительно напряженных многослойных деревоплит, работающих на изгиб, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики страны, в частности её строительной отрасли. Диссертационная работа П.С. Коваля соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК РФ. Автор, Коваль Павел Сергеевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения».

Официальный оппонент, доктор технических наук, 05.23.01,
профессор, заведующий кафедрой «Строительные конструкции»
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
заслуженный строитель РФ

Жаданов Виктор Иванович

« 11 » 05 2021 Г.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»
Почтовый адрес: 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13

E-mail: organ-2003@bk.ru; тел. +7(3532) 37-25-24; +79033671142

Подпись Жаданова В.И. удостоверяю:

| | |
|--|---------------------------------|
| <p>Подпись <u>В. И. Каданов</u></p> <p>заверяю</p> <p>Ведущий специалист по</p> <p>документационному обеспечению</p> <p>работы с персоналом</p> <p><i>Космиско</i></p> | ОТДЕЛ КАДРОВ |
|--|---------------------------------|