

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.380.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 04.06.2024 №11

О присуждении Клевану Вадиму Игоревичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Несущая способность и деформативность составных двутавровых балок со стенкой из гофрированной стали и поясами из однонаправленного клееного шпона» по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения принята к защите 28 марта 2024 года (протокол заседания № 07) диссертационным советом 24.2.380.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 190005 г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 ноября 2012 года № 714/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.02.2014 года №55/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.03.2014 года №126/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.05.2016 года №590/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.12.2017 года №1246/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 30.01.2019 года №37/нк,

приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.01.2022 года №86/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 22.06.2023 года №1326/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.09.2023 года №1845/нк.

Соискатель Клеван Вадим Игоревич, «21» апреля 1995 года рождения.

В 2018 году соискатель с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» с присвоением квалификации «инженер-строитель». В 2022 году соискатель окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства», по образовательной программе «Строительные конструкции, здания и сооружения» (очная форма обучения).

С 2023 года работает заместителем руководителя Дирекции Зарница 2.0 в Общероссийском общественно-государственном движении детей и молодежи «Движение Первых», город Москва.

Диссертация выполнена на кафедре металлических и деревянных конструкций федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** — доктор технических наук, Черных Александр Григорьевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра

металлических и деревянных конструкций, заведующий кафедрой.

**Официальные оппоненты:**

**Рощина Светлана Ивановна**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых», кафедра «Строительные конструкции», заведующий кафедрой;

**Куправа Лали Романовна**, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра «Строительные конструкции, здания и сооружения», доцент

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», город Красноярск, в своем положительном отзыве, подписанном Деордиевым Сергеем Владимировичем (кандидат технических наук, доцент, кафедра строительных конструкций и управляемых систем, заведующий кафедрой), указала, что диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержатся решения задач расчёта деревянных конструкций с использованием составных двутавровых балок со стенкой из гофрированной стали и поясами из однонаправленного клееного шпона, имеющих значение при эксплуатации металлодеревянных конструкций, что отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения учёных степеней», и соискатель Клеван Вадим Игоревич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы.

**Работы, опубликованные в ведущих научных рецензируемых изданиях, перечень которых размещён на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии:**

1. Коваль, П. С., Черных, А. Г., Данилов, Е. В., Клеван, В. И., Белов, В. В. О работе составных двутавровых балок со стенкой из профилированного стального листа и поясами из однонаправленного клееного шпона / П. С. Коваль, А. Г. Черных, Е. В. Данилов, В. И. Клеван, В. В. Белов // Вестник гражданских инженеров. – 2022. – №6 (95). – С. 5–9 (авторский вклад 20%)

2. Клеван В.И. Расчет составных изгибаемых деревянных элементов с учетом нелинейной работы / В.И. Клеван // Инженерный вестник Дона. – 2023. – №9. – URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2023/8695> (авторский вклад 100%).

3. Клеван В.И. Проблемы ограниченного применения металлодеревянных конструкций / А.Г. Черных, С.Г. Головина, В.И. Клеван // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – № 6 (83). – С. 83–89. (авторский вклад 33%).

4. Клеван В.И. Экспериментальное исследование деформативности и несущей способности составных двутавровых балок со стенкой из профилированного стального листа и поясами из LVL // Вестник гражданских инженеров. – 2023. – № 4 (99). – С. 17–23 (авторский вклад 100%).

**Работы, опубликованные в других изданиях:**

5. Черных А. Г. Исследование работы металлических и деревянных конструкций и оценка срока их службы с учетом условий эксплуатации: монография / А. Г. Черных, Е. И. Рыбнов, В. И. Клеван [и др.] // Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

– СПб: СПбГАСУ, 2022. – 354 с (авторский вклад 7%).

6. Клеван В.И. Экспериментальные исследования металлодеревянных балок двутаврового сечения со стальной гофрированной стенкой / А.Г. Черных, В.И. Клеван, А.В. Игнатович, М.М. Мухаммедов // Инновации в деревянном строительстве. Материалы 11-й Международной научно-практической конференции. – СПб.: СПбГАСУ, 2021. – С. 26–37 (авторский вклад 25%).

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

1. ООО «Сертификация домов, материалов и комплектующих», г. Санкт-Петербург, генеральный директор, кандидат технических наук по специальности 05.21.05 – Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки, **Кирютина Светлана Евгеньевна.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Выполненная работа позволила установить критерии наступления предельных состояний под нагрузкой составной двутавровой балки. В целях применения полученных результатов для оценки соответствия целесообразно установить диапазон величины и характеристик нагрузки, при которых эксплуатация данного изделия безопасна.

– Также, для стандартизации данного изделия, целесообразно рассмотреть наступление предельных состояний при длительных нагрузках, приближенных к реальным условиям эксплуатации.

2. ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орёл, профессор кафедры строительных конструкций и материалов, доктор технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, доцент **Турков Андрей Викторович.**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– При формулировке допущений автор указывает, что балка работает упруго. Учитывая, что смятие LVL под выштампованными и внедрёнными зубьями происходит линейно при очень незначительных

уровнях напряжений, необходимо было обозначить значения нагрузок для упруго работающих конструкции. При этом по результатам экспериментальных исследований установлено, что балки под нагрузкой работали не упруго.

– Деформативность балки с гофрированной стенкой в значительной степени зависит от типа и размеров гофра стенки – треугольный, прямоугольный, трапециевидный, синусоидальный, из сопряжённых дуг окружностей и др. В автореферате это обстоятельство не отражено при теоретических исследованиях, а тип и размеры гофра не приведены при описании экспериментальной конструкции.

– Одним из основных параметров составных балок является коэффициент жёсткости шва, который в значительной степени определяет НДС слоёв и зависит в том числе от типа и размеров гофра стенки. В автореферате это обстоятельство не отражено.

3. УО «Брестский технический университет», профессор кафедры строительных конструкций, доктор технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, доцент **Найчук Анатолий Яковлевич**.

*Отзыв положительный, имеется замечание:*

– Из содержания автореферата неясно, какими критериями следует руководствоваться при проверке устойчивости плоской формы деформирования при изгибе таких балок.

4. ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», г. Новосибирск, проректор по научной работе и цифровизации, кандидат технических наук по специальности 01.04.14 — Теплофизика и теоретическая теплотехника, **Даниленко Андрей Анатольевич**; доцент кафедры «Металлические и деревянные конструкции», кандидат технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, **Пуртов Вячеслав Васильевич**; доцент кафедры «Металлические и деревянные

конструкции», кандидат технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, **Павлик Андрей Владимирович**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– В автореферате не указана марка и толщина используемого профилированного стального листа. Отсутствует информация о нормативном документе на вышеназванный профилированный стальной лист.

– На стр. 10 указано, что «В элементах стенки выштамповываются специальные зубья, внедряемые в материал поясов...», однако не ясно какова форма зубьев, размеры и шаг их расстановки.

– Из автореферата не до конца ясно, какова технология и усилие запрессовки профилированного стального листа в пояса из однонаправленного клееного шпона (LVL).

5. ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова», г. Новочеркасск, доцент кафедры «Градостроительство, проектирование зданий и сооружений», кандидат технических наук по специальности 05.23.01 — Строительные конструкции, здания и сооружения, доцент **Царитова Надежда Геннадьевна**.

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

– Предоставлено мало информации о гофрированной металлической стенке - толщина, высота и т.д.

– Не понятно сколько образцов было доведено до разрушения при определении коэффициента жесткости шва.

6. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, доцент кафедры технологии и организации строительного производства, кандидат технических наук по специальности 05.02.22 – Организация производства (строительства) **Загорская Ангелина Владимировна**.

*Отзыв положительный, имеется замечание:*

– На основании материала, изложенного в автореферате, не представляется возможным понять, получен ли эффект от внедрения результатов исследования в практическую деятельность, способствовало ли применение разработанных методов повышению технико-экономических показателей проектируемых объектов «Индивидуальный жилой дом, дер. Колтуши, Ленинградская обл.», «Склад хранения готовой продукции» ООО «Большепролет».

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их широкой известностью в научной и образовательной средах, в исследуемой предметной области, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации, спецификой и актуальностью их основных научных работ.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны:**

- аналитическая расчетная модель составной балки перекрытия двутаврового сечения со стенкой из гофрированной стали и поясами из однонаправленного клееного шпона (LVL) как трехветвевое составного стержня с упруго-податливыми связями, учитывающая линейный и нелинейный характер деформирования конструкции;

- конечно-элементная пластинчатая расчетная модель, учитывающая физическую нелинейность материалов при изгибе балки;

**предложен** усовершенствованный метод расчета составных двутавровых металлодеревянных балок с поясами из однонаправленного клееного шпона (LVL), стенкой из стального профилированного листа и со швами сплачивания элементов на металлических зубьях по 1 и 2 группам предельных состояний с учетом податливости связей между их элементами;

**доказана** гипотеза о том, что жесткость гофрированной стенки в направлении вдоль оси стержня не оказывает существенного влияния на



жесткость составной двутавровой металлодеревянной балки;

**введено** понятие модуля упругости фиктивной цельной балки, позволяющего выполнять оценку напряженно-деформированного состояния элементов составных металлодеревянных балок.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказаны** при конструктивном анализе металлодеревянных балок с гофрированной стальной стенкой и поясами из LVL:

- необходимость учитывать как податливость связей между элементами конструкции, так и упругую податливость гофрированной стенки;

- необходимость непосредственного учета критериев прочности применяемых материалов конструкции;

- необходимость учета нелинейности деформирования;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** метод расчета составных деревянных стержней за счет применения подхода, состоящего в рассмотрении деформирования швов составных конструкций по разности деформаций в ветвях составного стержня для выбранных сечений на элементарном участке длины балки; метод численного моделирования с применением современного программного комплекса SCAD для численных моделей с учетом нелинейности упругих свойств материалов и их соединений при расчете прогибов изгибаемых балочных конструкций;

**изложены** основные идеи известных методов строительной механики составных многоветвевых анизотропных стержней из различных материалов с учетом упругой податливости связей между ними и на их основе предложен усовершенствованный метод расчета;

**раскрыта** неточность существующих методов оценки напряженно-деформированного состояния элементов составных двутавровых металлодеревянных балок;

**изучено** влияние конструктивных параметров составных двутавровых

металлодеревянных балок с поясами из однонаправленного клееного шпона (LVL), стенкой из стального профилированного листа и со швами сплачивания элементов на металлических зубьях на напряженно-деформированное состояние их элементов;

**проведена модернизация** существующего метода определения и оценки несущей способности и деформативности составных двутавровых металлодеревянных балок с поясами из однонаправленного клееного шпона (LVL), стенкой из стального профилированного листа и со швами сплачивания элементов на металлических зубьях по 1 и 2 группам предельных состояний для наиболее полного учета специфики их конструктивных решений.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработан и внедрен** усовершенствованный метод расчета составных двутавровых металлодеревянных балок с поясами из однонаправленного клееного шпона (LVL), стенкой из стального профилированного листа и со швами сплачивания элементов на металлических зубьях по 1 и 2 группам предельных состояний с учетом податливости связей между их элементами и алгоритм указанного метода, что подтверждается соответствующими актами внедрения: в учебный процесс по дисциплине «Спецкурс по проектированию деревянных конструкций» для обучающихся на программе магистратуре по направлению подготовки по специальности 08.04.01. «Проектирование строительных конструкций, зданий и сооружений» на кафедре металлических и деревянных конструкций ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»; при разработке проектной документации на объекты строительства ООО «Большепролёт»; при проектировании индивидуального жилого дома ООО «Кровля+»;

**определены** зависимости модулей упругости составных двутавровых

металлодеревянных балок перекрытия с поясами из однонаправленного клееного шпона (LVL), стенкой из стального профилированного листа и со швами сплачивания элементов на металлических зубьях от уровня эксплуатационных нагрузок и конструктивных параметров;

**создана** методика определения упругих свойств швов сплачивания элементов составной металлодеревянной балки с поясами из однонаправленного клееного шпона (LVL), стенкой из стального профилированного листа и со швами сплачивания элементов на металлических зубьях методом физического моделирования;

**представлены** рекомендации по проектированию составных двутавровых металлодеревянных балок с поясами из однонаправленного клееного шпона (LVL), стенкой из стального профилированного листа и со швами сплачивания элементов на металлических зубьях.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** обеспечена за счет использования поверенного аттестованного измерительного оборудования, классических подходов к планированию и статистической обработке в экспериментальных исследованиях;

**теория** основывается на применении научных методов познания, классических положений строительной механики составных анизотропных стержней, принятых подходах к расчету строительных конструкций, зданий и сооружений из древесины и материалов на ее основе;

**идея базируется** на анализе теории и практики применения составных конструкций, комбинированных из материалов на основе древесины и стали;

**использованы** ранее накопленные теоретические и практические знания, научный опыт экспериментальных и численных исследований и моделирования составных двутавровых металлодеревянных балок с поясами из однонаправленного клееного шпона (LVL), стенкой из стального профилированного листа и со швами сплачивания элементов на

металлических зубьях;

**установлена** хорошая сходимость результатов математических и численных моделей с учетом нелинейности упругих свойств материалов и их соединений при расчете прогибов изгибаемых балочных конструкций и обеспечение определения деформаций с невысоким расхождением с экспериментальными значениями;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, а также сертифицированные программно-вычислительные комплексы.

**Личный вклад соискателя состоит в:** непосредственном участии автора на всех этапах диссертационного исследования; в постановке цели и задач, формулировании выводов и результатов работы; в анализе и обобщении теоретических и экспериментальных материалов по теме исследования; разработке алгоритма усовершенствованного метода расчета составных двутавровых металлодеревянных балок с поясами из однонаправленного клееного шпона (LVL), стенкой из стального профилированного листа и со швами сплачивания элементов на металлических зубьях по 1 и 2 группам предельных состояний с учетом податливости связей между их элементами; разработке методики лабораторного определения коэффициента жесткости  $\eta$  в зависимости от прилагаемого усилия для швов сплачивания элементов составной металлодеревянной балки на основе экспериментального исследования; в построении математических моделей; в верификации полученных теоретических результатов путем сравнения с данными натурных испытаний и численным моделированием; подготовке выступлений на научно-практических конференциях и публикаций результатов исследований по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. В ПО SCAD вы делаете физически нелинейный расчёт, и в теории

– нелинейный. Там что нелинейным является? Как вы учитываете в теории нелинейность? Какую? Где она?

2. Как при оценке напряжённо-деформированного состояния учитывалось совместное влияние податливости соединений полки и стенки?

3. Какие факторы влияют на определение напряжённо-деформированного состояния балок? Это у вас для конкретной балки?

Соискатель Клеван В.И. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Я рассматриваю трёхветвевой составной стержень, и как раз деформации, которые возникают на стыке стенки и полка, рассматриваются как упругая связь на основе экспериментальной нелинейной зависимости.

2. Для этого я экспериментально определял значение коэффициента жёсткости шва, т.е. чтобы учитывать совместное влияние податливости соединения стенки и полки в направлении оси балки. Собственно, для этого эксперимент и был нужен.

3. Во-первых, это геометрия конструкции. А во-вторых, это зависит от прикладываемой нагрузки, расчётной схемы. В экспериментальной части я исследовал только балки конкретных размеров. Но дальше, развивая вопрос о том, что геометрические характеристики влияют на полученные результаты, я в ПО SCAD замоделировал 6 разных типов балок, которые представлены на 34 слайде, и, следовательно, по ним получил результаты. То есть физических экспериментов с этими 6 типоразмерами я не проводил, их я проводил только численными методами, а в натурном эксперименте участвовал только образец представленной геометрии.

На заседании 04 июня 2024 года диссертационный совет принял решение — за решение актуальной научной задачи разработки метода расчета составных двутавровых металлодеревянных балок перекрытия с поясами из однонаправленного клееного шпона (LVL), стенкой из стального профилированного листа и со швами сплачивания элементов на металлических зубьях по 1 и 2 группам предельных состояний, наиболее

полно учитывающего специфику их конструктивных решений, имеющей значение для развития строительной отрасли знаний, присудить Клевану Вадиму Игоревичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – 0 человек, проголосовали: за — 11, против — 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Савин Сергей Николаевич



Попов Владимир Мирович

04 июня 2024 г.