

Деревокомпозитные балки и способы повышения их эффективности

Приходько Себастьян Николаевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью данного исследования является расчет характеристик клееных и цельнодеревянных балок, армированных симметричным способом. Использованы поисковые, аналитические и сравнительные методы исследования. В результате были выполнены расчёты по определению показателей у деревокомпозитных балок.

Ключевые слова: строительство, расчет, балки, армирование, клееные, цельнодеревянные, нормальные напряжения, касательные напряжения, наноматериалы.

Wood composite beams and ways to improve their efficiency

Prikhodko Sebastian Nikolayevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this study is to calculate the characteristics of laminated laminated and solid wood beams reinforced in a symmetrical way. Search, analytical and comparative research methods were used. As a result, calculations were performed to determine the indicators of wood-composite beams.

Keywords: construction, calculation, beams, reinforcement, glued, solid wood, normal stresses, shear stresses, nanomaterials.

1. Введение

На протяжении всей истории человечества деревянные конструкции претерпели значительные изменения и улучшения, благодаря внедрению новых технологий и материалов. Одним из важнейших этапов в этом процессе стало использование эпоксидных смол, которые оказали заметное влияние на развитие строительных технологий и улучшение качества древесных материалов. Современные тенденции в строительной отрасли связаны с активным развитием нанотехнологий, которые также находят всё большее применение в проектировании и производстве строительных конструкций. Несмотря на явные перспективы, исследования в этой области остаются ограниченными, особенно в контексте использования наноматериалов для улучшения свойств деревянных конструкций. В частности, перспективным

направлением является изучение возможностей nanoиндустрии для создания более долговечных и надежных деревянных конструкций.

В статьях Р.Н. Фадеева, М.С. Лисятникова и С.И. Рощиной, А.С. Грибанова, А.А. Кудрявцеваой, В.Д. Хальзовой, А.А. Суханова рассматривается применение модификаций древесины в деревянных конструкциях [1, 2]. В публикациях Б.В. Лабудина, О.Е. Тюриной, О.А. Куницкаой, И.В. Григорьева и А.В. Лукиной, М.С. Сергеева анализируется напряженно-деформационное состояние композитных деревянных балок [3, 4]. В работе С.И. Рощиной, П.Б. Шохина, М.С. Сергеева исследуется применение углеродных нанотрубок в деревокомпозитных конструкциях [5].

Целью исследования является расчет характеристик клееных и цельнодеревянных балок, армированных симметричным способом.

В работе были выполнены расчёты по определению показателей у деревокомозитных балок.

2. Усиление балок композитными материалами

Одним из интересных направлений в исследованиях является применение композитных материалов для усиления деревянных балок. Например, усиление деревокомпозитных балок стеклотканью, при этом армирование осуществилось как в растянутой зоне, так и симметрично с усилением как растянутой, так и сжатой частей балки. В качестве клеящего вещества использовалась смола ЭД-20, модифицированная углеродными нанотрубками, что, по сути, улучшало её механические свойства. Экспериментальные исследования включали как численные методы, так и реальные эксперименты на моделях цельнодеревянных балок, что позволило более точно оценить поведение таких конструкций в реальных условиях.



Рисунок 1. Стеклоткань

Результаты показали, что разрушение композитных балок имеет пластический характер, начиная с деформации сжатой зоны, что затем приводит к образованию трещины в растянутой зоне. Эти трещины чаще всего возникают в местах расположения дефектов древесины, таких как сучки.

Важным результатом стало отсутствие отрыва стеклоткани от древесины, что подтверждает высокую степень сцепления этих материалов. Такие балка обеспечивают устойчивость к разрушению, возникающему в результате сдвиговых усилий, особенно в около опорных участках, где чаще всего происходят повреждения. Это существенно увеличивает надежность конструкций и их способность выдерживать большие нагрузки, что является важным преимуществом для строительных объектов, где требования к безопасности особенно высоки.

Однако исследования, проведенные на цельнодеревянных балках, накладывают определенные ограничения на использование этих конструкций, так как они не всегда могут быть применимы для более длинных пролётов.

В связи с этим, как продолжение исследований, планируется проведение экспериментов с клеёными деревянными балками. В предварительных расчетах предполагается использовать метод послойного армирования клеёных балок, где стеклоткань с модифицированной смолой будет размещаться между слоями древесины. Это решение должно позволить значительно улучшить эксплуатационные характеристики конструкции.

3. Оценка прочности балок

Для оценки прочности таких балок проведены расчёты с использованием метода конечных элементов. Моделирование включало как

линейное (рис. 2, рис.4), так и нелинейное поведение древесины (рис. 3, рис. 5), что позволило более детально изучить деформируемость и напряженно-деформированное состояние конструкций в различных условиях эксплуатации. Тем не менее, важно отметить, что результаты, полученные с помощью численных методов, должны быть подтверждены опытными данными, так как только в сочетании с реальными испытаниями можно получить наиболее точные и надёжные результаты.

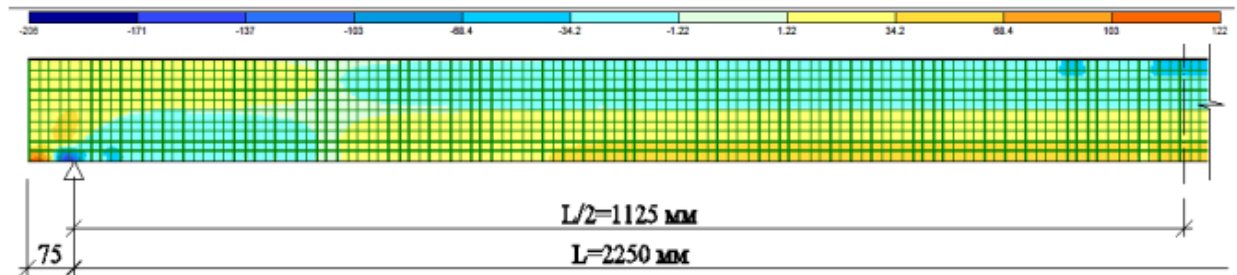


Рисунок 2. Эпюра распределения нормальных напряжений, нагрузка - 10 кН, целнодеревянная балка

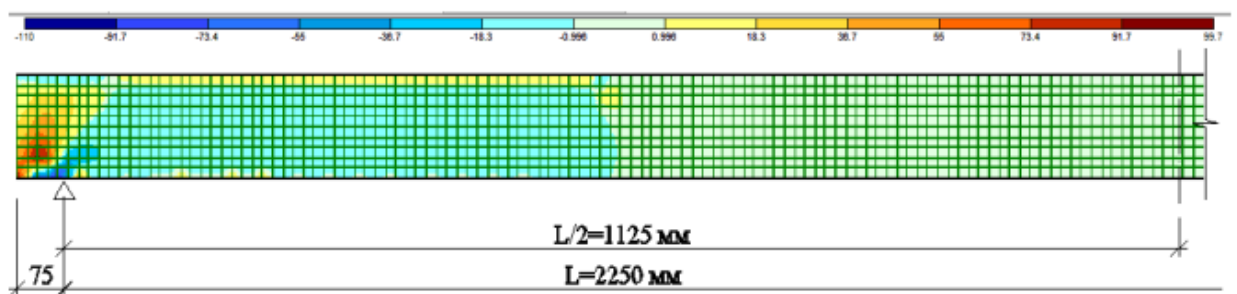


Рисунок 3. Рисунок 1. Эпюра распределения касательных напряжений, нагрузка - 10 кН, цельнодеревянная балка

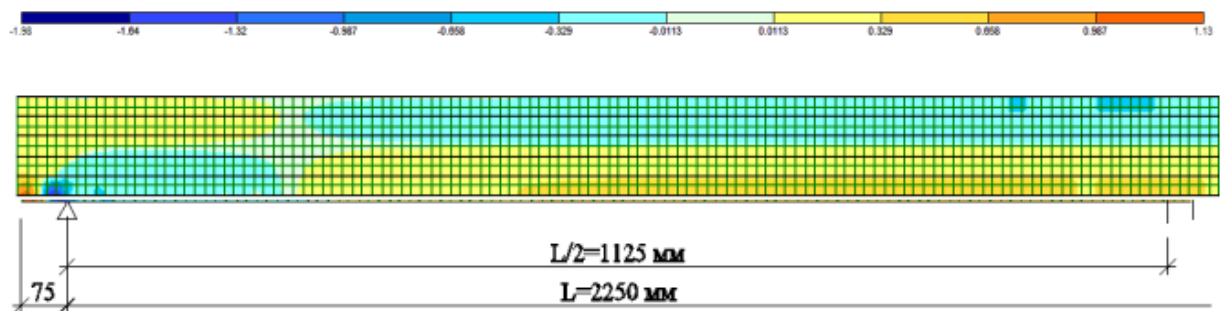


Рисунок 4. Эпюра распределения нормальных напряжений, нагрузка - 10 кН, клееная балка

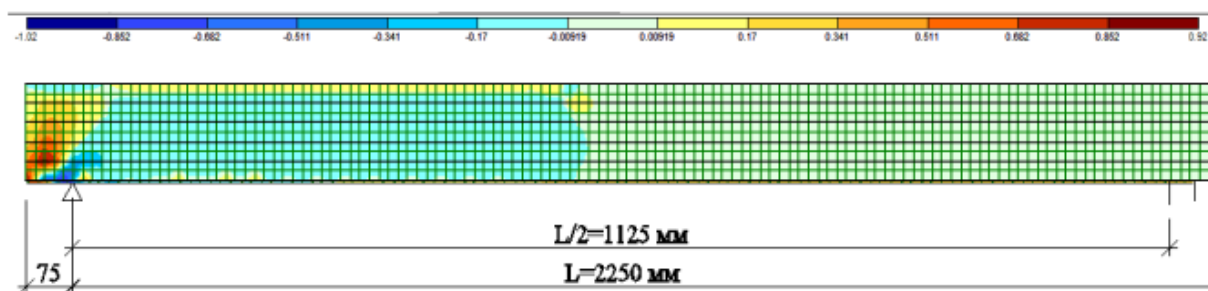


Рисунок 5. Рисунок 2. Рисунок 1. Эпюра распределения касательных напряжений, нагрузка - 10 кН, клееная балка

Результаты предварительных исследований показывают, что прочность и жесткость клеёных балок увеличиваются на 3-7% по сравнению с цельнодеревянными аналогами. Несмотря на эти положительные изменения, полученные значения остаются сравнительно невысокими. Учитывая возможные погрешности, связанные с использованием численных методов расчёта, реальное производство таких конструкций не оправдывает себя с экономической точки зрения. Повышенная трудоёмкость при изготовлении таких балок не приводит к значимому улучшению эксплуатационных характеристик, что делает такой подход нецелесообразным. Таким образом, для реального применения такие изменения в конструкции, скорее всего, не принесут достаточной отдачи.

В связи с этим, более рациональным решением остаётся использование традиционных клеёных балок с последующим армированием стекловолокном в сжатой и растянутой зонах. Такой подход позволяет повысить прочностные характеристики конструкции без необходимости значительных изменений в технологии производства. Важно отметить, что для обеспечения требуемого коэффициента армирования, сечение балки должно быть увеличено, что потребует добавления большего количества слоёв стеклоткани. Это также может повлечь перераспределение слоёв материала в зависимости от расположения краевых зон и клеевых швов, однако это требует дальнейших исследований и уточнений.

Кроме того, стоит отметить, что применение углеродных нанотрубок в составе клеевых смол оказывает положительное влияние на трещиностойкость древесины. Увеличиваются как адгезионные, так и когезионные характеристики соединений, что улучшает долговечность и надёжность конструкций.

4. Заключение

Таким образом, дальнейшее развитие и исследование этого метода на основе клеёных конструкций является актуальным и перспективным. Использование таких технологий в будущем позволит создавать более прочные и жесткие конструкции, которые будут иметь широкое применение в современном строительстве, особенно для объектов с высокими требованиями к долговечности и надёжности.

Библиографический список

1. Фадеев Р.Н., Лисятников М.С. Развитие области применения модифицированной древесины в комбинированных клееных деревянных конструкциях//Международная конференция по физике материалов, строительным конструкциям и технологиям в строительстве, промышленной и производственной инженерии (mpcre-2024). 2024. С. 230-236. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=69150633>
2. Рощина С.И., Грибанов А.С., Кудрявцева А.А., Хальзова В.Д., Суханов А.А. Планирование экспериментального исследования деревокомпозитных балок с локальной модификацией древесины//Вестник поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2018. №4. С.48-55. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37536683>
3. Лабудин Б.В., Тюрина О.Е., Куницкая О.А., Григорьев И.В. Анализ напряженно-деформированного состояния армированных деревянных конструкций при изгибе// Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2021. №5. С. 37-44. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45791836>
4. Лукина А.В., Сергеев М.С. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных деревянных балок// Безопасность строительного фонда России. Проблемы и Решения. 2021. С. 183-190. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47478175>
5. Рощина С.И., Шохин П.Б., Сергеев М.С. Исследование деревокомпозитных конструкций с применением углеродных нанотрубок// Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2013. №3. С. 103-107. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19027482>