

УДК 691.116

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В КАЧЕСТВЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Лысенкин Владислав Владимирович, магистрант, направление подготовки 08.04.01 Строительство, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: lysenkin495@yandex.ru

Научный руководитель: **Гурьева Виктория Александровна**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии строительного производства, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: victoria-gurieva@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальность применения клееных деревянных конструкций в современном строительстве. Целью работы является анализ эффективности использования данных конструкций, а также определение их потенциала для дальнейшего развития строительной отрасли.

Основные полученные результаты включают подтверждение актуальности клееных деревянных конструкций как эффективного и экологически безопасного строительного материала. Выявлены преимущества и недостатки их использования в сравнении с традиционными решениями, а также определены возможности для оптимизации производственных процессов и снижения стоимости строительства.

Научная новизна исследования заключается в систематизации и обобщении существующих знаний и опыта в области применения клееных деревянных конструкций.

Ключевые слова: строительные изделия из древесины, клееные деревянные конструкции (КДК), строительство, производство, материалы и конструкции, дерево, клееное дерево.

Для цитирования: Лысенкин В. В. Основные преимущества и недостатки применения клееных деревянных конструкций в качестве несущих конструкций // Шаг в науку. – 2024. – № 1. – С. 60–65.

THE MAIN ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USING LAMINATED WOOD STRUCTURES AS LOAD-BEARING STRUCTURES

Lysenkin Vladislav Vladimirovich, postgraduate student, training program 08.04.01 Construction, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: lysenkin495@yandex.ru

Research advisor: **Gurieva Victoria Aleksandrovna**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Building Production Technology, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: victoria-gurieva@rambler.ru

Abstract. The article discusses the relevance of using laminated timber structures in modern construction. The purpose of the work is to analyze the effectiveness of using these structures, as well as to determine their potential for the further development of the construction industry.

The main results obtained include confirmation of the relevance of laminated timber structures as an effective and environmentally friendly building material. The advantages and disadvantages of their use in comparison with traditional solutions are identified, and opportunities for optimizing production processes and reducing construction costs are identified.

The scientific novelty of the research lies in the systematization and generalization of existing knowledge and experience in the field of application of laminated wood structures.

Key words: construction products made of wood, glued wooden structures (KDK), construction, production, materials and structures, wood, glued wood.

Cite as: Lysenkin, V. V. (2024) [The main advantages and disadvantages of using laminated wood structures as load-bearing structures]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 1, pp. 60–65.



В период наибольшей распространенности деревянного строительства традиционным материалом для возведения несущих конструкций был один из видов пиломатериалов – кругляк. С развитием технологий и процессов производства деревообрабатывающей промышленности появились новые материалы, которые стали использоваться для несущих конструкций здания. К числу таких материалов относится клееная древесина [2]. Благодаря своим уникальным характеристикам, она используется не только при строительстве частных домов, но и многоэтажных зданий, спортивных сооружений, аэропортов и многого другого. Одной из главных причин активного развития клееных деревянных конструкций является уникальная структура древесины. В своей первоначальной форме дерево является не совсем подходящим материалом для возведения длительно эксплуатируемой и прочной конструкции [4]. Однако применение спе-

циальных технологий обработки древесины позволяет использовать ее для изготовления безопасных строительных конструкций.

Клееные деревянные конструкции характеризуются высокими показателями прочности на сжатие, жесткости и устойчивости к различным воздействиям, таким как устойчивость к изменениям температуры и влажности. Это является причиной для использования конструкций из клееного материала как внутри, так и снаружи зданий. В сравнении с металлическими и железобетонными конструкциями, клееные деревянные конструкции имеют преимущество – простота обработки [6]. Однако КДК не обладают высокой несущей способностью. Сравнительная диаграмма сопротивления сжатию изделий из клееных деревянных конструкций (КДК), железобетона и стали приведена на рисунке 1.

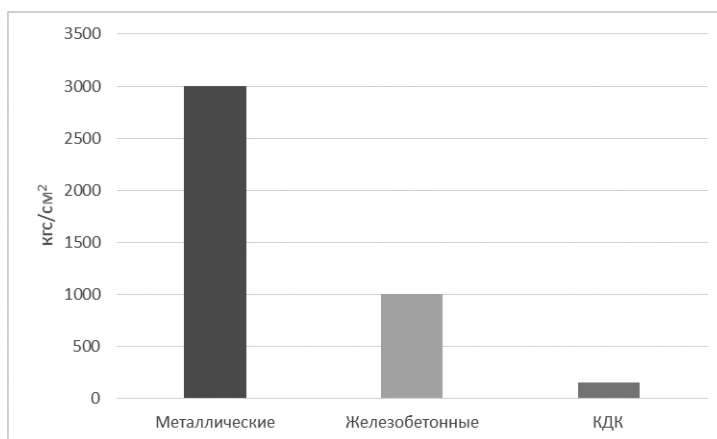


Рисунок 1. Сравнительная диаграмма сопротивления сжатию изделий из КДК, железобетона и стали
Источник: разработано автором

Клееные деревянные конструкции создаются из натурального материала, который восстанавливается и перерабатывается, они проще в производстве и монтаже, а также более экологичны. Однако данный вид материала менее прочен и устойчив к повреждению в результате пожара. Помимо этого, также следует отметить, что использование древесины позволяет снижать выбросы углекислого газа в атмосферу в результате уменьшения объемов производства других строительных материалов.

При строительстве зданий с применением КДК могут возникнуть следующие проблемы, характерные для деревянных конструкций (рисунок 2):

- чувствительность к влажности: при повышенной влажности в помещении древесина может набухать, что в дальнейшем может привести к деформаци-

ям и потере прочности конструкции;

- низкая стойкость к гниению и воздействию огня: некоторые виды грибков и насекомых могут проникать в конструкцию и вызывать гниение древесины, что снижает прочность и длительность эксплуатации. Также древесина является материалом, легко воспламеняющимся и поддерживающим горение;

- стоимость: клееные деревянные конструкции являются относительно дорогими, что может стать препятствием для широкого использования;

- несоответствие некоторым территориальным строительным нормам: в отдельных регионах приняты нормативные документы, которые не позволяют использовать клееную древесину в качестве строительного материала.

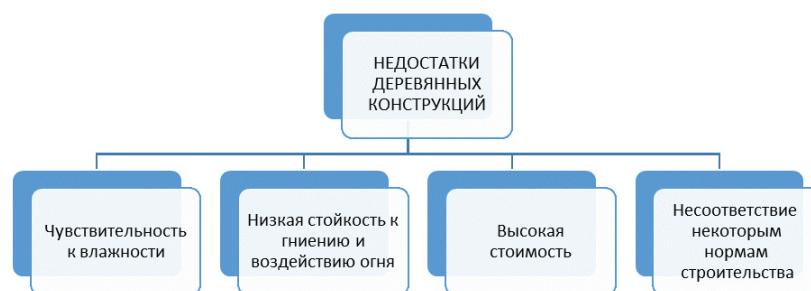


Рисунок 2. Основные недостатки деревянных конструкций

Источник: разработано автором

Подобные недостатки КДК могут быть исправлены применением дополнительных технологий или материалов (рисунок 3).

Одним из наиболее простых способов защиты деревянных конструкций от воздействия влаги является использование специальных покрытий в виде лаков, красок или пропиток. В результате обработки деревянных поверхностей специальным составом создается гидрофобный эффект на поверхности, что снижает гигроскопичность изделия и предотвращает попадание влаги внутрь конструкций. Также возможно нанесение специальных мембран и пленок. В КДК, где слои древесины склеены между собой, изделия получают менее восприимчивыми к влаге [1].

Одним из наиболее негативных факторов при применении КДК в качестве несущих конструкций является подверженность древесины горению [8]. Существует несколько методов защиты конструкций от повреждения огнем и высокими температурами. Так, например, пропитка древесины специальными огнезащитными растворами. Этот метод заключается в нанесении на поверхность древесины специального состава, который предотвращает горение. Пропитка может быть поверхностной или глубинной. При поверхностной пропитке состав наносится на поверхность древесины, а при глубинной – подается под давлением внутрь изделия. Пропитка обеспечивает повышение огнестойкости, в результате чего снижается возможность возгорания.

Другим способом является использование огнезащитных покрытий на основе геля или специальных порошков. Огнезащитные покрытия создают на поверхности древесины тонкий защитный слой, который предотвращает горение. Этот метод эффективен при условии нанесения покрытия на достаточно большую поверхность.

Также возможно применение огнезащитных вспененных материалов (базальтовых огнезащитных рулонных материалов). Этот метод заключается в нанесении на поверхность деревянной конструкции огне-

защитного вспененного материала, который также защищает конструкцию от горения и позволяет держать более низкую температуру внутри конструкции.

С целью повышения огнезащиты в обшивке элементов деревянной конструкции применяются специальные плиты и панели. Они характеризуются высокой огнестойкостью и эффективны для защиты наиболее уязвимых элементов деревянной конструкции.

Усилить защиту от возможного пожара можно одновременным использованием нескольких методов защиты, а также при соблюдении правил безопасности при эксплуатации деревянных конструкций.

Дерево является органическим материалом и соответственно подвержено нападению насекомых, грибов и гнилостей. Существует несколько методов защиты деревянных конструкций от данного вида повреждений. Рассмотрим наиболее эффективные из них:

- пропитка древесины специальными антисептиками. Этот метод заключается в нанесении на поверхность дерева специального состава, который проникает в глубину древесины и защищает ее от насекомых и грибов. Антисептик может быть водорастворимым или органическим и выбор того или иного зависит от конкретного случая. Пропитка обеспечивает увеличение стойкости изделий из натуральной древесины к воздействию насекомых и грибов;
- использование древесины с натуральной стойкостью. Некоторые виды деревьев (например, кедр и лиственница) характеризуются высокой стойкостью к воздействию насекомых и грибов. Таким образом, при применении для изготовления конструкций определенных видов пород древесины можно уменьшить в ходе их эксплуатации риск возникновения проблем с насекомыми и грибами;
- подбор качественного исходного сырья для изготовления конструкции. При выборе для изготовления деревянных конструкций лесоматериалов необходимо обращать внимание на качество исходного сырья, наличие сучков и других дефектов, которые могут привести к развитию грибов и гнилостей;

– соблюдение условий эксплуатации конструкции. Важно, чтобы деревянные конструкции были размещены на достаточном расстоянии от земли и по возможности не подвергались в процессе эксплуатации воздействию влаги.

Эффективность защиты также достигается в случае комбинации нескольких методов [3].

Также существуют составы, способные одновременно защитить деревянные конструкции от воздействия огня и биологических повреждений. Такие составы называются огнебиозащитными.

Огнебиозащитные композиции представляют собой специальные огнезащитные составы, содержащие антисептические и фунгицидные добавки. Они препятствуют горению древесины и защищают ее от насекомых и грибов. Огнебиозащитные композиции имеют несколько преимуществ по сравнению с обычными огнезащитными и антисептическими составами. Во-первых, обеспечивают комплексную защиту древесины, что позволяет экономить время и средства. Во-вторых, замедляют распространение огня и защищают древесину от опасных биологических повреждений. Огнебиозащитные составы могут применяться при строительстве домов, офисных зданий, торговых центров, архитектурных сооружений и т. д.

Также использование клееных деревянных конструкций имеет ряд экономических преимуществ, к числу которых относятся:

– снижение затрат на транспортировку и хранение. Клееные деревянные конструкции могут быть

доставлены в разобранном виде и пройти укрупнительную сборку на месте;

– сокращение времени строительства. Из-за небольшого собственного веса и простоты монтажа клееных деревянных конструкций строительство может быть выполнено быстрее, что также позволяет сократить затраты на ручной труд.

Анализ применения клееных деревянных конструкций позволяет утверждать о возможности их использования практически в любом регионе России, где есть доступ к древесине и есть потребность в строительстве [5]. Однако есть несколько особых случаев, когда использование клееных деревянных конструкций может быть ограничено:

– зоны с повышенной сейсмической активностью. В таких зонах древесина не обладает достаточной прочностью, так как не способна выдерживать показатели воздействия вибраций и разрывных сил;

– в местах с повышенной влажностью. В регионах с высокой влажностью происходит увеличение риска разрушения клееных соединений;

– участки, подверженные постоянным изменениям температуры. В экстремальных условиях могут расширяться или сжиматься элементы клееных деревянных конструкций, что может привести к деформациям и изломам.

В целом, использование клееных деревянных конструкций ограничивается небольшими региональными особенностями, которые могут быть учтены при проектировании и строительстве.



Рисунок 3. Способы и технологии, исключающие недостатки древесины в клееных деревянных конструкциях
 Источник: разработано автором

Одним из основных преимуществ, определяющих применение КДК, является возможность возведения большепролетных конструкций. Это связано с относительно небольшим собственным весом. Например, в 2005 году в городе Млада-Болеслав на севере Чехии был построен спортивный комплекс «Автоарена», где КДК использован для строительства большого крытого футбольного поля с пролетом более 60 метров.

Максимальный пролет, который был перекрыт изделием из клеено-деревянных конструкций, был записан в Книге рекордов Гиннеса. Это здание компании Metsä Wood (рисунок 4) в Финляндии, называемое «Т4». Пролет здания составляет 135 метров, что делает его самым большим строением в мире на основе КДК. Более того, в этом здании также был установлен новый рекорд по длине самой большой балки КДК, которая составила 120 метров.



Рисунок 4. Здание Metsä Wood перекрытое с применением КДК

Источник: взято из Metsä Wood . – URL: <https://www.metsagroup.com/metsawood/news-and-publications> (дата обращения: 24.06.2023)

Одним из важных преимуществ клееных деревянных конструкций является удельная прочность. Так, удельная прочность древесины (отношение расчетного сопротивления древесины сжатию и изгибу к ее плотности) составляет для сосны в среднем 130-200 кН·м/кг, в то время как для бетона В25 – 13,92 кН·м/кг, а для стали С245 – около 30,6 кН·м/кг (рисунок 5). Приведенные данные указы-

вают на то обстоятельство, что наиболее выгодно использование древесины в сжатых и изгибаемых элементах конструкций. Таким образом, клееные деревянные конструкции по своей массе могут быть сопоставимы с аналогичными конструкциями, выполненными из стали, и в 10–15 раз легче бетонных и железобетонных.

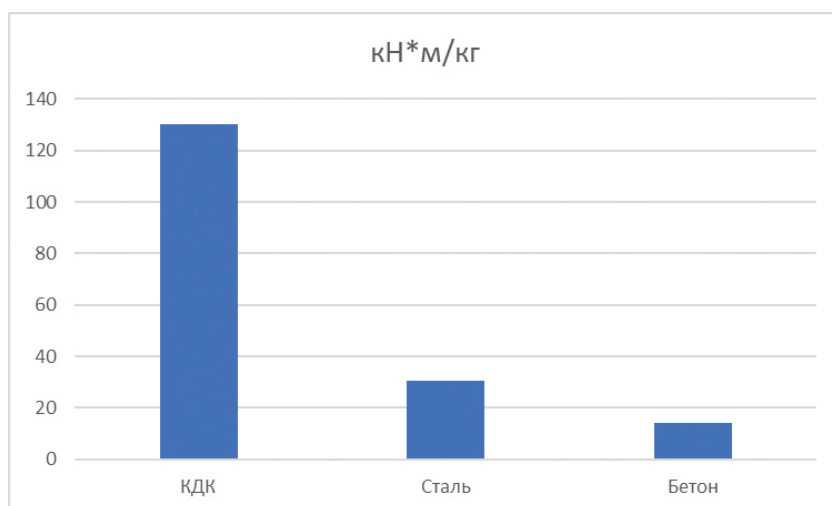


Рисунок 5. Сравнительная диаграмма удельной прочности стали, железобетона и КДК, МПа
Источник: разработано автором

Таким образом, можно сказать, что клееные деревянные конструкции в качестве несущих имеют большой потенциал. Большая часть недостатков древесины может быть устранена на этапе изготовления конструкции, а длительность эксплуатации обеспечена рациональными проектными решениями и правильными условиями эксплуатации. КДК имеют конкурентные прочностные характеристики на единицу

массы конструкции, а также, экологические, экономические и эстетико-функциональные преимущества. Основным преимуществом является относительно небольшой вес конструкции, который, во многих случаях, позволяет экономить на этапе транспортировки, монтажа, а также позволяет достигнуть максимального экономического эффекта при строительстве на слабонесущих грунтах.

Литература

1. Герашенко А. И. Конструкционные материалы деревянного происхождения – М.: Стройиздат, 2017. – С. 3–5.
2. Калугин А. В. Клееные деревянные конструкции в современном строительстве // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – № 7–2. – С. 32–37. – <https://doi.org/10.15862/02SATS318>
3. Оценка работоспособности клеёных несущих конструкций каплевидного купола атриума многофункционального комплекса, меры по повышению эксплуатационной надежности / Т. Н. Казакевич [и др.] // Инновации в деревянном строительстве : Материалы 11-й Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 22–23 апреля 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. – С. 112–120.
4. Перцева А. Е., Хижняк Н. Н., Астафьева Н. С. Опыт применения большепролетных клееных деревянных конструкций // Транспортные сооружения. – 2018. – № 3. – С. 2.
5. Сибен А. В. Клеёные деревянные конструкции в строительстве: эффективность и проблемы применения // Новые технологии – нефтегазовому региону : Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В IV томах, Тюмень, 30 мая 2022 года. Том III. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2022. – С. 180–183.
6. Шиповалов И. А. Противопожарная защита деревянных конструкций. – СПб.: ГУАП, 2013. – С. 2–7.

Статья поступила в редакцию: 11.07.2023; принята в печать: 06.03.2024.
Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.