

## ОБЗОР СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ СКЛЕЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ OVERVIEW OF GLUED WOOD BUILDING MATERIALS

**Чирков И.А.**, студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

**Chirkov I.A.**, student of the Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov», Voronezh, Russia.

**Кантиева Е.В.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

**Kantieva E.V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov», Voronezh, Russia.

**Пономаренко Л.В.**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж.

**Ponomarenko L.V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov», Voronezh, Russia.

**Аннотация.** В настоящее время экологичность одно из главных требований к продукции любого вида во всем мире. Использование древесины в качестве строительного материала полностью отвечает данному требованию. С каждым годом увеличивается доля деревянного домостроения, причем не только в сегменте малоэтажных, но и многоэтажных деревянных домов и сооружений. При работе с деревом необходимо учитывать его особенности и недостатки. При изменении влажности древесина изменяет размеры, поражается грибами и насекомыми, имеет высокий класс пожароопасности. С целью совершенствования эксплуатационные свойств древесины широко используется ее модификация, путем применения различных методов обработки: сушка, термообработка, пропитка различными составами, склеивание. В последнее время на рынке появилось большое количество инновационных строительных материалов на основе склеивания древесины: LVL-брус, CLT-панели, клееный брус, деревянные двутавровые балки. Использование в строительстве данных материалов из клееной древесины позволяет применять возобновляемое экологичное сырье. И не смотря на более высокую стоимость данных материалов по сравнению с традиционными строительными материалами они конкурентоспособны по своим свойствам: малый вес, меньшая нагрузка на фундамент, не подвержены коррозии, легко монтируются даже на территориях со сложными инженерно-геологическими условиями, при воздействии огня дольше сохраняют структурную прочность, легко транспортируются и утилизируются.

**Summary.** Currently, environmental friendliness is one of the main requirements for products of any kind all over the world. The use of wood as a building material fully meets this requirement. Every year the share of wooden housing construction increases, and not only in the segment of low-

rise, but also multi-storey wooden houses and structures. When working with a tree, it is necessary to take into account its features and disadvantages. When the humidity changes, the wood changes its size, is affected by fungi and insects, and has a high fire hazard class. In order to improve the performance properties of wood, its modification is widely used, through the use of various processing methods: drying, heat treatment, impregnation with various compositions, gluing. Recently, a large number of innovative construction materials based on wood bonding have appeared on the market: LVL-beams, CLT-panels, glued beams, wooden I-beams. The use of these materials from glued wood in construction allows the use of renewable, eco-friendly raw materials. And despite the higher cost of these materials compared to traditional building materials, they are competitive in their properties: light weight, less load on the foundation, are not subject to corrosion, are easily installed even in areas with difficult engineering and geological conditions, when exposed to fire, they retain their structural strength longer, are easily transported and disposed of.

**Ключевые слова:** древесина, склеивание, строительство, свойства, область применения

**Keywords:** wood, gluing, construction, properties, field of application

Пандемия новой коронавирусной инфекции повлияла на все сферы жизни людей, многие задумались о переезде за город, в связи с чем значительно возрос спрос на индивидуальное жилищное строительство [1]. У российских потребителей загородный дом ассоциируется с деревянным. Деревянные дома экологичные, теплые, прочные, в них легко дышится, они быстро возводятся, имеют прекрасный внешний вид. При этом Россия обладает большими запасами древесины.

В настоящее время экологичность одно из главных требований к продукции любого вида во всем мире. Использование древесины в качестве строительного материала полностью отвечает данному требованию. Экостроительство бурно развивается как в Европе, так и в США, причем не только в сегменте малоэтажных, но и многоэтажных деревянных домов и сооружений [1]. Так уже построено 10-этажное здание «Forté» в Мельбурне 14-этажный жилой комплекс Treet Bergen в Норвегии, деревянные пятиэтажки уже давно стали нормой в Скандинавии и Канаде, имеются проекты деревянных небоскребов высотой в 35 и 42 этажа.

В России также имеются реализованные проекты экостроительства, это – инновационный центр «Сколково», постройки олимпийского парка в Сочи, пятиэтажные застройки в Санкт-Петербурге и Нижнем Новгороде.

Однако при работе с деревом необходимо учитывать его особенности и недостатки. При изменении влажности древесина изменяет размеры, поражается грибами и насекомыми, имеет высокий класс пожароопасности.

Для повышения эффективности использования древесины в строительстве необходимо совершенствовать ее эксплуатационные свойства. С этой целью широко используется модификация древесины, путем применения различных методов обработки: сушка, термообработка, пропитка различными составами, склеивание.

Склеивание позволяет рационально использовать древесину, получать конечную продукцию требуемых размеров с улучшенными прочностными характеристиками.

В последнее время на рынке появилось большое количество инновационных строительных материалов на основе склеивания древесины: LVL-брус, CLT-панели, клееный брус, деревянные двутавровые балки.

**CLT-панели (Cross Laminated Timber)** – массивные многослойные деревянные панели, изготовленные из досок, склеенных между собой перекрестно. Количество слоев в панелях 3, 5, 7. Формат плит 3×9 м, толщина варьируется от 60 до 300 мм. Современное оборудование способно производить CLT панели длиной до 24 м и шириной до 3,5 м, что позволяет монтировать ограждающие конструкции целого этажа здания за один прием.

Вертикальные слои панелей отвечают за несущую способность, горизонтальные за жесткость. Сочетание разнонаправленных слоев создают естественную пароизоляцию, отличный акустический эффект (все стены Концертного зала Мариинского театра обшиты CLT-панелями). Изготавливаются панели из древесины хвойных пород: сосна, ель, пихта, лиственница.



**Рисунок 1. CLT-панель**

Технология изготовления CLT-панелей включает в себя следующие этапы: выбор пиломатериалов; группировка пиломатериалов и строгание; нанесение клея; формирование перекрестных слоев, прессование с прикладыванием давления с четырех сторон; вырезка в изделии проемов под окна и двери, каналов для сетей, выборка ниш для утеплителя; обработка, маркировка и упаковка.

Плюсами являются высокие показатели прочности (прочность на сжатие вдоль волокон 13-15 Мпа, поперек волокон 1,8 Мпа), которые превосходят в несколько раз прочностные характеристики бетона, CLT-панели безопасны для здоровья человека, поскольку для склеивания не используются формальдегидсодержащие смолы. Однако минусом является высокая стоимость CLT-панелей, по сравнению с другими строительными материалами.

CLT-панели применяются в качестве несущих опор и балок, плит перекрытий и стеновых панелей, внешних и внутренних, в том числе высокой степени готовности – с прорезанными проемами для дверей и окон.

**ЛВЛ-брус, брус LVL, брус из клеёного шпона** — конструкционный материал, изготовленный по технологии склейки нескольких слоёв лущёного шпона хвойных пород толщиной порядка 3 мм. Может использоваться древесина березы. Количество слоев шпона может быть до 24, чаще 9-12. В зависимости от назначения все слои имеют одинаковое направление волокон или отдельные слои взаимоперпендикулярное направление. LVL выпускают в виде плит и брусьев длиной 2,5-20,5м, шириной 40-1250 мм, толщиной 24-100 мм. Безопорный пролет балок из LVL бруса может достигать 36 м, а ферм – 42 м и более.



**Рисунок 2. LVL-брус**

Технология изготовления LVL-бруса: гидротермическая обработка чураков, лущение шпона, нарезка заготовок, сушка, нанесение клея, сборка пакетов, прессование, раскрой на заданные размеры.

Одними из главных плюсов LVL-бруса является то, что он биоустойчив, не поддерживает горение, не даёт усадки и не деформируется из-за перепадов температур и влажности. Благодаря своей однородной структуре брус ЛВЛ обладает высокой прочностью при горизонтальной нагрузке. Прочность на изгиб вдоль волокон 48 Мпа, прочность на растяжение 16,5-22,5 Мпа. Недостатком является высокая стоимость, порядка 35 тысяч рублей за м<sup>3</sup>.

Основное применение бруса ЛВЛ — это несущие элементы каркаса. Материалы CLT и LVL могут комбинироваться друг с другом. Например, каркас здания может состоять из LVL бруса, а стены и перекрытия – из панелей CLT.

**Клееный брус** – материал, полученный склеиванием ламелей с разным направлением годичных слоев. Используется древесина сосны и ели. Размерный ряд изделий: толщина 120-280 мм, высота 140-280 мм, длина 1-18 м. Сечение зависит от количества досок, используемых при склеивании. Их количество варьируется от 2 до 5 штук в одной детали.

Технология изготовления клееного бруса включает следующие этапы: доски необходимого качества высушивают, затем склеивают между собой разворачивая каждый брусок противоположно друг другу по направлению годичных колец и волокон. Для склеивания используются клеи на основе меламина и полиуретана. После склеивания брусу придается различный профиль, чаще гребенка или скандинавский шип-паз., обрабатывают антисептиками, антипиренами. Для улучшения теплоизоляционных свойств в конструкцию между деревянными ламелями может быть добавлен утеплитель [9].



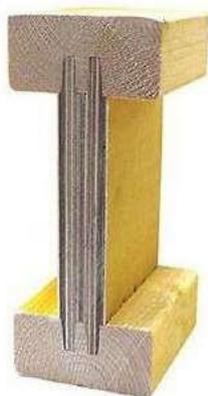
**Рисунок 3.** Клееный брус

Достоинства клееного бруса: высокая несущая способность при малом весе, неограниченные размеры по длине, повышенные показатели тепло- и звукоизоляции, биостойкость. Прочность на сжатие вдоль волокон в среднем 45 Мпа, усадка в 8 раз ниже чем у цельного бруса и составляет 5-10 мм/м. Недосток – высокая стоимость.

Область применения клееного бруса: несущие стены, стропила для крыши, лаги для полов, производство столярно-строительных изделий, предметов мебели.

Если после склеивания брус оцилиндровать можно получить еще один вид строительного материала – **клееное бревно**, которое имеет округлую форму и одинаковый размер по длине. От цельного оцилиндрованного бревна материал отличается отсутствием трещин и большими размерами по длине. На клееном бревне в заводских условиях выбирают пазы и чаши, угловые врубки, что позволяет быстро и с минимальными зазорами собирать дом.

**Двухтавровая деревянная балка** состоит из двух деревянных планок (полок), соединенных стенкой. Полки «двухтавра» изготавливают из цельной или клееной древесины хвойных пород, LVL, стенку – из фанеры, OSB, ДСП. Детали соединяют между собой двойным шипом на клей в специальных прессах. Высота балки 140-470 мм, длиной до 8 м [8].



**Рисунок 3.** Двухтавровая балка

Максимальное усилие двухтавры выдерживают только при определенном направлении изгибающего момента, поэтому, как только нарушается положение элемента или изменяется направление усилия, конструкция резко теряет первоначальную прочность. При правильном

положении верхняя полка двутавровой балки должна работать на сжатие, а нижняя на растяжение. Стенка держит лишь незначительные переменные напряжения.

Достоинством данного материала является малый вес по сравнению с балками квадратного сечения, что снижает нагрузки на стены и фундамент, обеспечивает легкий монтаж.

Клееные балки применяют для обустройства перекрытий, стропильных конструкций, бесшумных полов, межкомнатных перегородок.

Использование в строительстве описанных в статье материалов из клееной древесины позволяет применять возобновляемое экологичное сырье. И не смотря на более высокую стоимость данных материалов по сравнению с традиционными строительными материалами они конкурентоспособны по своим свойствам: малый вес, меньшая нагрузка на фундамент, не подвержены коррозии, легко монтируются даже на территориях со сложными инженерно-геологическими условиями, при воздействии огня дольше сохраняют структурную прочность, легко транспортируются и утилизируются.

Появление на рынке инновационных строительных материалов на основе склеивания древесины является предпосылкой для наращивания объемов экостроительства и деревянного малоэтажного строительства в России.

#### Список литературы

1. Информационно-аналитический журнал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lesprominform.ru/>. — Загл. с экрана. (дата обращения: 21.05.2021)
2. Online-журнал о жизни в частном секторе [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://homius.ru/lvl-brus-chto-eto-takoe.html>. — Загл. с экрана. (дата обращения: 21.05.2021)
3. Энциклопедия «Древология» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://drevologia.ru/plyusy-i-minusy-clt-panelej/>. — Загл. с экрана. (дата обращения: 21.05.2021)
4. Компания «Промстройлес» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.pslcomp.ru/clt-tehnologiya-stroitelstva-derevyannyh-domov/stenovye-paneli-clt-tehnologiy-a>. — Загл. с экрана. (дата обращения: 21.05.2021)
5. Югорский лесопромышленный холдинг [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ugratimber.com/units/lvl/>. — Загл. с экрана. (дата обращения: 21.05.2021)
6. Современные технологии обработки древесины [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.ultralam.com](http://www.ultralam.com). — Загл. с экрана. (дата обращения: 21.05.2021)
7. CLT ПРОМ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cltprom.ru/>. — Загл. с экрана. (дата обращения: 21.05.2021)
8. Кровля крыши [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Krysha-Expert.ru](http://Krysha-Expert.ru). — Загл. с экрана. (дата обращения: 21.05.2021)
9. Портал InfoBrus [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://infobrus.ru/drevesiny/brus/preimushhestva-i-nedostatki-kleenogo-brusa.html>. — Загл. с экрана. (дата обращения: 21.05.2021)
10. Никифоров Е.П. Клееная древесина: технология изготовления, свойства, преимущества и недостатки, области применения // Современные научные исследования и инновации. 2019.

№ 7 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2019/07/89933> (дата обращения: 21.05.2021).

### References

1. Information and analytical journal [Electronic resource] / Access mode: <https://lesprominform.ru/>. – Title from the screen. (date of access: 21.05.2021)
2. Online-magazine about life in the private sector [Electronic resource] / Access mode: <https://homius.ru/lvl-brus-chto-eto-takoe.html>. - Title from the screen. (date of access: 21.05.2021)
3. Encyclopedia “Drevology” [Electronic resource] / Access mode: <https://drevologia.ru/plyusy-i-minusy-clt-panelej/>. – Title from the screen. (date of access: 21.05.2021)
4. Company “Promstroyles” [Electronic resource] / Access mode: <https://www.pslcomp.ru/clt-tehnologiya-stroitelstva-derevyannyh-domov/stenovye-paneli-clt-tehnologiy-a>. - Title from the screen. (date of access: 21.05.2021)
5. Ugra Timber Industry Holding [Electronic resource] / Access mode: <http://www.ugratimber.com/units/lvl/>. – Title from the screen. (date of access: 21.05.2021)
6. Modern technologies of wood processing [Electronic resource] / Access mode: [www.ultralam.com](http://www.ultralam.com). – Title from the screen. (date of access: 21.05.2021)
7. CLT PROM [Electronic resource] / Access mode: <https://cltprom.ru/>. – Title from the screen. (date of access: 21.05.2021)
8. Roof roof [Electronic resource] / Access mode: [Krysha-Expert.ru](http://Krysha-Expert.ru). – Title from the screen. (date of access: 21.05.2021)
9. InfoBrus portal [Electronic resource] / Access mode: <https://infobrus.ru/drevesiny/brus/preimushhestva-i-nedostatki-kleenogo-brusa.html>. - Title from the screen. (date of access: 21.05.2021)
10. Nikiforov E.P. Glued wood: manufacturing technology, properties, advantages and disadvantages, areas of application // Modern scientific research and innovations. 2019. No. 7 [Electronic resource]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2019/07/89933> (date of access: 05/21/2021).