

СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

СЕРЕГИН Николай Григорьевич, почетный работник сферы образования Российской Федерации, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства НИУ МГСУ, e-mail: SereginNG@mgsu.ru

КУРДЮКОВ Артем Сергеевич, студент НИУ МГСУ, e-mail: temik1516@gmail.ru

Введение

Современное строительство постоянно находится в поиске инновационных решений, способных сочетать прочность, эстетику и энергоэффективность. Для решения данной проблемы, а также многих других разрабатываются различные технологии изготовления деревянных конструкций.

В настоящий момент наибольшее распространение получила технология изготовления перекрестных стеновых панелей – *CLT*. Но наряду с данной технологией существует еще одна, которая имеет очень схожую конструкцию – *МНМ* [1, 2, 3, 4, 5].

Цель работы – исследование современных строительных конструкций с применением панелей *CLT* и *МНМ* в промышленном и гражданском строительстве.

Объект исследования

С применением в современных строительных конструкциях деревянных панелей *CLT* и *МНМ* строят различные здания и сооружения, такие как: отели, многоэтажные и общественные здания, частные дома, офисы, производственные и торговые комплексы [6, 7, 8].

***CLT* (Cross Laminated Timber** или **Перекрестно Клееная Древесина**), другие названия: *KLH*, *BSP*, *X-LAM*, *CROSS-LAM* — это технология подразумевает изготовление панелей, в основу которой положено перекрестное склеивание между собой слоев ламелей из хвойных пород деревьев (рис. 1) [9, 10, 11].

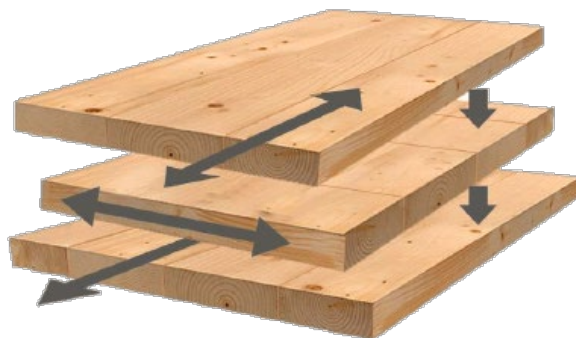


Рис. 1. Перекрестное склеивание панелей *CLT*.

Для изготовления панелей *CLT* применяется доска хвойных пород древесины камерной сушки, с влажностью 12%. Она раскраивается на ламели необходимого сечения, которые сращиваются по длине. Далее ламели калибруются и собираются в щиты с послойным перекрёстным склеиванием. После чего щиты запрессовываются для получения единой панели, которая в дальнейшем проходит процесс калибровки, шлифовки и раскроя на ЧПУ станке [12].

Габаритные размеры *CLT* панелей варьируются в диапазоне: ширина – до 4 м, длина – 24 м, а толщина – от 0,06 до 0,4 м [13, 14].

На ряду со стандартными панелями *CLT* разработаны утепленные плиты – *GrO Thermo* применяемые для наружных стен.

GrO Thermo – это утепленная CLT-плита, часть внутренних ламелей которой замещена древесным утеплителем. Слой утеплителя вклеивается и запрессовывается в плиту аналогично ламелям [15, 16, 17].

Утеплитель, применяемый в панелях на 94% состоит из древесины, а также из экологического клея и парафина, которые добавляют для сохранения формы плиты (рис. 2).



Рис. 2. Состав плит *GrO Thermo*.

Примерами наиболее известных зданий и сооружений из CLT панелей являются:

- 100-метровая башня *Rocket&Tigerli* в Швейцарии, по плану, ее строительство должно завершиться в 2026 году.
- Комплекс *Mjostarnet* в Норвегии насчитывающий 85,4 метра в высоту и 18-20 этажей.
- В России, это ЖК «Соколики» в г. Сокол, 4-этажный комплекс, высотой 15м. и площадью 3013 м².

Далее рассмотрим технологию **MHM (Massiv-Holz-Mauer** или **Многослойный Хвойный Массив)** — это панели, изготавливающиеся послойно с перехлестом из обрезных досок хвойных пород толщиной 20-24 мм [18, 19].

Для производства стеновых панелей **MHM** используется доска камерной сушки, с влажностью 12%, не требующие обработки антисептиком и пропитками.

Каждая доска проходит обработку на четырехстороннем станке, где выпиливаются пазы, которые при соединении досок между собой образуют воздушную прослойку для высокой звукоизоляции и теплопроводности. Так же на станке выпиливается боковой профиль для соединения досок между собой во избежание образования «мостиков холода». Затем доски послойно с перекрестной укладкой собираются в щиты с необходимыми размерами, которые сшиваются на алюминиевые гвозди в станках.

Выбор алюминиевых гвоздей (штифтов) обусловлен снижением повреждения и износа режущего инструмента при механической обработке.

По технологии изготовления панели являются экологически чистыми, без применения клея и других химических пропиток.

Производственная линия рассчитана на выпуск панелей с размерами: высота – 3,25 м, длина – до 6 м, толщина наружных панелей стен - от 340 мм (15 слоев досок) до 160 мм (7 слоев), а внутренних составляет 160 или 115 мм [20,21].

Примерами наиболее известными зданиями и сооружениями из МНМ панелей, являются:

- *SporX* в Норвегии, это 40-метровое офисное здание, при его строительстве использовано 2000 м³ цельной древесины и 500 м³ клееного бруса.
- Отель *Waldeck Spa Kur* в Бад-Дюхрайме.

Результаты обсуждения

Панели МНМ, так же, как и CLT имеют общую техническую особенность, связанную с обязательным применением отделочных материалов после монтажа конструкции.

- *Внутренняя отделка* (например, дерево, гипсокартон, штукатурка) монтируется непосредственно на панель.

- *Внешняя отделка*, является частью фасада и рассчитывается исходя из необходимого значения теплопередачи наружной конструкции здания.

Отделка фасада может использоваться как с вентилируемым фасадом (рис. 3,а), так и штукатурная (рис. 3,б).

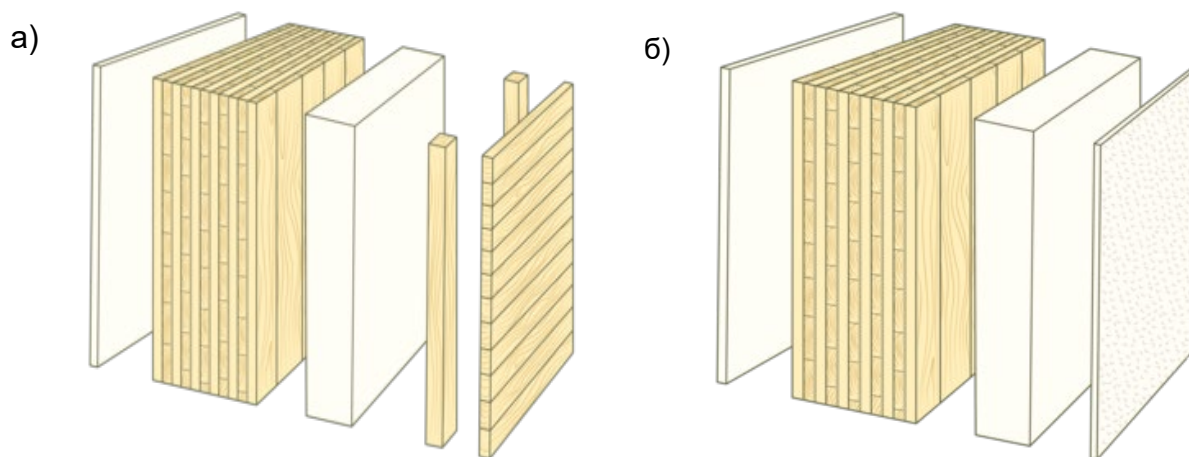


Рис. 3. Примеры отделки наружных панелей: а) вентилируемый фасад, б) штукатурный фасад.

- *Перегородки здания*, имеют внутреннюю обшивку с обеих сторон (например, дерево, гипсокартон, штукатурка), образующую готовую поверхность стены. Слои обшивки располагаются непосредственно на стене без монтажного зазора (рис. 4).

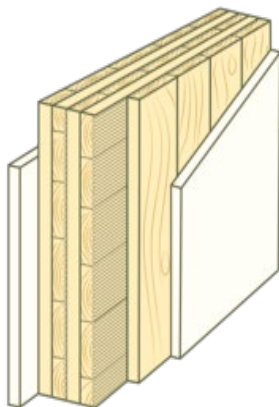


Рис. 4. Примеры отделки панелей перегородок.

Изучив основные конструктивные решения технологии *CLT*, необходимо рассмотреть ее достоинства и недостатки:

К преимуществам панелей CLT можно отнести:

- Высокую заводскую готовность домокомплекта за счет применения модулей.
- Скорость выполнения работ по монтажу домокомплекта.
- Высокую несущую способность и жесткость панелей, за счет перекрестной склейки ламелей.
- Высокую сейсмоустойчивость зданий и сооружений из *CLT* панелей.
- Высокую огнестойкость конструкции.
- Низкую теплопроводность панелей.

К недостаткам панелей CLT можно отнести:

- Большой вес и габариты *CLT* панелей требующие специального транспорта для перевозки и монтажа конструкций.
- Уменьшение габаритов панелей приводит к увеличению стыковых соединений, которые являются потенциальными «мостиками холода», а также усложняют монтаж конструкций.

Так же рассмотрим основные достоинства и недостатки технологии *МНМ*:

К преимуществам МНМ можно отнести:

- Отсутствие усадки, за счет использования доски обработанной в сушильных камерах до влажности 12-14%.
- За счет перекрестного соединения ламелей обеспечивается высокая жесткость панелей.
- При производстве панелей используются только натуральные материалы.
- Скорость выполнения сборки домокомплекта, за счет высокой готовности конструкций.
- Сразу после сборки здания можно приступить к отделке, за счет гладких деревянных панелей.
- Так же панели МНМ имеют более низкую стоимость и меньший вес по сравнению с *CLT*, за счет особенностей производства.

К недостаткам МНМ можно отнести:

- Необходимость использования только калиброванных пиломатериалов.

Выводы

1. Несмотря на высокую схожесть процессов изготовления панелей *CLT* и *МНМ* они имеют одно принципиально важное отличие, панели *CLT* создаются путем склеивания ламелей в прессах, а панели МНМ собираются с помощью алюминиевых гвоздей. Стоимость панелей *CLT* выше стоимости панелей *МНМ* на 30-40%.

2. Применение технологии *CLT* оптимально для возведения многоэтажных зданий, в случаях, когда несущая способность панелей и их высокая заводская готовность используется на 100%, а высокая себестоимость производства компенсируется большим объемом возводимого строения.

3. Деревянное многоэтажное строительство из панелей *CLT* и *МНМ* — это реальность, поскольку оно соответствует современным нормам энергоэффективного строительства. Сооружения по данным технологиям могут возводиться на территориях со сложными инженерно-геологическими условиями, в сейсмически активных, горных или вечномёрзлых районах.

4. Монтаж деревянных конструкций отличается высокой технологичностью и скоростью, ввиду того что используются модули заводской сборки.

5. Технология строительства деревянных зданий *Massiv-Holz-Mauer* является более оптимальной по технико-экономическим, физическим и эксплуатационным характеристикам для России, при условии обширного изучения и проведения испытаний данной технологии.

Литература

1. Запруднов В.И., Серегин Н.Г., Потехин Н.И. Перспективы строительства уникальных зданий и сооружений из древесины // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 4. С. 128–136. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-4-128-136.
2. Запруднов В.И., Серегин Н.Г., Курдюков А.С. Большепролетные клееные деревянные конструкции и технология их изготовления // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 4. С. 138–146. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-4-138-146.
3. Серегин Н. Г. Укрепление грунтов при возведении грунтоцементных свай // Промышленное и гражданское строительство. 2023. № 4. С. 37-42. doi: 10.33622/0869-7019.2023.04.37-42.
4. Серёгин Н. Г. Устройство цементогрунтовых свайных фундаментов с помощью механоактивации // Промышленное и гражданское строительство. 2025. № 5. С. 54-60. doi: 10.33622/0869-7019.2025.05.54-60
5. Власов, С. А. Многоэтажное деревянное строительство: новые технологии и материалы. – Москва: Стройиздат, 2020. – 256 с.
6. Булатова, И. В. Современные технологии производства клеёной древесины. – Москва: Лесная промышленность, 2020. – 224 с.
7. Бурмистров, С. В. Инновационные технологии в производстве CLT панелей // Строительные материалы. – 2020. – № 4. – С. 45-50.
8. Громадская, Т. С. Клееный древесный материал: от истории до современности. – Санкт-Петербург: Лесная школа, 2020.
9. Елисеев, А. В. Технологические характеристики CLT панелей // Современные материалы и технологии. – 2020. – № 1. – С. 77-81.
10. Сидоров, Д. И. Применение панелей МНМ в жилом строительстве. – Омск: ОГАСУ, 2021. – 195 с.
11. Сидоров, Д. Ю. Проблемы и перспективы использования CLT // Научные исследования в строительстве. – 2022. – № 4. – С. 22-27.
12. Ковалев, А. Н. Панели МНМ в современном строительстве: преимущества и недостатки. – Казань: ТатГРЭИ, 2020. – 160 с.
13. СП 515.1325800.2022 «Здания из клееного деревянного бруса. Правила проектирования и строительства»: дата введения 2022.05.09. – Москва: «Стандартинформ», 2022. – 42 с.
14. СП 452.1325800.2019 «Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования»: дата введения 2020.04.29. – Москва: «Стандартинформ», 2019. – 53 с.
15. СП 451.1325800.2019 «Здания общественные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования»: дата введения 2020.04.23. -Москва: «Стандартинформ», 2019. - 29с.
16. СП 64.13330.2017«Деревянные конструкции»: дата введения 27.02.2017 №129/пр. – Москва: «Стандартинформ», 2017. – 102 с.
17. Промстройлес /Технические характеристики CLT плит [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pslcomp.ru/clt-tehnologiya-stroitelstva-derevyannyh-domov/tehnicheskie-harakteristiki-clt-plit> (дата обращения: 18.09.2024)
18. SSA.RU / Инновационный материал для строительства загородных домов Gro Thermo [Электронный ресурс]. URL: <https://ssa.ru/news/innovacionnyi-material-dlja-stroitelstva-zagorodnyh-domov-gro-thermo.html> (дата обращения: 19.09.2024)
19. WOODFOCUS / Панели MXM. История и особенности технологии [Электронный ресурс]. URL: https://woodfocus.ru/tehnology_5 (Дата обращения: 22.09.2024).
20. WOOD MASSIV /Технология МНМ [Электронный ресурс]. URL: <https://wm-mhm.ru/proizvodstvo/tehnologiya-mhm#cto-takoe-mhm-massiv-holz-mauer> (дата обращения: 23.09.2024)
21. Massiv-Holz-Mauer® [Электронный ресурс]. URL: <https://www.massivholzmauer.de/de/produkte/massiv-holz-mauer-clt-mlt> (дата обращения: 23.09.2024)