

СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Н.Г. СЕРЕГИН¹

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), Ярославское шоссе, 26, Москва, 129337, Российская Федерация

Аннотация

Введение. В европейских странах наблюдается рост использования деревянных конструкций не только для малоэтажного строительства, но и для возведения многоэтажных зданий. При строительстве многоэтажных зданий из древесины часто сталкиваются с проблемой создания изделий с уникальными геометрическими и конструкционными характеристиками, которые невозможно изготовить из стандартных пиломатериалов.

Цель. Исследование современных строительных конструкций с применением панелей CLT и МНМ в промышленном и гражданском строительстве для возведения многоэтажных зданий и сооружений, изучение возможных конструктивных решений, рассмотрение технических характеристик конструкций.

Материалы и методы. Предметом данного исследования являются современные строительные конструкции из древесины на основе технологий CLT и МНМ, используемых для изготовления уникальных несущих конструкций в строительстве зданий.

Результаты. В работе приведены технические характеристики панелей для строительства деревянных сооружений. Рассмотрены примеры реализованных и реализуемых зданий и сооружений.

Выводы. Сформулированы основные различия производственных решений. Проанализированы основные перспективы применения деревянного многоэтажного строительства. Сформулированы основные преимущества и недостатки панелей CLT и МНМ.

Ключевые слова: CLT, Cross Laminated Timber, перекрестно клееная древесина, перекрестное склеивание, Gro Thermo, МНМ, Massiv-Holz-Mauer, многослойный хвойный массив, характеристики панелей, достоинства, недостатки, перспективы применения панелей

Для цитирования: Серегин Н.Г. Современные строительные конструкции из древесины // Вестник НИЦ «Строительство». 2026. № 2(49). С. 48–58. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2026-2\(49\)-48-58](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2026-2(49)-48-58)
EDN: MSPXNT

Вклад автора

Автор берет на себя ответственность за все аспекты работы над статьей.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 24.01.2026

Поступила после рецензирования 20.02.2026

Принята к публикации 05.03.2026

MODERN BUILDING STRUCTURES MADE OF WOOD

N.G. SEREGIN¹

¹*National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), 26 Yaroslavskoye Shosse, Moscow, 129337, Russian Federation*

Abstract

Introduction. In European countries, the use of timber structures is growing, not only for low-rise construction but also for multi-story buildings. When constructing multi-story buildings using timber, one often encounters the challenge of creating products with unique geometric and structural characteristics that cannot be manufactured from standard lumber.

Aim. To study modern building structures using CLT and MHM panels in industrial and civil engineering for the construction of multi-story buildings and structures, to explore possible design solutions, and to examine the technical characteristics of the structures.

Materials and methods. The subject of this study is modern timber building structures based on CLT and MHM technologies used to produce unique load-bearing structures in building construction.

Results. The paper presents the technical characteristics of panels for the construction of timber structures. Examples of completed and future buildings and structures are considered.

Conclusions. The main differences in manufacturing solutions are outlined. The main prospects for the use of timber in multi-story construction are analyzed. The main advantages and disadvantages of CLT and MHM panels are outlined.

Keywords: CLT, Cross Laminated Timber, cross-glued wood cross-bonding, Gro Thermo, MHM, Massiv-Holz-Mauer, multilayer coniferous wood, panel characteristics, advantages, disadvantages, panel application prospects

For citation: Seregin N.G. Modern building structures made of wood. *Bulletin of Science and Research Center of Construction*, 2026, no. 2 (49), pp. 48–58. (In Russian). [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2026-2\(49\)-48-58](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2026-2(49)-48-58) EDN: MSPXNT

Author contribution statement

The author takes responsibility for all aspects of the paper.

Funding

No funding support was obtained for the research.

Conflict of interest

The author declare no conflict of interest.

Received 24.01.2026

Revised 20.02.2026

Accepted 05.03.2026

Введение

В европейских странах тенденции последних лет показывают рост использования деревянных конструкций не только для малоэтажного строительства, но и для возведения многоэтажных зданий. При строительстве многоэтажных зданий из древесины сталкиваются с проблемой создания изделий с уникальными геометрическими и конструктивными характеристиками, которые невозможно изготовить из стандартных пиломатериалов. 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 для решения указанной проблемы наибольшее распространение получила технология изготовления перекрестных стеновых панелей – *CLT*. Но наряду с данной технологией существует еще одна, которая имеет очень схожую конструкцию – *МНМ* [5, 6, 7].

Цель работы – исследование современных строительных конструкций с применением панелей *CLT* и *МНМ* в промышленном и гражданском строительстве для возведения многоэтажных зданий и сооружений, изучение возможных конструктивных решений, рассмотрение технических характеристик конструкций.

Объект исследования

С применением в современных строительных изделиях деревянных панелей *CLT* и *МНМ* строят различные здания и сооружения, такие как: отели, многоэтажные и общественные здания, частные дома, офисы, производственные и торговые комплексы [1, 2].

Строительство и применение панелей *CLT* и *МНМ* осуществляется с некоторыми технологическими особенностями, одной из которых является обязательная отделка фасадов здания материалами, не поддерживающими горение и защищающими их от атмосферных воздействий. Для обеспечения лучшей тепло и звукоизоляции необходимо тщательно герметизировать стыки между панелями (не допускать «мостков холода») [3, 4].

Пример конструктивной схемы многоэтажного здания с применением деревянных панелей *CLT* или *МНМ* представлен на рис. 1.

Основными несущими элементами рассматриваемой конструктивной схемы многоэтажного здания являются *CLT* или *МНМ* панели толщиной 160 мм, из которых изготовлены несущие стены 1 перекрытия 2. К несущим стенам через пароизоляционную мембрану 3 закреплен двойной слой теплоизоляционных плит 4 толщиной 50 мм и плотностью 100 кг/м³. Теплоизоляция выполнена из двух слоев плит Пеноплекса 5 толщиной 50 мм и плотностью 20–40 кг/м³. Выравнивание пола произведено стяжкой из легкого бетона 6 толщиной 60 мм, на который наносится напольное покрытие 7. Между панелями перекрытия 2 и нижним слоем плит Пеноплекса 5 проходят инженерные сети 8, включающие трубопроводы и электрические кабели. Межэтажную шумоизоляцию обеспечивают плиты 9 толщиной 100 мм и плотностью 40 кг/м³. К шумоизоляционным плитам 9 через пароизоляционную мембрану 10 закреплен чистовой потолок 11. Особенно необходимо обратить внимание на наличие шумоизоляционного демпфера 14, расположенного между плитами из *CLT* или *МНМ* панелей несущих стен 1 и плитами из *CLT* или *МНМ* панелей перекрытий 2, что существенно повышает комфортность проживания людей в здании.

Рассмотрим конструкции и технологии изготовления современных строительных элементов на базе деревянных *CLT* и *МНМ* панелей.

***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. 2) [8, 9].

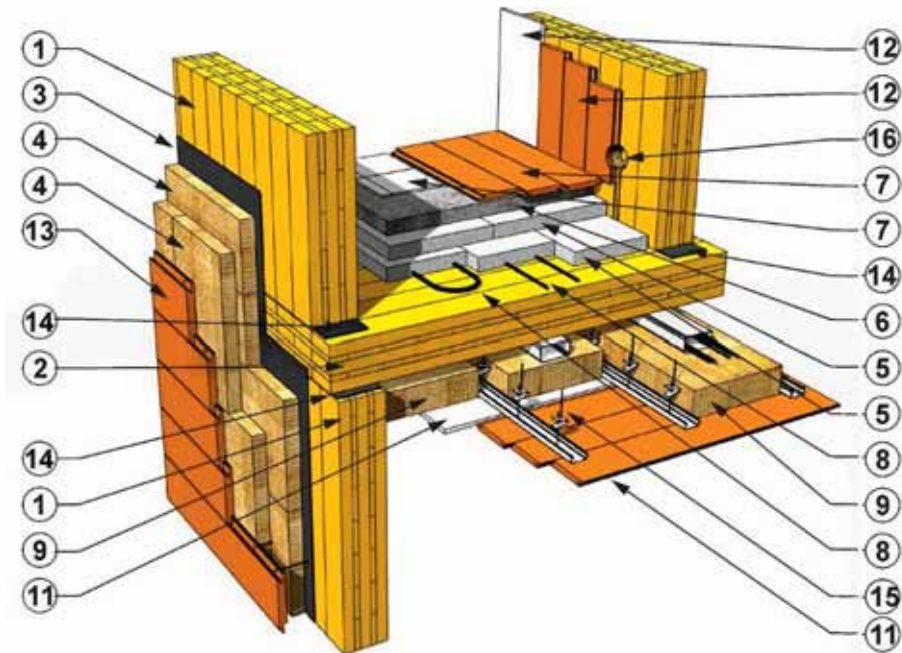


Рис. 1. Конструктивные схемы многоэтажного здания: 1. Несущая стена из CLT или МНМ панелей толщиной 160 мм.; 2. Перекрытия из CLT или МНМ панелей толщиной 160 мм.; 3. Пароизоляционная мембрана; 4. Теплоизоляционные плиты 2 x 50 мм, плотностью 100 кг/м³; 5. Пеноплекс 2 x 50 мм, плотностью 20–40 кг/м³; 6. Стяжка из легкого бетона толщиной 60 мм; 7. Напольное покрытие; 8. Сети; 9. Шумоизоляционные плиты 100 мм, плотностью 40 кг/м³; 10. Пароизоляционная мембрана; 11. Чистовой потолок; 12. Отделка интерьеров; 13. Фасадный материал; 14. Шумоизоляционный демпфер; 15. Подсистема чистового потолка; 16. Штробы

Fig. 1. Structural diagram of a multistorey building: 1. Loadbearing wall made of CLT or MНМ panels 160 mm thick; 2. Floors made of CLT or MНМ panels 160 mm thick; 3. Vapor barrier membrane; 4. Thermal insulation boards 2 x 50 mm, with a density of 100 kg/m³; 5. Penoplex 2 x 50 mm, with a density of 20–40 kg/m³; 6. Light concrete screed with a thickness of 60 mm; 7. Flooring; 8. Nets; 9. Sound insulation boards of 100 mm, with a density of 40 kg/m³; 10. Vapor barrier membrane; 11. Finished ceiling; 12. Interior decoration; 13. Facade material; 14. Noise-insulating damper; 15. Finishing ceiling subsystem; 16. Grooves



Рис. 2. Перекрестное склеивание панелей CLT
Fig. 2. Cross-gluing of CLT panels

Технология изготовления панелей была разработана в конце 1980-х годов и впервые использована в Германии и Австрии уже в начале 1990-х. Более широкие исследования данной технологии были проведены только после середины 1990-х годов [6, 7].

Уже к 2000-м годам производство многослойных клеёных деревянных панелей набрало большую популярность в европейских странах. Панели применяли для различных систем строительства одноэтажных и многоэтажных зданий [10, 11].

Для изготовления панелей *CLT* применяется доска хвойных пород древесины камерной сушки с влажностью 12 %. Она раскаивается 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].

Эти технологические операции необходимы для получения панелей с необходимыми геометрическими параметрами, сформированными проемами, а также технологическими отверстиями. За счёт перекрёстного склеивания получается панель с превосходными физико-механическими и теплоизоляционными свойствами, в отличие от традиционной древесины.

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

Современное строительство постоянно находится в поиске инновационных решений. Так, наряду 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 [14].

Утеплитель, применяемый в панелях, на 94 % состоит из древесины, а также из экологического клея и парафина, которые добавляются для сохранения формы плиты (рис. 3).

Основные технические характеристики панелей *CLT* приведены в табл. 1 [15].

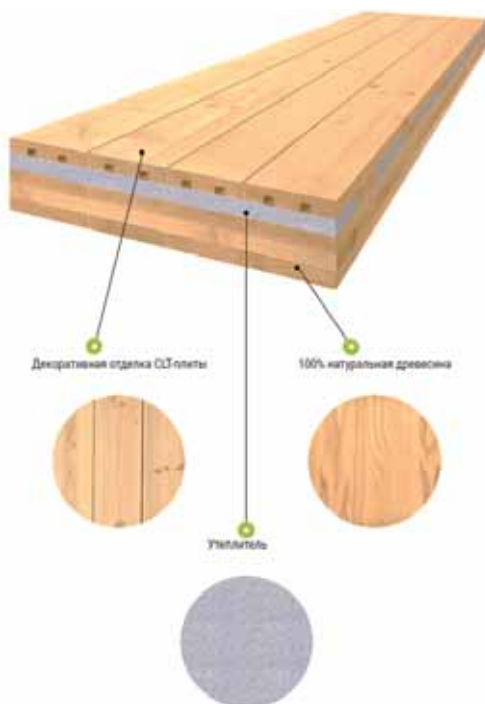


Рис. 3. Состав плит *GrO Thermo*
Fig. 3. Composition of *GrO Thermo* boards

Таблица 1

Основные технические характеристики панелей CLT

Table 1

Main technical characteristics of CLT panels

Показатели	Значения показателей
Влажность панелей	12 % (+/- 2 %)
Паропроницаемость поперек волокон	0,05 мг/(м*ч*Па)
Шумоизоляция	$R > 60$ дБ
Класс прочности	C24 (ГОСТ 33080-2014)
Теплопроводность	$\lambda = 0,13$ Вт/м*К (EN 12524)
Теплоёмкость	$c = 1,6$ кДж/(кг*К) (EN 12524)
Водостойкость	$\mu = 20-50$ (EN 12524)
Прочность на сжатие вдоль волокон	13–15 Н/мм ²
Прочность на сжатие поперек волокон	1,8 Н/мм ²
Прочность на изгиб	10 Н/мм ²
Расчетная нагрузка на стену	60 кН/м ²
на перекрытие	5 кН/м ²
Пожароустойчивость	D-s2, d0 (2003/43 / EC)
Огнестойкость	REI 60 – 120 (EN 1995-1-2-2004)
Скорость обугливания	0,65 мм / мин (EN 1995-1-2)
Масса изделия	470 – 480 кг/м ³

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 15 м и площадью 3013 м².

Рассмотрим технологию *МНМ* (*Massiv-Holz-Mauer* или *Многослойный Хвойный Массив*). Это панели, изготавливающиеся послойно с перехлестом из обрезных досок хвойных пород толщиной 20–24 мм (рис. 4) [16].



Рис. 4. Сечение панели МНМ
Fig. 4. Section of the MNM panel

Разработка панелей *МНМ* принадлежит немецкому исследователю Хансу Хундеггеру. В 2001 году он запустил производство из неделовой древесины 3–4 сорта. Уже в сентябре 2002 года был построен первый дом с использованием панелей *МНМ*.

В период с 2003 по 2019 годы в Германии из древесных плит было возведено около 300 объектов. Эта технология начала широко применяться в Европе, где она была использована для строительства как малоэтажных, так и высотных зданий.

В России *МНМ* технология появилась в 2007 году, но из-за недостатка информационной базы она не получила такой популярности, как *CLT*, что так же заметно и в наше время [17, 18].

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

Каждая доска проходит обработку на четырехстороннем станке компании Hundegger, где выпиливаются пазы, которые при соединении досок между собой образуют воздушную прослойку для высокой звукоизоляции и теплопроводности. Также 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.

Далее в программу ЧПУ вносятся необходимые геометрические размеры, проемы, а также технологические отверстия для труб отопления, канализации и электричества для раскроя панели.

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 [19, 20].

Основные технические характеристики панелей *МНМ* приведены в табл. 2 [21].

Таблица 2

Основные технические характеристики панелей *МНМ*

Table 2

Main technical characteristics of *MNM* panels

Показатели	Значения показателей
Влажность панелей	12 % (+/- 2 %)
Паропроницаемость поперек волокон	0,1–0,32 мг/(м*ч*Па)
Шумоизоляция	R= 48 дБ
Теплопроводность	$\lambda = 0,094$ Вт/м*К
Водостойкость	$\mu = 65$
Огнестойкость	F90B
Масса изделия	480 кг/м ³

Наиболее известными зданиями и сооружениями из *МНМ* панелей, являются:

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

Результаты

Панели *МММ* как и панели *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. 5а), так и штукатурная (рис. 5б).

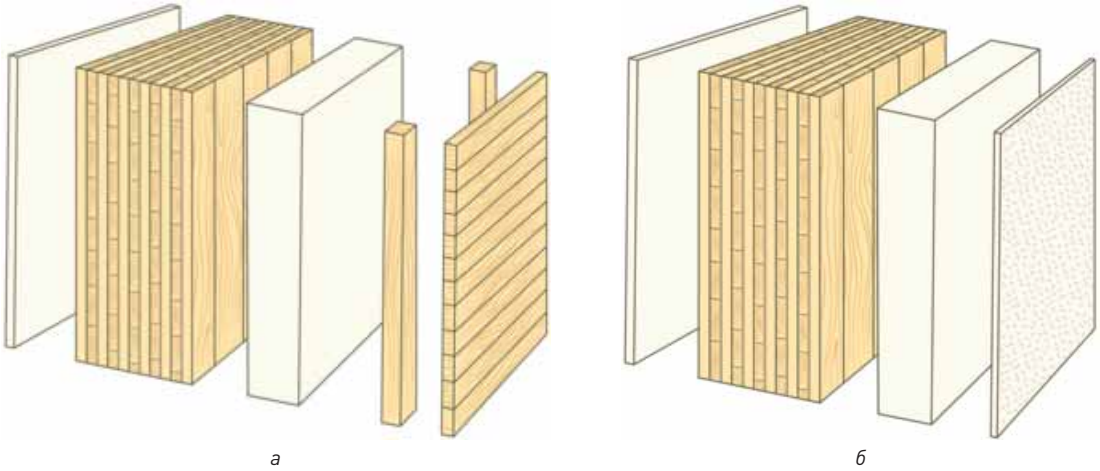


Рис. 5. Примеры отделки наружных панелей: а) вентилируемый фасад, б) штукатурный фасад

Fig. 5. Examples of exterior panel finishes: a) ventilated facade, b) plastered facade

- 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. 6).

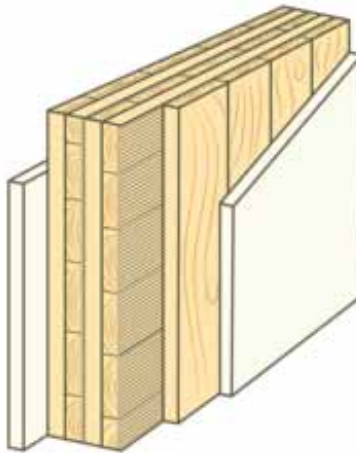


Рис. 6. Примеры отделки панелей перегородок

Fig. 6. Examples of partition panel finishes

Изучив основные конструктивные решения технологии *CLT*, рассмотрим 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 конструкции.
- В связи с низкой стойкостью древесины к воздействию ультрафиолета и других природных факторов, которые могут ее разрушить, необходимо проводить дополнительные защитные мероприятия для сохранения целостности конструкции.

Основные достоинства и недостатки технологии *МНМ*.

К преимуществам МНМ можно отнести:

- Отсутствие усадки за счет использования пиломатериалов, обработанных 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.
- Панели *МНМ* имеют более низкую стоимость и меньший вес по сравнению с *CLT* за счет особенностей производства.

К недостаткам МНМ можно отнести:

- Недостаточность исследования данной технологии в России.
- 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. В европейских странах многочисленно используют и технологии *МНМ* для строительства зданий.

4. Основным препятствием для массового использования *МНМ* панелей в России является нехватка проведённых испытаний таких конструкций с учетом массовости их

применения, и, как следствие, недостаток полноценной, современной документационной базы, а также отсутствие унификации и стандартизации таких конструкций.

5. 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 вечномерзлых районах.

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

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

Список литературы

1. Запруднов В.И., Серегин Н.Г., Потехин Н.И. Перспективы строительства уникальных зданий и сооружений из древесины // *Лесной вестник*. 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*. 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. Серегин 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. 29 с.
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 МХМ. История и особенности технологии [Электронный ресурс]. URL: https://woodfocus.ru/tehnology_5 Дата обращения: 22.09.2024.
20. WOOD MASSIV / Технология МММ [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-/nlt> Дата обращения: 23.09.2024

References

1. Zaprudnov V.I., Seregin N.G., Potekhin N.I. Prospects for the Construction of Unique Buildings and Structures from Wood. *Lesnoy Vestnik*, 2023, vol. 27, no. 4, pp. 128–136. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-4-128-136.
2. Zaprudnov V.I., Seregin N.G., Kurdyukov A.S. Large-span glued laminated timber structures and their manufacturing technology. *Lesnoy Vestnik*, 2024, vol. 28, no. 4, pp. 138–146. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-4-138-146.
3. Seregin N.G. Soil Strengthening during the Construction of Soil-Cement Piles. *Industrial and Civil Engineering*, 2023, no. 4, pp. 37–42. DOI: 10.33622/0869-7019.2023.04.37-42.
4. Seregin N.G. Construction of Soil-Cement Pile Foundations Using Mechanical Activation. *Industrial and Civil Engineering*, 2025, no. 5, pp. 54–60. DOI: 10.33622/0869-7019.2025.05.54-60
5. Vlasov S.A. Multi-Story Wooden Construction: New Technologies and Materials. Moscow: Stroyizdat. 2020. 256 p.
6. Bulatova I.V. Modern Technologies for the Production of Glued Laminated Timber. Moscow: Lesnaya Promyshlennost. 2020. 224 p.
7. Burmistrov S.V. Innovative Technologies in the Production of CLT Panels. *Construction Materials*, 2020, no. 4, pp. 45–50.
8. Gromadskaya T.S. Glued Laminated Wood: From History to the Present. St. Petersburg: Lesnaya Shkola, 2020.
9. Eliseev A.V. Technological Characteristics of CLT Panels. *Modern Materials and Technologies*, 2020, no. 1, pp. 77–81.
10. Sidorov D.I. Application of MHM Panels in Residential Construction. Omsk: OGASU. 2021. 195 p.
11. Sidorov D.Yu. Problems and Prospects of Using CLT. *Scientific Research in Construction*, 2022, no. 4, pp. 22–27.
12. Kovalev A.N. MHM Panels in Modern Construction: Advantages and Disadvantages. Kazan: TatGREI. 2020. 160 p.
13. SP 515.1325800.2022 “Buildings Made of Glued Laminated Timber. Design and Construction Rules.” Effective date: 2022.05.09. Moscow: Standartinform. 2022. 42 p.
14. SP 452.1325800.2019 “Multi-Apartment Residential Buildings Using Wooden Structures. Design Rules.” Effective date: 2020.04.29. Moscow: Standartinform. 2019. 53 p.
15. SP 451.1325800.2019 “Public Buildings Using Wooden Structures. Design Rules”: effective date 23.04.2020. Moscow: “Standartinform”. 2019. 29 p.
16. SP 64.13330.2017 “Wooden Structures”. Effective date 27.02.2017 No. 129/pr. – Moscow: “Standartinform”. 2017. 102 p.
17. Promstroyles. Technical Characteristics of CLT Panels [Electronic resource]. URL: <https://www.pslcomp.ru/clt-tehnologiya-stroitelstva-derevyannyh-domov/tehnicheskie-harakteristiki-clt-plit> (Accessed: 18.09.2024)
18. SSA.RU / Innovative material for building country houses Gro Thermo [Electronic resource]. URL: <https://ssa.ru/news/innovacionnyi-material-dlja-stroitelstva-zagorodnyh-domov-gro-thermo.html> (Accessed: 19.09.2024)
19. WOODFOCUS / MHM panels. History and features of the technology [Electronic resource]. URL: https://woodfocus.ru/tehnology_5 Date of access: 22.09.2024.
20. WOOD MASSIV / MHM technology [Electronic resource]. URL: <https://wm-mhm.ru/proizvodstvo/tehnologiya-mhm#cto-takoe-mhm-massiv-holz-mauer> Date of access: 23.09.2024
21. Massiv-Holz-Mauer® [Electronic resource]. URL: <https://www.massivholzmauer.de/de/produkte/massiv-holz-mauer-clt-/nlt> Date of access: 23.09.2024

Информация об авторе /Information about the author

Николай Григорьевич Серегин, почетный работник сферы образования РФ, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства НИУ МГСУ. Москва e-mail: SereginNG@mgsu.ru
Nikolai Grigoryevich SEREGIN, Honored Worker of Education in the Russian Federation, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor at the Department of Industrial and Civil Engineering. Moscow e-mail: SereginNG@mgsu.ru