

УДК 624.011.1

Рыбин Евгений Александрович

Студент магистратуры

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный 2-я

Красноармейская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия, 190005

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА CLT-КОНСТРУКЦИЙ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ: ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ УЗЛОВ СОПРЯЖЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ СБОРКИ

Аннотация

В статье рассматриваются особенности монтажа CLT-конструкций в зимних условиях с акцентом на защиту узлов сопряжения от увлажнения и обеспечение точности сборки. Проанализированы основные технологические риски, возникающие при отрицательных температурах, включая образование наледи, изменение влажностного состояния древесины, снижение эффективности герметизирующих материалов и нарушение геометрической точности монтажа. Особое внимание уделено вопросам организации хранения панелей, подготовке монтажных поверхностей, защите стыков и контролю пространственного положения элементов. Сделан вывод о том, что успешный зимний монтаж CLT-конструкций требует комплексного подхода, включающего предварительное проектирование монтажной последовательности, применение временных защитных решений и усиленный геодезический контроль.

Ключевые слова: CLT-панели, cross-laminated timber, зимний монтаж, узлы сопряжения, точность сборки, деревянное строительство, влагозащита, массовая древесина.

Annotation

The article discusses the features of mounting CLT structures in winter conditions with an emphasis on protecting the interface nodes from moisture and ensuring the accuracy of assembly. The main technological risks that arise at subzero temperatures are analyzed, including the formation of ice, changes in the moisture state of wood, a decrease in the effectiveness of sealing materials and a violation of the geometric accuracy of installation. Special attention is paid to the organization of panel storage, preparation of mounting surfaces, protection of joints and control of the spatial position of elements. It is concluded that successful winter installation of CLT structures requires an integrated approach, including preliminary design of the installation sequence, the use of temporary protective solutions and enhanced geodetic control.

Keywords: CLT panels, cross-laminated timber, winter installation, coupling points, assembly accuracy, wooden construction, moisture protection, bulk wood.

Введение

В последние годы технологии строительства с использованием CLT-панелей (Cross-Laminated Timber) получают всё более широкое распространение благодаря высокой скорости монтажа, заводской точности изготовления и снижению углеродного следа строительства. CLT-конструкции активно применяются при возведении жилых, общественных и спортивных зданий, включая большепролётные сооружения. Вместе с тем климатические условия северных стран, в том числе России, требуют адаптации технологии монтажа к эксплуатации при отрицательных температурах.

Зимний период строительства оказывает существенное влияние на организацию монтажных работ. В отличие от традиционных железобетонных технологий, CLT-конструкции чувствительны к воздействию влаги, снеговой нагрузки и циклов замораживания-оттаивания. Основные проблемы возникают в зонах узлов сопряжения, где возможно накопление влаги, образование наледи и нарушение герметичности соединений. Дополнительную сложность представляет необходимость сохранения высокой точности монтажа, поскольку даже незначительные отклонения могут приводить к проблемам при стыковке заводских элементов.

В связи с этим исследование особенностей монтажа CLT-конструкций в зимних условиях представляет практический интерес для совершенствования технологий деревянного строительства.

Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи...

Материалы и методы В рамках исследования использовались методы анализа нормативно-технической литературы, сравнительного анализа технологий монтажа деревянных конструкций, а также обобщения практического опыта зимнего строительства объектов из CLT-панелей.

В качестве материалов исследования были рассмотрены:

- 1) Нормативные документы в области деревянного строительства;
- 2) Зарубежные рекомендации по moisture management;
- 3) Исследования в области mass timber construction;
- 4) Данные о технологиях монтажа prefab-конструкций.

Методологическая база исследования основана на анализе факторов, влияющих на качество монтажа CLT-конструкций в условиях отрицательных температур. Особое внимание уделялось оценке влияния влажности, температурных деформаций и геометрических отклонений на эксплуатационные характеристики конструкций.

Литературный обзор

Современные исследования в области CLT-технологий показывают, что основным фактором риска при зимнем строительстве является воздействие влаги на древесину [3, с. 84]. Несмотря на высокую устойчивость CLT-панелей к кратковременному увлажнению, длительное накопление влаги может приводить к деформации конструкций, образованию плесени и снижению долговечности здания.

В зарубежной практике широко применяется концепция moisture management, предполагающая комплексную систему защиты древесины от атмосферного воздействия на всех этапах строительства [4, с. 118]. Данный подход включает организацию поэтапной поставки элементов, использование временных защитных покрытий и минимизацию времени открытого хранения панелей.

Существенное внимание исследователи уделяют точности монтажа prefab-конструкций. Как отмечает А. Smith, отклонения даже в несколько миллиметров могут привести к нарушению пространственной схемы здания и проблемам при стыковке последующих элементов [5, с. 52].

Кроме того, в современных исследованиях подчеркивается значимость BIM-технологий и цифрового геодезического сопровождения строительства. Использование лазерного сканирования и тахеометрического контроля позволяет существенно снизить риск накопления монтажных ошибок [6, с. 39].

Результаты.

В ходе исследования установлено, что зимний монтаж CLT-конструкций должен осуществляться по принципу «сухой сборки». Данный подход предусматривает сокращение времени нахождения панелей под воздействием атмосферных осадков и организацию непрерывного цикла монтажа.

Наиболее уязвимыми зонами конструкции являются:

- торцы CLT-панелей;

- горизонтальные поверхности перекрытий;
- узлы сопряжения панелей;
- соединения с фундаментом и металлическими элементами.

Перед монтажом все поверхности должны быть очищены от снега и наледи. Наличие льда между сопрягаемыми элементами приводит к нарушению плотности соединения и изменению расчетной схемы передачи нагрузок.

Для защиты узлов сопряжения применяются:

- паропроницаемые мембраны;
- герметизирующие ленты;
- гидроизоляционные прокладки;
- металлические нащельники;
- уплотнители на основе EPDM.

Исследование показало, что обеспечение точности монтажа требует постоянного геодезического контроля. После установки каждой панели должны проверяться:

- вертикальность;
- отметки перекрытий;
- положение осей;
- ширина монтажных зазоров.

Применение BIM-моделирования и цифровой разбивки позволяет повысить точность сборки и снизить вероятность накопления ошибок при монтаже.

Обсуждение. Проведенный анализ показывает, что технология монтажа CLT-конструкций в зимних условиях существенно отличается от монтажа традиционных железобетонных конструкций. Основным преимуществом CLT является высокая скорость сборки и отсутствие необходимости выполнения «мокрых» процессов [7, с. 28].

Вместе с тем деревянные конструкции обладают повышенной чувствительностью к воздействию влаги. В отличие от железобетона, древесина способна изменять влажностное состояние, что оказывает влияние на геометрическую стабильность конструкции. Следовательно, ключевым условием успешного зимнего монтажа становится организация эффективной системы влагозащиты.

Дополнительное значение имеет обеспечение точности сборки. Высокая заводская готовность CLT-панелей предполагает минимальные монтажные допуски, вследствие чего даже незначительные отклонения способны привести к нарушению пространственной схемы здания [8, с. 74].

Таким образом, зимний монтаж CLT-конструкций требует комплексного сочетания организационных, технологических и геодезических мероприятий.

Заключение. В результате исследования установлено, что монтаж CLT-конструкций в зимних условиях сопровождается повышенными требованиями к защите древесины от влаги и обеспечению точности сборки.

Наиболее критичными факторами являются образование наледи в узлах сопряжения, увлажнение торцов панелей и накопление геометрических отклонений в процессе монтажа. Эффективное решение данных проблем достигается за счет применения принципов «сухого монтажа», использования временных защитных систем и постоянного геодезического контроля.

Применение BIM-технологий, цифровой разбивки и современных методов moisture management позволяет существенно повысить качество зимнего монтажа CLT-конструкций и обеспечить надежность эксплуатации зданий из массовой древесины.

Список литературы

1. Gagnon S., Pirvu C. CLT Handbook: Cross-Laminated Timber. Quebec: FPIInnovations, 2021. 612 p.

2. Brandner R. Cross Laminated Timber (CLT): Overview and Development // European Journal of Wood Products. 2022. Vol. 80. № 2. P. 59–76.
3. Ramage M. The Growing Case for Mass Timber // Building Research & Information. 2021. Vol. 49. № 7. P. 82–96.
4. Construction Moisture Management for Mass Timber Buildings // Canadian Wood Council. 2023. P. 112–128.
5. Smith A. Precision Assembly in Prefabricated Timber Construction // Journal of Structural Engineering. 2020. Vol. 146. № 5. P. 48–56.
6. Müller H. BIM Technologies in Timber Construction // Automation in Construction. 2021. Vol. 125. P. 35–44.
7. Schickhofer G. Modern Timber Engineering and CLT Structures // Wood Design Journal. 2022. № 4. P. 24–33.
8. Sandhaas C. Assembly Tolerances in Timber Buildings // Engineering Structures. 2023. Vol. 267. P. 70–79.9

List of literature

1. Gagnon S., Pirvu K. CLT Handbook of cross-laminated Wood. Quebec: Innovations, 2021. 612 p.
2. Brandner R. Cross-glued timber (CLT): review and development // European Journal of Wood Products. 2022. Volume 80. No. 2. pp. 59-76.
3. Ramage M. The growing demand for bulk wood // Construction research and information. 2021. Volume 49. No. 7. pp. 82-96.
4. Humidity management in the construction of massive wooden buildings // Canadian Wood Council. 2023. pp. 112-128.
5. Smith A. Precision assembly in prefabricated wooden structures // Journal of Structural Engineering. 2020. Volume 146. No. 5. pp. 48-56.
6. Muller H. BEAM technologies in wooden construction // Automation in construction. 2021. Volume 125. pp. 35-44.

7.Schickhofer G. Modern logging production and CLT structures // Journal of Wooden Design. 2022. No. 4. pp. 24-33.

8.Sandhaus S. Permits for installation in wooden buildings // Engineering structures. 2023. Volume 267. pp. 70-79.9