

DOI 10.58351/2949-2041.2024.11.6.016

Клепикова Анна Владимировна,
Магистрант, ХТИ – филиал СФУ,
Абакан

ОБЗОР МИРОВОГО ОПЫТА СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ИНДУСТРИИ

Аннотация: В статье рассматривается мировой опыт строительства многоэтажных зданий на основе клееных деревянных конструкций. Приводятся ключевые тенденции при строительстве многоэтажных зданий на основе клееных деревянных конструкций. Оценивается перспектива развития такого строительства на территории Российской Федерации с учетом требований нормативно-правовой и технической документации.

Ключевые слова: многоэтажные здания, клееные деревянные конструкции, CLT-панель, клееный брус, проект.

С каждым годом в мире всё более активно развивается проектирование и строительство многоэтажных зданий на основе клееных деревянных конструкций (КДК). Странами-лидерами в этом направлении в настоящее время являются: Норвегия, Австрия, Канада и Великобритания. В каждой стране многоэтажность здания констатируется по-разному на основании своей действующей нормативной базы, но как правило это здания свыше 5-7 этажей. В соответствии с [1] в России многоэтажными зданиями являются здания с количеством этажей 9 и более. В данной статье под многоэтажным зданием принимается здание с количеством надземных этажей более 9. Интенсивному развитию многоэтажного строительства из КДК в мире способствовало возведение 9-этажного жилого дома Stadthaus (рис. 1) в 2009 году (г. Лондон, Великобритания).

Здание, состоит практически полностью из CLT – панелей высотой 29,75 м. Железобетон применен только при возведении фундаментов и первого этажа с целью исключения деформаций (набухания и усушки) при увлажнении перекрытий и стен. Конструкции остальных этажей, чтобы избежать данной проблемы защищены отделкой из гипсостружечных плит и штукатурки [2]. Конструктивная схема здания – бескаркасная с продольными и поперечными несущими стенами. Ядрами жесткости являются лифтовые шахты и лестничные клетки, которые так же выполнены из CLT – панелей.



Рис. 1 - Многоэтажное жилое здание Stadhaus



Самое высокое на сегодняшний день жилое здание в мире с аналогичными конструктивными решениями введено в эксплуатацию в 2012 г. в Австралии, в г. Мельбурне (рис.2). 10-этажное здание общей высотой 32,2м [3].



Рис. 2 – "Многоэтажное "жилое "здание "Fort Living. "

Целый многоэтажный жилой комплекс Via Cenn (рис. 3), состоящий из четырех 9-этажных строений высотой 28 м, возведенных CLT – панелей, объединённых между собой стилобатом, реализован в 2013 г. (г. Милан, Италия). В настоящее время комплекс является самым большим по площади объектом, построенным по данной технологии. Все несущие конструкции, включая ядра жесткости выполнены из CLT – панелей, а его особенностью с точки инженерии является уменьшение сечения стен через определенное количество этажей, например, толщина стены первого этажа – 200 мм, 2-4 этажей – 180 мм, 5-6 этажей – 160 мм, 7-8 этажей – 140 мм и 9 этажа – 120 мм. Аналогичное решение принято и в отношении перекрытий. Их толщина меняется в соответствии с действующими нагрузками и длинами пролетов и составляет 120, 230 и 200 мм [4]. Авторы работы [5] пришли к выводу, что по отношению к аналогичному железобетонному сооружению масса строительных конструкций данного меньше в 4-5 раз, что приводит к значительному снижению нагрузки на фундаменты и основания. Сочетание легкого веса конструкций и высоких прочностных характеристик позволяет применять КДК при строительстве всё более высоких зданий.



Рис. 3 - Многоэтажный жилой комплекс Via Cenn



Знаковым событием является введение в эксплуатацию в 2015 году еще одного многоэтажного здания – студенческого общежития Brock Commons в г. Ванкувер (Канада), построенного с применением КДК. Здание высотой 54 м имеет 18 этажей [6]. Фундамент, колонны цокольного этажа и ядра жесткости в виде лифтовых шахт и лестничных клеток выполнены из железобетона, а несущий каркас здания и плиты перекрытий остальных 17-этажей выполнены из клееного бруса с предустановленными узлами быстрого соединения и пятислойных CLT-панелей. Для защиты от физико-химических воздействий на панели нанесено гидроизоляционное покрытие. На рис. 4 показан фасад здания и вид изнутри.



а) б)
Рис. 4 - Здание общежития Brock Commons:
а) фасад; б) вид изнутри (без отделки)

Как было отмечено выше, КДК достаточно легки, что позволяет обходиться облегченными фундаментами, нежели чем при строительстве зданий из железобетона или кирпича. Однако сами по себе они не всегда могут обеспечить требуемую устойчивость при больших ветровых нагрузках. Поэтому для увеличения устойчивости данного здания на 5, 10 и 14 этажах были запроектированы перекрытия с использованием бетона, которые выполняют роль «пригруза» [7].

Осенью 2016 г. в г. Вена (Австрия) окончено строительство 24-этажного многофункционального здания на основе КДК – НоНо Wien высотой 84 м [8]. В здании расположены квартиры, офисные помещения, гостиничные номера ресторан и фитнесцентр. Общая площадь здания составляет 25 тыс. м² [8] (рис. 5).



а) б)
Рис. 6. Многоэтажное многофункциональное здание "НоНо Wien":
а) общий вид; б) вид одного из помещений изнутри [8]



Несущий остов здания – железобетонное ядро жесткости – лифтовая шахта и каркас, выполненный из КДК, доля использования которых в данном здании в свою очередь оценивается в 75%. Перекрытия, наружные и внутренние стены – CLT-панели.

В 2019 г. в г. Брумундалле (Норвегия) введено в эксплуатацию многоэтажное (18 этажей) многофункциональное здание Mjøstårnet Tower (рис. 7) высотой 85,4 м (высота с громоотводом 88,8 м), которое на момент написания статьи является самым высоким зданием из КДК в мире. Общая площадь здания составляет 11,3 тыс. м². В здании расположены частные квартиры, офисные помещения, гостиничные номера, фитнес-центр и ресторан [9]. Уникальностью данного здания является то, что все несущие конструкции выполнены полностью из клееного бруса. Исключением являются только железобетонные фундаменты плиты перекрытий последних 7 этажей. В их конструкции также присутствует железобетон, выполняющий роль «пригруза», как в жилом «Treet», для повышения устойчивости при действии ветровых нагрузок.

Известны и пока еще не реализованные, но очень масштабные и интересные проекты, такие как проект, разработанный Американской проектной компанией Skidmore, Owings and Merrill (SOM) 42-этажного здания Timber Tower Research Project (рис.7) высотой более 100 м, с долей использования КДК в несущих конструкциях 70%. Проект 40-этажного офисного здания Office Building of the Future, работы над которым ведутся проектировщиками CEI Architecture в настоящее время в Канаде. Конструкция здания включает в себя два железобетонных ядра жесткости и четыре железобетонные колонны большого сечения, которые устанавливаются на всю высоту здания. В качестве горизонтальных элементов проектом предусмотрены фермы из КДК и опирающиеся на них CLT-панели. Для дополнительной поддержки консольных ферм на фасадах здания предусмотрены колонны из клеёного бруса (рис. 7).



Рис. Проекты многоэтажных зданий на основе КДК:
а) Timber Tower Research Project; б) Office Building of the Future

Можно выделить следующие тенденции при проектировании и строительстве многоэтажных зданий на основе КДК в мире:

1. увеличение "высоты зданий;
2. многофункциональность зданий;
3. применение так называемых комбинированных (гибридных) конструктивных систем, т.е. совмещения КДК с железобетонными или стальными конструкциями.

В России на момент написания статьи не реализовано ни одного многоэтажного здания, выполненного из КДК. Офисное здание GOOD WOOD PLAZA (д. Елино, Московская обл.). Высота 19,75 м, 6 уровней и 4 этажа, конструктивная схема – каркасная (несущие конструкции балки и ригели из клееной древесины), проект которого был разработан компанией GOODWOOD и строительство которого завершилось в 2016 г. по сути своей не является многоэтажным (рис.8).





Рис. 8 - Офисное здание GOOD WOOD PLAZA:
а) 3D модель здания; б) конструктивная система здания
(фотография со строительной площадки); в) опирание колонн на железобетонную
«основу» здания (фотография со строительной площадки)

В отечественном опыте есть еще примеры возведения жилых домов на основе КДК. Это 4-этажное здание в посёлке Ложок рядом с Академгородком г. Новосибирска (рис. 8), введенное в эксплуатацию в 2022" г., и построенный в тоже время жилой комплекс «Соколики» (г. Сокол, Вологодской области) (рис. 9). Высота и конструктивные решения этих двух объектов схожи. Несущие конструкции – CLT-панели.



Рис. 9 – а) жилой дом в п. Ложок; б) жилой комплекс «Соколики» г. Сокол

Ограниченности применения КДК в России способствует недостаточность необходимой нормативной базы, инертность мышления, недостаток квалифицированных специалистов, чрезмерная жёсткость и несбалансированность норм в области пожарной безопасности, а также недостаточная освещённость вопросов, связанных с техническими характеристиками КДК. Также существуют неувязки в нормативных документах, например, п. 5.6 СП СП



452.1325800.2019" «Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций» допускает проектирование многоквартирных зданий на основе КДК высотой до 28 м, а в таблице 6.8 действующего на момент написания статьи СП 2.13130.2012 «Обеспечение огнестойкости зданий и сооружений» ограничивается высота деревянных жилых домов до двух этажей, с площадью этажа не более 500 м² при площади пожарного отсека не более 5 м и до 1го этажа с площадью не более 800 м² при площади пожарного отсека не более 3 м. А в соответствии с таблицей 6.1 СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах» предельная высота здания из древесины при сейсмичности территории строительства в 9 баллов должна быть не более 4 метров, то есть не более одного этажа.

Вступление в силу в 2020 г. новых нормативных документов: СП " 451.1325800.2019 «Здания общественные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования» и СП 452.1325800.2019 «Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования и строительства способствует применению КДК для строительства многоэтажных зданий в России.

Также в 2022 году Минстрой России и МЧС утвердили план развития деревянного домостроения из CLT, который включает в себя: проведение научно исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на повышение пожарной, механической и сейсмической безопасности деревянных зданий и на их основе корректировку нормативной базы, разработку пилотных типовых проектов 3-12-этажных жилых и общественных зданий из CLT, клееного бруса и LVL.

Кроме того, сейчас в Правительстве Российской Федерации прорабатывается вопрос запуска пилотных проектов для применения деревянных конструкций в программе расселения граждан из аварийного жилья. А для стимулирования использования деревянных домокомплектов в индивидуальном жилищном строительстве также обсуждается вопрос применения льготных ипотечных программ, в том числе для домов заводского производства.

По мнению экспертов [10] для массового строительства деревянных многоэтажек в России в первую очередь необходимо работать с общественным мнением, в котором крепки стереотипы о недолговечности и уязвимости деревянных конструкций. Для этого важно проводить разъяснительные мероприятия, рассказывать о современных технологиях и показывать зарубежный опыт.

Развитие строительства на основе КДК в нашей стране начнется со среднеэтажного, давая возможность людям привыкнуть к новому формату. Когда рынку удастся преодолеть потребительский антагонизм по отношению к деревянным конструкциям, то и этажность, скорее всего, вырастет.

В заключение статьи нужно отметить, что в настоящее время все больше стран мира начинают уделять внимание многоэтажным зданиям на основе КДК. Можно сказать с большой долей вероятности, что КДК при проектировании и строительстве многоэтажных зданий будет одним из самых перспективных и востребованных направлений в строительстве, как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективах.

Список литературы:

1. СП 42.13330.2016. Градостроительство Планировка и застройка городских и сельских поселений – М.: Минстрой РФ, 2017. – 125 с.
2. Многоэтажное жилое здание Stadthaus. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://norvex.pro/company/blog/vysotnoe-derevyannoedomostroenie-9-etazhnyy-zhiloy-dom-stadthaus-london/> (дата обращения 13.06.2024).
3. Многоэтажное жилое здание Fort Living. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.woodsolutions.com.au/inspiration-case-study/forteliving> (дата обращения 13.06.2024)
4. Многоэтажный жилой комплекс Via Cenni. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://norvex.pro/company/blog/zhiloy-kompleks-via-cenni-milanitaly-s-mnogoetazhnyimi-zdaniyami-iz-kleenoy-drevesiny-clt-paneley/> (дата обращения 13.06.2024).



5. Беляева Р. В., Разводов Р. И. Эффективность применения клеёных деревянных конструкций в современном строительстве// Академический Вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. 2019. – №1. С. 74 – 78.
6. Общежитие Brock Commons [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://vancouver.housing.ubc.ca/wpcontent/uploads/2017/02/Brock Commons.pdf](https://vancouver.housing.ubc.ca/wpcontent/uploads/2017/02/Brock%20Commons.pdf) (дата обращения 13.06.2024)
7. Здание TREET Норвегия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.magicad.com/ru/case/kodumaja-tree-rus/> (дата обращения 11.06.2024).
8. Многофункциональное многоэтажное здание НоНо Wein. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://norvex.pro/company/blog/hoho-wienvena-avstriya-24-etazhnoe-zdanie-iz-dereva-i-zhelezobetonaderevyannoedomostroenie-v-goro/> (дата обращения 11.06.2024).
9. Abrahamsen R. Mjøstårnet – 18 storey timber building completed. Internationales Holzbau Forum. 2018. – 13 p
10. Эксперты о деревянных многоэтажках: пожарная безопасность, технологии строительства и законодательная база [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://forestcomplex.ru/wh-building/eksperty-o-derevyannyhmногоetazhkah-pozharnaya-bezopasnost-tehnologii-stroitelstva-i-zakonodatelnayabaza/> (дата обращения 14.06.2024).

