

КОРОТИН А. И., ЛАЗАРЕВ А. Л., ЛАЗАРЕВ Г. А.,

БУСАРГИН Д. А., ТАРАСОВ С. М., КОЛЕСНИКОВ Д. В.

**ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫСОТНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ
С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Аннотация. В работе приведен анализ современных деревянных конструкций для высотных сооружений. Рассмотрены примеры реализации проектов сооружений с применением деревянных и гибридных конструкций. Представлены актуальные проблемы строительства деревянных высотных зданий.

Ключевые слова: деревянные конструкции, высотные жилые дома, CLT-панели, LVL-брус, технологии строительства с применением гибридных деревянных конструкций.

KOROTIN A. I., LAZAREV A. L., LAZAREV G. A.,

BUSARGIN D. A. TARASOV S. M., KOLESNIKOV D. V.

**PROBLEMS OF HIGH-RISE HOUSING CONSTRUCTION TECHNOLOGIES
WITH USE OF MODERN WOODEN STRUCTURES**

Abstract. The paper presents an analysis of modern wooden structures for high-rise buildings. The options for the implementation of projects using wooden and hybrid structures are considered. The current problems of construction of wooden high-rise buildings are discussed.

Key words: wooden structures, high-rise residential buildings, CLT-panels, LVL-beams, construction technologies with use of hybrid wooden structures.

Уровень развития государства характеризуется, в том числе, и умением распоряжаться своими природными богатствами. Для нашей страны одним из основных богатств является лес. Он занимает в России обширные площади и может быть успешно использован в качестве источника сырья для применения в строительной отрасли. Однако, запасы качественной строительной древесины, в настоящий момент, используются крайне неэффективно. Управление лесными ресурсами в России должно стать одной из важнейших частей общегосударственной национальной политики. Распоряжением Правительства РФ N 1724-р от 26 сентября 2013г. утверждены Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года. В 2022 году вступит в силу запрет на экспорт из России необработанной древесины [1]. Но не только бережному отношению к лесным ресурсам должно уделяться повышенное внимание. Технологии изготовления продукции должны максимально полно использовать не только весь массив древесного ствола, но и отходы от обработки.

Технологии изготовления элементов деревянных конструкций, которые применяются в нашей стране, зачастую являются устаревшими и не имеют перспектив дальнейшего развития. Примером такого, к огромному сожалению, значительного отставания является отсутствие узаконенных технологий применения деревянных элементов для возведения зданий повышенной этажности.

Россия при всем своем богатстве природных ресурсов, занимает далеко не первое место среди развитых государств по использованию древесины в жилищном строительстве. Доля деревянного домостроения составляет не более 18%. Даже в Австрии, которая по этому показателю не является лидером в Европе, количество деревянных домов достигает 30% от общего количества жилых строений [2].

Общеизвестны преимущества древесины при использовании ее в строительстве. Низкая теплопроводность позволяет в 2 – 2,5 раза снизить энергозатраты на эксплуатацию зданий из древесины по сравнению с железобетонными и каменными конструкциями, даже многослойными с утеплителем в составе. Такие характеристики, как легкость, высокая удельная прочность, химическая и температурная стойкость, низкая теплопроводность, высокая (до 9 баллов) сейсмическая стойкость и т.д., зачастую дают деревянным конструкциям значительные преимущества по сравнению с конструкциями из других материалов для промышленных строительных изделий. Уникальная способность древесины впитывать из окружающего воздуха углекислый газ без разрушения структуры материала, способствует широкому применению древесины при проектировании сооружений в городской среде.

И еще одно важное свойство древесины может обеспечить высокую безопасность при эксплуатации – это пожаробезопасность. Множественными испытаниями подтверждено, что конструкции и изделия из необработанной специальными защитными составами древесины обеспечивают сопротивляемость воздействию высоких температур при пожаре не менее 45 минут. В то время как незащищенные металлические изделия в составе каркасов уже через 5 минут при температуре 90 градусов не могут обеспечить несущую способность и устойчивость формы элементов. Ученые разных стран предлагают варианты получения абсолютно негорючих деревянных конструкций. Простейший вариант – использование панелей из гипса в наружном слое многослойных конструкций. Оригинальный способ предложили инженеры из Канады. Они обугливают наружный слой древесных материалов для повышения изоляции их внутренней части и защиты от возгорания [2].

Психологическая ли это проблема или техническая, но при всех теоретических выкладках и практических наработках, обеспечению пожарной безопасности деревянных конструкций уделяется повышенное внимание. Например, в США при проектировании

деревянных каркасных домов обязательны пояса пожарной безопасности в виде вертикальных ограждающих конструкций, разделяющих участки горения более 600 кв. м., причем предел огнестойкости стен квартир составляет не менее 2 часов.

Подводя итог рассуждениям о пожарной безопасности деревянных конструкций, можно обратиться еще к одному интересному факту. В Швеции, при тушении огня, пожарным категорически запрещается входить внутрь горящего здания, перекрытия в которых, выполнены из любых строительных материалов, кроме современных деревянных.

На Западе в настоящее время постепенно развивается новое направление в строительстве – возведение офисных центров и жилых зданий с большим количеством этажей по каркасной технологии из деревянных элементов [3].

Деревянные здания большой высотности не новы и для России. С давних времен наши предки создавали сооружения, способные сопротивляться значительным эксплуатационным нагрузкам, и столетиями подтвердившими свою долговечность и надежность. В России история строительства деревянных «небоскребов» из дерева насчитывает более 300 лет. Высота храма Преображения Господня на острове Кизи 1714 года строительства составляет 37 м. 30-метровый шпиль Петропавловского собора в Петербурге в течении 140 лет оставался деревянным и лишь в середине XIX века перестроен на металлический. И в XX столетии наши соотечественники не оставили идею строительства высотных домов по традиционной технологии. С 1992 года в Архангельске бизнесмен Николай Сулягин начал строить деревянный сруб, высота которого в 2000-х годах достигла 38 м. Печально, но объект, который мог бы стать достоянием России, суд признал самовольной постройкой: в Архангельске запрещено возводить частные деревянные здания выше двух этажей без согласования с властями. Дом был частично разобран в декабре 2008 года [4].

Скорость строительства каркасов из древесины, по мнению шведских ученых, может быть значительно выше и экономичнее, в том числе и за счет меньших затрат на оборудование для монтажа и перевозки конструкций. Понятно, что, используя традиционные технологии, нельзя добиться необходимой индустриальности строительства. Современные технологии строительства предполагают использование двух современных перспективных материалов – CLT-панелей и LVL-элементов.

CLT-панели – многослойный материал, состоящий из деревянных ламелей, сложенных в ряды. Технология схожа с изготовлением фанеры, но ламели древесины имеют несравненно большую толщину. Слои склеиваются между собой и спрессовываются. Ряды располагаются крест-накрест относительно друг друга. Вертикальные ламели обеспечивают высокую несущую способность, а горизонтальные – жесткость в продольной плоскости.

Известно, что последовательное склеивание небольших по толщине слоев древесины позволяет получить массив, обладающий высокими эксплуатационными характеристиками. Используя технологию последовательного склеивания слоев древесины, по аналогии с изготовлением фанеры, можно исключить влияние направленности слоев на свойства изделия. При изготовлении LVL-элементов 3-х миллиметровая нарезка шпона склеивается при параллельном направлении волокон. Это позволяет на выходе получить идеально работающий при изгибе и сжатии-растяжении элемент, в котором отсутствует негативное влияние пороков и ослаблений.

В качестве исходного сырья для LVL-элементов используются хвойные породы древесины. Известно, что в клееных композитах влияние породы на эксплуатационные свойства не столь значительно, поэтому на передний план выходит эстетическая составляющая. Более привлекательный вид по мнению ряда зарубежных производителей имеют, например, изделия из бука. К тому же, готовый LVL-брус из него получается на 50% прочнее, чем его аналог из хвойных пород древесины. Клееные элементы технологически позволяют получать изделия значительной длины. Например, стандартная плита фирмы Pollmeier при толщине 40, 60 и 80 мм и ширине до 1850 мм может достигать в длину 18 м и более. Уже готовая плита раскраивается по спецификации заказчика [5].

Технология применения LVL не является для России абсолютно новым технологическим процессом. Первый завод по производству клееных LVL-конструкций был построен в Югре. Однако его продукция зачастую не находила значительного спроса на внутреннем рынке, что заставляло владельцев предприятия перенаправлять высокотехнологическое производство на выпуск фанеры и других менее ответственных конструкций. Более заметными объемы производства российских клееных элементов для деревянных каркасов стали после введения в строй завода в Торжке, специализирующегося на производстве LVL-бруса для изготовления стоек каркаса и перекрытий, и крупного, даже по европейским меркам, Сокольского деревообрабатывающего комбината в Вологодской области по производству CLT-панелей.

Наибольшее распространение LVL-брус получил в коммерческом строительстве, особенно там, где требуются большепролетные конструкции. Экономические и практические преимущества применения изделий из клееного бруса подтверждены опытом применения в различных областях, и перечень объектов неуклонно растет: конноспортивные комплексы, аквапарки, бассейны, торговые склады, навесные пешеходные переходы, мосты, парковые павильоны, каркасы крытых манежей (как фермовые, так и балочные), купольные и шатровые конструкции (планетарии, теннисные корты, катки) и многие другие. Деревянные

конструкции во многих случаях с успехом заменяют традиционные металлические конструкции.

Но картина перестает быть радужной после детального изучения спроса на LVL и CLT изделия на внутреннем российском рынке. В общем объеме клееных деревянных изделий, выпускаемых в России, доля LVL-бруса составляет лишь 20%. На долю клееного бруса в общем объеме производства клееных деревянных изделий приходится около 80%, но, по всей видимости, она будет сокращаться. На долю CLT-панелей еще не так давно приходилось 8 – 9%, а сейчас в ассортименте клееных строительных конструкций эта доля весьма незначительна [6].

Стоит отметить, что, несмотря на уникальные характеристики LVL-бруса, на внутреннем рынке на текущий момент он не пользуется большим спросом, в то время как объем экспорта этого продукта из России составляет 90% от общего объема произведенного бруса. Из них 40% приходится на Австралию, 20% уходит в США, еще 20% – в Европу (страны Европейского союза: Финляндию, Норвегию, Германию, Данию, Румынию и др.), 10% – в страны Ближнего Востока, ЮАР и Тайвань» [6].

При возведении высотных зданий из деревянных элементов LVL брус составляет каркас здания, а стены и перекрытия выполняются с применением CLT панелей. Узлы крепления элементов позволяют обеспечить жесткость и неизменчивость пространственного каркаса. Однако, и в случае выполнения каркаса из более традиционных материалов, создаются так называемые «ядра жесткости». Поэтому в ряде проектов реализована комбинированная технология возведения зданий. Например, реализуемый проект общежития на 400 студентов в Ванкувере, представляющий собой здание высотой 53 м, решен в LVL каркасе с перекрытиями и ограждающими конструкциями из панелей CLT. Жесткость соединений деревянных колонн и балок обеспечивается наличием стальных коннекторов. Здание разделено на несколько ядер железобетонными плитами, увеличивающими вес всей конструкции и придающими ей дополнительную жесткость [5].

Расчет каркаса здания высотой 51 м выявил своеобразный недостаток модифицированной древесины, заключающийся в ее легкости. Для увеличения устойчивости и сопротивляемости ветровым нагрузкам в конструкцию здания дополнительно были включены железобетонные плиты, разделяющие группы модулей на несколько секторов.

Причинами применения при строительстве гибридных вариантов конструкций, когда основные элементы каркаса монтируются из железобетона, а ограждающие конструкции и второстепенные балки – из композиционной древесины могут быть, в том числе, слишком высокие требования по пожарной безопасности.

Причиной использования железобетонных элементов в комбинации с деревянными является слишком малый вес конструкций. Так, в конце 2015 года в Норвегии в городе Берген введен в эксплуатацию 14-ти этажный жилой комплекс Treet Bergen. Здание возведено из 48 модулей высокой заводской готовности (в них уже были смонтированы инженерные коммуникации и выполнена отделка). Высокое качество сборки и точность подгонки элементов каркаса и стеновых ограждений обеспечили практически нулевое отклонение конструкций по вертикали (не более 3 мм) [5].

России необходимо как можно быстрее изменить отношение к многоэтажному деревянному строительству. Необходимо серьезно заняться вопросом нормативного обеспечения законности применения новых материалов и технологий строительства. Вопросы строительства общественных сооружений с применением основных несущих конструкций из древесины применительно к возведению больниц, фельдшерских акушерских пунктов, участковых медицинских пунктов, детских садов и спортивных сооружений уже не первый год обсуждаются на разных уровнях государственных органов управления. Разрабатываемый Минпромторгом России проект «Развитие деревянного домостроения на территории Российской Федерации» создает условия для увеличения объема деревянного домостроения до 20% к 2025 году.

Кроме этих, несомненно важных законодательных мероприятий, государство должно выступить в качестве заказчика на строительство пилотных проектов деревянных строений с использованием самых прогрессивных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стригин А.И. Невывозной "кругляк" [Электронный ресурс] // Российская газета – Экономика Северо-Запада. – № 230(8284). – Режим доступа: <https://rg.ru/2020/10/13/reg-szfo/chto-govoriat-eksperty-o-zaprete-eksporta-neobrabotannoj-drevesiny.html> (дата обращения 28.02.2021).
2. Кулагина Т. О., Климова А. А., Агеева Е. Ю. Многоэтажное деревянное строительство – тенденция, набирающая огромную популярность в мире [Электронный ресурс] // XI Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум – 2019». – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018010574> (дата обращения 28.02.2021).
3. Жигулина А. Ю., Писарева Е. С. Перспективы и проблемы многоэтажного деревянного строительства // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство : сборник статей / Под редакцией М. В. Шувалова,

- А. А. Пищулева, Е. А. Ахмедовой. – Самара : Самарский государственный технический университет, 2019. – С. 434-440.
4. Свидерская М. Ю., Кучай А. С. Деревянное домостроение в России // Образование и наука в России и за рубежом. – 2020. – №10 (74). – С. 85-91.
5. Хубаев А. О., Саакян С. С., Макаев Н. В. Мировая практика в области модульного строительства // Construction and geotechnics. – 2020. – Том 11. №2. – С.99-108.
6. Яковлева Е. А., Субхонбердиев А. Ш. Рыночный потенциал инновационных продуктов лесной промышленности // Актуальные направления научных исследований XXI века. Теория и практика. – 2020. – Том 8. № 1 (48). – С. 375-379.