

УДК 614.849; 694

К ВОПРОСУ АКТУАЛЬНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ

**Хабибуллина Наталия Валерьевна, Лазарев Иван Сергеевич,
Кузнецов Антон Александрович, Опарин Иван Дмитриевич**

Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена вопросам современного строительства зданий средней этажности и высотных зданий с применением высокопрочных композитных материалов на основе древесины. Целью данной статьи является исследование перспектив применения высокопрочных композитных материалов на основе древесины при строительстве высотных зданий. Рассматриваются конструктивные схемы и методы возведения деревянных домов с использованием древесины в несущих конструкциях. Приводятся примеры отечественного производства высокопрочных композитных материалов на основе древесины. Описывается порядок производства панелей на основе технологии Cross Laminated Timber, а также Laminated Veneer Lumber бруса. Указаны плюсы данных материалов в сравнении с другими, более распространенными строительными материалами. Описываются основные высокопрочные композитные материалы на основе древесины, используемые при возведении зданий. Изучен опыт возведения высотных зданий из древесных материалов других стран. Обозначены перспективы применения данных строительных материалов и дана оценка их эксплуатационным характеристикам. Рассмотрена актуальность отечественной нормативно-правовой базы по противопожарной безопасности. Обозначена проблема в современном строительстве многоэтажных деревянных зданий в Российской Федерации. Сделан вывод и определены дальнейшие задачи для проведения исследований.

Ключевые слова: пожарная безопасность, деревянные конструкции, многоэтажные жилые дома, высокопрочные композитные материалы, LVL-брус, CLT-панели

TO THE QUESTION OF THE RELEVANCE OF THE STUDY OF HIGH-STRENGTH COMPOSITE MATERIALS BASED ON WOOD

Natalia V. Khabibullina, Ivan S. Lazarev, Anton A. Kuznetsov, Ivan D. Oparin

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russian Federation

ABSTRACT

The article is devoted to the issues of modern construction of medium-rise buildings and high-rise buildings with the use of high-strength composite materials based on wood.

The purpose of this article is to study and prospects for the use of high-strength composite materials based on wood in the construction of high-rise buildings. Constructive schemes and methods of construction of wooden houses using wood in load-bearing structures are considered. Examples of domestic production of high-strength composite materials based on wood are given. The procedure for the production of panels based on Cross Laminated Timber technology, as well as LVL timber, is described. The advantages of these materials in comparison with other, more common building materials are indicated. The main high-strength composite materials based on wood used in the construction of buildings are described. The experience of erecting high-rise buildings made of wood materials from other countries has been studied. The prospects for the use of these building materials are outlined and their operational characteristics are evaluated. The relevance of the domestic regulatory framework for fire safety is considered. The problem in the modern construction of multi-storey wooden buildings in the Russian Federation is outlined. The conclusion is made and further tasks for conducting research are determined.

Keywords: : fire safety, wooden structures, multi-storey residential buildings, high-strength composite materials, LVL timber, CLT panel

Введение

В последнее время в нашей стране значительно возрос интерес к строительству зданий с использованием древесины. По данным Росстата, в 2020 г. были достигнуты рекордные показатели по сдаче деревянного жилья, составившие 9,35 млн м², с начала ведения данной статистики. Однако эксперты из НП «Ассоциации деревянного домостроения» (АДД) считают, что опубликованные данные не отображают истинной картины и фактическое количество сданного жилья значительно выше приведенных показателей Росстата. Согласно данным опроса, проведенного АДД, в 2020 г. пандемия COVID-19 способствовала повышению спроса на строительство деревянных домов. Популярность зданий с использованием древесины объясняется их скоростью строительства, технологической простотой, удобством работы с материалом и экологичностью, что является одним из ключевых моментов, если не определяющим [1].

В настоящее время значительно набирает обороты вопрос деревянного

строительства в условиях городской застройки. Существующие строительные материалы, изготовленные с использованием древесины в несущих конструкциях, позволяют возводить жилые здания от 4 этажей и выше. Самой распространенной и востребованной конструктивной схемой возведения многоэтажного деревянного здания является каркасная система, в которой используются массивные панели, созданные на основе технологии Cross Laminated Timber (CLT). В качестве основы CLT панели одновременно могут использоваться при панельном и объемно-модульном методе возведения здания. При панельном методе возведения речь идет исключительно о сборке уже готовых панелей, а при работе с готовыми объемными элементами стоит говорить о объемно-модульном методе возведения.

Материалы и методы

На сегодняшний день, на территории РФ производятся все необходимые материалы для деревянного домостроения. К примеру, брус Laminated Veneer Lumber (LVL) – это клееный брус на основе шпона, предназначенный для создания

прочных несущих конструкций. LVL-брус изготавливается в Торжке, а самое крупное европейское производство CLT-панелей расположено в Карелии.

LVL-брус и CLT – это высокопрочные композитные материалы на основе древесины. LVL-брус используют в качестве элементов несущего каркаса здания. Брус изготавливают из многослойного шпона хвойных пород. Толщина каждого слоя около 3 мм, волокна располагаются параллельно друг другу [2]. LVL-брус в течение времени всего срока службы и под воздействием внешних факторов не меняет своих геометрических размеров, что безусловно говорит о его превосходстве над брусом из обычного дерева.

Панели, изготовленные по технологии CLT, представляют собой достаточно массивные плиты, которые можно использовать в качестве стен и перекрытий при

возведении строений (рис. 1). Панели изготавливаются из древесины хвойных пород влажностью не менее 12 %. Вертикальные ламели-плиты задают несущую способность, горизонтальные – продольную жесткость. Клеевой шов между ламелями формируется на молекулярном уровне и абсолютно безвреден, т. к. используются только сертифицированные в Европе клеевые системы.

Сначала заготовки проходят процедуру камерной сушки, потом торцуются. Для достижения ламели заданной длины заготовки сращивают на зубчатый шип, затем ламели склеиваются и в заключении подвергаются прессовке. После этого следуют этапы строгания и шлифовки до состояния идеально гладкой поверхности.

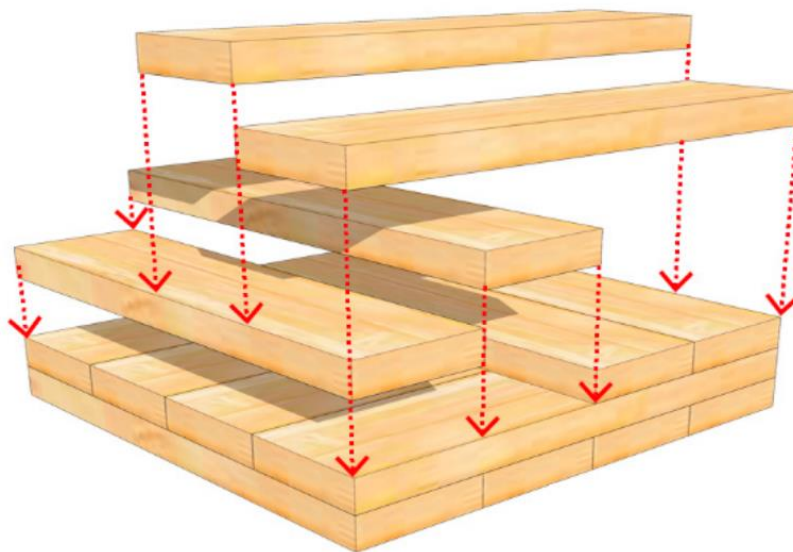


Рис. 1. Схема расположения слоев в CLT-панелях

Fig. 1. Layout of layers in CLT-panels

Благодаря своим физическим и механическим свойствам CLT-панели обладают превосходными теплоизоляционными свойствами: они в 4–5 раз превышают показатели стен из кирпича или бетона и выдерживают большие нагрузки.

Композитные панели используются для облицовки и перекрытия зданий [3].

LVL-брус изготавливается методом послойного склеивания шпона с параллельным расположением волокон (рис. 2).

Схематически это очень напоминает изготовление фанеры, но принципиальная разница в большем количестве слоев. Уникальность данного материала – это способность сохранять заданные при изготовлении размеры. Под воздействием внешних факторов материал так же не меняет ни своих характеристик, ни геометриче-

ских размеров. По указанным характеристикам сравнить LVL-брус можно разве что с клееным брусом. Использование LVL-бруса при возведении несущих опор и перекрытий обосновано более значительными показателями прочности в сравнении с клееным брусом.

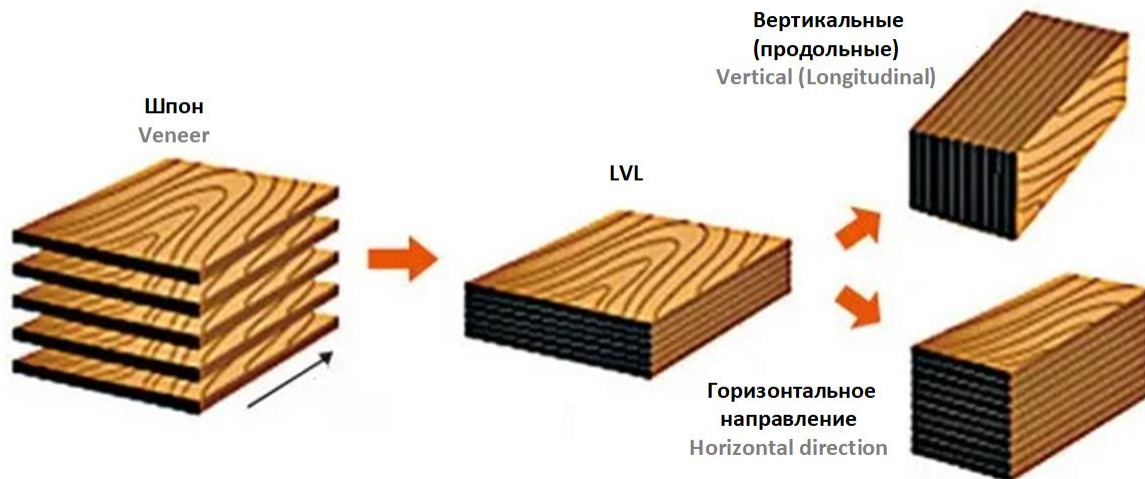


Рис.2. Схема расположения слоев в LVL-брусе
Fig.2. The layout of the layers in the LVL-beam

При возведении зданий есть возможность комбинировать высокопрочные композитные материалы на основе древесины в разных вариациях. Предположим, каркас здания собирают из LVL-бруса, а стены и перекрытия из CLT-панелей разной толщины. Еще одним из плюсов данной технологии является возможность задать нужные параметры всех используемых материалов прямо на производстве. За счет небольшой толщины композитных панелей при возведении стен, площадь помещения увеличивается до 10 % в сравнении с другими домами из дерева. Скорость монтажа таких зданий значительно выше, чем в другом виде строительства, и напрямую зависит от возможности транспортировки готовых блоков или модулей к месту проведения работ. В итоге готовая конструкция здания, имея небольшой вес, способна выдерживать большие нагрузки [4].

Необходимо отметить, что, говоря о строительстве многоэтажных домов в нашей стране, мы говорим об индустриальном строительстве. Безусловно, дерево в составе высокопрочных композитных материалов может выступать при возведении таких типов зданий. Успешный опыт других стран по применению данных материалов говорит сам за себя, к примеру в США, Канаде, Швеции и других европейских странах уже давно возводят высотные здания из древесных материалов. В настоящее время самым высоким деревянным сооружением в мире считается здание Mjøstårnet Tower высотой 85,4 метра в городе Брумундал (Норвегия). Дом построен в 2019 г., имеет 18 этажей, в котором даже лифтовые шахты построены из дерева. Он сместил на 2-е место канадский деревянный дом (Brock Commons) высотой 54 метра.

В последние десятилетия появляются все новые и новые материалы и технологии в области возведения деревянных зданий, и, судя по всему, это только начинает набирать обороты у нас в стране. Применение высокопрочных композитных материалов при возведении домов позволяет в короткие сроки обеспечить качественные строительные работы домов из древесины с достаточно высокими эксплуатационными характеристиками. К сожалению, в нашей стране вопрос деревянного домостроения, имеет немало сдерживающих факторов. Ключевыми из них являются консервативные нормы противопожарной безопасности. Фактически нормативно-правовая база по данному вопросу не обновлялась несколько последних десятилетий, что оставило ее актуальность в 80-х годах прошлого века. В подтверждение данных слов говорит и то, что строительство деревянных домов ограничивалось тремя этажами. При этом Совет Федерации неоднократно обращался в Минстрой с просьбой о разработке новых норм пожарной безопасности и строительства деревянных домов. При принятии стратегии развития лесного комплекса до 2030 г., устаревшее нормативное регулирование было обозначено как одна из главных проблем, не позволяющих развиваться деревянному домостроению.

В конце сентября 2020 г. Президент РФ провел совещание с руководителями федеральных министерств и ведомств по вопросам развития и декриминализации лесного комплекса, в ходе которого было отмечено, что у деревянного домостроения с использованием готовых домокомплектов большие перспективы для развития и для его поддержания необходимо устранить все правовые преграды. В конечном счете это открывает новые перспективы для возведения собственных домов, что повлечет за собой улучшение жилищных условий граждан. Спрос на возведе-

ние домов с применением высококомпозитных материалов на основе древесины обеспечит подъем в строительной индустрии, что повлечет за собой увеличение рабочих мест на предприятиях по переработке древесины. Опираясь на опыт зарубежных стран, можно сказать, что появление высокопрочных композитных материалов на основе древесины позволяет строить безопасные высотные здания из древесины.

В настоящее время отмечаются положительные изменения в нормативно-правовой базе в части регулирования вопросов деревянного строительства. Так, в 2019 г. были утверждены два свода правил: СП 451.1325800.2019 «Здания общественные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования» [5] и СП 452.1325800.2019 «Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования» [6], благодаря которым становится возможным проектирование деревянных зданий высотой до 28 метров с учетом их особенностей.

Заключение

Несмотря на существование СП [5] и [6], наблюдается определенный нормативный пробел в сфере регулирования вопросов деревянного строительства. Решение данной проблемы требует комплексного подхода, а именно:

- 1) изучить зарубежный опыт в применении нормативно-правовых документов, регулирующих вопросы деревянного строительства, для возможности применения зарубежных стандартов и норм в России либо гармонизации их с учетом требований ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

- 2) провести комплексные испытания на огнезащитную эффективность высокопрочных композитных материалов на основе древесины с применением суще-

ствующих средств огне- и биозащиты, используемых для улучшения характеристик испытываемых материалов. Проанализировать их эффективность на основе показателей пожарной опасности, а также разработать метод оценки наличия средств огне и

биозащиты на строительных изделиях из высокопрочных композитных материалов.

3) изучить отечественный рынок огнезащитной продукции и основных компонентов огнеупорных составов для защиты древесины и высококомпозитных материалов на основе древесины.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Хабибуллина Н. В. Необходимость исследования высокопрочных композитных материалов на основе древесины // Современные проблемы обеспечения безопасности : сборник материалов XXV Междунар. науч.-практ. конф. (26–27 апреля 2023 г.) / ред. колл. М. В. Елфимова, О. В. Беззапонная, Е. В. Головина [и др.]. Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2023. С. 41–43.
2. Бойтемирова И. Н. Паутова Е. П., Артамонова Е. А. Многоэтажное деревянное строительство // Россия: тенденции и перспективы развития. 2021. Вып. 16. С. 458–461.
3. Переходова И. Городское строительство из дерева. Зарубежный опыт // Доклады 66-й науч. конф. профессоров, преподавателей, науч. работников, инженеров и аспирантов СПбГАСУ. СПб. : СПбГАСУ, 2009. С. 137–139.
4. Гилетич А. Н. Хасанов И. Р., Макеев А. А. Пожарная безопасность многоэтажных зданий из деревянных конструкций // Пожарная безопасность. 2014. № 2. С. 116–125.
5. СП 451.1325800.2019. Здания общественные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования // Минстрой России : офиц. сайт. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/57862/> (дата обращения: 05.07.2023).
6. СП 452.1325800.2019. Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования // Минстрой России : офиц. сайт. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/57864/> (дата обращения: 05.07.2023)

REFERENCES

1. Khabibullina N. V., The need to study high-strength composite materials based on wood // Modern problems of security: a collection of materials of the XXV International Scientific and Practical Conference (April 26–27, 2023). M. V. Elfimova, O. V. Bezzaponnaya, E. V. Golovina [et al.] (ed.). Yekaterinburg, Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, 2023; 41–43. (rus).
2. Boytemirova I.N., Pautova E.P., Artamonova E.A. Multi-storey wooden construction. Russia: Trends and Prospects of Development. Yearbook, Kursk, 04-05 June 2021. Moscow, Institute of Scientific Information on Social Sciences of the Russian Academy of Sciences, 2021; 16. Part 2: 458–461. (rus).
3. Perekhodova I. Urban construction from wood. Foreign experience. Reports of the 66th Scientific Conference of professors, teachers, researchers, engineers and graduate students of SPbGASU. St. Petersburg, 2009; 137–139. (rus).
4. Giletic A.N., Khasanov A. R., Makeev A.A. Fire safety of multi-storey buildings made of wooden structures. Pozharnaya bezopasnost'/Fire safety. 2014; 2: 116–125. (rus).
5. SP 451.1325800.2019 Public buildings with the use of wooden structures. Design rules. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/57862/> / (accessed: 05.07.2023) (rus).
6. SP 452.1325800.2019 Residential apartment buildings with the use of wooden structures. Design rules. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/57864/> / (accessed: 05.07.2023) (rus).

Информация об авторах

Хабибуллина Наталия Валерьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела, Уральский институт ГПС МЧС России, Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22; Author ID: 759109; ORCID ID: 0009-0008-4435-4202; e-mail: natys9i@mail.ru

Information about the authors

Natalia V. Khabibullina, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Research Department, Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation; Author ID: 759109; ORCID ID: 0009-0008-4435-4202 e-mail: natys9i@mail.ru

Лазарев Иван Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, начальник кафедры пожарно-прикладной подготовки, Уральский институт ГПС МЧС России, Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22; Author ID: 811516; e-mail: ivanlazarev1987@mail.ru

Кузнецов Антон Александрович, кандидат психологических наук, старший преподаватель кафедры пожарно-прикладной подготовки, Уральский институт ГПС МЧС России, Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22; Author ID: 850940; e-mail: kuznetzoff.aa@yandex.ru

Опарин Иван Дмитриевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств, Уральский институт ГПС МЧС России, Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22; Author ID: 793882; ORCID ID: 0000-0002-3885-0540; Scopus AuthorID 57221759263; e-mail: oparinivan@mail.ru

Ivan S. Lazarev, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Fire-applied Training, Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation; Author ID: 811516
e-mail: ivanlazarev1987@mail.ru

Anton A. Kuznetsov, Candidate of Psychological Sciences, Senior lecturer of the Department of Fire-applied Training, Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation; Author ID: 850940
e-mail: kuznetzoff.aa@yandex.ru

Ivan D. Oparin, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Fire, Emergency Rescue Equipment and Special Technical Means, Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation; Author ID: 793882; ORCID ID: 0000-0002-3885-0540; Scopus AuthorID 57221759263
e-mail: oparinivan@mail.ru