

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕРЕВЯННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

**Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор, Юкова К.В.,
Марсакова Е.В., Инжутов И.С., д-р техн. наук, профессор,
Котлов В.Г.**

**Оренбургский государственный университет
Инженерно-строительный институт Сибирского федерального
университета (г. Красноярск)**

**Поволжский государственный технологический университет
(г. Йошкар-Ола)**

Рынок материалов и технологий для индивидуального малоэтажного жилищного строительства сегодня настолько многообразен, что выбор оптимального варианта становится непростой задачей. Целесообразность выбора дерева в качестве основного строительного материала состоит в том, что дерево имеет целый ряд преимуществ перед другими строительными материалами:

- поддержание оптимального воздушно-влажностного режима в помещениях;
- низкая теплопроводность (деревянная стена толщиной 45 см удерживает такое же количество тепла, как и кирпичная толщиной 200 см; кроме того, деревянный дом протапливается быстрее кирпичного);
- при соблюдении требований технологии заготовки древесины, строительства, эксплуатации жизненный цикл здания составляет 150 – 200 лет;
- экономия ресурсов при возведении фундамента, так как удельный вес сухой древесины в три раза ниже, чем кирпичной кладки из силикатного кирпича;
- удобство транспортировки на объект, в том числе и в собранном виде (небольшие бревенчатые строения);
- повышенная устойчивость к осадкам фундамента, сейсмическим нагрузкам [1].

Деревянные дома являются традиционными для России. Именно на дома из дерева возлагаются большие надежды в качестве решения проблемы доступного жилья.

В малоэтажном деревянном домостроении применяются различные архитектурно-строительные системы:

- из массивной древесины (дома из сухого массивного или клееного бруса, дома из оцилиндрованных бревен);
- панельные (из крупных и мелких панелей, модулей);
- каркасные.

Все названные технологии актуальны для российских условий и находят широкое применение. Разделение каркасной и панельной технологии является традиционным для нашего рынка деревянного домостроения. Основное отличие каркасной технологии (рисунок 1) от панельной заключается в степени за-

водской готовности комплекта: по каркасной технологии каркас здания возводится непосредственно на месте строительства и там же обшивается ограждающими листовыми материалами (как правило, изготовленными на основе древесины – фанера, ДВП, OSB, LVL), в то время как панели собираются на заводе и требуют меньше времени на установку на месте строительства [2].



Рисунок 1 - Устройство каркасного дома

Приведенная классификация технологий малоэтажного строительства применяется повсеместно в европейской литературе, имея небольшие отличия в отдельных странах. Нельзя не заметить, что она страдает некоторыми недостатками, объединяя в себе технологические признаки и преобладающий строительный материал [3].

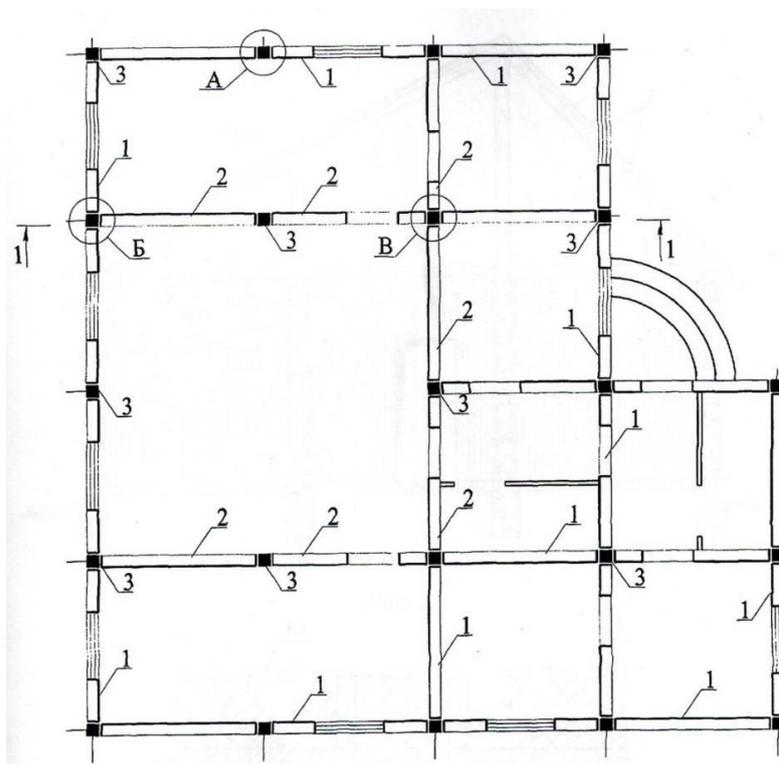
Все вышеперечисленные технологии проходят свой эволюционный путь и имеют свои преимущества и недостатки, предопределяемые как самой технологией, так и используемым материалом. При этом детальный анализ нормативной и научно-технической отечественной и зарубежной литературы показал, что в настоящее время как монотехнологии они себя исчерпали и их дальнейшее совершенствование приводит к улучшению технико-экономических показателей на величину не более 10%, хотя есть потребность в гораздо большей экономии.

Получить качественный скачок в области совершенствования строительных конструкций невозможно без всестороннего анализа и синтеза наилучших известных вариантов, без изучения опыта ученых и инженеров в области проводимых исследований [4]. В связи с этим, не отрицая ни одну из известных технологий, на кафедре строительных конструкций Оренбургского государственного университета совместно со специалистами инженерно-строительного

института Сибирского федерального университета и Поволжского государственного технологического университета предложено усовершенствование панельной технологии строительства из древесины и древесных материалов путем упрощения конструктивной схемы здания, повышения его пространственной жесткости и сокращения трудоемкости монтажа [5]. Такое усовершенствование реализовано за счет органичного сочетания преимуществ каркасной и панельной технологий с устранением, по возможности, их основных конструкционных, монтажных и эксплуатационных недостатков [6, 7].

Поставленная задача решена за счет того, что в здании из деревянных панелей, состоящем из наружных и внутренних панелей, мауэрлата, стропильных ног, прогонов и кровли (рисунок 2), наружные и внутренние панели имеют одностороннюю обшивку и соединены между собой с использованием вертикальных брусьев, к которым при помощи сквозных стяжных болтов крепятся с открытой стороны ребра панелей. При этом панели связаны между собой мауэрлатом, выполненным из спаренных по высоте досок, стыкуемых в разбежку и уложенных в угловых сопряжениях в перевязку.

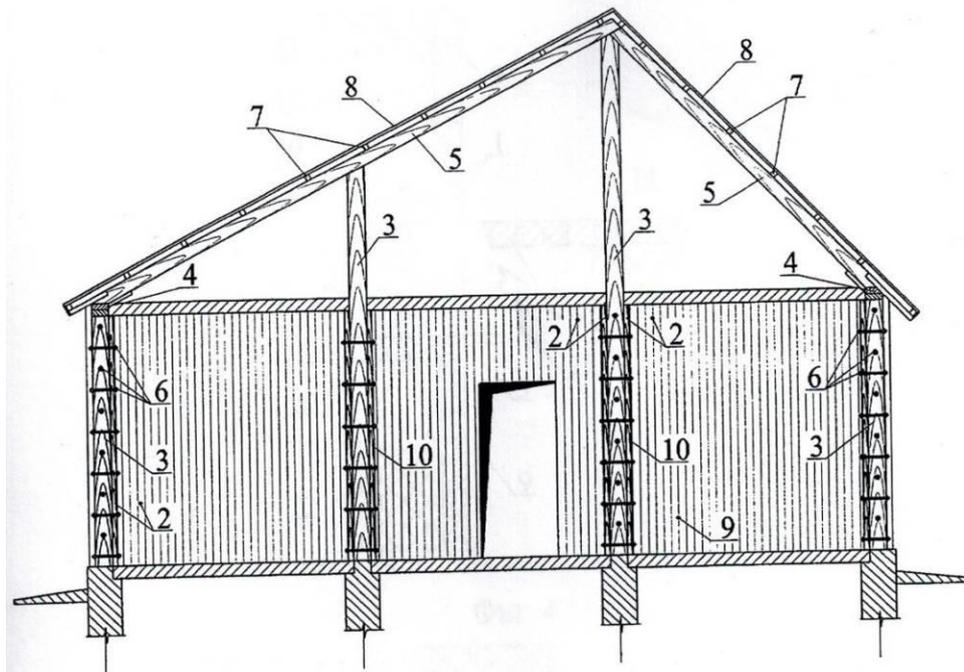
Кроме этого вертикальные брусья, расположенные внутри здания, могут быть выведены в пределы чердачного пространства, при этом верхняя грань вертикальных брусьев является опорой для стропильных ног.



1 – наружные панели; 2 – внутренние панели; 3 – вертикальные брусья

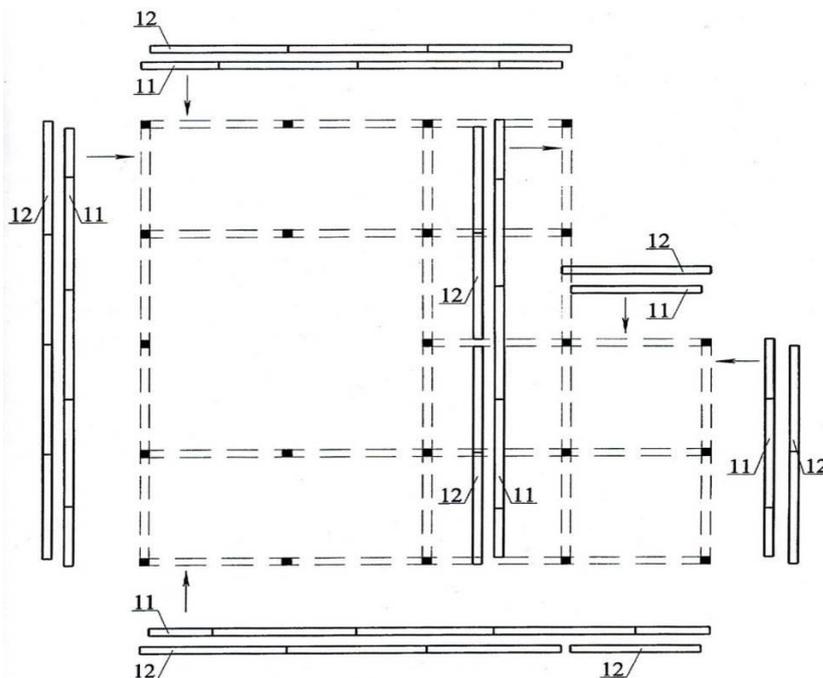
Рисунок 2 – Общий план здания с маркировкой деревянных панелей

Поперечный разрез по разработанному зданию показан на рисунке 3, а схема раскладки досок нижнего и верхнего рядов мауэрлата на рисунке 4.



- 4 – мауэрлат; 5 – стропильные ноги; 6 – сквозные стяжные связи;
 7 – прогоны кровли; 8 – кровля из листовых материалов;
 9 – односторонняя обшивка; 10 – продольные ребра

Рисунок 3 – Характерный поперечный разрез по разработанному зданию



- 11 – доски нижнего ряда мауэрлата; 12 – то же, верхнего.

Рисунок 4 – Схема раскладки досок нижнего и верхнего рядов мауэрлата

Отправочные марки здания включают в себя наружные 1 и внутренние 2 панели, вертикальные брусья 3, мауэрлат 4, стропильные ноги 5, сквозные стяжные связи 6, прогоны 7 и кровлю 8. В состав деревянных панелей 1 и 2

входят односторонняя обшивка 9 и продольные ребра 10, которые при помощи сквозных стяжных связей 6 с открытой стороны панелей 1 и 2 крепятся к вертикальным брусам 3. Вертикальные брусья 3, расположенные внутри здания, могут быть выведены в пределы чердачного пространства, при этом верхняя грань вертикальных брусьев 3 будет являться опорой для стропильных ног 5.

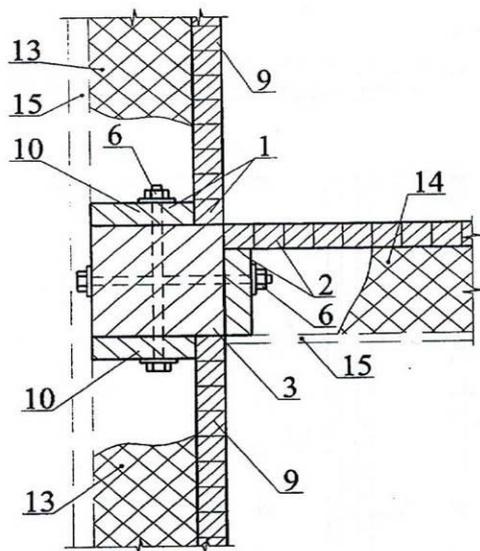
Разработанное здание из деревянных панелей собирается в следующем порядке. На предварительно выполненный фундамент с анкерными стержнями, в местах сопряжения наружных 1 и внутренних 2 панелей, заранее изготовленных в заводских условиях, монтируют вертикальные брусья 3 с таким расчетом, чтобы расстояние между их гранями «в свету» было равно ширине панелей. Это расстояние назначают одинаковым на всей площади здания, что обеспечивает применение одинаковых по габаритным размерам панелей 1 и 2. При одинаковых габаритных размерах в зависимости от конфигурации и назначения помещений здания панели изготавливаются с глухой обшивкой, с оконными и дверными блоками. Поочередно, начиная от углов здания для создания жестких в пространстве секций, между вертикальными брусками 3 вставляют наружные 1 или внутренние 2 панели, при этом наружные грани обшивок 9 образуют гладкие стены, поскольку их поверхности, обращенные в помещения, заранее обработаны и отделаны на заводе. В местах расположения сквозных стяжных связей 6 высверливают отверстия в продольных ребрах 10 панелей и в вертикальных брусках 3, после чего в эти отверстия вставляют сквозные стяжные связи 6 (например, болты с гайками и шайбами). При расположении сквозных стяжных связей 6 в одном узле во взаимно перпендикулярных направлениях отверстия выполняют со сдвижкой по высоте. Отверстия в продольных ребрах 10 панелей и в вертикальных брусках 3 могут быть заранее высверлены по шаблону в заводских условиях, что дополнительно обеспечит сокращение трудоемкости монтажа. Выполняют натяжений сквозных стяжных связей 6 до контрольных величин. Диаметр сквозных стяжных связей 6 определяется соответствующим расчетом на проектные нагрузки, что позволяет без каких-либо сложностей обеспечить восприятие всех возможных динамических нагрузок, например, сейсмических. При действии динамических нагрузок древесина в зоне установки сквозных стяжных связей 6 будет работать на смятие поперек волокон, что обеспечит демпферное восприятие усилий за счет вязкости древесины и, как следствие, существенное повышение общей пространственной жесткости здания.

Характерные узлы сопряжения панелей и брусьев приведены на рисунке 5.

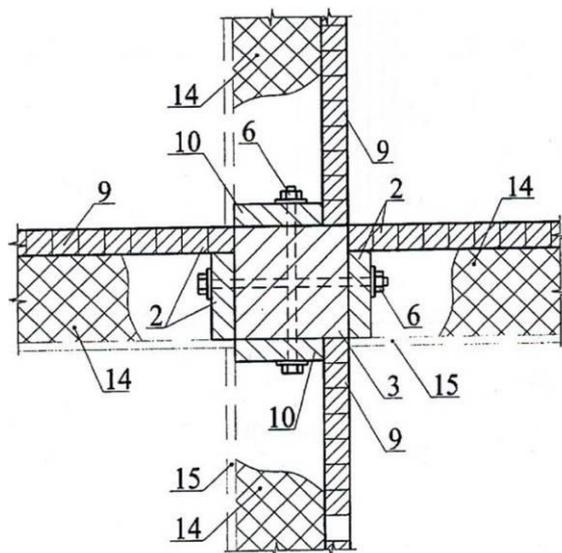
По верхним граням стеновых панелей 1, 2 и вертикальных брусьев 3 выполняют из спаренных по высоте досок мауэрлат 4, при этом доски нижних 11 и верхних 12 рядов стыкуются по длине в разбежку и укладываются в узловых сопряжениях в перевязку (рисунок 4). Такой конструктивный прием позволяет создать в уровне чердачного перекрытия жесткий пояс из взаимно перпендикулярных элементов, что существенно повышает общую

пространственную жесткость здания, особенно при действии динамических нагрузок.

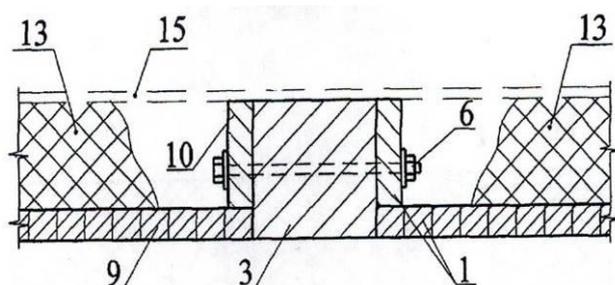
а)



б)



в)



а – сопряжение наружной и внутренней панелей; б – сопряжение внутренних панелей; в – крепление наружных панелей к вертикальной стойке:

13 – утеплитель; 14 – звукоизоляция;

15 – отделочный слой

Рисунок 5 – Характерные узлы здания

При необходимости вертикальные брусья 3, расположенные внутри здания, могут быть выведены в пределы чердачного пространства, при этом верхняя грань вертикальных брусьев 3 будет являться опорой для стропильных ног 5. Таким образом, вертикальные брусья 3 в пределах высоты чердачного пространства будут представлять из себя консольные элементы с защемленным в стыках панелей нижним концом, что исключает необходимость постановки как вертикальных крестовых или подкосных связей по линиям стоек, так и горизонтальных связей по прогонам 7 в плоскости стропильных ног 5. Кроме этого, из-за отсутствия вертикальных связей появляется возможность обеспечить свободное чердачное пространство и легко его переоборудовать под мансардные помещения.

По верхним граням вертикальных брусьев 3, расположенные внутри здания, с опиранием на мауэрлат 4 монтируют стропильные ноги 5, по которым

в дальнейшем устраивают прогоны 7 и кровлю 8. Выполняют утепляющий слой 13 наружных 1 панелей и звукоизоляционный слой 14 внутренних 2 панелей с последующим устройством отделочных слоев 15. Наружные 1 и внутренние 2 панели могут поставляться на строительную площадку с заранее выполненным в заводских условиях утепляющим 13 или звукоизоляционным 14 слоем. В этом случае в местах постановки сквозных стяжных связей 6 предусматривают специальные полые гнезда, заделку которых выполняют после установки и натяжения сквозных стяжных связей 6. В неотапливаемых помещениях утепление внутренних полостей панелей не производят.

Таким образом, по сравнению с прототипом, предлагаемое здание из деревянных панелей позволяет упростить конструктивную схему здания, повысить его пространственную жесткость и сократить трудоемкость монтажа на 15-20 %.

Данным предложением не исчерпываются все возможные варианты модернизации технологий деревянного малоэтажного строительства. Рассмотренный вариант дает толчок дальнейшего совершенствования конструктивных решений жилых домов, производственных зданий и объектов общественного назначения, проектируемых на основе древесины и древесных материалов. Несомненно, что описанная технология будет способствовать расширению номенклатуры деревянных конструкций и повышению их конкурентной способности. С другой стороны, приведенные разработки можно рассматривать как импульс к поиску новых технических и технологических решений. Этот импульс должен явиться стартовой площадкой для молодых ученых, работающих в сфере строительной науки.

Список литературы

1. Перспективы деревянного домостроения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kalevalaosb.ru/about/prensa/125>.
2. Технологии деревянного домостроения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecodomexpo.ru/articles/tehnologii-derevyannogo-domostroeniya>.
3. Жаданов, В.И. Деревянные панельные конструкции для малоэтажного строительства / В.И. Жаданов, Д.А. Украинченко. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. – 390с.
4. Ковальчук, Л.М. Основные направления совершенствования деревянных конструкций и повышения эффективности их применения в строительстве / Л.М. Ковальчук // Состояние и перспективы исследования в области деревянных строительных конструкций. – М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 1983. – С. 4-10.
5. Инжутов, И.С. Методологические основы поиска рациональных решений деревянных панельных конструкций учебное пособие / И.С. Инжутов, В.И. Жаданов, Д.А. Украинченко, А.Ф. Рожков, В.Е. Афанасьев. – Оренбург – Красноярск: ООО ИПК «Университет», 2016. – 295с.

6. Патент РФ на изобретение №2420634. МПК E 24 B 1/26. Здание из деревянных панелей / П.А. Дмитриев, В.И. Жаданов, П.П. Дмитриев, Д.А. Украинченко, С.В. Лисов // Оpubл. 10.06.11. Бюл. №16. – 8 с.

7. Патент РФ на полезную модель №36404. МПК E 24 B 1/26. Утепленная стена вертикальной разрезки / П.А. Дмитриев, В.И. Жаданов, П.П. Дмитриев, Д.В. Сагантаев // Оpubл. 10.03.04. Бюл. №7. – 6 с.