

УДК 711.643

*И.А. ЛУНДЫШЕВ, инженер, Санкт-Петербургский государственный  
политехнический университет (ФГБОУ ВПО СПбПУ)*

## Применение деревянного каркаса в малоэтажном домостроении с утеплением монолитным пенобетоном

*В настоящее время существует дискуссия между сторонниками применения при строительстве малоэтажных зданий совместно с монолитным пенобетоном деревянного несущего каркаса и сторонниками применения несущего каркаса из ЛСТК. Представлен анализ применения несущего деревянного каркаса, рассмотрены результаты проведенных испытаний.*

**Ключевые слова:** монолитный пенобетон, строительство из дерева, деревянный каркас.

В существующих условиях увеличения строительства малоэтажных зданий в Российской Федерации и многочисленных правительственных программ развития села и малоэтажной застройки актуальной задачей становится применение экономичных технологий строительства с массовым применением местных строительных материалов. С другой стороны, уделяя внимание экономической стороне вопроса, нужно иметь ответы на вопросы о долговечности примененной конструкции, ее устойчивости к биокоррозионным разрушениям и учитывать существующий опыт применения и отработки технологии строительства.

Леса занимают более 40% территории России, естественный ежегодный прирост древесины на корню составляет около 700 млн м<sup>3</sup>, добывается около 200 млн м<sup>3</sup> деловой древесины, из которой на нужды строительства расходуется около 70 млн м<sup>3</sup> [1]. В районах, где лес является местным материалом, рационально строительство малоэтажных каркасных деревянных домов. Они могут успешно конкурировать с материалами и конструкциями, перевозка которых не только дорога, но и длительна. В истории развития строительной техники имеется много примеров выдающихся зданий и сооружений с применением деревянных конструкций.

Монолитный пенобетон в настоящее время наиболее изученный и долговечный из эффективных теплоизоляторов, имеющий отличные огнезащитные и антибиокоррозионные свойства. Производство монолитного теплоизоляционного пенобетона ведется из доступных компонентов прямо на строительных объектах.

Сочетание деревянной конструкции и утепления из монолитного, теплоизоляционного пенобетона способно решить многие вопросы логистики и способствовать скорейшему выполнению правительственных программ.

Для изготовления каркаса применяется сухая древесина влажностью не более 18% либо клееные деревянные конструкции. Связано это с тем, что в процессе начальной сушки в результате удаления связанной влаги изменяются линейные размеры и объем древесины [2].

Поскольку сочетание деревянных конструкций и монолитного пенобетона является относительно новым, особенно потому, что деревянные конструкции используются в качестве несущих совместно с утеплителем, заливаемым монолитным способом, появляется необходимость проверить поведение в несущей ограждающей конструкции как монолитного теплоизоляционного пенобетона, так и деревянных колонн и арматуры. Теоретически основными факторами, угрожающими деревянным конструкциям, являются биокоррозия и возгорание. Развитие биокоррозии возможно при высокой (>20%) влажности дерева, также ей способствует низкое значение pH (<10). Неавтоклавный монолитный пенобетон, имеющий pH>2,5 и являющийся постоянно сохнущим материалом, при положительной температуре, в течение 28 сут выходит на равновесную влажность в 8% для условий Санкт-Петербурга и не только создает на поверхности деревянной арматуры щелочную среду, но и дополнительно сушит деревянную арматуру.

Что касается возгорания, зачастую деревянные конструкции необоснованно считаются более опасными, чем металлические или железобетонные с предварительно напряженной арматурой. Опыт обследования зданий, поврежденных пожаром, показывает, что незащищенные металлические и железобетонные конструкции быстро теряют несущую способность и внезапно обрушаются [2]. Расчетные графики потери несущей способности конструкций из разных материалов также опровергают чрезмерную опасность деревянных конструкций [1], поскольку в случае пожара на дереве образуется слой древесного угля с плохой теплопроводностью, который препятствует дальнейшему горению. Тем не менее деревянные несущие конструкции нуждаются в конструктивных видах защиты от пожарной опасности, и здесь пенобетон как негорючий материал оказывается уместен, так как давно и с успехом применяется для огнезащиты стальных конструкций (Экспертное заключение б/н от 31.01.2003 на № 4/7п от 15.01.2005 и 2/143 от 28.01.2003 ГУП ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко)

Для проверки совместной работы монолитного теплоизоляционного пенобетона и деревянных конструкций

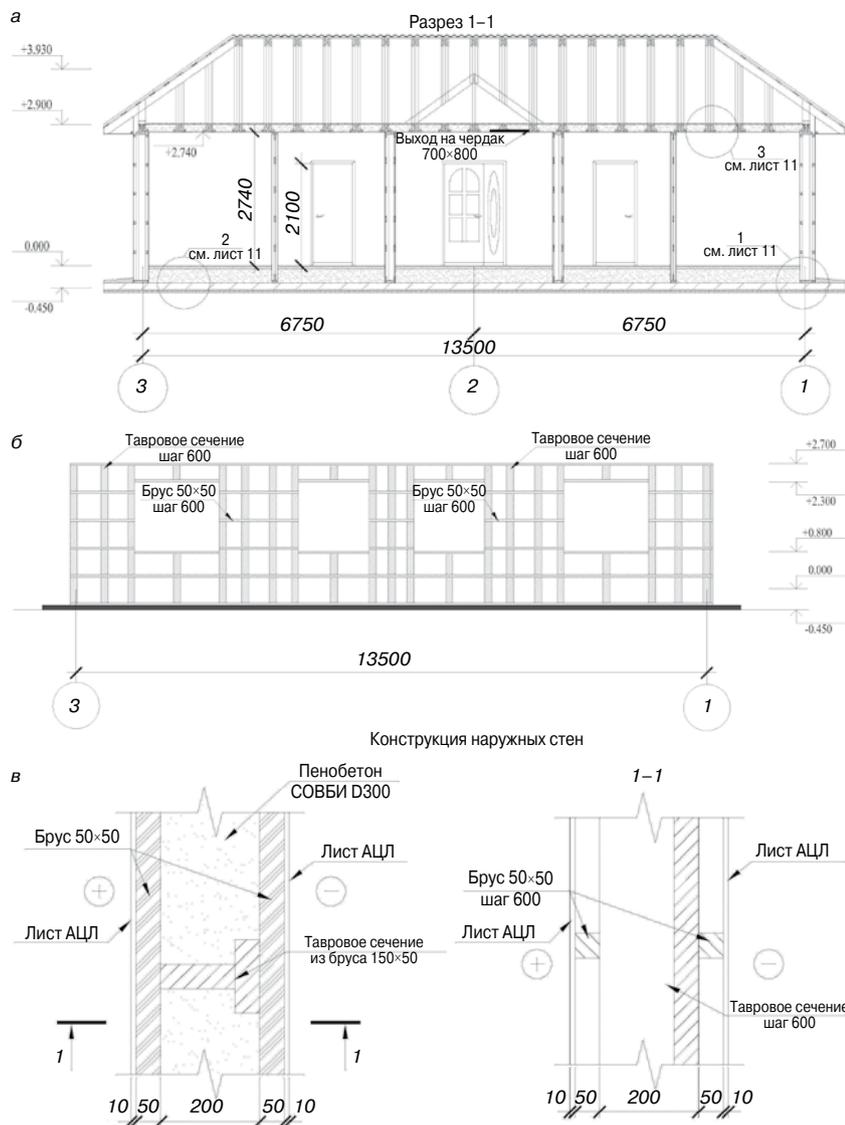


Рис. 1. Примеры и узлы каркаса типового проекта: а – типовая раскладка каркаса; б – типовая конструкция наружных стен; в – разрез здания с деревянным каркасом и утеплением пенобетоном

в 2003–2007 гг. были проведены разнообразные испытания, для которых изготавливались фрагменты конструкции, содержащие деревянный каркас и монолитный теплоизоляционный пенобетон плотностью 300 кг/м<sup>3</sup> и 200 кг/м<sup>3</sup>. Часть фрагментов содержала полностью погруженный деревянный каркас, часть содержала частично погруженный деревянный каркас. Часть деревянного каркаса была обработана антисептиками. Фрагменты содержались в различных термических и влажностных условиях. После выдержки в течение нескольких месяцев фрагменты разбирались и проверялись на биокоррозию, влажность и наличие трещин. Типичным испытанием можно считать испытания, сделанные Холдингом «СОВБИ» совместно с АНИТЦ «Сократ» при СПбГУПС, проводившиеся непрерывно с 05.11.2005 по 05.02.2007 г., когда рассматривалась конструкция, содержащаяся все время проведения испытаний в естественных условиях на улице под навесом. В ходе исследований определялись физико-химические характеристики пенобетона и деревянной арматуры, проводился химический анализ во-

дных вытяжек проб пенобетона. По результатам исследований (акт б/н от 05.02.2007 «Обследования пенобетонной конструкции с деревянной арматурой АНИТЦ «Сократ») естественная влажность материалов конструкции определена в 8%, отсутствует биокоррозия пенобетона и деревянной арматуры, отсутствуют сульфат- и нитрат-ионы, что указывает на отсутствие бактерий, способствующих разрушению и переувлажнению материалов конструкции. Усредненный уровень pH=12,75, что является положительным моментом для предотвращения биокоррозии древесины.

Деревянные балки каркаса должны нести нагрузку, они также не должны создавать мостиков холода в толще пенобетонной стены. Поэтому в несущем каркасе используются не массивы дерева, а деревянные конструкции, собранные из досок и брусков, которые наряду с обеспечением несущих способностей позволяют пенобетону свободно растекаться, исключить мостики холода и регулировать требуемую толщину стены при помощи набора дополнительных элементов. Наиболее часто конструкции представляют собой вертикальные спаренные колонны или объемные решетки. Примеры и узлы каркаса типового проекта, разработанного для температурно-влажностных условий Республики Бурятия, приведены на рис. 1, а, б, в.

Как правило, деревянный каркас устраивают прямо на стройплощадке, но встречается и изготовление каркасов на заводе с последующей доставкой отдельных стеновых элементов к месту сборки. В любом случае вертикальные элементы соединяются системой деревянных балок перекрытий, создавая единый несущий каркас здания.

На несущий каркас устанавливается несъемная опалубка из различных листовых материалов (ГКЛв, АЦЛ, ХЦЛ, ЦСП, ЩЦП), подходящих по техническим условиям к работе в качестве внешней или внутренней несъемной опалубки и имеющих величину паропропускаемости 0,033–0,11 мг/(м·ч·Па). Затем через технологические отверстия, ограждающие конструкции и перегородки, заполняются монолитным теплоизоляционным пенобетоном СОВБИ плотностью 200–300 кг/м<sup>3</sup> в зависимости от требований проекта [3].

После заполнения ограждающих конструкций пенобетоном внешнюю сторону ограждающих конструкций отделяют с использованием декоративных элементов или окраской и оштукатуриванием.

Балки перекрытия, как правило, подшиваются листовым материалом и заливаются монолитным пенобетоном СОВБИ плотностью 400–600 кг/м<sup>3</sup> на всю толщину балки.

Определенные вопросы вызывает проектирование каркасных конструкций с применением дерева. Связано это с тем, что такие здания характерны скорее для Западной



**Рис. 2.** Изготовленные в заводских условиях деревянные каркасы в Новосибирской области



**Рис. 3.** Виды каркаса сблокированных зданий в Ленинградской области



**Рис. 4.** Здания с деревянным каркасом в Оренбургской области

Европы и в наибольшей степени для Германии, где накоплен большой опыт расчета подобных конструкций.

При выполнении статического расчета каркас в поперечном направлении рассматривают как рамную или связевую систему, а в продольном – как связевую систему, воспринимающую только горизонтальные нагрузки. Монолитный пенобетон СОВБИ плотностью  $300 \text{ кг/м}^3$  в расчетах рассматривается исключительно как самонесущий материал, не участвующий в восприятии нагрузок. Это приводит к некоторому перерасходу каркаса и определенному дополнительному запасу прочности, но значительно упрощает расчет здания.

По усилиям, полученным при статическом расчете, рассчитывают ригели, распорки и стойки каркаса как отдельные элементы. Затем рассчитывают узловые соединения и стыки стоек на растягивающие усилия и крепления сто-

ек каркаса к фундаментам [4, 5]. Для автоматического расчета рекомендую использовать специализированные программы, входящие, например, в комплект системы SCAD.

Первые коттеджи с применением в каркасе деревянных конструкций и утепления из монолитного пенобетона плотностью  $300 \text{ кг/м}^3$  были возведены в Ленинградской области, п. Бугры, в 2000 г. В этих коттеджах рассматриваемая технология применена к конструкции внутренних перегородок. В 2002–2003 гг. массово применены деревянные балки межэтажных перекрытий, залитые монолитным пенобетоном. Следующим этапом стало возведение в 2003 г. в Ленинградской области (г. Сестрорецк) одноэтажного здания с мансардой высотой в коньке 8 м с использованием несущего каркаса из деревянных конструкций. К этому времени происходил постоянный контроль за состоянием пенобетона и дерева в совместных конструкциях. Не было выявле-



**ИННОВАЦИОННАЯ  
ТЕХНОЛОГИЯ 21 ВЕКА**

**ПЕНОБЕТОН «СОВБИ»**



- Быстровозводимые каркасные дома с полным «теплым» контуром из монолитного пенобетона круглый год
- Утепление всех элементов и узлов дома от фундамента до кровли
- Утепление подводящих коммуникаций

Мы готовы показать работу установок СОВБИ на строительных объектах в любое удобное для вас время





**Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, д. 40**  
[www.sovbi.ru](http://www.sovbi.ru) [www.sovbifoamcenter.com](http://www.sovbifoamcenter.com)

**Строим дома с 1999 года!**  
**Тел. 275-46-92, 276-46-77**

Реклама

по появление биокоррозии, однако в связи с применением недостаточно высушенного дерева наблюдалось продольное коробление деревянных балок. Для исключения подобных ситуаций принято решение об использовании в каркасах только сухой древесины. В дальнейшем ни одного подобного случая за девять лет наблюдений за поведением деревянных каркасов в пенобетоне не зафиксировано.

В 2003–2004 гг. в Ленинградской области (д. Соколово) Холдингом «СОВБИ» выполнено строительство малоэтажного поселка с несущими конструкциями домов из дерева. Это позволило значительно сократить стоимость строительства, а также отработать утепление монолитным пенобетоном всех элементов малоэтажного здания. После утепления фундамента, ограждающих конструкций и мансардного этажа пенобетоном создан полный теплый контур здания, значительно сокративший тепловые потери. Также были отработаны различные схемы внешней отделки коттеджей.

Начиная с 2004 г. технология возведения коттеджей с деревянным каркасом и утеплением из монолитного пенобетона приобрела законченный вид и подобные конструкции стали возводиться во многих городах России. Примеры решений, реализованных в Оренбургской, Новосибирской и Ленинградской областях, приведены на рис. 2–4.

В целом к настоящему времени технологию «СОВБИ», совмещающую деревянный каркас и монолитный теплоизоляционный пенобетон, можно считать внедренной. Наиболее близкой технологией, с которой ее можно сравнивать, является технология совместного применения каркаса из ЛСТК и монолитного теплоизоляционного пенобетона СОВБИ. Первое сравнение этих двух технологий показывает сильные

стороны деревянных каркасов в простоте работы с деревом при работе с отдельным малоэтажным строением, простоте получения материала, возможности внесения в проект строительства изменений по просьбе заказчика, а также в меньшей цене за каркас. Сильные стороны каркаса из ЛСТК в большей технологичности и соответственно экономической выгоде при застройке малоэтажных поселков, постоянным геометрическим размерам без необходимости проверять входную влажность доски. Тем не менее сравнение двух технологий и выявление их сильных и слабых сторон требует дополнительного исследования и может быть интересно для строительных и проектных организаций.

#### Список литературы

1. Инженерные конструкции / Под ред. В.В. Ермолова М.: Изд-во Архитектура-С, 2007. 408 с.
2. Калугин А.В. Деревянные конструкции. М.: Изд-во АСВ, 2008. 288 с.
3. Альбом типовых решений в многоэтажном и малоэтажном строительстве с использованием монолитного пенобетона по технологии «СОВБИ» СП-И/2007. Санкт-Петербург, 2007.
4. Гринь И.М., Джан-Темиров К.Е., Гринь В.И. Строительные конструкции из дерева и синтетических материалов. Проектирование и расчет. Киев: Выща школа, 1990. 221 с.
5. Иванов В.А., Куницкий Л.П., Кормаков Л.И., Гудков П.Н. и др. Деревянные конструкции (примеры расчета и конструирования). М.: Госстройиздат, 1960. 538 с.

**9-11  
ОКТЯБРЯ 2013**  
г. Сочи, ГК «Жемчужина»

**ТРОЙ  
МАРКЕТ**

**ХІХ МЕЖДУНАРОДНАЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА**

ПАРАЛЛЕЛЬНО ПРОХОДЯТ:  
**ХІІІ МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
«МЕБЕЛЬ-ОТЕЛЬ-ДОМ-РЕСТОРАН»  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ФОРУМ  
«ИННОВАЦИИ: ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО  
И РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ»**

Подробная информация на сайте:  
[www.soud.ru](http://www.soud.ru)

 ЗАО «СОУД - Сочинские выставки» Тел./Факс: (862) 262-26-93; 262-31-79; 262-10-26;  
E-mail: [sochi@soud.ru](mailto:sochi@soud.ru), [lana@soud.ru](mailto:lana@soud.ru). Web-site: [www.soud.ru](http://www.soud.ru)