

УДК 624.011

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ  
ДЕРЕВЯННЫХ ПРОГОНОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ БЕЛАРУСИ**

**ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ  
ПРОГОНІВ У БУДІВНИЦТВІ БІЛОРУСІ**

**FUNDAMENTALS OF ENERGY AND CONSTRUCTIVE SOLUTIONS OF  
WOODEN LINTELS IN NATIONAL CONSTRUCTION OF BELARUS**

Семенюк С.Д., д.т.н., проф., Хмельницкий Е.С., аспирант («Белорусско-Российский университет», Могилев, Республика Беларусь)

Семенюк С.Д., д.т.н., проф., Хмельницький Е.С., аспірант (Білорусько-Російський університет, м. Могильов, Республіка Білорусь)

Semenyuk S.D., doctor of technical sciences, professor, Khmel'nitskij E.S. (Belarusian-Russian University, Mogilev, the Republic of Belarus)

В статье рассмотрены типичные для народного строительства конструктивные узлы и элементы конструкций, в которых используется деревянный прогон. Приведено описание конструктивных решений, использовавшихся на территории Республики Беларусь с XIV в. до первой половины XIX в. и рассмотрены возможные варианты энергоэффективных деревянных прогонов.

У статті описані типові для національного будівництва конструктивні вузли та елементи конструкцій, в яких використовуються дерев'яні прогони. Описані проектні рішення, які використовуються на території Республіки Білорусь з XIV ст. до першої половини XIX ст. і розглянуті можливі варіанти для енергоефективних дерев'яних прогонів.

In the article constructive knots typical for national construction and elements of designs in which wooden lintel is used. The description of the relevant constructive decisions used in the territory of modern Republic of Belarus since the beginning of the XIV century to the first half of the XIX century is provided. Considered possible options of energy-saving wooden lintel.

**Ключові слова:**

Прогон, конструктивное решение, энергоэффективный

Прогон, Конструктивне рішення, енергоефективні

Lintel, constructive solution, energy-saving

Комплексное изучение конструктивно-технологических решений характерных для народного строительства, накопленного многовекового практического опыта строительной техники, а также строительных материалов, использовавшихся на территории Беларуси, является актуальным, вследствие того что основополагающие принципы возведения деревянных строительных конструкций не потеряли актуальности и в современном строительстве [1].

В народном строительстве на территории современной Беларуси основными конструкциями в которых задействовались прогоны были конструкции перекрытий, кровли и стропильные системы. При этом формирование конструктивных особенностей перекрытий теснейшим образом связано с развитием конструкций кровли, так как возводимые жилые и хозяйственные постройки редко поднимались выше одного этажа. Традиционными для Беларуси считаются сводчатые и плоские перекрытия.

Вариант сводчатого перекрытия или потолка в виде арки в своём первоначальном варианте являлся не достаточно рациональным конструктивным решением из-за ряда причин: ненадёжное соединение конструкций крыши и покрытия, значительные нагрузки на конструкции стен в следствии массивности конструктивных элементов, неудовлетворительные условия теплоизоляции, а также малый эксплуатационный срок. В дальнейшем при совершенствовании архитектурно-планировочных решений и эволюционном развитии данных конструкций наблюдается уменьшение поперечных сечений массивных элементов конструкций, в том числе прогонов. Таким образом происходила оптимизация конструктивных решений сводчатых перекрытий, экономия материальных средств и времени на их возведение. Дальнейшая эволюция и разделение данного вида перекрытий на три основных подвида (зеркальный, цилиндрический и лотковый. При этом в конструктивном отношении деревянные своды можно разделить на две группы: рубленые и дощатые [2]. Рублеными делали зеркальные своды, имевшие небольшие поперечные размеры и несложную форму. Их высота не превышала 1,5 метра, они свободно размещались в подстропильном пространстве, не достигая ригеля ферменных конструкций. Данные конструкции выполняли из пластин, а врубки по аналогии с

угловими соединениями стен. Дощатые своды значительно легче по сравнению с рублеными что позволило выполнять более сложные архитектурные формы. Обшивка с помощью кружал подвешивалась к конструктивным элементам крыши. Размеры дощатого свода, так же как и рубленого, сказывались на конструкции крыши. Если выполнялся свод, то всяческие фермы стропильно-ригельной конструкции сохранялись над всем зданием. Если он распределялся по всей ширине, то выполняли наслонные стропила.

Плоские перекрытия выполняли из досок, уложенных по прогонам. В этом случае распространенное размещение прогонов - поперек сооружения, но более старое - вдоль него, что может восприниматься как отражение рубленых конструкций. Иногда оба конструктивных решения соединялись - второстепенные прогоны несут настил потолка и поддерживаются снизу главной балкой. Доски потолка укладывали или вплотную, закрывая щели дополнительной доской сверху, или вразбежку, когда в нижнем ряду доски клали с небольшими промежутками, перекрывавшимися сверху досками второго ряда. Второй вариант устройства потолка мог иметь такое решение - нижний ряд досок на всю их толщину врезали в верхний пояс балки. В связи с большой стоимостью пиленых лесоматериалов и сложностью их изготовления получили распространение потолки из коротких досок. К нижнему поясу прогонов по бокам прибавляли бруски, на которые укладывали доски.

Также деревянное зодчество Беларуси характеризуется разнообразием конструктивных решений, форм, размеров и типов крыш. В зависимости от конструктивного решения можно выделить два основных типа крыш, характерных для народного строительства, это рубленые и каркасные кровли. При этом для рубленых кровель характерно использование цельных бревен, а не деревянных прямоугольных прогонов. Также использование рубленых кровель для жилых и хозяйственных построек является типичным скорее для русского народного зодчества, а не для белорусского [3].

Каркасные кровли (рис. 1) получили развитие из широко применявшихся в народном строительстве кровель на сохах, стоящих на земле по осям здания. При использовании сох на стены передавалась лишь половина нагрузки от кровли. Причем распорные усилия в стенах не возникали, поскольку жерди-ключи свободно опирались на верхнем венце и не крепились к нему [4]. Развитие этой конструкции в дальнейшем определялось не только стремлением к ее совершенствованию, но и возростающим дефицитом ценных пород древесины, необходимых для сох. Поэтому стали шире применять короткие сохи, опирающиеся не на грунт, а на балки и

торцовые стены. Потом их заменили короткие вертикально поставленные бревна-стойки, а также козлы - перекрещивающаяся система брусьев, которые опирались на несущие прогоны и поперечные стены и поддерживали коньковый брус, на который в свою очередь навешивались жерди-ключи.

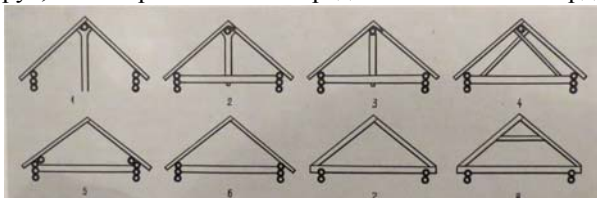


Рис. 1. Конструктивные решения каркасных кровель

1 - на сохах; 2 - на сошках; 3 - на дедках; 4 - на козлах; 5 - на кроквах с закотвиной; 6 - на кроквах (наслонные стропила); 7- стропильно-балочная ферма, 8 - стропильно-ригельная ферма

К XV—XVI вв. в монументальных зданиях Беларуси (замки, храмы) появилась потребность в установке пролетов до 12 метров и соответственно стали применяться крыши решетчатой конструкции. Фермы, составлявшие конструкцию одной крыши, были двух типов - полные и пустые. Основные конструктивные отличия заключались в том, что полная решетчатая ферма помимо ригелей и подкосов обязательно имела осевой столб, соединявший их и опиравшийся на центральный прогон. Пустые и полные фермы устанавливались поочередно. Подобные конструкции весьма многообразны, что свидетельствует о поисках плотниками рациональных и энергетически экономичных конструктивных решений. Результатом таких поисков, с одной стороны, решетчатых конструкций, а с другой - закономерного эволюционного развития в народном строительстве конструкций каркасных крыш стали стропильные крыши, которые в зависимости от устройства стропил разделились на два типа: наслонные и висячие.

Наслонные стропила народными строителями применялись в основном в зданиях с небольшими (до 8 метров) пролетами. Их всегда устанавливали парами, соединяя в коньке врубкой и тэблем, а несколько выше середины - горизонтальным элементом (поясом). В единую конструкцию кроквы объединялись латами, которые привязывали лозой или прибивали тэблями, гвоздями. В хозяйственных постройках, возводившихся в усадьбах и имевших большие пролеты (гумна, сеницы), нижние концы стропил опирались на стены. Для предотвращения их прогиба внутри сооружения ставили два ряда опор. Они объединялись в продольном направлении

прогонами, а в поперечном - ригелями и системой подкосов. Подобное решение уже позволяло перекрывать пролеты в 14 метров и более [5].

Висячие стропила, в которых силы распора гасились полностью, имели большее распространение в монументальной архитектуре. В памятниках белорусского зодчества можно выделить следующие их типы: стропильно-балочные фермы, стропильно-ригельные фермы, стропила на прогонах, стропила с подвесной бабкой.

Стропильно-балочная ферма - простейший вид висячих стропил. Состоит из стропильных ног, опирающихся на балку. Применялась при небольших пролетах - до 6 м. Традиционным не только в стропильно-балочных, но и в других типах ферм являлось соединение стропил в коньковом узле на прорезной шип с колышком или в простую накладку, а стропил с затяжкой - на потайной шип.

Стропильно-ригельные фермы являлись самым распространенным конструктивным решением. Они развились из стропильно-балочных ферм путем укрепления их прогоном и применялись при облётах от 5 до 16 метров. Прогон обычно размещался на середине длины стропил или немного выше. Соединения прогона со стропилами чаще всего выполняли накладкой в виде ласточкиного хвоста (так называемый зубец) с укреплением колышком. Стропильно-ригельные фермы делались двух видов - с неподдерживаемым прогоном и с поддерживаемым. Фермы первого вида широко применялись при пролетах в 5-7,5 метров, реже при больших пролетах. В фермах с большим пролетом по верху прогона укладывали один или два бруса, которые объединяли все фермы и вместе с обрешеткой обеспечивали продольную жесткость всей конструкции. Однако в Беларуси основным видом конструкций, поддерживающих прогон и обеспечивавших продольную жесткость крыши, были подстропильные рамы.

Принципиальная конструктивная особенность стропил на прогонах заключается в том, что они опираются непосредственно на прогоны подстропильных рам, а ригели заменены парными схватками. При этом в связи со сложностью ремонтных работ стропила на прогонах с наклонными подстропильными рамами в Беларуси не получили широкого распространения. Следует также отметить, что белорусские плотники не применяли наклонные подстропильные рамы в крышах со стропильно-ригельными фермами, хотя это было вполне возможно.

Стропила с подвесной бабкой (вешаром) - применялись при пролетах более 8 м. К вешару, устанавливавшемуся по оси фермы, подвешивалась затяжка с помощью металлического хомута или врубки внакладку в виде

ласточкиного хвоста. Вешар крепился к ригелям и в коньке крыши к стропилам. Для более жесткой его фиксации применяли короткие верхние подкосы к ригелю или длинные подкосы к стойкам подстропильных рам и нижнем затяжке.

Проанализировав описанные выше конструктивные решения можно сделать вывод, что прогоны являются неотъемлемой частью данных конструкций, а их эволюционное и энерго-экономическое развитие четко прослеживается на фоне развития отрасли народного строительства. Следует отметить что при этом любые варианты ориентированы не только на рациональное применение строительных материалов, но и на эффективное использование имеющихся ресурсов.

Все основополагающие принципы конструктивно-технологических решений являются той основой, которая характеризует не только исторический, но и современный строительный процесс, например обеспечение унификации конструкций и элементов на основании унификации типоразмеров и марок и самих конструкций. При этом расход строительных материалов определяется функциональной и конструктивной целесообразностью. В целом, анализ конструктивно-технологических решений показывает их энергоэкономичность (ориентация на применение местных материалов, использование бытового инструмента, использование транспорта).

Но при этом стоит отметить, что рассмотрение прогона только в качестве энергоэффективного элемента предложенных конструктивных узлов не позволит добиться максимально результата в области минимизации энергозатрат и получении наиболее продуктивного конструктивного решения.

Исследование возможностей уменьшения затрат на производство, а также уменьшение материалоемкости и соответственно стоимости деревянных прогонов, позволяет рассматривать прогон не как цельный элемент, а как отдельный конструктивный узел. Так замена привычного для всех представленных конструктивных схем цельнодеревянного бруса в качестве прогона, на энергоэффективные прогоны (Рисунок 2), при сохранении основных размеров поперечного сечения прогона, позволяет не только уменьшить количество затрачиваемых материалов, но и снизить трудозатраты на монтаж всей конструкции в целом, за счёт снижения общей конструктивной массы элемента. При этом несущая способность самих прогонов остается практически без изменений за счет перераспределения усилий от ядра поперечного сечения прогона.

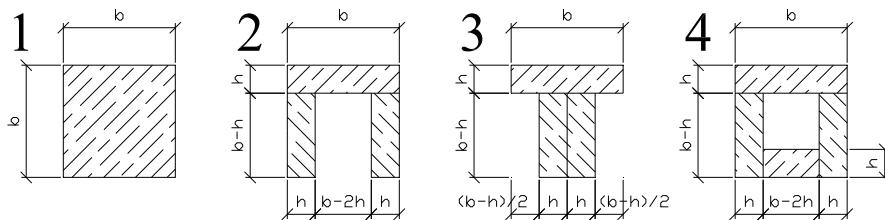


Рис. 2. Конструктивные решения энергоэффективных прогонов

- 1 – стандартный цельнодеревянный брус; 2 – П-образный энергоэффективный деревянный прогон; 3 – Т-образный энергоэффективный деревянный прогон; 4 – деревянный энергоэффективный прогон коробчатого сечения

Как следствие, не смотря на то, что производство строительных конструкций во многом основывалось на определенной инерционности, прослеживается неуклонное стремление к рациональным, основанным на эффективном использовании ресурсов, решениям.

Повторение или вариативное использование уже известных и оправдавших себя решений практически гарантировало положительный результат. Достаточно внимательно относиться к наработанному опыту. Поэтому комплексное изучение конструктивно-технологических особенностей народного строительства позволит раскрыть комплексный характер народной культуры в целом и синкретическую основу ее проявлений в частности.

1. Хмельницкий Е.С. Экспонирование конструктивно-технологических решений в комплексе традиционных народных промыслов в Могилеве / Е.С. Хмельницкий // Научно-информационный журнал «Архитектура и строительные науки». – Минск : БААРХ. – 2012. – С. 34–36.

2. Сергачёв С.А. Белорусское народное зодчество. – Минск: «Ураджай», 1992 – С. 64.

3. Всеобщая история архитектуры: В 12 т. – Т. 6. Архитектура России, Украины и Белоруссии XIV – первой половины XIX в. Москва : Стройиздат, 1968. - 568 с.

4. Хмельницкий, Е.С. Развитие и энергетические основы конструктивных решений стен в народном строительстве Беларуси / Е.С. Хмельницкий // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : материалы международной научно-практической конференции. – Гомель : БелГУТ, 2011. – С. 145-146.

5. Беларускаяе народнае жыллё. Минск : Наука и техника, 1973. - 128 с.