

ЛЮБОВЬ ФЕДОРОВНА СЕЛЮТИНА

кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры, строительных конструкций и геотехники строительного факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
selutinalf@mail.ru

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ В ДОМОСТРОЕНИИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ*

Приведены сведения об энергоэффективных деревянных конструкциях, наружных газобетонных стенах, трехслойной кирпичной кладке со средним слоем из полистиролбетона, трехслойных железобетонных стеновых панелях. Даётся обзор современных энергоэффективных ограждающих конструкций зданий, построенных в Карелии за последние 5 лет.

Ключевые слова: энергоэффективность, каркасное деревянное домостроение, трехслойная кирпичная кладка, железобетонные стеновые панели

Вопрос о сохранении тепла волновал человека с древнейших времен. Особенность острой проблемы утепления стояла в северных широтах. Древнескандинавские «длинные дома» строились таким образом, чтобы стены и крышу можно было обложить дерном – такая конструкция уменьшала потери тепла в суровом северном климате. Северные славяне, возводя практически все постройки из дерева, обязательно конопатили стены мхом или паклей, снижая до минимума возможность сквозняков. До начала прошлого века в отдаленных северных районах России избы сооружали с небольшими окнами, вырезая их в ограниченном количестве, чтобы сберечь тепло. Былинные русские терема с подклетями вместо первого этажа, где часто держали скот, – дань не столько эстетике, сколько суровым морозам: чтобы выжить в суровом климате, нельзя было пренебрегать ни одной возможностью согреться [6].

Республика Карелия расположена на северо-западе России, между Белым морем, Ладожским и Онежским озерами. Климат переходный от морского к континентальному, с продолжительной зимой, прохладным летом, влажным воздухом.

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) на юге Карелии (Олонец) – -29°C , на севере Карелии (Реболы) – -31°C [3]. В Петрозаводске продолжительность отопительного периода составляет 240 суток; величина градусо-суток отопительного периода – 5544 [4]. Нормируемые значения сопротивления теплопередаче стен – $3,34 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, покрытий – $4,972 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ [4]. В таких климатических условиях проектирование и эксплуатация энергоэффективных зданий является одной из важнейших приоритетных задач региона. В Карелии построены здания различного функционального назначения с высоким уровнем теплозащиты.

Дерево было и остается традиционным материалом для индивидуального жилищного

строительства в республике. Древесина обладает рядом уникальных свойств, которые сделали ее популярной для строительства много веков назад и благодаря которым она остается востребованной сегодня. Низкая теплопроводность древесины позволяет сохранять тепло зимой и прохладу летом. Бревенчатый дом является традиционным для Карелии типом жилья.

Технология строительства из оцилиндрованного бревна пришла в Карелию сравнительно недавно, но за несколько лет приобрела огромную популярность. Оцилиндрованное бревно – современный и технологичный материал. Сруб из оцилиндрованного бревна – конструкция высокой заводской готовности, имеющая точные геометрические размеры, а ровная поверхность стен не нуждается в работах по подгонке и укладке на месте сборки. Специалисты считают, что благодаря этому теплоизоляционные свойства таких бревен выше обычных бревенчатых и из бруса. Известно достаточное количество вариантов стен, но общим требованием для них является устройство скользящего соединения обрешетки с бревнами для компенсации их усадки. На рис. 1 показана конструкция стены из оцилиндрованного бревна с наружным утеплением.

В строительстве малоэтажных зданий широко используется технология каркасного деревянного строительства. Данная технология строительства индивидуальных жилых домов является оптимальной для геологических и климатических условий Карелии. Каркас зданий сооружается со стойками на один этаж. Основой дома является деревянный каркас из пиломатериалов толщиной 40–50 мм и шириной 150 мм, установленных с шагом 400–600 мм, и горизонтальных обвязок. Снаружи каркас обшивается цементно-стружечной или ориентированно-стружечной плитой, внутри заполняется утеплителем: каменной ватой (ROCKWOOL), стекловатой (URSA, ISOVER), эковатой. Утепли-

тель герметично закрывается пароизоляционными пленками, исключающими попадание паров со стороны внутренних помещений. Изнутри по пленке набиваются обрешетка и гипсокартон. Снаружи стена покрывается ветрозащитной мембраной, которая обеспечивает свободный выход паров из стены и служит преградой для ветра и попадания влаги из атмосферы внутрь. Это значительно увеличивает теплоизоляционные свойства стеновой конструкции. Далее следует наружная отделка. Распространены различные варианты наружной отделки зданий. В случае организации вентилируемого фасада это могут быть вагонка, сайдинг, полимерные плиты. На рис. 2 приведено конструктивное решение наружной стены с отделкой виниловым и деревянным сайдингом.

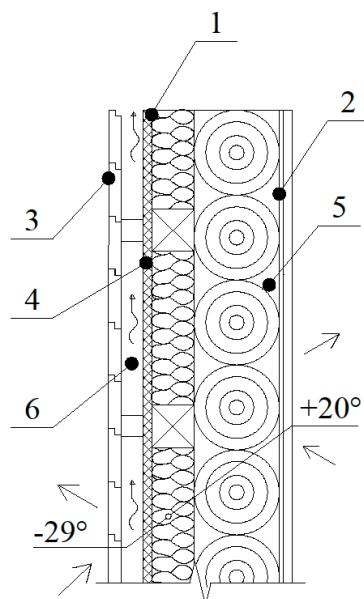


Рис. 1. Конструкция стены из оцилиндрованного бревна с наружным утеплением 1 – минераловатная изоляция ISOVER; 2 – пароизоляция ISOVER; 3 – обшивка; 4 – ветрозащитный материал ISOVER SKL; 5 – теплоизоляция швов ISOVER TK; 6 – воздушный зазор

Экономичность каркасного дома оправдывает себя в тех случаях, когда не планируется длительный срок эксплуатации (100 и более лет).

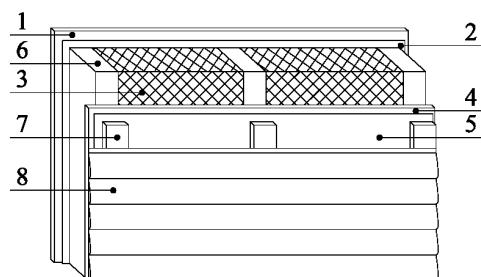


Рис. 2. Конструкция каркасной стены с отделкой виниловым и деревянным сайдингом: 1 – гипсокартон; 2 – пароизоляция; 3 – минеральная вата; 4 – OSB; 5 – ветрозащитная мембрана; 6 – стойка; 7 – обрешетка; 8 – сайдинг

Потери тепла происходят через стены, кровлю и пол. Поэтому при строительстве энергоэффективного дома выполняется тепловой контур. Современные теплоизоляционные материалы позволяют создать надежный барьер, препятствующий потерям тепла. В результате в доме и в холодное, и в жаркое время года сохраняются комфортные температурно-влажностные условия, а снижение тепловых потерь дает возможность экономить до 40 % энергии, расходуемой на отопление.

Утепление скатных кровель и мансард осуществляется путем установки теплоизоляционных плит внутрь несущего каркаса между стропилами. Известны два способа выполнения работ: изнутри и снаружи. Предпочтительнее производить утепление изнутри, то есть после того, как смонтировано кровельное покрытие. Порядок монтажа при утеплении кровли изнутри следующий. Ветрозащитная пленка монтируется на стропила. Для удаления влаги между утеплителем и кровельным покрытием предусматривается воздушный зазор. С наружной стороны кровля закрывается кровельным материалом. В стропила с уже смонтированной ветрозащитной мембраной с внутренней стороны враспор снизу вверх устанавливаются теплоизоляционные плиты. Закрепляется пароизоляционный материал (Изоспан, Строизол и др.). Пароизоляция монтируется по несущим элементам крыши (стропила, балки, арки, фермы). Монтаж пароизоляции ведется от карниза к коньку горизонтальными полотнищами с перекрытием стыков не менее 100 мм, все швы пароизоляции проклеиваются герметизирующими лентами. Разрывы пароизоляционного слоя не допускаются. Пароизоляционная мембрана с внутренней стороны крепится деревянными рейками или металлическими направляющими обрешетки. Далее монтируется финишная отделка. На рис. 3 представлена эффективная конструкция скатной крыши.

Хорошие теплоизолирующие свойства кровли, стен и перекрытий обеспечиваются высококачественными утеплителями, способными в составе конструкций здания продолжительное время сохранять свои свойства, размеры и форму. Всем этим требованиям отвечают минераловатные утеплители PAROC, ROCKWOOL, ISOVER, URSA и др. Благодаря высокой упругости и жесткости теплоизоляция не сползает и не слеживается с течением времени, надолго сохраняя эксплуатационные характеристики.

SIP-технология (Structural Insulated Panels) – это разновидность панельного строительства, поскольку дом собирается из панелей, изготовленных в заводских условиях. С другой стороны, обычно для соединения SIP-панелей используют деревянный брус. В результате внутри SIP формируется жесткий деревянный каркас. Соединительный брус является стойкой, балкой

или стропилом. Возможны различные варианты компоновки дома из SIP-панелей.

1. Из SIP-панелей собирают только несущую конструкцию дома. Для внутренних перегородок и для утепления ограждающих конструкций используют другие конструктивные элементы.
2. Из SIP панелей собирается весь дом.
3. SIP-панелями обшивается несущий каркас, а несущая способность SIP панелей не используется. Этот вариант относится к каркасной технологии. Данная схема используется в многоэтажном строительстве за рубежом.

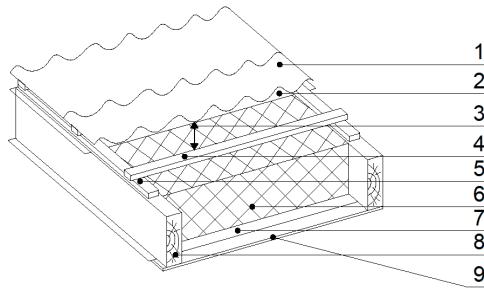


Рис. 3. Конструкция скатной крыши: 1 – кровельный материал; 2 – диффузионная пленка; 3 – воздушный зазор; 4 – обрешетка: доска 30*100 или 25*100 мм; 5 – контргрейка; 6 – теплоизоляция – 150 мм; 7 – пароизоляция (диффузионная мембрана); 8 – стропило 50 x 200 мм; 9 – гипсокартонный лист 12,5 мм

Особенностью SIP-технологии является использование OSB-плит ограниченных по высоте размеров, например 1,25*2,5 м (таким образом, высота стены будет ограничена размером 2,5 м). OSB-плиты большего размера (2,8 м; 3,0 м и др.) используются реже, так как такие варианты приводят к увеличению стоимости комплекта деталей дома на 15–20 % и исключают экономические преимущества SIP-технологии. Следующей важной особенностью этапа проектирования является разработка системы вентиляции. Это могут быть вентиляционный фасад и кровля, хорошо вентилируемые каминь, вентиляционные штольни, система климат-контроля.

Каркасно-панельное строительство является одним из направлений использования древесины в качестве несущих конструкций здания [2]. Конструкция стеновой панели, производимой на предприятии г. Петрозаводска, состоит из пиломатериалов сечением 42*97/147/197; ветро-влагозащитной паропроницаемой с одной стороны мембранны Издоспан АМ или А; ориентировано-стружечной плиты OSB-3 (ОСП); теплоизоляции ROCKWOOL или Изовер толщиной 100/150/200 мм.

В течение последних 10 лет в Российской Федерации и в Карелии интенсивно используется автоклавный ячеистый бетон различных модификаций.

В малоэтажном строительстве широко применяются газобетонные блоки AEROC, для наружных стен – блоки AEROC Eco Term плотно-

стью D400, класса по прочности на сжатие В2,5. Наружные стены из блоков выполняются двух видов:

1. Со средним теплоизоляционным слоем из минеральной ваты Rockwool и наружным облицовочным слоем из кирпича Терка. При таком конструктивном решении зона конденсации находится в кладке. Для удаления из нее влаги проектируют вентилируемую воздушную прослойку шириной не менее 30–40 мм, а в нижней и верхней части стены и возле оконных проемов – продухи. Продухи получают, устанавливая кирпич на ребро или не заполняя швы в нижней частях облицовочной стены. Соединение облицовочной и несущей стен производят стеклопластиковыми связями или анкерами из нержавеющей стали. В данном случае толщина газобетонного слоя будет больше из-за наличия теплопроводных включений.

2. С наружным теплоизоляционным слоем из минеральной ваты ROCKWOOL и тонкослойной штукатуркой. Специальная штукатурка обладает высокой адгезией к материалу стен, малой усадкой, хорошей гидрофобностью, малым водопоглощением и способностью высыхать после увлажнения. Дома из газобетонных блоков являются одно- или двухэтажными.

В многоэтажном строительстве используются ограждающие многослойные конструкции.

Конструкция трехслойной стены из облегченной кладки состоит из продольных наружной и внутренней стенок, соединенных между собой гибкими связями. Наружная верста выполняется из керамического кирпича КО 100/35 ГОСТ 530-2007. Внутренний (несущий) слой выполняется из силикатного кирпича СОР -100/25 ГОСТ 379-95. В качестве утеплителя принят полистиролбетон плотностью D200 по ГОСТ Р 51263-99 толщиной 200 мм. Толщина стен – 570 мм.

Другим вариантом конструкции наружных стен многоэтажных зданий являются вентилируемые фасады. Наличие утеплителя, защищенного от воздействия осадков, и главным образом от воздействия конденсата, значительно снижающего теплосберегающие свойства утеплителя благодаря профильной системе вентилирования фасадов, позволяет в большей степени сократить расходы энергии на отопление. Конструкция вентфасада приведена на рис. 4.

Строительство достаточного количества жилья невозможно без сборного панельного домостроения. Железобетонные стеновые панели в Карелии выпускаются на оборудовании зарубежных производителей.

Предприятие ООО «Бетокон» выпускает наружные стеновые панели двух типов: 1) двухслойные стеновые панели: внутренний несущий слой бетонный, наружный слой – теплоизоляция, готовая для отделки, 2) трехслойные железобетонные стеновые панели.

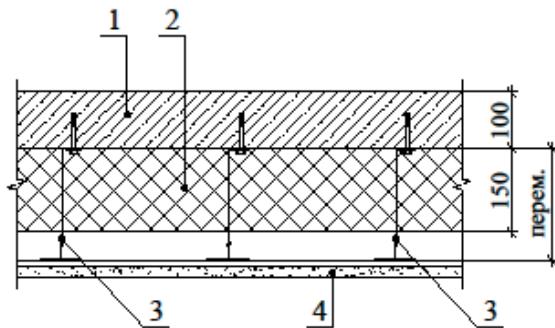


Рис. 4. Схема вентилируемого фасада с облицовкой из натурального камня: 1 – железобетонное основание; 2 – утеплитель ROCKWOOL ВЕНТИ БАТТС; 3 – алюминиевая подсистема навесного фасада MA Vent KN400; 4 – облицовка плитками из натурального камня толщиной 20 мм

Теплоизоляция наружных стеновых панелей – негорючие плиты из стеклянного и каменного волокна. В цокольных стеновых панелях теплоизоляционный слой выполнен из пенополистирола.

На предприятии ООО «Стройиндустрия КСМ» выпускаются наружные трехслойные стеновые панели для зданий с поперечными несущими стенами (конструкция стеновой панели с дверным проемом показана на рис. 5). Толщина панели – 350 мм; толщина наружного слоя – 70 мм; толщина внутреннего слоя – 80 мм для продольных стен и 100 мм для торцевых стен; толщина утеплителя – 200 мм для продольных стен и 180 мм для торцевых стен [5]. Теплоизоляция – пенополистирол, противопожарные разделки из минеральной плиты – ROCKWOOL.

Соединение слоев панели с помощью гибких связей.

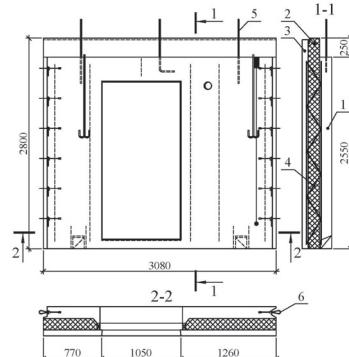


Рис. 5. Конструкция железобетонной стеновой панели:

1 – внутренний слой, бетон тяжелый класса B25;
2 – теплоизоляционные плиты ИЗОФЛОР; 3 – наружный слой: бетон тяжелый класса B25, марки по морозостойкости F75; 4 – гибкая связь из нержавеющей стали; 5 – подъемные петли; 6 – анкеры для соединения панелей в вертикальных стыках

Стыки панелей – плоские вертикальные и горизонтальные, что позволяет сохранить толщину утеплителя одинаковой по всей площади конструкции и повысить теплоизоляционные характеристики здания. Крепление в вертикальных стыках принято по аналогии с финскими проектами – с помощью специальных анкерных выпусков.

Бетонирование панелей производится на оборудовании финской фирмы «ELEMATICOY». Технология производства позволяет получать качественную фасадную поверхность.

* Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития (ПСР) ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности на 2012–2016 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каркасное строительство [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://plotnik.me/3795>
2. Каркасные дома [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.domkarelia.ru/products/3613>
3. СНиП 23-01-99. Строительная климатология / Госстрой России. М., 2000. 57 с.
4. СНиП 23-02-2002. Тепловая защита зданий / Госстрой России. М.: ФГУП ЦПП, 2004. 25 с.
5. Современные энергосберегающие панели [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.kcm-invest.ru/catalog/perspective_home/house_3795/info_5148.html
6. Технология дома. Как сберечь тепло? [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.vashdom.ru/articles/rockwool_11.htm