

УДК 620

ПАССИВНЫЙ ДОМ

Сухопар В.В., Шидловская О.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Самосюк Н.А.

Пассивные дома - это достаточно новый стандарт для жилых строений. Благодаря утеплению и герметизации оболочки здания, затраты на отопление в нем ничтожно малы и нет нужды в привычных системах отопления.

Главное в строительстве такого дома – это соединение трех важнейших составляющих современного строительства: экономики, экологии и комфорта. При незначительном увеличении вложенных средств можно уменьшить расходы на обогрев домов на 50%, существенно сократить выбросы парниковых газов и повысить комфорт эксплуатации дома.

В обычном доме потребность в тепловой энергии, необходимой для обогрева должна составлять приблизительно 120 кВт·ч/(м²·год). Главная причина такого потребления энергии – неблагоприятный показатель компактности дома A/V (соотношение площади наружных стен к кубатуре дома, которое в энергосберегающих домах должно быть минимальным) и значительные теплопотери на вентиляцию. Между тем, энергосберегающими домами считаются объекты, сезонная потребность которых в тепловой энергии для обогрева не превышает 70 кВт·ч/(м²·год). Чтобы добиться такого показателя энергопотребления, нужно применить комплексные строительные и инженерные решения.

В основе концепции пассивного дома очень простой эффект - автономное пространство, откуда не выходит тепло, можно отопить всего одной свечой. По аналогии: для дома-термоса, не имеющего тепловых потерь, даже в морозы будет достаточно тепла человека (в сутки человеческое тело выделяет 100 кВт тепловой энергии), солнечной энергии и энергии, выделяемой электроприборами.

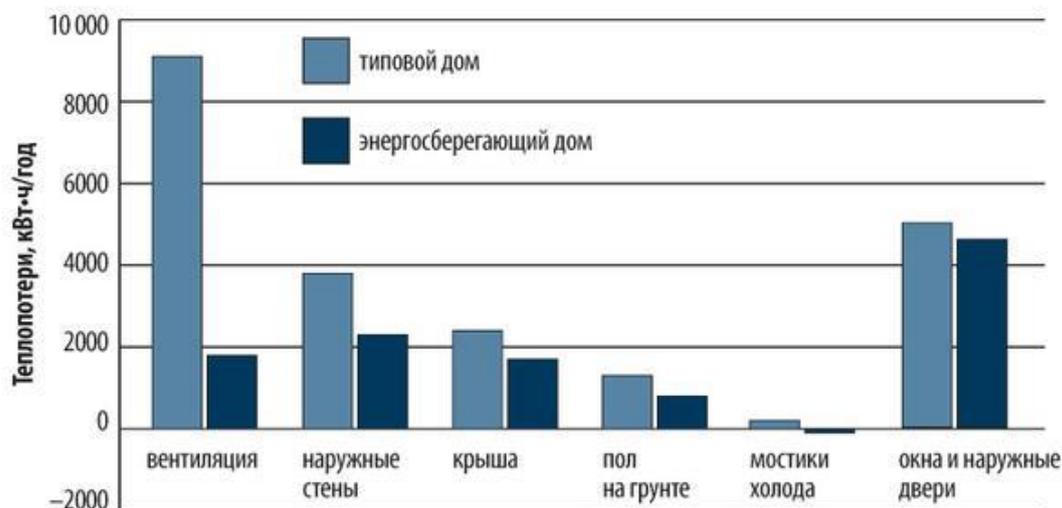


Рисунок 1. Сравнение теплопотери в типовом доме и энергосберегающем

Основные принципы пассивного дома:

Принцип первый - хорошая теплоизоляция всех частей здания. Для утепления стен, кровли и фундамента в климате центральной части Германии достаточно высокоэффективных утеплителей толщиной 30-40 сантиметров, что по тепловым свойствам эквивалентно кирпичной кладке толщиной шесть-восемь метров.

Второй принцип - использование трех камерных стеклопакетов с низким показателем теплопередачи.

Третий принцип - особое внимание уделяется тонкой работе с так называемыми мостиками холода (стыки элементов, металлические части, углы здания), через которые тепло активно уходит. Например, металлические детали заменяются пластиковыми.

Четвертый принцип - проводится герметизация здания, и оно действительно становится термосом, не выпускающим воздух.

Правда, тут возникает проблема: люди дышат, а значит, необходима постоянная подача свежего воздуха. В обычных домах вентиляция помещений происходит естественно - через форточки и щели в окнах-дверях. Понятно, что для герметичного пассивного дома такой подход неприемлем, так как зимой здание будет терять тепло. Выход был найден в системе искусственной вентиляции с рекуператорами-теплообменниками. Это и есть пятый принцип возведения пассивного дома.

Свежий воздух подается в постройку по трубе, проходит через теплообменник, где забирает часть тепла у выходящего воздуха, имеющего комнатную температуру. В пассивных домах уровень рекуперации достигает 75%, а значит, выходящий воздух передает значительную часть энергии входящему. Зимой входящий воздух, если это необходимо, дополнительно подогревается. То есть система отопления в зданиях все-таки есть, но она воздушная и потребляющая мало энергии.

Первым шагом к снижению расходов на отопление дома является определение того, где, как и почему тепло уходит из дома. Уже на этом этапе становится понятно, что для новых домов наиболее оптимальным источником экономии энергии, затрачиваемой на эксплуатацию дома, может быть модернизация системы вентиляции, а для ранее построенных, – утепление внешних ограждающих конструкций. Даже если термореконструкция дома происходит на этапе строительства, она позволяет снизить расходы на отопление на 40%.

ГДЕ ПРОИСХОДЯТ ПОТЕРИ ТЕПЛА В ДОМАХ, %	
Вентиляция	24-30
Окна	14-25
Наружные стены	15-24
Крыша и перекрытие, отделяющее отапливаемую часть дома от неотапливаемой	10-20
Пол на грунте (или перекрытие над неотапливаемым подвалом)	5-17
Внутренние стены	5-9
Наружные входные двери	2-7
Мостики холода	2-5

Надо принять во внимание новшества, способствующие уменьшению утечек тепла через:

- вентиляцию – в домах, возведенных в строгом соответствии с нормами, при естественной вентиляции может уходить 30–40% тепла. Применение принудительной вентиляции с рекуперацией тепла, подача приточного воздуха через грунтовый теплообменник и обеспечение герметичности здания позволяют снизить теплопотери почти на 80%;
- окна и наружные двери – обычно утечка тепла через них составляет 20–25%. Ограничение таких потерь экономически невыгодно, учитывая высокую цену энергосберегающих окон
- наружные стены – обычно через них теряется 15–20% тепла. За счет увеличения толщины наружной теплоизоляции можно сократить теплопотери почти на 40%;
- крышу – теплопотери через нее составляют до 10–15%. Благодаря увеличению толщины теплоизоляционного слоя утечки тепла уменьшается на 35%;
- пол на грунте – потери тепла через эту конструкцию составляют 5–10%. Увеличение толщины слоя теплоизоляции позволяет уменьшить их почти на 35%;
- мостики холода – они являются причиной почти 5% всех теплопотерь. За счет применения конструктивных решений, в которых отсутствуют мостики холода, потери тепла уменьшаются более чем на 50%.

Система вентиляции:

Без применения принудительной приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла нельзя достичь стандарта энергосберегающего дома. Она позволяет значительно ограничить теплопотери на вентиляцию, и в отличие от естественной вентиляции, не зависит от существующих атмосферных условий. Система обеспечивает постоянный приток в дом свежего воздуха и удаление отработанного. Это имеет решающее влияние на комфорт проживания в доме, поскольку постоянный воздухообмен защищает от чрезмерного увеличения концентрации таких загрязнений как углекислый газ, водяной пар, пыль или микробиологические загрязнения, например, споры плесневых грибов.

Блок принудительной приточно-вытяжной вентиляции (ППВВ) с рекуперацией тепла – это главный элемент вентиляционной системы энергосберегающего дома. Имеющиеся на рынке рекуператоры позволяют получить из удаляемого воздуха от 65 до 95% тепла. Одновременно они разделяют потоки удаляемого и поступающего воздуха, потребляют мало электрической энергии и тихо работают. Блоки ППВВ, применяемые в энергосберегающих домах, должны иметь КПД рекуперации более 70%. Такие технические параметры как создаваемое давление на выходе, а также производительность, можно определить, выполняя соответствующие расчеты. Требуемый воздухообмен определяется на основании СНиП 2.04.05–91 «Отопление, вентиляция, кондиционирование». Потерю давления вычисляют на основании проекта вентиляционной системы с учетом потерь в грунтовом теплообменнике. Учитывая возможное отсутствие герметичности системы

и неточности при оценке потерь давления, рекомендовано увеличить значение производительности и создаваемого давления на 5–10%.

Ограничение утечки тепла через наружные стены заключается в увеличении толщины слоя теплоизоляции и применении материала с высокими теплоизоляционными характеристиками. Теплоизоляция, помимо уменьшения теплопотерь, приведет также к повышению температуры на внутренней поверхности наружных стен, что благоприятно скажется на комфорте проживания в доме, а также устранил возможность конденсации водяного пара и появления плесени.

Теплоизоляция наружных стен:

Для утепления наружных стен используют вспененную разновидность пенополистирола, известную нам, как пенопласт. Этот материал успешно применяют и для мокрого, и для вентилируемого фасада. Используя пенопласт для наружного утепления стен, необходимо принимать во внимание особенности данного материала, а именно: хорошую теплоизоляцию, гидроизоляцию, легкость и неустойчивость к механическим повреждениям. Именно поэтому пенопласт требует обязательного защитного слоя. Крепить пенопластовый утеплитель необходимо на сухую или высушенную стену. Если такой возможности нет, то тогда лучше отказаться от технологии мокрого фасада и предпочесть вентилируемый. Иначе влага, не найдя себе выхода наружу, окажется внутри помещения. Крепление пенопласта осуществляется на специализированные смеси. Дополнительно утеплитель крепится механически, с использованием специальных анкеров с грибовидными шляпками. Если запланировано положить несколько слоев пенопласта, то приклеивание второго слоя необходимо осуществить только после полного высыхания первого.

Теплоизоляция крыши:

В энергосберегающих домах толщина теплоизоляции крыши составляет 30 см. При ее выборе руководствуются такими же критериями, как при выборе толщины слоя теплоизоляции наружных стен. В соответствии с ними толщина теплоизоляции крыш, перекрытий и совмещенных крыш должна превышать толщину теплоизоляции, которая применяется в наружных стенах. Это различие связано с меньшими затратами для выполнения теплоизоляции крыши, а также увеличенной утечки тепла через ограждающие конструкции такого типа. Теплоизоляцию крыши следует укладывать в два слоя. Первый слой размещают между стропилами, а второй – под ними. Такое решение уменьшает риск возникновения мостиков холода, благодаря чему улучшаются теплоизоляционные свойства крыши. Вторым слоем теплоизоляции должен иметь толщину около 10 см и укладываться без разрывов. Его следует укладывать с разбежкой стыков плит, уложенных в первом слое теплоизоляции. Применение дополнительного слоя утепления, выполненного из материалов с теплопроводностью $\lambda = 0,036 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, позволит получить сопротивление теплопередаче крыши $R = 7,1 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$. В результате потери тепла через нее сократятся на 35%.

Теплоизоляция пола на грунте:

Ограждающая конструкция, в которой больше всего увеличена толщина теплоизоляционного слоя, – это пол, устроенный на грунте. В нем толщина теплоизоляции увеличена с 8 см (в стандартных домах) до 20 см (в энергосберегающих). При этом используется теплоизоляционный материал, имеющий теплопроводность $\lambda = 0,038$ Вт/(м•К). Это позволяет получить сопротивление теплопередаче этой конструкции $R = 6,67$ (м²•К)/Вт и уменьшить утечку тепла в грунт приблизительно на 45%. Принятая толщина теплоизоляции находится на пределе окупаемости, но она имеет свое практическое обоснование. В большинстве строящихся сегодня домов система, обеспечивающая отопление и горячее водоснабжение для бытовых нужд, уложена в слое теплоизоляции пола первого этажа. Из-за небольшой толщины этого слоя трубы, вместо того чтобы размещаться в слое теплоизоляции, укладываются непосредственно на бетонное основание. Если они к тому же сами не имеют теплоизоляции, то происходят значительные потери тепла. В системе горячего водоснабжения для бытовых нужд они могут доходить даже до 50%. Применение 20-сантиметрового слоя теплоизоляции при устройстве пола на грунте не только уменьшает утечку тепла в грунт, но и ограничивает теплопотери, которые могут иметь место в системе ЦО и ГВС.

Система отопления:

В энергосберегающих домах расчетная потребность в мощности для обогрева уменьшилась почти на 50% по сравнению с потребностью типовых домов, являющихся их прототипами. Теперь для обогрева дома, имеющего полезную площадь 140 м², достаточно установить котел мощностью около 6 кВт. Но эта мощность может быть недостаточной для приготовления горячей воды. Поэтому при выборе котла нужно учитывать большую из требуемых мощностей. В энергосберегающих домах устанавливаются конденсационные или конвекционные котлы с закрытой камерой сгорания. Подача воздуха с улицы осуществляется непосредственно в топку. Для конденсационных котлов нужно дополнительно выполнить монтаж низкотемпературной системы отопления.

Меньшая требуемая мощность для обогрева дома привела к необходимости корректировки проекта системы отопления. Теперь для подачи необходимого количества тепла потребуются меньшая площадь радиаторов, следовательно, их количество уменьшится.

Чтобы гарантировать бесперебойную и эффективную работу системы, нужно максимально ограничить количество тепла, подаваемого в помещения, которое не регулируется автоматически. Этого можно добиться, изолировав систему, которая распределяет тепло, в соответствии с рекомендациями, указанными в нормах.

Трубы системы центрального отопления и горячего водоснабжения должны быть тщательно теплоизолированы, при этом толщина применяемой теплоизоляции может превышать рекомендованную нормами.

Система горячего водоснабжения для бытового использования:

Следует стремиться к максимальному ограничению теплопотерь в системе ГВС, уменьшению потребления горячей воды и, насколько это рентабельно –

экономичному использованию возобновляемых источников энергии для ее подготовки. Система ГВС должна быть тщательно теплоизолирована, при этом толщина применяемой теплоизоляции может превышать рекомендованную нормами. Диаметр разводящих труб и труб для циркуляции теплоносителя должен быть как можно меньше. Ограничить теплопотери можно также за счет применения автоматического регулирования температуры воды и работы циркуляционных насосов. Потребление бытовой горячей воды может быть уменьшено за счет установки специальных смесителей, позволяющих ее эффективно использовать, например, новых конструкций вентильных головок, аэраторов вместо обычных душевых ситечек либо устройств, перекрывающих воду в незакрученных кранах.

Использование возобновляемых источников энергии:

Источником экономии может быть также использование энергии из возобновляемых источников:

сжигание биомассы – то есть древесины и ее отходов, а также соломы. Для этой цели используются специальные котлы либо камины (как в энергосберегающем доме). Расходы на обогрев за счет применения этого вида топлива ниже, чем при применении традиционных видов. При этом уменьшаются выбросы парниковых газов;

солнечное излучение – энергия, получаемая с помощью солнечных коллекторов, установленных на крыше или стене здания. Это тепло может быть использовано для нагрева горячей воды для бытовых нужд и отопления. В наших условиях, учитывая ограниченные возможности использования солнечной энергии в зимние месяцы, применяют системы, использующие тепло солнечных батарей, и одновременно другие источники тепла. Поэтому до покупки коллекторов нужно сделать экономический расчет, учитывающий индивидуальную потребность в горячей воде.

Экономический эффект от применения интеллектуальных систем управления использования энергии в односемейном доме проще всего оценить, сравнив реальные объемы потребления электроэнергии и газа. На диаграмме приведены объемы природного газа и электроэнергии, использованных жильцами дома в течение 30 месяцев.

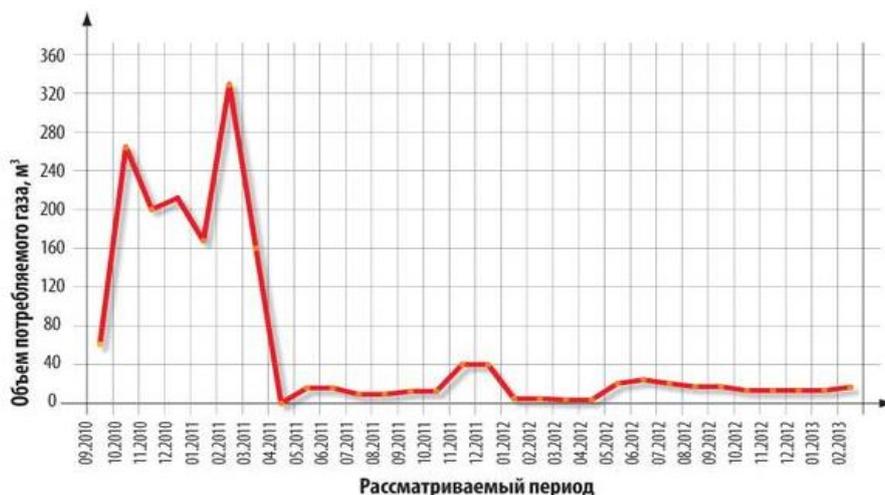


Рисунок 2. Объемы природного газа, использованных жильцами дома в течение 30 месяцев



Рисунок 3. Объемы электроэнергии, использованных жильцами дома в течение 30 месяцев

Во время этого периода происходила модификация системы энергоснабжения, начиная с момента сдачи дома в эксплуатацию. Учитывая практические и экономические аргументы, можно сказать, что не существует единой схемы оптимального комплекта оборудования для получения и преобразования энергии, а также управления ее использованием в каждом доме. Это зависит от слишком многих факторов. На основании проведенных исследований сегодня можно с уверенностью сказать, что серьезное снижение расходов возможно только в случае интеграции всех подсистем (центрального отопления, ГВС, вентиляции / кондиционирования) в одну объединенную систему.

Литература

1. Альтернативные источники энергии для дома - обзор наиболее эффективных способов альтернативного получения энергии.
2. <http://www.muratorodom.com.ua/glavnaya-stranitsa/bolee-teplyj-dom-eto-okupaetsya/kak-doma-stali-energoberegayushimi>
3. <http://www.accbud.ua/house/energoberezhenie/ekodom/passive-house--7-glavnykh-pravil-po-nemetskoj-tekhnologii>
4. <http://teplostenstroy.ru/sravnitelnye-xarakteristiki-strojmaterialov/>