

СТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Архитектура»

И. И. МАЛКОВ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.
ПАССИВНЫЙ И УМНЫЙ ДОМ

Учебно-методическое пособие

Гомель 2012

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Архитектура»

И. И. МАЛКОВ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ПАССИВНЫЙ И УМНЫЙ ДОМ

*Одобрено методической комиссией факультета ПГС
в качестве учебно-методического пособия*

Гомель 2012

УДК 728:621.331 (075.8)
ББК 38.711
М19

Р е ц е н з е н т ы: заведующий кафедрой СКОиФ канд. техн. наук, доцент **В. В. Талецкий**
(УО «БелГУТ»);
доцент кафедры «Архитектура» **А. М. Бодяко** (УО «БелГУТ»)

Малков, И. И.

М19 Энергосбережение в жилищном строительстве. Пассивный и умный дом : учеб.-метод. пособие / И. И. Малков ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 19 с.
ISBN

Посвящено весьма актуальной проблеме энергосбережения в строительстве. Раскрываются основные направления сохранения и экономии энергии при проектировании жилых зданий. Показываются особенности формирования архитектурно-планировочных решений «пассивных» (не требующих внешних источников энергии) и «умных» (с полностью автоматизированными системами жизнеобеспечения) домов.

Предназначено для аспирантов, магистров, студентов специальностей «Архитектура» и «Технология и организация строительства» при освоении лекционных курсов, выполнении курсовых и дипломных проектов.

УДК 728:621.331 (075.8)
ББК 38.711

©

ISBN

© Малков И. И., 2012
© Оформление. УО «БелГУТ», 2012

ВВЕДЕНИЕ

В современных экономических условиях нельзя рассчитывать на успехи в осуществлении хозяйственной деятельности, производстве и реализации выпускаемой продукции, не уделяя самого серьезного внимания сбережению ресурсов. Эффективное экономическое развитие Республики Беларусь в значительной степени связано с решением проблемы энергосбережения, в том числе при эксплуатации зданий и сооружений, на отопление и горячее водоснабжение которых ежегодно приходится свыше трети расходуемых энергоресурсов.

Необходимость осуществления кардинальных мер по экономии и бережливому использованию топливно-энергетических ресурсов, широкого применения отечественных энерго- и ресурсосберегающих конструктивных элементов, материалов и инженерных систем установлена Директивой Президента Республики Беларусь № 3 (от 14 июня 2007 г.) «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства».

В строительной отрасли последовательно реализуется комплекс мероприятий, направленных на снижение энергопотребления как при возведении объектов жилищного и гражданского назначения, так и в процессе их эксплуатации. Эти мероприятия включают создание прогрессивных проектно-технических решений, энергоэффективных систем жизнеобеспечения, использование альтернативных источников энергии, совершенствование нормативной и законодательно-правовой базы и ряд других. Новые подходы к потребительским качествам жилья, современные тенденции в области энерго- и ресурсосбережения требуют разработки и внедрения принципиально новых конструктивных решений зданий, современных организационно-экономических направлений развития отрасли, базирующихся на прогрессивных достижениях строительной науки и техники.

1 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Снижение энергопотребления объектами жилищно-коммунального сектора требует решения комплекса задач, включающих:

- создание проектов и строительство энергосберегающих зданий;
- разработку и внедрение энергоэффективных систем жизнеобеспечения;
- тепловую модернизацию эксплуатируемых зданий и сооружений;
- использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для энергообеспечения зданий;
- совершенствование нормативной и законодательно-правовой базы;
- информирование и обучение населения энергосбережению при эксплуатации зданий и сооружений;
- создание системы стимулов для населения, обеспечивающих массовое внедрение энергосберегающих мероприятий.

Один из главных путей, позволяющих снизить энергопотери жилых домов и, следовательно, потребление тепловой энергии на отопление, – повышение теплозащиты зданий за счет увеличения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций и применение энергоэффективных инженерных систем.

Следует отметить, что повышение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций жилого дома не в полной мере решает проблему энергосбережения при эксплуатации жилищного фонда. Строительная практика последних лет показала, что применение утепленных ограждающих конструкций и окон нового поколения с повышенным термическим сопротивлением обостряет проблему обеспечения качественной воздушной среды в жилых помещениях. Совершенно очевидно, что проблему энергосбережения необходимо решать в комплексе: как за счет совершенствования конструктивной системы зданий, так и за счет применения энергоэффективных инженерных систем.

Наиболее перспективным в решении этой проблемы является переход к строительству энергоэффективных жилых домов.

В республике разработан и реализован проект энергоэффективного панельного жилого дома, строительство которого завершено в 2007 г. в микрорайоне Красный Бор в Минске. В здании использованы различные методы снижения энергопотерь, в том числе за счет применения окон нового поколения с термическим сопротивлением более $1 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ и стеновых панелей с увеличенным

сопротивлением теплопередаче, а также квартирных блоков систем принудительной вентиляции и отопления с рекуперацией тепла отходящего из помещений воздуха.

Эксплуатация в осенне-зимний период показала, что расход энергии на отопление квартиры в энергоэффективном доме в среднем в 3 раза ниже, чем в аналогичной квартире обычного дома той же серии.

Стоимость квадратного метра общей площади такого жилья возрастает на 50–100 долларов США в зависимости от этажности. Однако при снижении энергопотребления на отопление здания затраты окупятся в среднем через 6 лет, а с возрастанием стоимости энергоресурсов срок окупаемости будет сокращаться. При этом следует отметить, что средний срок службы жилых домов крупнопанельного строительства составляет около 100 лет.

Учитывая положительный опыт эксплуатации экспериментального энергоэффективного жилого дома, правительство Республики Беларусь приняло решение о поэтапном переходе к проектированию и строительству жилья на основе инновационных технологий. На первом этапе предполагается возведение домов-представителей в каждой области республики (в Гомеле, Гродно, Витебске они уже строятся), на втором – массовое проектирование и строительство энергоэффективного жилья.

С целью снижения потребления тепловой энергии на нужды отопления и горячего водоснабжения ведется поиск более экономичного способа получения и передачи теплоты. Альтернативной централизованному теплоснабжению зданий, которое наиболее широко применяется в настоящее время, является децентрализованная система выработки тепла.

Один из ее вариантов – поквартирное отопление, автономно обеспечивающее каждую квартиру многоэтажного дома теплом и горячей водой. Основными элементами данной системы отопления являются отопительный котел, устанавливаемый в каждой квартире, системы дымоудаления (дымовые трубы) и подачи воздуха на горение, а также отопительные приборы (радиаторы). Системы поквартирного отопления с газовыми автономными отопителями позволяют исключать прокладку теплотрасс, строительство тепловых пунктов, использование теплосчетчиков, обеспечивая индивидуальную комфортность проживания.

Сравнительный анализ фактических расходов на отопление и горячее водоснабжение в двух одинаковых жилых зданиях с различными системами теплоснабжения – центральное и поквартирное – показал, что стоимость отопления и горячего водоснабжения в расчете на 1 м² отапливаемой площади в поквартирной системе приблизительно на 40 % меньше, чем в системе централизованного теплоснабжения.

Вопросы эффективного и экономичного использования энергоресурсов решаются при широком внедрении автономных и крышных котельных. Для размещения встроенных, пристроенных и крышных котельных требуются минимальные (или вообще не требуются) земельные участки. Эти котельные не имеют внешних тепловых сетей, следовательно, отсутствуют теплопотери при транспортировке теплоты потребителю, сокращается расход электрической энергии на работу насосов.

В среднем применение децентрализованных систем отопления (поквартирное отопление, устройство автономных и крышных котельных) позволяет в 1,5–2 раза уменьшить годовой расход газа по сравнению с системами централизованного теплоснабжения.

Широко внедряемые технические решения по тепловой санации и модернизации жилого фонда с применением отечественных материалов дают возможность снизить расход тепловой энергии на отопление до 50 %. Ежегодно в республике утепляется свыше 1,2 млн м² общей площади ограждающих конструкций.

Тенденции формирования новых потребительских качеств, архитектурно-градостроительных требований к застройке территорий, изменение социальной и демографической ситуации в республике потребовали разработки новой каркасной системы, предназначенной для возведения многоэтажных жилых, общественных и производственных зданий массового назначения при размерах сетки колонн до 7,5 × 7,5 м в плане. Каркас обеспечивает жилье европейского уровня с высоким потребительскими качествами при минимальной себестоимости, позволяет выполнять любые планировочные решения, как при строительстве объекта, так и при последующей перепланировке во время эксплуатации. Каркас прост по конструкции и состоит из традиционных многпустотных плит и колонн, объединенных монолитными железобетонными несущими связевыми ригелями, скрытыми в плоскостях дисков перекрытий. Разработаны различные варианты конструктивных решений каркаса и стен. Опыт проектирования и строительства таких зданий опробован в Минске, Гомеле, Бресте, Борисове, Жодино и других регионах Беларуси.

Среди строительных материалов монолитный бетон сегодня занимает ведущие позиции в мире. Прочный и универсальный, он позволяет, с одной стороны, воплощать самые смелые архитектурные проекты, с другой – обеспечивает высокие темпы строительства при уменьшении его стоимости за счет

ресурсо- и энергосберегающих технологий. Широкое применение в республике монолитного железобетона при возведении современных каркасных и бескаркасных жилых и общественных зданий и уникальных сооружений стало реальностью и доказывает высокую технологическую эффективность в условиях круглогодичного производства работ. Монолитный железобетон открыл новую страницу и в подземном строительстве, существенно повысив долговечность сооружений.

Производство строительных материалов наиболее энергозатратно. Использование высоких температур необходимо для достижения требуемого минералогического состава и структуры, получения высоких физико-технических свойств материалов. Кроме того, для эффективного проведения технологического процесса и протекания физико-химических реакций формирования структуры необходимо предварительное высокодисперсное измельчение компонентов сырьевых смесей, что влечет за собой большие затраты электроэнергии. В первую очередь, это относится к производству цемента и извести. В последнее время в качестве основного вида альтернативного топлива в производстве строительных материалов в Беларуси рассматривается каменный уголь. Сегодня поэтапно осуществляется перевод цементной отрасли на применение в качестве топлива каменного угля.

В условиях постоянного роста стоимости энергоносителей важным направлением является сокращение удельных норм расхода топлива при изготовлении стеновых и теплоизоляционных материалов.

В соответствии с программой развития производства поризованных керамических блоков на предприятиях республики и их применения в строительстве выпуск этой продукции организован в акционерных обществах «Минский ЗСМ», «Радощковичский керамический завод», «Керамика» (Витебск), унитарном предприятии «Обольский керамический завод». Ведется работа по созданию аналогичного производства на Горыньском комбинате стройматериалов. Этот экологически чистый строительный материал, изготовление которого осуществляется по энергосберегающей технологии, повышает комфортность жилья, делает его долговечным при минимальных затратах на текущее содержание зданий.

Для удовлетворения потребности строительных организаций республики в современном эффективном утеплителе в ОАО «Гомельстройматериалы» в 2008 г. введена в эксплуатацию вторая технологическая линия по производству жестких минераловатных плит, соответствующих европейским стандартам качества, производительностью 250 тыс. м² в год.

Использование большим количеством предприятий стройиндустрии цемента в качестве вяжущего вызвало необходимость разработки технологий с применением высокоэффективных химических модификаторов. Они существенно снижают энергоемкость производства строительных изделий и конструкций, сокращают сроки возведения зданий и сооружений. Важным направлением деятельности в этом блоке задач является создание отечественных химических добавок, так называемых пластификаторов, и на их основе энергосберегающих технологий производства сборного железобетона и выполнения монолитных бетонных работ. Так, многие предприятия сборного железобетона освоили выпуск железобетонных конструкций по беспропарочной технологии, что позволяет при проведении работ даже в зимнее время снизить энергопотребление и себестоимость изделий на 10–20 %. Применение пластификаторов в качестве добавок в бетоны обеспечивает возможность возведения монолитных конструкций при любых погодных условиях.

2 ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЖИЛЫЕ ДОМА

По заданию Минстройархитектуры в республике ведутся исследования по созданию энергоэффективного жилого дома. Одним из результатов является возведение пока в экспериментальном порядке таких домов в г. Минске и областных центрах.

В массовом домостроении из-за сравнительной дешевизны и высокой скорости возведения по-прежнему наибольшим спросом пользуются панельные здания, и с точки зрения тиражирования решений энергосберегающего строительства они являются наиболее привлекательными объектами для создания массового энергоэффективного жилья.

Цель экспериментального проекта – отработка технических решений по снижению теплопотребления здания до 30 кВт·ч/м² в год. Достичь намеченного уровня с помощью только дополнительного утепления технически невозможно, так как расчетные теплопотери через ограждающие конструкции стандартного серийного здания составляют около 50 % общего уровня, или 49 кВт·ч/м² в год. Поэтому в экспериментальном проекте наряду со снижением теплопотерь через ограждающие конструкции предусмотрено их уменьшение через системы вентиляции. Предложены следующие технические решения:

- окна нового поколения с сопротивлением теплопередаче $R = 1,2 \text{ м}^2\cdot\text{град}/\text{Вт}$, что позволяет экономить $11 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год;
- стеновые панели с увеличенным сопротивлением теплопередаче в среднем до значения $R = 4 \text{ м}^2\cdot\text{град}/\text{Вт}$, что дает экономию $10 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$;
- новое поколение разработанных УП «Институт НИПТИС» (г. Минск) систем принудительной вентиляции и отопления.

В итоге теплотери через оболочку здания, составят около $25 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год. Уровень потерь тепла с вентиляционными выбросами зависит от эффективности используемой в здании системы рекуперации тепла. Обеспечить 100%-ный воздухообмен через рекуператор тепла невозможно технически. Следует иметь в виду, что из-за недостаточной герметичности строительных конструкций, открывания входных и балконных дверей и т. п., всегда остается вероятность свободного воздухообмена. Его уровень принят для расчетов равным 10 % общего воздухообмена, образуя соответственно $5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ теплотери в год. Таким образом, уровень теплотери здания равен сумме теплотери, соответствующих заданному значению КПД рекуператора, и теплотери со свободным воздухообменом.

Одним из недостатков существующих конструкций оболочки зданий является то, что в зависимости от расположения помещений в них наблюдается различный уровень теплотери. В квартирах верхнего и нижнего этажей и в торце здания теплотери особенно велики. В тех же, что размещаются в средней части здания, они наполовину меньше, чем в помещениях верхнего этажа, и в 1,5 раза меньше, чем в торцевых помещениях. Это обстоятельство требует более мощной системы отопления и соответственно больших расходов на отопление при оплате фактического уровня энергопотребления помещений.

В энергоэффективном здании реализован принцип неоднородного утепления стен жилого здания. Распределение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в зависимости от их расположения приведено на рисунке 2.1.

Данная конструкция обеспечивает выравнивание теплотери по зданию. Однако ее реализация в здании КПД связана с определенными трудностями. Известно, что нормативное сопротивление теплопередаче наружных трехслойных стеновых панелей зданий серий КПД равно $2,5 \text{ м}^2\cdot\text{град}/\text{Вт}$. Общая толщина панелей середины здания составляет 300, а в торце – 350 мм. Так как технология их изготовления предполагает жесткие ограничения на размеры форм и толщину слоев бетона, увеличение сопротивления теплопередаче возможно только путем совершенствования теплотехнических характеристик конструкции стеновой панели без изменения ее габаритных размеров. С целью обеспечения требуемых теплотехнических характеристик в различных частях здания предложены следующие изменения конструкции стеновой панели по сравнению со стандартными образцами:

- гибкие связи слоев бетона из стеклопластиковой арматуры взамен металлических;
- более эффективный утеплительный материал. Вместо пенополистирола частично (для середины фасада) или полностью (для остальных частей) использован пеноплекс;
- в оконных проемах вместо полистиролбетона применена минплита;
- увеличена толщина слоя утеплителя в области установки отопительных приборов;
- улучшена конструкция стыка панелей.

Дополнительное снижение теплотери через оболочку здания обеспечивает использование окон, с повышенным ($1,2 \text{ м}^2\cdot\text{град}/\text{Вт}$) сопротивлением теплопередаче. Недостатком существующих систем зданий является ограниченный подход к проектированию, когда каждый элемент здания рассматривается в отрыве от остальных, что не позволяет оптимизировать конструкцию здания в виде единой энергетической системы. При этом основной акцент делается на совершенствование конструктивно-технологических и объемно-планировочных решений. Снижение уровня эксплуатационных теплотери достигается за счет повышения сопротивления теплопередаче оболочки здания, в то время как инженерные системы практически остаются неизменными. Это обстоятельство является причиной возникновения ряда негативных явлений, связанных с ухудшением качества воздушной среды, нарушением температурного и влажностного режима в помещениях и пр. К этому можно добавить, что в зданиях, строящихся по существующим нормативам, на вентиляционные выбросы приходится до 50 % теплотери.

А

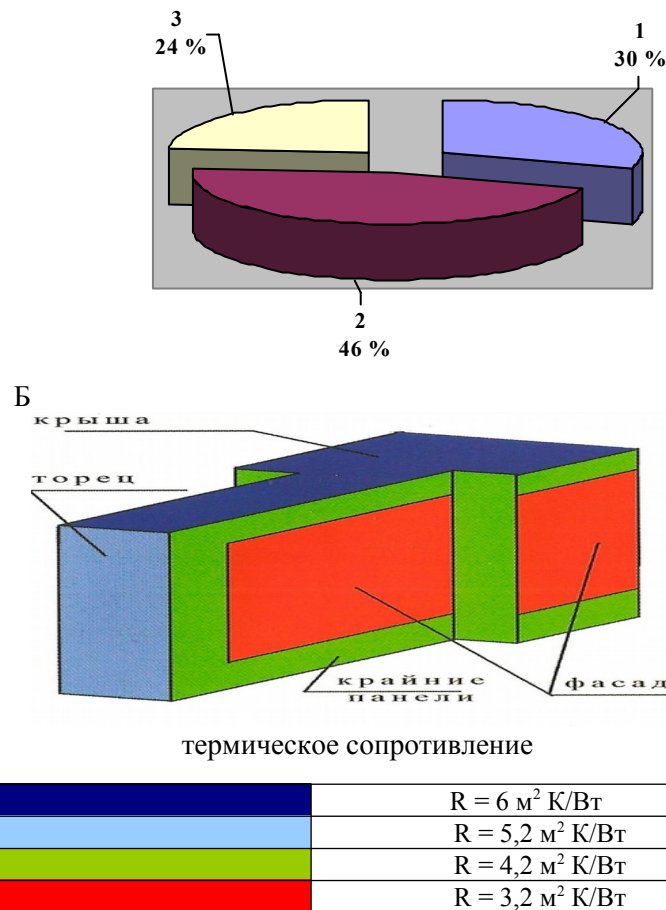


Рисунок 2.1 – Особенности конструктивного решения энергоэффективного дома:
 А – распределение уровня теплотерь: 1 – через окна; 2 – через ограждения;
 3 – с воздухообменом; Б – термическое сопротивление отдельных элементов

В экспериментальном проекте энергоэффективного жилого дома, возведенного в микрорайоне Красный Бор в г. Минске, предусмотрена децентрализованная система приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением и рекуперацией тепла уходящего из помещений воздуха. В каждой квартире установлены блок вентиляции и система управления, позволяющие обеспечить независимое регулирование работы приточного и вытяжного вентиляторов. В приточном вентиляционном канале находится электрический нагреватель воздуха, поддерживающий заданную температуру приточного воздуха. Блок управления совмещает также функцию регулирования температурного режима квартиры.

В экспериментальном здании используются центральная водяная система отопления с горизонтальной разводкой, автоматическое регулирование подачи тепла в каждой квартире. Помимо группового счетчика тепла предусмотрен также индивидуальный учет затрат на отопление и горячее водоснабжение каждой квартиры.

Основное вентиляционное оборудование квартир – рекуператор, фильтры, вентиляторы расположены в лоджиях, к которым примыкают общие приточный и вытяжной каналы, проходящие по наружной части фасада. Приточные вентиляционные каналы каждой квартиры подключены к общей приточной шахте, которая забирает воздух с уровня выше третьего этажа, обеспечивая тем самым его высокое качество во всем здании. Вытяжные вентиляционные каналы подключены к общей вытяжной шахте с выводом обратного воздуха на крыше. Забор приточного воздуха производится из общей приточной шахты через рекуператор тепла, с помощью воздуховодов подается в жилые помещения. Удаление воздуха из квартиры происходит через помещения кухни, ванной комнаты и туалета путем перетекания из жилых комнат через рекуператор тепла в общую вытяжную вентиляционную шахту.

Индивидуальные приточно-вытяжные вентиляционные системы с рекуперацией уходящего из помещений воздуха обеспечивают:

- нормативный уровень воздухообмена в каждой квартире;
- высокое качество воздуха путем забора его с уровня верхних этажей и фильтрации;

- возврат тепла уходящего из помещений воздуха и утилизацию тепла внутренних источников и солнечной энергии через систему рекуперации тепла и перераспределение его с приточным воздухом между помещениями квартиры. Это позволяет вернуть более 80 % тепла, выводящегося из помещений в процессе воздухообмена, снизить уровень теплопотерь здания;
 - поддержание оптимальных температуры, влажности и газового состава воздушной среды в жилых помещениях, управление воздухообменом – достижение нормируемого его уровня при наличии людей и понижение уровня вентиляции при их отсутствии и пр.;
 - снижение уровня наружного шума за счет постоянно закрытых окон;
 - устранение опасности возникновения конденсата и плесени на поверхности стен и оконных рам;
 - работу в трех режимах – дежурном, рабочем и форсированном.
- Энергоэффективный жилой дом по аналогии с вышеописанным, возведенный в г. Гомеле является 9-этажным односекционным с поперечными несущими стенами из сборных железобетонных панелей с широким шагом 6,4 м и доборным шагом 3,2 м и наружными стенами различной конструкции. Ядром жесткости служит лестничная клетка (рисунок 2.2).

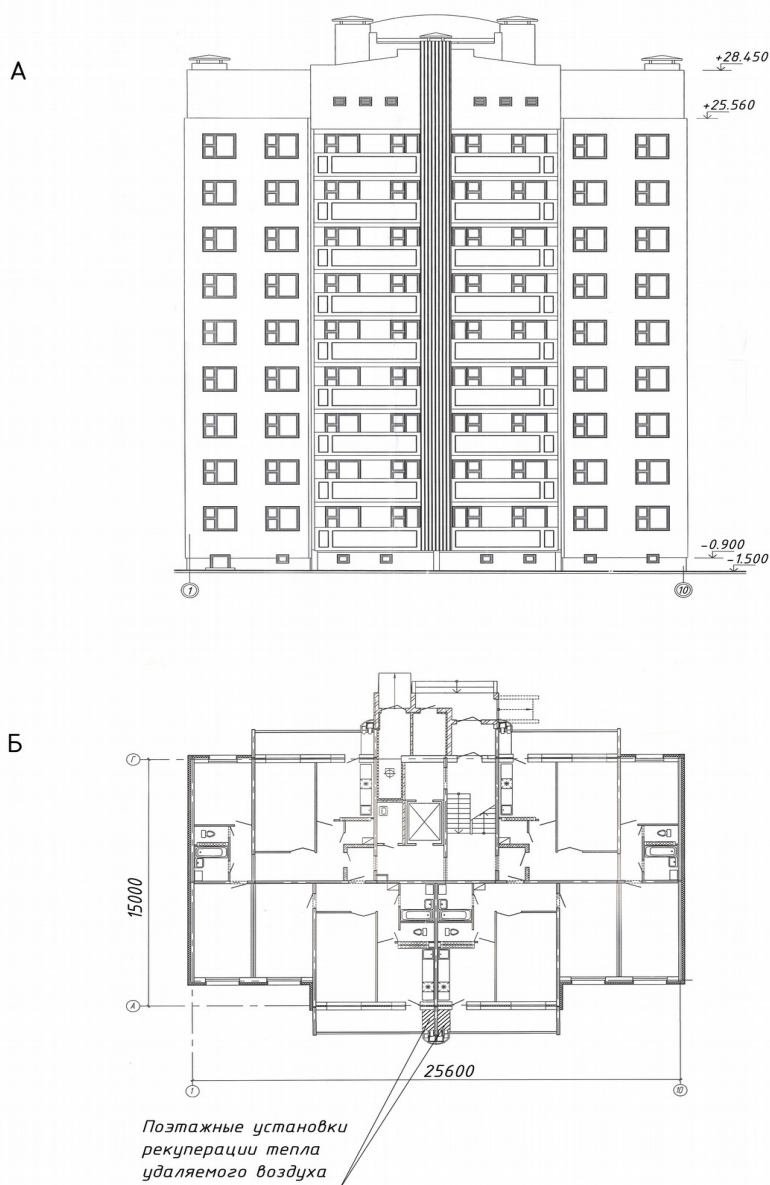


Рисунок 2.2 – Энергоэффективный жилой дом в г. Гомеле:
 А – главный фасад; Б – план 1-го этажа

Наружные стены дома:

- продольные – поэтажно опертые на сборные железобетонные многопустотные плиты перекрытия, двухслойные из блоков из ячеистого бетона толщиной 300 мм с утеплением по системе «Термошуба» и использованием в качестве утеплителя пенополистирольных плит «Сарматерм» толщиной 140 мм.

- поперечные торцовые – сборная железобетонная стеновая панель из тяжелого железобетона, толщиной 160 мм с утеплением по системе «Термошуба» и использованием в качестве утеплителя минераловатных плит «Fasrock» толщиной 150 мм.

В здании запроектирована поквартирная приточно-вытяжная вентиляция с искусственным побуждением с рекуперацией тепла уходящего воздуха и при отсутствии электроэнергии, с естественным побуждением.

Забор наружного воздуха осуществляется от общей воздухозаборной шахты, расположенной снаружи здания. Приточно-вытяжные установки располагаются на лоджиях в зашивках. Приточный воздух подогревается в теплоутилизаторе и по системе воздуховодов поступает в жилые комнаты квартиры. Вытяжной воздух поступает из кухни и ванной комнаты в теплоутилизатор и, охлажденный, отводится в общую вытяжную шахту, расположенную снаружи здания. Во избежание замерзания выпавшего конденсата в теплоутилизаторе в холодный период года приточный воздух догревается воздушонагревателем. В состав квартирной приточно-вытяжной установки входят приточный и вытяжной вентиляторы, рекуператор, воздушонагреватель, обратные клапаны, шумоглушители, фильтры очистки приточного и вытяжного воздуха, воздуховоды и решетки. Воздуховоды в пределах лоджии и шахты изолируются. Система поквартирной приточно-вытяжной вентиляции автоматизирована.

3 ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЯ И ЕГО АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЕ И КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ

Архитектурные решения зданий и сооружений всегда являются результатом компромисса между противоречивыми требованиями, которые обязан учитывать архитектор. Это художественная выразительность объемно-пространственного решения, новизна облика и одновременно экономичность строительства и эксплуатации зданий, эффективность вложения инвестиций, долговечность, ремонтпригодность. Среди набора приемов, придающих домам индивидуальность, их ориентация и форма, цвет, архитектурные детали в виде рельефа наружной поверхности, комбинации стекла, стали, бетона на фасадах. Опираясь ими, архитектор не вправе упускать из виду влияние этих факторов на энергоэффективность здания, т. к. к затратам на его возведение прибавятся эксплуатационные – на стоимость дополнительной энергии, связанной с архитектурными решениями. Свойства поверхности наружных ограждающих конструкций здания учитываются при расчете тепловых потерь.

Структура жилищного фонда в нашей стране существенно отличается от западноевропейского. Одно из основных отличий в том, что большинство строящихся у нас домов многоэтажные (максимум распределения приходится на здания – 6–9-этажные). И данная тенденция в связи с существующим острым дефицитом жилого фонда будет сохраняться еще долгое время.

Тепловые потери зданий существенно зависят от их конструкции. Удельные теплотери зданий зависят от показателя компактности, т. е. значения отношения S/V , где S – площадь ограждающих конструкций зданий, V – объем здания.

Наиболее благоприятны с точки зрения обеспечения низкого уровня теплотери многоэтажные здания с высокой компактностью. Для одноэтажного здания на одну семью со значением $S/V = 1,1$ сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций $10 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ обеспечивает уровень теплотери, соответствующий многоэтажным зданиям с сопротивлением теплопередаче ограждающих конструкций $2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ при отношении $S/V > 0,3$, что соответствует 9-этажным и более высоким зданиям.

Однако в существующей практике проектирования изменение формы по сравнению с простейшим вариантом прямоугольного плана здания приводит к уменьшению компактности и, следовательно, увеличению тепловых потерь в отопительный период.

Данные свидетельствуют, что нерациональная форма здания в течение 20 лет эксплуатации за счет увеличения эксплуатационных затрат на отопление приводит к дополнительным расходам, сравнимым со стоимостью его строительства. При этом по мере снижения общих тепловых потерь здания экономические потери снижаются.

Фактор оптимизации формы здания позволяет экономить более 30 % потерь энергии через наружные стены, и его необходимо ставить на первое место в ряду энергосберегающих мероприятий.

Затраты на дополнительную площадь наружных стен и последующие дополнительные затраты на отопление здания с учетом увеличения стоимости энергии и инфляционных процессов могут быть сравнимы в течение срока его жизни со стоимостью строительства. Следовательно, форма строящегося здания является важным экономическим фактором. Если учесть, что ее оптимизация не требует дополнительных затрат, этот фактор необходимо ставить на первое место в ряду энергосберегающих мероприятий.

Следует добавить, что увеличение площади наружной поверхности происходит во многом из-за наличия встроенных лоджий. С точки зрения снижения теплопотерь более целесообразно устройство балконов и лоджий за периметром наружной оболочки здания.

Солнце можно рассматривать в качестве одного из источников энергии для здания. Прямая и рассеянная солнечная радиация, попадающая на стены здания и через окна вовнутрь, поглощается материалом стен и элементами интерьера помещений, и поглощенная часть преобразуется в тепловую энергию. Эта часть солнечной энергии, несомненно, должна быть учтена в тепловом балансе здания.

Окна в оболочке здания всегда играли особую роль. Как для выпускаемых ранее, так и в настоящее время окон существует постоянное противоречие (конфликт) в выполнении различных функций – доступа дневного света, возможности получения визуальной информации извне, вентиляции и теплоизоляции помещений. Увеличение освещенности требует соответствующего увеличения площади остекления, что приводит к увеличению общего уровня теплопотерь из помещения.

Значение сопротивления теплопередаче окон существенно меньше, чем стеновых конструкций. В зданиях, построенных по старым нормативам, сопротивление теплопередаче окна и стены равны $0,4 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ и $1 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ соответственно; построенных по новым нормативам – $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ и $2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$; энергоэффективных зданий – больше $1 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ (для окон). В зависимости от наружной температуры радиационная составляющая теплопотерь может достигать 50 % их общего уровня. В то же время окно в помещении можно рассматривать как один из источников энергии (солнечной).

Чтобы максимизировать отношение «поступление солнечной энергии / теплопотери из здания», необходимо иметь на северной стороне минимальную площадь остекления, а требования к сопротивлению теплопередаче окон северной стороны должны быть повышены. Для того чтобы окно поставить по своим теплофизическим характеристикам в равные условия с остальными ограждающими конструкциями, нет необходимости доводить его сопротивление теплопередаче до значения, характерного для этих конструкций. Достаточно, чтобы выполнялось условие: суммарное количество поступающей и теряемой через окна энергии по абсолютной величине не должно превышать этот уровень для других ограждений в расчете на 1 м^2 .

Здесь сразу встает вопрос оптимального использования солнечной энергии, т. к. ее поступление ограничено во времени. В зданиях с централизованными системами отопления это достигается путем пофасадного регулирования теплоснабжения: в дневное время подача тепла уменьшается на величину, соответствующей в помещении солнечной энергии, а в ночное – увеличивается для поддержания в нем комфортных условий. Оптимальным является перераспределение избытка поступающей в одно или несколько помещений солнечной энергии по остальным. Эта возможность реализуется только при оборудовании квартиры системой приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла уходящего из помещений воздуха.

Современный уровень развития технологии производства окон позволяет в широких пределах регулировать их сопротивление теплопередаче: от $0,35$ до $2 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$. Прежде всего, это достигается снижением уровня радиационных теплопотерь путем напыления металлического или полупроводникового покрытия на поверхность стекол. Коэффициент отражения образующейся пленки имеет частотную зависимость с максимумом в инфракрасной области, что уменьшает теплопотери с инфракрасным излучением из помещений. Исходя из величины тепловых потерь через стену, можно выбрать значение сопротивления теплопередаче окна таким образом, чтобы значение теплового баланса (разность «теплопотери – теплопоступления») через окна не превышало уровень теплопотерь через стену на единицу площади. С точки зрения оптимального энергосбережения зданий южному направлению должна соответствовать максимальная площадь остекления, северному – минимальная. Если выбрать, к примеру, следующее соотношение площади остекления по сторонам света: юг – 1, запад и восток – $0,5$, а север – $0,2$ относительно южного направления, то средний тепловой баланс через окна существенно изменится. Неравномерная площадь остекления по сторонам света обеспечивает существенное улучшение энергетических характеристик здания.

В проблеме энергоэффективности дома как никогда важен и подбор материалов – какой из них, скажем, нагревается на солнце, а ночью равномерно отдает тепло. Водоёмы у дома, плавно нагреваясь за день, также работают как аккумуляторы тепла. К тому же, как ни странно, наши нормы времени инсоляции работают как отрицательный фактор (в Европе вообще нет такого понятия). Так называемая меридиональная ориентация – самая плохая. Формально мы обеспечиваем время инсоляции, но у дома нет южной ориентации, самой оптимальной для Беларуси: летом солнце высоко и не перегревает, зимой, напротив, максимально делится теплом.

Великая роль конструктивного решения в создании энергоэффективных домов. Нормативные теплотехнические требования зарубежных стран, достигших значительного энергосберегающего эффекта, устанавливают требуемое сопротивление теплопередаче стен в Швеции 2,9–3,5 м²·К/Вт, Дании – 3,3–5 м²·К/Вт, Финляндии – 2,9–3,5 м²·К/Вт, Канаде – 3–4,1 м²·К/Вт.

В скандинавских странах, в частности в Финляндии, дома традиционной бревенчатой архитектуры «Larponia House» возводят из утепленных бревен (бруса) с сопротивлением теплопередаче 4,2 м²·К/Вт (при толщине утеплителя-вкладыша 170 мм) и 3,2 м²·К/Вт (при 120 мм). Внешне их трудно отличить от срубов, предлагаемых нашими фирмами, с той лишь разницей, что они имеют коробчатое сечение с утеплением внутри.

В Беларуси любят бревенчатые дома, однако большинство стен предлагается из сплошного бревна, эпоха которого в Европе уже закончилась, так как традиционный рубленый дом из бруса (бревна) даже диаметром 200 мм не отвечает нормируемому сопротивлению теплопередаче ($R \approx 1,6$ м²·К/Вт при нормативном требовании в 2,0).

С 1999 г. стали применяться сверхтонкие вакуумные теплоизоляционные конструкции с наполнителями на основе микропористых материалов (кремнезем, перлит). Коэффициент теплопроводности данных материалов на порядок и более ниже применяемых сегодня эффективных утеплителей. Соответственно толщина элементов значительно уменьшается: вместо 400 мм эффективного утеплителя можно применять 40 мм и менее с тем же термическим сопротивлением.

Японская компания NSC (Nippon Sheet Glass) на основе разработок университета Сиднея с 1997 г. освоила коммерческий выпуск паяных вакуумных стеклопакетов (ВСП). Конструкция однокамерного ВСП состоит из двух плоских листов с зазором 0,1 мм. Внутри стеклопакета с шагом 20 мм расположены распорные элементы. Внутренний объем откачан до создания сверхглубокого вакуума. Согласно теоретическим расчетам сопротивление теплопередаче R таких стеклопакетов может достигать 2 м²·К/Вт, а суперпакетов, например ВСП с двумя К-стеклами + стекло, – 1,55 м²·К/Вт; два ВСП с одним К-стеклом, – 2,25 м²·К/Вт. И это не предел, разработчики стремятся получить $R = 3$ и более.

После повышения термического сопротивления ограждающих конструкций до нормативных требований доминирующими становятся теплопотери при воздухообмене, от которого нельзя отказаться; он – необходимое условие нормальной жизнедеятельности человеческого организма. В здании устанавливается, как правило, приточно-вытяжная вентиляция с обязательным энергосберегающим элементом – рекуператором тепла.

Таким образом, энергоэффективным можно назвать здание с сопротивлением теплопередаче ограждающих конструкций ниже или равным экономически целесообразному для периода строительства при использовании системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла уходящего из помещений воздуха. Энергоэффективность предлагает различные нормативы теплопотерь в зависимости от компактности здания. Это даст критерий для уровня теплопотерь энергоэффективного здания с малой компактностью ($S/V = 0,4–1,2$) – 30–60 кВт·ч/м² в год, а для компактных зданий, для которых $S/V < 0,4$, – 7–30 кВт·ч/м² в год. По мере увеличения стоимости теплоносителей понятие энергоэффективного здания будет изменяться в сторону уменьшения удельных теплопотерь, т. к. экономически целесообразное сопротивление теплопередаче будет расти. В идеале энергоэффективность здания должна обеспечить возможность существования в течение отопительного сезона без затрат энергии на отопление, т. е. это понятие будет соответствовать критерию пассивного дома.

Выполняемое в настоящее время равномерное утепление зданий приводит к неоднородным теплопотерям. Для обеспечения равного уровня теплопотерь в помещениях необходимо перейти к неоднородной теплозащите ограждающих конструкций в зависимости от места их расположения. Особенно актуален такой подход к энергоэффективным зданиям, так как избыточное тепловыделение в

помещениях середины фасада здания приведет к перегреву воздуха в помещениях выше комфортных значений.

Энергоэффективное здание с уровнем теплопотерь менее $25 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год можно построить для сопротивлений теплопередаче трех участков здания: середины фасада, торца и угловой комнаты верхнего этажа, равных 1,2; 4,0 и $7,0 \text{ м}^2\cdot\text{град}/\text{Вт}$ соответственно. При этом длительность отопительного периода здания сократится на 1 месяц, что позволит получить дополнительную экономию энергии.

4 ПАССИВНЫЙ ДОМ. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Первые энергосберегающие жилые дома рядовой застройки появились в 1991 г. в Дармштадте. Поселки такого типа стали строиться и в других городах Германии – Фрейбурге, Ганновере и Штутгарте, а вскоре возник европейский проект поддержки пассивных домов. Тогда под наблюдением специалистов был построен 221 пассивный дом в Германии, Швеции, Австрии и Швейцарии. Согласно международному стандарту их потребность в тепловой энергии составляет в среднем $15 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$.

Так называемые пассивные дома, которые подарил всему миру основатель Института пассивного дома (Дармштадт) доктор Вольфганг Файст, в состоянии утилизировать рассеянное тепло природы, используя различные виды альтернативных источников энергии, прежде всего Солнца, ветра, тепло недр Земли, воды и биомассы, а также бытовые тепловыделения и тепло людей. Дома имеют системы автоматического учета, контроля и регулирования энергии, в них используются низкотемпературные системы отопления, тепловые насосы, фотогальванические элементы, системы аккумулирования тепла (включая межсезонные системы), а также материалы фазового превращения энергии. Обязательный критерий формирования пассивного дома – южная ориентация основных светопрозрачных конструкций (рисунок 4.1).

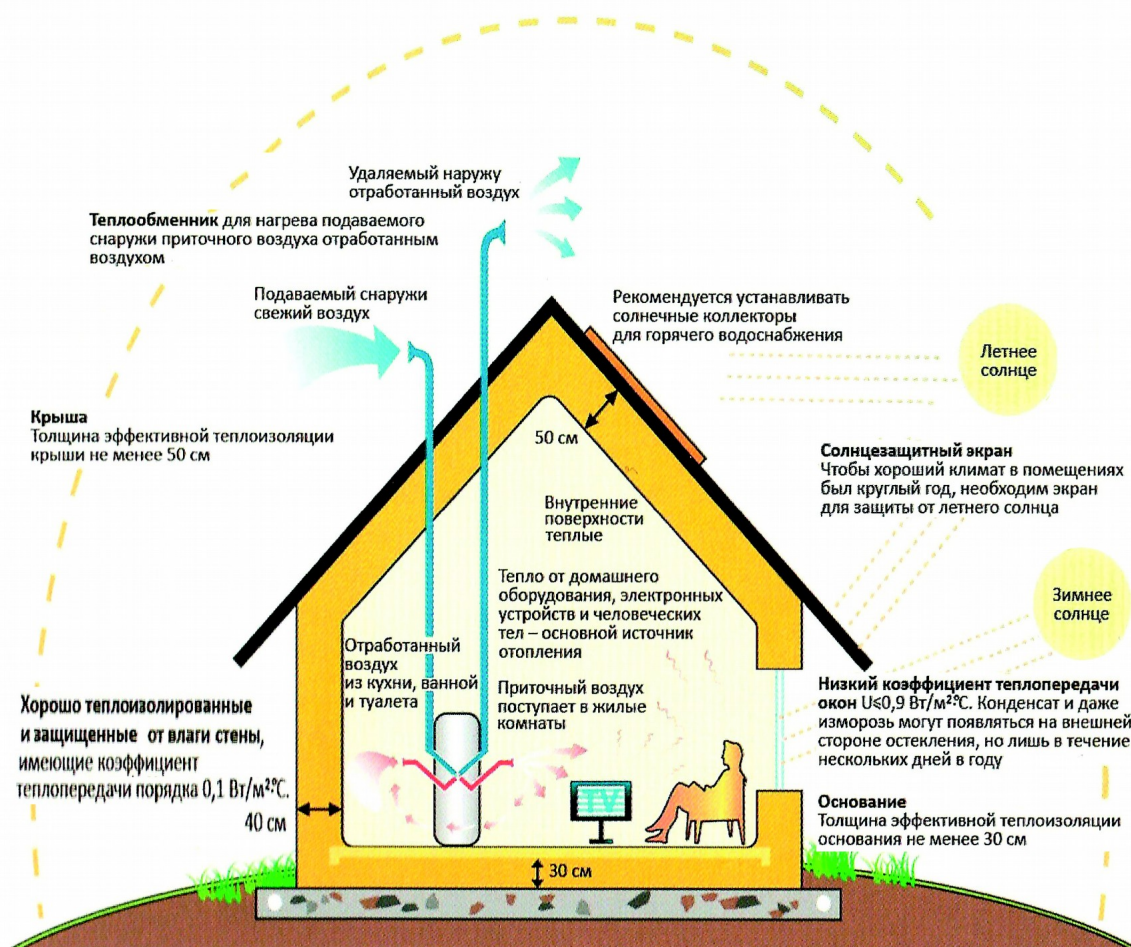


Рисунок 4.1 – Основные принципы проектирования пассивных домов

Для многих немцев жизнь без батарей, как и дом без трубы – реальность. Пассивный дом, как правило, ориентирован на юг, с северной стороны остекление отсутствует. Ядро пассивного дома – автоматическая система вентиляции. Она забирает из отработанного воздуха тепло и обогащает его свежим воздухом. В холодные зимние дни включается теплообменник, подогревающий свежий воздух до $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теплоизоляция толщиной 24 см из экологической целлюлозы $R = 6\text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$. Может доходить до 40 см ($R = 10\text{ м}^2\cdot\text{K}/\text{Вт}$), что в 5 раз больше нормированного сопротивления теплопередаче для стен в Беларуси.

Пассивный дом использует тепло солнечного света, обитателей и бытовых приборов. В хозяйственном помещении может устанавливаться геотермический тепловой насос, который функционирует зимой. Кроме того, из него круглый год поступает теплая вода для душа и стиральной машины. Энергоснабжение – за счет возобновляемых источников энергии. Дополнительное тепло требуется редко, и тогда могут быть использованы солнечные коллекторы и котлы на древесных отходах. Электричество вырабатывается фотоэлементами на южной стороне крыши.

Принцип теплого пола используется и в несущих стенах, там устроены вентиляционные каналы для циркуляции теплого воздуха. По дому энергия распределяется с помощью так называемой контролируемой вентиляции. Около 80 % тепла берется из вытяжного воздуха, который обогащается свежим воздухом. В каждом жилом помещении имеется вентилятор приточного воздуха, в ванной и кухне – вытяжные вентиляторы. Плата за теплую воду и отопление составляет около 2 евро в месяц. Дом расходует не более 15 кВт/час в год на 1 м^2 . На обогрев 230 м^2 общей площади затрачивается около 435 литров солянки. Пассивный дом обходится примерно на 13 % дороже, чем обычный. Эти инвестиции окупаются в течение 7–12 лет за счет низкой стоимости энергии.

Дальнейшее развитие экологических, зеленых, пассивных домов связано с появлением зданий с нулевой энергией, а затем энергоавтономных зданий и зданий с положительной энергией (с выработкой энергии). Дома этого типа являются, по существу, развитием технологий пассивного дома путем использования оборудования, накапливающего энергию или даже вырабатывающего ее. Уникален знаменитый Фрейбургский «соляренный поселок» архитектора Рольфа Диша. Он состоит из 50 домов с плюсовой энергией. Благодаря теплоизоляции здания, умной соляренной технологии, накоплению энергии они производят больше энергии, чем потребляют.

Чемпионом Германии можно назвать городок Дардесхайм в Саксонии-Анхальт, 950 жителей которого производят самое большое количество электроэнергии в расчете на душу населения. Более 30 ветроустановок поставляют ежегодно 160–190 млн кВт/ч чистой электроэнергии, которой хватило бы на нужды 160 тыс. человек. В будущем здесь планируется построить теплоэлектростанцию на биогазе. Она должна вступать в действие в то время, когда нет ветра, и смогла бы непрерывно обеспечивать подачу электроэнергии. Одни лишь соляренные и ветроустановки на это неспособны. Недавно город Дардесхайм провозглашен городом возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

В Германии особенно мощно наступление возобновляемых источников энергии проявляется на родине пассивного дома. Доля потребляемой электроэнергии за счет возобновляемых источников возросла от 6,3 % в 2000 г. до 12 % в настоящее время. Уже сегодня каждая третья солнечная батарея и почти каждая вторая ветроустановка в мире производится в этой стране. Сфера экотехнологий в 2020 г. будет кормить больше людей, чем машиностроение или автомобильная промышленность. Экотехнологии обгоняют автомобилестроение.

Источниками ВИЭ в Германии являются ветро- и теплоустановки, биомасса (отходы древесины, растительное масло) и другое. Использование еще одного из источников ВИЭ – низкотемпературного тепла земли в целях отопления и горячего водоснабжения с теплонасосными системами – возможно тремя основными способами: поверхностью грунта, скважинами и грунтовыми водами.

Летом солнечная энергия накапливается в грунте, тепло дождя и воздуха впитывается верхними слоями почвы. Эту возобновляемую энергию целесообразно использовать в целях отопления. Тепло от земли передается через коллектор из пластиковых труб, заглубленный примерно на 20 см ниже уровня промерзания. По трубопроводу циркулирует незамерзающая жидкость.

Нижний почвенный слой, или так называемый верхний геотермальный слой, также можно использовать как источник тепла, температура которого является практически постоянной. Подобные системы позволяют отапливать помещения различных размеров и назначения. Выбираются глубина и количество скважин, в которые опускаются пластиковые трубы U-формы, обеспечивающие эффективную теплопередачу. Если грунтовые воды доступны, их также можно использовать как источник тепла, поскольку их температура в любое время колеблется от 7 до $12\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, на примере строительства жилых домов в Германии показаны пути энергосбережения. В связи с этим следует еще раз уточнить понятие «пассивный дом» и тот смысл, который вкладывается в понятие «энергоэффективный дом».

Пассивный дом – здание, уровень тепловых потерь которого так низок, что можно исключить систему отопления, объединить ее с системой вентиляции. Отличительные особенности пассивных зданий:

- уровень потребления энергии на отопление меньше $15 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$;
- теплозащитные свойства оболочки здания, причем равномерно утепленной, с сопротивлением теплопередаче не менее $10 \text{ м}^2\cdot\text{град}/\text{Вт}$;
- принудительная приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла вентиляционных выбросов;
- проектирование без мостиков холода;
- герметичная оболочка здания;
- теплозащитные свойства окон с сопротивлением теплопередаче не менее $1,2 \text{ м}^2\cdot\text{град}/\text{Вт}$.

Целевым является показатель потребления тепловой энергии на отопление $15 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год. Остальные требования скорее можно назвать средством для достижения поставленной цели.

Влияние изменения теплозащиты зданий на уровень теплоснабжения не зависит от наличия или отсутствия системы утилизации тепла вентиляционных выбросов. При определении целесообразного уровня теплопотерь следует исходить из оптимального уровня теплозащиты здания, т. е. экономически целесообразно сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

В зависимости от стоимости тепловой энергии и утеплительных материалов можно рассчитать оптимальную для сложившихся условий величину сопротивления теплопередаче. В качестве критерия оптимальности можно принять сумму чистой прибыли, полученной при эксплуатации системы теплоизоляции в течение срока ее жизни за счет экономии тепловой энергии. Рассчитанное таким образом оптимальное сопротивление теплопередаче при использовании, например, пенополистирола в течение 25 лет не превышает в настоящий момент $5 \text{ м}^2\cdot\text{град}/\text{Вт}$.

С этой точки зрения энергоэффективным назовем здание, в котором помимо высокой компактности и оптимального утепления используется энергия тепловентиляционных выбросов, возвращаемая в помещения путем утилизации.

Как показывают результаты расчетов, для зданий с высокой компактностью при наличии системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла уходящего воздуха и оптимальном на настоящий момент значении сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций $3,5 \text{ м}^2\cdot\text{град}/\text{Вт}$ достигается уровень теплоснабжения $Q > 15 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год. При $R = 5 \text{ м}^2\cdot\text{град}/\text{Вт}$ можно устанавливать оконные конструкции, соответствующие действующим в настоящее время нормативам – с сопротивлением теплопередаче $R = 0,6 \text{ м}^2\cdot\text{град}/\text{Вт}$.

5 «УМНЫЙ» ДОМ – ФАНТАЗИЯ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ

«Умный», или «интеллектуальный», дом предназначен для обеспечения продуктивного и эффективного использования полезной площади здания благодаря оптимизации его четырех основных составляющих: структуры (строительных конструкций, собственно объема здания), систем (инженерных), организации (функциональной) и их взаимодействия.

Основной элемент умных домов – АСУЗ (автоматическая система управления зданием), система-контролер, координирующая деятельность привычных инженерных систем здания, в частности искусственного освещения, вентиляции и кондиционирования воздуха, тепло- и, при необходимости, холодоснабжения, водоснабжения и канализации, видеонаблюдения, пожарной сигнализации и пожаротушения, телефонной связи и кабельного телевидения, лифтов, подъемников и т. д. Для наиболее полного использования потенциала АСУЗ в обеспечении комфорта, безопасности и энергосбережения необходима также установка ряда дополнительных систем, в частности системы, регулирующей уровень естественного освещения (сервоприводы жалюзи или штор, стекло с управляемой прозрачностью).

На основании данных, получаемых от контрольных приборов этих систем, математических моделей их взаимодействия и определяемых пользователем желательных параметров среды, АСУЗ прогнозирует возможный результат совместного функционирования систем, обеспечивая:

1) предотвращение дублирования функций инженерных систем и их взаимоисключающего функционирования (например, систем отопления и кондиционирования);

- 2) согласование режимов работы систем с суточными изменениями наружной температуры и количества людей в здании;
- 3) расходование энергии на поддержание максимально комфортной среды только в тех частях здания, в которых в текущий момент времени находятся люди;
- 4) подстройку качеств внутренней среды в соответствии с текущими пожеланиями пользователей.

Таким образом, основными преимуществами зданий, оборудованных АСУЗ, являются уменьшенное по сравнению с обычным потребление энергии и других ресурсов и более эффективное использование пространства, так как вместо того, чтобы искать пространство с подходящими для Вашей деятельности параметрами, Вам достаточно изменить параметры среды в том пространстве, в котором Вы находитесь. В настоящее время более или менее развитыми системами АСУЗ в России обеспечиваются все высокотехнологичные офисные здания, гостиницы, некоторые общественные здания, жилые дома и комплексы.

«Интеллектуальные», или «умные», дома – актуальная на сегодняшний день тема, а современные технологии предлагают соответствующие решения. Востребованность таких решений исходит из рациональности и соображений экономической эффективности. Ведь сэкономить – значит заработать. И не стоит путать экономию со скупостью. В данном случае текущие эксплуатационные расходы, действительно, сокращаются.

Система «умного» дома переводит понимание дома на новый уровень. Комфорт, безопасность, экономия и многое другое не только увеличиваются в разы, но и сама жизнь становится совершенно иной. Вы попадаете в совершенную среду обитания, соответствующую индивидуальным потребностям (рисунок 5.1).

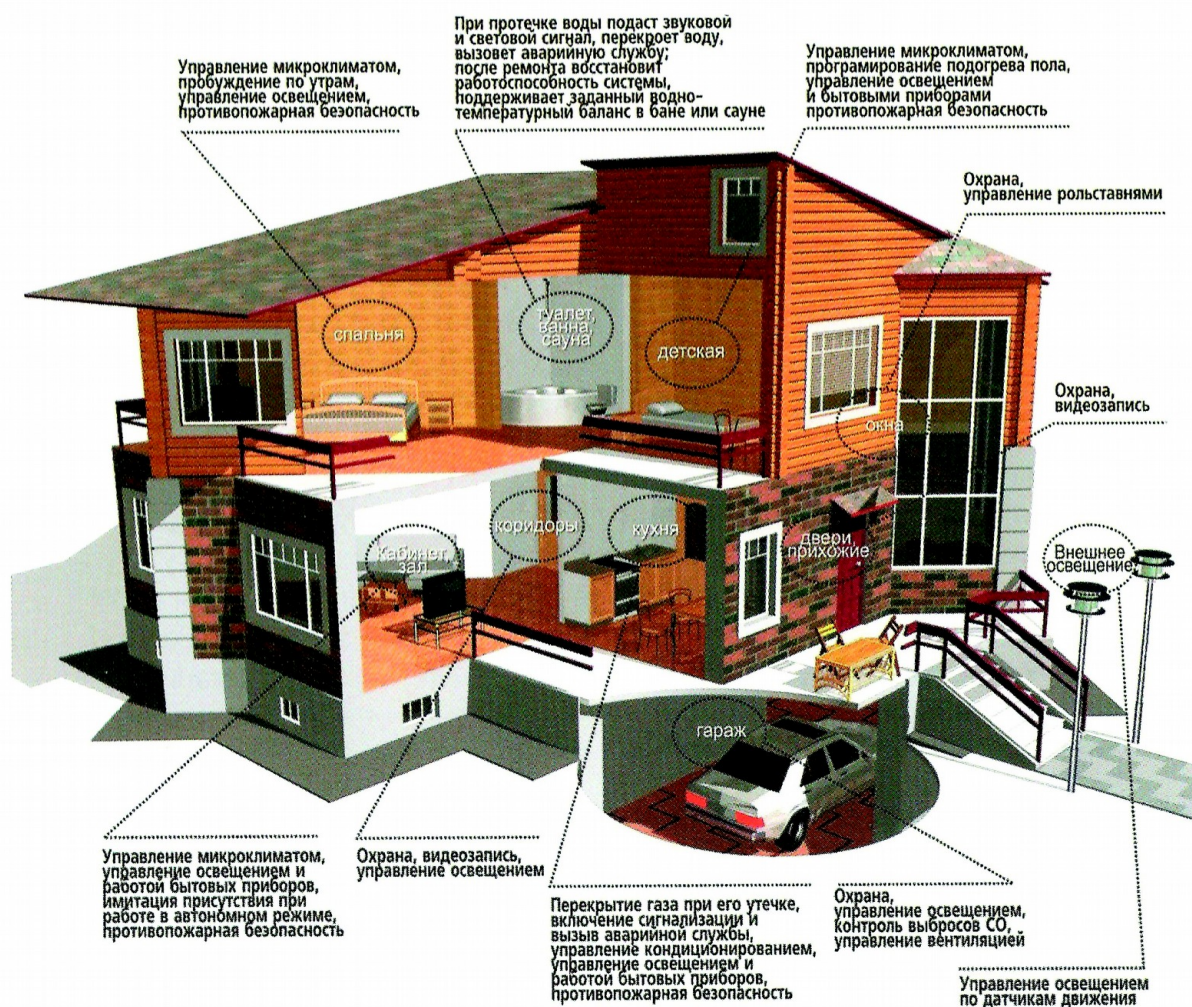


Рисунок 5.1 – Основные системы умного дома

Приведем простейший пример: выходя из дома, нажатием одной клавиши Вы уменьшите отопление, опустите жалюзи, выключите везде свет, обесточите розетки и электроприборы (кроме холодильника), включите сигнализацию. Даже если вы забыли, это и многое другое может сделать за вас «умный» дом. Очень просто и удобно, надежно и безопасно, а также – практично и экономно!

«Умный» дом – это современная система единого управления всем оборудованием дома. Она создается индивидуально для каждого объекта, а его возможности настраиваются под пожелания и привычки жильцов. В основе «умного» дома, как правило, заложена шинная система европейского стандарта KNX, которая интегрируется с интерьерными, коммуникационными и иными системами дома, что позволяет просто управлять всем и сразу: освещением, отоплением, кондиционированием и вентиляцией, жалюзи, автоматическими воротами, бытовыми приборами, аудио- и видеотехникой и другим оснащением, призванным повысить комфортность.

Большинство функций система «умного» дома выполняет сама в настраиваемом автоматическом режиме без вашего участия она будет поддерживать температуру. Например, если температура упала – будет автоматически включено либо увеличено отопление. С заходом солнца автоматически включится уличное освещение, если сильно повысилась интенсивность солнечного света – его избыток компенсируют опустившиеся или изменившие угол наклона жалюзи, и т. д. Всем оборудованием можно управлять с личного места в доме, а также через мобильный телефон по интернету практически из любой точки планеты! Особый интерес у заказчиков вызывает возможность наблюдать и контролировать все, что происходит в доме, при помощи интернета через подключенные камеры (см. рисунок 5.1).

Одна из основных задач «умного» дома – оптимально использовать агрегаты дома и экономично расходовать энергетические ресурсы. Благодаря этой системе можно экономить как минимум 20–30 % энергии, и это тем более ощутимо, чем больше площадь дома, особенно если посчитать затраты в долгосрочном периоде.

Отдельного внимания требует система безопасности. Все электрические приборы в доме объединены в общую сеть с сигнализацией, благодаря чему после ее срабатывания до приезда патрульной машины могут быть заблокированы все дверные и оконные рамы, открыты жалюзи или включен свет, чтобы хорошо видеть, что творится в доме. Если есть система видеонаблюдения, будет включен поиск движения и запись.

Возможности системы «умного» дома управлять агрегатами очень широки и практически не имеют ограничений. Можно управлять практически всем, что включено в сеть, и задавать различные задачи, начиная от фундаментальных (отопление, кондиционирование, вентиляция, освещение) и заканчивая самыми мелкими и на первый взгляд незначительными (включение камина, управление освещением, аэрацией и фильтрацией аквариума или зимнего сада, агрегатами бассейна или сауны, поливка газонов и т. д.). Система «умного» дома призвана облегчить жизнь, сделав за человека множество скучных, но необходимых дел.

«Умный» дом – это комплексное решение электротехнических, инженерных и архитектурных задач. В первую очередь, готовится проект «умного» дома. Позже, на различных этапах строительства, система устанавливается и программируется. Надо отметить, что система очень гибкая и ее всегда можно пополнить новыми функциями и задачами или подключить новые агрегаты, при смене жильцов – перепрограммировать в соответствии с их нуждами.

Решение о том, что здание будет «интеллектуальным», как правило, вырабатывается на ранней стадии проектирования. При этом надо ясно и четко понимать, что для повышения его ценности и последующей отлаженной работы придется инвестировать дополнительные средства в проект. На первом же этапе проектирование необходимо произвести качественную оценку настоящей и будущих областей использования объекта, сгруппировать соответствующие функции, которые будут в нем доступны.

Проектирование интеллектуального здания характеризуется следующими процессами: энергоэффективное проектирование, моделирование здания в целом, интеграция с системами транспорта и окружающей средой. Важно предусматривать, что немногие объекты затем используются так, как планировалось при их проектировании. Поэтому качественное проектирование интеллектуального здания должно включать возможность внесения изменений в его работу в будущем.

Интеллектуальное проектирование начинается с создания целостной модели здания. Данное моделирование происходит еще на ранней стадии – САД-чертежи, которые войдут в проектную документацию. Моделирование интеллектуального здания присутствует не только на стадии проектирования, но и продолжается на стадии строительства и введения в эксплуатацию. В идеале

модель здания должна проработать в течение всего жизненного цикла, иметь при необходимости возможность модификации и служить в качестве цифрового документа здания.

Проектирование интеллектуального здания подразумевает также анализ его воздействия на окружающую среду. Должен быть соблюден баланс между обеспечением оптимальной внутренней среды в здании и минимизации потребления энергии. Создание проекта, являющегося экологически чистым и энергоэффективным, тесно связано со многими атрибутами интеллектуального здания, которое проектируется для длительного срока службы с минимальным воздействием на окружающую среду за счет применения переработанных и годных для повторного использования материалов, экологически чистых технологий строительства, технической поддержки и управления зданием. Благодаря интеграции системы управления зданием и системы управления предприятием существенно повышается энергоэффективность, снижаются расходы по обслуживанию и потреблению энергии по сравнению с неинтеллектуальными проектами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Энергоэффективные технологии в строительстве – это одно из направлений в системе преобразования среды обитания.

Больше половины населения Земли живет в городах, и темпы урбанизации увеличиваются. Передовые страны ищут пути преобразований и создания новых городов. Один из них – ресурсосберегающие города. Например, американский Портленд 15 лет назад принял программу развития как «постуглеродный город» (post-carbon city). Сегодня этот город с развитым общественным транспортом, сокращающимся автомобильным трафиком, возрастающим количеством «зеленых домов» и возобновляемыми источниками энергии. Еще один пример – немецкий Фрайбург, который поставил фантастическую для нас цель – через три десятилетия полностью перейти на альтернативную энергетику без внешнего энергопотребления.

Иной образец нового города XXI века – Масдар (в переводе с арабского – «источник») рядом с Абу-Даби. Он только обретает свое материальное воплощение. Проект стартовал в 2007 г., реализация планируется к 2023 г. Масдар должен стать первым на планете «экогородом» с нулевым выбросом углерода и нулевыми отходами. А еще ему свойственна оригинальная архитектура, футуристический транспорт (город без автомобилей), инновационные энергетические системы. Центр экогорода в пустыне будет напоминать оазис с многочисленными крытыми садами, водопадами, фонтанами. Ожидается, что экономическое развитие города будет обеспечено без промышленного производства. Полторы тысячи компаний из разных стран мира обретут здесь свои офисы, лаборатории, научно-исследовательские центры с гарантией полной защиты интеллектуальной собственности. Акцент – на передовые технологии в области энергетики. Солнечные батареи и ветряки будут соседствовать с системами поля зеркал (разработка японских ученых).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Данилевский, Л. Энергоэффективный панельный дом серии 111-90 МАПИД / Л. Данилевский, В. Пилипенко, В. Потерчук // Архитектура и строительство. – 2007. – № 2. – С. 98–101.
- 2 Данилевский, Л. Архитектура и энергоэффективность зданий / Л. Данилевский // Архитектура и строительство. – 2009. – № 10. – С. 20–26.
- 3 Данилевский, Л. Системы автоматизации энергоэффективного панельного дома в Минске / Л. Данилевский, В. Пилипенко, С. Терехов // Архитектура и строительство. – 2009. – № 7. – С. 16–19.
- 4 Данилевский, Л. От пассивного к энергоэффективному дому / Л. Данилевский // Архитектура и строительство. – 2010. – № 3. – С. 51–53.
- 5 Заборский, Г. «Умный» дом и проблемы развития / Г. Заборский // Архитектура и строительство. – 2009. – № 7. – С. 32–37.
- 6 Коваленко, В. Когда все в доме «умное» / В. Коваленко // Архитектура и строительство. – 2009. – № 7. – С. 26–39.
- 7 Морозов, И. Что нам стоит дом ... перестроить / И. Морозов // Архитектура и строительство. – 2009. – № 10. – С. 38–41.
- 8 Пинчук, С. К акселерации энергоэффективного мышления архитектора / С. Пинчук // Архитектура и строительство. – 2008. – № 1. – С. 10–15

9 Селезнев, А. Энергоэффективность в строительстве / А. Селезнев // Архитектура и строительство. – 2009. – № 10. – С. 14–19.

10 Смирнова, Л. Новый век ждет новый город / Л. Смирнова // Архитектура и строительство. – 2011. – № 5. – С. 12–14.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Современные тенденции энергосбережения в строительстве.....	3
2 Энергоэффективные жилые дома.....	6
3 Энергоэффективность здания и его архитектурно-планировочное и конструктивное решение.....	9
4 Пассивный дом. Основные принципы проектирования.....	12
5 Умный дом – фантазия или реальность	15
Заключение.....	18
Список использованной литературы.....	19