**Тема 1.2. Теплофизические особенности проектирования. Законы формирования комфортного микроклимата помещений и застройки. Критерии оценки. Физические и физиологические основы аэрации застройки**

Всем известно, что материалы для строительства должны обладать высокими конструктивными и эксплуатационными характеристиками, большое значение имеют и теплофизические свойства (сопротивление теплопередаче, паропроницаемость и др.) Кроме того, не маловажную роль имеет и экономическая сторона вопроса. Мировые цены на энергоносители стремятся вверх, и цивилизованное человечество пытается экономно расходовать энергоресурсы. При такой ситуации ждать в ближайшее время увеличения тепловых мощностей не приходится. Поэтому все актуальнее становится проблема энергосбережения. Уже к концу ХХ в. вопрос экономии энергоресурсов встал перед многими развитыми странами Европы. В Германии в конце 70-х гг. взялись за энергосбережение за счет экономии тепла и электроэнергии в эксплуатируемых зданиях. И без того бережливым немцам удалось уменьшить расходы в этом направлении на треть. В Англии правительству Маргарет Тэтчер, пришедшему к власти в самый канун 80-х гг. после развала экономики лейбористами, удалось вывести страну из кризиса во многом за счет жесткой экономии энергоресурсов. Пришла и наша очередь бороться с потерями энергии. Один из путей - экономить на отоплении зданий, сберегая тепло. Энерго- и ресурсосбережение - генеральное направление технической политики в области строительства. В энергосбережении большое значение отводится повышению теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Из общего объема потребляемой энергии, что составляет около 43% вырабатываемой тепловой энергии, 90% расходуется на отопление, 8% - на производство строительных материалов, изделий и 2% на строительство. По сравнению с западноевропейскими странами это в 2…2,5 раза превышает средние показатели по России. Для уменьшения неоправданно большого эксплуатационного энергопотребления зданий Госстроем России введены новые нормативы по теплозащите зданий, которые предусматривают поэтапное снижение энергопотребления на 20…40% путем увеличения в 1,5…3,5 раза сопротивления теплопередаче стеновых конструкций и сокращения теплопотерь различных конструктивных элементов.

Особое место в решении данной проблемы отводится не только новому строительству, но и эксплуатируемому фонду жилых и общественных зданий, теплотехнические характеристики которых не удовлетворяют современным требованиям. Снижение энергопотребления эксплуатируемых зданий может быть достигнуто путем повышения теплотехнических характеристик ограждающих конструкций.

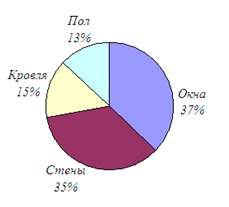
Повышение теплозащитных свойств ограждений требует существенного расхода материальных и трудовых ресурсов. Поэтому, проведение работ по устройству теплозащиты должно выполняться после разработки соответствующего проекта. Проектное решение необходимо принимать на основе предварительно выполненных расчетов, учитывая имеющийся в практике опыт повышения теплозащиты, а также технологические особенности и возможности проведения работ на каждом конкретном объекте.

В практике зарубежных стран восстановление и, особенно, повышение теплозащитных качеств ограждений имеет широкое распространение. Это связано с постоянным пересмотром нормативных документов в сторону ужесточения требований и немедленной их реализацией. В нашей стране из-за отставания нормативных требований от практики, вызванного постоянным и незначительным ростом стоимости тепловой энергии, были разработаны технологии восстановления теплозащитных качеств ограждающих конструкций, утерянных во время эксплуатации, а также способы повышения теплозащиты узлов и соединений, неграмотно запроектированных с теплотехнической точки зрения (последнее в основном относится к крупнопанельным зданиям).

Мировой опыт и научно-практические разработки в этой области мало освещались не только в инженерно-технической, но и специальной литературе и практически недоступны инженерно-техническим работникам проектных, строительных и ремонтно-строительных организаций. Отсутствие учебной литературы, методически обобщающей опыт повышения теплозащиты зданий, не позволяет студентам строительных и архитектурных специальностей получить достаточный объем знаний и качественно подготовиться в этой области для успешной практической работы по реконструкции и капитальному ремонту жилых зданий.

Установлено, что в зимний период теплопотери через окна жилых зданий составляют порядка 37%, через стены 35%, через кровлю и пол соответственно 15% и 13% общих потерь тепла зданием (рисунок №5).  Сокращения теплопотерь через оконные заполнения зданий опорного жилищного фонда можно добиться заменой старых окон на новые или проведением мероприятий, направленных на доведение теплозащитных качеств окон до нормативных требований, действующих в настоящее время. В России для оценки теплозащитных характеристик оконных конструкций принято сопротивление теплопередаче Ro (м2оС/Вт). Согласно московским городским строительным нормам (МГСН 2.01-99) «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению» пункт 3.3.4. требуемое сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций и наружных дверей следует принимать 0,54 м2оС/Вт для окон, балконных дверей и витражей; 0,81 м2оС/Вт для глухой части балконных дверей. Эти нормы распространяются на проектирование новых и реконструкцию существующих жилых домов и зданий общественного назначения.  Эта проблема глубоко изучена и решение о применении современных высокотехнологичных окон повсеместно внедряется в строительстве и при реконструкции зданий различного назначения. Относительно стен остаётся открытым вопрос по нормативным документам, применяющимся материалам и конструктивным решениям.

Это говорит о том, что какими бы хорошими ни были мероприятия по сокращению теплопотерь через дорогие окна, без изучения и проведения дополнительных мероприятий по теплозащите стен, они не дадут ожидаемого эффекта.



***Рисунок 5. Потери тепловой энергии***

Энерго- и ресурсосбережение является задачей мирового масштаба, решением которой ученые, проектировщики и эксплуатационники занимаются на протяжении многих лет. За рубежом улучшение теплозащиты эксплуатируемых зданий возникло как следствие энергетического кризиса 70х годов. Это было связано с большим потреблением энергоресурсов, идущих на отопление зданий, что составляло в некоторых странах до 50 % общей расходуемой энергии. Данные обстоятельства привели к тому, что в большинстве зарубежных стран с 1976 г. нормируемые величины теплозащиты ограждающих конструкций увеличились в 2...3,5 раза.

В нашей стране уровень тепловой защиты здания наружными стенами оставался почти без изменений до 1994 года. Он определялся нормированием величины сопротивления теплопередаче R0, которое было основано на принципах обеспечения санитарно-гигиенических требований внутри помещения и ограничения теплопотерь в отопительный период при минимуме приведенных затрат на возведение ограждения и его эксплуатацию. Поэтому, при проектировании наружного ограждения должны были соблюдаться два условия:

- сопротивление теплопередаче R0 во всех случаях должно быть не менее требуемого по санитарно-гигиеническим условиям сопротивления теплопередаче R0тр;

-сопротивление теплопередаче ограждения R0 принимается равным экономически целесообразному сопротивлению R0эк, определяемому из условия обеспечения наименьших приведенных затрат.

Выполнение расчетов по определению R0эк связано с большим объемом работ и затрат времени на вычисление и определение исходных величин и, поэтому, производилось редко. Для упрощения расчетов, следуя указаниям Госстроя СССР, к величинам требуемых сопротивлений теплопередаче R0трвводили повышающие коэффициенты. Они принимались в зависимости от назначения здания, его капитальности, возможностей заказчика и других экономических и социальных факторов. Величина коэффициентов колебалась от 1,1 до 2,0.

При определении экономически целесообразного сопротивления теплопередаче R0эк учитывались потери тепла за счет инфильтрации воздуха, стоимость тепловой энергии, стоимость материала теплоизоляционного слоя многослойной конструкции, отпускные цены на ограждающие конструкции, стоимость их транспортирования и монтажа.

Следует отметить, что нормирование сопротивления теплопередаче стены по санитарно-гигиеническим требованиям было основано на принципе обеспечения минимально допустимых комфортных условий внутри помещений и производилось с учетом тепловой инерции D ограждающих конструкций и расчетной зимней температуры наружного воздуха, которая принималась в соответствии со СНиП 2.01.01-82. «Строительная Климатология и геофизика».

Как показала практика, даже небольшие ошибки, допускаемые при конструировании, изготовлении, монтаже и эксплуатации ограждающих конструкций вели к понижению температуры на внутренней поверхности стен ниже допустимой, что зачастую приводило к выпадению конденсата.

Такой принцип нормирования и допускаемые ошибки привели к тому, что в среднем по стране на 1 м2 отопления общей площади жилого здания необходимо порядка 88 кг условного топлива в год, что превышает аналогичный показатель в странах, находящихся в сопоставимых с Россией климатических условиях в 2,5...3 раза.

Госстрой России постановлением № 18-81 от 11 августа 1995 г. утвердил и ввел в действие с 1 сентября 1995 г. «Изменение № 3 СНиП II-3-79\*\* «Строительная теплотехника»», требующее существенного повышения Изменения в подходе к нормированию сказываются на распределении R0трпо районам РФ. С целью сопоставления изменений сопротивления теплопередаче построены карты его распределения для наружных стен на территории России до и после 1996 г.

Требуемое сопротивление теплопередаче после 1996 г. не только увеличилось в несколько раз. Это можно обосновать тем, что при определении R0тр используются две величины, изменяющиеся в зависимости от района строительства - средняя температура и продолжительность отопительного периода.

Нужно отметить, что в связи с таким изменением требуемых сопротивлений теплопередаче, мероприятия по дополнительной теплозащите стен в стране приобретают районный характер. Так, в европейской части России утепление зданий по нормативам 1996 г. требует устройства дополнительного теплоизоляционного слоя из минеральной ваты (с коэффициентом теплопроводности l=0,047 Вт/(м2 °С)), толщина которого будет изменяться от 65 до 145 мм. Это говорит о том, что для создания оптимальных конструктивно - технологические решений теплозащиты стен зданий необходимо учитывать районы, в которых будут проводиться работы по утеплению стен. Причем, на каждый район должны иметься свои конструктивно - технологические решения теплозащиты.

Изменение в нормировании теплозащитных качеств ограждающих конструкций должно дать значительный эффект в экономии энергетических ресурсов, идущих на отопление зданий. Но это будет достигнуто лишь в том случае, если появятся совершенно новые конструктивные и технологические решения наружных стен, приспособленные не только к климатическим условиям, но и к строительной базе.

* + 1. **Новые нормы теплозащиты зданий**

С утверждением Госстроем РФ нового СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и одобрением нового свода правил СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» к этому СНиП завершена 10-летняя работа по созданию нового поколения системы нормативных документов зданий со сниженным потреблением энергии.

Строительный комплекс России полностью перестроился и перешел на соблюдение новых как территориальных, так и федеральных норм, а группа стандартов и энергетические паспорта зданий обеспечили энергоаудит возведенных и эксплуатируемых зданий. Произошли коренные преобразования рынка на производство, продажу и использование энергоэффективных строительных материалов и изделий и использование новых энергоэффективных технологий. Такой перелом произошел благодаря работе большого коллектива на всех уровнях и, в первую очередь, активной позиции ряда организаций (НИИСФ РААСН, ОАО ЦНИИЭП жилища, НП "АВОК", ЦЭНЭФ, Мосэкспертизы, Общества по защите природных ресурсов, региональных органов управления строительным комплексом и проектных организаций) и поддержки Управлением технического нормирования, стандартизации и сертификации в строительстве и ЖКХ Госстроя РФ.

В новую систему нормативных документов зданий со сниженным потреблением энергии входят:

на федеральном уровне:  
-  СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий";  
-  Свод правил СП 23-101 "Проектирование тепловой защиты зданий";  
-  ГОСТ 30494 "Параметры микроклимата в жилых и общественных зданиях";  
-  ГОСТы по обеспечению энергоаудита зданий (ГОСТ 31166, ГОСТ 31167, ГОСТ

31168, ГОСТ 26254) и ГОСТ 26229 по тепловизионному контролю качества тепло

изоляции;  
-  разделы "Энергосбережение" в двух новых СНиП по жилым зданиям (31-01 и 31-02);

на региональном уровне:  
-  территориальные Строительные нормы (ТСН) в 50 регионах РФ под общим названием

"Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий".

Все вышеуказанные документы официально утверждены соответствующими органами власти, введены в действие и имеют силу обязательных к исполнению. Согласно новому закону РФ "О Техническом Регулировании" все ГОСТы и СНиПы, утвержденные до введения этого закона, будут действовать как обязательные к исполнению в течение 7 лет, после чего станут рекомендательными. СНиП II-3-79\* "Строительная теплотехника" признан не действующим с 1 октября 2003 г. ТСН будут действовать и далее, как обязательные.

Благодаря новым нормам, энергопотребление на отопление вновь построенных и реконструированных за последние 8 лет зданий снизилось на 35-45 % в зависимости от типов зданий. По данным Госстроя РФ, уже 6% (170 млн. м2) всего фонда жилых зданий России соответствуют требованиям новых норм. Произошел переход от повсеместного распространения однослойного и трехслойного панельного домостроения к монолитно-каркасному с наружной теплоизоляцией, с невентилируемыми и вентилируемыми фасадами и с применением легких теплоизоляционных материалов.

Нашли широкое применение проекты зданий с уширенным корпусом (до 22-25м по сравнению с прежним 12м), легкие ячеистые бетоны. Домостроительные комбинаты, продолжающие выпускать индустриально изготавливаемые здания из панельных конструкций, перешли к большему разнообразию выпускаемых изделий. Здания, возводимые из этих конструкций, не отличаются по внешнему виду от монолитно-каркасных. Причем по себестоимости ныне выпускаемые наружные панельные стены с теплозащитой, в три раза лучшей по сравнению с прежней, дешевле прежних на 10-15% (например, такие панельные ограждения выпускаются на домостроительном комбинате Якутска). Повсеместно стали применяться окна со стеклопакетами из стекол с малым коэффициентом отражения и переплетами из клееной древесины или пластмассовых профилей.

В новом СНиП изложены только основные нормы к зданию или сооружению. Методы проектирования, в том числе и альтернативные, вынесены в Свод правил (СП) "Проектирование тепловой защиты зданий" и могут быть использованы проектировщиком в зависимости от творческого потенциала, квалификации, технических возможностей. Эта свобода распространяется на выбор технических решений и способов их реализации при теплотехническом проектировании зданий, когда конечный результат достигается за счет повышения качества проектирования. Такой подход принят в России, Германии, США и других странах и реализует современные международные требования к стандартизации по потребительскому принципу, разработанные Международным Комитетом по исследованиям и инновациям в зданиях и сооружениях (CIB).

* + 1. **Основные принципы построения нового СНиП "Тепловая защита**

**зданий"**

Новый СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий" определяет нормируемые показатели энергоэффективности зданий, отвечающих мировому уровню, и методы их контроля. В нем:

* установлены численные значения нормируемых показателей энергоэффективности зданий;
* дана классификация новых и эксплуатируемых зданий по энергетической эффективности;
* открыта возможность строить здания с более высокими показателями энергоэффективности, чем нормируемые;
* создана возможность выявлять эксплуатируемые здания, которые необходимо срочно реконструировать с точки зрения энергоэффективности;
* разработаны правила проектирования тепловой защиты зданий при использовании как поэлементного нормирования, так и показателей энергоэффективности;
* даны методы контроля соответствия нормируемым показателям тепловой защиты и энергетической эффективности как при проектировании и строительстве, так и при эксплуатации зданий (энергетические паспорта);
* не допускается проектирование зданий с расходами энергоресурсов, превышающими установленные нормируемые показатели.

СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий" - совершенно новый документ как по своей структуре и области применения, так и по устанавливаемым им критериям теплозащиты и теплового контроля, методам контроля, характеру и уровню энергоаудита, согласованности с европейскими стандартами. При этом новый документ сохраняет преемственность с отмененным СНиП 2-3-79\* "Строительная теплотехника" 1996 г. и обеспечивает тот же уровень энергосбережения, однако представляет более широкие возможности в выборе технических решений и способов соблюдения нормируемых параметров.

СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий" распространяется на тепловую защиту как вновь строящихся и реконструируемых жилых, общественных, производственных, сельскохозяйственных и складских зданий и сооружений, так и эксплуатируемых зданий, в которых необходимо поддерживать определенную температуру и влажность внутреннего воздуха. При этом установленные критерии могут быть использованы для оценки энергетической эффективности существующих зданий с целью определения необходимости улучшения их энергетической эффективности. Новые нормы, в отличие от прежних, относятся как к проектируемым и реконструируемым, так и к эксплуатируемым зданиям.

Установлены две группы обязательных к исполнению взаимосвязанных критериев тепловой защиты здания и два способа проверки на соответствие этим критериям, основанных:  
 а) на нормируемых значениях сопротивления теплопередаче для отдельных ограждающих конструкций тепловой защиты здания, рассчитанных на основе нормируемых значений удельного расхода тепловой энергии на отопление и сохраненных от СНиП 2-3-79\* "Строительная теплотехника";

 б) на нормируемом удельном расходе тепловой энергии на отопление здания, позволяющем варьировать теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий (за исключением производственных зданий) с учетом выбора систем поддержания микроклимата и теплоснабжения для достижения нормируемого значения этого показателя.

Выбор способа, по которому будет вестись проектирование, относится к компетенции проектной организации или заказчика. Методы и пути достижения этих нормативов выбираются при проектировании.

Требования данных норм будут выполнены, если при проектировании жилых и общественных зданий будут соблюдены нормативы "а" либо "б". Для производственных зданий требуется соблюдение только нормативов "а".

Расчетные температуры внутреннего воздуха при проектировании тепловой защиты принимают по нижним пределам оптимальных параметров. С целью установления оптимальных и допустимых параметров микроклимата внутри помещений жилых и общественных зданий и их контроля был разработан ГОСТ 30494-96 "Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях". Эти параметры для жилых зданий были подтверждены в СанПиН 2.1.2.1002 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям». Согласно этому ГОСТу при проектировании ограждающих конструкций установлена расчетная температура внутреннего воздуха 20 °С. Учет установленной этим стандартом разности радиационной температуры вблизи холодных поверхностей потребовал принятия новых норм на окна.

* + 1. **Классификация зданий по энергетической эффективности**

В таблице представлена классификация зданий по степени отклонения расчетных или измеренных нормализованных значений удельных расходов тепловой энергии на отопление здания от нормируемого значения. Под нормализацией понимается приведение измеренных значений к расчетным условиям.

Эта классификация относится как к вновь возводимым и реконструируемым зданиям, проекты которых разработаны в соответствие с требованиями описанных выше норм, так и к эксплуатируемым зданиям, построенным по нормам до 1995 г.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Буквенное обозначение класса | | Наименование класса | | Величина отклонения расчётного (или измеренного нормализованного) значения от нормативного значения, % | | Рекомендуемые мероприятия органами администрации субъектов Федерации | |
| Для новых и реконструируемых зданий | | | | | | | |
| А | | Очень высокий | | Менее минус51 | | Экономическое  стимулирование | |
| В | | Высокий | | от -10 до -50 | | То же | |
| С | | Нормальный | | от +5 до -9 | | - | |
| Для существующих зданий | | | | | | | |
| Д | | Низкий | | от +6 до +75 | | Желательна  реконструкция здания | |
| Е | | Очень низкий | | более 76 | | Необходимо утепление здания в ближайшей перспективе | |

К классам А, В и С могут быть отнесены здания, проекты которых разработаны по действующим нормам. В процессе реальной эксплуатации энергетическая эффективность таких зданий может отличаться от данных проекта в лучшую сторону (классы А и В) в пределах, указанных в таблице. В случае выявления классов А и В рекомендовано применение органами местного самоуправления или инвесторами мероприятийпо экономическому стимулированию.

Классы D и Е относятся к эксплуатируемым зданиям, возведённым по действующим в период строительства нормам. Класс D соответствует нормам до 1995 г. Эти классы дают информацию органам местного самоуправления или собственникам зданий о необходимости срочных или менее срочных мероприятий по улучшению энергетической эффективности. Так, например, для зданий, попавших в класс Е, необходима срочная реконструкция с точки зрения энергетической эффективности.

* + 1. **Учет геометрии здания**

Геометрическая форма здания оказывает существенное влияние на расходы энергии. На рисунке №6 показано влияние ширины здания на удельный расход тепловой энергии на примере 9-этажного трехсекционного жилого дома в Оренбурге. В новом СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» был введен геометрический критерий компактности здания в виде отношения площади ограждающей оболочки здания к замкнутому в нее объему.

Необходимое снижение расхода энергии за счет геометрии здания будет обеспечено при соблюдении следующих критериев:  
  0,25 - для зданий 16 этажей и выше;  
  0,29 - для зданий от 10 до 15 этажей включительно;  
  0,32 - для зданий от 6 до 9 этажей включительно;  
  0,36 - для 5-этажных зданий;  
  0,43 -для 4-этажных зданий;  
  0,54 - для 3-этажных зданий;  
  0,61; 0,54; 0,46 - для 2-, 3- и 4-этажных блокированных и секционных домов соответственно;  
  0,9 - для 2- и 1 -этажных домов с мансардой;  
  1,1 - для 1 -этажных домов. Такой показатель используется в нормах Германии с 1975 г.



# *Рисунок 6. Изменение удельного расхода тепловой энергии в зависимости*

# *от ширины здания*

* + 1. **Контроль параметров и энергетический аудит зданий**

Новый СНиП потребовал осуществлять контроль качества теплоизоляции каждого здания при приемке его в эксплуатацию методом термографического обследования согласно ГОСТ 26629-85 "Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций". Такой контроль поможет выявить скрытые дефекты и возможность их устранения до ухода строителей со строительного объекта. Также необходим выборочный контроль воздухопроницаемости помещений зданий согласно ГОСТ 31167-03 "Здания и сооружения. Метод определения воздухопроницаемости помещений и зданий в натурных условиях".

В новом СНиПе содержатся указания по контролю теплотехнических и энергетических параметров как при проектировании, так и при эксплуатации зданий. Контроль параметров при эксплуатации зданий осуществляют с помощью энергетического аудита по новому ГОСТ 31168-03 «Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление».

Энергетический аудит здания определяется как последовательность действий, направленных на определение энергетической эффективности здания и оценку мероприятий по повышению энергетической эффективности и энергосбережения. Результаты энергетического аудита являются основой классификации и сертификации зданий по энергоэффективности.

Энергетический аудит может также выполняться с целью более подробного описания некоторых теплотехнических и энергетических характеристик здания.

Термин "обследование" при энергетическом аудите используется при проведении простой инспекции здания.

* + 1. **Новые стандарты на методы контроля энергетической эффективности**

С целью подтверждения соответствия показателя нормализованного удельного расхода тепловой энергии на отопление за отопительный период эксплуатируемого здания нормируемым значениям и требованиям контроля этого показателя согласно новому СНиП были разработаны три новых ГОСТа, утвержденных Госстроем РФ в 2003г.:

* ГОСТ 31166 "Конструкции ограждающие термически неоднородные зданий и соору

жений. Метод калориметрического определения коэффициента теплопередачи";

* ГОСТ 31167 "Здания и сооружения. Метод определения воздухопроницаемости по мещений и зданий в натурных условиях";
* ГОСТ 31168 "Здания жилые. Метод определения потребления тепловой энергии на отопление здания".

Последние два стандарта определяют базовые методы контроля параметров, входящих в энергетический паспорт эксплуатируемых зданий, и используются при энергоаудите.

Сущность метода определения потребления тепловой энергии на отопление здания заключается в том, что в отопительный период для определенных интервалов времени измеряют в испытываемых помещениях (квартире) и (или) доме в целом: расход тепловой энергии на отопление и средние температуры воздуха внутри и снаружи здания и интенсивность суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность.

Рассчитывают для тех же интервалов времени величины общих тепловых потерь через ограждающие конструкции здания, равные измеренным расходам тепловой энергии на отопление и суммарным теплопоступлениям (бытовым и солнечной радиации через светопроемы). По рассчитанным общим теплопотерям при соответствующих разностях температур внутреннего и наружного воздуха определяют линейную зависимость наилучшего приближения к этим данным (рис. 7).

Вертикальная пунктирная линия на графике на этом рисунке показывает начало отопительного периода, когда теплопоступления в здание, отмеченные горизонтальной пунктирной линией, равны теплопотерям.

По линейной зависимости и внутренним размерам помещений и ограждающих конструкций вычисляют общий коэффициент теплопередачи наружных ограждений здания и удельное потребление тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, а также устанавливают класс энергетической эффективности здания.



***Рисунок 7. Схема функциональной зависимости теплопотерь здания от разности***

***температур воздуха внутри и снаружи***

* + 1. **Территориальные нормы по энергетической эффективности**

Правовая основа разработки ТСН для регионов - субъектов Российской Федерации - предусмотрена статьей 53 "Градостроительного кодекса Российской Федерации". В настоящее время утверждено и зарегистрировано в Госстрое РФ 50 ТСН и еще 3 ТСН находятся на стадии завершения. На карте отмечены регионы, имеющие эти ТСН.



***Рисунок 8. Регионы, имеющие ТСН***

ТСН должны соблюдаться на территориях регионов и обязательны для применения юридическими лицами независимо от организационно-правовой формы и формы собственности, принадлежности и государственности гражданами (физическими лицами), занимающимися индивидуальной трудовой деятельностью или осуществляющими индивидуальное строительство, а также иностранными юридическими и физическими лицами, осуществляющими деятельность в области проектирования и строительства на территории региона, если иное не предусмотрено федеральным законом.

Другой особенностью территориальных норм является предусматриваемая ими форма энергетического паспорта здания, предназначенного для контроля качества проектирования здания и последующего его строительства и эксплуатации. Компьютерная версия энергетического паспорта, прилагаемая к нормам, является удобным инструментом при разработке проекта здания и контроле соответствия проекта требованиям территориальных норм. Кроме того, энергетический паспорт дает потенциальным покупателям и жильцам конкретную информацию о том, что они могут ожидать от энергетической эффективности здания (в более энергоэффективных зданиях меньше платежи за энергию). Энергетический паспорт удобен также для обоснования льготного налогообложения, кредитования, дотаций для объективной оценки стоимости жилой площади на рынке жилья и т.п.

Все разработанные ТСН снабжены компьютерной версией энергетического паспорта в виде таблиц EXCEL.

В процессе строительства здания все отступления от проекта должны быть санкционированы проектной организацией. Однако в практике строительства бывают случаи, когда строительная организация выполняет несанкционированные отступления от проекта. Поэтому при сдаче построенного здания в эксплуатацию ТСН требуют от проектной организации повторного заполнения энергетического паспорта с той же цепью, что и при разработке проекта.

В процессе эксплуатации фонда зданий должен быть выборочный контроль (энергетический аудит) на предмет соответствия требованиям действующих норм или на планирование реконструкции или модернизации зданий. Результаты контроля должны отражать технические и энергетические параметры зданий и служить основанием для анализа вариантов их реконструкции или модернизации.

Для каждого ТСН разработаны детализированные климатические параметры, градусо-сутки отопительного периода и величины солнечной радиации при действительных условиях облачности за отопительный период. Для некоторых регионов выполнено климатическое районирование.

Все ТСН предусматривают обязательную разработку нового раздела проекта зданий "Энергоэффективность", в котором должны быть представлены сводные показатели энергоэффективности проектных решений в соответствующих частях проекта здания. Сводные показатели энергоэффективности должны быть сопоставлены с нормативными показателями действующих норм. Указанный раздел выполняется на утверждаемых стадиях предпроектной и проектной документации.

Разработка раздела "Энергоэффективность" осуществляется проектной организацией за счет средств заказчика. При необходимости к разработке этого раздела заказчиком и проектировщиком привлекаются соответствующие специалисты и эксперты из других организаций.

Органы экспертизы должны осуществлять проверку соответствия данным нормам предпроектной и проектной документации в составе комплексного заключения.

Внедрение территориальных норм дает следующие преимущества региону:  
 - новый принцип нормирования облетает проблему перехода на повышенный уровень теплозащиты зданий при обеспечении намеченного федеральными нормами энергосберегающего эффекта;

- создаются условия для внедрения новых энергоэффективных технологий и строительных материалов, а также эффективного отопительно-вентиляционного и теплоснабжающего оборудования и систем его управления;

- создается возможность при проектировании достичь заданного энергосберегающего эффекта за счет различных комбинаций как отдельных элементов теплозащиты, так и систем обеспечения микроклимата внутри помещений и выбора систем теплоснабжения, т.е. за счет повышения качества проектирования;

- стимулирует архитекторов к использованию энергоэффективных компоновок зданий, например, зданий с уширенным корпусом;

- дает возможность принятия альтернативных технических решений при реконструкции или капитальном ремонте зданий для достижения требуемого энергопотребления.

Новый СНиП отвечает международному уровню стандартизации зданий, в частности, он согласуется с требованиями Директивы (Закона) ЕС № 93/76 SAVE и решения ЕС №647 о принятии долгосрочной программы содействия энергетической эффективности зданий SAVE с 1998 по 2002 г., с новым постановлением ФРГ EnEV 2002 и с новой Директивой ЕС по энергетическим показателям зданий. Некоторые нормы вводились в России даже раньше, чем на Западе.

## Пути дальнейшего повышения энергоэффективности зданий

Снижение энергопотребления в строительном секторе - проблема комплексная; тепловая защита отапливаемых зданий и ее контроль являются лишь частью, хотя и важнейшей, общей проблемы. Дальнейшее снижение нормируемых удельных расходов тепловой энергии на отопление жилых и общественных зданий за счет повышения уровня тепловой защиты на ближайшее десятилетие, по-видимому, нецелесообразно. Вероятно, это снижение будет происходить за счет ввода более энергоэффективных систем воздухообмена (режим регулирования воздухообмена по потребности, рекуперации теплоты вытяжного воздуха и пр.) и за счет учета управления режимами внутреннего микроклимата, например, в ночные часы. В связи с этим потребуется доработка алгоритма расчета расхода энергии в общественных зданиях.

Другая часть общей, пока не решенной проблемы - отыскание уровня эффективной тепловой защиты для зданий с системами охлаждения внутреннего воздуха в теплый период года. В этом случае уровень тепловой защиты по условиям энергосбережения может быть выше, чем при расчетах на отопление зданий.

Это означает, что для северных и центральных регионов страны уровень тепловой защиты может устанавливаться из условий энергосбережения при отоплении, а для южных регионов - из условия энергосбережения при охлаждении. По-видимому, целесообразно объединение нормирования расхода горячей воды, газа, электроэнергии на освещение и другие нужды, а также установление единой нормы по удельному расходу энергии здания.

**Современные конструктивные решения наружных стен**

В зависимости от типа нагрузок наружные стены делятся на:

* **несущие стены** - воспринимающие нагрузки от собственного веса стен по всей высоте здания и ветра, а также от других конструктивных элементов здания (перекрытий, кровли, оборудования, и т.д.);
* **самонесущие стены** - воспринимающие нагрузки от собственного веса стен по всей высоте здания и ветра;
* **ненесущие** (в том числе навесные) стены - воспринимающие нагрузки только от собственного веса и ветра в пределах одного этажа и передающие их на внутренние стены и перекрытия здания (типичный пример - стены-заполнители при каркасном домостроении).

Требования к различным типам стен существенно отличаются. В первых двух случаях очень важны прочностные характеристики, т.к. от них во многом зависит устойчивость всего здания. Поэтому материалы, используемые для их возведения, подлежат особому контролю.

Конструктивная система представляет собой взаимосвязанную совокупность вертикальных (стены) и горизонтальных (перекрытия) несущих конструкций здания, которые совместно обеспечивают его прочность, жесткость и устойчивость.

На сегодняшний день наиболее применяемыми конструктивными системами являются каркасная и стеновая (бескаркасная) системы. Следует отметить, что в современных условиях часто функциональные особенности здания и экономические предпосылки приводят к необходимости сочетания обеих конструктивных систем. Поэтому сегодня все большую актуальность приобретает устройство комбинированных систем.

Для **бескаркасной конструктивной системы** используют следующие стеновые материалы:

* деревянные брусья и бревна;
* керамические и силикатные кирпичи;
* различные блоки (бетонные, керамические, силикатные;
* железобетонные несущие панели 9панельное домостроение).

До недавнего времени бескаркасная система являлась основной в массовом жилищном строительстве домов различной этажности. Но в условиях сегодняшнего рынка, когда сокращение материалоемкости стеновых конструкций при одновременном обеспечении необходимых показателей теплозащиты является одним из самых актуальных вопросов строительства, все большее распространение получает каркасная система возведения зданий.

**Каркасные конструкции** обладают высокой несущей способностью, малым весом, что позволяет возводить здания разного назначения и различной этажности с применением в качестве ограждающих конструкций широкого спектра материалов: более легких, менее прочных, но в то же время обеспечивающих основные требования по теплозащите, звуко- и шумоизоляции, огнестойкости. Это могут быть штучные материалы или панели (металлические типа сэндвич либо железобетонные). Наружные стены в каркасных зданиях не являются несущими. Поэтому прочностные характеристики стенового заполнения не так важны, как в зданиях бескаркасного типа.

Наружные стены многоэтажных каркасных зданий посредством закладных деталей крепятся к несущим элементам каркаса или опираются на кромки дисков перекрытий. Крепление может осуществляться и посредством специальных кронштейнов, закрепляемых на каркасе.

С точки зрения архитектурной планировки и назначения здания, наиболее перспективным является вариант каркаса со свободной планировкой - перекрытия на несущих колоннах. Здания такого типа позволяют отказаться от типовой планировки квартир, в то время как в зданиях с поперечными или продольными несущими стенами это сделать практически невозможно.

Хорошо зарекомендовали себя каркасные дома и в сейсмически опасных районах.  
Для возведения каркаса используются металл, дерево, железобетон, причем железобетонный каркас может быть как монолитный, так и сборный. На сегодняшний день наиболее часто используется жесткий монолитный каркас с заполнением эффективными стеновыми материалами.

Все большее применение находят легкие каркасные металлоконструкции. Возведение здания осуществляется из отдельных конструктивных элементов на строительной площадке; либо из модулей, монтаж которых производится на стройплощадке.

Данная технология имеет несколько основных достоинств. Во-первых, - это быстрое возведение сооружения (короткий срок строительства). Во-вторых, - возможность формирования больших пролетов. И наконец, - легкость конструкции, уменьшающая нагрузку на фундамент. Это позволяет, в частности, устраивать мансардные этажи без усиления фундамента.

Особое место среди металлических каркасных систем занимают системы из термоэлементов (стальных профилей с перфорированными стенками, прерывающими мостики холода).

# Наряду с железобетонными и металлическими каркасами давно и хорошо известны деревянные каркасные дома, в которых несущим элементом является деревянный каркас из цельной или клееной древесины. По сравнению с рублеными деревянные каркасные конструкции отличаются большей экономичностью (меньше расход древесины) и минимальной подверженностью усадке.

Несколько особняком стоит еще один способ современного возведения стеновых конструкций - технология с применением несъемных опалубок. Специфика рассматриваемых систем заключается в том, что сами элементы несъемной опалубки не являются несущими. элементами конструкции. В процессе строительства сооружения, путем установки арматуры и заливки бетоном, создается жесткий железобетонный каркас, удовлетворяющий требованиям по прочности и устойчивости.