
СТРОИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА:

**Физика среды
и ограждающих конструкций**

2. ПЕРЕДАЧА ТЕПЛА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ И ИХ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

2.1 Задачи и методы строительной теплофизики


Теплозащитные свойства зданий и конструкций рассматриваются в строительной теплофизике, являющейся разделом строительной физики.



Основная задача строительной теплофизики – обоснование наиболее целесообразных в эксплуатации решений зданий и ограждающих конструкций, удовлетворяющих требованиям благоприятного микроклимата для деятельности или отдыха человека.



Методы строительной теплофизики основаны на общей теории теплообменных и массообменных процессов в материальных системах.



В термодинамическом отношении ограждающие конструкции зданий – это открытые системы, обменивающиеся с окружающей воздушной средой как энергией (теплообмен), так и веществом (влагообмен и воздухообмен).

В рационально спроектированных и качественно выполненных ограждающих конструкциях явления влагообмена и воздухообмена обычно ограничиваются техническими средствами до пределов, допустимых в гигиеническом отношении и не оказывающих практически заметного влияния на условия теплообмена.

В тех случаях, когда такое ограничение затруднительно из-за особенностей конструкций (например, створных переплётов в светопроёмах) или большой интенсивности внешних воздействий, учитывается влияние процессов обмена вещества на теплопередачу (например, охлаждение ограждающих конструкций при морозе и ветре).

- Теплофизические методы имеют широкое применение, поэтому закономерно стремление к возможной простоте расчётных операций, однако не в ущерб их допустимой точности.
- Наибольшая простота вычислительных операций достигается при использовании расчётных методов для установившихся, не изменяющихся во времени процессов теплообмена и массообмена.
- Поскольку природные условия обмена энергией и веществом обычно не имеют установившегося характера, а связаны с периодическими изменениями температуры и других физических параметров воздушной среды, применяются более сложные методы расчёта (например, для не установившегося процесса передачи тепла).

-
- В некоторых случаях в расчёты по установившимся условиям вводятся параметры, повышающие их точность (например, различные значения расчётных температур для лёгких и массивных конструкций).
 - При рассмотрении неустановившихся процессов, к которым в частности, относятся постепенные охлаждение, увлажнение, разрушение, целесообразно введение понятий о предельно допустимых состояниях этого процесса, коренным образом влияющих на эксплуатационные качества рассчитываемой конструкции.
 - Методы расчета по «предельным состояниям» в строительной теплофизике применяются прежде всего для определения допустимых сопротивлений охлаждения и увлажнения ограждений.
-

-
- *Строительная теплофизика* становится всё более необходимой для повышения качества строительства по мере его развития на территориях с неблагоприятным климатом, совершенствования индустриальных методов возведения зданий, уменьшения массы конструкций и применения новых эффективных материалов.
-

2.2 Теплотехнические требования к ограждающим конструкциям

Теплотехнические качества ограждений, отделяющих помещения от наружной среды, влияют:

- на долговечность здания;
- колебания температуры в помещениях при неблагоприятных метеорологических или эксплуатационных условиях;
- степень переохлаждения помещений зимой или перегрева летом;
- влажностный режим в толще ограждения и на его внутренней поверхности, а также на температуру этой поверхности.

Чрезмерное охлаждение внутренней поверхности наружного ограждения вызывает появление на ней сырости (конденсата) и приводит к простудным заболеваниям людей.

Долговечность здания обеспечивается конструктивным решением ограждения, применением соответствующих материалов по морозо- и влагостойкости с учётом физико-климатических условий района расположения здания, а также внутреннего *температурно-влажностного режима* помещений.

На долговечность *ограждений* таких помещений, как бани, прачечные (мокрого режима), влияет сопротивление внутренней поверхности ограждения проникновению влаги воздуха помещения в толщу ограждения, что может вызвать не только резкое ухудшение теплозащитных качеств конструкции, но и её разрушение.

К наружным ограждающим конструкциям и внутренним ограждениям, разделяющим помещения, с разностью температур воздуха в них, превышающей 10°C , предъявляют следующие теплотехнические требования:

- ограждение должно обладать теплозащитными качествами и обеспечивать нормативный температурный режим помещения, чтобы надёжно сохранять тепло в помещениях зимой или защитить от перегрева в летнее время;

- ограждение должно быть достаточно воздухонепроницаемым, что имеет особое значение для районов с сильными и устойчивыми ветрами. Воздухопроницаемость ограждения выше установленного предела понижает его теплозащитные качества и вызывает у людей вблизи ограждения ощущение продуваемости;

- при эксплуатации помещения на их внутренней поверхности не должен возникать конденсат;

- не должно быть переувлажнения материала ограждения, т.к. такое переувлажнение снижает его теплозащитные качества (повышается коэффициент теплопроводности материала).

■ ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ



Задачи теплозащиты здания

Задача обеспечения комфортного температурно-влажностного режима. Задача решается двумя способами.

- **Первый способ** - это создание такого архитектурно-планировочного и конструктивного решения зданий, которое обеспечивало бы минимальные теплопотери и максимальные поступления тепла от Солнца зимой и минимальные теплопоступления в здание в летнее время.
- **Второй способ** - это оборудование здания современными надежными системами отопления, вентиляции и охлаждения воздуха.

Инженеры-строители и архитекторы занимаются проектированием зданий и их конструкций, решают, таким образом, эту задачу первым способом. Однако от того, насколько качественно эта задача решена, зависит энергоэкономичность работы инженерного оборудования.

Тепловая защита и её задачи

Условия комфортной среды в помещениях зависит от следующих факторов:

- температура внутреннего воздуха: 20-22 °С;
- температура внутренних поверхностей стен, ограждающих помещение: 16-18 °С;
- температура пола: 22-24 °С;
- тепловая инерция (накопление тепла) ОК помещений;
- относительная влажность:

Сухая	Нормальная	Влажная
Менее 40 %	50-60 %	Более 60 %

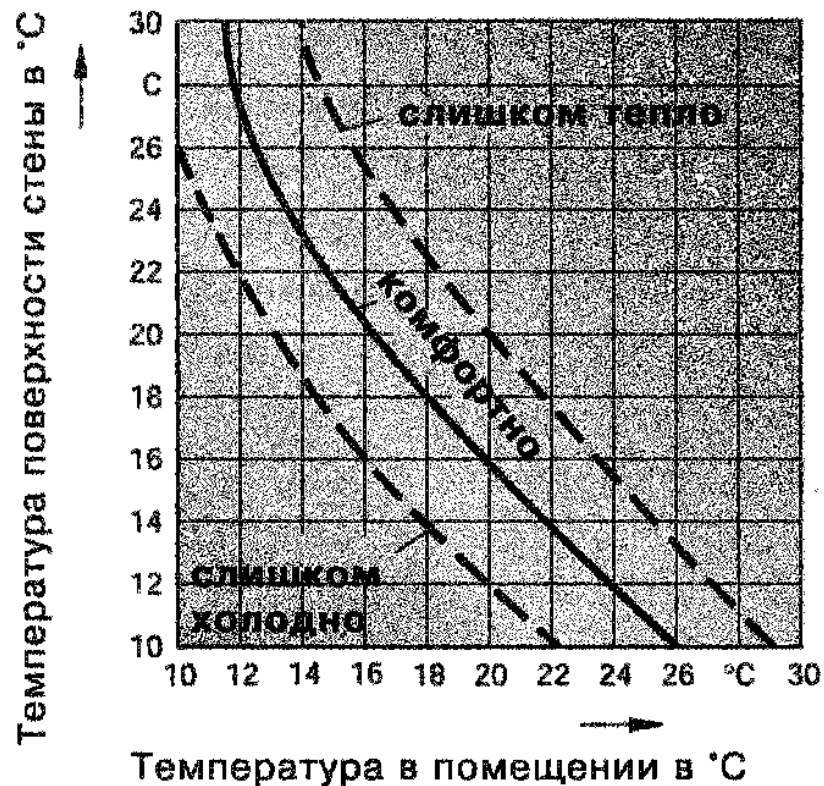
- движение воздуха: максимальная скорость – 0,2 м/с, больше – сквозняк
- деятельность человека: сидячая работа – большая температура, подвижная работа – меньшая.

Теплозащита должна обеспечивать комфортные условия в помещении в зимних (**защита от холода**) и в летних (**защита от перегрева**) условиях

Условия комфортной среды в помещениях

Температура стен. Ощущение комфорта в помещении зависит от температуры воздуха и средней температуры ОК.

Вообще человек чувствует себя комфортно с точки зрения температуры, если *зимой* поверхности не более чем на $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже, а *летом* на $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше температуры воздуха в помещении.



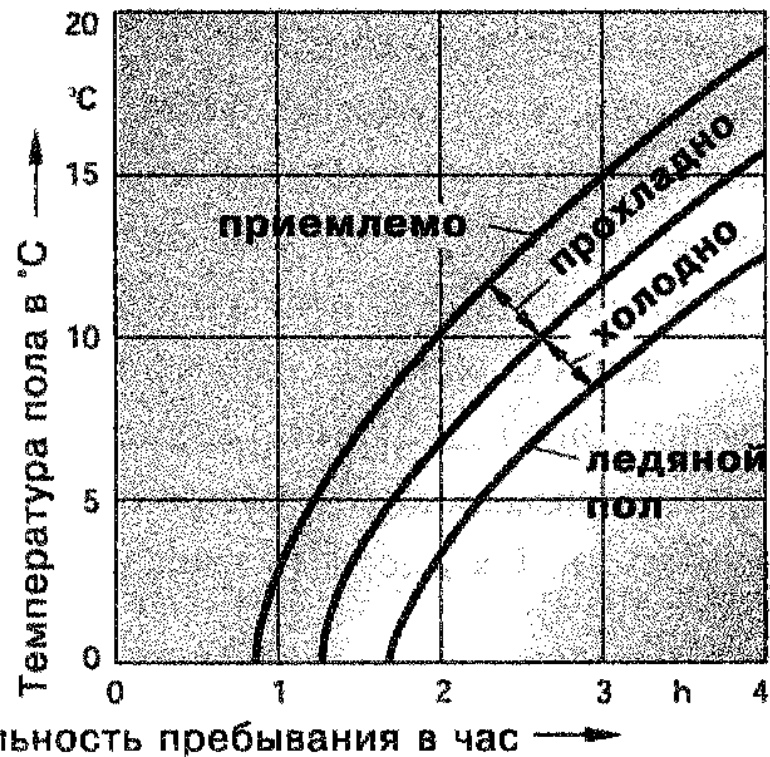
Условия комфортной среды в помещениях

Температура пола. Для полов, вследствие непосредственного контакта с телом человека через подошвы ног, справедливы другие значения.

Для того, чтобы не отбирать у человека слишком много тепла, температура поверхности пола не должна быть ниже 15-20°C. Здесь играет роль также продолжительность пребывания человека в помещении.

Оптимальной и приятной ощущает человек поверхность пола с температурой от 22°C до 24°C.

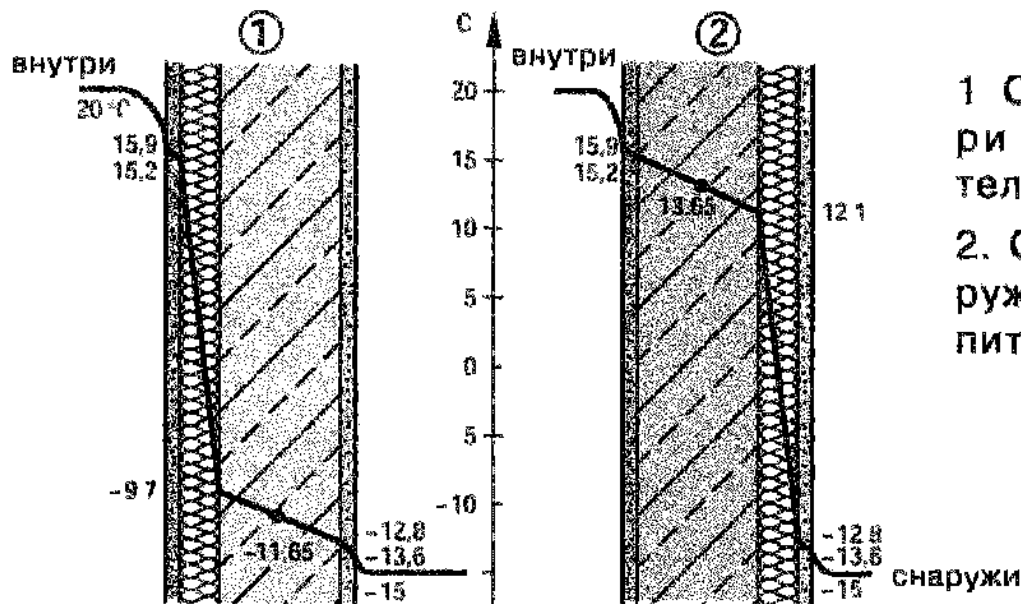
При устройстве теплых полов температура поверхности пола не должна быть выше 25 – 30 °С.



Условия комфортной среды в помещениях

Тепловая инерция характеризует теплонакопительную способность. Эта характеристика стен имеет большое значение для зимней и для летней теплозащиты.

Способность к накоплению тепла очень сильно зависит от плотности, у *тяжелых стен* она лучше, чем у легких конструкций. Зимой помещения с большой тепловой инерцией при отключении отопления охлаждаются не так быстро, летом избыточная энергия в дневное время может накапливаться для того, чтобы ее отдать в воздух помещения в прохладные ночные часы.



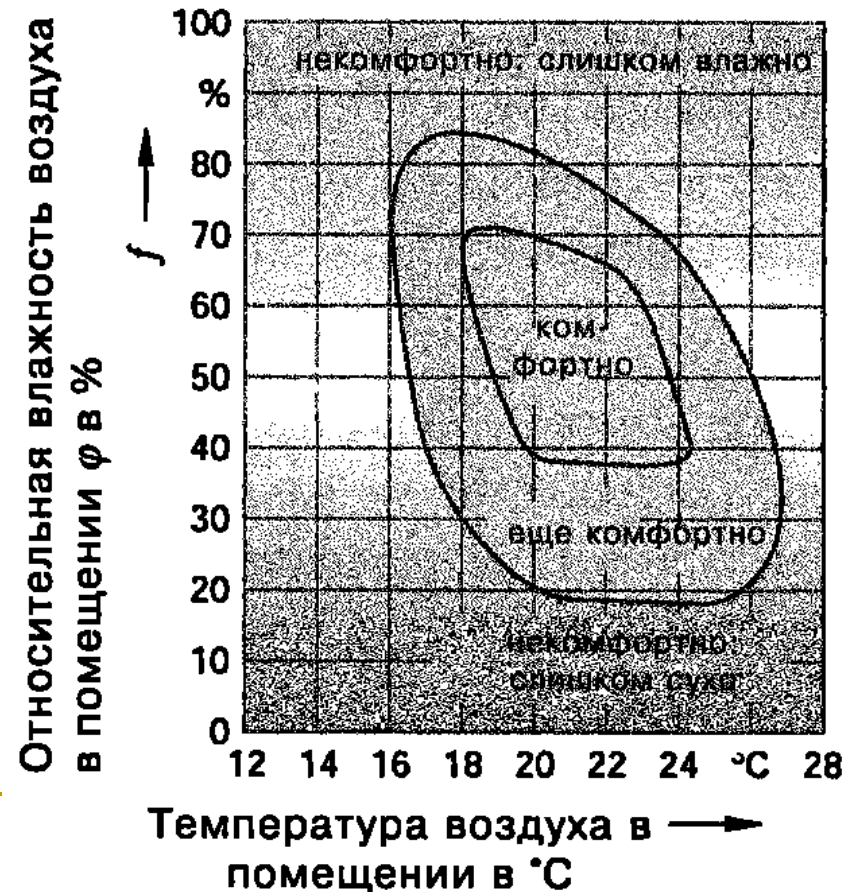
1 Слой теплоизоляции внутри – малая теплонакопительная способность.

2. Слой теплоизоляции снаружи – большая теплонакопительная способность

Условия комфортной среды в помещениях

Ощущение комфорта при одной и той же температуре зависит от **относительной влажности** воздуха в помещении.

Человек чувствует себя некомфортно при температуре воздуха ниже 17°C и выше 26°C , независимо от относительной влажности воздуха. Но внутри этого диапазона есть зона комфорта, зависящая от влажности. С увеличением температуры воздуха влажность переносится хуже.



Нормативные значения параметров воздуха

Параметры воздуха в помещениях для расчета наружных ограждающих конструкций жилых, общественных, административных и бытовых зданий и сооружений (по Строительная теплотехника)

Здания, помещения	Расчетная температура воздуха $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность воздуха $\varphi_{в}, \%$
Жилые здания	18	55
Общественные здания (кроме дошкольных и детских лечебных учреждений, помещений с влажным и мокрым режимами)	18	50
Здания дошкольных и детских лечебных учреждений	21	50
Залы ванн бассейнов	27	67
Административные и бытовые здания	18	50

Источники тепла

Для снабжения энергией имеются многие источники.

Источники тепла можно разделить на природные и искусственные.

Природные:

1. Солнечная энергия:

- солнечные коллекторы, в которых солнечным теплом нагревается вода, используемая для отопления и горячего водоснабжения;
- фотоэлементы, преобразующие солнечное излучение в электрический ток;
- архитектурно-строительные решения, собирающие солнечную энергию, транспортирующие ее вглубь здания, аккумулирующие ее там и отдающие тепло в воздух помещения, когда это необходимо.

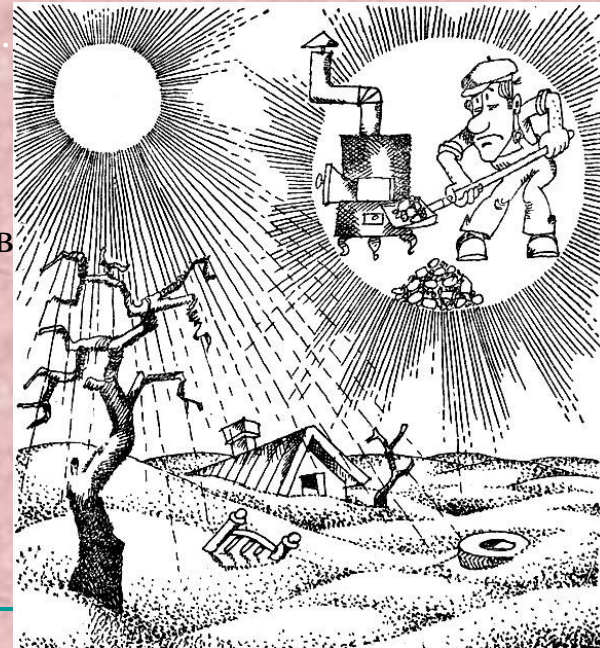
2. Вода, обладающая большой теплоемкостью

- Воздух. Тепловой насос воздух-вода.
- Земля. Тепловой насос земля-вода.
- Ветер. Ветровые электростанции.

3. Отходы сельскохозяйственного производства:

Искусственные:

- Механические: трение.
- Химические: уголь, нефть, газ.
- Электрические: электроэнергия.
- Атомные: ядерная энергия.



Источники тепла

Природные:

1. Солнечная энергия



2. Вода, обладающая большой теплоемкостью



3. Отходы сельскохозяйственного производства



Искусственные:

1. Механические: трение



2 Химические: уголь



3. Электрические: электроэнергия



4. Атомные: ядерная энергия



Факторы, влияющие на теплозащиту

● Летняя теплозащита:

- 1) Солнцезащитные устройства, такие, как:
 - Маркизы, Солнцезащитные крыши, Жалюзи (наружные наиболее эффективны)
- 2) Накопление тепла в ограждающих конструкциях, таких как:
 - Стены, Потолки (полы)
 - Их влияние выражается в благоприятном соотношении амплитуд температуры на их внешних и внутренних поверхностях.
- 3) Расположение отдельных слоев в многослойных ограждающих конструкциях — высушивание конструкций в летние месяцы (период выпаривания влаги), тепловая инерция и сдвиг по фазе температурных колебаний на поверхности конструкции.
- 4) Общий коэффициент пропускания энергии окнами и прочими светопрозрачными конструкциями, такими, как
 - Наружные двери
 - Зимние сады
 - Прозрачная теплозащита
 - Стекла с металлическим напылением (наружные стекла)

Факторы, влияющие на теплозащиту

• Летняя теплозащита:

- 5) Отношение площади окон и других светопрозрачных конструкций к площади поверхности наружных ограждающих конструкций здания.
- 6) Географическое положение здания:
 - Широта
 - Высота над уровнем моря
 - Условия облачности
- 7) Ориентация окон и других светопрозрачных конструкций по сторонам света. Различные солнцезащитные устройства в зависимости от ориентации.
- 8) Возможности вентиляции:
 - Принудительная вентиляция с помощью вентиляционных установок,
 - С помощью открывания окон (через окна под углом друг к другу — наиболее эффективно).
- 9) Окраска наружных поверхностей стен
 - Светлые поверхности отражают тепловые лучи
 - Темные поверхности поглощают тепловые лучи.

Факторы, влияющие на теплозащиту

- Зимняя теплозащита:

- 1) Теплоизоляция ограждающих конструкций, таких, как
 - Стены
 - Перекрытия
 - Окна
 - Наружные двери
- 2) Тепловая инерция ограждающих конструкций, таких, как
 - Стены
 - Потолки (полы)

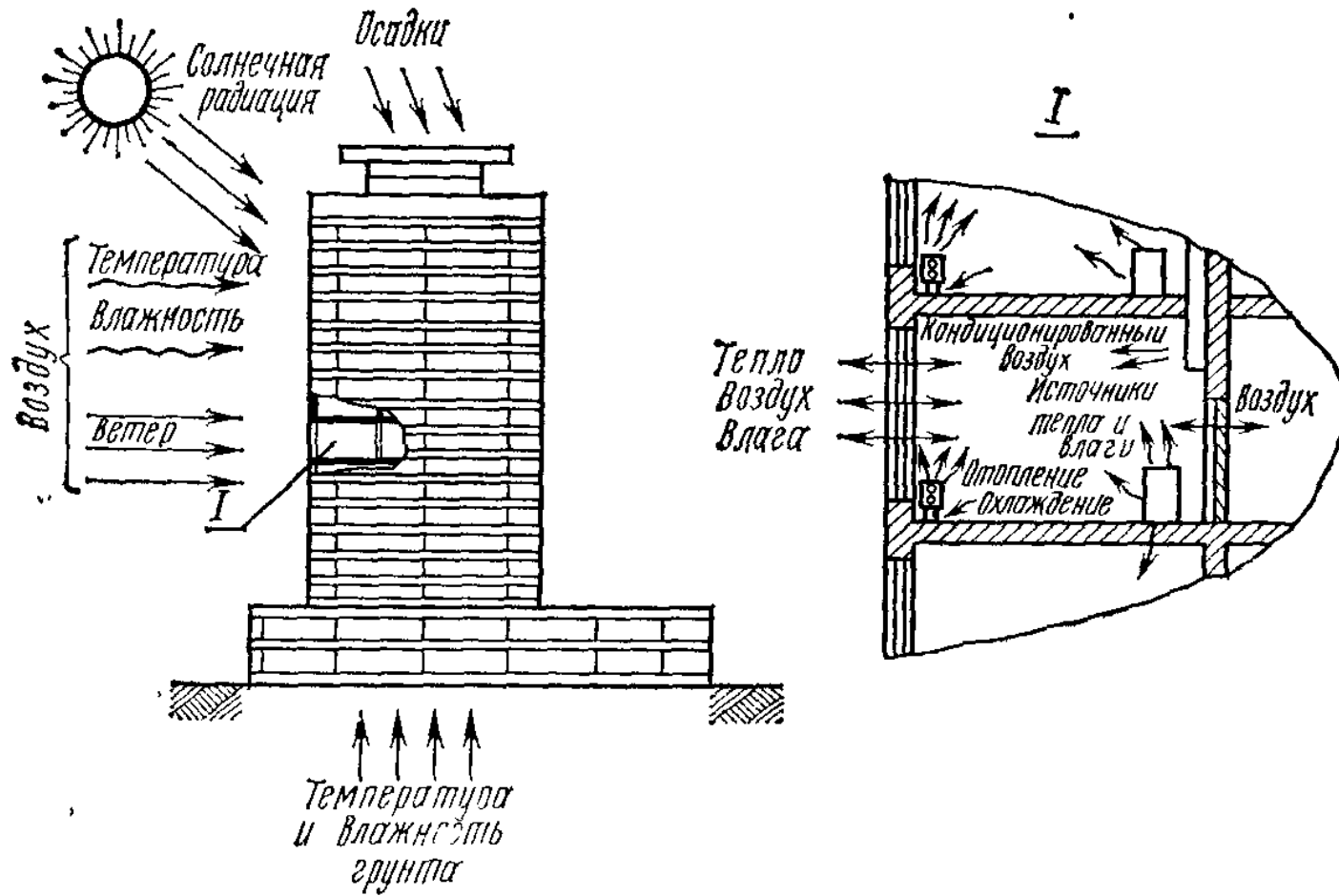
Для комфорта человека вблизи стен, а также для предотвращения конденсата влаги, тепловая инерция конструкций имеет очень важное значение.
- 3) Расположение отдельных слоев в многослойных ограждающих конструкциях. Правильная последовательность слоев изнутри — наружу особенно важна. Образование конденсата внутри конструкции.
- 4) Общий коэффициент пропускания энергии окнами и прочими светопрозрачными конструкциями, такими, как
 - Наружные двери
 - Зимние сады
 - Прозрачная солнцезащита
 - Стекла с металлическим напылением (внутренние стекла)

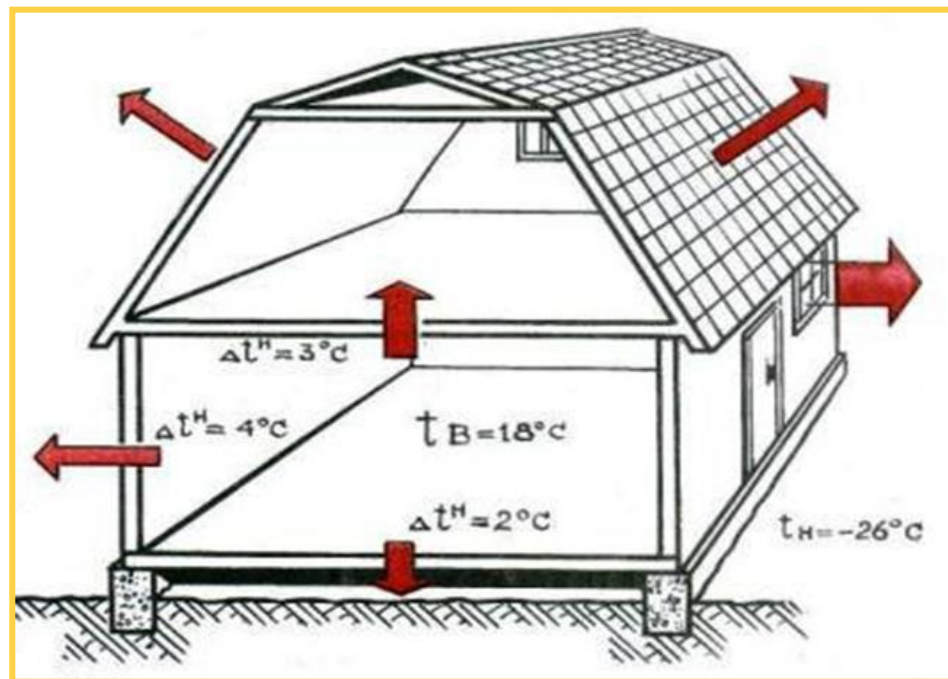
Факторы, влияющие на теплозащиту

• Зимняя теплозащита:

- 5) Отношение площади окон и других светопрозрачных конструкций к площади поверхности наружных ограждающих конструкций здания, (окна часто являются слабыми местами).
- 6) Географическое положение здания:
 - Широта
 - Высота над уровнем моря
 - Условия облачности
 - Частота туманов
- 7) Ориентация окон и других светопрозрачных конструкций по сторонам света. Солнечные теплопоступления различны в зависимости от ориентации.
- 8) Воздухообмен:
 - Открывание окон и наружных дверей, а также
 - Воздухопроницаемость окон и дверей за счет швов и неплотностей.
 - Воздухообмен с механическим приводом вентиляционных установок с-, или без рекуперации тепла.

Тепловой режим здания





Основные потоки тепла, которые учитывают при тепловых расчетах конструкций

Тепловой режим здания

- Под действием разности наружной и внутренней температур, солнечной радиации и ветра помещение теряет тепло через ограждения зимой и нагревается летом.
- Атмосферные осадки, влаговыделения в помещениях, разность влажности внутреннего и наружного воздуха приводят к влагообмену через ограждения, под влиянием которого возможно увлажнение материалов и ухудшение защитных свойств и долговечности наружных стен и покрытий.
- Гравитационные силы, действие ветра и вентиляция создают перепады давлений, приводящие к перетеканию воздуха между сообщающимися помещениями и к его фильтрации через поры материала и неплотности ограждений.
- Процессы, формирующие тепловую обстановку помещения, необходимо рассматривать в неразрывной связи между собой, ибо их взаимное влияние может оказаться весьма существенным.
- **Например** фильтрация воздуха и увлажнение конструкций могут в несколько раз увеличить теплотери помещения зимой. В то же время создание благоприятной воздушной среды в помещении требует организации его воздухообмена и влагообмена с наружной средой.

Общие факторы теплозащиты

- Климат местности
- Теплоизоляция ОК
- Тепловая инерция ОК
- Расположение отдельных слоев в многослойной ОК
- Общий коэф. пропускания энергии светопрозрачными конструкциями
- Отношение площади окон и др. светопрозрачных конструкций к площади наружных ОК
- Ориентация здания по сторонам света
- Воздухопроницаемость ОК, вентиляция
- Окраска наружных поверхностей стен

Эти факторы необходимо рассматривать отдельно для зимней и летней теплозащиты

Условия эксплуатации ОК

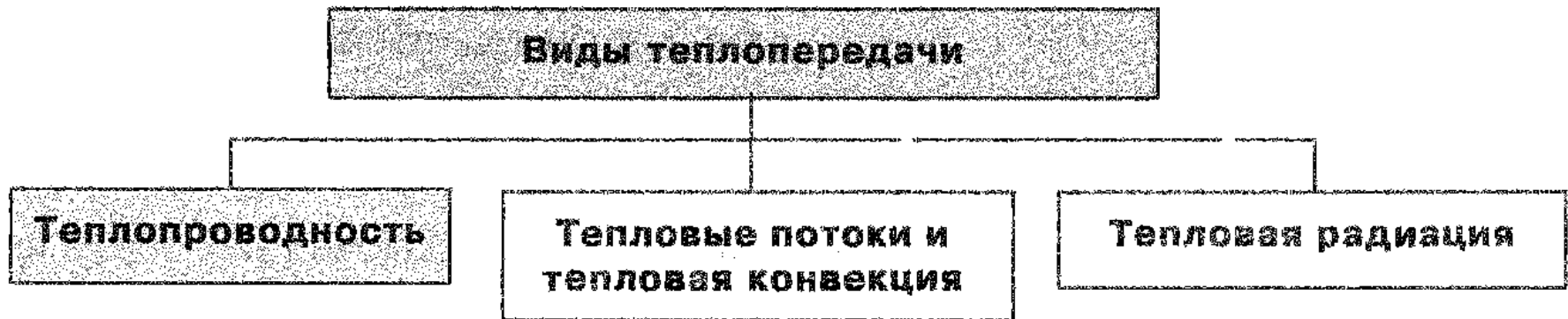
Влажностный режим помещений и условия эксплуатации ограждающих конструкций зданий и сооружений в зимний период следует принимать в зависимости от температуры и относительной влажности внутреннего воздуха. (по Строительная теплотехника)

Относительная влажность внутреннего воздуха, %, при температуре t_b			Режим помещений	Условия эксплуатации ограждающих конструкций
до 12 °С включ.	св. 12 °С до 24 °С включ.	св. 24 °С		
До 60 включ.	До 50 включ.	До 40 включ.	Сухой	А
Св. 60 “ 75 “	Св. 50 “ 60 “	Св. 40 “ 50 “	Нормальный	Б
“ 75	“ 60 “ 75 “	“ 50 “ 60 “	Влажный	Б
	“ 75	“ 60	Мокрый	Б

Примечание — Внутренние ограждающие конструкции, чердачные перекрытия, перекрытия над неотапливаемыми подвалами и техническими подпольями помещений с нормальным влажностным режимом следует рассчитывать для условий эксплуатации ограждающих конструкций А.

Виды теплопередачи

- Теплопроводность
- Конвекция (конвективный теплообмен)
- Тепловое излучение (радиационный теплообмен)



-
- *Теплообмен* представляет собой совокупность явлений, связанных с распространением тепловой энергии от более нагретых тел к другим, т.е. распространение тепла от зоны с высокой температурой к зоне с более низкой температурой.
 - Различают три вида теплообмена: *теплопроводность* (кондукцию), *конвекцию* и *излучение* (радиацию).
 - Причиной того, что в помещении имеют место примерно одинаковые температуры, независимо от расположения источников тепла, или того, что температура в помещении после отключения отопления понижается с различной скоростью, являются различные возможности передачи тепла.
-

Теплопроводность

Теплопроводностью называют теплообмен между частицами тела, находящимися в соприкосновении друг с другом.

Передача энергии в этом случае происходит в газах в результате столкновения молекул, в твердых диэлектриках — при колебаниях соседних молекул, а в металлах — благодаря тепловому движению электронов.

Вид передачи тепла от молекулы к молекуле характерен для ограждений из твердых, жестких материалов (бетон, кирпич и др.).

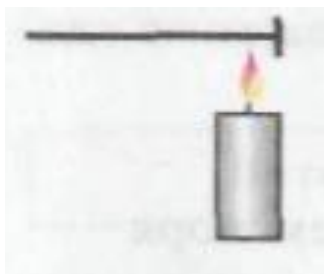


Рисунок 2.2
Гвоздь становится горячим

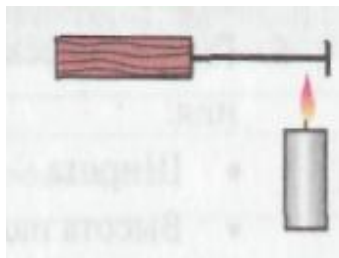


Рисунок 2.3
Дерево не нагревается

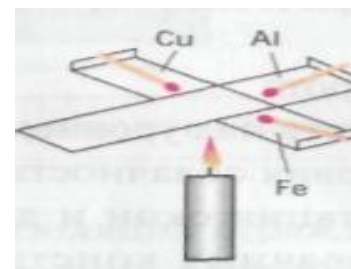


Рисунок 2.4
Спички воспламеняются на различных металлах в различное время

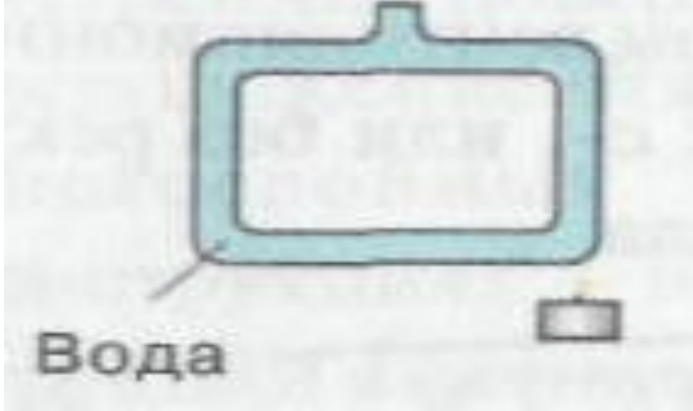
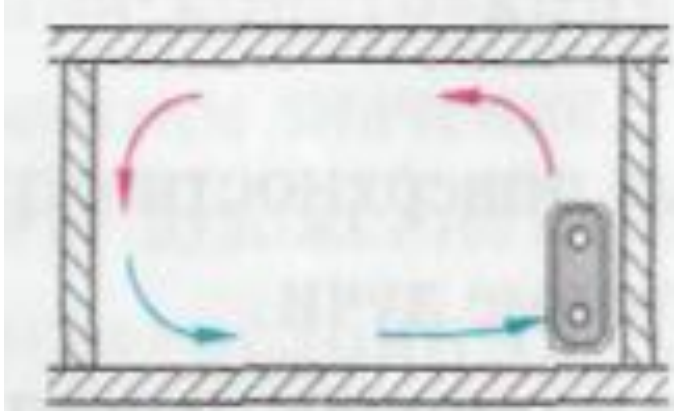
Теплопроводность выражается *коэффициентом теплопроводности* λ_R

Чем меньше величина λ_R , тем лучше теплоизоляция.

Тепловые потоки и тепловая конвекция

Конвекция представляет собой процесс распространения тепла в результате механического перемещения частицы вещества газообразной или жидкой среды из одной части пространства в другую.

Передача тепла вместе с потоком теплоносителя

Тепловой поток: В жидкостях	Тепловая конвекция: В воздухе (газах)
	
Рисунок 2.5. Вода циркулирует в трубке	Рисунок 2.6. Воздух циркулирует от отопительного прибора и к нему.

Тепловая радиация

Передача тепла *излучением* (радиацией) происходит между телами через пространство.

Сущность *лучистого теплообмена* состоит в том, что часть внутренней энергии тела преобразуется в энергию излучения, которая передается *в форме электромагнитных волн*. Встречая на своем пути другие тела, лучистая энергия поглощается ими в той или иной степени и превращается снова в тепловую энергию.

Тепловая энергия с помощью радиации может передаваться как через заполненное воздухом, так и через безвоздушное пространство.

Тепловые лучи имеют различные длины волн и не связаны с материей. Поэтому они без потерь могут пронизывать безвоздушное пространство (космос).

Поступающие на тело тепловые лучи частично *поглощаются*, частично *отражаются*.

Эффект поглощения используется в солнечных коллекторах, причем поверхность коллекторов окрашивается в черный цвет.

Отражение используется когда нужно задержать радиационное тепло в помещении, как, например, в случае покрытого отражающим слоем внутреннего стекла.

Отражение используется в теплозащитных стеклах, в нишах под батареями, в покрытиях мансард (рис. 2.5). Количество тепла, передаваемого радиацией:

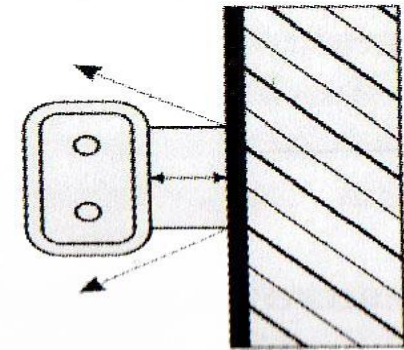
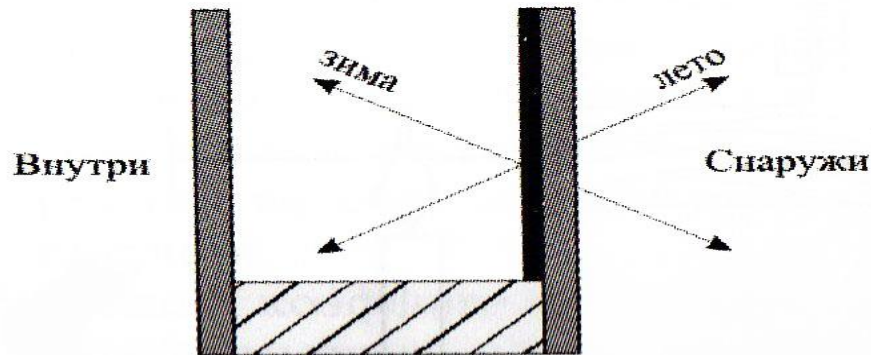
$$Q_p = f((T_1 - T_2)C; F; Z)$$

Количество тепла, передаваемого радиацией:

Тонкая пленка металла, напыленная на стекло(К-стекло)отбрасывает тепло: летом - от помещения, зимой - в помещение

Тепло отбрасывается в помещение с помощью алюминиевой фольги

В нише за батареей отопления



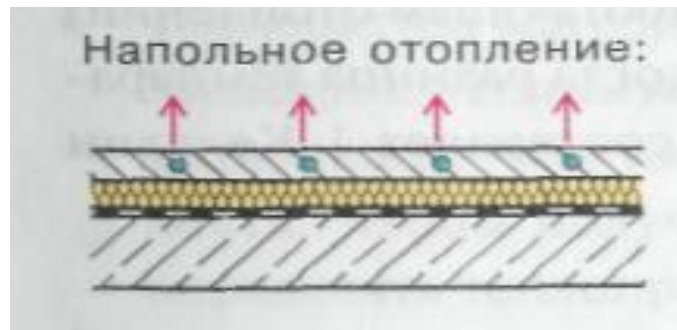


Рисунок 2.10 - Отопительная плоскость отдает тепло в помещении



Рисунок 2.11 - Тепло должно отражаться обратно в помещение

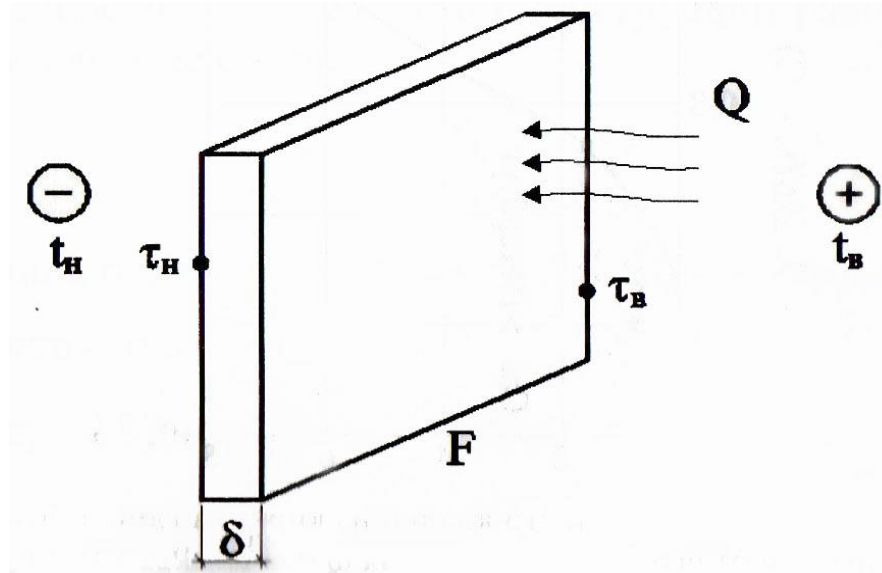
Так, при передаче тепла через сплошные ограждающие конструкции теплообмен осуществляется главным образом путем *теплопроводности*. Теплообмен конвекцией и излучением происходит через воздушные прослойки ограждений, а также у их внутренних и наружных поверхностей.

Включающий все виды теплообмена перенос тепла от одной нагретой газообразной среды к другой через разделяющую их стенку (обычно твердую) называется *теплопередачей*.

Процесс теплообмена между твердой стенкой и обтекающей его газообразной или жидкой средой иногда называют *теплоотдачей*.

Ограждающие конструкции при установившемся потоке тепла.

Установившимся поток тепла через ограждающую конструкцию можно считать, когда зимой постоянно работает центральное отопление и температура наружного воздуха не меняется (или меняется незначительно) в течение 5 и более суток. По понятиям термодинамики ограждающие конструкции - это открытые системы, обменивающиеся со средой (с окружающим воздухом) энергией (теплообмен) и веществом (влаго- и воздухообмен). Направление потока тепла всегда от более тёплой поверхности к более холодной.



Теплопередача в нестационарных условиях и теплоустойчивость ограждающих конструкций.

Часто приходится иметь дело с изменяющимися температурами:

- колебания температуры днем и ночью, особенно в осенне-весенний период;
- периодически действующее печное отопление;
- изменение наружных зимних температур (мороз и оттепель).

Если температура в помещении резко меняется сразу вслед за изменением температуры наружного воздуха или сразу после прекращения работы отопления, то говорят о «барачном» микроклимате в помещении.

Свойство ограждающей конструкции сохранять относительное постоянство температуры на внутренней поверхности при изменении потока тепла называется теплоустойчивостью. Особенно важно учитывать теплоустойчивость в летних условиях, когда наружная поверхность ограждений периодически нагревается солнцем, что вместе с высокой температурой наружного воздуха вызывает прогрев ограждения и повышение температуры в помещении.

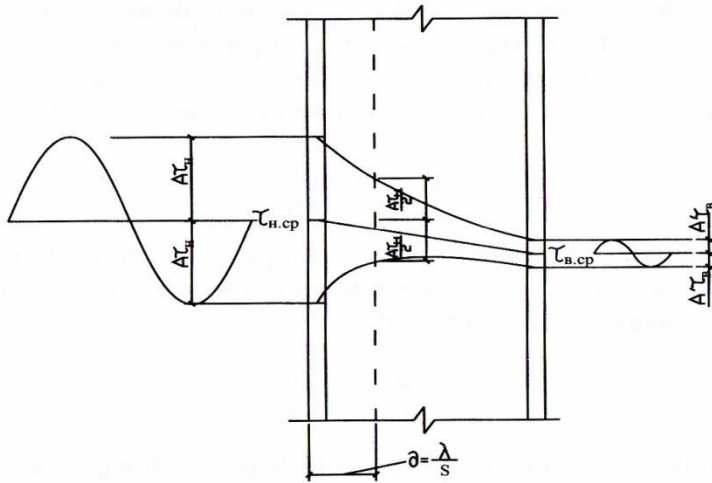
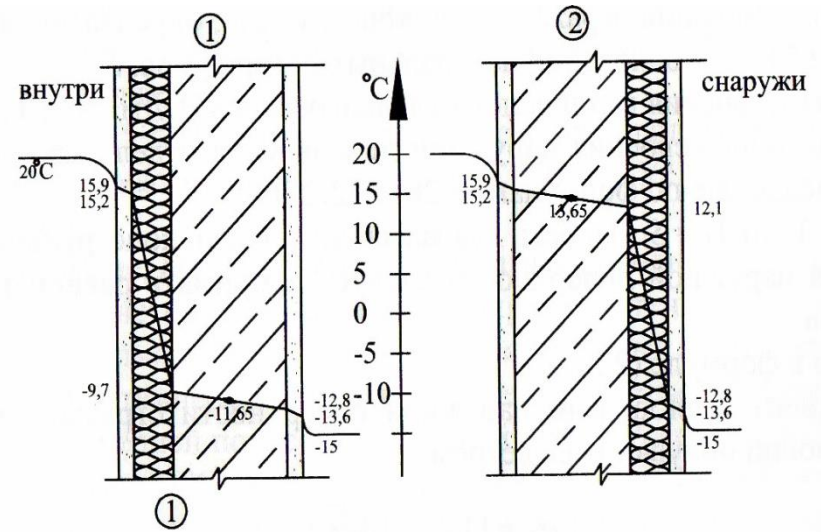


Схема затухания температурных колебаний внутри однородной конструкции



Тепловая инерция стены с внутренним и наружным расположением утеплителя

Наибольшее теплоусвоение имеют материалы с большой теплоемкостью, например, гранита $S = 25,04 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$; железобетона $S = 17,98 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ (в сухих условиях); кирпича глиняного, обыкновенного $S = 9,20 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ (в сухих условиях); перлитобетона $S = 6,96 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ (в сухих условиях).


Требования по теплозащите здания в целом.

В СНиП применен так называемый «поэлементный» метод нормирования теплозащиты, когда каждый элемент ограждения зданий (стены, чердачные перекрытия, крыши-мансарды, окна, наружные двери, перекрытия над подвалами и подпольями, полы по грунту) должен удовлетворять определенным требованиям летней и зимней теплозащиты.

Нормами установлены три показателя тепловой защиты здания:

- а) **Энергетический.** Приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания должно соответствовать требованиям экономии энергии.
- б) **санитарно-гигиенический**, включающий температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой на поверхности ограждающих конструкций, которая должна быть выше температуры точки росы
- в) **удельный расход тепловой энергии на отопление здания**, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий с учетом объемно-планировочных решений здания и выбора систем поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя.

Требования тепловой защиты здания будут выполнены, если в них будут соблюдены требования показателей «а» и «б» либо «б» и «в».



С целью контроля соответствия нормируемых показателей на разных стадиях создания и эксплуатации здания следует заполнять энергетический паспорт здания, форма которого приведена в СНиП.



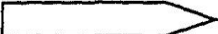
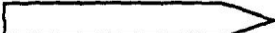

Энергетический паспорт жилых и общественных зданий предназначен для подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности и теплотехнических показателей здания показателям, установленным в настоящих нормах. Его следует заполнять при разработке проектов новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий, при приемке зданий в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации построенных зданий.

Энергетический паспорт здания должен содержать:

- общую информацию о проекте;
- расчетные условия;
- сведения о функциональном назначении и типе здания;
- объемно-планировочные и компоновочные показатели здания;
- расчетные энергетические показатели здания, в том числе: показатели энергоэффективности, теплотехнические показатели;
- сведения о сопоставлении с нормируемыми показателями;
- рекомендации по повышению энергетической эффективности здания;
- результаты измерения энергоэффективности и уровня тепловой защиты здания после годового периода его эксплуатации;
- класс энергетической эффективности здания.

Методика расчета параметров энергоэффективности и теплотехнических параметров и пример заполнения энергетического паспорта приведены в своде правил.

Класс энергетической эффективности зданий

Класс энергетической эффективности (диапазоны), кДж/(м ² ·°С сут)	Установленный класс, кДж/(м ² ·°С сут)	Рекомендации
Новые и реконструируемые здания		
A  <i>Очень высокий</i> < 37		Экономическое стимулирование
B  <i>Высокий</i> 38—68		То же
C  <i>Нормальный</i> 69—80	<-- C 74,77	
Существующие здания		
D  <i>Низкий</i> 81—133		Желательна реконструкция
E  <i>Очень низкий</i> > 134		Необходима реконструкция в ближайшее время

Если класс энергетической эффективности **очень высокий**, **высокий** или **нормальный**, то рекомендуется экономическое стимулирование.

Если класс энергетической эффективности **низкий**, то желательна реконструкция, а если **очень низкий**, то необходима реконструкция в ближайшее время.