

Тепловой режим здания.

Микроклимат помещения.

Микроклимат помещения.

Под микроклиматом помещения понимается совокупность теплового, воздушного и влажностного режимов в их взаимосвязи.

В соответствии с ГОСТом микроклимат помещения – это состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемые показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха.

Основное требование к микроклимату – поддержание благоприятных условий для людей находящихся в помещении.

Основные микроклиматические параметры:

1. Температура внутреннего воздуха $t_v, ^\circ\text{C}$
2. Влажность внутреннего воздуха $\varphi, \%$
3. Подвижность внутреннего воздуха $V, \text{м/с}$

Основные нормативные требования к микроклимату помещений

1. Для промышленных зданий параметры внутреннего воздуха нормируются:

а) ГОСТом 12.1. 005.88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

б) СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;

в) СНиП 2.04.05.-91* «Отопление, вентиляция и кондиционеры»;

г) ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

два условия комфортности

Оптимальные или комфортные – это такие сочетания t, φ, V , при которых человек не испытывает напряжения в системе терморегуляции.

Например:

$$t_B = 20 - 23^\circ C \quad t_{B1} = 20^\circ C \quad t_{B2} = 22^\circ C \quad t_{B3};$$

$$\varphi = 40 - 60\% \quad \varphi_1 = 45\% \quad \varphi_2 = 55\% \quad \varphi_3;$$

$$V = 0,2 - 0,3 \text{ м/с} \quad V_1 = 0,2 \text{ м/с} \quad V_2 = 0,3 \text{ м/с} \quad V_3;$$

Допустимые – это такие сочетания t, φ, V , при которых человек испытывает некоторый дискомфорт, который не наносит вреда система терморегуляции человека.

$$t_B = 19 - 25^\circ C$$

$$\varphi = 30 - 70\%$$

$$V = 0,1 - 0,5 \text{ м/с}$$

- Требуемый микроклимат в помещении создается следующие системами инженерного оборудования зданий:
- 1. Отопления.
- 2. Вентиляции.
- 3. Кондиционирования.
- Системы отопления служат для создания в помещениях в холодный период года необходимых температур воздуха, соответствует нормативным.
- То есть создают тепловой режим помещения.
- Системы вентиляции – служат для удаления из помещений загрязненного и подачи в них чистого воздуха.
- То есть создают воздушный режим помещения.
- Системы кондиционирования – служат для обеспечения в помещениях заданной температуры, влажности и подвижности воздуха.

Тепловой режим здания.

- Тепловым режимом здания называется совокупность факторов и процессов, которые под влиянием внешних, внутренних воздействий и принятых инженерных устройств формируют тепловую обстановку в его помещениях

Различают:

- 1) Зимний воздушно-тепловой режим.
- 2) Летний воздушно-тепловой режим.

Зимний воздушно-тепловой режим.

На зимний воздушно-тепловой режим помещения оказывают влияния следующие факторы:

1. Расчетные зимние параметры наружного воздуха:

а) температура наружного воздуха t_n ;

б) скорость ветра V_n ;

в) продолжительность отопительного периода.

2. Теплозащитные свойства ограждений:

а) сопротивление теплопередаче R_o ;

б) теплоустойчивость (тепловая инерция D).

3. Воздухо и влагопроницаемость ограждений.

1) Расчетные параметры климата должны быть общими для расчета всех составляющих теплового режима (теплозащита ограждения, потери теплоты и т.д.), так как они отражают единый процесс теплообмена в помещении.

2) Они должны определяться с учетом коэффициента обеспеченности и быть достаточными для расчета нестационарной теплопередачи через ограждения, характерной для расчетных условий.

Обеспеченность устанавливает, как часто или насколько продолжительны могут быть отклонения внутренних условий от заданных расчетных. (например:)

Обеспеченность условий характеризуется коэффициентом обеспеченности. $k_{об.}$ показывает в долях единицы или процентах число случаев, когда недопустимо отклонение от расчетных условий. (Например: $k_{об.} = 0,92 \Rightarrow$ из 100 зим только в 8 в период наибольших зимних похолоданий могут быть отклонения условий в помещении от расчетных).

В СНиП приняты следующие значения расчетной наружной температуры для каждого географического пункта:

1) $t_{н1}$ - средняя температура наиболее холодных суток при $k_{об.} = 0,92$ и $0,98$;

2) $t_{н5}$ - средняя температура наиболее холодной пятидневки при $k_{об.} = 0,92$

Эти температуры определены по 8 и соответственно 2 суровым зимам последних 50 лет.

Выбор расчетной температуры по нормам зависит от тепловой инерции ограждения $D = R \cdot S$ по табл.

Расчетная зимняя температура наружного воздуха

D	до 1,5	$1,5 < D < 4$	$4 < D < 7$	$D > 7$
t_H	$t_{H1}^{0,98}$	$t_{H1}^{0,92}$	$\frac{t_{H1}^{0,92} + t_{H5}}{2}$	t_{H5}

б) V_n расчетная скорость ветра по СНиП принимается равной максимальной скорости из средних скоростей ветра по румбам за январь.

в) В нормах начало отопительного периода для всех зданий принято одинаково $t_{\text{нос}} = +8^{\circ}\text{C}$.

$Z_{\text{ос}}$ - продолжительность отопительного периода для различных географических пунктов приведена в СНиП.

2. Особенностью зимнего воздушно-теплого режима помещений является большой перепад температур внутреннего и наружного воздуха, т.е. $t_n < t_v$.

Вследствие этого помещение теряет какое-то количество тепла через ограждение.

Переход теплоты из помещения к наружной среде через ограждение.

Переход теплоты из помещения к наружной среде через ограждение является сложным процессом теплопередачи.

Внутренняя поверхность наружного ограждения обменивается теплотой с помещением.

Воздухопроницаемость ограничений

- При разности давлений воздуха вследствие разности температуры с одной и с другой стороны ограждения через него может проникать воздух от большего давления к меньшему. Это явление называется **фильтрацией**.

Если фильтрация происходит в направлении от наружного воздуха в помещение, то она называется **инфильтрацией**.

Свойство ограждения или материала пропускать воздух называется воздухопроницаемостью.

Воздухопроницаемость ограждения конструкции оценивается по величине сопротивления воздухопроницанию.

$R_{и}$.

$$R_{и} = \frac{\delta}{i} \frac{\text{м}^2\text{чПа}}{\text{кг}}$$

где δ - толщина слоя ограждения, м

i - коэффициент воздухопроницаемости материала $\text{кг}/(\text{м}^2\text{чПа})$, характеризует количество воздуха в кг, который проходит через 1 м^2 ограждения за 1 час при разности давлений 1 Па.

Термическое сопротивление на внутренней поверхности равно:

$$R_B = \frac{1}{L_B}$$

где, L_B - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения принимается по СНиП строительная теплотехника.

Наружная поверхность отдает теплоту наружному воздуху, окружающим поверхностям, небосводу.

Термическое сопротивление на наружной поверхности ограждения:

$$R_H = \frac{1}{L_H}$$

В условиях установившегося теплового режима количество теплоты, прошедшее через внутреннюю поверхность ограждения, равно количеству теплоты, проходящему через толщу ограждения и количеству теплоты, отданному наружной поверхностью, т.е.

$$q_1 = q_2 = q_3$$

Тепловой поток последовательно преодолевает термические сопротивления на внутренней поверхности R_B , толщии ограждения R_T и наружной поверхности R_H , поэтому сопротивление теплопередаче ограждения R_O равно: сумме термических сопротивлений

$$R_O = R_B + R_T + R_H, \left[\frac{M^{20}C}{BT} \right]$$

где R_T - термическое сопротивление первого слоя ограждения, зависит от материала ограничения и его толщины.

$$R_T = \frac{\delta}{\lambda}$$

где δ - толщина слоя ограждения

λ - коэффициент теплопроводности материала ограждения, Вт/м⁰С. СНиП II-3-79**

Материал ограждения характеризуется коэффициентом теплопроводности λ и коэффициентом S_1 .

Если ограждение многоступенчатое, и состоит из нескольких плоских слоев, расположенных L направленного теплового потока, то термическое сопротивление ограждения равно сумме:

$$R_T = \sum_{i=1}^n R_i,$$

где R_T = сумме термических сопротивлений отдельных слоев ограждения.

Если в ограждении присутствует плоская воздушная прослойка, то она должна быть также учтена в сумме со своим термическим сопротивлением $R_{вт}$ (СНиП II-3-79**), тогда

$$R_o = R_b + \sum_{i=1}^n R_i + R_{вт} + R_n$$

Для неоднородной ограждающей конструкции:

$$R_k^{пр} = \frac{R_a + 2R_b}{3}$$

Коэффициент теплопередачи ограждения – величина обратная его сопротивлению теплопередаче, он равен

$$k = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{1/2_b + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{вт} + 1/2_n} \quad \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

Сопротивление теплопередаче наружных ограждений отапливаемых зданий R_o должно быть не менее требуемого

$$\text{сопротивления теплопередаче } R_o^{т.р.} \frac{м^2 \cdot ДК}{Вт}$$

$R_o^{т.р.}$ определяется с учетом санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к помещениям зданий, и д.б. оптимальным с технико-экономической точки зрения.

$R_o^{т.р.}$ - является минимально-допустимым сопротивлением теплопередаче, удовлетворяющим в зимних условиях санитарно-гигиенических требованиям, и определяется по формуле для наружных ограждений, кроме заполнений проемов.

$$R_o^{т.р.} = \frac{n(t_b - t_n)}{\Delta t^H L_b} \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$$

где n - коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху СНиП II-3-79**;

t_b - расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ C$.

t_n - расчетная зимняя температура наружного воздуха принимаем в соответствии со СНиП 2.01.01-82 «Климатология» с учетом тепловой инерции D ограждающих конструкций берется по СНиП II-3-79*.

Δt^H - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой ограждающей конструкции. СНиП II-3-79**.

Из условия энергосбережение определяется по таблице 1^с [СНиП II-3-79**] в зависимости от ГСО.П. = $(t_B - t_{от.пер.})Z_{от.пер.}$

Для наружных дверей (кроме балконных), ворот

$$R_{одв.}^{т.р.} \geq 0,6R_{от.ен.}^{т.р.}$$

Для окон $R_{оок.}^{т.р.}$ по СНиП II-3-79*.

Тепловая инерция « D » определяется по формуле:

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + \dots + R_n S_n;$$

где, R_1, R_2, R_n - сопротивление теплопередаче отдельных

слоев ограждающей конструкции. $\frac{M^2 \cdot K}{Вт}$.

S_1, S_2, S_n - коэффициенты теплоусвоенности материала слоев ограждений

S - показывает способность поверхности стенки площадью 1 м^2 усваивать тепловой поток мощностью 1 Вт при температурном перепаде 1°C .

S_n - зависит от продолжительности отопления и физических свойств материала.

При разности давлений воздуха вследствие разности температуры с одной и с другой стороны ограждения через него может проникать воздух от большего давления к меньшему. Это явление называется **фильтрацией**.

Если фильтрация происходит в направлении от наружного воздуха в помещение, то она называется **инфильтрацией**.

Свойство ограждения или материала пропускать воздух называется воздухопроницаемостью.

Воздухопроницаемость ограждения конструкции оценивается по величине сопротивления воздухопроницанию.

$R_{и}$.

$$R_{и} = \frac{\delta}{i} \frac{\text{м}^2\text{чПа}}{\text{кг}}$$

где δ - толщина слоя ограждения, м

i - коэффициент воздухопроницаемости материала $\text{кг}/(\text{м}^2\text{чПа})$, характеризует количество воздуха в кг, который проходит через 1 м^2 ограждения за 1 час при разности давлений 1 Па.

Воздухопроницаемость строительных материалов и конструкций существенно различна. Коэффициенты $R_{и}$ стекла, пластмасс, прослоек = 0.

Кирпичные стены со сплошной штукатуркой на наружной поверхности тоже достаточно воздухонепроницаемы.

При наличии мельчайших трещин в плотном материале $R_{и}$ возрастает во много раз, а $R_{и}$ стыков между отдельными элементами ограждающих конструкций во много раз больше $R_{и}$ материалов из которых выполнены эти элементы.

Сопротивление должно быть не менее требуемого по СНиП

II-3-79** $R_{и}^{т.р.}, \frac{\text{м}^2\text{чПа}}{\text{кг}}$.

Сопротивление воздухопроницаемости многослойной конструкции определяют по формуле:

$$R_{и} = R_{и1} + R_{и2} + \dots R_{ин},$$

Влагопроницаемость строительных конструкций (ограждений)

Влажность строительных материалов увеличивает их теплопроводность, что существенно снижает теплозащитные качества ограждений.

Влажный строительный материал неприемлем с гигиенической точки зрения. Кроме того, влажностный режим ограждения оказывает существенное влияние на долговечность ограждения.

Влага бывает:

- строительная (технологическая);
- грунтовая (проникновенная вследствие капиллярного всасывания);
- атмосферная (дожди, осадки);
- эксплуатационная;
- гигроскопическая;
- конденсационная.

От всех видов влаги можно и должно избавиться кроме конденсационной.

На образование конденсационной влаги оказывает существенное влияние теплотехнический режим ограждения.

Летний воздушно-тепловой режим помещения

Для летнего периода определяющими параметрами климата являются:

- 1) интенсивность солнечной радиации;
- 2) температура наружного воздуха.

За расчетную температуру наружного воздуха $t_{в}$ в летний период принимают температуру наиболее жарких летних суток.

Особенностью расчета летнего теплового режима зданий является - определение теплоступлений от солнечной радиации.

Помещения охлаждают:

1. путем проветривания;
2. функционирования общеобменной система вентиляции;
3. с помощью система кондиционирования.

Для определения расчетной мощности система вентиляции и кондиционирования воздуха составляется тепловой баланс помещения.

Его можно представить следующим образом:

$$Q_{огр.} + Q_{вент.} + Q_{техн.} = 0$$

где $Q_{огр.}$ - тепlopоступления через наружное ограждение;

$Q_{вент.}$ - тепlopоступления с воздухом система вентиляции и кондиционирования;

$Q_{техн.}$ - тепlopоступления с технологическими и бытовыми тепловыделениями.

Тепловой баланс помещения

Температурная обстановка в помещении зависит:

- 1) от тепловой мощности система отопления;
- 2) от расположения обогревающих устройств;
- 3) теплозащитных свойств наружных ограждений;
- 4) интенсивности других источников потерь и поступлений

теплоты.

В холодное время года помещение теряет теплоту:

1) из наружных ограждений - $Q_{огр.}$

2) Q - расходуется (отдается) на нагрев наружного воздуха, который проникает через неплотность ограждений - $Q_{инф.}$;

3) на нагрев материалов, транспортных средств, изделий, одежды, которые поступают холодными в помещения - $Q_{мат.} - Q_{об.}$

В то же время теплота поступает в помещение:

1) от технологического оборудования + $Q_{об.}$;

2) от источников искусственного освещения + $Q_{осв.}$;

3) от нагретых материалов + $Q_{мат.}$

4) через оконные проемы солнечной радиации + $Q_{рад.}$;

5) от людей + $Q_{л.}$;

6) от технологических процессов, связанных с выделением
+ $Q_{техн.}$

В установившемся режиме теплопотери равны теплопоступлениям.

$$\sum Q_{\text{пот.}} = \sum Q_{\text{пост.}}$$

Сведением всех составляющих поступлений и расхода теплоты в тепловом балансе помещения определяется дефицит или избыток теплоты.

$$Q_{\text{об.}} + Q_{\text{осв.}} + Q_{\text{мат.}} + Q_{\text{рад.}} + Q_{\text{л.}} - Q_{\text{огр.}} - Q_{\text{мат.}} - Q_{\text{об.}} =_{\Delta}^{\pm} Q$$

Дефицит теплоты - ΔQ указывает на необходимость устройства в помещении система отопления (т.е. $\sum Q_{\text{пот.}} \boxtimes \sum Q_{\text{пост.}}$).

Избыток теплоты $_{\Delta}^{+} Q$ обычно ассимилируется система вентиляции. ($\sum Q_{\text{пот.}} \boxtimes \sum Q_{\text{пост.}}$).

Тепловая мощность системы отопления определяется разностью величин теплопотерь и теплопоступлений.

$$Q = \sum Q_{\text{пот.}} - \sum Q_{\text{пост.}}$$

Потери теплоты через ограждающие конструкции

Потери теплоты через ограждающие конструкции разделяются условно на:

1. основные
2. добавочные

1 Основные потери теплоты

Следует определять суммируя теплопотери отдельных ограждающих конструкций.

Определяется по формуле:

$$Q_o = k \cdot F (t_v - t_n^B) \cdot n,$$

где k - коэффициент теплопередачи ограждения

конструкции. $k = \frac{1}{R_o}$, Вт / м²°С ;

F - площадь ограждающих конструкций;

t_v - температура внутреннего воздуха в помещении

t_n^B - расчетная зимняя температура наружного воздуха

наиболее холодной пятидневки.

Добавочные потери теплоты

Потери теплоты могут значительно возрасти за счет изменения температуры по высоте, врывания холодного воздуха через открываемые проемы и т. д.

Эти дополнительные потери обычно учитывают добавками к основным теплопотерям.

$$Q_{\text{доб}} = Q_{\text{осн.}} \left(1 - \sum \beta \right),$$

где β - коэффициент добавок

Величина добавок: (β)

1) Добавка на ориентацию по сторонам горизонта (0,08 – для тепловых проектов (СНиП 2.04.05-91)

$$с, в, с - в, с - з = 0,1(10\%), \quad ю - в, з = 0,05(5\%)$$

2) Для угловых помещений дополнительно

а) $\beta = 0,05(5\%)$, если одно из ограждений обращено на с, в, с-в, и с-з б) $\beta = 0,1$ - в остальных случаях.

Потери тепла на нагрев наружного воздуха при инфильтрации через наружные ограждения

Потери тепла на подогрев воздуха, проникающего в помещение путем инфильтрации через окна в балконные двери рассчитывается:

$$Q_{\text{инф.}} = 0,288 \cdot C \cdot A_0 \cdot F_0 \cdot G_0 (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})$$

где A_0 - коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока. Для окон и балконных дверей с отдельными переплетами 0,8. Со спаренными переплетами 1.

F_0 - расчетная площадь окон и балконных дверей, м²

G_0 - удельная масса воздуха, поступающего в помещения путем инфильтрации через 1 м² окон и балконных дверей, кг/м²ч

C - теплоемкость воздуха $C=1$ кДж/кг⁰К

Удельная масса воздуха:
$$G_0 = \frac{(\Delta P)^{2/3}}{R_{\text{и}}}$$

где $R_{\text{и}}$ - сопротивление воздухопроницанию окон Па м²ч/кг, СНиП П-3-79**, $R_{\text{и}}(II) = 0,38$,
 $R_{\text{и}}(III) = 0,56$

ΔP - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па

$$\Delta P = 9,8 \left[(H - h) (\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}^0}) + 0,05 \rho_{\text{н}} V^2 (C_{\text{н}} - C_{\text{з}}) k \right]$$

где H - высота здания от поверхности земли до верха карниза вытяжной шахты, м (должна быть выше 0,5 м конька крыши)

h - расстояние от поверхности земли до центра окон и балконных дверей рассматриваемого этажа, м

ρ_n - плотность наружного воздуха при температуре t_n , кг/м³

$\rho_{в^0}$ - плотность воздуха при $t_{в^0}$, кг/м³

V - расчетная скорость ветра, м/с по параметрам Б (СНиП 2.04.05-91, приложение 8)

C_n, C_z - аэродинамические коэффициенты наветренной и заветренной поверхностей
 $C_n = 0,8, C_z = -0,6$

k - коэффициент, учитывающий изменения скоростного напора в зависимости от высоты здания и типа местности. Для городских территорий с препятствиями более 10м при высоте здания над поверхностью земли до 10м $k = 0,65$ (СНиП 2.01.07-85, приложение 4)

$\rho_n, \rho_{в0}$ используют уравнение $\rho_x = \rho_0 \frac{T_0}{T_x}$

где $\rho_x T_x$ - определяемая плотность наружного воздуха ($\rho_n, \rho_{в^0}$) и соответствующая ей температура в °К ($T_n, T_{в^0}$)

$\rho_0 = 1,293$ кг/м³ - плотность воздуха при $T_0 = 273^{\circ} K$

Для типовых проектов:

0,08 – при первой наружной стене

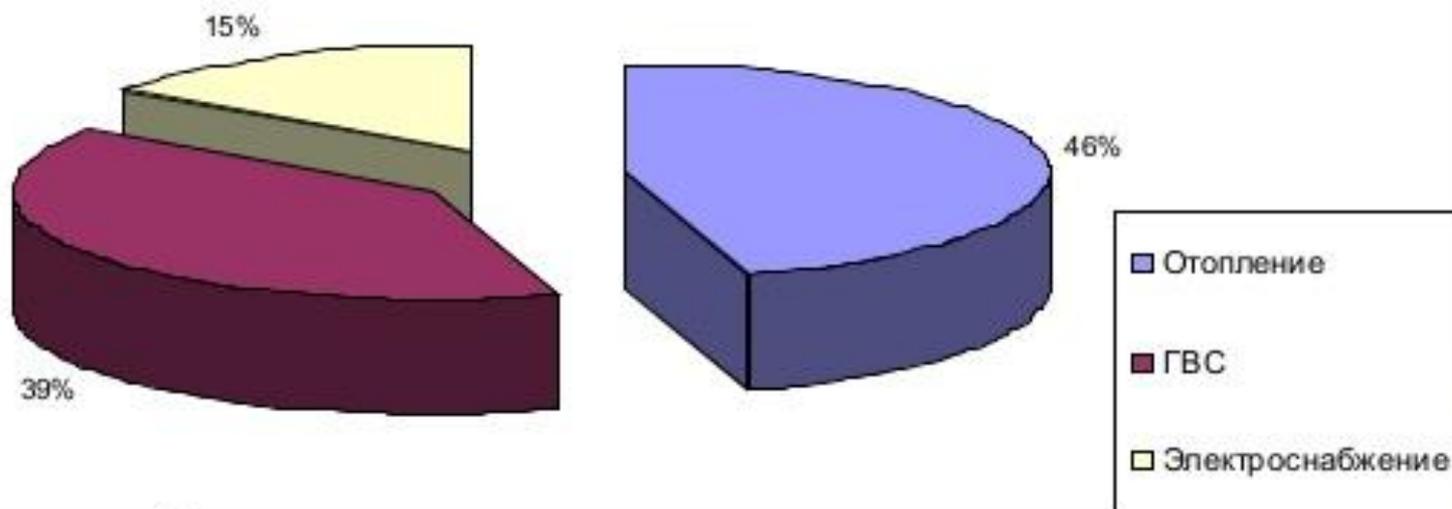
0,13 – для угловых помещений

для всех жилых 0,13

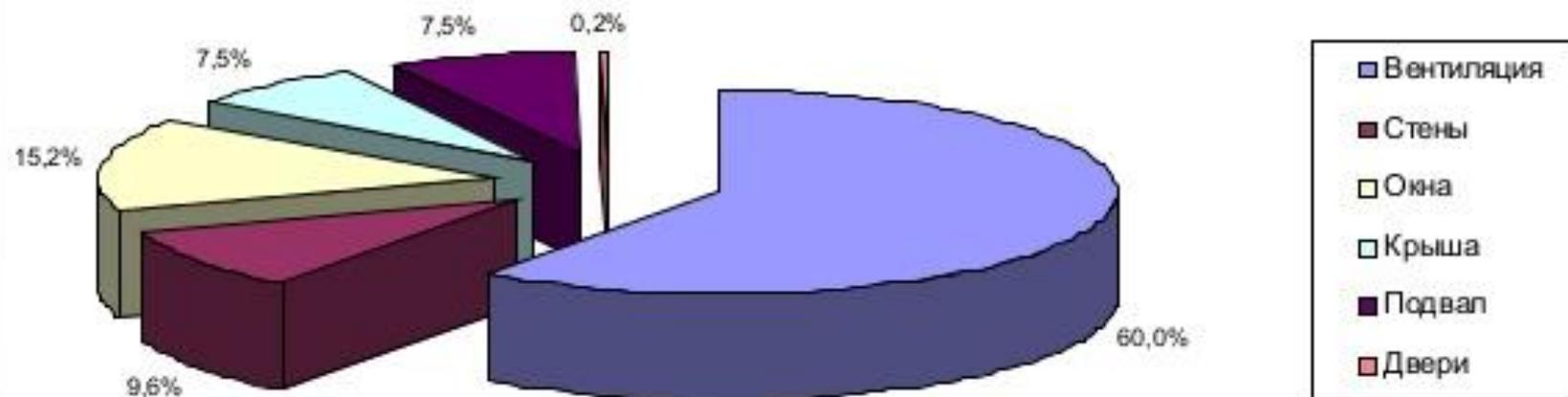
кроме жилых

Через наружные двери необорудованные тепловыми завесами $\beta = 0,27H$, H - высота от поверхности земли до верха вытяжной шахты.

Структура энергопотребления здания



Структура теплопотерь здания



Удельная тепловая характеристика здания

Для оценки технических показателей принятого конструктивно-планировочного решения расчет теплотерь ограждениями здание заканчивают определением

Удельной тепловой характеристики здания

$$q_{уд} = \frac{Q_{со}}{V_H \left(\bar{t}_B - t_H^B \right)}, \frac{Вт}{м^3 \cdot К}$$

где $Q_{со}$ - максимальный тепловой поток на отопления здания, $Вт$

V_H - строительный объем здания по наружному обмеру, $м^3$

\bar{t}_B - средняя температура в отапливаемых помещениях

t_H^B - средняя температура в отапливаемых помещениях

Величина $q_{уд}$ численно равна теплотерям $1м^3$ здания в $Вт$ при разности t_p внутреннего и наружного воздуха

$\left(\bar{t}_B - t_H^B \right)$ в $1^{\circ}С$.

Удельная тепловая характеристика здания зависит:

- от объема здания;
- конструктивно-планировочного решения (этажность, степень остекления, назначение помещений, климатические условия).

Рассчитанную по формуле $q_{уд}$ сравнивают со средними показателями для аналогичных зданий. Она не должна быть выше справочных величин. Иначе возрастают первоначальные затраты и эксплуатационные расходы на отопление.

По $q_{уд}$ можно ориентировочно определить теплотери для предлагаемого к строительству здания.

Теплозатраты на отопление здания при отсутствии данных о типе застройки и наружном объеме здания рекомендуется СНиП 2.04.05-91 определять по формуле:

$$Q_{о\max}^1 = q_{уд} F (1 + k_1),$$

где $q_{уд}$ - укрупненный показатель максимального теплового потока

F - площадь здания

k_1 - коэффициент, учитывающий максимальный тепловой поток

При расчете мощности отопительной установки в тепловой баланс помещения вводят явные (излучением и конвекцией) тепловыделения людей $Q_{л}$, учитывая интенсивность выполненной работы и теплозащитные свойства одежды. Явную теплоотдачу взрослым человеком (мужчиной) $Q_{чел.}$, Вт (ккал/ч), определяют по формуле:

$$Q_{чел.} = \beta_{и} \beta_{од.} (2,5 + 10,36 \sqrt{v_{в}}) (35 - t_{п})$$

где $\beta_{и}$ - коэффициент учета интенсивности работы, равный 1,0 для легкой работы, 1,07 для работы средней тяжести и 1,15 для тяжелой работы;

$\beta_{од}$ - коэффициент учета теплозащитных свойств одежды, равный 1,0 для легкой одежды, 0,65 для обычной одежды и 0,40 для утепленной одежды;

$t_{п}$ и $v_{в}$ - температура, $^{\circ}\text{C}$, и скорость движения воздуха в помещении, м/с

Теплопоступления в помещение от нагретого оборудования $Q_{об.}$ определяют по данным технологического проекта и вычисляют теплоотдачу от нагретой поверхности $Q_{пов.}$, если заданы площадь $A_{пов.}$, m^2 , и температура поверхности $t_{пов.}$, $^{\circ}C$, оборудования и коммуникаций:

$$Q_{пов.} = \alpha_{пов.} (t_{пов.} - t_{в.}) A_{пов.}$$

где $\alpha_{пов.}$ - общий (полный) коэффициент лучисто-конвективного теплообмена на нагретой поверхности, $Вт/(m^2 \cdot K)$.

При искусственном освещении и работающем электрическом производственном оборудовании тепловыделения $Q_{\text{э}}$, Вт (ккал/ч), составляют:

$$Q_{\text{э}} = kN(Q_{\text{э}} = 0,86kN),$$

где k - общий коэффициент, учитывающий фактическое использование мощности ($k = 0,7 - 0,9$), загрузку ($k = 0,5 - 0,8$) и одновременность работы ($k = 0,5 - 1,0$) нескольких приборов или оборудования и долю перехода электрической энергии в тепловую, которая поступает в помещение (принимают от 0,15 до 0,95 по проекту технологии); при светильниках в помещении $k = 1,0$, светильниках, встроенных в перекрытие помещения, $k = 0,40$;

N - мощность осветительных приборов или силового оборудования, Вт.

Бытовые тепловыделения $Q_{\text{быт.}}$, Вт (ккал/ч), в жилых квартирах вычисляют по формуле:

$$Q_{\text{быт.}} = q_1 A_n$$

где q_1 - теплоступления на 1 м² площади пола, Вт/м² [ккал/(ч·м²)]; принимают по данным главы СНиП 2.04.05-86;

A_n - площадь пола жилой комнаты или кухни, м².

Теплопоступления от нагретых материалов $Q_{\text{мат.}}$ и изделий, а также от горячих газов, выпускаемых в помещений, определяют по формуле:

$$Q_{\text{мат.}} = G_M c(t_M - t_B)V$$

Теплопоступления от солнечной радиации $Q_{\text{с.р.}}$ при расчете мощности отопительных установок включают в тепловой баланс в исключительных случаях.

Системы отопления зданий

Система отопления это:

комплекс элементов, предназначенных для получения, переноса и передачи тепла в обогреваемые помещения. Система отопления состоит из:

1. Генератора тепла (1).
2. Теплопроводов (2).
3. Отопительных (3).

Генератор тепла служит для получения теплоты и передачи ее теплоносителю.

Генераторами тепла могут служить:

1. Котельные установки на ТЭС, КЭС.
2. Печи.

Теплопроводы – для транспортировки теплоносителя от генератора тепла к отопительным приборам. Теплопроводы системы отопления подразделяют на магистрали, стояки и подводки (лежаки) к приборам.

Отопительные приборы – служат для передачи тепла от теплоносителя воздуху отапливаемых помещений.

Основные требования, предъявляемые к системе отопления:

1. Санитарно-гигиенические – обеспечение СНиПами температур во всех точках помещения и поддержание температур внутренних поверхностей наружных ограждений и отопительных приборов на определенном уровне.
2. Экономические – обеспечение минимальных затрат на изготовление и эксплуатацию системы (возможность унифицирования узлов, деталей).
3. Строительные – обеспечение соответствия архитектурно-планировочным и конструктивным решениям. Увязка размещения отопительных приборов со строительными конструкциями.
4. Монтажные – обеспечение монтажа индустриальными методами с максимальным использованием унифицированных узлов, при минимальном количестве типоразмеров.
5. Эксплуатационные – простота и удобство обслуживания, управления, ремонта, надежность, безопасность, бесшумность действия.
6. Эстетические – минимальная площадь, сочетаемость с архитектурными решениями.

Все перечисленные требования важны, и их необходимо учитывать при выборе и проектировании системы отопления.

Но наиболее важными требованиями все же остаются санитарно-гигиенические требования.

Теплоносители системы отопления.

Теплоносителем для системы отопления может быть любая среда, обладающая хорошей способностью аккумулировать тепловую энергию и изменять теплотехнические свойства, подвижная, дешевая, не ухудшающая санитарные условия в помещениях, позволяющая регулировать отпуск теплоты.

Наиболее широко в системе отопления используют: воду, водяной пар, воздух, отвечающие всем перечисленным требованиям.

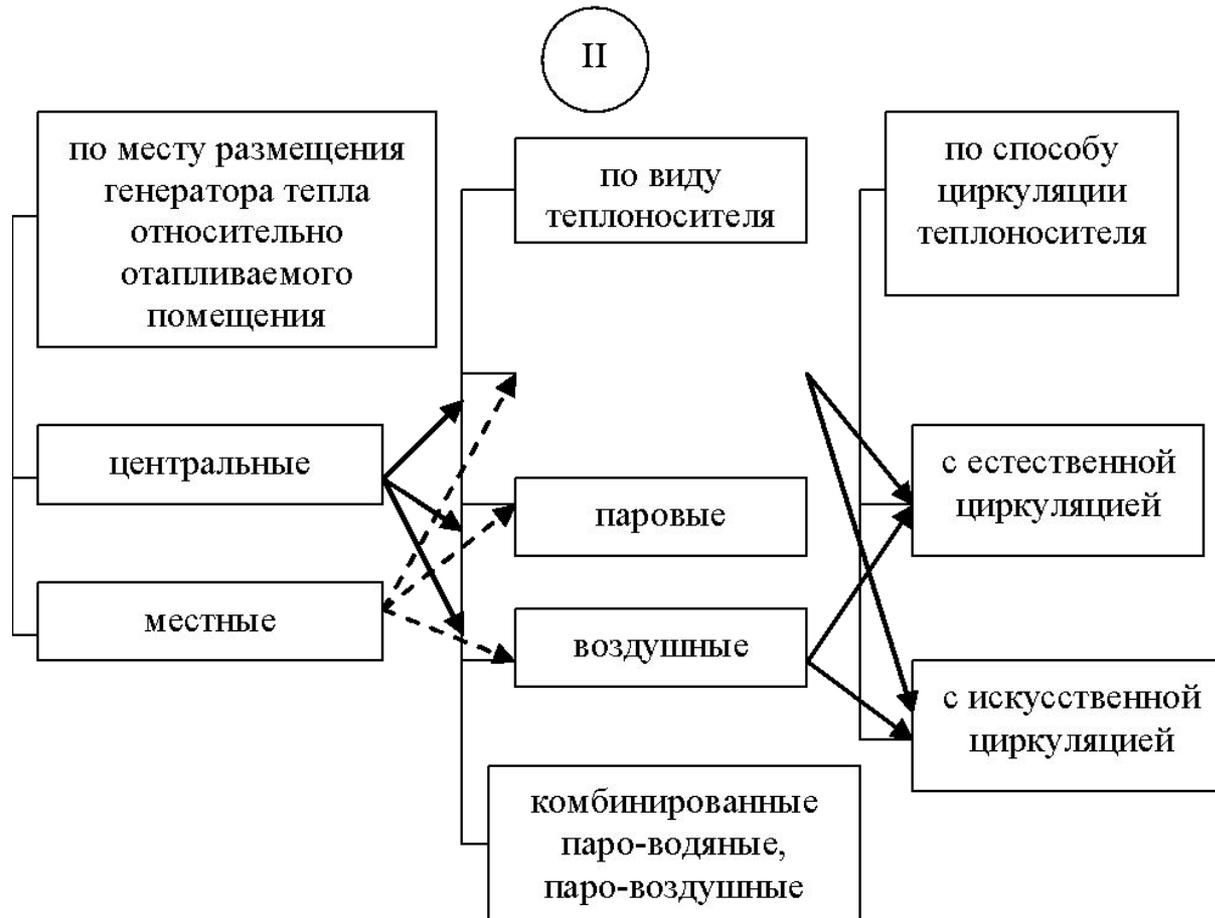
Свойства теплоносителей (4,187 кДж/кг)

Вода – обладает высокой теплоемкостью, большой плотностью (950 кг/м^3), несжимаема, при нагревании расширяется с $\uparrow P \uparrow t$.

Пар – малая плотность, высокая подвижность, с $\uparrow P \uparrow t$.

Воздух - \downarrow плотность и теплоемкость, \uparrow подвижность.

Классификация систем отопления



Системы отопления различаются по трем основным классификационным признакам:

Центральными называют системы отопления, предназначенные для отопления нескольких помещений (зданий) из одного теплового пункта, расположенного вне отапливаемых помещений (зданий) (котельная, ТЭЦ).

В таких системах теплота вырабатывается за пределами помещений, а затем с помощью теплоносителя по теплопроводам транспортируется в отдельное помещение здания.

Например: система отопления здания с собственной местной котельной.

Центральными могут быть:

система парового отопления;

система водяного отопления;

система воздушного отопления.

Местными называют такие системы отопления, где все три основных конструктивных элемента (генератор, теплопроводы, О.П.). Системы отопления объединены в одном устройстве, установленном непосредственно в отапливаемом помещении.

Например: местная система отопления – отопительная печь, где теплогенератором является топка, теплопроводы – газоходы, отопительная печь – стенки печи.

К местному отоплению относят отопление газовыми и электрическими приборами, воздушно-отопительными агрегатами.

Система с естественной циркуляцией – циркуляция теплоносителя осуществляется за счет разности плотностей холодного и горячего теплоносителя

$$\rho_{70^{\circ}} = 977 \text{ кг/м}^3 \quad t_2 = 70^{\circ} \text{C}$$

$$\rho_{95^{\circ}} = 961 \text{ кг/м}^3 \quad t_1 = 95^{\circ} \text{C}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \left(\begin{array}{l} \rho \downarrow \Rightarrow m \downarrow \\ \rho \uparrow \Rightarrow m \uparrow \end{array} \right)$$

$$m = \rho V$$

Система с искусственной циркуляцией – где циркуляция теплоносителя осуществляется при помощи циркуляционных насосов.

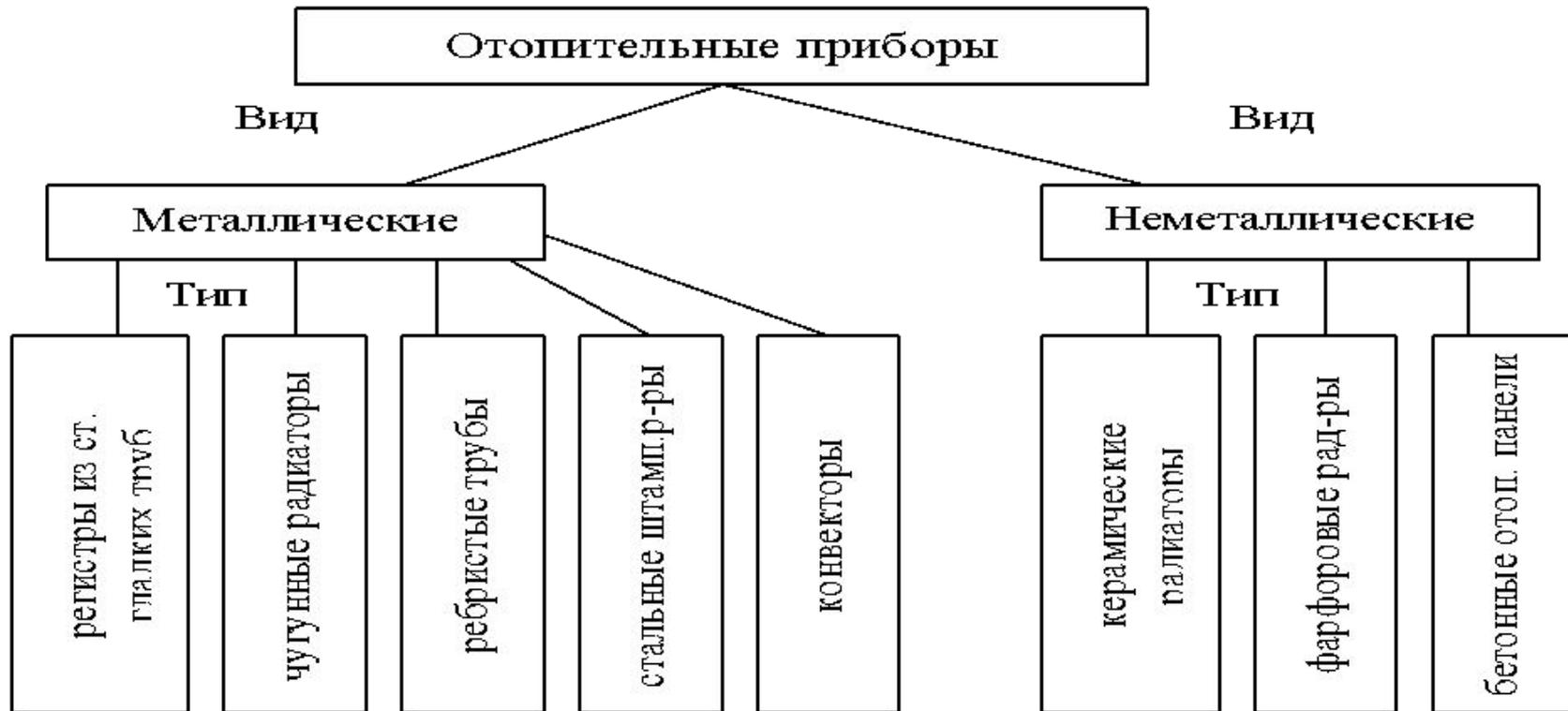
Центральные паровые системы отопления имеют искусственную циркуляцию за счет давления пара (т.е. насосов нет в паровых системах с искусственной циркуляцией).

По виду теплоносителя центральные на:

- водяные (для жилья, школ, домов отд., больниц и т.д.);
- паровые (для жилья, школ, домов отд., больниц, спортивных сооружений, бассейнов, залов);
- воздушные (спортивные сооружения, бассейны, залы);
- комбинированные (паро-воздушные).

Водяные	
преимущества	недостатки
а) обеспечивает равномерность нагрева помещения	расход металла
б) невысокая температура поверхностей отопительных приборов	опасность размораживания приборов отопления
в) простота центрального регулирования $t_{\text{воды}} \Leftrightarrow t_{\text{н}}$	
г) бесшумная	
Паровые	
преимущества	недостатки
а) ↑ теплоотдача отопительных приборов →	↑ температура на поверхности труб $> 100^{\circ}\text{C}$
б) → ↓ площадь поверхности приборов → ↓ расход металла	невозможность центрального качественного регулирования
в) меньшая опасность замораживания	сложная эксплуатация ↓ долговечность (коррозия, шум, гидр. удары)
г) быстрый нагрев помещений.	
Воздушные	
преимущества	недостатки
а) нет отопительных приборов, так как с системой вентиляции.	большие сечения каналов (воздуховодов) в случае отклонения помещение быстро остывают.
б) быстрый прогрев помещений	
в) возможность центрального регулирования.	

Виды и типы отопительных приборов



Отопительный прибор – это элемент системы отопления, служащий для передачи тепла от теплоносителя к воздуху отапливаемого помещения.

ЭКМ – это эквивалентный квадратный метр – это поверхность прибора с теплоотдачей $435 \times 1,163$ Вт при разности температур теплоносителя и воздуха помещения $\Delta t_{\tau} = 64,5^{\circ} \text{C}$, расходе воды $17,4$ кг/ч и подаче теплоносителя по схеме «сверху вниз».

1. Регистры из гладких труб.

представляют собой пучок труб, расположенный в 2 ряда и объединенный с двух сторон 2 трубами – коллекторами, снабженных штуцерами для подачи и отвода теплоносителя.

Применяют регистры из гладких труб в помещениях, где предъявляются повышенные санитарно-технические и гигиенические требования, а также в производственных зданиях, повышенной степенью пожароопасности, где недопустимо большое скопление пыли. Приборы гигиеничны, легко очищаются от пыли и грязи. Но не экономичны, металлоемки. Расчетная поверхность нагрева 1 м гладкой трубы.

при \varnothing 40 мм 0,244 экм

\varnothing 50 мм 0,3 экм

2. Чугунные радиаторы.

Блок чугунных радиаторов состоит из секций отлитых из чугуна соединенных между собой ниппелями.

Они бывают 1-2 и много канальными. В России в основном 2-х канальные радиаторы.

По монтажной высоте радиаторы подразделяют на высокие 1000 мм, средние – 500 мм и низкие 300 мм.

Наиболее распространены средние радиаторы типоразмеров
МС-140
МС-90 рассчитаны на избыточное давление до 0,9 МПа
М-90

У радиаторов М-140-АО имеется межколонное оребрение, что увеличивает их теплоотдачу, но снижает эстетические и гигиенические требования.

Чугунные радиаторы имеют ряд преимуществ.

Это:

1. Коррозионностойкость.
2. Отлаженность технологии изготовления.
3. Простота изменения мощности прибора путем изменения количества секций.
4. Большая.

Недостатками этих типов ОП являются:

1. Большой расход металла.
2. Трудоемкость изготовления и монтажа.
3. Их производство приводит к загрязнению окружающей среды.

3. Ребристые трубы.

Представляют собой отлитую из чугуна трубу с круглыми ребрами.

Ребра увеличивают поверхность прибора и снижают температуру поверхности.

Ребристые трубы применяют, в основном, на промышленных предприятиях.

Достоинства:

1. Дешевые нагревательные приборы.
2. Большая поверхность нагрева.

Недостатки:

Не удовлетворяют санитарно-гигиеническим требованиям (трудно очищаются от пыли).

Стальные штампованные радиаторы.

Представляют собой два шпатлеванных стальных места, соединенных между собой контактной сваркой.

Различают:

- колончатые радиаторы РСВ 1
- и змеевиковые радиаторы РСГ 2.

Колончатые радиаторы: образуют ряд параллельных каналов, объединенных между собой сверху и снизу горизонтальными коллекторами.

Змеевиковые радиаторы образуют ряд горизонтальных каналов для прохода теплоносителя.

Стальные пластиничные радиаторы изготавливаются однорядными и двухрядными.

Двухрядные изготавливаются тех же типоразмеров, что и однорядные, но состоят из двух пластин.

Достоинства:

1. Маленькая масса прибора.
2. Дешевле чугунных на 20-30%.
3. Меньше затраты на транспортирование и монтаж.
4. Удобны в монтаже и отвечают сан.-гигиеническим требованиям.

Недостатки:

1. Небольшая теплоотдача.
2. Требуется специальная обработка теплофикационной воды, так как обычная вода корродирует с металлом.

Нашли широкое применение в жилье в общественных зданиях.

В связи с удорожанием металла выпуск ограничен.

Конвекторы.

Представляют собой ряд стальных труб, по которым перемещается теплоноситель и насаженных на них стальных пластин оребрения.

Конвекторы бывают с кожухом или без кожуха.

Их изготавливают различных типов:

Например:

Конвекторы «Комфорт». Их подразделяют на 3 типа: настенные (навешиваются на стену $h=210$ м), островные (устанавливаются на полу) и лестничные (встраиваются в строительные конструкции).

«Аккорд», «Север», КВ «Универсал», «Ритм».

Конвекторы изготавливают концевые и проходные.

Конвекторы применяют для отопления зданий различного назначения.

Используют в основном в средней полосе России.

Керамические и фарфоровые радиаторы.

Представляют собой панель, вылитую из фарфора или керамики с вертикальными или горизонтальными каналами.

Применяют такие радиаторы в помещениях, предъявляющих повышенные санитарно-гигиенические требования к отопительным приборам.

Применяются такие приборы очень редко.

Они очень дороги, процесс изготовления трудоемок, недолговечны, подвержены механическому воздействию.

Очень сложно осуществить подключение этих радиаторов к металлическим трубопроводам.

Бетонные отопительные панели.

Представляют собой бетонные плиты с заделанными в них змеевиками из труб. Толщина 40-50 мм.

Они бывают: подоконные и перегородочные.

Отопительные панели могут быть приставными и встроенными в конструкцию стен и перегородок. Бетонные панели отвечают самым строгим санитарно-гигиеническим требованиям, архитектурно-строительным требованиям.

Недостатки: трудность ремонта, большая тепловая инерция, усложняющая регулирование теплоотдачи, увеличение теплопотерь через дополнительно обогреваемые наружные конструкции зданий.

Применяют преимущественно в лечебных учреждениях в операционных и в родильных домах в детских комнатах.

Т.О. сантехнические отопительные приборы должны удовлетворят теплотехническим, санитарно-гигиеническим и эстетическим требованиям.

Теплотехническая оценка отопительных приборов определяется его коэффициентом теплоотдаче.

Санитарно-гигиеническая оценка - характеризуется конструктивным решением прибора, облегчающим содержание его в чистоте. Температура внешней поверхности прибора должна удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям. Во избежание интенсивного пригорания пыли эта температура не должна превышать для помещений жилых и общественных зданий 95°C , для лечебных и детских учреждений 85°C .

Эстетическая оценка – отопительный прибор не должен портить внутреннего вида помещения, не должен занимать много места.

Выбор и размещение отопительных приборов. Присоединение отопительных приборов к теплопроводам.

Вид отопительных приборов надо выбирать в соответствии с характером и назначением отапливаемых зданий, сооружений и помещений.

При этом нужно учитывать тип с.о., вид и параметры теплоносителя, технико-экономические соображения.

Рекомендации по выбору отопительных приборов содержатся в СНиП 2.04.05-91 приложение 11.

Отопительные приборы следует располагать у наружных стен, преимущественно под окнами. При таком размещении движение теплого воздуха от нагревательного прибора препятствует образованию ниспадающих холодных потоков от окон и холодных поверхностей стен. Если под окнами разместить приборы нельзя, допускается установка их у наружных или внутренних стен.

Лестничные клетки.

В зданиях до 4-х этажей отопительные приборы в л.к. следует устанавливать только на первом этаже у входа. Во избежание замерзания воды в трубопроводах устанавливать отопительные приборы в тамбурах, имеющих наружные двери, а также у входных одинарных дверей **не разрешается**.

л.к. многоэтажных зданий рекомендуется отапливать с помощью конвекторов, которые следует размещать в нижней части л.к.. В л.к. следует устанавливать отопительные приборы так, чтобы они не выступали из плоскости стен.

В жилых помещениях отопительные приборы устанавливают в нишах или полунишах.

В лечебных учреждениях – открыто у стен или под окном.

Когда применяют с.о. с вертикальной разводкой трубопроводы, рекомендуется предусматривать прогрев углов помещения, размещая в них стояки систем.

К стоякам, обслуживающим приборы л.к. нельзя присоединять приборы других помещений.

Теплоотдача отопительных приборов во многом зависит от принятой схемы присоединения отопительных приборов к трубопроводам и схемы питания отопительных приборов теплоносителем.

