

**Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный
университет»**

Кафедра Теплогазоснабжения

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

Методические указания к расчетно-графической работе по дисциплине
«Теплогазоснабжение и вентиляция» для студентов очной и заочной форм,
обучающихся по направлению 270800.62 Строительство
(профиль «Промышленное и гражданское строительство»)

Нижегород
ННГАСУ
2012

УДК 697 (075.8)

Теплоснабжение и вентиляция общественного здания.[текст]: методические указания к расчетно-графической работе по дисциплине «Теплогазоснабжение и вентиляция» для студентов очной и заочной форм, обучающихся по направлению 270800.62 Строительство (профиль «Промышленное и гражданское строительство») / Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т., сост. Н.Т.Пузиков, А.Ю. Чадов, С.В. Болдин – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2012. – 36.; ил.

В методических указаниях приведены методики теплотехнического расчета ограждающих конструкций здания, расчета теплотерь и составления теплового баланса помещений здания, расчета нагревательной поверхности отопительных приборов, расчета элеваторного узла и естественной вытяжной вентиляции.

Составители : Н.Т.Пузиков
А.Ю.Чадов
С.В.Болдин

Введение

Разработка расчетно-графической работы (РГР) «Теплоснабжение и вентиляция общественного здания» ставит целью закрепление теоретических знаний студентов, овладение ими практическими приемами, привитие им навыков проектирования современных систем водяного отопления и естественной вентиляции.

Необходимым условием пользования методическими указаниями является предварительная проработка учебной литературы, лекционного и учебного материалов по курсу «Теплогазоснабжение и вентиляция», использование СНиПов и ГОСТов.

Выбор варианта задания

Расчетно-графическую работу по теплоснабжению общественного здания студенты выполняют на основании индивидуальных заданий, выданных руководителем проектирования. При этом индивидуальное задание включает в себя следующее:

- план и разрезы гражданского здания;
- район постройки с климатическими данными;
- материалы комбинированной кладки наружной стены.

Климатический район постройки и материалы кладки наружной стены здания выбираются студентом по данным методическим указаниям согласно *трех* последних цифр номера своей зачетной книжки (см. приложения А):

- последняя цифра номера – район постройки;
- предпоследняя цифра номера – материал кирпичной кладки;
- предпоследняя цифра номера – материал теплоизоляции.

Состав расчетно-графической работы «Теплоснабжение и вентиляция общественного задания»

1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания: стен, окон, дверей, потолка и пола.
2. Определение потерь теплоты по помещениям здания через ограждающие конструкции.
3. Составление теплового баланса здания и определение теплотрат на отопление.
4. Выбор системы отопления здания, типа отопительных приборов, параметров теплоносителя.
5. Определение требуемой площади поверхности отопительных приборов.
6. Компоновка теплового пункта.
7. Нанесение на плане чердака трубопроводов системы отопления и вентиляции.

8. Нанесение на плане здания отопительных приборов и стояков.

9. Определение воздухообмена всех помещений здания по нормам.
Подбор стандартных жалюзийных вентиляционных решеток.

Расчетно-графическая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

В первой части расчетно-пояснительной записки приводится краткое описание здания, систем отопления и вентиляции.

Во второй части записки приводятся следующие расчеты:

1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания.
2. Расчет теплопотерь здания.
3. Определение нагревательной поверхности отопительных приборов.
4. Расчет и подбор элеваторного узла.
5. Расчет естественной системы вентиляции.

В конце записки приводится список использованных источников.

Состав графической части:

1. План здания с нанесенным отопительно-вентиляционным оборудованием.
2. Разрез здания с нанесенным отопительно-вентиляционным оборудованием.
3. План чердака (подвала) здания с нанесенным отопительно-вентиляционным оборудованием.
4. Схема элеваторного узла.

1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкция здания

В соответствии с заданием в объем РГР включается подбор ограждающих конструкций здания и их теплотехнический расчет с учетом температурно-влажностного режима помещений и климатических условий района, в котором расположено здание. К ограждающим конструкциям здания относятся наружные стены, окна, двери, потолок или чердачное перекрытие, пол.

Нормами [1] установлено три показателя тепловой защиты здания:

- а) нормативное приведенное сопротивление теплопередачи отдельных элементов ограждающей конструкции здания из условий энергосбережения;
- б) требуемое сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций из условий обеспечения санитарно-гигиенической безопасности проживания людей;
- 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 жилых и общественных зданиях будут соблюдены требования показателей «а» и «б» либо «б» и «в».

Расчетные параметры воздуха в помещениях для расчета теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций жилых, общественных, административных и бытовых зданий следует принимать согласно ГОСТ 30494.

В угловых помещениях температура воздуха должна быть на 2 °С выше.

Влажностный режим помещений зданий в холодный период года в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха следует устанавливать по таблице 1.

Таблица 1 - Влажностный режим помещения зданий

Влажностный режим помещения	Относительная влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °С		
	До 12	Св. 12 до 24	Св.24
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60	Св. 40 до 50
Влажный	Св.75	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60
Мокрый	-	Св.75	Св.60

Условия эксплуатации ограждающих конструкций А и Б в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства для выбора теплотехнических показателей строительных материалов наружных ограждений следует устанавливать по таблице 2. Зоны влажности территории России следует принимать по приложению Б.

Таблица 2 - Условия эксплуатации ограждающих конструкций

Влажный режим помещений зданий	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности		
	Сухой	Нормальной	Влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов при проектировании теплозащитных качеств наружных ограждающих конструкций принимают из приложения В для условий эксплуатации А и Б.

1.1 Определение требуемого термического сопротивления теплопередаче наружной и внутренней стен, чердачного перекрытия, окон, дверей

Конструкция наружной стены принимается следующая: комбинированная кладка из кирпича с заполненным слоем изоляции, внутренняя поверхность оштукатурена. Для придания прочности стена усиливается армированной сеткой через каждые три ряда кладки (рис.1).

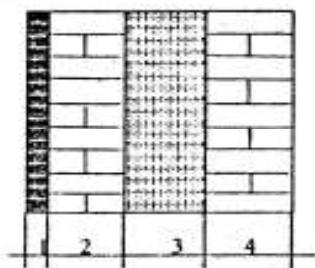


Рис. 1

- 1 – слой штукатурки толщ. 0,02 м;
- 2 – кладка кирпичная толщ. 0,25 м;
- 3 – слой теплоизоляции;
- 4 – кладка кирпичная толщ. 0,25 м

Материал комбинированной кладки здания выбирается студентом по варианту. Толщина теплоизоляции определяется расчетом.

Требуемое приведенное сопротивление теплопередаче $R_{о.пр}^{тр}$, $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$, наружных ограждающих конструкций, за исключением заполнений проемов, должно быть не менее требуемого из условий обеспечения санитарно-гигиенической безопасности проживания людей $R_{о.пр}^{тр.сан}$, и нормативного приведенного сопротивления теплопередаче $R_{о.пр}^{норм}$, из условий энергосбережения.

Требуемое сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций из условий обеспечения санитарно-гигиенической безопасности проживания людей следует определять по формуле :

$$R_{о.пр}^{гр.сан} = \frac{n \cdot (t_B - t_H)}{\Delta t^H \cdot \alpha_B}, \quad (1)$$

где: n - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по таблице 3;

t_B - расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ C$, принимаемая по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005, СанПиН 2.1.2.1002;

t_H - расчетная зимняя температура наружного воздуха, $^\circ C$, принимаемая равной температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01;

Δt^H - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $^\circ C$, принимаемый по таблице 4;

α_B - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по таблице 5.

Таблица 3 - Значения коэффициента n

Ограждающие конструкции		Коэффициент n
1	Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в северной строительно-климатической зоне	1
2	Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в северной строительно-климатической зоне	0,9

3	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенными выше уровня земли	0,6
5	Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Таблица 4 - **Нормируемые величины температурного перепада Δt^H**

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад Δt^H , °С, для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	6,0	3,0	2,0
2. Общественные, кроме указанных в п. 1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	6,0	4,0	2,5

Таблица 5 - **Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждений α_v**

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи α_v , Вт/(м ² ·°С)
1. Стен вертикальных и с углом наклона более 60°	6,75
2. Полы, гладких потолков. Потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
3. Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a \geq 0,3$	7,6
4. Окон с нагревательным прибором	10,7
5. Зенитных фонарей	9,9

Нормативное приведенное сопротивление теплопередачи наружной стены, окон, чердачного перекрытия следует принимать не менее нормируемых значений, определяемых по приложению Г в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства.

Градусо-сутки отопительного периода определяют по формуле:

$$D_d = (t_v - t_{оп}) Z_{оп}, \text{ } ^\circ\text{С-сут} . \quad (2)$$

где t_v - расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая по ГОСТ 30494, ГОСТ 12.1.005, СанПиН 2.1.2.1002;

продолжительность отопительного периода Z от.пер, сут и среднюю температуру наружного воздуха t от.пер, °С, следует принимать согласно СНиП 23-01 (таблица 1, графы 13, 14 для больниц, школ и дошкольных учреждений, графы 11,12 - для других зданий). При отсутствии данных для конкретного пункта расчетные параметры отопительного периода следует принимать для ближайшего пункта, который указан в СНиП 23-01.

Для внутренних стен приведенное термическое сопротивление определяется по формуле (1) при разности расчетных температур воздуха между помещениями 6 °С и выше, при этом следует принимать $n = 1$ и вместо t_n – расчетную температуру воздуха более холодного помещения.

Сопротивление теплопередаче наружных дверей (кроме балконных) и ворот должно быть не менее 0,6 значения требуемого сопротивления теплопередаче наружных стен, определяемого по формуле (1).

Термическое сопротивление R , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, одного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однородной (однослойной) ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3)$$

где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$

Сопротивление теплопередаче R_o , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_o = \frac{1}{\alpha_B} + R_K + \frac{1}{\alpha_H} \quad (4)$$

где α_B - то же, что и в формуле (1);

R_K - термическое сопротивление ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, определяемое по формуле (3);

α_H - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, принимаемый по таблице 6.

Таблица 6 - Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции α_H

Наружная поверхность ограждающих конструкций		Коэффициент теплоотдачи для зимних условий α_H , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$
1.	Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в северной строительной-климатической зоне	23
2.	Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в северной строительной-климатической зоне	17
3.	Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4.	Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

Из двух величин сопротивления теплопередаче $R_{o, \text{пр}}^{\text{тр.сан}}$ и $R_{o, \text{пр}}^{\text{норм}}$ в качестве расчетной принимаем наибольшую.

Выбор светопрозрачной конструкции (в том числе окон) производится по приложению Д. Если приведенное сопротивление теплопередачи выбранной светопрозрачной конструкции больше или равно требуемому сопротивлению, то эта конструкция удовлетворяет требованиям норм.

1.2 Определение термического сопротивления теплопередаче пола

Конструкция полов – утепленные, на лагах.

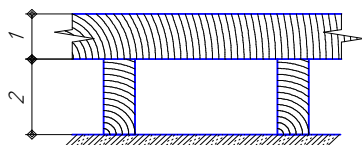


Рисунок 2.

1- доски толщиной 0,04 м.

2- воздушная прослойка, толщина 0,02 м.

В принятой конструкции полов утепляющими слоями считаются доски и замкнутая воздушная прослойка.

Теплопотери через пол, расположенный непосредственно на грунте, рассчитывают по зонам. Для этого поверхность пола делят на полосы шириной 2 м, параллельные наружным стенам. Полосу, ближайшую к наружной стене, обозначают первой зоной, следующие две полосы – второй и третьей, а остальную поверхность пола – четвертой зоной. Поверхность пола в зоне, примыкающей к наружному углу помещения, имеет повышенные теплопотери, поэтому ее площадь в месте примыкания при определении общей площади зоны учитывается дважды (рис. 3).

Для неутепленных полов:

$$R_{\text{НП}} = 2.1 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт} - 1 \text{ зона};$$

$$R_{\text{НП}} = 4.3 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт} - 2 \text{ зона};$$

$$R_{\text{НП}} = 8.6 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт} - 3 \text{ зона};$$

$$R_{\text{НП}} = 14.3 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт} - 4 \text{ зона};$$

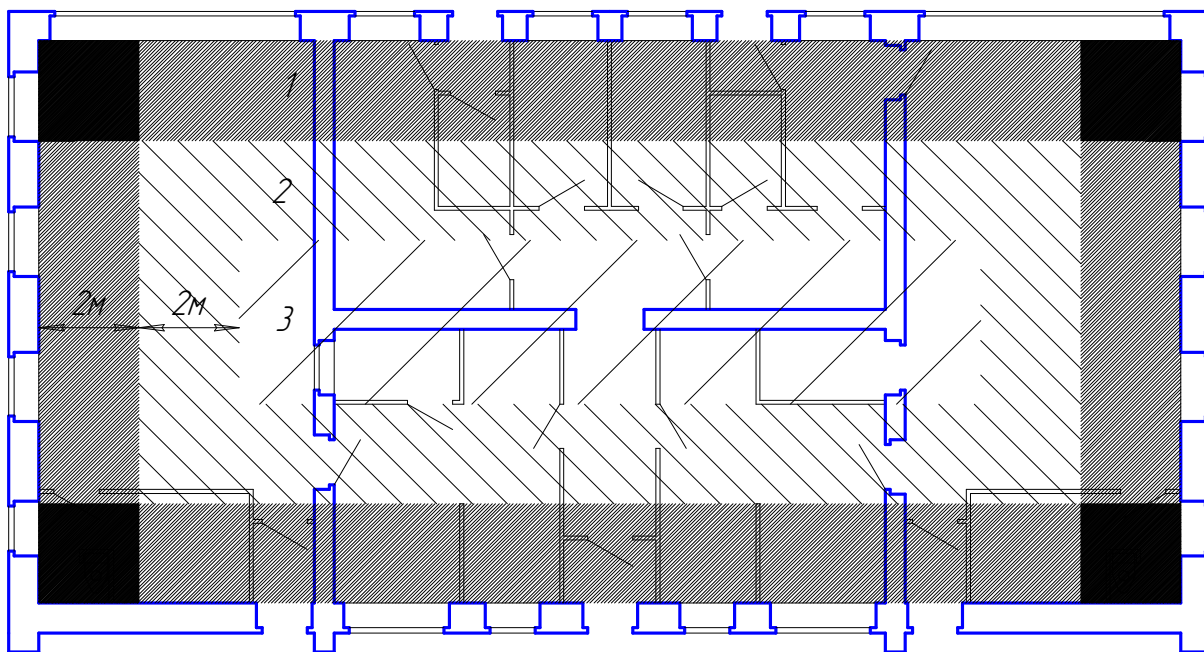


Рисунок 3.

1- первая зона

2- вторая зона

3- третья зона

При расчете полов, расположенных на лагах, сопротивление теплопередачи для каждой зоны следует определять:

$$R_{\text{ЛАГ}} = 1,18 \cdot R_{\text{УП}}, \quad \text{°C} \cdot \text{м}^2 / \text{Вт} \quad (5)$$

$$R_{\text{УП}} = R_{\text{НИП}} + \sum \left(\frac{\delta_n}{\lambda_n} \right), \quad \text{°C} \cdot \text{м}^2 / \text{Вт} \quad (6)$$

где δ_n , λ_n - соответственно толщина, м и теплопроводности материала утепляющих слоев, $\text{Вт}/\text{°C} \cdot \text{м}^2$.

1.3 Определение температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций

Температура внутренней поверхности наружных стен, потолков и пола должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период.

Температура внутренней поверхности конструктивных элементов остекления окон должна быть не ниже $+3\text{°C}$, а непрозрачных элементов окон – не ниже температуры точки росы при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года.

Температура внутренних поверхностей определяется по выражению:

$$\tau_{si} = t_e - \frac{n(t_e - t_n)}{R_o \alpha_e}; \quad \text{°C} \quad (7)$$

где α_e , t_e , t_n , n - то же, что и в формуле (1);

Температура точки росы воздуха внутри здания для холодного периода приведена в табл. 7.

Таблица 7 - Температура точки росы воздуха внутри здания для холодного периода года

Тип здания	Температура точки росы, °C
1. Жилые, школьные и другие общественные здания (кроме приведенных в 2 и 3)	10,7 (11,6 в районах с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки минус 31°C и ниже)
2. Поликлиники и лечебные учреждения	11,6
3. Детские дошкольные учреждения	12,6

1.4 Расчет отапливаемых площадей и объемов здания

При расчетах теплоэнергетических параметров зданий при определении площадей и объемов следует руководствоваться следующими правилами:

1. Отапливаемую площадь здания следует определять как площадь этажей (в том числе и мансардного, отапливаемого цокольного и подвального) здания, измеряемую в пределах внутренних поверхностей наружных стен, включая площадь, занимаемую перегородками и внутренними стенами. При этом площадь лестничных клеток и лифтовых шахт включается в площадь этажа. Площадь антресолей, галерей и балконов зрительных и других залов следует включать в отапливаемую площадь здания.

В отапливаемую площадь здания не включаются площади технических этажей, подвала (подполья), холодных неотапливаемых веранд, а также чердака или его частей, не занятых под мансарду.

2. Площадь жилых помещений здания подсчитывается как сумма площадей всех общих комнат (гостиных) и спален.

3. Отапливаемый объем здания определяется как произведение площади этажа на внутреннюю высоту, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего этажа.

При сложных формах внутреннего объема здания отапливаемый объем определяется как объем отапливаемого пространства, ограниченного внутренними поверхностями наружных ограждений (стен, покрытия или чердачного перекрытия, цокольного перекрытия).

Для определения объема воздуха, заполняющего здание, отапливаемый объем умножается на коэффициент 0,85.

4. Площадь наружных ограждающих конструкций определяется по внутренним размерам здания. Общая площадь наружных стен (с учетом оконных и дверных проемов) определяется как произведение периметра наружных стен по внутренней поверхности на внутреннюю высоту здания, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего этажа с учетом площади оконных и дверных откосов глубиной от внутренней поверхности стены до внутренней поверхности оконного или дверного блока. Суммарная площадь окон определяется по размерам проемов в свету. Площадь наружных стен (непрозрачной части) определяется как разность общей площади наружных стен и площади окон и наружных дверей.

5. Площадь горизонтальных наружных ограждений (покрытия, чердачного и цокольного перекрытия) определяется как площадь этажа здания (в пределах внутренних поверхностей наружных стен).

При наклонных поверхностях потолков последнего этажа площадь покрытия, чердачного перекрытия определяется как площадь внутренней поверхности потолка.

1.5 Определение удельного расхода тепловой энергии на отопление здания

Потребность в тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода при отсутствии автоматического регулирования теплоотдачи нагревательных приборов в системе отопления:

$$Q_h^y = Q_h \beta_h; \quad (8)$$

где Q_h – общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции, МДж, определяемые по формуле:

$$Q_h = 0,0864 K_m D_d A_e^{\text{sum}}; \quad (9)$$

где K_m – общий коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м²·°С), определяемый по формуле:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{inf}, \quad (10)$$

где K_m^{tr} – приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м²·°С).

Приведенный трансмиссионный коэффициент теплопередачи K_m^{tr} , Вт/(м²·°С), совокупности ограждающих конструкций здания следует определять по приведенным сопротивлениям теплопередаче отдельных ограждающих конструкций R_0^r и их площадям A по формуле:

$$K_m^{tr} = \beta \left(A_w / R_w^r + A_F / R_F^r + A_{ed} / R_{ed}^r + nA_c / R_c^r + nA_f / R_f^r \right) / A_e^{sum}, \quad (11)$$

где β – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери, связанные с ориентацией ограждений по сторонам горизонта, с ограждениями угловых помещений, с поступлением холодного воздуха через входы в здание: для жилых зданий $\beta = 1,13$, для прочих зданий $\beta = 1,1$;

$A_w, A_F, A_{ed}, A_c, A_f$ – площади соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий (чердачных перекрытий), цокольных перекрытий, полов по грунту, м²;

$R_w^r, R_F^r, R_{ed}^r, R_c^r, R_f^r$ – приведенные сопротивления теплопередачи соответственно стен, заполнений светопроемов (окон, фонарей), наружных дверей и ворот, покрытий (чердачных перекрытий), цокольных перекрытий, м²·°С/Вт, определяемые согласно [1];

n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху согласно СНиП II-3; для пространств и помещений, примыкающих к наружным ограждениям здания, в том числе теплых чердаков и цокольных перекрытий подвалов, с внутренней температурой $t_{int}^c (t_{int} > t_{int}^c > t_{ext})$.

Коэффициент n рекомендуется вычислять по формуле:

$$n = (t_{int} - t_{int}^c) / (t_{int} - t_{ext}), \quad (12)$$

A_e^{sum} – общая площадь внутренней поверхности всех наружных ограждающих конструкций, м², отапливаемого объема здания;

K_m^{inf} – приведенный инфильтрационный (условный) коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м²·°С), определяемый по формуле:

$$K_m^{inf} = 0,28 \cdot c \cdot n_a \cdot \beta_v \cdot V_h \cdot \rho_a^{ht} \cdot k / A_e^{sum}, \quad (13)$$

где c – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);

n_a – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч⁻¹, принимаемая по нормам проектирования соответствующих зданий: для жилых – исходя из удельного нормативного расхода воздуха 3 м³/ч на 1 м²

жилых помещений и кухонь; для общеобразовательных учреждений – 16–20 м³/ч на одного чел.; в дошкольных учреждениях – 1,5 ч⁻¹, в больницах – 2 ч⁻¹.

В общественных зданиях, функционирующих некруглосуточно, среднесуточная кратность воздухообмена определяется по формуле:

$$n_a = [z_w n_a^{\text{req}} + (24 - z_w) 0,5] / 24, \quad (14)$$

где z_w – продолжительность рабочего времени в учреждении, ч;

n_a^{req} – кратность воздухообмена в рабочее время, ч⁻¹, согласно СНиП 2.08.02 для учебных заведений, поликлиник и других учреждений, функционирующих в рабочем режиме неполные сутки, 0,5 ч⁻¹ в нерабочее время;

β_v – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий долю внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимать $\beta_v = 0,85$;

V_h – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, м³;

ρ_a^{ht} – средняя плотность наружного воздуха за отопительный период, кг/м³,

$$\rho_a^{\text{ht}} = 353 / (273 - t_{\text{ext}}^{\text{av}}), \quad (15)$$

где $t_{\text{ext}}^{\text{av}}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С, принимаемая по СНиП 23-01;

k – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,7 для стыков панелей стен и окон с тройными переплетами, 0,8 – для окон и балконных дверей с двумя отдельными переплетами и 1,0 – для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов;

D_d – количество градусо-суток отопительного периода, °С·сут;

β_h – коэффициент, учитывающий дополнительное теплотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов и их дополнительными теплотерями через радиаторные участки ограждений, теплотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения: для многосекционных и других протяженных зданий $\beta_h = 1,13$.

Q_{int} – бытовые теплоступления в течение отопительного периода, МДж, определяемые по формуле:

$$Q_{\text{int}} = 0,0864 q_{\text{int}} z_{\text{ht}} A_l, \quad (16)$$

где q_{int} – величина бытовых тепловыделений на 1 м² площади жилых помещений и кухонь жилого здания или полезной площади общественного и административного здания, Вт/м², принимаемая по расчету, но не менее 10 Вт/м² для жилых зданий; для общественных и административных зданий бытовые тепловыделения учитываются по проектному числу людей (90 Вт/чел.), освещения (по установочной мощности) и оргтехники (10 Вт/м²) с учетом рабочих часов в сутках;

Z_{ht} – продолжительность отопительного периода, сут;

A_l – для жилых зданий – площадь жилых помещений и кухонь; для общественных и административных зданий – полезная площадь здания, m^2 , определяемая как сумма площадей всех помещений, а также балконов и антресолей в залах, фойе и т.п., за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов.

Q_s – теплопоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, определяемые по формуле:

$$Q_s = \tau_F k_F (A_{F1} I_1 + A_{F2} I_2 + A_{F3} I_3 + A_{F4} I_4) + \tau_{scy} k_{scy} A_{scy} I_{hor}, \quad (17)$$

где τ_F , τ_{scy} – коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным; при отсутствии данных следует принимать по прилож. Е;

k_F , k_{scy} – коэффициенты относительного проникания солнечной радиации соответственно для светопропускающих заполнений окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий; при отсутствии данных следует принимать по прилож. Е;

A_{F1} , A_{F2} , A_{F3} , A_{F4} – площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, m^2 ;

A_{scy} – площадь светопроемов зенитных фонарей здания, m^2 ;

I_1 , I_2 , I_3 , I_4 – средние за отопительный период величины солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированные по четырем фасадам здания, МДж/ m^2 , принимается по климатическим справочникам.

Примечание: для промежуточных направлений величину солнечной радиации следует определять по интерполяции;

I_{hor} – средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/ m^2 , принимается по климатическим справочникам.

Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период.

$$Q_h^{des} = 10^3 Q_h^y / (V_h / D_d), \text{ кДж}/m^3 \text{С сутки} \quad (18)$$

где V_h – отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий, m^3 .

Удельный расход тепловой энергии на отопление здания q_h должен быть меньше или равен нормируемому значению q_h^{reg} , т.е.:

$$q_h^{reg} \geq q_h^{des} \quad (19)$$

Если в результате расчета, удельный расход тепловой энергии окажется меньше нормируемого значения, то допускается уменьшение сопротивление теплопередачи R_{reg} отдельных элементов ограждающих конструкций здания

по сравнению с нормируемым по табл. 4[1], но не ниже минимальных величин R_{\min} , определяемых по формуле: $R_{\min} = 0,63 R_{\text{рег}}$ – для стен зданий, указанных в 1 и 2 прилож.Г [1] и по формуле: $R_{\min} = 0,8 R_{\text{рег}}$ – для остальных ограждающих конструкций.

После расчета удельного расхода теплоты устанавливается класс энергетической эффективности здания в соответствии с классификацией по прилож. Ж. Для вновь возводимых зданий устанавливают классы А, В.

2. Расчет теплотерь здания

2.1 Определение теплотерь через ограждающие конструкции

Расчет ведется с определением потерь теплоты определенными помещениями. Для этого необходимо иметь следующие данные: планы и разрезы здания со всеми строительными размерами, назначение каждого помещения, район постройки здания, ориентация здания на стороны света, конструкции всех наружных ограждений, обоснованных теплотехническим расчетом.

Все отапливаемые помещения здания следует обозначать порядковыми номерами, начиная с № 101 и т.д.

Ограждающие конструкции обозначают сокращенно начальными буквами:

- СН – стена наружная;
- СВ – стена внутренняя;
- ОД – окно с двойным остеклением;
- ОО – окно с одинарным остеклением;
- ДО – дверь одинарная;
- ДД – дверь двойная;
- ПТ – перекрытие (потолок);
- ПЛ – пол.

Потери теплоты определяются через все ограждающие конструкции – наружные стены, наружные двери, окна, чердачные перекрытия и пол.

Расчет теплотерь или теплопритока производится через внутренние ограждения при разности температур воздуха по обе стороны более 3 °С.

Теплотери разделяют на основные и дополнительные. Основные теплотери находят следующим образом:

$$Q_{\text{осн}} = \frac{F}{R}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})n, \text{ Вт} \quad (20)$$

где F – площадь ограждающей конструкции, м²;

Площади окон, дверей и фонарей измеряются по наименьшему строительному проему. Площади потолка и пола измеряются между осями внутренних стен и внутренней поверхностью наружной стены. Площадь пола по лагам определяются с условной их разбивкой на зоны, как указано выше. Площади наружных стен в плане измеряются по внешнему периметру между

наружным углом здания и осями внутренних стен. Измерение наружных стен по высоте проводят от поверхности пола до верха конструкции чердачного перекрытия или бесчердачного покрытия.

R – термическое сопротивление данной ограждающей конструкции, $\text{м}^2\text{С}/\text{Вт}$;

$t_{\text{в}}$ – расчетная температура воздуха внутри помещения, $^{\circ}\text{С}$. Выбирается по соответствующим СНиПам (по типу здания);

$t_{\text{н}}$ – расчетная температура наружного воздуха при расчете потерь теплоты через наружные ограждения (температура холодной пятидневки) или температура воздуха более холодного помещения при расчете теплопотерь через внутренние ограждения, $^{\circ}\text{С}$;

n – поправочный коэффициент, тот же что и в формуле (1).

Полные потери теплоты определяются так:

$$Q_{\text{полн}} = Q_{\text{осн}} (1 + \Sigma\beta), \text{ Вт} \quad (21)$$

где $\Sigma\beta$ – добавочные потери теплоты в долях от основных теплопотерь.

К добавочным потерям теплоты относятся следующие:

- на ориентацию помещений по сторонам света;
- на продуваемость помещений с двумя наружными стенами и более;
- на прогрев врывающегося холодного воздуха.

Поправочные коэффициенты определяются таким образом:

а) в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные на север, восток, северо-восток и северо-запад в размере 0,1, на юго-восток и запад - в размере 0,05; в угловых помещениях дополнительно - по 0,05 на каждую стену, дверь и окно, если одно из ограждений обращено на север, восток, северо-восток и северо-запад и 0,1- в других случаях;

б) через необогреваемые полы первого этажа над холодными подпольями зданий в местностях с расчетной температурой наружного воздуха минус 40°С и ниже (параметры Б) - в размере 0,05;

в) через наружные двери, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при высоте зданий H , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты в размере:

0,2 H - для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

0,27 H - для двойных дверей с тамбурами между ними;

0,34 H - для двойных дверей без тамбура;

0,22 H - для одинарных дверей;

Результаты расчета заносятся в табл. 8.

Для подсчета потерь теплоты через наружные стены поверхности ограждения измеряют без вычета площади окон, т.е. фактически площадь окон учитывают дважды, поэтому коэффициент теплопередачи $K = 1/R$ для окон принимают как разность его значений для окон и стен.

Таблица 8 - Расчет теплотерь помещениями здания

№ помещения	назначение	t_b °С	Поверх- ность огражде- ния			Δt °С	Поправ.коэф. n	Кэф. теплопер. 1/R, Вт/м ² °С	$Q_{осн}$, Вт	Добавоч. теплопо- тери			Сумма доб. пот. (1 + $\Sigma\beta$)	$Q_{пол}$ Вт
			Огр.кон.	Ориент.	F м ²					β_1	β_2	β_3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

2.2 Затраты теплоты для нагревания инфильтрующегося воздуха

При разности давлений воздуха с одной и с другой стороны ограждения через него может проникнуть воздух в направлении от большего давления к меньшему, т.е. в направлении от наружного воздуха в помещение. Такое явление называется инфильтрацией и оно вызывает дополнительные потери теплоты помещения.

Расход теплоты для нагрева инфильтрующегося воздуха в помещениях жилых и общественных зданий при естественной вытяжной вентиляции находится так:

$$Q_{ин} = 0,28 L_{п} \rho c (t_b - t_n), \text{ Вт} \quad (22)$$

где $L_{п}$ – расход удаляемого воздуха не компенсируемый подогретым приточным воздухом, м³/час: $L_{п} = L F$, м³/час,

где L – удельный нормативный расход (3 м³/час на 1 м² пола);

F – площадь пола помещения, м²;

ρ – плотность наружного воздуха, кг / м³: $\rho = 353/(273 + t_n)$;

t_n – температура наружного воздуха, равная температуре холодной пятidineвки, °С;

c – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/кг °С ;

t_b – расчетная температура воздуха в помещении, °С.

2.3 Тепловой баланс помещений и теплозатраты на отопление здания

Системы отопления предназначены для создания в холодный период года в помещении здания заданной температуры воздуха, соответствующей комфортным условиям. Для поддержания расчетной t_b система отопления должна компенсировать теплопотери помещения. Для гражданских зданий обычно принимают:

$$Q_{со} = Q_{огр} + Q_{инф}, \text{ Вт} \quad (23)$$

где $Q_{со}$ – теплонедостаток, т.е. расчетная мощность системы отопления здания, Вт;

$Q_{огр}$ – теплопотери через ограждающие конструкции, Вт;

$Q_{инф}$ – затраты теплоты на подогрев инфильтрующегося воздуха, Вт.

Для удобства расчета составляется табл. 9, в которой должны быть подведены итоги расчета по всему зданию в целом.

Таблица 9 - **Тепловой баланс помещения здания**

Номер помещения	Теплопотери через ограждающ. конструкции $Q_{огр}$, Вт	Затраты на нагрев инфильтрующ. воздуха, $Q_{инф}$, Вт	Теплодефицит $Q_{со}$, Вт
1	2	3	4
			$\Sigma_{здания}$

3. Выбор, установка и расчет поверхности отопительных приборов

Перед расчетом поверхности нагревательных приборов необходимо выбрать тип прибора, продумать вопрос установки прибора (в нише под окном, без ниши и др.)

При выборе типа нагревательных приборов, устанавливаемых в здании, следует руководствоваться СНиПом 2.04.05-86.

Нагревательные приборы устанавливают под окнами или в нишах наружных стен и в исключительных случаях у внутренних стен. Теплопотери больших помещений следует возмещать с помощью нескольких отопительных приборов так, чтобы нагрузка одного прибора не превышала 2900 Вт. Если теплопотери помещения (например туалета, коридора) составляют не более 250 Вт, отопительный прибор не устанавливают, а потери тепла распределять по смежным помещениям.

После выбора типа нагревательного прибора следует определить для каждого помещения здания площадь поверхности нагрева прибора по формуле:

$$F_p = (Q_{пр} / q_{пр}) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ м}^2 \quad (24)$$

где F_p – расчетная площадь отопительного прибора, м^2 ;

$Q_{пр}$ – теплоотдача отопительного прибора в отапливаемом помещении, Вт;

$q_{пр}$ – расчетная плотность теплового потока отопительного прибора, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

β_1 – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины (принимается по табл. 10);

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений (принимается по табл. 11)

Таблица 10 - Значения коэффициента β_1

Шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, кВт	β_1
0,12	1,02
0,15	1,03
0,18	1,04
0,21	1,06
0,24	1,08
0,3	1,13

Таблица 11 - Значения коэффициента β_2

Отопительный прибор	Значение β_2 при установке прибора	
	у наружной стены, в том числе под световым проемом	у остекления светового проема
Радиатор: чугунный секционный стальной панельный	1,02	1,07
	1,04	1,10
Конвектор: с кожухом без кожуха	1,02	1,05
	1,03	1,07

Теплоотдача отопительного прибора определяется по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = Q_o - (0,9Q_{\text{тр}}), \text{ Вт} \quad (25)$$

где Q_o – теплотребность помещения, Вт (принимается по табл. 9 для рассчитываемого помещения);

$Q_{\text{тр}}$ – суммарная теплоотдача открыто проложенных в пределах помещения стояков, подводок, к которым непосредственно присоединен прибор.

$$Q_{\text{тр}} = q_v l_v + q_g l_g, \text{ Вт} \quad (26)$$

где q_v, q_g – теплоотдача одного погонного метра вертикально и горизонтально проложенных труб, Вт/м;

l_v, l_g – длины вертикальных и горизонтальных трубопроводов в пределах помещения, м.

При выполнении работы $q_v=75$ Вт/м, $q_g=95$ Вт/м, длины труб определяются по чертежу после расстановки приборов.

Расчетная плотность теплового потока отопительного прибора определяется по формуле:

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном}} (\Delta t_{\text{ср}} / 70)^{1+n} (G_{\text{пр}} / 0,1)^p C_{\text{пр}}, \text{ Вт/м}^2 \quad (27)$$

где $q_{\text{ном}}$ – номинальная плотность теплового потока отопительного прибора при стандартных условиях работы, Вт/м² (принимается по табл. 12);

$\Delta t_{cp} = 0,5(t_r + t_o) - t_b$, °C – температурный напор, равный разности полусуммы температур теплоносителя на входе и выходе отопительного прибора и температура воздуха в помещении.

n, p – экспериментальные значения показателей степени;

$C_{пр}$ – коэффициент, учитывающий схему присоединения отопительного прибора и изменения показателя степени p в различных диапазонах расхода теплоносителя (принимаются по табл. 12);

Таблица 12 - Основные технические данные отопительных приборов

Наименование прибора его тип, марка	Площадь поверхности нагрева секции $f_1, \text{м}^2$	Номинальная плотность теплового потока $q_{ном}, \text{Вт/м}^2$	Схема присоединения прибора	Расход теплоносителя через прибор $G_{пр}, \text{кг/с}$	Показатели степени и коэффициент $C_{пр}$ в формуле (23)		
					n	p	$C_{пр}$
Радиаторы чугунные секционные МС-140-108 МС-140-98	0,244	758	Сверху вниз	0,005- 0,014	0,3	0,02	1,039
	0,240	725		0,015- 0,149			
Радиаторы стальные панельные Типа РСВ1 однорядные: РСВ1-1 РСВ1-2	0,71	710	Снизу- вверх	0,005- 0,017	0,25	0,12	1,113
	0,95	712		0,018- 0,25			
Конвекторы без кожуха «Аккорд»: КА-0,336 КА-0,448	0,98 1,3	343 343	любая	0,01-0,25	0,2	0,03	1

$G_{пр}$ – действительный расход воды в отопительном приборе, кг/с

$$G_{пр} = \frac{Q_{co}}{c \cdot (t_r - t_o)}, \text{ кг/с} \quad (28)$$

где $c = 4,190$ кДж/кг°С – теплоемкость воды;

t_r, t_o – температура воды на входе и выходе отопительного прибора.

Расчетное число секций чугунных радиаторов определяется по формуле:

$$N_p = \frac{F_p \cdot \beta_4}{f \cdot \beta_3}, \text{ шт} \quad (29)$$

где f – площадь поверхности одной секции, m^2 (принимается в зависимости от типа радиатора по табл. 12;

β_3 – коэффициент, учитывающий число секций в одном радиаторе и принимаемый для радиаторов типа МС – 140 равным: при числе секций от 3 до 15 – 1, от 16 до 20 – 0,98, от 21 до 25 – 0,96, а для остальных чугунных радиаторов вычисляется по формуле:

$$\beta_3 = 0,92 + 0,16 / F_p \quad (30)$$

β_4 – коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении (определяется по рис. 4). При открытой установке $\beta_4 = 1$.

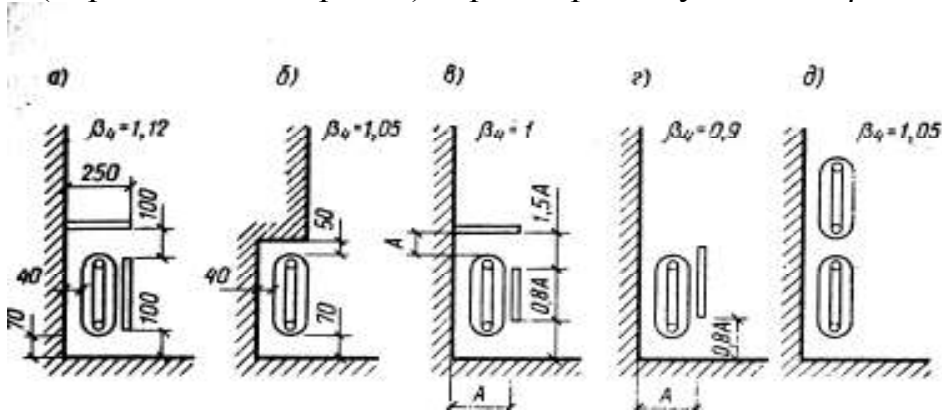


Рис. 4. Различные способы установки отопительных приборов

Поскольку расчетное число секций N_p редко получается целым, то к установке принимают ближайшее большее число секций радиатора.

Результаты расчета необходимой площади поверхности отопительных приборов помещений зданий заносятся в табл. 13.

Таблица 13 - Расчет поверхности отопительных приборов

№ пом.	Тепл. мощ. $Q_{со}, Вт$	$t_{в}, C$	$t_{вх}, C$	$t_{вых}, C$	$t_{ср}, C$	$G_{пр}, кг/с$	$q_{пр}, Вт/м^2$	Доп. коэфф.		$Q_{гр}, Вт$	$Q_{пр}, Вт$	$F_p, м^2$	Доп. коэфф.		$N_p, шт$	$N_{уст}, шт$
								β_1	β_2				β_3	β_4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

4 Компоновка теплового пункта и подбор элеватора

В местах присоединения систем отопления к тепловым сетям монтируют тепловые пункты, в которых устанавливают оборудование для подготовки теплоносителя, запорную и регулирующую арматуру, приборы для регулирования и учета расхода теплоносителя.

Тепловые пункты, как правило, размещают в подвалах обслуживаемых зданий. Помещение теплопункта должно быть изолированным и иметь самостоятельный вход. Размеры помещений тепловых пунктов зависят от

размещаемого в них оборудования. Минимальные размеры для жилых и общественных зданий могут быть приняты 11,5 x 4 м при высоте 2 м.

Схема и оборудование тепlopункта зависят от присоединяемой системы отопления, параметров теплоносителя. В системах теплоснабжения от крупных котельных установок наиболее распространен температурный график 150 – 70°С (130 – 70), поэтому при подключении систем отопления здания в большинстве случаев приходится понижать температуру теплоносителя. Чаще всего это делается с помощью элеватора. Водоструйные элеваторы служат для понижения температуры теплоносителя и создания расчетного перепада давления в системе отопления. Элеватор устанавливают на прямых участках трубопровода, диаметры которых должны быть равны диаметрам отверстий для входа и выхода из элеватора. Длина прямого участка трубы перед элеватором не менее 10, а за элеватором не менее 5 диаметров трубопровода.

Расчетной характеристикой для элеватора служит коэффициент смешения, определяемый с запасом 15 % по формуле:

$$u = 1,15 \frac{t_{mc} - t_2}{t_2 - t_o} \quad (31)$$

где $t_{tc} = 150^\circ\text{C}$ (130°C) – температура воды, поступающей из тепловой сети;

t_r – температура смешанной воды после элеватора, поступившей в систему отопления, °С (например 95°C);

$t_o = 70^\circ\text{C}$ – температура охлажденной воды, поступающей из системы отопления.

Затем определяют основной размер элеватора – диаметр горловины:

$$d_r = 1,51 \sqrt[4]{\frac{G_{cm}^2 (1+u)^2}{P_{cист}}}, \text{ см} \quad (32)$$

где $P_{cист}$ – гидравлическое сопротивление системы отопления, кПа;

G_{cm} – количество воды, циркулирующей в системе отопления, т/ч

$$G_{cm} = \frac{3,6 \cdot \sum Q}{c(t_2 - t_o) \cdot 10^3}, \text{ т/ч} \quad (33)$$

где $\sum Q$ – суммарный расход тепла на отопление, Вт;

c – теплоемкость воды, $c = 4,19$ кДж/кг К.

Зная диаметр горловины, затем по табл. 14 подбирают № элеватора. После подбора серийного элеватора, имеющего диаметр горловины, близкий к полученному, определяется диаметр сопла:

$$d_c = \frac{d_r}{1+u}, \text{ см} \quad (34)$$

Давление, которое необходимо иметь перед элеватором для обеспечения нормальной его работы, определяется по формуле:

$$P_э = 1,4(1+u)^2 \Delta P_{нас}, \text{ кПа} \quad (35)$$

где $\Delta P_{нас}$ – гидравлическое сопротивление системы отопления, Па.

Таблица 14 - Параметры серийного элеватора (ВТИ-Мосэнерго)

№ элеватора	1	2	3	4	5	6	7
Диаметр горловины, мм	15	20	25	30	35	47	59

5 Размещение основных элементов системы водяного отопления в здании

5.1 Трубопроводы системы водяного отопления и их размещение в здании

Для систем центрального отопления с теплоносителем водой принимают стальные неоцинкованные водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262-75, трубы электросварные по ГОСТ 10704-76 и трубы горячекатаные по ГОСТ 8732-70.

Трубопроводы систем отопления подразделяют на магистрали горячей и охлажденной воды, стояки, подводки.

При верхней разводке магистрали на чердаке здания для монтажа и ремонта трубопровода более удобной является схема прокладки вблизи наружных стен, на расстоянии от них 1–1,3 м. В бесчердачных зданиях трубопроводы прокладывают под потолком верхнего этажа.

При нижней разводке трубопроводы прокладывают ниже всех отопительных приборов, т.е. в подвале.

Трубопроводы прокладывают с уклоном не менее 0,002 мм/м. Отопительные стояки, как правило, располагают у наружных стен. В угловых помещениях их следует устанавливать в углах, образованных наружными стенами, чтобы предохранить стены от сырости и промерзания. Если стояки и подводки к приборам прокладывают открыто, то расстояние от поверхности штукатурки до трубы должно быть 2–3 см. К стенам стояки крепят разъемными хомутами из полосовой стали.

Скрытая прокладка труб (в бороздах) предусматривается для помещений с повышенными санитарно-гигиеническими и эстетическими требованиями.

Трубы, проходящие через перекрытия, внутренние стены и т.п. прокладывают в гильзах с зазором 1–1,5 мм, чтобы обеспечить их свободное перемещение при температурном расширении. При прокладке трубопроводов в местах, где возможно замерзание теплоносителя, а также для снижения бесполезных потерь тепла, их следует покрывать тепловой изоляцией.

5.2 Запорно-регулирующая арматура

Для пуска системы в работу по частям, а также включения отдельных ветвей системы для ремонта на магистральных трубопроводах устанавливают задвижки или краны пробочные сальниковые. На отопительных стояках систем водяного отопления для гидравлической регулировки, отключения и опорожнения их ставят запорные прямооточные вентили с косым шпинделем и краны пробочные сальниковые бронзовые.

В зданиях высотой до 3-х этажей отключающая арматура на стояках не ставится, за исключением лестничных клеток, где она должна быть предусмотрена независимо от этажности здания.

Для количественного регулирования теплоотдачи приборов применяют краны двойной регулировки. Регулировочные краны не устанавливают у приборов, размещаемых в лестничных клетках и других местах, где вода может замерзнуть. Не допускается установка запорно-регулирующей арматуры на «сцепках» приборов.

В низших точках обратных разводящих систем отопления в местах обводов лестничных клеток и отдельных циркуляционных колец предусматривается установка спускных кранов или тройников с пробками для опорожнения отдельных участков системы от воды и удаления грязи при промывке.

6 Вентиляция помещений здания

Воздушная среда в помещении, удовлетворяющая санитарным нормам, обеспечивается в результате удаления загрязняемого воздуха из помещения и подачи чистого наружного воздуха. Соответственно этому системы вентиляции подразделяют на вытяжные и приточные системы.

В одноэтажном здании, как правило, проектируют вытяжную канальную систему с естественным побуждением и радиусом действия до 8 м (горизонтальное расстояние между вертикальными осями вытяжной камеры и наиболее удаленного вытяжного канала). Канальными системами естественной вентиляции называются системы, в которых удаление загрязненного воздуха осуществляется по специальным каналам, предусмотренным в конструкциях здания, или приставным воздуховодам. Воздух в этих системах перемещается вследствие разности давлений наружного и внутреннего воздуха.

Естественная вытяжная канальная вентиляция состоит из вертикальных внутристенных или приставных каналов с отверстиями, закрытыми жалюзийными решетками, сборных горизонтальных воздухоотводов и вытяжной шахты.

В одну систему могут объединять одноименные или близкие по назначению помещения. Санузлы во всех случаях объединяются в самостоятельные системы. В жилых зданиях каналы кухонь должны быть

рассчитаны на удаление воздуха из жилых комнат всей квартиры. Вертикальные каналы размещаются только во внутренних стенах, причем внутренние поверхности должны быть гладкими. При наличии в зданиях внутренних кирпичных стен их используют для прокладки вентиляционных каналов. Наименьший размер каналов в кирпичных стенах 0,5х0,5 кирпича. Толщина стенок канала принимается не менее 0,5 кирпича, простенки между одноименными каналами – 0,5 кирпича, между разноименными – 1 кирпич.

При отсутствии капитальных кирпичных стен устраивают приставные каналы из блоков или плит. Приставные каналы выполняют из гипсовых плит в зависимости от влажности воздуха в помещении. Толщина плит принимается 35–40 мм. В отдельных случаях каналы выполняются из металла или асбестоцементных плит.

В помещениях на каналах устанавливают жалюзийные решетки, которые изготавливают из металла, пластмассы или гипса. Их устанавливают на расстоянии 200–500 мм от потолка, размер определяют, исходя из скорости прохода воздуха 0,5–1,0 м/с. В туалетах общественных зданий вытяжные решетки следует располагать под потолком и над полом, в курительных – под потолком и на расстоянии 1,15 м от потолка.

Вытяжные каналы объединяют на чердаке в короба и направляют к вытяжным шахтам. Шахты и чердачные короба устраивают из одинарных пустотелых гипсовых плит или блочных конструкций из малотеплопроводных материалов, обеспечивающих отсутствие конденсата водяных паров из транспортируемого воздуха. Каналы прокладывают непосредственно по плитам чердачного перекрытия. Для улучшения архитектурного вида здания, каналы в стенах собирают в центральные шахты. Допускается объединение шахт от разных вентиляционных систем под одним дефлектором. Шахты вытяжных камер размещают в наиболее высокой части чердака, со стороны ската, выходящего на дворовый фасад.

Высоту шахты над кровлей определяют следующим образом: если шахта расположена около конька, ее устье должно возвышаться над коньком не менее чем на 0,5 м; если шахта расположена от конька на расстоянии 1,5–3,0 м, ее устье выводится по прямой проведенной под углом 10° к горизонту. Во всех случаях расстояние от кровли (возле трубы) до низа выходного отверстия канала или патрубка дефлектора должно быть не менее 0,5 м и не более 1,5 м.

Вытяжные шахты на чердаке выполняют деревянными и утепленными. В бесчердачных зданиях вертикальные вентиляционные каналы выводят без объединения, группами, в виде дымовых труб, установленных на крыше. Количество удаляемого воздуха из помещения определяют по формуле:

$$Q_{\text{выт}} = n_{\text{выт}} V_{\text{пом}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (36)$$

где $n_{\text{выт}}$ – кратность воздухообмена помещения, принимается согласно нормам проектирования соответствующих зданий;

$V_{\text{пом}}$ – внутренний объем помещения, м^3 .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 23-02 2003. Тепловая защита зданий [текст]: приняты и введ. в д. 26.06.03: взамен СНиП 11-3-79*: дата введ. 01.10.03 / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП. 2004. – 45 с.
2. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование [текст]: приняты и введ. в д.26.06.03: взамен СНиП 2.04.05-91: дата введ. 01.01.04. / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП. 2004. - 29 с.
3. СНиП 23-01-99* Строительная климатология [текст]: с изм. № 1. введ. в д. 0101.03: приняты и введ. в д. Госстроем России 01.01.2003.: взамен СНиП 2.01.01-82: дата введ. 01.01.2000 / Госстрой России. - изд. офиц. – М.: ГУП. ЦПП, 2003. - 79 с.
4. СНиП 2.09.04-87*Административные и бытовые здания [текст]: утв. Госстроем СССР.30.12.87: взамен гл. СНиП 11-92-76: срок введ. в д. 01.01.89. / Госстрой России. - переизд. СНиП 2.09.04-87 с изм. № 1-3 утв. 31.03.94, 24.02.95 14.05.01., введ. в д. с 01.07.94., 01.03.95 и 01.01.02. – М.: ФГУП ЦПП, 2004 -16 с.
5. СП 23-101 2004. Свод правил по проектированию «Проектирование тепловой защиты зданий» – М.: 2004, - 140 с.
6. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях / Госстрой России. - введ. 01.03.99. – М.: ГУП ЦПП, 1999. -14 с.
7. СНиП 2.04.05-91*.Отопление, вентиляция и кондиционирование [текст] / Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1996, - 66 с.
8. Тихомиров, К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учебн. для вузов / К.В. Тихомиров, Э.С. Сергиенко. – М.: Стройиздат, 1991. - 480 с.

Приложение А

Климатические данные населенных пунктов

№п/п	Населенный пункт	Продолжительность отопительного периода, сут.	Сред. температура отопит. периода °С	Температура наиболее холодной пятидневки °С
1	Архангельск	251	-4,7	-31
2	Астрахань	172	-1,6	-23
3	Барнаул	219	-8,3	-39
4	Благовещенск	212	-11,5	-34
5	Владимир	217	-4,4	-28
6	Волгоград	182	-3,4	-25
7	Калининград	195	0,6	-18
8	Калуга	214	-3,5	-27
9	Кемерово	232	-8,8	-39
0	Самара	206	-6,1	-30

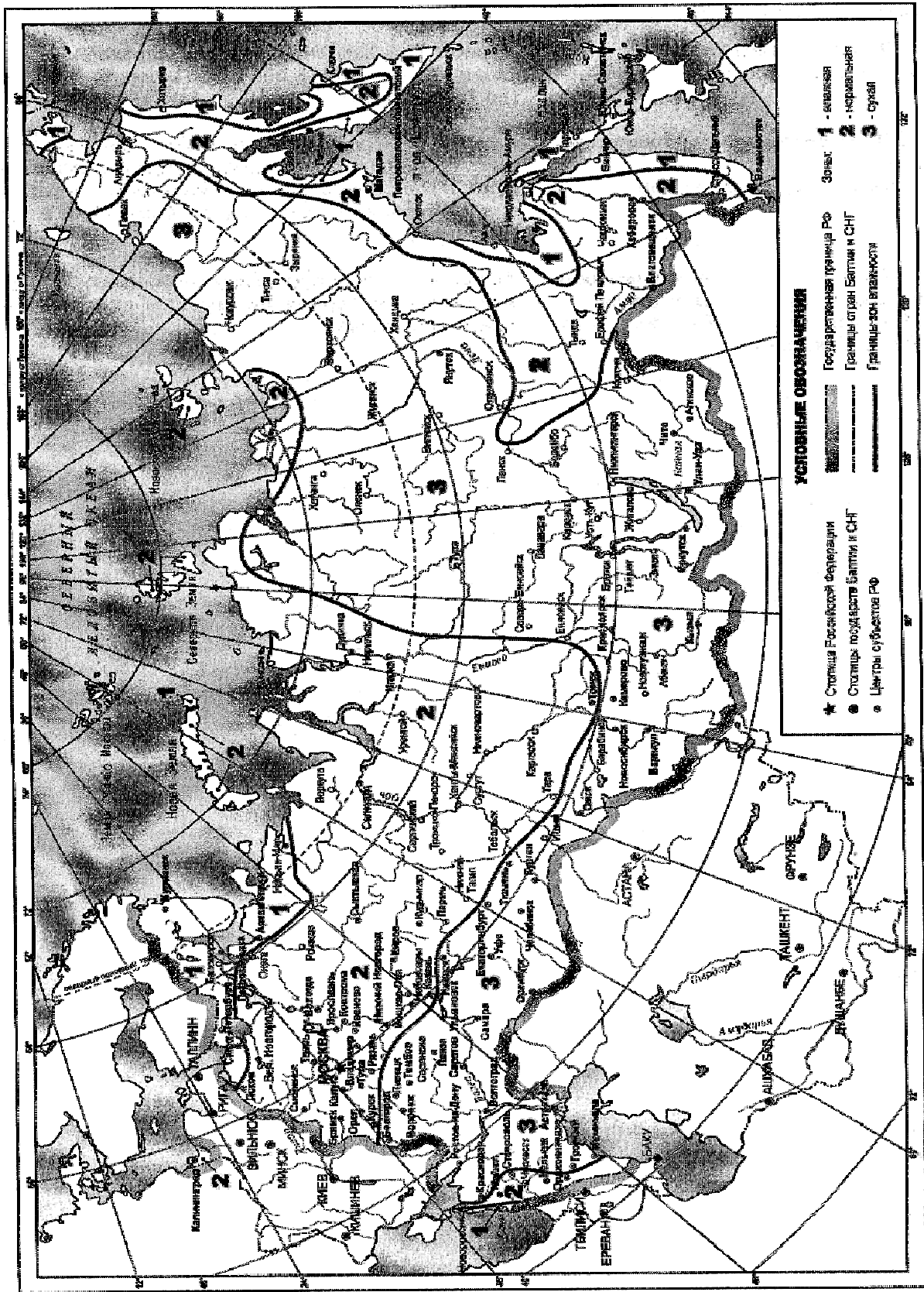
Кирпичная кладка

№ п/п	Материал	Плотность кг/м ³	№ п/п	Материал	Плотность кг/м ³
1	Кирпич глиняный на цементно-песчаном растворе	1800	6	Кирпич шлаковый на цементно-песчаном растворе	1500
2	Кирпич глиняный на цементно-шлаковом растворе	1700	7	Кирпич керамический на цементно-песчаном растворе	1600
3	Кирпич глиняный на цементно-перлитовом растворе	1600	8	Кирпич керамический на цементно-песчаном растворе	1400
4	Кирпич силикатный на цементно-песчаном растворе	1800	9	Кирпич керамический на цементно-песчаном растворе	1200
5	Кирпич трепельный на цементно-песчаном растворе	1200	0	Кирпич силикатный на цементно-песчаном растворе	1500

Теплоизоляционные материалы

№п/п	Материал	Плотность кг/м ³	№п/п	Материал	Плотность кг/м ³
1	Пенополистирол	150	6	Пенополиуретан	80
2	Пенополистирол	100	7	Пенополиуретан	60
3	Пенополистирол	400	8	Пенополиуретан	40
4	Минераловатные плиты	350	9	Минераловатные плиты	200
5	Минераловатные плиты мягкие	300	0	Минераловатные плиты мягкие	50

Карта зон влажности РФ



Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов

№ вар.	Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации)	
		Плотность ρ_0 , кг/м ³	Удельная теплоемкость c_0 , кДж/ (кг·°С)	Коэффициент теплопровод- ности λ_0 , Вт/ (м·°С)	теплопроводности λ , Вт/(м·°С)	
					А	Б
1	Пенополистирол	150	1,34	0,05	0,052	0,06
2	То же	100	1,34	0,041	0,041	0,052
3	Пенополистирол	40	1,34	0,038	0,041	0,05
4	Пенополиуретан	80	1,47	0,041	0,05	0,05
5	То же	60	1,47	0,035	0,041	0,041
6	То же	40	1,47	0,029	0,04	0,04
7	Плиты мягкие, минераловатные	350	0,84	0,091	0,09	0,11
8	То же	300	0,84	0,084	0,087	0,09
9	То же	200	0,84	0,07	0,076	0,08
0	То же	50	0,84	0,048	0,052	0,06
1	Глиняного обычно-венного на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,56	0,7	0,81
2	Глиняного обычно-венного на цементно-шлаковом растворе	1700	0,88	0,52	0,64	0,76
3	Глиняного обычно-венного на цементно- перлитовом растворе	1600	0,88	0,47	0,58	0,7
4	Силикатного на цементно-песчаном растворе	1800	0,88	0,7	0,76	0,87
5	Трепельного на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	0,47	0,52
6	Шлакового на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,52	0,64	0,7
7	Керамического пустотного на цементно-песчаном растворе	1600	0,88	0,47	0,58	0,64
8	Керамического пустотного на цементно-песчаном растворе	1400	0,88	0,41	0,52	0,58
9	Керамического пустотного на цементно-песчаном растворе	1200	0,88	0,35	0,47	0,52
0	Силикатного пустотного на цементно-песчаном растворе	1500	0,88	0,64	0,7	0,81

Нормируемые значения приведенного сопротивления теплопередаче
ограждающих конструкций

		Нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_{red} , $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$, ограждающих конструкций				
		Стен	Покры- тый и перекры- тый над проез- дами	Перекры- тый чер- дачных, над неотапли- ваемыми подполь- ями и подвалами	Окон и балкон- ных дверей, витрин и витра- жей	Фонарей с верти- кальным остекле- нием
1	2	3	4	5	6	7
1. Жилые, лечебно- профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
<i>a</i>	-	0,00035	0,0005	0,00045	-	0,000025
<i>b</i>	-	1,4	2,2	1,9	-	0,25

Примечания

1. Значения R_{red} для величин D_d , отличающихся от табличных, следует определять по формуле:

$$R_{req} = aD_d + b, \quad (1)$$

где D_d - градусо-сутки отопительного периода, $^\circ C \cdot \text{сут}$, для конкретного пункта;
 a , b - коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы 6 для группы зданий в поз.1, где для интервала до 6000 $^\circ C \cdot \text{сут}$: $a = 0,000075$, $b = 0,15$; для интервала 6000-8000 $^\circ C \cdot \text{сут}$: $a = 0,00005$, $b = 0,3$; для интервала 8000 $^\circ C \cdot \text{сут}$ и более: $a = 0,000025$, $b = 0,5$.

2. Нормируемые значения сопротивления теплопередаче чердачных и цокольных перекрытий, отделяющих помещения здания от неотапливаемых пространств с температурой t_c ($t_{ext} < t_c < t_{int}$), следует уменьшать умножением величин, указанных в графе 5, на коэффициент n , определяемый по примечанию к таблице 6. При этом расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, теплом подвале и остекленной лоджии и балконе следует определять на основе расчета теплового баланса.

3. Допускается в отдельных случаях, связанных с конкретными конструктивными решениями заполнений оконных и других проемов, применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведенным сопротивлением теплопередаче на 5 % ниже установленного в таблице.

Приведенное сопротивление теплопередаче рекомендуемых окон,
балконных дверей и фонарей

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{o,пр}$, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$		
	из обычного стекла	с селективным покрытием	
		твёрдым	мягким
1. Одинарное остекление в деревянных переплетах	0,18	-	-
2. Одинарное остекление в стальных переплетах	0,15	-	-
3. Двойное остекление в стальных отдельных переплетах	0,34	-	-
4. Двойное остекление витрин в стальных отдельных переплетах	0,31	-	-
5. Блоки стеклянные пустотелые без переплета с шириной швов между ними 6 мм, размером 194x194x98 мм	0,31	-	-
6. Блоки стеклянные пустотелые без переплета размером 244x244x98 мм	0,33	-	-
7. Профили коробчатого сечения из органического стекла зенитных фонарей:			
двойное остекление $R_o = 0,36 m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	-	-	-
тройное остекление $R_o = 0,52 m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	-	-	-
8. Двойное остекление в спаренных переплетах	0,40	0,55	-
9. Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	0,57	-
10. Тройное остекление в отдельно-спаренных переплетах	0,55	0,60	-
11. Однокамерный стеклопакет в одинарном переплете	0,38	0,51	0,56
12. Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете с межстекольным расстоянием:			
8 мм	0,51	-	-
12 мм	0,54	0,58	0,68
13. Стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах	0,56	0,65	0,72
14. Стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах	0,68	0,74	0,81
15. Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,70	-	-
16. Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,74	-	-
17. Четыре стекла в двух спаренных переплетах	0,80	-	-
<p>Примечания:</p> <p>1. В позициях 8-17 переплеты деревянные или пластмассовые.</p> <p>2. Значения приведенных сопротивлений теплопередаче $R_{o,пр}$ заполнений световых проемов приведены для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75. При отношении $\leq 0,6$ указанные значения следует увеличивать на 10 %, а при $\geq 0,85$ - уменьшать на 5 %.</p> <p>3. При наличии стандартов или ТУ на световые заполнения $R_{o,пр}$ следует принимать указанные в соответствующих нормативных документах.</p>			

Приложение Е

Значения коэффициентов затенения светового проема τ_F и τ_{scy} и относительного проникания солнечной радиации k_F и k_{scy} соответственно окон и зенитных фонарей

№ п.п.	Заполнение светового проема	Коэффициенты			
		в деревянных или ПВХ переплетах		в металлических переплетах	
		τ_F и τ_{scy}	k_F и k_{scy}	τ_F и τ_{scy}	k_F и k_{scy}
1	Двойное остекление в спаренных переплетах	0,75/0,7	0,85	-	-
2	Двойное остекление в отдельных переплетах	0,65/0,6	0,85	0,8/0,6(0,8)	0,85
3	Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6 мм) размером, мм: 194×194×98 244×244×98	0,9 0,9	0,65 (без переплета) 0,7 (без переплета)		
4	Профильное стекло коробчатого сечения	0,9	0,75 (без переплета)		
5	Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,9	0,9	-	-
6	Тройное из органического стекла для зенитных фонарей	0,9	0,83	-	-
7	Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,5/-	0,76	0,7/-	0,76
8	Однокамерный стеклопакет из стекла: обычного с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием	0,8/- 0,8/- 0,8/-	0,85 0,57 0,57	0,9/- 0,9/- 0,9/-	0,85 0,57 0,57
9	Двухкамерный стеклопакет из стекла: обычного (с межстекольным расстоянием 6 мм) обычного (с межстекольным расстоянием 12 мм) с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,78/- 0,78/- 0,78/- 0,78/- 0,78/-	0,76 0,76 0,51 0,51 0,51	0,85/- 0,85/- 0,85/- 0,85/- 0,85/-	0,76 0,76 0,51 0,51 0,51
10	Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла: обычного с твердым селективным покрытием с мягким селективным покрытием с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,75/- 0,75/- 0,75/- 0,75/-	0,76 0,51 0,51 0,51	- - - -	- - - -

Классы энергетической эффективности зданий

Обозначение класса	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения расчетного (фактического) значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания q_h^{des} от нормативного, %	Рекомендуемые мероприятия органами администрации субъектов РФ
Для новых и реконструированных зданий			
A	Очень высокий	Менее минус 51	Экономическое стимулирование
B	Высокий	От минус 10 до минус 50	То же
C	Нормальный	От плюс 5 до минус 9	-
Для существующих зданий			
D	Низкий	От плюс 6 до плюс 75	Желательна реконструкция здания
E	Очень низкий	Более 76	Необходимо утепление здания в ближайшей перспективе

Содержание

Введение	1
Выбор варианта задания	3
Состав расчетно-графической работы «Теплоснабжение и вентиляция гражданского задания»	3
1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкция здания	4
1.1. Определение требуемого термического сопротивления теплопередаче наружной и внутренней стен, чердачного перекрытия, окон, дверей	5
1.2. Определение термического сопротивления теплопередаче пола	9
1.3. Определение температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций	10
1.4. Расчет отапливаемых площадей и объемов здания	10
1.5. Определение удельного расхода тепловой энергии на отопление здания ..	11
2. Расчет теплотерь здания	15
2.1. Определение теплотерь через ограждающие конструкции	15
2.2. Затраты теплоты для нагревания инфильтрующегося воздуха	17
2.3. Тепловой баланс помещений и теплотзатраты на отопление здания	17
3. Выбор, установка и расчет поверхности отопительных приборов	18
4. Компоновка теплового пункта и подбор элеватора	21
5. Размещение основных элементов системы водяного отопления в здании	23
5.1. Трубопроводы системы водяного отопления и их размещение в здании	23
5.2. Запорно-регулирующая арматура	24
6. Вентиляция помещений здания	24
Библиографический список	27
Приложения	28

Николай Тимофеевич Пузиков

Александр Юрьевич Чадов

Сергей Валентинович Болдин

Теплоснабжение и вентиляция общественного здания

Методические указания к расчетно-графической работе по дисциплине «Теплогазоснабжение и вентиляция» для студентов очной и заочной форм, обучающихся по направлению 270800.62 Строительство (профиль «Промышленное и гражданское строительство»)

Подписано в печать _____ Формат 60×90 1/16. Бумага газетная.
Печать трафаретная. Уч.- изд. л. Усл. печ. л.
Тираж 300 экз. Заказ № _____

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный
университет», 603950, Н.Новгород, ул. Ильинская, 65

Полиграфцентр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, ул. Ильинская, 65