

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики

Б.М. Легких, Д.В. Гребнев

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. Часть 1

методические указания к курсовому проектированию

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Оренбург
2016

УДК 697.1 (076.5)
ББК 38.762я7
Л 38

Рецензент - доцент, кандидат технических наук С.А. Сандаков

Л 38 Легких, Б.М.
Инженерные системы зданий и сооружений. Часть 1: методические указания к курсовому проектированию / Б.М. Легких, Д.В. Гребнев; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2016. - 46 с.

Методические указания предназначены для выполнения курсового проекта по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений» для студентов очной формы обучения, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Рассмотрены вопросы выбора материала и конструкции наружных ограждений, исходя из климатических условий района строительства, конструирования и расчета системы отопления с учетом схемы подсоединения потребителя к тепловым сетям, расчет системы естественной канальной вентиляции

УДК 697.1 (076.5)
ББК 38.762я7

© Легких Б.М.,
Гребнев Д.В., 2016
© ОГУ, 2016

Содержание

Введение.....	4
1 Содержание курсового проекта.....	5
2 Задание для курсового проектирования.....	5
3 Теплотехническое обоснование ограждающих конструкций.....	6
3.1 Расчет теплового баланса здания.....	10
4 Конструирование и гидравлический расчет системы водяного отопления....	15
5 Расчет отопительных приборов.....	22
6 Подбор водоструйного элеватора.....	25
7 Вентиляция.....	27
Список использованных источников.....	33
Приложение А.....	35
Приложение Б.....	38
Приложение В.....	43
Приложение Г.....	45
Приложение Д.....	46

Введение

Обеспечение комфортных условий в помещениях жилых зданий в холодное время года и политика энергосбережения достигается, как правило, за счет рассчитанной и теплотехнически обоснованной толщины утеплителя в конструкции наружных ограждений, эффективной работы системы отопления и вентиляции. Применение ограждающих конструкций с эффективными теплоизоляционными свойствами позволяет не только снизить теплопотери здания, но и оптимизировать тепловую нагрузку на систему отопления, повысить надежность и долговечность строительных конструкций. Целью первой части курсового проекта по инженерным системам является закрепление лекционного материала при выполнении расчетов выбора и обоснования термического сопротивления ограждающих конструкций, проектирования системы отопления и вентиляции на примере жилого здания.

В методических указаниях рассматриваются вопросы выбора материала утеплителя и теплотехнического расчета конструкции наружных ограждений, исходя из климатических условий района строительства, гидравлического расчета выбранной системы отопления с учетом схемы присоединения потребителя к тепловым сетям, а также расчет системы вентиляции жилого здания.

1 Содержание курсового проекта

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

- введение;
- исходные данные;
- теплотехническое обоснование ограждающих конструкций;
- расчет теплового баланса отапливаемых помещений здания;
- гидравлический расчет системы отопления;
- выбор и расчет отопительных приборов;
- подбор водоструйного элеватора;
- расчёт естественной канальной вентиляции;
- список использованных источников.

Графическая I часть курсового проекта выполняется на двух листах формата А2 и содержит: разрез здания, план типового этажа со схемами отопления и вентиляции в масштабе 1:100, план подвала, технического подполья с нанесением системы отопления в масштабе 1:100, расчетную схему системы отопления, выполненную в аксонометрии, с указанием всех данных, необходимых для расчета, схему элеваторного узла ввода.

2 Задание для курсового проектирования

Рекомендуется запроектировать кирпичное трехэтажное здание с двухскатной кровлей.

При описании характеристики объекта и района строительства необходимо указать исходные данные для проектирования, тип здания и конструкции ограждений (стен, полов, покрытия) с указанием материалов, из которых они изготавливаются.

ются, температуру наиболее холодных суток наиболее холодной пятидневки, с указанием климатической зоны района строительства.

Рекомендуется принять систему отопления двухтрубную с нижней разводкой, питающуюся от ТЭЦ через элеваторный узел ввода, систему отопления тупиковую или с попутным движением теплоносителя; пофасадную, удаление воздуха с использованием кранов Маевского, которые устанавливаются в верхние пробки отопительных приборов.

Задание на проектирование выдается преподавателем индивидуально каждому студенту.

3 Теплотехническое обоснование ограждающих конструкций

Целью теплотехнического расчета являются обоснование, выбор и определение толщины ограждающих конструкций, с целью энергосбережения, при которой температура на внутренней поверхности ограждения будет удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям, а также определение фактического коэффициента теплопередачи ограждений.

Теплотехнический расчет необходимо провести для наружных стен, чердачных перекрытий и перекрытий над неотапливаемыми подвалами.

Расчет каждого ограждения осуществляется в следующей последовательности:

а) определяется сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций по санитарно-гигиеническим требованиям

$$R_0^{mp} = \frac{n \cdot (-t_{H5})}{\Delta t^H \alpha_g}, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}, \quad (1)$$

где Δt^H — нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей поверхности конструкции, $^{\circ}\text{C}$ (для жилых зданий по нормам проектирования принимается: наружных стен 4°C ; покрытий и чердачных перекрытий 3°C ; перекрытий над неотапливаемыми подвалами 2°C);

n — коэффициент, принимаемый в зависимости от положений наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимается для наружных стен и покрытий, перекрытий чердачных (с кровлей из штучных материалов) равным 1, для перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли — 0,6;

t_B — расчетная температура внутреннего воздуха, $^{\circ}\text{C}$, принимается в зависимости от назначения помещения и района строительства;

t_{H5} — расчетная зимняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$, следует принимать в соответствии со СП 131.13330.2012 по строительной климатологии равной средней температуре наиболее холодной пятидневки;

α_g — коэффициент тепловосприятия, для жилых зданий, при гладких внутренних поверхностях ограждающих конструкций принимается равным $8,7 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

б) затем определяется приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_0^{mp} , исходя из величины ГСОП, рассчитанной по следующей зависимости:

$$ГСОП = (t_{в} - t_{он}) \cdot Z_{он}, \quad (2)$$

где $t_{он}$ — средняя температура наружного воздуха за отопительный период, $^{\circ}\text{C}$;

$Z_{он}$ — продолжительность отопительного периода, сут.

Расчет производится согласно требованиям СП 131.13330.2012.

Исходя из величины ГСОП по таблице А.1 приложения А, принимается приведенное сопротивление теплопередачи R_0^{mp} .

Заполнение световых проёмов принимается по таблице А.2 приложения А.

Сравнивая полученные значения требуемого и приведенного значений термических сопротивлений, к дальнейшему расчету принимается наибольшее из полученных значений.

При расчете полов t_H принимается всегда равной средней температуре наиболее холодной пятидневки, независимо от тепловой инерции, если в расчете принята величина $n \leq 0,6$;

в) определение минимальной толщины расчетного слоя ограждения (толщина утепляющего слоя) производится, исходя из условий равенства действительного сопротивления теплопередаче ограждения и его требуемой величины по формуле:

$$\delta_x = \lambda_x R_0^{mp} - \lambda_q \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_H} \right), \text{ м} \quad (3)$$

где $\lambda_1 \dots \lambda_n$ — коэффициент теплопроводности материальных слоев ограждения, Вт/м⁰С, принимается в зависимости от вида материала слоя ограждения и условий эксплуатации ограждения;

$\delta_1 \dots \delta_n$ — толщина слоев ограждения, м;

α_H — коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности ограждения к окружающему воздуху для расчета наружных стен и бесчердачных перекрытий 23 Вт/м²°С; чердачных покрытий 12 Вт/м²; подвальных перекрытий 6 Вт/м²°С.

Полученная величина минимальной толщины расчетного слоя округляется в большую сторону до величины, кратной размеру штучных изделий. Толщину кирпичной кладки принять в полтора кирпича. При расчете утепляющих слоев перекрытий толщина слоя округляется до целого числа сантиметров засыпки или до стандартного размера плитных утеплителей;

г) определяем действительное термическое сопротивление теплопередачи принятого ограждения. Ограждение будет обладать необходимой теплозащитной способностью, если:

$$R_0^{\phi} \geq R_0^{mp}, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}, \quad (4)$$

где $R_0^\phi = \frac{1}{\alpha_e} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H}$, м² °С/Вт;

д) коэффициент теплопередачи ограждения определяется как величина, обратная его действительному сопротивлению:

$$K = \frac{1}{R_0^\phi}, \text{ Вт/м}^2 \text{ °С.} \quad (5)$$

Конструкция заполнения световых проемов (окон, балконных дверей) и величины их термического сопротивления принимаются исходя из величины R_0^{mp} (см. таблицу А.1 приложения А), определенной по ранее приведенной методике. Исходя из полученной величины R_0^{mp} , по приложению А, таблице А.2 выбирают конструкцию заполнения световых проемов и балконных дверей при условии $R_0^\phi \geq R_0^{mp}$.

Требуемое термическое сопротивление теплопередачи для наружных дверей должно быть не менее $0,6R_0^{mp}$ стены и рассчитывается по формуле:

$$R_0^{mp} = 0,6 \frac{t_{H5} - t_{H5}^{\text{вн}}}{\alpha_e \Delta t^H}, \text{ м}^2 \text{ °С/Вт.} \quad (6)$$

При анализе методики расчета видно, что теплотехническое обоснование ограждающих конструкций проводится путем подбора конструкций наружного ограждения и толщины расчетного утепляющего слоя, обеспечивающего требуемые условия $R_0^\phi \geq R_0^{mp}$.

В некоторых случаях принятые к расчету конструкции ограждений получают слишком громоздкими, превышающими установленные стандартом нормы и неэффективными для данного района строительства, что приводит к необходимости изменения конструкции ограждения и, соответственно, повторению расчетов.

Параметры внутренних перегородок и перекрытия над подвалом в лестничной клетке рассчитываются конструктивно.

Далее составляется сводная ведомость коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций здания, через которые наблюдаются теплотери (см. таблицу 1).

Таблица 1 - Сводная ведомость теплопередачи ограждающих конструкций

Наименование ограждения	Толщина ограждения, м	R_0^{ϕ} , м ² °С/Вт	K , Вт/м ² °С	Источник
Наружная стена				Расчетно-пояснительная записка, с ...
Двойное окно и т. д.				Приложение А, таблица А.2

3.1 Расчет теплового баланса здания

На плане типового этажа и подвала здания производится нумерация, начиная с помещений подвала (01). На первом этаже нумерация начинается с угловой комнаты, с номера 101; на втором этаже, с номера 201 и т. д. Помещения нумеруются слева направо. Номера проставляются на чертежах в центре помещения в одинарном кружке. Лестничная клетка считается одним помещением вне зависимости от количества этажей здания и обозначается либо римской цифрой, либо буквой.

Основные теплотери через каждый вид ограждения рассчитываются по формуле:

$$Q_0 = FK \overbrace{(\theta - t_{H5})}^{\eta}, \text{ Вт} \quad (7)$$

где F — расчетная площадь ограждений, м², (согласно правилам обмера);

K — коэффициент теплопередачи данной ограждающей конструкции, Вт/м² °С, (берется из таблицы 1);

t_B — расчетная температура внутреннего воздуха данного помещения, принимаемого в зависимости от его назначения и района строительства, для жилых комнат $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ или $20\text{ }^{\circ}\text{C}$; кухонь — $18\text{ }^{\circ}\text{C}$; ванной комнаты и совмещенного сан. узла — $25\text{ }^{\circ}\text{C}$; туалета и коридора — $18\text{ }^{\circ}\text{C}$; лестничной клетки — $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в районах строительства с температурой наружного воздуха $-31\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже, в жилой комнате принимается температура внутреннего воздуха $20\text{ }^{\circ}\text{C}$);

t_{H5} — расчетная температура наружного воздуха для района строительства, принимается равной средней величине наиболее холодной пятидневки по параметру $0,92\text{ }^{\circ}\text{C}$; n — то же, что в формуле (1).

В работе необходимо провести расчет теплопотерь через все наружные ограждения, а также через ограждения, граничащие с неотапливаемыми помещениями (перекрытие над подвалом). Расчет теплообмена между смежными помещениями, имеющими разность температур более $3\text{ }^{\circ}\text{C}$, проводится через внутренние стены. Расчет теплопотерь между помещениями сводится в таблицу 2. Обмер производится с точностью до $0,1$ м. Поверхность отдельных ограждающих конструкций подсчитывается с точностью до $0,1\text{ м}^2$. Линейные размеры и площадь теплоотдающих поверхностей записываются отдельно для каждого помещения.

При подсчете теплопотерь через стены площадь окон из площади стен не вычитается, а, следовательно, теплопотери через окна оказываются уже частично подсчитанными с учетом коэффициента теплопередачи стены. Поэтому при подсчете потерь тепла через окна следует использовать коэффициент теплопередачи, равный разности коэффициентов теплопередачи окна и стены ($K_{\text{окна}} - K_{\text{стены}}$).

При подсчете потерь тепла через входную дверь в лестничной клетке из площади наружной стены необходимо вычесть площадь двери и считать со своим коэффициентом.

Расчетную разность температур принимают с коэффициентом « n », значение которого принимается таким же, что и в формуле (1).

Добавочные потери теплоты следует принимать в долях от основных потерь по следующей формуле:

$$Q_{доб} = Q_0 \beta, \text{ Вт} \quad (8)$$

где β — добавочные потери теплоты в долях от основных теплопотерь, принимаемые в соответствии с СНиП 41-01-2003.

При определении дополнительных теплопотерь на ориентацию здания, в помещениях любого назначения, через наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные на север, восток, северо-восток и северо-запад $\beta = 0,1$, на юго-восток и запад $\beta = 0,05$, на юго-запад и юг $\beta = 0$.

Добавочные теплопотери на угловые помещения и помещения, имеющие два и более наружных ограждения, для жилых зданий производятся путем увеличения температуры внутреннего воздуха помещения на 2 градуса.

Добавочные теплопотери через полы, расположенные над проветриваемыми холодными подвалами, в районах строительства с расчетной температурой наружного воздуха — 40 °С и ниже рассчитываются с коэффициентом $\beta = 0,05$.

При расчете теплопотерь через наружные двери при высоте зданий H , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, коэффициент « β » определяется следующим образом:

$\beta = 0,2H$ — для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

$\beta = 0,27H$ — для двойных дверей с тамбурами между ними;

$\beta = 0,34H$ — для двойных дверей без тамбура;

$\beta = 0,22H$ — для одинарных дверей.

Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха через наружные ограждающие конструкции помещений определяется для двух случаев: при естественной вытяжной вентиляции без притока подогретого воздуха при действии теплового и ветрового напора $Q_{п.в.}$ для каждого помещения отдельно производится по следующим формулам:

$$Q_M = 0,28L\rho c \left(-t_{н5} \right), \text{ Вт} \quad (9)$$

где L — расход инфильтрующегося воздуха, через ограждающие наружные конструкции помещения, кг/ч;

c — удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \text{ кДж/кг}^{\circ}\text{C}$;

$t_{в}, t_{н5}$ — расчетная температура воздуха, соответственно, внутреннего и наружного, $^{\circ}\text{C}$;

ρ — плотность наружного воздуха, кг/ м^3 , принимается по таблице 10;

L — расход удаляемого воздуха, для жилых зданий $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 жилых помещений и кухни.

Надбавки принимаются в относительных единицах (10% - 0,1).

Дополнительные бытовые тепlopоступления учитываются для кухни и жилых помещений по следующей формуле

$$Q_{\sigma} = 21A_n, \quad (10)$$

где A_n — площадь пола помещения, м^2 .

Расчёт теплового баланса здания сводится в таблицу 2.

В графе 2 указываются все ограждения, через которые происходят тепlopотери. Поскольку расчет тепlopотерь на инфильтрацию и тепlopоступления производится на всё помещение, поэтому нижняя линия в таблице 2 проводится как после окончания перечисления наименований ограждающих конструкций, так и добавочная, в которую записываются тепlopотери граф 14 и 15. В эту же сторону записываются суммарные тепlopотери комнаты, рассчитанные в графе 13. По этой же строчке проводится расчет графы 16.

В графу 12 записывается сумма граф 10 и 11 с прибавлением $+1 \text{ }^{\circ}\text{C}$. В графу 13 записываются добавочные тепlopотери, полученные в результате перемножения графы 9 на графу 12. Графа 9 определяется как $6 \times 7 \times 8 + 9$. Графа 16 определяется путем сложения граф 13 и 14 и вычитанием графы 15.

При заполнении таблицы необходимо учитывать фактическую температуру с учетом помещений, с надбавкой $+ 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблица 2 - Сводная ведомость теплового баланса здания

№ помещения и назначение помещения, $t_{в}, ^\circ\text{C}$	Характеристика ограждающих конструкций и расчетные параметры							Основные теплопотери $Q_0 = F_{к}(t_{в} - t_{н})n, \text{Вт}$	Добавочные теплопотери $Q_{доб} = Q \cdot \beta, \text{Вт}$			С учетом добавочных теплопотерь	На инфильтрацию, $\text{Вт } Q_{и}$	Бытовые теплопоступления Q_6	Полные теплопотери $\Sigma Q, \text{Вт}$
	Наименование ограждения	Ориентация	Размер ограждения, м	Площадь ограждения, $F, \text{м}^2$	$K, \text{Вт/м}^2, ^\circ\text{C}$	$t_{н} - t_{в}, ^\circ\text{C}$	n		На ориентацию	На открывание наружных дверей	Суммарные надбавки, $^\circ\text{C}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
101 Ж.К. 20 ...	Н.С.														
	О.К.														
												Σ	Σ	Σ	Σ

4 Конструирование и гидравлический расчет системы водяного отопления

Вид систем отопления, параметры теплоносителя, тип нагревательных приборов принять в соответствии с требованиями строительных норм и правил.

При выполнении курсового проекта принять двухтрубную систему, вертикальную, с нижней разводкой, тупиковую, пофасадную.

Прокладку подающих и обратных магистральных трубопроводов следует предусмотреть в подвале здания под потолком, на расстоянии 500-600 мм от низа перекрытия.

Подающий трубопровод следует расположить у наружной стены.

Стояки следует проложить открыто и расположить у наружной стены на расстоянии 35 мм от внутренней поверхности до оси труб, при диаметре последних до 32 мм. В места пересечения стояков и подводок, огибающие скобы устраивают на стояках, изгибы – в сторону помещения. Конструкция стояков должна обеспечивать унификацию узлов и деталей, с подводкой одинаковой длины (до 500 мм). При этом стояк располагают на расстоянии не менее 150 мм от откоса оконного проема. В угловых помещениях стояки рекомендуется размещать в углах наружных стен с целью предотвращения промерзания углов. При непарных отопительных приборах подающий стояк делают «холостым».

В лестничных клетках многоэтажных зданий предусматривается установка отдельных стоков. В тамбурах запрещается прокладка труб и установка нагревательных приборов.

Нумерация стояков проводится по часовой стрелке, начиная с левого верхнего угла здания.

Отопительные приборы следует размещать под световыми приборами. Если прибор под окном разместить нельзя, то допускается их установка у наружных или внутренних стен (ближе к наружным). В угловых помещениях приборы необходимо разместить на обеих наружных стенах. Минимальное количество устанавливаемых

секций – три штуки, максимальное – двадцать пять штук, при большем их количестве производят разделение на два прибора с соединением их на «сцепке». Соединение на «сцепке» допускается при условии установления второго прибора в том же помещении на расстоянии не более полутора метров от первого прибора, и диаметр соединительных труб должен быть не менее входного отверстия прибора.

Отопительные приборы в жилых зданиях следует устанавливать ближе к полу, на расстоянии не менее 60 мм от него, для равномерного прогрева воздуха у поверхности пола и рабочей зоны. Расстояние от стены до прибора принимают 40 мм, между прибором и верхом ниши – 50 мм, до подоконной доски – 100-140 мм. В случае применения импортного оборудования необходимо строгое выполнение монтажных требований, указанных в их паспорте. В лестничной клетке устанавливают проточные нагревательные приборы без установки запорно-регулирующей арматуры на этажах. В ванных комнатах необходимо запроектировать гладкотрубные приборы в виде змеевика.

Целью гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов отопления, обеспечивающих при заданном давлении затекании требуемого количества теплоносителя в нагревательные приборы.

Прежде чем приступить к расчету, необходимо составить расчетную схему, которая представляет собой аксонометрию системы отопления, выполненную в масштабе 1:100 под углом 45° без искажений (выполняется на листе формата А2) с нанесением всей запорно-регулирующей арматуры и устройств для выпуска воздуха.

Отопительные стойки следует располагать у наружных стен. В угловых помещениях стойки следует устанавливать в углах, образованных наружными стенами, чтобы предохранить стены от сырости и промерзания. Нагревательные приборы на схеме условно изображаются прямоугольниками, в которые вписывается их учетная нагрузка ($Q_{расч}$), Вт/ч.

Обогрев помещений, установка нагревательных приборов в которых не проектируется (коридор, туалет и т.п.), осуществляется за счет сообщающихся с ними смежных помещений, оборудованных нагревательными приборами. Теплотери

неотапливаемых помещений можно равномерно распределить между сообщающимися с ними смежными отапливаемыми помещениями, двери которых открываются непосредственно в неотапливаемые помещения. В этом случае расчетная тепловая нагрузка на отопительные приборы определяется суммой теплотерь помещения, в котором они устанавливаются, и соответствующей долей теплотери неотапливаемого помещения, то есть

$$Q_{расч} = Q_n + \frac{\sum Q_c}{m}, \text{ Вт} \quad (11)$$

где Q_n – теплотери помещений, где установлены нагревательные приборы, Вт;

$\sum Q_c$ - теплотери смежных помещений, необорудованных нагревательными приборами, Вт;

m – количество отапливаемых помещений, двери которых открываются в помещение, в котором отсутствуют нагревательные приборы.

Затем определяются наиболее неблагоприятное (главное) циркуляционное кольцо, за которое в системах отопления с искусственной циркуляцией следует принимать: при тупиковой разводке магистралей – кольцо, проходящее через наиболее удаленный стояк. Для выполнения гидравлического расчета на аксонометрической схеме выделяются расчетные участки и против каждого участка проставляется его тепловая нагрузка, длина и порядковый номер.

Сумма длин всех расчетных участков (подающих и обратных трубопроводов) составляет общую длину $\sum l$ расчетного циркуляционного кольца.

Расчетными участками циркуляционного кольца считаются участки труб, в которых протекает неизменное количество теплоносителя и, следовательно, имеют постоянный диаметр.

Тепловая нагрузка участков определяется суммой тепловых нагрузок стояков, обслуживаемых расчетным участком. Нумерацию расчетных участков рекомендуется начинать с наиболее удаленного стояка, что позволяет облегчить расчет тепловой

нагрузки на участке. Участки нумеруются арабскими цифрами (1, 2 и так далее) на подаче и (1', 2' и так далее) на обратке. В курсовом проекте необходимо провести гидравлический расчет только главного циркуляционного кольца.

Рекомендуется гидравлический расчет провести методом удельных потерь давления, который позволяет рассчитать систему при любой сложности устройства системы отопления. При использовании данного способа для определения диаметра трубопровода необходимо знать удельную потерю давления на трение по расчетному циркуляционному кольцу и количество теплоносителя, протекающего по каждому расчетному участку.

Ориентировочно, удельные потери давления по всему расчетному кольцу определяются

$$R_{cp} = \frac{0,65P_p}{\sum l}, \text{ Па/м} \quad (12)$$

где 0,65 – предполагаемая доля потери располагаемого давления на трение;

P_p - располагаемый перепад давления для создания циркуляции теплоносителя в системе отопления.

При расчете принять $P_p=2000-3000$ Па (после элеватора).

Количество теплоносителя, протекающему по расчётному участку, определяется по формуле

$$G = \frac{3,6Q_{yч}\beta_1\beta_2}{C(t_r - t_0)}, \text{ кг/ч} \quad (13)$$

где $Q_{yч}$ - тепловая нагрузка рассчитываемого участка, Вт;

C – теплоёмкость воды, 4,187 кДж/кг °С;

t_r - температура воды, поступающей в систему, °С;

t_0 – температура воды, возвращающейся из системы °С;

β_1 - коэффициент учета дополнительно потерь теплоты отопительными приборами, расположенными у наружных ограждений;

β_2 - коэффициент учёта дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счёт округления сверх расчётной величины потерь.

Величина β_1 и β_2 принимается по таблицам 3 и 4, исходя из принятого типа нагревательного прибора и величины номенклатурного ряда.

Поскольку большинство современных отопительных приборов секционные, в таблице В.1 приложения В приведены характеристики чугунных секционных радиаторов, методика расчёта которых позволяет произвести расчёт любого секционного прибора.

Таблица 3 - Коэффициент учёта дополнительного теплового потока

Шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, Вт	Коэффициент β_1
120	1,02
150	1,03
180	1,04
210	1,06
Примечание – Для радиаторов стальных панельного типа РСВ1 β_1 принимается 1,06.	

Таблица 4 - Коэффициент учёта дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений

Наименование отопительных приборов	Коэффициент учёта β_2	
	У наружной стены, в том числе под световыми проёмами	У остекления светового проёма
Радиатор чугунный секционный	1,02	1,07
Стальные панельные	1,04	1,10

В жилых зданиях параметры теплоносителя в двухтрубных системах водяного отопления принимаются $t_{\Gamma}=95\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_0=70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

По полученным параметрам $R_{\text{ср}}$, величины G расчётного участка, предельно допустимым скоростям движения теплоносителя находится предварительный диаметр труб.

Исходя из принятого диаметра труб по приложению А, находятся фактические удельные потери давления R и скорость движения теплоносителя V . Полученные величины заносятся в раздел предварительно расчёта таблицы 3. Затем, по принятому диаметру определяют значение коэффициентов местных сопротивлений каждого расчётного участка.

Значения коэффициентов местных сопротивлений расчётных участков заносятся в таблицу 5.

Таблица 5 – Местные сопротивления расчетных участков главного циркуляционного кольца

№ участка	Местные сопротивления	№ участка	Местные сопротивления
1	2	3	4

Потеря давления на местное сопротивление можно рассчитать по формуле

$$Z = \sum \zeta \frac{v^2}{2} \rho, \text{ Па} \quad (14)$$

где ζ - коэффициент местного сопротивления (см. приложение Б, таблица Б.1);

$\frac{v^2}{2} \rho$ - динамическое давление воды на данном участке трубопровода, Па.

По величине скорости движения воды и величине v по таблице Б.2 приложения Б можно определить величину Z .

При расчёте отдельных участков трубопровода следует иметь в виду, что местное сопротивление тройников и крестовин относят к расчётным участкам с наименьшим расходом воды, а местное сопротивление нагревательных приборов учитывают поровну в каждом примыкающем к ним трубопроводе.

По окончании заполнения таблицы предварительного расчёта производится проверка гидравлического расчёта циркуляционного кольца с учётом 5-10 % запаса величины располагаемого давления на неучтённые потери:

$$\Delta_{\text{зап}} = \frac{P_p - \sum (Rl + Z)}{P_\phi} \cdot 100\% . \quad (15)$$

Если запас удовлетворяет указанным требованиям, то предварительный расчёт выполнен верно, и полученные значения диаметров трубопровода принимаются окончательно.

При несоответствии указанных условий необходимо на отдельных участках увеличить (если запас давления недостаточен) или уменьшить (при большом запасе) диаметр трубопровода. Изменение диаметра трубы на участке может быть осуществлено только на подаче или обратной.

При использовании полимерных (полипропиленовых) труб необходимо использовать гостированную методику. При ее отсутствии расчет ведется по приведенной ранее методике, с учетом сопротивлений и диаметров труб, по таблицам завода-изготовителя). Например, трубопроводные системы для напорного водоснабжения и отопления из полипропилена систем SSMK.

5 Расчет отопительных приборов

При выполнении расчётов отопительных приборов теплоотдачу от труб можно не учитывать.

Расчёт отопительных приборов заключается в определении площади поверхности отопительных приборов и числа секций в принятых к расчёту нагревательных приборах и расчётной схемы.

В двухтрубных системах водяного отопления температуры теплоносителя, поступающего на прибор « t_{Γ} » и на выходе из него « t_0 » принимаются постоянными, соответственно 95 °С на 70 °С.

Вначале определяется расход теплоносителя в приборе по формуле:

$$G_{np} = \frac{3,6Q_{np}\beta_1\beta_2}{c(t_{\Gamma} - t_0)}, \text{ кг/ч} \quad (16)$$

где $\beta_1, \beta_2, t_{\Gamma}, t_0$ – то же, что в уравнении (13);

Q_{np} - расчетная тепловая нагрузка на данный прибор, Вт.

Затем рассчитывается средний температурный напор в отопительном приборе с учётом температуры внутреннего воздуха в помещении:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{\Gamma} - t_0}{2} - t_e, \quad (17)$$

где t_e - температура внутреннего воздуха, °С.

Исходя из принятого типа прибора по таблице В.1 приложения В принимаем номинальную плотность теплового потока $q_{ном}$, Вт/м².

Поскольку номинальная тепловая плотность теплового потока определена для стандартных условий, то фактическая плотность теплового потока определяется по следующей формуле

$$q_{np} = q_{ном} \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{cp}}{360} \right)^p, \text{ Вт/м}^2 \quad (18)$$

где $q_{ном}, \Delta t_{cp}, G_{cp}$ - то же, что и в предыдущих формулах;

n и p - показатель степеней для определения теплового потока отопительного прибора.

Данные показатели степеней принимаются в зависимости от направления движения и расхода теплоносителя в приборе по таблице В.2 приложения В.

Расчётная площадь теплоотдающей поверхности прибора в зависимости от выбранного типа, определяется по формуле:

$$A_{np} = \frac{Q_{np}}{q_{np}}, \text{ м}^2. \quad (19)$$

При выборе марки или числа элементов (секций) нагревательных приборов используются технические характеристики справочной литературы или каталоги фирм-производителей.

Основная масса нагревательных приборов, используемых в современных системах водяного отопления, являются секционными.

Число элементов в секционном приборе определяется по формуле

$$N = \frac{A_{np} \beta_4}{a_1 \beta_3}, \quad (20)$$

где a_1 - площадь одной секции принятого к расчёту нагревательного прибора, берётся по таблице В.1 приложения В, м^2 ;

β_3 – поправочный коэффициент, учитывающий число секций в одном приборе;

β_4 - поправочный коэффициент, учитывающий способ установки отопительного прибора.

Для чугунных радиаторов $\beta_3=1,0$ при числе секций до 15, $\beta_3=0,98$ при 16-20 секциях, $\beta_3=0,96$ при 21-25 секциях.

В курсовом проекте можно принять открытую установку нагревательных приборов без ниши, следовательно, принимаем $\beta_4=1$.

В ванной комнате устанавливается гладкотрубный нагревательный прибор в виде змеевика. Задав диаметр, длину прибора определяем по следующей формуле

$$l = \frac{Q_{np}}{q_{np}}, \quad (21)$$

где q_{np} - теплоотдача с 1 метра горизонтально проложенной трубы, Вт/м.

При получении дробного числа N его необходимо округлить до целого. Уменьшение расчётной площади прибора «А» допустимо не более, чем на 5 % или на $0,1 \text{ м}^2$. Для определения площади дробной части числа секций необходимо дробную часть умножить на площадь одной секции a_1 , принятого к установке прибора.

Если полученная площадь меньше или равна $0,1 \text{ м}^2$, то число секций округляется в меньшую сторону, если площадь больше $0,1 \text{ м}^2$, то округление производится в большую сторону.

Результат расчета отопительных приборов в каждом помещении сводится в таблицу 6.

Таблица 6 – Ведомость расчета отопительных приборов

Номер помещения	Номер прибора	Тепловая нагрузка на прибор Q_{np} , Вт	Температура воздуха помещения $t_{в}$, °С	Расход теплоносителя G_{np} , кг/ч	Δt_{cp} , °С	q_{np} , Вт/м ²	Площадь прибора, A_{np} , м ²	Количество секций N , шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9

6 Подбор водоструйного элеватора

Расчет элеваторного узла ввода (управления) заключается в подборе водоструйного элеватора. Основной расчетной характеристикой для элеватора является коэффициент смещения, определяемый по следующей зависимости

$$u = \frac{\tau_1 - t_2}{t_2 - t_0}, \quad (22)$$

где τ_1 - температура воды, поступающей в элеватор из тепловой сети, °С;

t_2 - температура воды, поступающей в систему отопления после смешения, °С;

t_0 - температура охлажденной воды, поступающей из системы отопления, °С.

Подбор элеватора производится по размеру диаметра (горловины) камеры смещения, рассчитанному по следующей формуле

$$d_k = 8,5 \sqrt{\frac{G_{co}}{\Delta P_{co}}}, \text{ мм.} \quad (23)$$

где ΔP_{co} - фактическое сопротивление главного циркуляционного кольца системы отопления, кПа;

G_{co} - количество воды, циркулирующей в системе отопления, т/ч.

$$G_{co} = \frac{3,6 \cdot Q_{III}}{c(t_2 - t_0) \cdot 1000}, \text{ т/ч} \quad (24)$$

где Q_{III} - тепловая нагрузка системы отопления, Вт;

c, t_2, t_0 - то же, что и в предыдущих уравнениях.

Исходя из полученного размера диаметра горловины камеры смешения, по таблице 7 подбираем к установке типовой ближайший элеватор.

Таблица 7 – Конструктивные характеристики элеватора

Номер элеватора	Диаметр горловины, d_r , мм	Размеры, мм					Диаметр сопла d_c , мм	Масса, кг
		L	l	D_1	D_2	h		
1	15	360	70	145	145	130	3-8	8,3
2	20	440	93	160	145	135	4-8	11,3
3	25	570	104	180	160	145	6-10	15,5
4	30	620	125	195	160	170	7-12	18,7

По принятому к установке номеру элеватора определяют величину его диаметра сопла d_c

$$d_c = \frac{d_k}{1+n}, \text{ м} \quad (25)$$

Полученное значение диаметра сопла сравниваем с табличной величиной. В случае несоответствия диаметра сопла табличным значениям необходимо принять другой ближайший номер и произвести перерасчет. При соблюдении условий расчет заканчивается.

7 Вентиляция

Согласно требованиям СНиП в жилых зданиях рекомендуется применять вытяжную естественную вентиляцию с устройством каналов во внутренних стенах или специальных вентблоках. При этом следует помнить, что вытяжка из жилых помещений квартиры устраивается при наличии в ней 4 жилых комнат и более. Вентиляция в этом случае предусматривается только для тех помещений, которые не примыкают к кухням и санузлам. В курсовой работе рекомендуется расчёт вентиляции кухонь и санузлов проводить по минимальной вытяжке. Нормы вытяжки приведены в таблице Г.1 приложения Г. Во всех случаях приток воздуха осуществляется за счёт инфильтрации, а также при открытии форточек, фрамуг и окон.

Расчёт системы вентиляции заключается в подборе площади сечения вытяжных каналов, обеспечивающих требуемый воздухообмен при заданном (располагаемом) давлении.

Расчёт вентиляции произвести только для кухни и санузлов.

Расчёт начинается с определения требуемого воздухообмена во всех помещениях, где необходимо устройство вентиляции.

Исходя из требуемого воздухообмена помещения, предварительно рассчитывается площадь вытяжного канала воздуховода при заданной скорости движения воздуха

$$f = \frac{L}{3600\omega}, \text{ м}^2 \quad (26)$$

где L – объём вентиляционного воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

ω - скорость движения воздуха по вентиляционному каналу, $\text{м}/\text{с}$.

Скорость движения воздуха в вертикальных каналах верхнего этажа рекомендуется принимать равной 0,5-0,6 $\text{м}/\text{с}$, увеличивая её на 0,1 $\text{м}/\text{с}$ на каждый ниже расположенный этаж. Максимально допустимая скорость движения вертикальных ка-

налов систем естественной вытяжной вентиляции 1,0 м/с. По полученной площади принимается ближайшее типовое сечение канала.

Минимальный допустимый размер кирпичных каналов $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича и приставочных воздуховодов 100x50мм (см. таблицу 8).

Таблица 8 - Эквивалентные по трению диаметры для кирпичных каналов

Размер в кирпичах	Площадь, м ²	d, мм
х	0,02	140
х1	0,038	180
1х 1	0,073	265
1х1	0,11	320
1х2	0,14	375
2х2	0,28	545

Примечание - Для каналов квадратного сечения эквивалентный по трению диаметр d равен стороне квадратного канала. Затем определяется действительная скорость движения воздуха в принятом канале.

$$\omega = \frac{L}{3600f} \quad (27)$$

где f – принятое к расчету типовое сечение канала, м².

Для обеспечения нормальной работы естественной вытяжной вентиляции необходимо, чтобы выполнялось следующее условие:

$$\sum (Rl\beta + Z)\alpha = P_e, \text{ Па} \quad (28)$$

где R – удельные потери давления на трение, Па/м;

l – длина воздуховодов, м;

β – поправочный коэффициент на шероховатость поверхности (см. таблицу 9);

Z – потеря давления на местное сопротивление, Па;

α – коэффициент запаса, равный 1,1+1,15;

P_e – располагаемое давление, Па.

Таблица 9 - Значение коэффициентов шероховатости

Скорость движения воздуха, м/с	При материале воздуховода			
	шлакогипс	шлакобетон	кирпич	штукатурка по сетке
0,4	1,08	1,11	1,25	1,48
0,8	1,13	1,19	1,4	1,69
1,2	1,18	1,25	1,5	1,84
1,6	1,22	1,31	1,58	1,95
2	1,25	1,35	1,65	2,04
2,4	1,28	1,38	1,7	2,11
3	1,32	1,43	1,77	2,2
4	1,37	1,49	1,86	2,32
5	1,41	1,54	1,93	2,41
6	1,44	1,58	1,98	2,48
7	1,47	1,61	2,03	2,54
8	1,49	1,64	2,06	2,58

В канальных системах естественной вытяжной вентиляции величина возникающего давления определяется по следующей зависимости

$$P = hg(\rho_n - \rho_e), \text{ Па} \quad (29)$$

где h - высота воздушного столба, принимаемая от центра вытяжного отверстия до устья вытяжной шахты, м;

ρ_n и ρ_e – соответственно плотность наружного и внутреннего воздуха, кг/м³ (см. таблицу 10).

Таблица 10 – Плотность воздуха

t, °C	ρ , кг/м	d, г/кг	t, °C	ρ , кг/м	d, г/кг	t, °C	ρ , кг/м	d, г/кг
-20	1,396	0,8	-4	1,312	2,8	12	1,239	8,75
-18	1,385	0,93	-2	1,303	3,3	14	1,23	9,97
-16	1,374	1,11	0	1,293	3,9	16	1,222	11,4

Продолжение таблицы 10

t, °С	ρ , кг/м	d, г/кг	t, °С	ρ , кг/м	d, г/кг	t, °С	ρ , кг/м	d, г/кг
-12	1,353	1,5	4	1,275	5,1	20	1,205	14,7
-10	1,342	1,8	6	1,265	5,79	22	1,197	16,8
-8	1,332	2,08	8	1,256	6,65	24	1,189	18,8
-6	1,322	2,4	10	1,248	7,63	26	1,181	21,4

П р и м е ч а н и е – Температура t , плотность ρ , кг/м, влагосодержание d , г/кг при полном насыщении воздуха и давлении 101,335 кПа (760 мм.рт.ст).

Располагаемое давление определяется для температуры наружного воздуха + 5 °С независимо от района строительства.

По ориентировочно принятому сечению вентиляционного канала определяются суммарные потери давления на трение и местные сопротивления.

Удельные потери давления на трение определяется по номограмме для стальных круглых воздуховодов (см. приложение Д).

При использовании номограммы R определяется на пересечении скорости (по вертикали) и эквивалентного диаметра (по горизонтали) линией R (по диагонали).

Величина Z определяется только линией скорости, которая проводится до нижней оси.

Для использования расчётных таблиц или номограмм при проектировании воздуховодов (каналов) некруглого сечения необходимо знать эквивалентный диаметр, поскольку расчет ведется на основе круглого стального воздуховода.

Потеря давления на местные сопротивления определяются согласно формуле

$$Z = \sum \zeta \cdot h_{дин.} \quad (30)$$

где $\sum \zeta$ - сумма коэффициентов местного сопротивления на расчётном участке;

$h_{дин.}$ - динамическое давление, Па.

Коэффициенты местных сопротивлений для вытяжной шахты с зонтом $\zeta = 1,3$, вход с поворотом потока воздуха $\zeta = 2$, клапан утеплённый $\zeta = 0,1$.

Динамическое давление может быть определено по номограмме (см. приложение Д), либо по следующей зависимости

$$h = \frac{v^2}{2} \rho, \text{ Па} \quad (31)$$

где v - скорость движения воздуха, м/с ;

ρ - плотность воздуха, кг/м.

Расчёт сводится в таблицу 11.

В случае соблюдения условий формулы (28) расчёт заканчивается. Если условие не соблюдается, необходимо изменить сечение канала и произвести перерасчёт.

При запасе располагаемого давления больше 15 % необходимо произвести перерасчет на ближайший меньший диаметр.

В случае, если скорость будет превышать 1 м/с, то предварительно рассчитанный диаметр остается. Если запас меньше 1,1, то необходимо увеличить диаметр.

Таблица 8 - Результаты расчёта воздуховодов системы естественной вытяжной вентиляции

№ участка	Требуемый воздухообмен L , м ³ /ч	Расчётная длина участка, м	Размеры воздуховода $a \times b$, м	Площадь воздуховода f , м ²	Эквивалентный диаметр, d , м	Скорость воздуха, w , м/с		Потеря давления на трение R_t , Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений	Потеря давления в местных сопротивлениях	Суммарные потери	Располагаемое давление P , Па	
						7	8						
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13

Список использованных источников

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология (актуализированная редакция СНиП 23-01-99*). – Взамен СНиП 23-01-99*; Введ. 2013-01-01. – Москва, 2012 – 108 с.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий (актуализированная редакция СНиП 23-02-2003). – Взамен СНиП 23-02-2003; Введ. 2013-07-01. – Москва, 2012 – 95 с.
3. СП 41-102-98. Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб; Введ. 1998-04-16. – Москва: Госстрой России, 1999 – 37 с.
4. ГОСТ 21.602-2003. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. – Взамен ГОСТ ГОСТ 21.602-79; Введ. 2003-06-01. – Москва: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2003 – 34 с.
5. Бакрунов Г.А. Теплозащита зданий и сооружений: учебное пособие / Г.А. Бакрунов, Ю.С. Вытчиков; Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара, 2004. - 84 с. - ISBN 5-9585-0073-2.
6. Внутренние санитарно-технические устройства : в 3 ч. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1990-1992. - (Справочник проектировщика). Ч. 1 : Отопление / под ред. И. Г. Староверова, Ю. И. Шиллера. - , 1990. - 344 с.
7. Внутренние санитарно-технические устройства : в 3 ч.. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1990-1992. - (Справочник проектировщика). Ч. 3, кн. 2 : Вентиляция и кондиционирование воздуха / под ред. Н. Н. Павлова, Ю. И. Шиллера. - , 1992. - 416 с. : ил - ISBN 5-274-01155-1.
- 7.7
8. Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений : учебник для вузов / под ред. Ю. П. Соснина . - М. : Высш. шк., 2001. - 415 с. : ил. - ISBN 5-06-003827-0.
9. Сканави, А. Н. Отопление : учеб. для вузов / А. Н. Сканави, Л. М. Махов. - М. : АСВ, 2002. - 576 с. : ил. - Библиогр.: с. 560-571. - ISBN 5-93093-161-5.

10. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. /
Под ред. проф. Б.М. Хрусталева – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 784 с., 183 ил.

Приложение А (справочное)

Таблица А.1 - Нормы сопротивления теплоотдачи ограждающих конструкций

Здания и помещения	Градусосутки отопительного периода, С сут.	Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей	фонарей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,30	0,30
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,60	0,40
	8000	4,2	6,2	5,5	0,70	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,50
	12000	5,6	8,2	7,3	0,80	0,55

Примечания

1. Промежуточные значения R следует определять интерполяризацией.
2. Нормы сопротивления теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций для помещений производственных зданий с влажным или мокрым режимом, с избытками явного тепла от 23 Вт/м^3 , а также для помещений общественных, административных и бытовых зданий с влажным или мокрым режимом следует принимать как для помещений с сухим и нормальным режимам производственных зданий.
3. Приведённое сопротивление теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее, чем в 1,5 раза выше сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих изделий.
4. В отдельных обоснованных случаях, связанных с конкретными конструктивными решениями заполнения оконных и других проёмов, допускается применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведённым сопротивлением теплопередаче на 5 % ниже устанавливаемого в таблице.

Таблица А.2 - Приведённое сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей

Заполнение светового проёма	Приведённое сопротивление теплопередаче R, м ² С ⁰ /Вт
1	2
1. Двойное остекление в спаренных переплётах	0,4
2. Двойное остекление в отдельных переплётах	0,44
3. Блоки стеклянные пустотные с шириной швов между ними 6мм, размером, мм:	
- 194x194x98	0,31 (без переплета)
- 244x244x98	0,33(без переплета)
4. Профильное стекло коробчатого сечения	0,31 (без переплета)
5. Двойное из органического стекла зенитных фонарей	0,36
6. Тройное из органического стекла зенитных фонарей	0,52
7. Тройное остекление в отдельно-спаренных переплётах	0,55
8. Однокамерный стеклопакет из стекла:	
- обычного	0,38
- с твёрдым селективным покрытием	0,51
- с мягким селективным покрытием	0,56
9. Двухкамерный стеклопакет из стекла:	
- обычного (с межстекольным расстоянием 6 мм)	0,51
- обычного (с межстекольным расстоянием 12 мм)	0,54
- с твёрдым селективным покрытием	0,58
- с мягким селективным покрытием	0,68
- с твёрдым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,65
10. Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплётах из стекла:	
- обычного	0,56
- с твёрдым селективным покрытием	0,63
- с мягким селективным покрытием	0,72
- с твёрдым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,69

Продолжение таблицы А.2

1	2
<p>11. Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплѣтах из стекла:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обычного - с твёрдым селективным покрытием - с мягким селективным покрытием - с твёрдым селективным покрытием и заполнением аргоном <p>12. Два однокамерного стеклопакета в спаренных переплѣтах</p> <p>13. Два однокамерного стеклопакета в отдельных переплѣтах</p> <p>14. Четырёхслойное остекление в двух спаренных переплѣтах:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в стальных переплѣтах 	<p style="text-align: center;">0,68</p> <p style="text-align: center;">0,74</p> <p style="text-align: center;">0,81</p> <p style="text-align: center;">0,82</p> <p style="text-align: center;">0,7</p> <p style="text-align: center;">0,74</p> <p style="text-align: center;">0,8</p>
<p>Примечания</p> <p>1. Мягким селективным покрытием стекла относят покрытия с тепловой эмиссией менее 0,15, к твёрдым – более 0,15.</p> <p>2. Значения приведѣнных сопротивлений теплопередаче, указанных в таблице, допускается применять в качестве расчѣтных при отсутствии этих значений в стандартах или технических условиях конструкции или не подтверждѣнных результатами испытаний.</p> <p>3. Температура внутренней поверхности конструктивных элементов окон зданий (кроме производственных) должны быть не ниже 3 °С при расчѣте температуры наружного воздуха.</p>	

Приложение Б (справочное)

Таблица Б.1 - Коэффициенты местных сопротивлений (приближённые значения)

Местное сопротивление	Значение при условном проходе труб						
	10	15	20	25	32	40	50 и более
1	2	3	4	5	6	7	8
Радиаторы двухколонные	2	2	2	2	2	2	2
Котлы:							
- чугунные	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
- стальные	2	2	2	2	2	2	2
Внезапное расширение (относится к большей скорости)	1	1	1	1	1	1	1
Внезапное сужение (относится к большей скорости)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Отступы	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Тройники:							
- проходные (схема 1)	1	1	1	1	1	1	1
- поворотные на ответвление (схема II)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
- на противотоке (схема III)	3	3	3	3	3	3	3
Крестовины:							
- проходные (схема IV)	2	2	2	2	2	2	2
- поворотные (схема V)	3	3	3	3	3	3	3
Компенсаторы:							
- П-образные	2	2	2	2	2	2	2
- лирообразные сальниковые	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Вентили:							
- обыкновенные	20	16	10	9	9	8	7
- прямоточные	3	3	3	3	2,5	2,5	2
Краны:							
- проходные	5	4	2	2	2	-	-
- двойной регулировки с цилиндрической пробкой	5	4	2	2	2	-	-
Задвижки параллельные	-	-	-	0,5	0,5	0,5	-
Отводы:							
- 90 и утка	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
- двойные узкие	2	2	2	2	2	2	2
- широкие	1	1	1	1	1	1	1
Скобы	4	3	2	2	2	2	2

Таблица Б.2 - Потери давления на местные сопротивления для расчёта трубопроводов водяного отопления

Скорость движения воды, м/с	Потери давления, Па при сумме коэффициентов местных сопротивлений									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,010	0,05	0,10	0,15	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,44	0,49
0,015	0,11	0,22	0,23	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88	0,99	1,10
0,020	0,19	0,39	0,59	0,78	0,98	1,17	0,37	1,56	1,76	1,96
0,025	0,30	0,61	0,92	1,22	1,53	1,83	2,14	2,44	2,65	3,06
0,030	0,44	0,88	1,32	1,76	2,20	2,64	3,08	3,52	3,96	4,40
0,035	0,60	1,20	1,80	2,39	2,99	3,59	4,19	4,79	5,39	5,99
0,040	0,78	1,56	2,35	3,13	3,91	4,69	5,48	6,26	7,04	7,82
0,045	0,99	1,98	2,97	3,96	4,95	5,94	6,93	7,92	8,91	9,90
0,050	1,22	2,24	3,67	4,89	6,11	7,33	8,56	9,78	11,0	12,2
0,055	1,48	2,96	4,44	5,92	7,39	8,87	10,4	11,8	13,3	14,8
0,060	1,76	3,25	5,28	7,04	8,80	10,6	12,3	14,1	15,8	17,6
0,065	2,06	4,13	6,19	8,26	10,33	12,4	14,5	16,5	18,6	20,7
0,070	2,39	4,79	7,18	9,58	12,0	14,4	16,8	19,1	21,6	24,0
0,075	2,75	5,50	8,25	10,1	13,7	16,5	19,2	22,0	24,7	27,5
0,080	3,13	6,26	9,39	12,5	15,6	18,8	21,9	25,0	28,2	31,5
0,085	3,53	7,06	12,6	14,1	17,7	21,2	24,7	28,3	31,8	35,3
0,090	3,96	7,92	11,8	15,8	19,8	23,8	27,7	31,7	35,6	39,6
0,095	4,41	8,82	13,2	17,6	22,1	26,5	30,9	35,3	39,7	44,1
0,10	4,89	9,78	14,7	19,6	24,4	29,3	34,2	39,1	44,0	48,9
0,105	5,39	10,8	16,2	21,6	26,9	32,3	37,7	43,1	48,5	53,9
0,110	5,91	11,8	17,7	23,7	29,6	35,5	41,4	47,3	53,2	59,2
0,115	6,46	12,9	19,4	25,9	32,3	38,8	45,3	51,7	58,2	64,7
0,120	7,04	14,1	21,1	28,2	35,2	42,2	49,3	56,4	63,4	70,4
0,125	7,64	15,3	22,9	30,0	38,2	45,8	53,5	61,1	74,3	82,6
0,130	8,26	16,5	24,8	33,0	41,3	49,6	57,8	66,1	74,3	82,6
0,135	8,91	17,8	26,7	35,6	44,5	53,5	62,4	71,3	80,2	89,1
0,140	9,58	19,2	28,7	38,3	47,9	57,5	67,1	76,6	86,2	95,8
0,145	10,3	20,6	30,8	41,1	51,4	61,7	71,9	82,2	92,5	102
0,150	11,7	23,5	35,2	47,0	58,7	70,5	82,2	94,0	105	117
0,155	11,7	23,5	35,2	47,0	58,7	70,5	82,2	94,0	105	117
0,160	12,5	25,0	37,5	50,1	62,6	75,1	87,6	100	113	125
0,165	13,3	26,6	40,0	53,2	66,5	79,9	93,2	106	120	133
0,170	14,1	28,3	42,4	56,5	70,6	84,8	98,9	113	127	141
0,175	15,0	30,0	45,0	60,0	75,0	90,0	104	120	135	150
0,180	16,7	33,5	50,2	67,0	83,7	100	117	133	150	167
0,185	15,8	31,7	47,5	63,4	89,2	95,0	111	127	143	158

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,190	17,6	35,3	53,0	70,6	88,2	105	123	141	159	176
0,195	18,6	37,2	55,8	74,3	93,0	111	130	148	167	186
0,200	19,6	39,1	58,7	78,2	97,8	117	136	156	176	198
0,205	20,5	41,1	61,1	82,2	102	123	143	164	184	205
0,210	21,6	43,1	64,7	86,2	107	129	151	172	194	215
0,215	22,6	45,2	67,8	90,6	112	135	158	180	203	226
0,220	23,7	47,5	71,0	94,6	118	142	166	189	213	237
0,225	24,7	49,5	74,2	99,0	123	148	173	198	223	247
0,230	25,9	51,7	77,6	103	129	155	181	207	233	259
0,235	27,0	54,0	81,0	107	135	162	189	216	243	270
0,240	28,1	56,3	84,5	112	141	169	197	225	253	281
0,245	29,3	58,7	88,0	117	147	176	205	235	265	293
0,250	30,5	61,1	91,7	122	152	183	214	244	275	305
0,255	31,5	63,6	95,4	127	159	191	222	254	286	318
0,260	33,0	66,1	99,1	132	165	198	231	264	297	330
0,265	34,3	68,6	103	137	172	206	240	275	309	343
0,270	35,6	71,3	106	142	178	214	249	285	321	356
0,275	37,0	74,0	110	148	185	221	249	296	333	370
0,280	38,3	76,6	115	153	192	230	268	307	345	383
0,285	39,7	79,4	119	159	198	238	278	318	357	397
0,290	41,1	82,2	123	164	205	247	288	329	370	411
0,295	42,5	85,1	128	170	213	225	298	340	383	425
0,300	44,0	88,0	132	176	220	264	308	352	396	440
0,305	45,5	90,9	136	182	227	273	318	364	409	455
0,310	47,0	94,0	140	188	235	282	329	375	423	470
0,315	48,5	97,0	145	194	242	291	339	388	436	485
0,320	50,0	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,325	51,6	103	155	206	258	310	361	413	465	516
0,330	53,2	106	159	213	266	319	373	426	479	532
0,335	54,9	109	164	219	274	329	384	439	494	549
0,340	56,5	113	169	226	282	339	395	452	508	565
0,345	58,2	116	174	232	291	349	407	465	524	582
0,350	59,9	120	180	239	299	359	419	479	539	599
0,355	61,6	123	184	246	308	369	431	493	554	616
0,360	63,3	127	190	253	317	380	443	507	570	633
0,365	65,1	130	195	260	325	391	456	521	586	651
0,370	66,9	134	201	268	335	401	468	535	602	669
0,375	68,7	137	206	275	344	412	481	550	619	687
0,380	70,6	141	212	282	353	423	494	565	635	706
0,385	72,5	145	217	290	362	435	507	580	652	724
0,390	74,3	149	223	297	371	446	520	595	669	743
0,395	76,3	152	229	305	381	458	534	610	686	763

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,400	78,2	156	234	313	391	469	547	626	704	782
0,405	80,1	160	240	321	401	481	561	641	722	802
0,410	82,2	164	246	328	411	493	575	657	739	822
0,415	84,2	168	252	337	412	505	589	673	758	842
0,420	86,2	172	259	345	431	517	604	690	776	862
0,425	88,3	176	265	353	441	530	618	706	795	883
0,430	90,4	181	271	361	452	542	633	723	813	904
0,435	92,5	185	277	370	462	555	647	740	832	925
0,440	94,6	189	284	378	473	568	662	757	852	946
0,445	96,8	194	290	387	484	581	678	774	871	968
0,450	99,0	198	297	396	495	594	693	792	891	990
0,455	101	202	303	404	506	607	708	809	911	1012
0,460	103	207	310	414	517	621	724	827	931	1034
0,465	105	211	317	423	528	634	740	846	951	1057
0,470	107	216	324	431	540	648	756	864	972	1080
0,475	110	220	331	441	551	662	772	882	993	1103
0,480	112	225	338	450	563	670	788	901	1014	1126
0,485	115	230	345	460	575	690	805	920	1035	1150
0,490	117	235	352	469	587	704	821	939	1056	1174
0,495	120	239	359	479	599	719	838	958	1078	1197
0,500	122	244	367	489	611	733	855	978	1100	1222
0,51	127	254	381	509	636	763	890	1017	1144	1271
0,52	132	264	397	529	661	793	925	1057	1189	1322
0,53	137	275	412	549	687	824	961	1098	1236	1373
0,54	142	285	427	570	712	855	998	1140	1283	1425
0,55	148	296	444	591	739	887	1035	1183	1331	1479
0,56	153	306	460	613	766	919	1073	1226	1380	1533
0,57	159	318	476	635	794	963	1111	1271	1429	1588
0,58	164	329	493	658	822	987	1151	1316	1480	1644
0,59	170	340	510	681	851	1021	1191	1361	1531	1701
0,60	176	352	528	704	880	1056	1232	1408	1584	1760
0,61	182	364	545	728	909	1091	1273	1455	1637	1819
0,62	188	376	564	752	940	1127	1315	1503	1691	1879
0,63	194	388	582	776	970	1164	1358	1552	1746	1940
0,64	200	400	600	801	1001	1201	1401	1601	1802	2002
0,65	206	413	619	826	1032	1239	1445	1652	1859	2065
0,66	213	426	639	852	1065	1278	1491	1703	1916	2129
0,67	219	439	658	878	1097	1316	1536	1775	1975	2194
0,68	226	452	678	904	1130	1356	1582	1808	2034	2260
0,69	233	465	698	931	1164	1396	1629	1862	2095	2327
0,70	239	479	719	958	1198	1437	1677	1916	2156	2395
0,71	246	493	739	985	1232	1478	1725	1971	2218	2464

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,72	253	507	760	1014	1267	1520	1774	2027	2281	2534
0,73	260	521	781	1042	1302	1563	1824	2084	2344	2605
0,74	268	535	803	1071	1338	1606	1873	2141	2409	2677
0,75	275	550	825	1100	1375	1650	1925	2200	2475	2750
0,76	282	564	847	1129	1412	1694	1976	2259	2571	2823
0,77	290	580	869	1159	1449	1739	2029	2319	2609	2898
0,78	297	594	892	1190	1487	1784	2082	2379	2676	2974
0,79	305	610	915	1220	1525	1830	2136	2441	2746	3051
0,80	313	626	939	1251	1564	1877	2190	2503	1816	3129
0,81	353	706	1059	1413	1766	2119	2472	2826	3179	3532
0,90	396	792	1188	1584	1980	2376	2772	3168	3564	3960
0,95	441	882	1323	1765	2226	2647	3088	3529	3971	4412
1,00	489	978	1466	1955	2444	2933	3422	3911	4400	4888
1,05	539	1078	1617	2156	2695	3234	3773	4311	4850	5390
1,10	592	1183	1775	2366	2958	3549	4141	4732	5324	5915
1,20	704	1408	2112	2816	3520	4024	4928	5631	6335	7039
1,25	764	1528	2292	3055	3819	4583	5347	6111	6874	7638
1,30	826	1652	2478	3304	4131	4957	5783	6609	7435	8261
1,35	891	1782	2673	3564	4455	5346	6237	7127	8018	8909
1,40	958	1916	2874	3832	4791	5749	6707	7665	8623	9581
1,45	1028	2056	3083	4111	5139	6167	7194	8222	9250	10278
1,50	1100	2200	3300	4400	5500	6600	7700	8800	9900	10999

Приложение В (справочное)

Таблица В.1 - Техническая характеристика отопительных приборов

Обозначение прибора	Площадь нагревательной поверхности 1 секции, м ²	Плотность теплового потока по номенклатурному ряду Вт/м ²	Номинальная плотность теплового потока прибора при движении воды «сверху вниз», Вт/м ²	Строительные размеры, м			
Радиаторы чугунные секционные							
МС-140-106	0,244	185	758	500	558	140	180
МС-140-98	0,240	174	725	500	558	140	98
М-140 АО	0,299	178	595	500	582	140	96
М-140А	0,245	164	646	500	582	140	96
М-90	0,200	140	700	500	582	90	96
МС-90-108	0,187	150	802	500	588	90	108
Радиаторы стальные панельные типа РСВ1							
а) однорядные концевые и проходные							
РСВ1-1 РСВ1-1п	0,71	504 (433)	712	563	518	708	538
РСВ1-2 РСВ1-2п	0,95	676 (581)	712	749	704	89	724
РСВ1-3 РСВ1-3п	1,19	850 (731)	712	935	890	1080	910
РСВ1-4 РСВ1-4п	1,43	1025 (981)	712	1121	1076	1276	1096
РСВ1-5 РСВ1-5п	1,68	1199 (1031)	712	1307	1262	1452	1282
б) двухрядные концевые							
2 РСВ1-1	1,42	873 (751)	618	563	518	-	538
2 РСВ1-2	1,9	1177 (1012)	618	749	704	-	724
2 РСВ1-3	2,38	1475 (1268)	618	935	890	-	910
2 РСВ1-4	2,88	1779 (1530)	618	1121	1076	-	1096
2 РСВ1—1-5	3,36	2083 (1791)	618	1307	1262	-	1282

Таблица В.2 - Значение показателей «n» и «р» для определения теплового потока отопительных приборов

Тип отопительного прибора	Направления движения теплоносителя	Расход теплоносителя, т/ч	n	p
Радиатор чугунный секционный	Сверху - вниз	18-50	0,3	0,02
		54-536		0
		536-900		0,01
Снизу - вниз	18-115	0,15	0,08	
	119-900			
Снизу - вверх	18-61	0,25	0,97	
	65900			

Приложение Г (справочное)

Таблица Г.1 - Нормы воздухоудаления

Назначение помещения	Расход воздуха, м ³ /с
Туалет	25
Ванная	25
Совмещённый санузел	50
Кухня:	
- любая электроплита	60
- двухкомфорочная газовая плита	60
- трёхкомфорочная газовая плита	75
- четырёхкомфорочная газовая плита	90

Приложение Д (справочное)

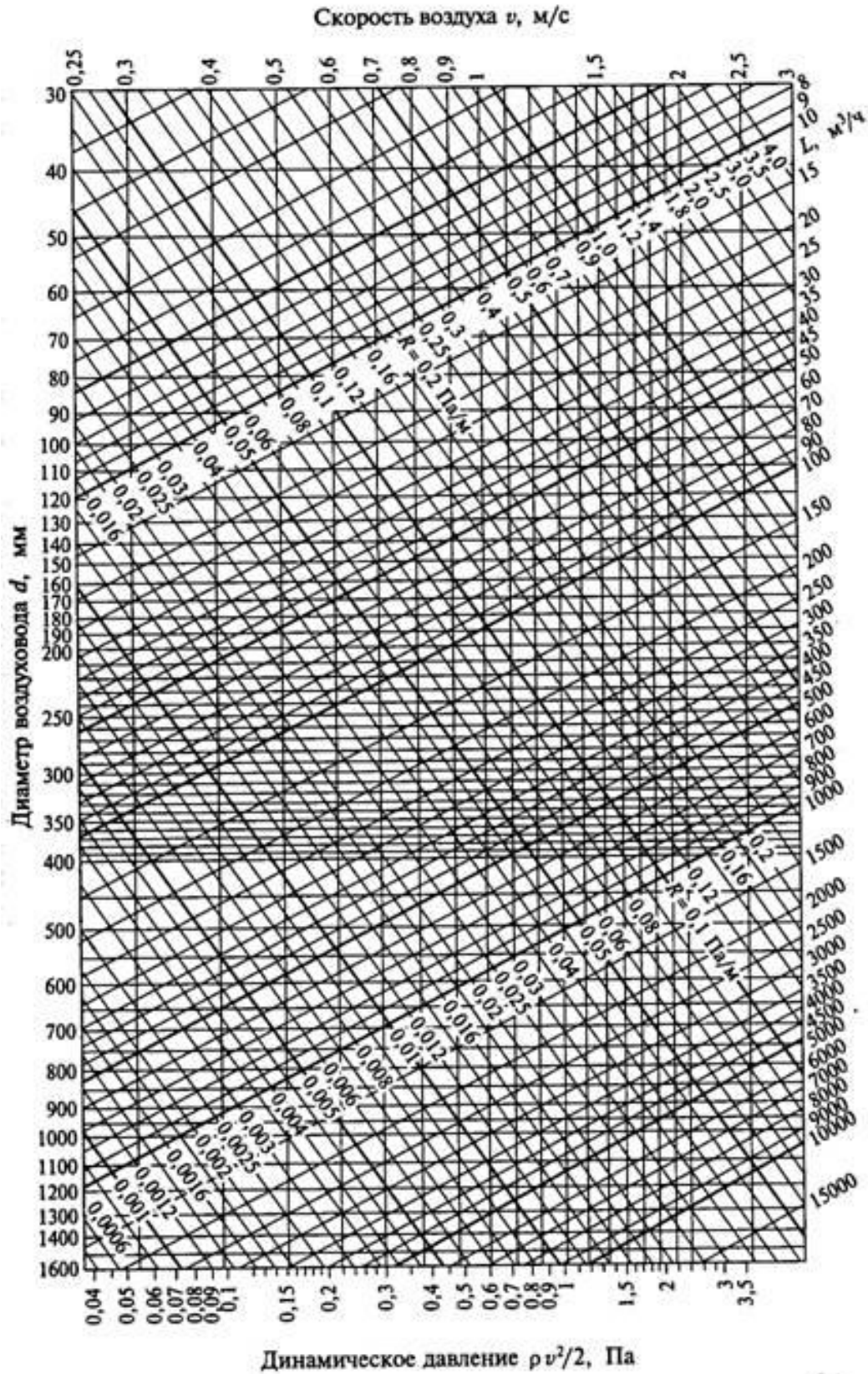


Рисунок Д.1 - Номограмма для расчёта круглых стальных воздуховодов