

# ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ



•Издательство ТГТУ•



Министерство образования Российской Федерации

**Тамбовский государственный технический университет**

## **ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ**

Методические указания к выполнению курсового проекта  
на тему "Инженерное оборудование жилого здания"  
по дисциплине "Инженерное оборудование зданий"  
для студентов 5 курса специальности 630100 "Архитектура"

Тамбов • Издательство ТГТУ • 2002

УДК 697 (075)  
ББК Н762 я73-5  
М77

Утверждено редакционно-издательским советом университета

**Рецензент**

Кандидат технических наук,  
доцент кафедры "Конструкции зданий и сооружений"  
*В. М. Струлев*

М77 **Отопление и вентиляция жилого здания:** Метод. указ. / Сост.: П. В. Монастырев Тамбов: Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та. Тамбов, 2002. 32 с.

В методических указаниях приводятся задания к курсовому проекту на тему "Инженерное оборудование жилого здания", даются методики определения расчетной мощности системы отопления, площади поверхности и числа элементов отопительных приборов, а также приводится аэродинамический расчет каналов системы вентиляции.

Методические указания разработаны к первой части курсового проекта по дисциплине "Инженерное оборудование жилого здания" для студентов специальности 630100 "Архитектура".

УДК 697(075)  
ББК Н762 я73-5

© Тамбовский государственный  
технический университет (ТГТУ), 2002

Учебное издание

## **ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ**

Методические указания

Составитель  
МОНАСТЫРЕВ Павел Владиславович

Редактор В. Н. Митрофанова

Компьютерное макетирование И. В. Евсеевой

ЛР № 020851 от 13.01.99 г. Плр № 020079 от 28.04.97 г.

Подписано к печати 9.04.2002.

Гарнитура Times New Roman. Формат 60 × 84/16. Бумага газетная.

Печать офсетная. Объем: 1,86 усл. печ. л.; 1,73 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз. С.275

Издательско-полиграфический центр ТГТУ  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

### **ВВЕДЕНИЕ**

Курсовой проект на тему "Инженерное оборудование жилого здания" по дисциплине "Инженерное оборудование зданий" выполняется студентами очной формы обучения специальности 630100 "Архитектура" в X семестре.

Целью выполнения данного курсового проекта является усвоение и закрепление

студентами ключевых положений дисциплины "Инженерное оборудование зданий" на

примере проектирования системы отопления, вентиляции, внутреннего водоснабжения и

канализации жилого здания.

Вариант задания на курсовой проект приводится в прил. 1 и принимается согласно двухзначному шифру выдаваемому преподавателем индивидуально. План типового этажа студенты берут из разработанного ими проекта по архитектурному проектированию.

Курсовой проект оформляется в виде расчетно-пояснительной записки выполняемой на листах формата А4 и приложения (в которое входит графическая часть) состоящего из 4 листов формата А3.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПЕРВОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

### **Расчет мощности системы отопления**

Расчет мощности системы отопления начинают с изучения архитектурно-планировочного и конструктивного решения здания в соответствии с заданием на проектирование.

Далее на 1 листе графической части в масштабе 1:100 вычерчивается план типового этажа и разрез здания по кухне, таким образом, что бы была видна стена, в которой предполагается прокладка вентиляционных каналов.

На плане типового этажа преподавателем указывается квартира, в которой необходимо будет провести расчет нагрузки на отопительные приборы и определить их площадь поверхности и число элементов.

Расчет мощности системы отопления начинают с нумерации отапливаемых помещений. Номера ставятся слева на право в одинарном кружке. Лестничная клетка обозначается двумя буквами ЛК и независимо от этажности здания рассматривают как одно помещение.

Расчет ведут в табличной форме по отдельным составляющим теплового баланса. Для нашего случая целесообразно составить три таблицы: в первой таблице вычисляются теплопотери через ограждающие конструкции основные и дополнительные, а также расход тепла на вентиляцию; во второй таблице вычисляются расходы тепла на нагревание наружного воздуха, инфильтрующегося через оконные и балконные заполнения; третья таблица является сводной таблицей расхода тепла, которая заполняется по данным первой и второй.

В первом столбце табл. 1 для жилого дома с одинаковой планировкой всех этажей под одним номером записывают одинаковые помещения, расположенные друг под другом по всей высоте здания, так как они имеют практически одинаковые теплопотери через вертикальные ограждения, одинаковые расходы тепла на нагревание наружного воздуха и одинаковые бытовые теплопоступления. Принимаем комнату среднего этажа в этом расчете как базовую. Дополнительные потери тепла комнатами на первом и верхнем этажах

имеющими холодный пол или потолок и несколько большую высоту наружных стен, вычисляем отдельно.

Теплопотери внутренних помещений, в которых не предусмотрена установка отопительных приборов, рассчитываем отдельно и прибавляем к теплопотерям смежных с ними помещений, где предусмотрена установка отопительных приборов.

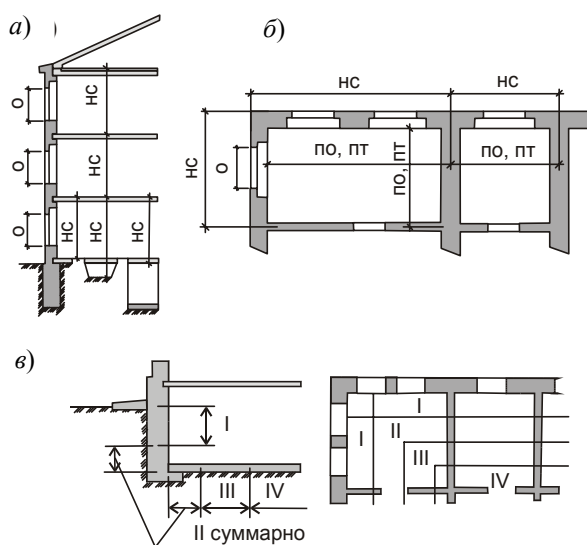
Во втором столбце записываем наименование помещений, которые имеют хотя бы одну наружную ограждающую конструкцию или внутреннюю ограждающую конструкцию при разности расчетных температур соседних помещений более  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Третий столбец (табл. 1) заполняется на основании второго и табл. 3П2. Необходимо обратить внимание на то, что расчетная температура жилой комнаты определяется в зависимости от температуры наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92, которую можно определить по [4] и табл. 1П2.

В четвертый столбец записываются все наружные ограждающие конструкции и внутренние при условии, что разность температур воздуха в смежных помещениях более  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В курсовом проекте можно ввести обозначения: НС – наружная стена; О – окно; БД – балконная дверь; ПТ – потолок; ПО – полы; ВС – внутренняя стена; ДД – двойная дверь; ОД – одинарная дверь.

В пятый столбец для наружных стен, окон и дверей ставят ориентацию по сторонам света (С, Ю, З, В, СЗ, СВ, ЮЗ, ЮВ). Для внутренних вертикальных ограждающих конструкций ставят прочерк, для потолка – ПТ, а для пола номер I, II, III и VI зоны (определение номера зоны, см. ниже).

В шестой столбец записывают расчетные размеры ограждающих конструкций (высота  $\times$  ширина) в метрах, которые определяют исходя из следующих правил:



**Рис. 1 Правила обмера площадей ограждающих конструкций (а, б) и разбивка поверхности пола на зоны (в)**

– размеры наружных стен измеряют: а) в плане по внешнему периметру между осями внутренних стен и наружным углом стены; б) по высоте как показано на рис. 1;

– размеры внутренних стен измеряют: а) в плане от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен или между осями внутренних стен; б) по высоте как показано на рис. 1;

– размеры окон и дверей принимаются по наименьшему строительному проему;

– размеры пола и потолка измеряют между осями внутренних стен и внутренней поверхностью наружных стен. Площади полов расположенных по лагам или на грунте, определяют из условий их разбивки по зонам (рис. 1), причем поверхность участков полов возле угла наружных стен (в первой двухметровой зоне) вводится в расчет дважды, т.е. по направлению обеих стен, составляющих угол. Теплопотери через подземную часть наружных стен и полы отапливаемого подвала здания должны подсчитываться так же, как и теплопотери через полы, расположенные на грунте бесподвального здания, т.е. по зонам шириной 2 м, с отсчетом их от уровня земли (см. рис. 1). Полы помещений в этом случае (при отсчете зон) рассматриваются как продолжение подземной части наружных стен. Сопротивление теплопередаче определяется так же, как и для неутепленных или утепленных полов.

Линейные размеры ограждающих конструкций принимают с погрешностью до  $\pm 0,1$  м.

Седьмой столбец является произведением длины и ширины ограждающих конструкций, записанных в шестом столбце. Расчетные площади ограждающих конструкций округляют до  $0,1 \text{ м}^2$ .



В восьмой столбец заносятся сопротивления теплопередаче, которые в курсовом проекте принимаются согласно [5].

Сопротивление теплопередаче для наружных стен, чердачных перекрытий, перекрытий над холодными подпольями и подвалами, а также оконных и балконных заполнений принимаются по табл. 2П2 в зависимости от градусо-суток отопительного периода (ГСОП) методом интерполяции.

ГСОП ( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$ ) определяют по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) z_{\text{от}},$$

где  $t_{\text{в}}$  – температура внутреннего воздуха помещения (в этом расчете принимается равной  $18^{\circ}\text{C}$  для всех помещений),  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{от}}$ ,  $z_{\text{от}}$  – средняя температура ( $^{\circ}\text{C}$ ) за отопительный период и продолжительность суток отопительного периода, принимается по табл. 1П2 в зависимости от района строительства.

Сопротивление теплопередаче внутренних стен можно найти по формуле,  $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$

$$R = \delta / \lambda,$$

где  $\delta$  – толщина стены, м;  $\lambda$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала стены (каменной – 0,76; из керамзитобетона – 0,80; из газобетона – 0,41),  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$ .

В курсовом проекте сопротивление теплопередаче можно принять для входных одинарных дверей –  $0,3 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{В}$ , для двойных дверей –  $0,5 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{В}$ .

Конструкции окон и балконных дверей принимаются по табл. 6П2 в зависимости от их требуемого сопротивления теплопередаче.

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{\text{н.п.}}$ ,  $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ , отдельных зон шириной 2 м, не утепленных полов на грунте и стен ниже уровня земли в курсовом проекте можно принять равным: для 1-й зоны  $R_{1,\text{н.п.}} = 2,1$ ; для 2-й зоны  $R_{2,\text{н.п.}} = 4,3$ ; для 3-й зоны  $R_{3,\text{н.п.}} = 8,6$ ; для 4-й зоны (для оставшейся площади пола)  $R_{4,\text{н.п.}} = 14,2$ .

В девятый столбец записывают разность температур  $(t_p - t_{\text{exp}})$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , где  $t_p$  – расчетная температура внутри отапливаемых помещений ( $^{\circ}\text{C}$ ), которая принимается из столбца номер три;  $t_{\text{exp}}$  – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года при расчете потерь теплоты через наружные ограждения или температура воздуха более холодного помещения при расчете потерь теплоты через внутренние ограждения ( $^{\circ}\text{C}$ ).

В десятый столбец записывают коэффициент  $n$ , принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, [5] или табл. 4П2.

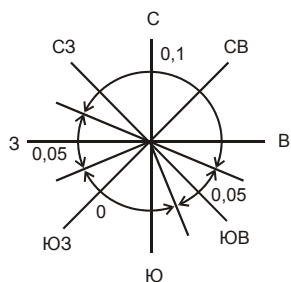
Потери теплоты помещениями через ограждающие конструкции, учитываемые при проектировании систем отопления, разделяются условно на основные и добавочные. Основные теплотопотери ( $Q_{\text{осн}}$ , Вт) записываются в одиннадцатый столбец и находятся по формуле

$$Q_{\text{осн}} = (t_p - t_{\text{exp}}) n A / R. \quad (1)$$

В двенадцатый столбец записываются добавочные теплотопотери  $\beta$  на ориентацию наружных вертикальных ограждающих конструкций по отношению к сторонам света. Величину этих добавок можно определить по рис. 2.

В тринадцатый столбец записываются добавочные теплотопотери, через стены, двери и окна, обращенные на любую из сторон света, в размере 0,08 при одной наружной стене и 0,13 для угловых помещений (кроме жилых), а во всех жилых помещениях – 0,13.

В четырнадцатый столбец записываются добавочные теплотопотери на подогрев врывающегося холодного воздуха через наружные двери в подъезд здания (записываются только в строке для входных дверей). Они принимаются в зависимости от высоты здания  $H$ , м в размере:  $\beta = 0,2H$  – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;  $\beta = 0,27H$  – для двойных дверей с тамбуром между ними;  $\beta = 0,34H$  – для двойных дверей без тамбура и  $\beta = 0,22H$  – для одинарных дверей.



**Рис. 2** Величина добавок к основным теплотопотерям в зависимости от ориентации ограждений по отношению к сторонам света

Добавочные теплотери в расчетах учитываются введением в формулу (1) специального члена  $(1 + \sum\beta)$ , который записывают в пятнадцатый столбец.

В шестнадцатый столбец записывают теплотери ( $Q_{огр}$ , Вт) через ограждающие конструкции, которые определяют по формуле

$$Q_{огр} = Q_{осн}(1 + \sum\beta).$$

В семнадцатый столбец записываются теплотери на подогрев воздуха попадающего в помещение за счет вентиляции, расчет которых предварительно ведется в табличной форме, табл. 2.

## 2 Расчет тепла на нагревание воздуха, инфильтрирующегося через окна и балконные двери

№ помещ ения	$(t_p - t_i), ^\circ\text{C}$	$Q_i', \text{Вт}$	$\Delta p_i, \text{Па}$	$G_i, \text{кг/ч}$	$Q_i'', \text{Вт}$	$Q_i, \text{Вт}$
1	2	3	4	5	6	7

Для жилых зданий затраты теплоты  $Q_i$ , Вт, для нагревания инфильтрирующегося воздуха в помещениях жилых зданий при естественной вытяжной вентиляции, следует принимать равным большей из величин  $Q_i'$  или  $Q_i''$ , Вт. Данные значения следует определять по формулам:

$$Q_i' = 0,28 L_n \rho c (t_p - t_i) k, \quad (2)$$

где  $L_n$  – расход удаляемого воздуха,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , не компенсируемый подогретым приточным воздухом; для жилых зданий – удельный нормативный расход  $3 \text{ м}^3/\text{ч}$  на  $1 \text{ м}^2$  жилых помещений;  $\rho$  – плотность воздуха в помещении,  $\text{кг}/\text{м}^3$  (плотность воздуха в зависимости от температуры и определяется по формуле  $\rho = 353,37/(273 + t)$ ;  $c = 1 \text{ кДж} / (\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$  – удельная теплоемкость воздуха;  $t_p, t_i$  – расчетные температуры воздуха соответственно в помещении и наружного воздуха в холодный период года,  $^\circ\text{C}$ ;  $k$  – коэффициент учитывающий влияние встречного теплового потока в конструкциях (0,7 для окон с тройными переплетами, 0,8 для окон с двойными переплетами и балконных дверей с раздельными переплетами и 1,0 для одинарных окон и балконных дверей)

$$Q_i'' = 0,28 \sum G_i c (t_p - t_i) k, \quad (3)$$

где  $\sum G_i$  – расход инфильтрирующегося воздуха через ограждения,  $\text{кг}/\text{ч}$ .

Расход инфильтрующегося воздуха в помещении  $G_i$ ,  $\text{кг}/\text{ч}$ , через неплотности наружных ограждений следует определять по формуле

$$G_i = 0,216 \sum A_1 \Delta p_i^{0,67} / R_u + \sum A_2 G_H (\Delta p_i / \Delta p_1)^{0,67} + 3456 \sum A_3 \Delta p_i^{0,5} + 0,5 \sum l \Delta p_i / \Delta p_1,$$

где  $A_1, A_2$  – площади наружных ограждающих конструкций,  $\text{м}^2$ , соответственно световых проемов (окон, балконных дверей, фонарей) и других ограждений;  $A_3$  – площади щелей, неплотностей и проемов в наружных ограждающих конструкциях;  $\Delta p_i, \Delta p_1$  – расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций соответственно на расчетном этаже при  $\Delta p_1 = 10 \text{ Па}$ ;  $R_u$  – сопротивление воздухопроницанию,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ , принимаемое по [5] или табл. 5П2;  $G_H$  – нормативная воздухопроницаемость наружных ограждающих конструкций,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , принимаемая по [5] или табл. 10П2;  $l$  – длина стыков стеновых панелей, м.

Расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях каждой ограждающей конструкции  $\Delta p_i$ , Па, принимается после определения условно-постоянного давления воздуха в здании  $p_{int}$ , Па (отождествляется с давлениями на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций), на основе равенства расхода воздуха, поступающего в здание  $\sum G_i$ ,  $\text{кг}/\text{ч}$ , и удаляемого из него  $\sum G_{ext}$ ,  $\text{кг}/\text{ч}$ , за счет теплового и

ветрового давлений и дисбаланса расходов между подаваемым и удаляемым воздухом системами вентиляции с искусственным побуждением и расходуемого на технологические нужды.

Расчетная разность давлений  $\Delta p_i$ , определяется по формуле

$$\Delta p_i = (H - h_i) (\gamma_i - \gamma_p) + 0,5 p_i v^2 (c_{e,n} - c_{e,p}) k_1 - p_{int}, \quad (4)$$

где  $H$  – высота здания, м, от уровня средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты;  $h_i$  – расчетная высота, м, от уровня земли до верха окон, балконных дверей, дверей, ворот, проемов или до оси горизонтальных и середины вертикальных стыков стеновых панелей;  $\gamma_i, \gamma_p$  – удельный вес, Н/м, соответственно наружного воздуха и воздуха в помещении, определяемый по формуле  $3463/(273 + t)$ ;  $p_i$  – плотность наружного воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $v$  – скорость ветра, м/с, принимаемая по [6] или табл.1П2;  $c_{e,n}, c_{e,p}$  – аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждений здания, принимаемые по СНиП 2.01.07–85 (в курсовом проекте их можно принять соответственно равными 0,8 и –0,6;  $k_1$  – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания, принимаемый по СНиП 2.01.07–85 (в курсовом проекте его можно принять равным 0,7);  $p_{int}$  – условно-постоянное давление воздуха в здании, Па

Восемнадцатый столбец заполняется, как сумма всех теплопотерь через ограждающие конструкции помещения плюс теплопотери на подогрев воздуха поступающего в помещение за счет вентиляции.

Расчетная нагрузка на отопительные приборы определяется из уравнения теплового баланса:

для жилых помещений и кухонь

$$Q_{c.o.} = \sum Q_{огр} - Q_{быт} + Q_i;$$

для остальных помещений (коридоры лестничные клетки)

$$Q_{c.o.} = \sum Q_{огр} + Q_i,$$

где  $\sum Q_{огр}$  – сумма теплопотерь через ограждающие конструкции помещения, Вт;  $Q_{быт}$  – бытовые тепловыделения, Вт;  $Q_i$  – большой из расхода тепла на подогрев инфильтрирующегося или вентиляционного воздуха, Вт.

Бытовые тепловыделения в жилых зданиях определяются по формуле

$$Q_{быт.} = 10 F_{п},$$

где 10 – количество бытовых тепловыделений (Вт) на 1 м<sup>2</sup> площади жилых комнат и кухонь;  $F_{п}$  – площадь пола жилых комнат и кухонь, м<sup>2</sup>.

Расчет тепловой мощности системы отопления целесообразно вести в табличной форме, табл. 3.

### 3 Расчет тепловой мощности системы отопления

№ помещ ения	Теплопотери		Теплопоступл ения	Расчетная нагрузка на тепловые приборы $Q_{c.o.}$ , Вт
	$Q_{огр.}$ , Вт	$Q_i$ , Вт	$Q_{быт.}$ , Вт	
1	2	3	4	5

#### Расчет теплопотерь зданием по укрупненным показателям

В строительной практике часто возникает необходимость выявить ориентировочную тепловую мощность системы отопления проектируемых зданий и сооружений. Для этого используют удельную тепловую характеристику здания  $q_{уд.}$  (Вт/(м<sup>3</sup> · °С)), которую можно рассчитать по формуле, предложенной Н.С. Ермоловым

$$q_{уд.} = P/S [1/R_{ст} + \rho_0 (1/R_{ок} - 1/R_{ст})] + 1/h (0,9/R_{пок} + 0,6/R_{пол}),$$

где  $P$  – периметр здания, м;  $S$  – площадь здания в плане,  $m^2$ ;  $h$  – высота здания, м;  $R_{ст}$ ,  $R_{ок}$ ,  $R_{пок}$ ,  $R_{пол}$  – соответственно сопротивления теплопередачи стен, оконных и балконных заполнений, покрытия и пола,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ ;  $\rho_0$  – коэффициент остекления, численно равный отношению площади остекления к площади вертикальных наружных ограждений.

Количество тепла необходимого для компенсации теплопотерь зданием можно найти по следующей зависимости

$$Q_{c.o} = q_{уд} V (t_{cp} - t_n) \alpha,$$

где  $V$  – наружный объем здания,  $m^3$ ;  $q_{уд}$  – удельная тепловая характеристика здания,  $Вт / (m^3 \cdot ^\circ C)$ ;  $t_{cp}$  – средняя по объему здания температура внутреннего воздуха,  $^\circ C$ ;  $t_n$  – температура наружного воздуха холодной пятидневки,  $^\circ C$ ;  $\alpha$  – коэффициент учитывающий влияние расчетной разности температуры, который можно определить ориентировочно по формуле

$$\alpha \approx 0,54 + 22 / (t_{cp} - t_n).$$

Определение площади поверхности и числа элементов отопительных приборов

В курсовом проекте для отопления помещений используют нагревательные приборы согласно заданию на проектирование. Исключение составляют ванные комнаты, где в учебных целях необходимо запроектировать подогреваемые полы нагрев, которых осуществляется электрической кабельной системой.

Площадь поверхности отопительного прибора ориентировочно можно найти из зависимости

$$F_p = Q_{c.o} / q_{пр},$$

где  $q_{пр}$  – номинальная плотность теплового потока отопительного прибора,  $Вт / m^2$  (принимается по табл. 7П2);  $Q_{c.o}$  – расчетная нагрузка на тепловой прибор установленной в определенном помещении, Вт. Расчетное число секций чугунных радиаторов и количество конвекторов определяют по формуле

$$N_p = F_p \beta_4 / f_1 \beta_3,$$

где  $f_1$  – площадь поверхности нагрева одной секции,  $m^2$  (принимается по табл. 7П2);  $\beta_4$  – коэффициент учитывающий способ установки отопительного прибора в помещении, см. рис. 3;  $\beta_3$  – коэффициент учитывающий число секций в одном радиаторе и принимаемый для радиаторов 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:  $\beta_3 = 0,92 + 0,16 / F_p$ . Для других отопительных приборов  $\beta_3 = 1$ .

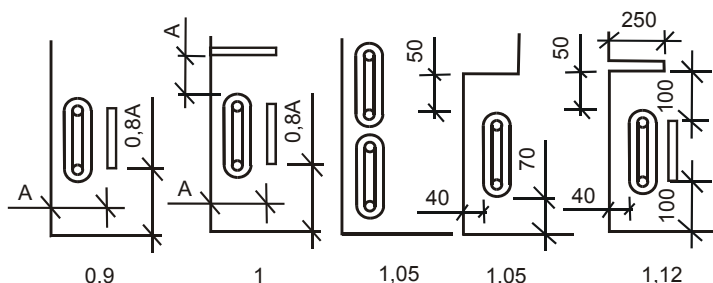


Рис. 3 Величина коэффициента  $\beta_4$  в зависимости от способа

## установки отопительного прибора

Поскольку расчетное число секций получаемых по данной формуле редко получается целым, то его приходится округлять для получения числа секций  $N_{уст}$ , принимаемых к установке. Как правило, к установке принимают ближайшее большее число секций радиатора.

Определение площади поверхности и числа отопительных приборов ведется в табличной форме, табл. 4.

При устройстве подогреваемых полов в ванной комнате необходимо определить длину нагревательного кабеля, для чего можно воспользоваться следующим неравенством

$$L_p = Q_{с.о} / q_{каб},$$

где  $q_{каб}$  – количество теплоты выделяемого одним погонным метром кабеля, Вт/м;  $Q_{с.о}$  – расчетная нагрузка на нагревательный кабель в ванной комнате, Вт.

В курсовом проекте для устройства подогреваемых полов примем систему ДЕ-ВИ Комфорт ХИТ, состоящую из нагревательного кабеля ДТИП – 18 ( $q_{каб} = 18$  Вт/м) или ДТИП – 10 ( $q_{каб} = 10$  Вт/м), датчика температуры и регулятора температур.

### 4 Расчет поверхности и числа отопительных приборов

помещения и	отопительного	прибора и его	плотность	теплого	потока $q_{пр}$	поверхности	Коэффициенты		число	секций $N_p$ , шт	принимаемых	к установке
							$\beta_4$	$\beta_3$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

#### Последовательность построения схемы системы отопления

1 Вычерчивают планы подвала и чердака (план чердака чертится в том случае если система отопления имеет верхнюю разводку или когда котельная расположена в подвале здания). На плане типового этажа (который был начерчен ранее) размещают нагревательные приборы.

При размещении отопительных приборов пользуются следующими правилами:

- отопительные приборы размещают у наружных стен преимущественно под окнами, так как в результате уменьшаются токи воздуха вблизи окон;
- с целью минимального выступа приборов в помещение в стенах допускается делать ниши глубиной 130 мм;
- отопительные приборы, устанавливаемые в лестничных клетках, не должны выступать из плоскости стены на уровне движения людей и сокращать требуемую нормами ширину маршей и площадок;
- отопительные приборы в лестничных клетках следует устанавливать при входе и не переносить часть их на площадки;
- чтобы вода в теплопроводе не замерзала, не допускается устанавливать отопительные приборы в тамбурах лестничных клеток, сообщающихся с наружным воздухом, а также у входных наружных одинарных дверей;

- в двухтрубной и одноконтрубной системах с верхней прокладкой падающей магистрали приборы наиболее целесообразно размещать по отношению к стоякам таким образом, чтобы каждый стояк имел двухстороннюю нагрузку;
- к стоякам, питающим приборы лестничной клетки нельзя присоединять приборы других помещений;
- питание приборов лестничных клеток рекомендуется осуществлять по одноконтрубной проточной схеме;
- присоединение отопительных приборов на "сцепке" допускается только в пределах одного помещения, за исключением кухонь, коридоров, туалетов, умывальных и других вспомогательных помещений, где их можно присоединять к приборам соседней комнаты и на "сцепке";

- приборы на "сцепке" в теплотехническом расчете рассматриваются как один прибор.

2 В соответствии с размещением и присоединением отопительных приборов на плане типового этажа располагают стояки системы. Главный стояк по возможности устанавливают в центре здания в нежилом помещении, обычно в штрабе внутренней капитальной стены лестничной клетки. Для отопления лестничной клетки предусматривают самостоятельный стояк. Остальные стояки устанавливают, учитывая с положением нагревательных приборов; желательно иметь стояки в наружных углах здания. Если стояки прокладываются открыто, то расстояние от поверхности штукатурки до трубы должно быть 20 ... 30 мм, а расстояние от края окна 0,35 м. К стенам стояки крепятся разъемными хомутами из полосовой стали.

Каждый стояк должен иметь запорно-регулирующую арматуру необходимую для гидравлической регулировки, отключения и опорожнения системы отопления. Для этого используют запорные прямооточные вентили с косыми шпинделями и краны бронзовые пробковые сальниковые. В зданиях высотой до трех этажей отключающая арматура не ставится.

В связи с тем, что на плане типового этажа будут наноситься еще и стояки водоснабжения и канализации в курсовом проекте примем следующие обозначения стояков отопления СтО-1, где цифра обозначает номер стояка. Нумерация стояков ведется слева направо начиная с левого верхнего угла на плане здания.

Для системы центрального отопления согласно СНиП рекомендуется к использованию при теплоносителе воде и наружных диаметров до 60 мм стальные неоцинкованные (черные) водогазопроводные трубы (ГОСТ 3262-75\*). Для их соединения, изменения их направления или диаметра применяют соединительные части (муфты, тройники, крестовины).

3 На плане подвала показывают узел ввода или генератор тепла, который стараются располагать по возможности в центре здания. В курсовом проекте в учебных целях предполагается, что при теплоснабжении от ТЭЦ для подмешивания охлажденной воды в систему отопления используется водоструйный элеватор, а при районной котельной с помощью насоса установленного на перемычке.

Места расположения и обозначение стояков переносятся с плана типового этажа. Далее их соединяют магистральными трубопроводами, которые прокладывают вдоль наружных стен на каждую четверть здания отдельно с уклоном не менее 0,002 по направлению к узлу ввода. Данный уклон необходим для удаления воды из системы.

4 На плане чердака, в первую очередь, показывают стояки и магистрали. После чего в вариантах имеющих в подвале здания котельную размещают расширительный бак, в остальных случаях воздухоотборники.

Расширительный бак предназначен для приема избытка воды в системе, образующейся при ее нагревании, а также создания определенного запаса воды с целью компенсации возможных ее утечек из системы в процессе эксплуатации, поддержания заданного

гидравлического давления, удаления лишней воды из системы в водосток и воздухоудаления. Его располагают в наивысшей точке, желательно в центральной части здания. Расширительный бак представляет собой металлическую емкость цилиндрической формы со съёмной крышкой и патрубками для присоединения следующих труб: расширительной; контрольной, выведенной к раковине в котельной для наблюдения за уровнем воды; переливной для слива избытка воды при переполнении расширительного бака; циркуляционной, соединяющей расширительный бак с обратным магистральным теплопроводом для предотвращения замерзания воды в расширительном сосуде и в соединительной трубе.

Воздухосборники, как и расширительный бак размещают в наивысших точках системы. Они устанавливаются в крайних стояках и предназначены для удаления воздуха из системы.

Необходимо отметить, что магистрали должны прокладываться с подъемом не менее 0,002 к расширительному баку или воздухосборникам.

5 На основании плана типового этажа, чердака и подвального помещения вычерчивается аксонометрическая схема системы отопления. Масштаб которой должен соответствовать масштабу здания, то есть 1:100.

### **Проектирование системы вентиляции**

В курсовом проекте необходимо спроектировать вытяжную естественную канальную вентиляцию для жилого здания, которая состоит из вертикальных внутрстенных или приставных каналов с отверстиями, закрытыми жалюзными решетками, сборных горизонтальных воздухопроводов и вытяжных шахт. Для усиления вытяжки воздуха из помещения на шахте часто устраивают специальную насадку – диффлектор. Загрязненный воздух из помещений поступает через жалюзную решетку в канал, поднимается вверх, достигая сборных воздухопроводов, и оттуда выходит через шахту в атмосферу.

В зданиях высотой не больше 5 этажей допускается использовать вентиляционные блоки, изготавливаемые с индивидуальными каналами для каждого этажа. Устройство самостоятельных каналов из каждого помещения обеспечивает пожарную безопасность вентиляционных систем, звукоизоляцию и выполнение санитарно-гигиенических требований. Если в варианте задания число этажей больше, то систему вентиляции делают с перепускными каналами через один этаж. Если в здании внутренние стены кирпичные, то вентиляционные каналы устраивают в толщине стен или бороздах, заделываемых плитами. Минимально допустимый размер вентиляционных каналов в кирпичных стенах  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$  кирпича (140 × 140 мм). Толщина стенок канала принимается не менее  $\frac{1}{2}$  кирпича. В наружных стенах вентиляционные каналы не устраиваются.

Если нет внутренних кирпичных стен, устраивают приставные воздухопроводы из блоков или плит; минимальный размер их 100 × 150 мм. Приставные воздухопроводы в помещениях с нормальной влажностью воздуха обычно выполняют из гипсошлаковых и гипсоволокнистых плит. Приставные воздухопроводы устраивают, как правило, у внутренних строительных конструкций: они могут размещаться у перегородок или компоноваться со встроенными шкафами, колоннами и т.п.

Если приставные воздухопроводы по какой-либо причине размещаются у наружной стены, то между стеной и воздухопроводом обязательно оставляют зазор не менее 5 см или делают утепление, чтобы предотвратить охлаждение воздуха, перемещаемого по воздухопроводу, и снижение в связи с этим действующего давления. Кроме того, в воздухопроводах, расположенных у наружных стен, может конденсироваться влага из удаляемого воздуха.

Воздуховоды, прокладываемые на чердаках или в неотапливаемых помещениях, выполняют из двойных гипсошлаковых или шлакобетонных плит толщиной 100 мм. Сборные воздуховоды на чердаке размещают по железобетонному перекрытию с подстилкой одного ряда плит, который заливают цементным раствором, слоем не менее 5 мм. Размер горизонтальных воздуховодов, расположенных на чердаках, следует принимать не менее 200 × 200 мм, а их длина в системе естественной вентиляции не должна превышать 8 м.

В бесчердачных зданиях каналы можно объединять в сборный воздуховод, устраивая его под потолком коридора, лестничных клеток и других вспомогательных помещений. Нередко по архитектурным соображениям для объединения каналов в коридорах предусматривают подшивной потолок.

В бесчердачных жилых зданиях вентиляционные каналы часто выводят без объединения в сборный воздуховод.

В местах забора воздуха устраивают вентиляционные решетки, которые устанавливают как можно ближе к местам загрязнения воздуха и на расстоянии 0,5 ... 0,7 м от потолка. Наиболее выгодны регулируемые жалюзные решетки с помощью которых можно регулировать количество удаляемого воздуха. В газифицированных ванных комнатах и кухнях устанавливают нерегулируемые решетки.

Вытяжная шахта для выброса воздуха должна быть выведена выше конька крыши не менее чем на 0,5 м при расположении шахты на расстоянии от 1,5 до 3 м от конька; не ниже конька при расположении шахты на расстоянии от 1,5 до 3 м от конька; не ниже линии проведенной от конька вниз по углом 10° к горизонту, при расположении шахты на расстоянии более 3 м от конька. Вытяжные шахты систем вентиляции жилых зданий рекомендуется устраивать с обособленными и объединенными каналами. Шахты с обособленными каналами могут быть выполнены из бетонных блоков с утеплителем фибролитом с утолщенными стенками из шлакобетона, керамзитобетона или другого малотеплопроводного и влагостойкого материала, а также каркасными с эффективным утеплителем.

Шахты с объединенными каналами выполняют из легкого бетона, каркасные шахты – с заполнением малотеплопроводным огнестойкими и влагостойким материалом; из бетонных плит – с утеплением из досок толщиной 40 мм, обитых с внутренней стороны кровельной сталью по войлоку, смоченному в глиняном растворе, и оштукатуренной с наружной стороны.

На основании выше перечисленных рекомендаций на плане типового этажа показывают вентиляционные каналы, а на плане чердака – сборные горизонтальные воздуховоды и вытяжные шахты. После этого вычерчивается аксонометрическая схема системы вентиляции.

Преподавателем на аксонометрической схеме указываются участки системы вентиляции, которые необходимо рассчитать студенту. Данные участки разбиваются на расчетные с расстановкой их нумерации, нагрузок и длины.

Аэродинамический расчет каналов системы вентиляции ведется в следующей последовательности:

1 Определяют расчетное гравитационное давление (Па), для проектируемого этажа по формуле

$$\Delta P = gh(p_n - p_v),$$



где  $h$  – вертикальное расстояние от центра оконного проема соответствующего этажа до устья вытяжной шахты, м;  $\rho_n = 1,27 \text{ кг/м}^3$  и  $\rho_v$  – соответственно, плотности наружного (при  $5^\circ\text{C}$ ) и внутреннего воздуха.

2 Расчет начинают с наиболее неблагоприятного канала, которым является наиболее удаленный от вытяжной шахты канал верхнего этажа и ведется в табличной форме (табл. 5).

### 5 Расчет воздуховодов системы естественной вытяжной вентиляции

учас	$L, \text{ м}^3/\text{ч}$	$l, \text{ м}$	$b, \text{ м}$	$d_3, \text{ м}$	$J, \text{ м}$	$V_{\text{факт}}, \text{ м/с}$	$R, \text{ Па/м}$	$R/\beta, \text{ Па}$	$h_v, \text{ Па}$	$\sum \xi$	$Z, \text{ Па}$	$+Z, \text{ Па}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

$$\sum (R l \beta + Z)$$

3 Производят ориентировочный подбор сечений воздуховодов допустимых скоростей движения воздуха по ним

$f, \text{ м}^2$  исходя из

$$f = L / (3600V),$$

где  $L$  – расход вентиляционного воздуха (для кухонь  $90 \text{ м}^3/\text{ч}$ , для уборной и ванной  $25 \text{ м}^3/\text{ч}$ );  $V$  – скорость воздуха в каналах вентиляции (для предварительного расчета в вертикальных каналах верхнего этажа  $0,5 \dots 0,6 \text{ м/с}$ , из каждого нижерасположенного этажа на  $0,1 \text{ м/с}$  больше, чем из предыдущего, но не выше  $1 \text{ м/с}$ ; в сборных воздуховодах  $V > 1 \text{ м/с}$  и в вытяжной шахте  $V = 1 \dots 1,5 \text{ м/с}$ ).

4 По  $f$  принимаем размеры каналов  $a \times b$  и их площадь (в кирпичных стенах размер каналов должен быть кратен  $1/2$  кирпича).

5 Определяют эквивалентный по трению диаметр (м) по формуле

$$d_3 = 2ab / (a + b).$$

6 Находят фактическую скорость движения воздуха (м/с) по формуле

$$V_{\text{факт}} = L / (3600 f).$$

7 Определяют потери давления в воздуховодах на трение,  $R$  (Па/м) по номограмме приведенной на рис. 1П2.

Пр и м е р. При скорости движения воздуха  $V = 0,58 \text{ м/с}$  в воздуховоде диаметром  $d_3 = 180 \text{ мм}$  потери давления на трение равны  $0,04 \text{ Па/м}$ .

8 Находят потерю на трение на всем участке по формуле

$$R l \beta,$$

где  $l$  – длина участка, м;  $\beta$  – поправочный коэффициент на шероховатость поверхности, который определяется по табл. 8П2.

9 Динамическое давление  $h_v$  (Па) находим по скорости движения воздуха ( $V$ ) по номограмме, рис. 1П2.

Пр и м е р. При скорости движения воздуха  $V = 0,58 \text{ м/с} - h_v =$   $= 0,19 \text{ Па}$ .

10 Находим сумму коэффициентов местных сопротивлений участка  $\sum \xi$  по табл. 9П2.

11 Потерю давления на местные сопротивления  $Z$  определяем по формуле

$$Z = \sum \xi h_v.$$

12 Общая потеря давления на участке

$$R l \beta + Z.$$

13 Находят суммарные потери давления на расчетных участках

$$\sum(R l \beta + Z).$$

14 Сравнивают полученные суммарные потери давления на расчетных участках с учетом коэффициента запаса ( $\sum (R l \beta + Z) (1,1 \dots 1,15)$ ) с расчетным гравитационным давлением ( $\Delta P$ , Па). Если эти величины совпадают, то предварительно полученные площади сечения каналов могут быть приняты как окончательные. Если же потери давления оказались меньше или больше располагаемого давления, то площадь сечения каналов следует увеличить или, наоборот, уменьшить и произвести расчет заново.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Богословский В. Н., Сканави А. Н. Отопление: Учеб. для вузов. М.: Стройиздат, 1991. 735 с.

2 Отопление и вентиляция промышленных и гражданских зданий. Метод. указ. / Сост. В. И. Быченко. Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т, 1995. 50 с.

3 Сканави А. Н. Конструирование и расчет систем водяного и воздушного отопления зданий. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1983. 304 с.

4 СНиП 23-01-99. Строительная климатология / Госстрой России. М.: ЦИТП Госстроя России, 2000. 136 с.

5 СНиП II-3-79\*. Строительная теплотехника / Госстрой России. М.: ЦИТП Госстроя России, 1998. 32 с.

6 СНиП 2.04.05-91\*. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха / Госстрой России. М.: ЦИТП Госстроя России, 1999. 64 с.

7 Тихомиров К.В., Сергеев Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учеб. для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1991. 480 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Пример оформления задания на проектирование

ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра "Архитектура и строительство зданий"

#### ЗАДАНИЕ

к курсовому проекту на тему "Инженерное оборудование жилого зданий"  
по дисциплине "Инженерное оборудование зданий"

Выданное студенту	<u>Ф.И.О.</u>
Курс	<u>V</u>
Группа	<u>C-</u>
Специальность	<u>630100 "Архитектура"</u>





### 3П1 Варианты генерального плана

Номер варианта	Схема генерального плана
1	
2	
3	

Справочные данные для проектирования

1П2 Климатические характеристики городов

Город	Глубина промерзания грунта, м	длина отопительного периода, го	температура за отопительный период, °С	Скорость ветра, м/с	а наиболее холодной пятидневки обеспечено
Волгоград	1,1	178	-2,2	8	-25
<b>Воронеж</b>	1,3	196	-3,1	5,7	-26
Екатеринбург	1,9	236	-6,8	5,2	-35
Калуга	1,3	210	-2,9	3,2	-27
Вятка	1,7	231	-5,4	5,4	-33
Москва	1,4	214	-3,1	4	-28
Пенза	1,5	207	-4,5	3,8	-29
С.-Петербург	1,2	220	-1,8	3	-26
Тамбов	1,4	201	-3,7	3	-28
Ульяновск	1,6	213	-5,7	5	-31
Уфа	1,8	212	-5,4	4,2	-31

2П2 Требуемые сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций жилых зданий

ГСО П, °С · сут.	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, м <sup>2</sup> · °С/Вт		
	стен	перекрытий чердачных, над холодными подвалами и подпольями	окон и балконных дверей
2000	2,1	2,8	0,30
4000	2,8	3,7	0,45
6000	3,5	4,6	0,60
8000	4,2	5,5	0,70
10 000	4,9	6,4	0,75
12 000	5,6	7,3	0,80

3П2 Расчетные температуры и кратности воздухообмена в помещениях жилых зданий

Помещение	Расчетная температура в помещении в холодный период года, °С	Объем или кратность воздухообмена для вытяжки за 1 ч, м <sup>3</sup> /ч
Жилая комната	18	3 на 1 м <sup>3</sup>
То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) –31 °С и ниже	20	То же
Кухни	15	Не менее 60
Ванная	25	25
Уборная индивидуальная	16	25
Совмещенное помещение уборной и ванной	25	25
То же, с индивидуальным нагревателем	18	25
Лестничная клетка	12	–

4П2 Значения коэффициента  $n$ , принимаемого в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху

Ограждающие конструкции	$n$
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 строительной-климатической зоне	1
Перекрытия над холодными подвалами, сообщающиеся с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
Перекрытия над не отапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,7 5
Перекрытия над не отапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
Перекрытия над не отапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

5П2 Сопротивление воздухопроницанию заполнений световых проемов

Заполнения светового проема	Число уплотненных притворов	Сопротивление воздухопроницанию $R_u$ , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$		
		пенополиуретана	губчатой резины	полусертяного шнура
Одинарное остекление или двойное остекление в спаренных переплетах	1	0,26	0,16	0,12
Двойное остекление в отдельных переплетах	1	0,29	0,18	0,13
	2	0,38	0,26	0,18
Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	1	0,30	0,18	0,14
	2	0,44	0,26	0,20
	3	0,56	0,37	0,27

Примечание: Сопротивление воздухопроницанию балконных дверей следует принимать с коэффициентом 0,8.

6П2 Приведенное сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей  $R_{0\text{пр}}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$

Заполнение световых проемов	$R_{0\text{пр}}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
Одинарное остекление в деревянных переплетах	0,18
Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	0,39
Двойное остекление в деревянных отдельных переплетах	0,42
Тройное остекление в деревянных, раздельно-спаренных переплетах	0,55
Двухслойные стеклопакеты в деревянных переплетах:	
– из обычного стекла	0,36
– с твердым селективным покрытием внутреннего стекла	0,48
– то же с заполнением межстекольного пространства аргоном	0,56
– с мягким селективным покрытием внутреннего стекла	0,52
– то же с заполнением межстекольного пространства аргоном	0,62
– с теплым зеркалом	0,7
– то же с заполнением межстекольного	0,83



пространства аргоном	
Двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление в отдельных деревянных переплетах окон	0,53
Трехслойные стеклопакеты в деревянных переплетах:	
– из обычного стекла	0,52
– с мягким селективным покрытием среднего стекла	0,72
– то же с заполнением межстекольного пространства аргоном	0,86

**7П2 Основные технические характеристики некоторых отопительных приборов**

Наименование прибора, его тип и марка	Площадь поверхности нагрева секции $f_1, \text{м}^2$	Номинальная плотность теплового потока $q_{\text{ном}}, \text{Вт/м}^2$
Радиаторы чугунные секционные:		
МС-140-108	0,244	758
МС-140-98	0,240	725
МС-90-108	0,187	802
М-90	0,2	700
Радиаторы стальные панельные типа РСВ1		
однорядные:		
РСВ1-1	0,71	710
РСВ1-2	0,95	712
РСВ1-3	1,19	714
РСВ1-4	1,44	712
РСВ1-5	1,68	714
То же двухрядные:		
2РСВ1-1	1,42	615
2РСВ1-2	1,9	619
2РСВ1-3	2,38	620
2РСВ1-4	2,88	618
2РСВ1-5	3,36	620
Радиаторы стальные панельные типа РСГ2		
однорядные:		
РСГ2-1-2	0,54	741
РСГ2-1-3	0,74	747
РСГ2-1-4	0,95	743
РСГ2-1-5	1,19	740

PCГ2-1-6	1,44	733
PCГ2-1-7	1,68	733
PCГ2-1-8	1,93	728
PCГ2-1-9	2,17	729
<hr/>		
То же		
двухрядные:		
PCГ2-2-4	1,08	1074
PCГ2-2-5	1,48	977
PCГ2-2-6	1,90	910
PCГ2-2-7	2,38	845
<hr/>		

Наименование прибора, его тип и марка	Площадь поверхности нагрева секции $f_1, \text{м}^2$	Номинальная плотность теплового потока $q_{\text{ном}}, \text{Вт/м}^2$
РСГ2-2-8	3,36	683
РСГ2-2-9	4,31	597
Конвекторы настенные с кожухом малой глубины типа "Универсал":		
КН20-0,400	0,952	420
КН20-0,479	1,140	420
КН20-0,655	1,830	357
КН20-0,787	2,200	358
КН20-0,918	2,570	357
КН20-1,049	2,940	357
КН20-1,180	3,300	358
КН20-1,311	3,370	389
КН20-1,442	4,039	357
КН20-1,573	4,410	357
КН20-1,704	4,773	357
КН20-1,835	5,140	357
КН20-1,966	5,508	357
Конвекторы без кожуха типа "Аккорд":		
КА-0,336	0,98	343
КА-0,448	1,3	345
КА-0,560	1,63	344
КА-0,672	1,96	343
КА-0,784	2,28	344
КА-0,896	2,61	343
КА-1,008	2,94	343
КА-1,120	3,26	344
К2А-0,621	1,95	318
К2А-0,823	2,60	317
К2А-1,030	3,25	317
К2А-1,237	3,90	317
К2А-1,445	4,56	317
К2А-1,646	5,19	317
К2А-1,854	5,85	317
К2А-2,061	6,50	317

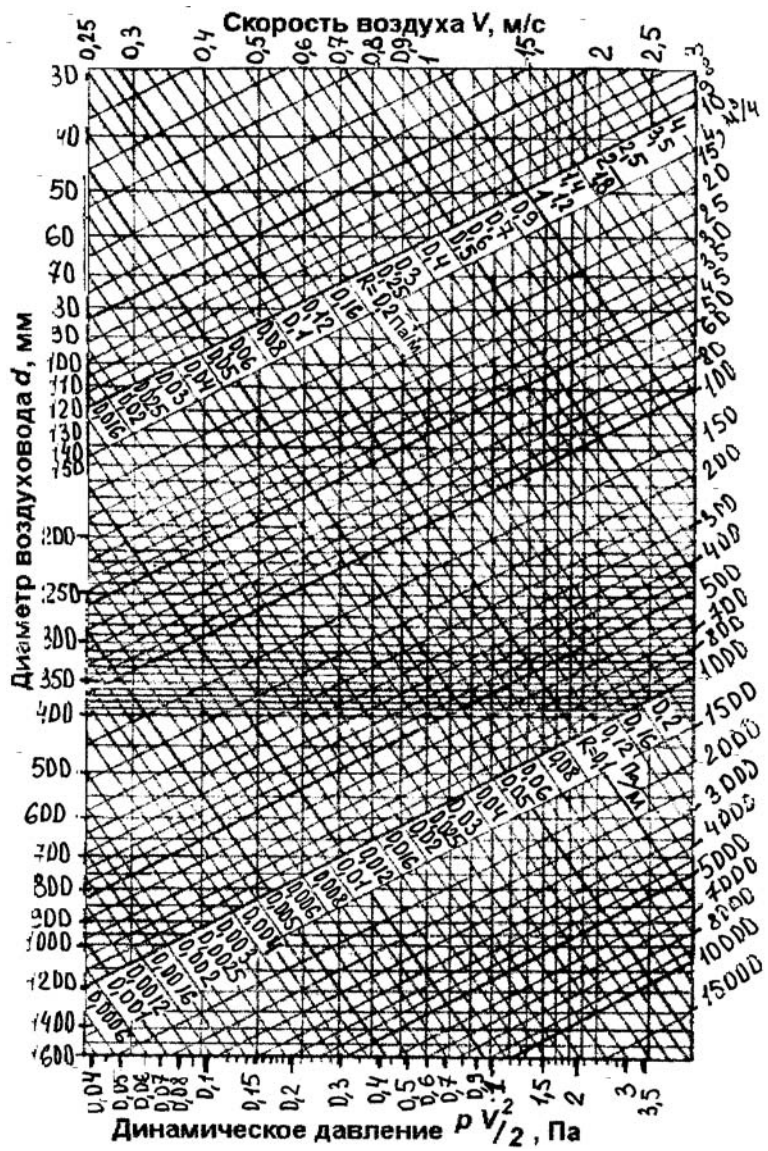
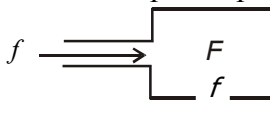
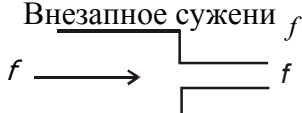


Рис. 1П2 Номограмма для расчета круглых стальных воздуховодов

## 8П2 Значение коэффициентов шероховатости

Скорость движения воздуха, м/с	Материал 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

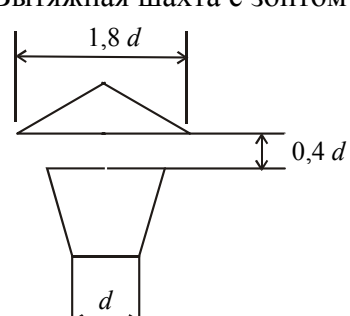
9П2 Коэффициенты местных сопротивлений для различных элементов воздуховодов

Элементы воздуховодов	Значения коэффициентов местных сопротивлений $\xi$
<p>Внезапное расширение</p> 	$\xi = (1 - f/F)^2$
<p>Внезапное сужение</p> 	$\xi = 0,5(1 - f/F)$
<p>Жалюзийная решетка:  работающая на забор воздуха  работающая на подачу воздуха</p>	$\xi = 1,2$ $\xi = 2,2$
Элементы воздуховодов	Значения коэффициентов местных сопротивлений $\xi$

*Продолжение табл. 9П2*

Отвод круглый, квадратный и прямоугольный		$\alpha$ , град	30	45	60	90	120
		$\xi$ при $r/d$					
1	0,09	0,13	0,16	0,21	0,24		
2	0,07	0,09	0,12	0,15	0,18	0,24	
Примечание: Для прямоугольного отвода умножить $\xi$ на коэффициент $C$ :							
$a/b$	0,25	0,5	1	1,5	2		
$C$	1,3	1,17	1	0,9	0,85		
Колено круглое, квадратное и прямоугольное		$\alpha$ , град	30	45	60	90	120
		$\xi$	0,16	0,32	0,56	1,2	2,3
Примечание: Для прямоугольного колена умножить $\xi$ на коэффициент $C$ :							
$a/b$	0,25	0,5	1	1,5	2		
$C$	1,1	1,07	1	0,95	0,9		

Продолжение табл. 9П2

Элементы воздуховодов	Значения коэффициентов местных сопротивлений $\xi$
<p>Вытяжная шахта с зонтом</p> 	$\xi = 1,3$

<p>Тройник под углом 90° на вытяжке воздуха</p>	$L_0/L_c$	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9
		$\xi_n$ (верхняя строка) и $\xi_0$ (нижняя строка) при $L_0/L_n$					
	0,1	0,5	1,5	4,4	8,4	20	82
		0,9	1	1	1	1	1
	0,4	0,4	1	2,8	5,2	12,3	69
		0,6	1	1,1	1,1	1,1	1,1
	0,6	0,4	0,8	2,2	4,1	9,5	39
		2,7	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2
	1	0,4	0,7	1,6	2,8	6,3	25
		0,8	0,3	1,3	1,3	1,3	1,3

Продолжение табл. 9П2

Элементы воздуховодов	Значения коэффициентов местных сопротивлений $\xi$						
<p>Тройник под углом 90° на притоке воздуха</p>	При $F_0 + F_n > F_c$ или $F_n = F_c$						
	$V_0/V_c$	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2
	$\xi_n$	0,4	0	0,1	0,1	0	—
	$\xi_0$	9,4	6,2	4,2	2,3	1,6	1,2
	При $F_0 + F_n = F_c$						
	$V_n/V_c$	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2
	$\xi_n$	4,4	2	0,8	0,1	0	0,1

**10П2 Нормативная воздухопроницаемость  $G_H$ , кг/(м<sup>2</sup>·ч)**

Ограждающая конструкция	$G_H$ , кг / (м <sup>2</sup> · ч)
Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений	0,5

Стыки между панелями наружных стен жилых зданий	0,5
Входные двери в квартиры	1,5
Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в:	
а) пластмассовых или алюминиевых переплетах	5,0
б) деревянных переплетах	6,0

### 1 Расчет теплотерь ограждающих конструкции

№ помещения	Наименование помещения	Температура внутреннего воздуха помещения ( $t_p$ )	Характеристика ограждения				Сопротивление теплопередачи ограждения, $R$ ( $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ )	Расчетная разность температуры ( $t_p - t_{exp}$ ), $^\circ C$	Поправочный коэффициент, $n$	Основные теплотери, $Q_{осн}$ (Вт)	Добавочные теплотери, $\beta$			Суммарный коэффициент добавочных теплотерь ( $1 + \sum \beta$ )	Теплотери, Вт		
			Наименование	Ориентация по сторонам света	Расчетные размеры (м)	Площадь, $A$ , ( $m^2$ )					На ориентацию по сторонам горизонта	По количеству наружных стен	На врывание холодного воздуха		Теплотери через ограждение, $Q_{огр}$	Подогрев воздуха вентиляции, $Q_n$	Помещения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18



### 1П1 Варианты исходных данных для проектирования

Наименование показателей	Значение по первой цифре шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Район строительства	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число этажей	4	5	3	5	4	5	3	3	4	5
Высота этажа, м	2,9	3,0	3,1	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,1	3,0
Высота подвала, м	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,2	2,1	2,3
Источник теплоснабжения	ТЭЦ	РК	КвП	ТЭЦ	РК	КвП	ТЭЦ	РК	КвП	ТЭЦ
Горячее водоснабжение: централизованной газонагревателям и	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Разводка подающей магистрали	верх.	ниж.	верх ·	ниж.	верх ·	ниж.	верх ·	ниж.	верх ·	ниж.
Диаметр труб уличной сети, мм: водопровода канализации	200	250	300	150	150	200	250	300	250	300
	250	300	250	200	250	250	300	350	300	350

Норма потребления в сутки, л/чел.	275	300	230	300	225	275	225	275	300	300
-----------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Примечания: 1 Соответствие номера района строительства городу: 1 – Воронеж; 2 – Москва; 3 – Пенза;  
4 – Ульяновск; 5 – Вятка; 6 – Уфа; 7 – Екатеринбург; 8 – С.-

Петербург; 9 – Волгоград; 0 – Тамбов;

2 ТЭЦ – теплоэлектроцентрали; РК – районная котельная; КвП – котельная в подвале здания.

## 2П1 Варианты исходных данных для проектирования

Наименование показателей	Значение по второй цифре шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ориентация фасада здания	С	Ю	З	В	СЗ	СВ	ЮЗ	ЮВ	Ю	В
Отопительные приборы	РС	РП	КН	РС	РП	КН	РС	РП	КН	РС
Схема подключения отопительных приборов	ДВ	ОД	ДВ	ОД	ДВ	ОД	ДВ	ОД	ДВ	ОД

Номер варианта генплана (табл. 3П1)	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Расстояние от красной линии до здания, м	12	11	10	9	8	11	13	14	10	12
Абсолютные отметки, м:										
поверхности земли у здания	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
пола первого этажа	10, 5	20,5	30,5	40,5	50,5	60,5	70,5	80,5	90,5	95,5
верха трубы уличного водопровода	7,6	17,5	27,7	37,4	47,3	57,2	67,1	77,0	86,9	91,8
лотка колодца уличной канализации	6,6	16,5	26,7	36,3	46,2	56,5	66,3	76,2	85,8	90,8
Гарантированный напор, м	28	32	25	30	25	29	26	30	33	36

Примечание: 1 РС – радиатор секционный; РП – радиатор панельный; КН – конвектор;

2 ДВ – двухтрубная; ОД – однострунная.