

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Архитектурно-строительный факультет

Кафедра электротехники, теплотехники
и возобновляемых источников энергии

ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсовой работы
«Отопление и вентиляция гражданского здания»
для студентов специальности
08.05.01 Строительство уникальных
зданий и сооружений

Краснодар
КубГАУ
2019

Составители: С.Н. Бегдай.

Теплогазоснабжение и вентиляция : метод. указания по выполнению курсовой работы / сост. С.Н. Бегдай. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 42 с.

В методических указаниях приводятся методики расчета для выполнения курсовой работы по дисциплине теплогазоснабжение и вентиляция на тему: «Отопление и вентиляция гражданского здания».

Предназначено для студентов специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией архитектурно-строительного факультета Кубанского государственного аграрного университета, протокол № 2 от 22.10.2019.

Председатель
методической комиссии



А. М. Блягоз

- © Бегдай С. Н.,
составление, 2019
- © ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный аграрный
университет имени
И. Т. Трубиллина», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Задание к курсовому проекту	
Исходные данные	4
Содержание курсового проекта	5
Трудоемкость отдельных частей курсового проекта	7
Практическое руководство по выполнению отдельных разделов курсового проекта	
1. Теплотехнический расчет наружных ограждений	8
2. Расчет тепловой нагрузки на систему отопления	16
3. Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления	22
4. Расчет поверхности отопительных приборов	27
5. Аэродинамический расчет системы естественной вытяжной вентиляции	29
Список использованной литературы	34
Приложения	35

ЗАДАНИЕ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Тема курсового проекту – теплотехнический расчет ограждающих конструкций, конструирование и расчет систем отопления и вентиляции гражданского здания.

Исходные данные

В основу курсового проекта берется жилое двухэтажное здание. Планировка всех этажей типовая, приведена в задании (прил. 1).

Исходные данные (и вариант планировки) принимаются по двум последним цифрам шифра зачетной книжки.

В табл.1 приведены следующие данные: номер варианта планировки, город предполагаемого строительства, в соответствии с которым принимаются необходимые параметры наружного климата, ориентация фасада здания, характеристика основных ограждающих конструкций, располагаемое давление на вводе и параметры теплоносителя в тепловой сети, тип системы отопления.

Таблица 1 – Исходные данные

Последняя цифра шифра	Вариант планировки (прил. 1)	Ориентация фасада	Разность давления в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, МПа	Характеристика ограждающей конструкции	Параметры теплоносителя в тепловой сети $T_r - T_o$		Тип системы отопления	
					A	B	A	B
0	1	С	0,085	1	150 – 70 °С	130 – 70 °С	двух трубная с верхней разводкой	двух трубная с нижней разводкой
1	2	Ю	0,090	2				
2	3	С-В	0,095	3				
3	4	В	0,100	4				
4	1	Ю-В	0,105	5				
5	2	Ю-З	0,110	5				
6	3	З	0,120	4				
7	4	С-З	0,130	3				
8	1	Ю	0,140	2				
9	2	С	0,150	1				

Примечание: варианты A и B в табл.1 принимаются по пред последней цифре шифра зачетной книжки - если она четная - по столбцу A если нечетная - по столбцу B.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовой проект состоит из двух взаимосвязанных разделов: расчетно-пояснительной записки и графической части (один лист формата А3).

Расчетная часть включает следующие разделы:

1. Теплотехнический расчет наружных ограждений, где необходимо определить:

- климатические характеристики района строительства, расчетные параметры внутреннего воздуха и условия эксплуатации помещений;
- характеристики материалов наружной стены и нормативные теплотехнические характеристики;
- требуемое термическое сопротивление наружной стены и толщину утепляющего слоя;
- фактический коэффициент теплопередачи наружной стены;
- требуемые термические сопротивления для остальных наружных ограждений.

2. Расчет тепловой нагрузки на систему отопления, в котором следует:

- определить тепловые потери через ограждающие конструкции по отдельным помещениям обоих этажей для 1/2 части здания;
- рассчитать количество теплоты, расходуемое на нагрев инфильтрующегося воздуха;
- найти расход теплоты на нагрев воздуха, поступающего для вентиляции помещений и компенсирующего естественную вытяжку из квартиры;
- определить бытовые тепловыделения;
- рассчитать тепловую нагрузку на отопительные приборы и суммарную для всего здания;
- определить удельную тепловую характеристику.

3. Расчет теплового ввода и гидравлический расчет трубопроводов системы отопления, в котором нужно:

- выполнить расчет теплового ввода с водоструйным элеватором и подобрать элеватор;
- найти расчетное насосное давление в системе отопления; на аксонометрической схеме системы отопления указать расчетные тепловые нагрузки на участках и их длину;
- определить главное циркуляционное кольцо и расчетное циркуляционное давление для него;
- рассчитать диаметры трубопроводов главного циркуляционного кольца;
- выполнить расчет диаметров трубопроводов участков дополнительного циркуляционного кольца через прибор стояка, ближайшего к элеватору, и увязать потеря давления в них с потерями давления на параллельных участках главного циркуляционного кольца.

4. Определение площади теплоотдающей поверхности отопительных приборов для трех стояков расчетной ветви системы отопления.

5. Расчет системы естественной вытяжной вентиляции, в котором следует:

- определить необходимый воздухообмен в соответствии с санитарными правилами и нормами;
- найти расчетное гравитационное давление;
- произвести аэродинамический расчет воздуховодов одной вентиляционной системы с увязкой потерь давления в каналах из помещений первого и второго этажей.

Все расчеты следует выполнять на одной стороне листа формата А4 и оформлять в виде отдельной пояснительной записки к курсовой работе.

Графическая часть курсовой работы содержит:

- планы этажей и чердака с изображением отопительных приборов, стояков и магистралей системы отопления, жалюзийных решеток, вентиляционных каналов, сборных воздуховодов и шахт в М 1:100;
- аксонометрическую схему половины системы отопления;
- аксонометрическую схему рассчитанной системы вентиляции;
- чертеж теплового ввода с водоструйным элеватором в М 1:50.

Трудоемкость отдельных частей курсового проекта, %

Теплотехнический расчет	15
Расчет тепловых нагрузок.....	20
Гидравлический расчет системы отопления и расчет теплового ввода	20
Определение площади поверхности отопительных приборов.....	10
Аэродинамический расчет системы вентиляции	10
Графическая часть работы.....	25
Итого	100

1 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

Теплотехнический расчет выполняют для наружных ограждений здания. Конструкция ограждения и район строительства в соответствии с номером варианта (см. табл. 1), пользуясь прил. 2 и 3. Расчетная температура внутреннего воздуха принимается по табл.3 [1, 2].

Таблица 3 – Расчетные параметры внутреннего воздуха

Помещения	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %
	оптимальная	допустимая	
Жилая комната	от 20 до 22	от 18 до 24	45
Кухни	от 19 до 21	от 18 до 26	НН
Туалет	от 19 до 21	от 18 до 26	НН
Ванная, совмещенный с/у	от 24 до 26	от 18 до 26	НН
Межквартирный коридор	от 18 до 20	от 16 до 22	45
Вестибюль, лестничные клетки	от 16 до 18	от 14 до 20	НН
Примечание – НН - не нормируется			

Расчет начинают с выбора по табл. 4 и 5, либо по прил. 2 СНиП II-3-79* условий эксплуатации ограждений которые зависят от режима в помещении и влажностной климатической зоны района строительства.

Таблица 4 – Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре		
	до 12°С	св. 12 до 24°С	св. 24°С
Сухой	до 60	до 50	до 40
Нормальный	св. 60 до 75	св. 50 до 60	св. 40 до 50
Влажный	св. 75	св. 60 до 75	св. 50 до 60
Мокрый	-	св. 75	св. 60

Таблица 5 – Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности

Влажностный режим помещений (по табл. 3)	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_o следует принимать не менее требуемых значений, $R_o^{\text{до}}$, определяемых исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий и условий энергосбережения – по табл. 10.

Определяем требуемое термическое сопротивление ограждения, $R_o^{\text{до}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

$$R_o^{\text{тр}} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t^{\text{н}} \alpha_{\text{в}}},$$

где n - коэффициент, принимаемый по СНиП II-3-79** в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху (табл. 6);

$t_{\text{в}}$ - расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$, принимаемая согласно ГОСТ 12.1.005-88 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

$t_{\text{н}}$ - расчетная зимняя температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 2.01.01-82, СНКК 23-302-2000 (прил. 2)

$\Delta t^{\text{н}}$ - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемых по табл. 7;

$\alpha_{\text{в}}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 8.

Требуемое сопротивление теплопередаче дверей и ворот должно быть не менее $0,6R_o^{\text{до}}$ стен зданий и сооружений, определяемого по формуле $R_o^{\text{до}}$ при расчетной зимней температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92.

Таблица 6

Ограждающие конструкции	n
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3. Перекрытия над не отапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над не отапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5. Перекрытия над не отапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Таблица 7 – Нормируемый температурный перепад

Здания и помещения	Δt_n , °C, для		
	наружных стен и чердачных перекрытий	покрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0
2. Общественные, кроме административных и бытовых, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5
3. Производственные с сухим и нормальным режимами	$t_b - t_p$, но не более 7	$0,8(t_b - t_p)$, но не более 6	2,5
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_b - t_p$	$0,8(t_b - t_p)$	2,5

Обозначения, принятые в табл. 7.

t_p - температура точки росы, °С, при расчетной температуре и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым по ГОСТ 12.1.005-88, СНиП 2.04.05-91 и нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений.

Таблица 8

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи α_v Вт/(м ² ·°С)
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $\frac{h}{a} \leq 0,3$	8,7
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $\frac{h}{a} > 0,3$	7,6

Чтобы найти требуемое приведенное сопротивление теплопередаче ограждения, отвечающее требованиям энергосбережения, следует предварительно определить ГСОП- градус-сутки отопительного периода по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_v - t_{\text{от.пер.}}) z_{\text{от.пер.}},$$

где $t_{\text{от.пер.}}$ - средняя температура периода, °С, со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°С по СНиП 2.01.01-82.

$z_{\text{от.пер.}}$ - продолжительность периода, сут, со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°С по СНиП 2.01.01-82.

Приведенное термическое сопротивление теплопередаче, отвечающее требованиям энергосбережения, может быть определено по формуле

$$R_o^{\text{пр}} = \frac{\text{ГСОП}}{1000} + \hat{a}$$

где a и b - коэффициенты, определяемые в зависимости от типа ограждения и назначения по табл. 9

Таблица 9 – Коэффициенты a и b для определения требуемого приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания

Здания и помещения	Тип ограждающих конструкций							
	Стены		Покрытия и перекрытия над проездами		Перекрытия чердачные, над холодными подпольями и подвалами		Окна и балконные двери	
	a	b	a	b	a	b	a	b
Жилые, школы, интернаты	0,35	1,4	0,5	2,2	0,45	1,9	0,025	0,3
Общественные, кроме указанных выше, за исключением помещений с мокрым и влажным режимом	0,4	0,8	0,4	1,6	0,35	1,3	0,025	0,28

Таблица 10

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °C·сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, не менее $R_o^{\delta\delta}$, м ² ·°C/Вт				
		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	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55

Продолжение табл. 10

Общественные, кроме	2000	1,6	2,4	2,0	0,3	0,3
указанных выше, адми-	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
нистративные и бытовые,	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
за исключением помеще-	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
ний с влажным или мок-	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
рым режимом	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55

Примечание:

1. Промежуточные значения $R_o^{\text{об}}$ следует определять интерполяцией.
2. Нормы сопротивления теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций для помещений производственных зданий с влажным или мокрым режимами, с избытками явной теплоты от 23 Вт/куб.м, а также для помещений общественных, административных и бытовых зданий с влажным или мокрым режимами следует принимать как для помещений с сухим и нормальным режимами производственных зданий.
3. Приведенное 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 проемов допускается применять конструкции окон, балконных дверей и фонарей с приведенным сопротивлением теплопередаче на 5% ниже устанавливаемых в таблице.

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

$$R_o = \frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_v}$$

α_n — коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по табл. 11

Термическое сопротивление каждого слоя ограждения определяется в зависимости от его толщины δ_i , м, и коэффициента теплопроводности материала λ_i , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

Таблица 11

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, α_n , Вт/(м ² ·°С)
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной зоне	23
2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной зоне	17
3. Перекрытий чердачных и над не отапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4. Перекрытий над не отапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над не отапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

Следует отметить, что коэффициент теплопроводности строительных материалов λ , используемый в расчетах, зависит от влажности материала, которая в свою очередь связана с условиями эксплуатации. Поэтому необходимо предварительно определить по прил. 2 зону влажности, к которой относится данный город, затем по табл. 5, зная влажностный режим помещения по табл. 4, определить условия эксплуатации *A* или *B*, после чего можно по прил. 3 определить коэффициент теплопроводности материала.

Рассмотрим четырехслойную конструкцию ограждения, в которой два слоя кирпичная кладка, слой утеплителя и штукатурки. Тогда толщина слоя утеплителя $\delta_{ут}$, м находится по формуле

$$\delta_{\text{ут}} = \lambda_{\text{ут}} \left[R_0 - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_o}{\lambda_o} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right],$$

где $\lambda_{\text{ут}}$ – коэффициентом теплопроводности утепляющего слоя, Вт/(м·°С),
приложение 3.

Для кирпичной кладки толщины кратны размеру половины кирпича и составляют: 0,26; 0,38; 0,51; 0,64; 0,76 м.

По табл. 12 методических указаний в зависимости от приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, не менее $R_i^{\text{до}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ (табл. 10) находим приведенное термическое сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей и принимают его конструкцию.

Таблица 12 – Приведенное сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей и фонарей

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче R_o , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$	
	в деревянных или ПВХ переплетах	в алюминиевых переплетах
1. Двойное остекление в спаренных переплетах	0,4	-
2. Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	0,34*
3. Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,55	0,46
4. Однокамерный стеклопакет:		
из обычного стекла	0,38	0,34
из стекла с твердым селективным покрытием	0,51	0,43
из стекла с мягким селективным покрытием	0,56	0,47
5. Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,8	-

Примечания:

* в стальных переплетах

1. Значения приведенных сопротивлений теплопередаче заполнений световых проемов даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема равно 0,75.

2. Температура внутренней поверхности конструктивных элементов окон зданий (кроме производственных) должна быть не ниже 3 $^\circ\text{C}$ при расчетной температуре наружного воздуха.

2 РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА СИСТЕМУ ОТОПЛЕНИЯ

В соответствии с номером варианта вычерчивают план здания (прил. 1) в М 1:100. Для всех вариантов принимают двухэтажное здание с уровнем пола первого этажа на 1 м выше поверхности земли. Высота этажа (от пола до пола) – 3 м; толщина межэтажных перекрытий – 0,3 м. Размер всех окон 1,5×1,5 м. Наружные двери размером 1,2×2,0 м. Подвал без окон. Высота устья вентиляционной шахты над чердачным перекрытием – 4,5 м.

Индивидуальными для каждого варианта величинами являются: ориентация фасада, толщина наружных стен, коэффициенты передачи наружных ограждений.

Расчет тепловых потерь через наружные ограждения $Q_{m,n}$, Вт, проводят по формуле

$$Q_{o,i} = F(t_a - t_i) \left(1 + \sum \beta \right) n / R ,$$

где R – сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$; сопротивление теплопередаче дверей и ворот должно быть не менее $0,6 R_o^{\text{ст}} \text{ стен зданий и сооружений}$, а для светопрозрачных ограждающих конструкций по табл. 12 исходя из табл. 10. Сопротивление теплопередаче полов следует определять:

а) для неутепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности $\lambda \geq 1,2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ по зонам шириной 2 м, параллельным наружным стенам, принимая R_c , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$, равным: 2,1 – для I зоны; 4,3 – для II зоны; 8,6 – для III зоны; 14,2 – для оставшейся площади пола;

б) для утепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня

земли, с коэффициентом теплопроводности $\lambda_h < 1,2$ Вт/(м·°С) утепляющего слоя толщиной δ , м, принимая R_h , м²·°С/Вт по формуле

$$R_h = R_c + \delta / \lambda_h;$$

в) для полов на лагах, принимая R_h , м²·°С/Вт, по формуле

$$R_h = 1,18(R_c + \delta / \lambda);$$

F – площадь ограждения, м²;

β – добавочные потери теплоты через ограждающие конструкции следует принимать в долях от основных потерь:

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

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

в) через наружные двери, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при высоте зданий H , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты в размере: 0,2 H - для тройных дверей с двумя тамбурами между ними; 0,27 H - для двойных дверей с тамбурами между ними; 0,34 H - для двойных дверей без тамбура; 0,22 H - для одинарных дверей;

г) через наружные ворота, не оборудованные воздушными и воздушно-тепловыми завесами, - в размере 3 при отсутствии тамбура и в размере 1 - при наличии тамбура у ворот.

Теплопотери подсчитываются для наружных стен (НС), перекрытий над подвалом (ПЛ), окон (ДО), дверей (ДД), чердачных перекрытий (ПТ).

Размеры наружных стен, полов и перекрытий в отдельных помещениях при расчете теплопотерь определяются по рис.1.

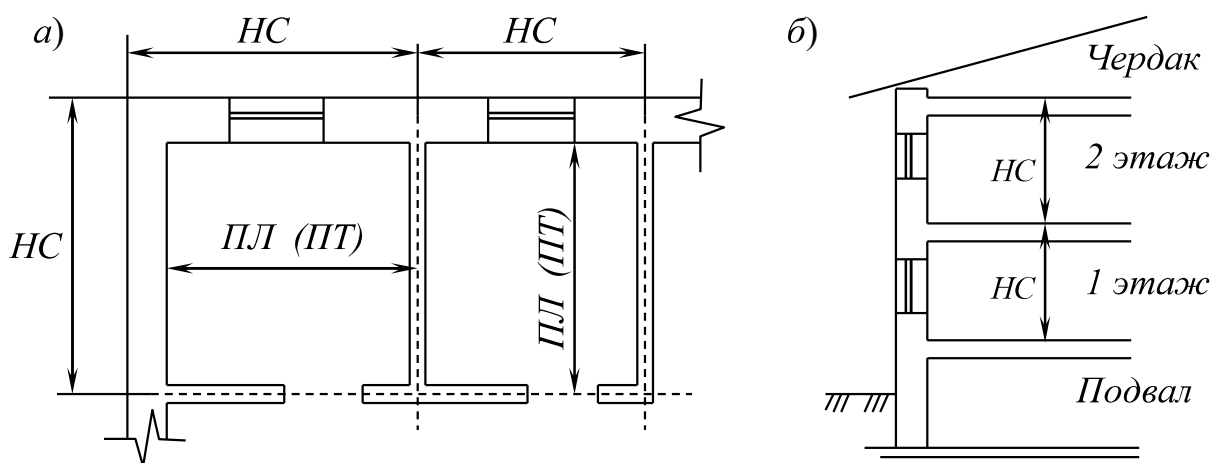


Рисунок 1 – Определение размеров наружных ограждений:
 а - фрагмент плана; б - разрез здания.

Все расчеты заносятся в табл.8.

Теплопотери через ограждения суммируются для каждого помещения. Существуют помещения, в которых отопительные приборы не устанавливаются (коридоры, санузлы, кладовые), но теплопотери в них через пол или потолок имеются. В этих случаях теплопотери данных помещений (или часть их) добавляются к теплопотерям ближайших помещений, имеющих отопительные приборы.

Таблица 13 – Потери теплоты через ограждения

Помещение		Характеристика ограждений						Теплопотери $Q_{\text{тп}}$, Вт	Добавочные теплопотери			Общие теплопотери через ограждения, Вт
номер по плану	наименование, t_B , °C	наименование	ориентация	размер $a \times b$, м	площадь, м ²	R , (м ² ×°C) / Вт	$\Delta t \cdot n$, °C		на ориентацию, %	прочие	коэффициент, β	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Расчет теплопотерь на нагрев инфильтрующегося воздуха Q_u проводят для окон каждого этажа по формуле

$$Q_e = 0,278 \Sigma G_i \tilde{n} (t_A - t_i) k, \text{ Вт},$$

где $c = 1,005$ кДж/кг, °C – удельная теплоемкость воздуха;

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

G_i – расход инфильтрующегося воздуха, кг/ч, через ограждающие конструкции помещения.

$$G_i = 0,216 \Sigma A_l \Delta p_i^{0,67} / R_u + \Sigma A_2 G_H (\Delta p_i / \Delta p_l)^{0,67},$$

где A_l , A_2 — площади наружных ограждающих конструкций, м², соответственно световых проемов (окон, балконных дверей, фонарей) и других ограждений;

Δp_i , Δp_l — расчетная разность между давлениями на наружной и

внутренней поверхностях ограждающих конструкций соответственно на расчетном этаже при $\Delta p_l = 10$ Па;

$R_u = 7,7$ — сопротивление воздухопроницанию, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$, принимаемое по СНиП II-3-79**;

G_H — нормативная воздухопроницаемость наружных ограждающих конструкций, $\text{кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, принимаемая по СНиП II-3-79**, 0,5 — для наружных стен, перекрытий и покрытий жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений; 5,0 — для окон и балконных дверей жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в пластмассовых или алюминиевых переплетах; 0,8 — тоже в деревянных переплетах

$$\Delta p_i = 9,8(H - h)(\rho_H - \rho_B) + 0,7v^2 \rho_H \hat{e},$$

где H — высота устья вентиляционной шахты над поверхностью земли, м;

h — высота центра окна от поверхности земли, м;

ρ_H, ρ_B — плотность наружного и внутреннего воздуха, $\text{кг} / \text{м}^3$, соответ-

ственно при t_H и t_B , рассчитываются по формуле $\rho = \frac{353}{273 + t}$;

v — расчетная скорость ветра в январе, м/с (см. прил. 2);

κ — коэффициент, учитывающий изменение скоростного (динамического) давления ветра в зависимости от высоты и местности (применения $\kappa = 1$).

Расход теплоты на нагрев воздуха, поступающего для компенсации естественной вытяжки из квартиры Q_B определяется по формуле

$$Q_B = 0,278 c \rho_B l_{min} (t_B - t_i) \cdot F_l, \text{Вт}$$

где F_l — площадь пола, м^2 ;

t_i — температура наружного воздуха в холодный период года, $^{\circ}\text{C}$;

l_{min} — удельный нормативный расход удаляемого воздуха 3 $\text{м}^3 / \text{ч}$ на 1

м² жилых помещений;

Бытовые теплопоступления Q_B определяется для всех помещений, кроме лестничной

$$Q_A = 21 \cdot F_{\text{л}} \text{, Вт,}$$

где $F_{\text{л}}$ - площадь пола, м².

Определение тепловых нагрузок на отопительные приборы Q_{OT} для жилых комнат производится по формуле

$$Q_{i\dot{o}} = Q_{\dot{o}i} + Q_{e,A} - Q_A \text{, Вт}$$

где $Q_{u,B}$ – наибольшая величина из расходов теплоты на инфильтрацию; для кухонь:

$$Q_{i\dot{o}} = Q_{\dot{o}i} + Q_A - Q_A \text{, Вт,}$$

для лесных клеток:

$$Q_{i\dot{o}} = Q_{\dot{o}i} + Q_e \text{, Вт.}$$

Полученные данные заносятся табл. 14.

Таблица 14 – Сводная таблица теплопотерь

Этаж	Помещение	Тепловая нагрузка, Вт				
		$Q_{ТП}$	Q_u	Q_B	Q_B	Q_{OT}
1	2	3	4	5	6	7

Определение удельной тепловой характеристики, $q_{уд}$, Вт/м³

$$q_{\dot{o}A} = \frac{\sum Q_{i\dot{o}}}{V_{\dot{C}A} \cdot (t_B - t_H)},$$

где $\sum Q_{OT}$ – отопительная нагрузка на все здания, Вт;

$V_{зд}$ – объем здания по наружным параметрам без чердака, м³;

t_B – принимается равной температуре рядового помещения.

3 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

В здании проектируется водяная двухтрубная система отопления с параметрами теплоносителя $t_f=95^{\circ}\text{C}$, $t_0=70^{\circ}\text{C}$. Система в зависимости от варианта задания может быть с верхней или с нижней разводкой магистралей с попутным движением теплоносителя. Система состоит из двух ветвей, каждая из которых обслуживает половину здания. Для выпуска воздуха из системы с верхней разводкой магистралей на подающих магистралях устанавливают проточные воздухооборники; в системе с нижней разводкой для этой цели предусматривают краны-Маевского, которыми оснащают приборы верхнего этажа. Краны Маевского устанавливают в верхней пробке прибора - чугунного секционного радиатора М-140 АО, эти приборы присоединяют через нижние пробки.

Для отключения отдельных ветвей системы в случае ремонта предусматривают установку задвижек и устройств для выпуска воды из ветви. Для проведения монтажной регулировки системы отопления и изменения теплоотдачи приборов в процессе эксплуатации на подводках к радиаторам предусматривают установку кранов двойной регулировки.

Система отопления питается теплоносителем от тепловой сети. Для получения требуемой температуры теплоносителя в системе отопления, её присоединяется через элеватор, который устанавливается в помещении теплового ввода в подвале здания.

Гидравлический расчет производят с помощью заранее вычерченной аксонометрической схемы одной ветви системы отопления (для половины здания), на которой проставляют тепловые нагрузки отопительных приборов, стояков, участков магистралей, а также длины расчетных участков.

Намечают главное циркуляционное кольцо через один из нижних приборов среднего наиболее нагруженного стояка расчетной ветви системы. На схеме проставляют номера участков главного циркуляционного кольца.

Помещение теплового ввода располагается, как правило, в центре подвала с тем, чтобы тепловые нагрузки двух основных ветвей были приблизительно одинаковы. Принципиальная схема ввода приведена на рис. 2, схема элеватора - на рис. 3.

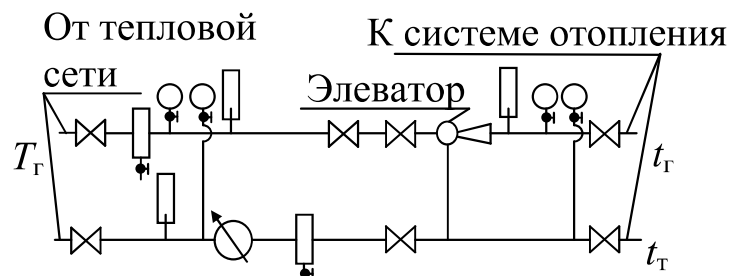


Рисунок 2 – Схема теплового ввода

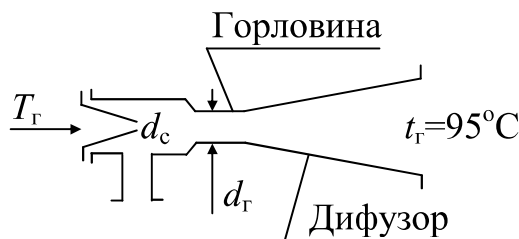


Рисунок 3 – Водоструйный элеватор

Определяют количество воды, циркулирующее в системе отопления G_{OT}

$$G_{i\dot{o}} = \frac{0,86 \cdot \sum Q_{i\dot{o}}}{t_{\bar{A}} - t_0}, \text{ кг/ч.}$$

Рассчитывают коэффициент смешения элеватора

$$\dot{e} = \frac{T_{\bar{A}} - t_{\bar{A}}}{t_{\bar{A}} - t_0},$$

где T_r – температура теплоносителя в подающей магистрали тепловой сети.

Определение диаметра горловины элеватора d_{Γ}

$$d_{\Gamma} = 0,49 \sqrt{\frac{G_{OT}^2}{\Delta P_{TC}}}, \text{ мм.}$$

Стандартные элеваторы имеют горловины диаметром 15, 20, 25, 32, 40 мм. Диаметр горловины принимается равным ближайшему полученному расчетом значению.

Диаметр столпа элеватора определяется по выражению

$$d_c = \frac{d_{\bar{A}}}{1 + \epsilon}, \text{ мм.}$$

Расчетное циркуляционное давление в двухтрубной системе водяного отопления определяется по формуле

$$\Delta P_p = \Delta P_{TC} + 0,4 \Delta P_e = \Delta P_{TC} + 0,4 (\Delta P_{e,PP} + \Delta P_{e,TP})$$

где ΔP_e – естественное циркуляционное давление, возникающее в циркуляционном кольце вследствие охлаждения воды в приборах $\Delta P_{e,PP}$ и в трубах $\Delta P_{e,TP}$, Па. Последней величиной в данном расчете можно пренебречь.

B – поправочный коэффициент, учитывающий величину естественного циркуляционного давления в период поддержания расчетного гидравлического режима в системе, $B=1$ для вертикальных однострубных насосных систем, $B=0,4$ для двухтрубных и горизонтальных однострубных насосных систем.

Среднее уменьшение плотности при увеличении температуры воды на 1° вычисляется

$$\beta = \frac{\rho_i - \rho_{\bar{A}}}{t_{\bar{A}} - t_o}$$

Величина $\Delta P_{e,TP}$ в двухтрубных системах вычисляется

$$\Delta P_{e,TP} = \beta \cdot g \cdot h_1 \cdot (t_{\bar{A}} - t_o),$$

где h_1 – расстояние по вертикали от уровня расположения элеватора до центра отопительного прибора 1 этажа.

Ориентировочное определение естественного циркуляционного давления вследствие охлаждения воды в трубах

$$\Delta p_{\text{э.од}} = 24 l^n N^{1,6}, \text{ Па}$$

где l – расстояние от главного стояка до расчетного, м;

N – число этажей в здании;

n – показатель степени (для одноэтажного здания равен 0,2; для каждого последующего этажа уменьшается на 0,02)

Потери давления в главном циркуляционном кольце должны быть меньше расчетного на 10%, они складываются из потерь давления на трение и в местных сопротивлениях.

Гидравлический расчет трубопроводов систем отопления оформляют в виде таблиц (табл. 15).

Первая, вторая и четвертая графы заполняются данными в соответствии с аксонометрической схемой.

Третья графа - расход теплоносителя G , кг/ч, в системе, ветви или в стояке системы отопления следует определять по формуле

$$G = 3,6 \frac{\sum Q}{c \Delta t}$$

где Q – расчетный тепловой поток, Вт, обеспечиваемый теплоносителем системы, ветви или стояка;

c – удельная теплоемкость воды, равная 4,2 кДж / (кг °С);

Δt – разность температур, °С, теплоносителя на входе и выходе из системы, ветви или стояка.

Шестая графа - участок трубопровода - принимают в зависимости от расхода теплоносителями ориентировочной величиной R_{OP} удельной потерей давления на трение, определяется по формуле

$$R_{\text{гД}} = \frac{0,9 \cdot 0,65 \cdot \Delta P_p}{\sum l}, \text{Па/м},$$

где $\sum l$ – общая длина последовательно соединенных участков расчетного кольца, м.

Таблица 15 – Гидравлический расчет магистралей

Номер участка	Нагрузка Q , Вт	Количество воды G , кг/ч	Длина l , м	Диаметр d , мм	Удельные потери на трение R , Па/м	Скорость воды V , м/с	Потери на трение Rl , Па	Сумма КМС* $\sum \zeta$	Потери в МС** Z , Па	Суммарные потери давления $Rl+Z$, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

КМС* – коэффициент местного сопротивления

МС** – местное сопротивление.

Графы пятая и седьмая заполняются с использованием вспомогательных таблиц для гидравлического расчета (прил.4), в зависимости от принятого диаметра труб.

Местные сопротивления выбираются по расчетной схеме, а соответствующие им коэффициенты - десятая графа - в зависимости от диаметра принимаются по таблицам (прил.5).

Потери давления в местных сопротивлениях рассчитываются с помощью вспомогательных таблиц (прил.6).

Остальные графы заполняются по результатам вычислений.

Израсходованное в главном циркуляционном кольце давление опре-

деляют как сумму данных графы 12 по всем участкам. Оно должно быть меньше расчетного циркуляционного давления примерно на 10%. Если такого соответствия нет, то производят корректировку диаметров отдельных участков с последующим пересчетом соответствующих величин.

Расчет дополнительных полуколец производится в увязке с главным циркуляционным кольцом, исходя из положения, что потери давления в параллельных полукольцах с учетом в общем случае разности естественных давлений должны быть равны между собой. В данном случае эту разность учитывать не следует, а расчетное циркуляционное давление дополнительного полукольца определяют как сумму потерь давления на уже рассчитанных участках главного кольца, расположенных между точками деления и слияния потоков по ходу движения теплоносителя, т.е.

$$\Delta P_p' = \sum (Rl + Z)_{осн} .$$

При увязке полуколец невязка не должна превышать 15%.

$$\frac{\Delta P_p' - \sum (Rl + Z)_{доп}}{\Delta P_p^I} 100 .$$

Увязка достигается соответствующим подбором диаметров труб.

4 РАСЧЕТ ПОВЕРХНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Расчет выполняют расчетного циркуляционного кольца.

Расчетная поверхность нагрева F_P определяется

$$F_P = \frac{Q_{i\dot{o}}}{q_{\dot{Y}}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4, \text{экм},$$

где β_1 – коэффициент, учитывающий понижение температуры воды за счет остывания ее в трубах. Для двухтрубных систем отопления значения β_1 приведены в табл. 16;

β_3 – коэффициент, учитывающий способ подводки теплоносителя к отопительному прибору и изменение теплоотдачи в зависимости от относительного расхода воды через прибор (табл. 17);

β_4 – коэффициент, учитывающий способ установки отопительных приборов. При открытой установке $\beta_4=1$,

Таблица 16 – Значение коэффициента β_1 для двухтрубной системы

β_1 для рассчитываемого этажа	
1-го	2-го
система с нижней разводкой	
1,0	1,05
система с верхней разводкой	
1,05	1,0

Таблица 17 – Значение коэффициента β_3

Схема подводки теплоносителя к прибору	Относительный расход вода						
	1	2	3	4	5	6	7
Сверху - вниз	1	0,98	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94
Снизу - верх	1,28	1,22	1,18	1,18	1,14	1,12	1,09
Снизу - вниз	1,11	1,04	1	0,96	0,95	0,93	0,92

Теплоотдача 1 экм прибора $q_{\dot{Y}}$ определяется по формуле

$$q_{\dot{Y}} = (5,6 + 0,035 \cdot \Delta t) \Delta t, \text{Вт/экм},$$

где Δt – разность между средней температурой воды в приборе и температурой воздуха в помещении

$$\Delta t = 82,5 - t_B, ^\circ\text{C}$$

Относительный расход воды в данном случае можно принять равным

$$G_{\text{отн}} = \frac{6,75 \Delta \dot{Q}_{\text{от}}}{17,4 \Delta \dot{Q}_{\text{от}}},$$

где $\Delta \dot{Q}_{\text{от}} = \frac{t_{\text{в}} + t_{\text{г}}}{2} - t_{\text{в}} -$ разность средней температуры теплоносителя в отопительном приборе и температуры в помещении;

$\Delta \dot{Q}_{\text{от}} = t_{\text{в}} - t_{\text{г}} -$ разность температур в отопительном приборе.

Число секций в приборе определяется по формуле

$$n = \frac{F_P}{f_C} \cdot \beta_2,$$

где $f_C = 0,35$ экм – площадь поверхности одной секции;

β_2 – коэффициент учитывающий число секций в отопительных приборах

$$\beta_2 = \frac{1}{0,92 + \frac{0,16}{F_P}}.$$

Все расчеты сводятся в табл. 18.

Таблица 18 – Расчет числа секций отопительных приборов

Номер помещения	$Q_{\text{от}}$ Вт	Δt , °C	$q_{\text{э}}$, Вт/экм	$G_{\text{отн}}$	β_1	β_3	F_P	β_2	n	$n_{\text{факт}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Если в результате расчета число секций составит величину n , с дробной частью 0,28 и менее, принимается $n_{\text{окр}} = n + 1$

5 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

В жилых зданиях проектируется общеобменная естественная вентиляция с удалением воздуха из санитарных узлов и кухонь. Приточный воздух для компенсации естественной вытяжки поступает снаружи через не плотности окон и других ограждений.

Количество удаляемого воздуха по СНиП для жилых зданий должно быть не менее 3 м³/ч на 1 м² жилой площади квартиры.

Нормы воздухообмена в кухнях и санузлах

кухня	м ³ /ч
не газифицированная.....	60
с 2-х конфорочной газовой плитой	60
с 3-х конфорочной газовой плитой	75
с 4-х конфорочной газовой плитой	90
ванная индивидуальная	25
уборная индивидуальная	25
санузел совмещенный.....	50

Сначала подсчитывают воздухообмен по величине жилой площади квартиры, который сравнивают с воздухообменом для кухонь и санузлов. К расчету принимается большая из двух величин.

Проектируют отдельные системы вентиляции из незагрязненных и отдельные из загрязненных (санузлы, кухни и др.) помещений. Для каждого помещения следует предусматривать отдельный вертикальный канал (допускается в пределах одной квартиры объединять в общий канал вытяжку из уборной и ванной комнат).

Вертикальные каналы размещаются по внутренним капитальным стенам. При невозможности разместить каналы в капитальных стенах допускается устройство приставных вертикальных каналов. Минимальные размеры канала 100 × 100 мм или 1/2 × 1/2 кирпича.

Вентиляционные каналы, прокладываемые в не отапливаемых помещениях, выполняются из двойных шлакогипсовых плит или теплоизолируются

во избежание конденсации водяных паров на их внутренней поверхности.

Вытяжные шахты могут быть выполнены деревянными, обитыми с внутренней стороны кровельной сталью по войлоку и снаружи оштукатуренными или обитыми кровельной сталью. Высоту вытяжных шахт следует принимать не менее 0,5 м над плоской кровлей, не менее 0,5 м выше конька крыши при расположении шахты от конька на расстоянии 1,5 м, не ниже конька при расположении шахты от конька от 1,5 до 3 м, при большем расстоянии не ниже линии, проведенной от конька вниз под углом 10° к горизонту.

Радиус действия вытяжных систем с естественным побуждением нельзя принимать более 8 м. Не допускается объединять в общую систему каналы из помещений, ориентированных на разные фасады.

Вытяжные системы с естественным побуждением следует рассчитывать на гравитационное давление, соответствующее разности плотностей воздуха при температуре внутреннего воздуха, нормируемой для холодного периода года, и температуре наружного воздуха $+5^\circ\text{C}$. Таким образом, располагаемое давление вычисляется по формуле

$$\Delta P = 9,81 \cdot H \cdot (\rho_{+5} - \rho_B), \text{Па},$$

где H – разность отметок устья вытяжной шахты и вытяжной вентиляционной решетки рассчитываемой ветви.

Вытяжные решетки в помещении располагают на 0,5 м от потолка. Для жилых зданий ρ_B принимают равным $1,21 \text{ кг/м}^3$, тогда

$$\Delta P = 0,55 \cdot H, \text{Па}.$$

Цель аэродинамического расчета состоит в определении сечений каналов и размеров жалюзийных решеток, чтобы обеспечить требуемые расходы удаляемого воздуха. Для предварительного определения сечений каналов систем естественной вытяжной вентиляции принимают скорость порядка $0,5 - 1,5 \text{ м/с}$.

Руководствуясь изложенными выше соображениями, конструируют систему вытяжной вентиляции на планах здания, а затем вычерчивают расчетную аксонометрическую схему.

Расчетную схему разбивают на участки, определяют расходы воздуха, проходящего по участкам, длины участков и наносят их на схему в виде дроби (в числителе - расход, в знаменателе - длина).

Расчетным участкам, присваивают номера (жалюзийную решетку рассматривают как самостоятельный участок, так как ею возможно осуществить монтажное регулирование).

Аэродинамический расчет оформляют в виде таблицы (табл. 19). Для расчета воздуховодов систем вентиляции используют расчетные таблицы для стальных круглых воздуховодов (см. прил. 8). При применении каналов прямоугольного сечения вычисляют равновеликий диаметр

$$d_{\text{в}} = \frac{2\hat{A} \cdot \hat{A}}{\hat{A} + \hat{A}}, \text{ м,}$$

где A и B - размеры сторон прямоугольного канала, м.

Таблица 19 – Аэродинамический расчет вентиляционных каналов

Номер участка	Нагрузка L , м ³ /ч	Длина l , м	Размер канала $a \times b$, м	Площадь F , м ²	Скорость v , м/с	Эквивалентный диаметр $d_{\text{в}}$, м	Удельные потери на трение R , Па/м	Коэффициент шероховатости β	Потери на трение $\beta R l$, Па	КМС	Динамическое давление $P_{\text{дин}}$, Па	Потери на КМС Z , Па	Суммарные потери давления $Rl + Z$, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

По величине равновеликого диаметра и скорости воздуха с помощью расчетных таблиц определяют значение удельной потери давления на трение R , Па/м.

Для неметаллических воздуховодов, имеющих большую шероховатость, чем металлические, потери на трение увеличивают введением поправочного коэффициента β , принимаемого по табл. 20.

Первые три графы табл. 19 заполняют по данным, приведенным на

расчетной схеме.

Задавая скорость движения воздуха по каналу, выбирают размеры канала, определяют площадь живого сечения, скорость и эквивалентный диаметр, которые заносят в графы 4, 5, 6 и 7, используя прил. 9 и 10.

Графа 8 заполняется по данным расчетных таблиц круглых стальных воздухопроводов (прил. 8) при принятым $d_{\text{э}}$ и V

Графа 10 – значение $D_{\text{вв}} = V^2 \cdot \rho / 2$ вычисляют или по данным расчетных таблиц.

Графа 9 заполняется по табл. 21.

Таблица 20 – Поправочные коэффициенты β к потерям давления на трение, учитывающие шероховатость материала воздухопроводов

V , м/с	β при $K_{\text{э}}$, мм				V , м/с	β при $K_{\text{э}}$, мм			
	1	1,5	4	10		1	1,5	4	10
0,2	1,04	1,06	1,15	1,33	3,0	1,32	1,43	1,75	2,2
0,4	1,08	1,11	1,25	1,48	4,0	1,37	1,5	1,85	2,32
1,0	1,16	1,23	1,46	1,77	5,0	1,41	1,54	1,96	2,4
2,0	1,25	1,35	1,65	2,04	6,0	1,45	1,58	2,00	2,5

Абсолютная эквивалентная шероховатость материалов, $K_{\text{э}}$, мм:

Листовая сталь	0,1
Асбоцементные трубы	0,11
Гипсошлаковые плиты	1
Шлакоблочные плиты	1,5
Кирпич	4
Штукатурка по сетке	10

Графа 12 - коэффициент местных сопротивлений принимается по справочным данным или прил. 7.

Остальные графы заполняются результатами вычислений.

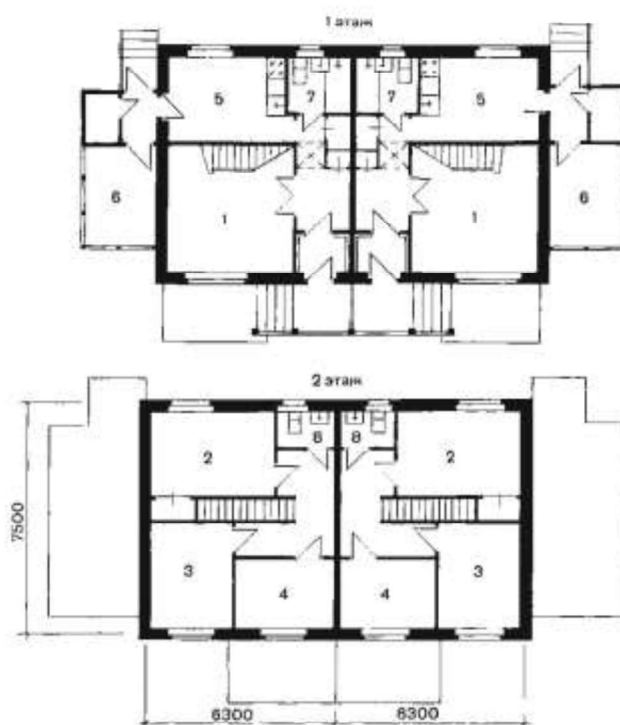
При невязке между расчетным и израсходованным давлениями, превышающей 10%, производится изменение сечений воздухопроводов на отдельных участках с соответствующей корректировкой расчетных величин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

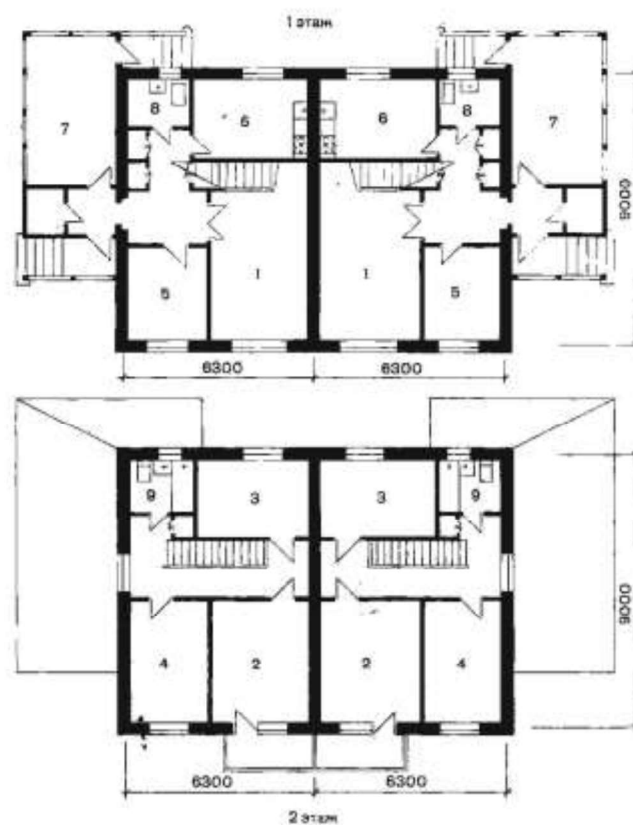
1. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М.: Изд-во Госстроя РФ, 1999.
2. СанПиН 2.1.2.1002-00 Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям. – М.: Изд-во Минздрава России, 2001.
3. Амерханова Р.А., Драганова Б.Х. Проектирование систем теплоснабжения сельского хозяйства. / Под ред. д-ра техн. наук., проф. Б.Х. Драганова. –Краснодар:, 2001. – 199 с.
4. Амерханов Р.А., Бессараб А.С., Драганов Б.Х., Рудобашта С.П., Шишко Г.Г. Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства / Под ред. Б.Х. Драганова. –М.: Колос-ПресС, 2002. – 423 с.
5. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика / Под ред. И.Г. Староверова. – М.: Стройиздат, 1975. – Ч.1. Отопление, водопровод и канализация.
6. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика/ Под ред. И.Г. Староверова. – М.: Стройиздат, 1976. – Ч.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха.
7. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: ГП ЦПП, 2003.
8. СНиП II-3-79* Строительная теплотехника. – М.: ГУП ЦПП, 1998.
9. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: ГУП ЦПП, 2003.
10. СНКК 23-302-2000. Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормативы по теплозащите зданий. – Краснодар: КубГУ «Типография администрации Краснодарского края», 2001.

Варианты планировки здания

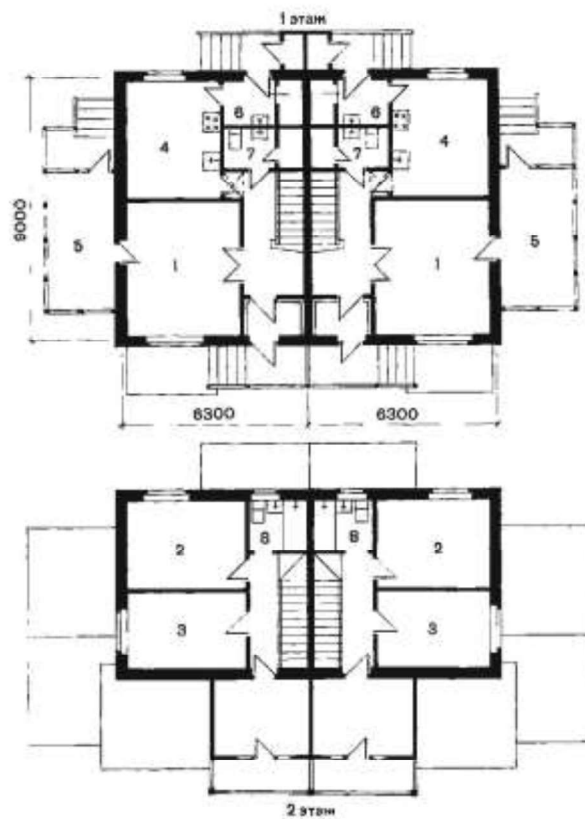
Вариант 1



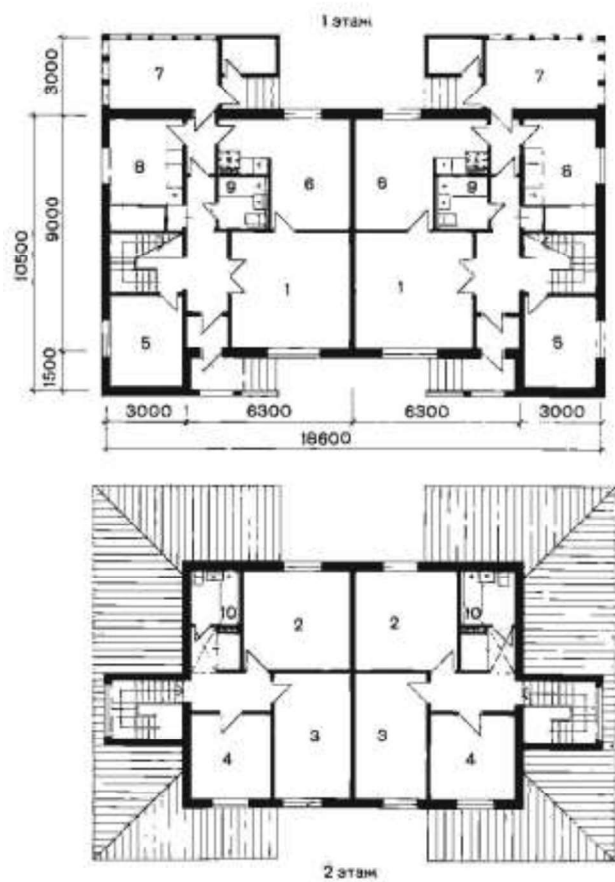
Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Климатические данные для расчета сопротивления теплопередаче наружных ограждений

Город	Расчетная температура наружного воздуха, °С	Средняя температура отопительного периода, °С	Продолжительность отопительного периода, дней	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	Зона влажности
1	2	3	4	5	6
1. Астрахань	– 23	– 1,6	172	4,8	Сух.
2. Брянск	– 26	– 2,6	206	6,3	Норм.
3. Владимир	– 28	– 4,4	217	4,5	Норм.
4. Волгоград	– 25	– 3,4	182	8,1	Сух.
5. Вологда	– 31	– 4,8	228	6,0	Норм.
6. Воронеж	– 26	– 3,4	199	5,1	Сух.
7. Екатеринбург	– 35	– 6,4	228	5,0	Сух.
8. Иваново	– 29	– 4,4	217	4,9	Норм.
9. Калининград	– 18	0,6	195	5,9	Норм.
10. Калуга	– 27	– 3,5	214	4,9	Норм.
11. Кострома	– 31	– 4,5	224	5,8	Норм.
12. Краснодар	– 19	1,5	170	3,2	Сух.
13. Курск	– 26	– 3,0	198	5,3	Норм.
14. Липецк	– 27	– 3,9	199	5,9	Сух.
15. Москва	– 26	– 5,6	213	4,9	Норм.
16. Нижний Новгород	– 30	– 4,7	218	5,1	Норм.
17. Новгород	– 27	– 2,6	220	6,6	Норм.
18. Орел	– 26	– 3,3	223	6,5	Норм.
19. Пенза	– 29	– 5,1	206	5,6	Сух.
20. Петрозаводск	– 29	– 3,3	260	5,9	Норм.
21. Псков	– 26	– 2,0	212	4,8	Норм.
22. Ростов–на–Дону	– 22	– 1,1	175	6,5	Сух.
23. Рязань	– 27	– 4,2	212	7,3	Норм.
24. Санкт–Петербург	– 26	– 2,2	219	4,2	Влажн.
25. Самара	– 30	– 6,1	206	5,4	Сух.
26. Саратов	– 27	– 5,0	198	5,6	Сух.
27. Смоленск	– 26	– 2,7	210	6,8	Норм.
28. Тамбов	– 28	– 4,2	202	4,7	Норм.
29. Тверь	– 29	– 3,7	219	6,2	Норм.
30. Тула	– 27	– 3,8	207	4,9	Норм.
31. Ульяновск	– 31	– 5,7	213	4,8	Сух.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций

Материал	Теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		Теплоусвоения (при периоде 24 ч) s, Вт/(м²·°С)		Паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
	А	Б	А	Б	А, Б
Характеристика кирпичной кладки					
1. Глиняного обыкновенного (ГОСТ 530-80) на цементно-песчаном растворе	0,70	0,81	9,20	10,12	0,11
2. Глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	0,64	0,76	8,64	9,70	0,12
3. Силикатного (ГОСТ 379-79) на цементно-песчаном растворе	0,76	0,87	9,77	10,90	0,11
4. Керамического пустотного плотностью 1300 кг/м³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
5. Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
Характеристика штукатурки					
Цементно-песчаный	0,76	0,93	9,60	11,09	0,09
Сложный (песок, известь, цемент)	0,70	0,87	8,95	10,42	0,098
Известково-песчаный	0,70	0,81	8,69	9,76	0,12
Характеристика теплоизоляционных материалов					
Плиты минераловатные повышенной жесткости на органофосфатном связующем (ТУ 21-РСФСР-3-72-76)	0,07	0,076	0,94	1,01	0,45
Пенопласт ПХВ-1 (ТУ 6-05-1179-75) и ПВ-1 (ТУ 6-05-1158-78)	0,06	0,064	0,86	0,99	0,23

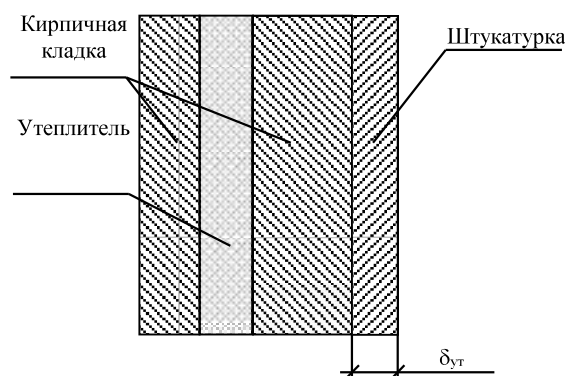


Рисунок 4 – Конструкция наружной стены здания

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица удельных потерь на трение в трубопроводах систем водяного отопления при $t_r = 105 - 95^\circ\text{C}$, $t_0 = 70^\circ$ и $K = 0,2\text{ мм}$

Удель- ные по- тери на трение, Па/м	Количество проходящей воды G , кг/ч (числитель) и скорость воды V , м/с (знаменатель) по трубам с условным диаметром прохода d_y , мм							
	10	15	20	25	32	40	50	70
5	<u>25</u>	<u>40</u>	<u>95</u>	<u>175</u>	<u>336</u>	<u>507</u>	<u>971</u>	<u>1898</u>
	0,051	0,057	0,073	0,074	0,093	0,107	0,130	0,145
10	<u>37</u>	<u>59</u>	<u>126</u>	<u>225</u>	<u>490</u>	<u>726</u>	<u>1445</u>	<u>2744</u>
	0,078	0,087	0,097	0,109	0,136	0,151	0,182	0,210
20	<u>49</u>	<u>77</u>	<u>184</u>	<u>332</u>	<u>705</u>	<u>1058</u>	<u>2090</u>	<u>3959</u>
	0,102	0,114	0,142	0,161	0,195	0,222	0,265	0,302
30	<u>60</u>	<u>95</u>	<u>229</u>	<u>404</u>	<u>871</u>	<u>1309</u>	<u>2552</u>	<u>4889</u>
	0,126	0,140	0,177	0,196	0,241	0,276	0,323	0,374
40	<u>71</u>	<u>112</u>	<u>276</u>	<u>467</u>	<u>1026</u>	<u>1524</u>	<u>2973</u>	<u>5657</u>
	0,148	0,164	0,206	0,226	0,284	0,321	0,376	0,433
50	<u>80</u>	<u>126</u>	<u>297</u>	<u>530</u>	<u>1149</u>	<u>1710</u>	<u>3336</u>	<u>6339</u>
	0,167	0,186	0,230	0,257	0,318	0,360	0,422	0,485
65	<u>92</u>	<u>146</u>	<u>337</u>	<u>614</u>	<u>1320</u>	<u>1944</u>	<u>3844</u>	<u>7253</u>
	0,194	0,215	0,261	0,298	0,355	0,409	0,486	0,555
80	<u>102</u>	<u>162</u>	<u>377</u>	<u>677</u>	<u>1467</u>	<u>2178</u>	<u>4276</u>	<u>8066</u>
	0,215	0,239	0,291	0,328	0,406	0,458	0,540	0,618
100	<u>116</u>	<u>183</u>	<u>430</u>	<u>759</u>	<u>1632</u>	<u>2431</u>	<u>4788</u>	<u>9035</u>
	0,242	0,269	0,332	0,369	0,452	0,512	0,605	0,691
120	<u>127</u>	<u>201</u>	<u>469</u>	<u>835</u>	<u>1786</u>	<u>2674</u>	<u>5250</u>	<u>9899</u>
	0,266	0,295	0,362	0,405	0,494	0,563	0,664	0,757
140	<u>136</u>	<u>216</u>	<u>507</u>	<u>904</u>	<u>1939</u>	<u>2895</u>	<u>5686</u>	<u>10580</u>
	0,286	0,318	0,392	0,438	0,537	0,509	0,719	0,810
160	<u>145</u>	<u>229</u>	<u>546</u>	<u>972</u>	<u>2079</u>	<u>3095</u>	<u>6093</u>	<u>11270</u>
	0,304	0,338	0,442	0,471	0,575	0,651	0,770	0,862
180	<u>154</u>	<u>243</u>	<u>584</u>	<u>1028</u>	<u>2201</u>	<u>3294</u>	<u>6473</u>	<u>11950</u>
	0,322	0,358	0,451	0,499	0,609	0,693	0,818	0,914
200	<u>162</u>	<u>256</u>	<u>614</u>	<u>1084</u>	<u>2325</u>	<u>3513</u>	<u>6823</u>	<u>12640</u>
	0,339	0,377	0,474	0,526	0,643	0,739	0,862	0,967
240	<u>179</u>	<u>283</u>	<u>673</u>	<u>1197</u>	<u>2572</u>	<u>3808</u>	<u>7476</u>	<u>14010</u>
	0,375	0,417	0,520	0,581	0,712	0,801	0,944	1,071
300	<u>200</u>	<u>319</u>	<u>756</u>	<u>1327</u>	<u>2869</u>	<u>4260</u>	<u>8359</u>	—
	0,423	0,470	0,584	0,644	0,794	0,896	1,056	—
400	<u>232</u>	<u>367</u>	<u>876</u>	<u>1545</u>	<u>3325</u>	<u>4960</u>	—	—
	0,487	0,541	0,677	0,754	0,920	1,044	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Коэффициенты местных сопротивлений для элементов систем отопления

Элементы системы отопления	КМС при условном диаметре трубы d_y , мм					
	15	20	25	32	40	50
Радиаторы секционные	2	2	2	2	2	2
Тройник:						
на проходе	1	1	1	1	1	1
на ответвлении	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
на противотоке	3	3	3	3	3	3
Отвод 90° или утка	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Крестовина:						
на проходе	2	2	2	2	2	2
на ответвлении	3	3	3	3	3	3
Вентиль	16	10	9	9	8	7
Задвижка	—	—	0,5	0,5	0,5	0,5
Кран проходной:						
на прямом проходе	2	1,5	2	—	—	—
на повороте потока	3	3	4,5	—	—	—
Внезапное расширение	1	1	1	1	1	1
Внезапное сужение	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Потери давления в местных сопротивлениях Z , Па, при сумме КМС=1

Скорость воды V , м/с	Потери давления Z , Па	Скорость воды V , м/с	Потери давления Z , Па
0,02	0,20	0,25	30,4
0,04	0,80	0,30	44,1
0,06	1,77	0,40	78,4
0,08	3,14	0,50	122,6
0,10	4,90	0,60	177
0,12	7,06	0,80	315
0,16	12,60	1,00	490
0,20	19,60	1,20	720

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Значение коэффициента местных сопротивлений воздухопроводов

Наименование	Величина КМС
Вход в решетку	1,2
Колено 90°	1,1
Тройник:	
на проходе	0,5
на ответвлении	1,5
Зонд на шахтой	1,3

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Таблица потерь давления в круглых стальных воздуховодах

Скорость воздуха V , м/с	Количество проходящего воздуха, м ³ /ч (верхняя строка) и потери давления на трение, Па/м (нижняя строка) при диаметре, мм						
	100	125	160	200	250	315	400
0,2	$\frac{5,6}{0,01}$	$\frac{8,8}{0,01}$	$\frac{14}{0,007}$	$\frac{23}{0,005}$	$\frac{35}{0,004}$	$\frac{56}{0,003}$	$\frac{90}{0,002}$
0,3	$\frac{8,4}{0,03}$	$\frac{13}{0,02}$	$\frac{22}{0,01}$	$\frac{34}{0,01}$	$\frac{53}{0,008}$	$\frac{84}{0,006}$	$\frac{136}{0,005}$
0,4	$\frac{11}{0,04}$	$\frac{18}{0,03}$	$\frac{29}{0,02}$	$\frac{45}{0,02}$	$\frac{71}{0,01}$	$\frac{112}{0,01}$	$\frac{181}{0,008}$
0,5	$\frac{14}{0,06}$	$\frac{22}{0,05}$	$\frac{36}{0,04}$	$\frac{56}{0,03}$	$\frac{88}{0,02}$	$\frac{140}{0,02}$	$\frac{226}{0,01}$
0,6	$\frac{17}{0,09}$	$\frac{26}{0,07}$	$\frac{43}{0,05}$	$\frac{68}{0,04}$	$\frac{106}{0,03}$	$\frac{168}{0,02}$	$\frac{271}{0,01}$
0,7	$\frac{20}{0,12}$	$\frac{31}{0,09}$	$\frac{51}{0,06}$	$\frac{79}{0,05}$	$\frac{124}{0,04}$	$\frac{196}{0,03}$	$\frac{317}{0,02}$
0,8	$\frac{23}{0,15}$	$\frac{36}{0,11}$	$\frac{58}{0,08}$	$\frac{90}{0,06}$	$\frac{141}{0,05}$	$\frac{224}{0,04}$	$\frac{362}{0,03}$
0,9	$\frac{25}{0,18}$	$\frac{40}{0,14}$	$\frac{65}{0,10}$	$\frac{102}{0,08}$	$\frac{159}{0,06}$	$\frac{252}{0,04}$	$\frac{407}{0,03}$
1,0	$\frac{28}{0,22}$	$\frac{44}{0,17}$	$\frac{72}{0,12}$	$\frac{113}{0,09}$	$\frac{177}{0,07}$	$\frac{280}{0,05}$	$\frac{452}{0,04}$
1,2	$\frac{34}{0,30}$	$\frac{53}{0,23}$	$\frac{87}{0,17}$	$\frac{136}{0,13}$	$\frac{212}{0,10}$	$\frac{376}{0,07}$	$\frac{543}{0,05}$
1,4	$\frac{40}{0,40}$	$\frac{62}{0,30}$	$\frac{101}{0,22}$	$\frac{158}{0,17}$	$\frac{247}{0,13}$	$\frac{393}{0,09}$	$\frac{633}{0,07}$
1,6	$\frac{45}{0,51}$	$\frac{71}{0,38}$	$\frac{116}{0,28}$	$\frac{181}{0,21}$	$\frac{283}{0,16}$	$\frac{449}{0,12}$	$\frac{723}{0,09}$
1,8	$\frac{51}{0,62}$	$\frac{80}{0,47}$	$\frac{130}{0,35}$	$\frac{204}{0,26}$	$\frac{318}{0,20}$	$\frac{505}{0,15}$	$\frac{814}{0,11}$
2,0	$\frac{56}{0,75}$	$\frac{88}{0,57}$	$\frac{145}{0,42}$	$\frac{226}{0,32}$	$\frac{353}{0,24}$	$\frac{561}{0,18}$	$\frac{904}{0,13}$
2,4	$\frac{68}{1,04}$	$\frac{106}{0,79}$	$\frac{174}{0,58}$	$\frac{217}{0,44}$	$\frac{424}{0,33}$	$\frac{673}{0,25}$	$\frac{1085}{0,18}$
2,8	$\frac{79}{1,38}$	$\frac{124}{1,04}$	$\frac{203}{0,76}$	$\frac{316}{0,57}$	$\frac{495}{0,44}$	$\frac{785}{0,33}$	$\frac{1266}{0,24}$
3,2	$\frac{90}{1,75}$	$\frac{141}{1,32}$	$\frac{231}{0,97}$	$\frac{362}{0,73}$	$\frac{565}{0,56}$	$\frac{897}{0,42}$	$\frac{1447}{0,31}$

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Вентиляционные каналы из кирпича, шлакогипсовых и шлакобетонных плит

Размеры		Равновеликие диаметры, мм	Площадь поперечного сечения, м ²	Пропускная способность при скорости 1 м/с, м ³ /ч
в кирпичах	мм			
1/2×1/2	140×140	140	0,02	72
1/2×1	140×270	180	0,038	136
1×1	270×270	270	0,073	262
1×3/2	270×400	320	0,111	400
1×2	270×530	360	0,143	515

Размеры сторон прямоугольного канала

B, мм	A, мм						
	150	250	350	450	550	650	760
220	<u>0,033</u> 118	<u>0,055</u> 198	<u>0,077</u> 278	<u>0,096</u> 352	<u>0,121</u> 435	<u>0,143</u> 515	<u>0,165</u> 592
320	<u>0,048</u> 172	<u>0,08</u> 288	<u>0,112</u> 404	<u>0,144</u> 520	<u>0,176</u> 635	<u>0,208</u> 750	<u>0,24</u> 865
420	<u>0,063</u> 225	<u>0,105</u> 380	<u>0,147</u> 530	<u>0,189</u> 680	<u>0,231</u> 830	<u>0,273</u> 980	<u>0,325</u> 1280
520	<u>0,078</u> 280	<u>0,13</u> 470	<u>0,182</u> 655	<u>0,234</u> 845	<u>0,286</u> 1030	<u>0,338</u> 1220	<u>0,39</u> 1400
620	<u>0,093</u> 334	<u>0,155</u> 560	<u>0,217</u> 780	<u>0,279</u> 1000	<u>0,341</u> 1230	<u>0,402</u> 1440	<u>0,465</u> 1670
720	<u>0,108</u> 388	<u>0,18</u> 650	<u>0,257</u> 910	<u>0,324</u> 1160	<u>0,396</u> 1430	<u>0,467</u> 1680	<u>0,54</u> 1940
820	<u>0,123</u> 444	<u>0,205</u> 740	<u>0,297</u> 1040	<u>0,37</u> 1380	<u>0,45</u> 1620	<u>0,532</u> 1910	<u>0,615</u> 2210

Примечание. В числителе – площадь живого сечения, м².

В знаменателе – пропускная способность при скорости воздуха 1м/с, м³/ч.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Стандартные жалюзийные решетки

Размер, мм	Живое сечение, м ²	Размер, мм	Живое сечение, м ²	Размер, мм	Живое сечение, м ²
100×100	0,0087	150×300	0,0260	250×250	0,0361
150×150	0,0130	200×200	0,0231	200×350	0,0405
150×200	0,0173	200×250	0,0289	250×300	0,045
150×250	0,217	200×300	0,0346	300×300	0,052