

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для курсового проектирования по дисциплине

“Отопление” на тему

“Отопление и вентиляция жилого дома”

для студентов специальности 1-70 04 02

*“Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана
воздушного бассейна” всех форм обучения,
слушателей ИПКиП специальности 1-70 04 71*

*“Теплогазоснабжение, вентиляция
и охрана воздушного бассейна”*

УДК 697.911 (075.8)

Настоящие методические указания для выполнения курсового проекта по отоплению и вентиляции жилого дома составлены в соответствии с программой курса "Отопление" для студентов специальности 1-70 04 02 "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна".

В работе использованы действующие нормативные документы, изложены требования к объему работы и последовательности выполнения курсового проекта, приведены примеры расчетов.

Составители: В.Г. Новосельцев, к.т.н., доцент,
Д.В. Новосельцева, к.т.н., доцент.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	4
2. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ПОМЕЩЕНИЯМИ	4
3. КОНСТРУИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ.....	10
4. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ	13
5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ПОДБОРОМ ТЕРМОСТАТИЧЕСКИХ И БАЛАНСИРОВОЧНЫХ КЛАПАНОВ	15
6. КОНСТРУИРОВАНИЕ И АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЫГЯЖНОЙ КАНАЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	26
Литература.....	35
Приложения.....	36

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В курсовом проекте требуется разработать систему водяного отопления с квартирной разводкой для одного этажа многоэтажного жилого дома и запроектировать систему вентиляции.

Исходными данными являются: район строительства, план типового этажа здания, ориентация его главного фасада по сторонам света, этажность здания, тип системы отопления, температура воды в системе отопления (t_r и t_o , °C), тип отопительных приборов.

В состав курсового проекта входит пояснительная записка (до 50 страниц) и графическая часть (1 чертеж формата А1). Пояснительная записка включает следующие разделы:

Титульный лист, задание с исходными данными, реферат, содержание, введение;

1. Расчет потерь теплоты помещениями квартир на этаже;
2. Конструирование системы водяного отопления;
3. Тепловой расчет;
4. Гидравлический расчет системы водяного отопления с подбором термостатических и балансировочных клапанов;
5. Проектирование и расчет системы вентиляции.

Заключение; Список использованной литературы.

Графическая часть содержит:

1. План типового этажа здания с нанесением элементов системы отопления и вентиляции (М 1:100);
2. Аксонометрическую схему теплопроводов системы отопления с указанием номеров расчетных участков, их длины и диаметров, уклонов, с установкой запорной, регулировочной и балансировочной арматуры, устройств для выпуска воздуха, опорожнения системы (М произвольный);
3. Узлы системы отопления (М произвольный);
4. Схему магистральных теплопроводов системы отопления с нанесением настроек автоматических и ручных балансировочных клапанов (М произвольный).
5. Аксонометрическую схему системы вентиляции (М 1:100).

2. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ПОМЕЩЕНИЯМИ

Для определения тепловой мощности системы отопления определяют общие потери теплоты для расчетных зимних условий:

$$Q_o = \sum Q + Q_{инф} - Q_{вент} \cdot (1 - \eta_1), \text{ Вт}, \quad (1)$$

где $\sum Q$ – основные и добавочные потери теплоты через ограждающие конструкции помещения, Вт;

$Q_{инф}$ – расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха через ограждающие конструкции помещения, Вт;

$Q_{\text{быт}}$ – бытовые тепловыделения, регулярно поступающие в помещения здания от электрических приборов, освещения, людей и других источников, Вт (в комнатах и кухнях жилых домов в соответствии с изменением №4 к [1] – 9 Вт на 1 м² площади пола при обеспеченности жильем 20 м² общей площади квартир и 3 Вт на 1 м² площади пола при обеспеченности жильем 45 м² общей площади квартир);

η_1 – коэффициент, принимаемый по таблице М.3 в соответствии с изменением №4 к [1] в зависимости от типа системы отопления и способа регулирования (приложение 1 методических указаний).

Расчет теплопотерь производят через все ограждающие конструкции для каждого помещения в отдельности. Потери теплоты через внутренние ограждающие конструкции помещений не учитывают, если разность температур воздуха в этих помещениях равна 3°С и менее (п. 6.1 [1]). Перед началом расчета тепловых потерь все помещения здания поэтажно пронумеровывают (1-й этаж — помещения № 101,102 и т.д.; 2-й этаж — № 201,202 и т. д.), начиная с верхнего углового левого помещения по ходу часовой стрелки. Подсобные помещения (кладовые, коридоры, санузлы, ванные комнаты и т. п.), не имеющие вертикальных наружных ограждений, можно не нумеровать. Теплопотери этих помещений через полы (нижнего этажа) или потолки (верхнего этажа) обычно относят к смежным с ними помещениям и учитывают в тепловом расчете.

Основные потери теплоты определяют в соответствии с [1, прил. Ж] с округлением до 10 Вт путем суммирования потерь тепла через отдельные ограждения для каждого отапливаемого помещения по формуле:

$$Q = \frac{F}{R} \cdot (t_e - t_n) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n, \text{ Вт}, \quad (2)$$

где F – расчетная площадь ограждения, м²;

R – сопротивление теплопередаче ограждения, (м²·°С)/Вт;

Сопротивление теплопередаче стен, чердачного перекрытия и пола 1 этажа, заполнений световых проемов (окон, балконных дверей) определяют по [1, табл. 5.1.] (в соответствии с изменением №1 к [2]) (приложение 1 методических указаний).

t_e – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая для жилых зданий по [3, приложение Г, табл. Г.1] (приложение 3 методических указаний);

t_n – расчетная температура наружного воздуха, °С, для холодного периода года (в соответствии с п.5.14 [1] по параметрам воздуха Б) при расчете потерь теплоты через наружные ограждающие конструкции, принимаемая по [1, приложение Е, табл. Е.1] (приложение 4 методических указаний), или температура воздуха более холодного помещения - при расчете потерь теплоты через внутренние ограждающие конструкции;

n – коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимаемый по [1, табл.5.3];

β – добавочные потери теплоты через ограждения, принимаемые в долях от основных потерь:

а) для наружных вертикальных и наклонных стен, дверей и окон, обращенных на север, восток, северо-восток и северо-запад $\beta = 0,1$; на юго-восток и запад $\beta = 0,05$; на юг и юго-запад $\beta = 0$;

б) в угловых помещениях — дополнительно по 0,05 на каждую стену, дверь и окно.

У современных окон со стеклопакетами низкая воздухопроницаемость, которая приводит к нарушению работы системы естественной вентиляции из-за недостаточного количества приточного воздуха. Для устранения этого недостатка применяют приточные устройства, монтируемые в наружных стенах или в конструкциях окон. Поэтому при расчете $Q_{\text{инф}}$ целесообразно произвести расчет только организованного притока.

Расход теплоты на нагрев поступающего воздуха в жилые помещения в результате действия естественной выпяжной вентиляции (организованный приток):

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot L_n \cdot \rho_e \cdot c \cdot (t_e - t_n) \cdot k, \text{ Вт}, \quad (3)$$

где L_n — расход предварительно не подогреваемого приточного инфильтрующегося воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$; для жилых зданий удельный нормативный расход — $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 жилых помещений, что соответствует примерно однократному воздухообмену, то есть

$$L_n = 3 \cdot F_n, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4)$$

где F_n — площадь пола отапливаемого помещения, м^2 ;

t_e, t_n — то же, что в формуле (2), $\text{кг}/\text{м}^3$;

ρ_e — плотность воздуха помещения, $\text{кг}/\text{м}^3$, определяемая по формуле:

$$\rho = \frac{353}{273 + t_n}, \text{ кг}/\text{м}^3, \quad (5)$$

где c — удельная теплоемкость воздуха, равная $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{°C})$;

k — коэффициент учета влияния встречного теплового потока в ограждающих конструкциях, равный $1,0$ — для окон со стеклопакетами.

Окончательное решение о расчетном расходе теплоты на нагревание воздуха, поступающего в жилые помещения, необходимо делать после сравнения суммарного расхода приточного инфильтрующегося воздуха с необходимым воздухообменом квартиры, определяемом в расчете системы вентиляции (см. пример 1 методических указаний).

Расчет потерь теплоты сводят в таблицу 1. В графу 3 таблицы записывают условные обозначения наружных ограждений (НС — наружная стена; ТО — окно с тройным остеклением; ПЛ — пол; ПТ — потолок и т. д.). В графе 4 указывается ориентация ограждающей конструкции по сторонам света (Ю — юг; СВ — северо-восток и т. д.). В графе 5 записываются размеры поверхности охлаждения по строительным чертежам (рисунок 1).

Линейные размеры ограждения определяют следующим образом:

1) площадь окон, дверей — по размерам строительных проемов в свету;

2) площади полов над холодным пространством и потолков – по размерам между осями внутренних стен или от внутренней поверхности наружных стен до осей внутренних стен;

3) высота стен первого этажа:

– при наличии пола, расположенного непосредственно на грунте – от уровня чистого пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа;

– при наличии пола, расположенного над подвалом, от нижней поверхности конструкции пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа;

4) высота стен промежуточного этажа – между уровнями чистых полов данного и вышележащего этажей;

5) высота стен верхнего этажа – от уровня чистого пола до верха чердачного перекрытия или верха бесчердачного покрытия.

6) длина наружных стен неугловых помещений – между осями внутренних стен; а угловых помещений – от кромки наружного угла до оси внутренних стен;

7) длина внутренних стен – по размерам между осями внутренних стен.

В графу 7 заносят значение коэффициента теплопередачи ($1/R_0$) рассматриваемого ограждения. В графу 8 записывают разность температур ($t_a - t_n$). В графу 17 заносятся общие потери теплоты, определяемые по формуле (1) суммированием основных потерь теплоты (графа 13) с потерями теплоты $Q_{\text{инф}}$ (графа 14) за вычетом $Q_{\text{плт}} \cdot (1 - \eta_1)$ (графа 16).

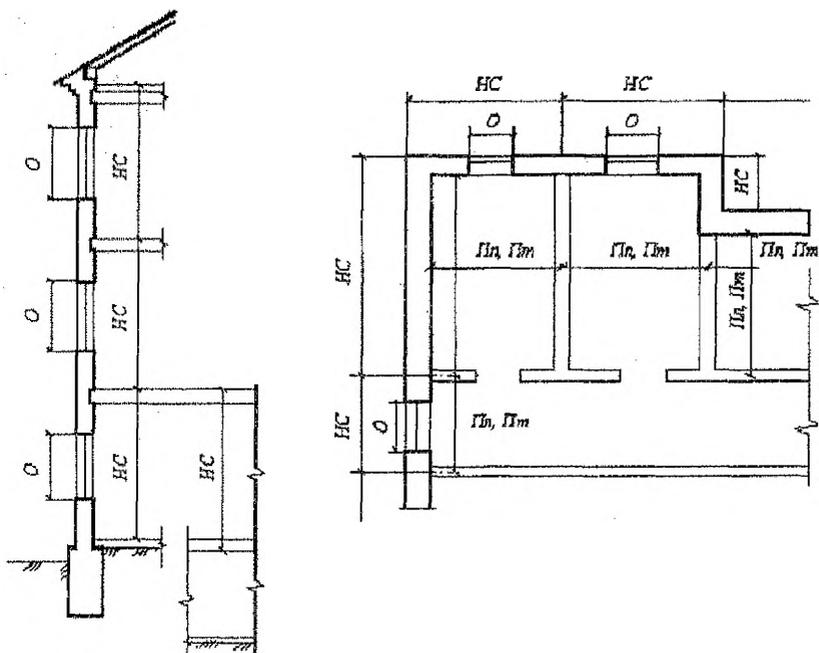


Рисунок 1 – Правила обмера площадей в плане и по высоте здания

ПРИМЕР 1. Определить тепловые потери для двух помещений трехкомнатной квартиры на первом этаже жилого дома с подвалом, ориентированного главным фасадом на север и расположенного в городе Бресте. Площади помещений: жилой комнаты 101,103 - 16,7м², жилой комнаты 104 - 9м², кухни 102 - 9,9м². Проектируемая система отопления – водяная двухтрубная с автоматическими терморегуляторами и центральным авторегулированием на вводе. План 1 этажа здания показан на рисунке 2. Основные строительные размеры здания указаны на рисунке 2 и рисунке 3. Сопротивление теплопередаче для наружной стены $R_0 = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, для чердачного перекрытия $R_0 = 6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, пола 1 этажа над подвалом $R_0 = 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, окон (стеклопакетов с тройным остеклением) $R_0 = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Толщина пола первого этажа – 0,55м, междуэтажного перекрытия – 0,3м, высота этажа от пола до потолка – 2,7м.

Решение. По таблицам приложений методических указаний определяем: температуру воздуха в жилом угловом помещении 101 – $t_a = 20^\circ\text{C}$, кухне 102 – $t_a = 18^\circ\text{C}$, в коридоре $t_a = 18^\circ\text{C}$, расчетную температуру наружного воздуха $t_n = -21^\circ\text{C}$; по [1, табл. 5.3], коэффициент n для стен и перекрытия $n = 1$, для пола 1 этажа $n = 0,75$.

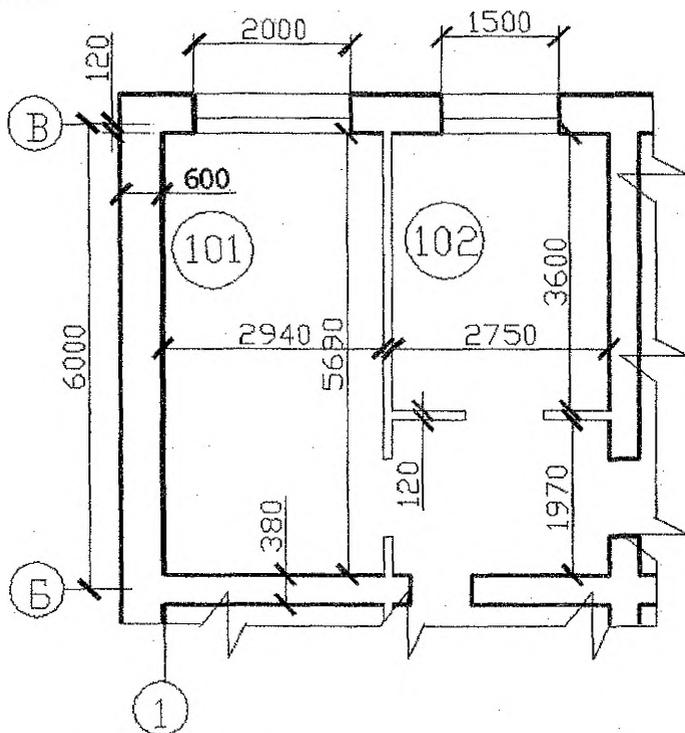


Рисунок 2 – План части здания к примеру 1

Плотности внутреннего воздуха по формуле (5):

$$\rho_{+20} = \frac{353}{273 + 20} = 1,205 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \quad \rho_{+18} = \frac{353}{273 + 18} = 1,213 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

Необходимые воздухообмены по [3] (приложение 3 методических указаний) кухни $L_K = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$, санузла $L_{СУ} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$, ванной $L_B = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Воздухообмен по величине жилой площади квартиры по формуле (4):

$$L_{ЖК} = 3 \cdot F_{ЖК} = 3 \cdot (16,7 + 16,7 + 9) = 3 \cdot 42,4 = 127,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Суммарное количество воздуха, уходящего из кухни L_K , ванной L_B , санузла $L_{СУ}$, должно быть не менее необходимого воздухообмена жилых комнат квартиры:

$$L_K + L_B + L_{СУ} > L_{ЖК}$$

$$90 + 25 + 25 = 140 > 127,2$$

Принимаем воздухообмен квартиры равным $140 \text{ м}^3/\text{ч}$, расход предварительно не подогреваемого приточного инфильтрующегося через окна воздуха принимаем (в зависимости от общей площади помещений квартиры $16,7 + 16,7 + 9 + 9 = 52,3 \text{ м}^2$) пропорционально площадям помещений: 101, 103 – $(16,7/52,3) \cdot 140 = 45 \text{ м}^3/\text{ч}$, 102 – $(9,9/52,3) \cdot 140 = 26 \text{ м}^3/\text{ч}$, 104 – $(9/52,3) \cdot 140 = 24 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расход теплоты на нагрев инфильтрующегося через окна воздуха по формуле (3):

$$Q_{101}^{инф} = 0,28 \cdot 45 \cdot 1,205 \cdot 1 \cdot (20 - (-21)) \cdot 1 = 622 \text{ Вт}$$

$$Q_{102}^{инф} = 0,28 \cdot 26 \cdot 1,213 \cdot 1 \cdot (18 - (-21)) \cdot 1 = 344 \text{ Вт}$$

В случае $L_K + L_B + L_{СУ} < L_{ЖК}$ необходимо произвести расчет по формуле (3), при этом подставляя воздухообмен, подсчитанный по формуле (4). Например, для помещения 101:

$$Q_{101}^{инф} = 0,28 \cdot 3 \cdot 16,7 \cdot 1,205 \cdot 1 \cdot (20 - (-21)) \cdot 1 = 693 \text{ Вт}.$$

Бытовые тепловыделения в соответствии с формулой (1):

$$Q_{быт}^{101} = 9 \cdot 16,7 \cdot (1 - 0,95) = 8 \text{ Вт}$$

$$Q_{быт}^{102} = 9 \cdot 9,9 \cdot (1 - 0,95) = 5 \text{ Вт}$$

Расчет потерь теплоты сведен в таблицу 1.

Подсчет площадей наружных стен производят без вычета площади окон, а в графе 7 – из коэффициента теплопередачи окна вычитают коэффициент теплопередачи стены.

Таблица 1 – РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ

№ помещения	Назначение помещения, $t_{в}, ^\circ\text{C}$ $F_{пл}, \text{м}^2$	Данные по ограждающей конструкции				Площадь $F, \text{м}^2$	Коэффициент теплопередачи $1/R, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	Разность температур $(t_{в}-t_{с}), ^\circ\text{C}$	Поправочный коэффициент η	Добавочные теплопотери β			Основные и добавочные потери теплоты $Q, \text{Вт}$	Расход теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха $Q_{инф}, \text{Вт}$	Бытовые тепловыделения $Q_{б}, (1-л), \text{Вт}$	Общие потери теплоты помещения $Q_{\Sigma}, \text{Вт}$
		Наименование ограждения	Ориентация по сторонам света	Расчетные размеры, м	На ориентацию					другие	Суммарный коэффициент добавок $(1 + \beta)$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
101	жилая комната $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$ $F=16,7\text{м}^2$	нс	з	6,48×3,55	23,0	0,31	41	1	0,05	0,05	1,1	322	622	8	1437	
		нс	с	3,6×3,55	12,8	0,31	41	1	0,1	0,05	1,15	187				
		то	с	2×1,5	3,0	0,69	41	1	0,1	0,05	1,15	98				
		пл	-	3×5,88	17,6	0,4	41	0,75	0	0	1	217				
												Σ823				
102	кухня $t_{в}=18^{\circ}\text{C}$ $F=9,9\text{м}^2$	нс	с	3×3,55	10,7	0,31	39	1	0,1	0	1,1	142	344	5	754	
		то	с	1,5×1,5	2,3	0,69	39	1	0,1	0	1,1	67				
		пл		3,66×3	11,0	0,4	39	0,75	0	0	1	128				
		коридор $t_{в}=18^{\circ}\text{C}$	пл		2,22×3	6,7	0,4	39	0,75	0	0	1				78
												Σ415				

3. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Задачей конструирования системы водяного отопления является правильное размещение отопительных приборов, трубопроводов, устройств для удаления воздуха, запорно-регулирующей арматуры.

В соответствии с п. 6.14 изменений № 3 к [1] при проектировании отопления жилых зданий необходимо предусматривать регулирование и учет потребляемой теплоты каждым отдельным потребителем в здании (то есть каждой квартирой). Для этого счетчик расхода теплоты (теплосчетчик) устанавливается для каждой квартиры.

Отопительные приборы горизонтальной квартирной системы отопления подсоединяются к системе отопления с помощью распределителя (распределительного коллектора, гребенки), который как бы разделяет систему отопления на две системы: систему теплоснабжения распределителей (между тепловым пунктом и распределителями) и систему отопления от распределителей (между распределителем и отопительными приборами).

Схема системы отопления выполняется, как правило, в виде отдельных схем:

- схема системы теплоснабжения распределителей;
- схемы систем отопления от распределителей.

В жилых зданиях у отопительных приборов следует устанавливать, как правило, автоматические терморегуляторы, обеспечивающие поддержание заданной температуры в каждом помещении и экономную подачу тепла за счет использования внутренних теплоизбытков (бытовые тепловыделения, солнечная радиация).

Конструирование системы заканчивается вычерчиванием схемы системы отопления с нанесением тепловых нагрузок отопительных приборов и расчетных участков циркуляционных колец.

Пример запроектированной системы отопления показан на рисунках 3 и 4.

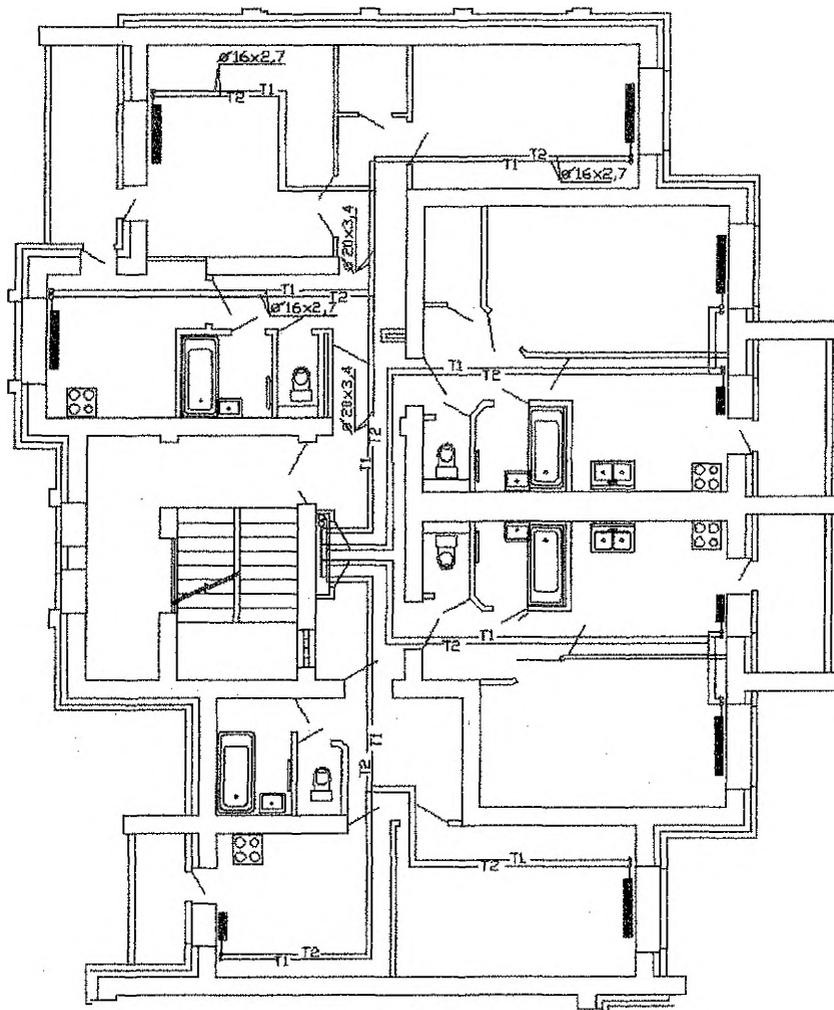


Рисунок 3 – План этажа с элементами систем отопления

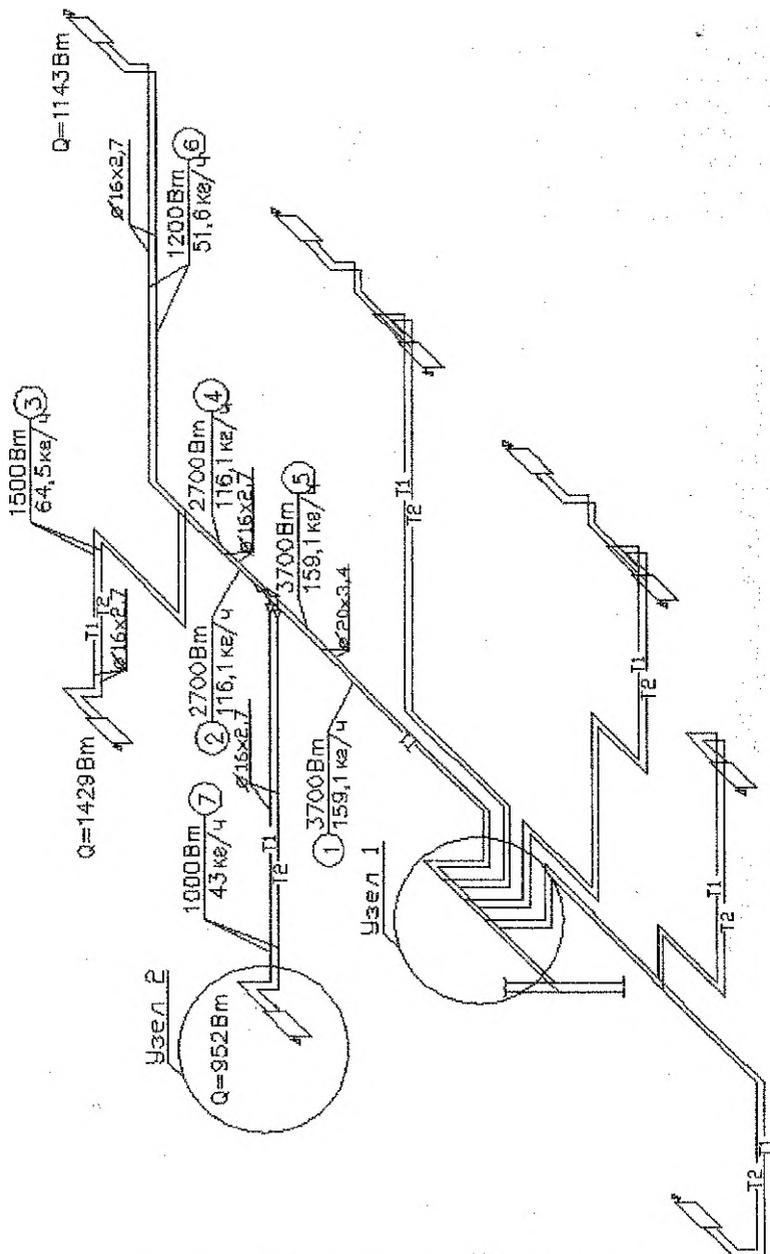


Рисунок 4 – Аксонометрическая схема системы отопления

4. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

Целью теплового расчета является выбор типа и количества секций (или размера) отопительного прибора.

ПРИМЕР 2. Определить марку стального панельного радиатора «Лидея» для двухтрубной квартирной системы водяного отопления (трубы проложены скрыто в конструкции пола в защитной трубе типа «пешель»), установленный без ниши под подоконником у наружной стены под окном (окно размером 1,5*1,5м) в жилой комнате, тепловые потери которой 1000Вт. Температура воды на входе в поквартирную систему $t_1=85^\circ\text{C}$, температура обратной воды $t_2=65^\circ\text{C}$, температура воздуха в комнате $t_в=18^\circ\text{C}$.

Решение.

Расход воды в отопительном приборе вычисляем по формуле:

$$G_{np} = \frac{0,86 \cdot Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{t_2 - t_o} \quad (6)$$

где Q_{np} – тепловая нагрузка прибора, Вт

β_1 – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины. Для предварительного принятого радиатора типа ЛК20 высотой 500мм $\beta_1=1,02$ [4, табл. 4.1];

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты приборами у наружных ограждений. При установке прибора у наружной стены под окном $\beta_2=1,03$ [4, табл. 4.1].

Температурный напор: $\Delta t_{cp} = \frac{t_2 + t_o}{2} - t_в, ^\circ\text{C}$.

Коэффициент приведения номинального теплового потока отопительного прибора к расчетным условиям:

$$\varphi = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{\Delta t_n} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p \quad (7)$$

где n и p – эмпирические показатели, принимаемые по [5, табл. 10.3-10.4].

Δt_n – номинальный температурный напор, равный 70°C – для приборов отечественного производства, 60°C или 50°C – для большинства импортных приборов (см. каталоги производителей);

360 – номинальный расход воды в отопительном приборе при тепловых испытаниях образцов приборов, кг/ч.

Теплоотдача открыто проложенных в пределах помещения теплопроводов принимаем равным θ , т. к. трубопроводы проложены скрыто в конструкции пола в защитной трубе типа «пешель».

Расчетный требуемый тепловой поток отопительного прибора:

$$Q_1 = Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ Вт}$$

Номинальный требуемый тепловой поток:

$$Q_{нт} = \frac{Q_1 \cdot \beta_4}{\phi}, \text{ Вт}$$

где β_4 – коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении, $\beta_4=1,03$ [5, табл 10.2].

Таблица 2 – ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

№ помещения	Температура воздуха в помещении, °С	Тепловая нагрузка на прибор Q _{пр} , Вт	Температура входящей воды в прибор, °С	Температура воды на выходе, °С	Поправочный коэффициент β ₁	Поправочный коэффициент β ₂	Расход воды в приборе G _{пр} , кг/ч, кг/с	Температурный напор, °С	Коэффициент приведения φ	Темлоотдача открыто расположенных трубопроводов Q _{тр} , Вт	Расчетный требуемый тепловой поток Q ₁ , Вт	Номинальный требуемый тепловой поток Q _{нт} , Вт	Поправочный коэффициент β ₄	Марка отопительного прибора	Номинальный тепловой поток Q _н , Вт
101	18	1000	85	65	1,02	1,03	45,2	57	0,73	0	1051	1473	1,03	лк 20-511	1478

По требуемой величине Q_{нт} подбираем по каталогу производителя [4, табл. 1.1-1.10] отопительный прибор, номинальный тепловой поток которого Q_н должен быть близким к значению Q_{нт}, а также может быть меньше требуемого, но не более чем на 5 % или на 60 Вт.

Длина выбранного отопительного прибора составляет 1100мм, таким образом, он перекрывает более 75% оконного проема. В случае несоблюдения этого условия необходимо выбрать другой тип и (или) другую марку прибора.

При расчете секционных радиаторов после вычисления номинального требуемого теплового потока определяется расчетное число секций в радиаторе по формуле:

$$n_p = \frac{Q_n}{q_n \cdot \beta_3}, \text{ шт.}, \quad (8)$$

где q_н – номинальный тепловой поток одной секции радиатора, принимаемый по каталогу производителя, Вт/секц. Например, для чугунного радиатора 2КП100-90х500 - 140 Вт;

β₃ – коэффициент учета числа секций в одном радиаторе [5, табл 10.5].

Расчетная таблица для теплового расчета секционных радиаторов выглядит следующим образом:

№ помещения	Температура воздуха в помещении, °С	Тепловая нагрузка на прибор Qпр, Вт	Температура входящей воды в прибор, °С	Температура воды на выходе, °С	Поправочный коэффициент β ₁	Поправочный коэффициент β ₂	Расход воды в приборе S _{пр} , кг/ч, кг/с	Температурный напор, °С	Коэффициент приведения φ	Теплоотдача открыто расположенных трубопроводов Qтр, Вт	Расчетный требуемый тепловой поток Q _д , Вт	Номинальный требуемый тепловой поток Q _{нт} , Вт	Поправочный коэффициент β ₃	Поправочный коэффициент β ₄	Расчетное число секций n _р , шт.	Установочное число секций n _у , шт.
1																

Примечание. Коэффициенты β₁, β₂ при расчете секционных радиаторов определяются по [5, табл. 3.1, и 3.2].

При округлении расчетного числа секций допускается уменьшение теплового потока Q_н не более чем на 5 % (но не более чем на 60 Вт).

5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ПОДБОРОМ ТЕРМОСТАТИЧЕСКИХ И БАЛАНСИРОВОЧНЫХ КЛАПАНОВ

Цель гидравлического расчета – подобрать диаметры трубопроводов, регулировочные и балансировочные клапаны при условии использования располагаемого перепада давления на вводе для обеспечения стабильности и бесшумности работы системы отопления, минимизации эксплуатационных и капитальных затрат.

Гидравлический расчет выполняют по аксонометрической схеме трубопроводов системы отопления. Расчет выполняется отдельно для систем отопления от распределителей (между распределителем и отопительными приборами) и отдельно для системы теплоснабжения распределителей (между тепловым пунктом и распределителями).

На схеме находят циркуляционные кольца, делят их на участки, наносят тепловые нагрузки каждого отопительного прибора, равные тепловой расчетной нагрузке помещения. Каждое циркуляционное кольцо системы отопления – это замкнутый контур последовательных участков. Участок – одна или не-

сколько труб с одним и тем же расходом теплоносителя. В двухтрубной системе отопления количество циркуляционных колец равно количеству отопительных приборов. Сначала рассчитывается главное (основное) циркуляционное кольцо. Обычно в горизонтальной квартирной системе отопления это кольцо через наиболее нагруженный из самых удаленных отопительных приборов. Затем выполняется расчет остальных циркуляционных колец.

Последовательность расчета.

Определяем расходы воды на участках по формуле:

$$G = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{уч}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{(t_2 - t_0)}, \text{ кг/ч.} \quad (9)$$

где $Q_{\text{уч}}$ — тепловая нагрузка на расчетном участке, Вт.

По расходам воды на участках и по величине оптимальной скорости движения теплоносителя подбираем диаметры труб по таблицам для гидравлического расчета, выписывая для этих диаметров величину удельных потерь давления $R_{\text{тр}}$, Па/м и скорость движения воды v , м/с. Таблицы для подбора диаметров трубопроводов приведены в приложениях 5-7 методических указаний.

Диаметры труб в кольце определяются по задаваемой оптимальной скорости движения теплоносителя на каждом участке циркуляционного кольца. Оптимальная расчетная скорость движения воды для полимерных трубопроводов должна определяться по рекомендациям изготовителей трубопроводов, в большинстве случаев скорость составляет до 0,3...0,5 м/с для стальных труб, до 0,5...0,7 м/с для полимерных труб, удельная потеря давления на трение R в среднем 100...250 Па/м [5].

Например, по рекомендациям известного производителя полимерных трубопроводов фирмы KAN-therm, за скорость в металлополимерных и полиэтиленовых трубопроводах, проходящих в конструкции пола, следует принимать значения, соответствующие экономичным гидравлическим сопротивлениям $R_{\text{экон}} = 150 \div 250 \text{ Па/м}$:

Ø12×2	$v=0,25 \div 0,35 \text{ м/с}$
Ø14×2	$v=0,3 \div 0,4 \text{ м/с}$
Ø16×2	$v=0,35 \div 0,45 \text{ м/с}$
Ø18×2	$v=0,4 \div 0,5 \text{ м/с}$
Ø20×2	$v=0,45 \div 0,6 \text{ м/с}$

В горизонтальных трубопроводах, проходящих в конструкции пола, следует принимать значение скорости воды не ниже 0,11 м/с, учитывая удаление воздуха из системы.

Определяем потери давления на трение на участках $R_{\text{тр}} \cdot l_{\text{уч}}$. Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений на каждом из участков кольца с использованием данных приложений 8-10 методических указаний. Местное сопротивление (тройник, крестовина) на границе двух участков относят к расчетному участку с меньшим расходом воды.

Определяем потери давления в местных сопротивлениях $Z = \sum \zeta \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho$, где ρ – плотность воды, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Потери давления на балансировочных клапанах и регулировочных вентилях определяются по номограммам изготовителя или при известном значении пропускной способности элемента k_v (k_{vs}) по формуле:

$$\Delta P = 0,1 \cdot \left(\frac{G}{k_v} \right)^2, \text{ Па}, \quad (10)$$

где G – расход воды на участке, кг/ч ;

k_v (k_{vs}) – пропускная способность (по каталогу изготовителя), $\text{м}^3/\text{ч}$.

Определяем общие потери давления $R_{\Sigma} \cdot l + Z$ на каждом участке и суммарные потери давления во всех участках главного циркуляционного кольца.

Далее проведем расчет трубопроводов второстепенных циркуляционных колец. Расчет второстепенных циркуляционных колец проводят, исходя из расчета главного кольца. В каждом новом кольце рассчитывают только дополнительные (не общие) участки, параллельно соединенные с участками основного кольца.

Располагаемое циркуляционное давление для расчета дополнительных (не общих) участков $P_r^{\text{доп}}$ должно быть равно потерям давления на участках (уже рассчитанных) основного кольца.

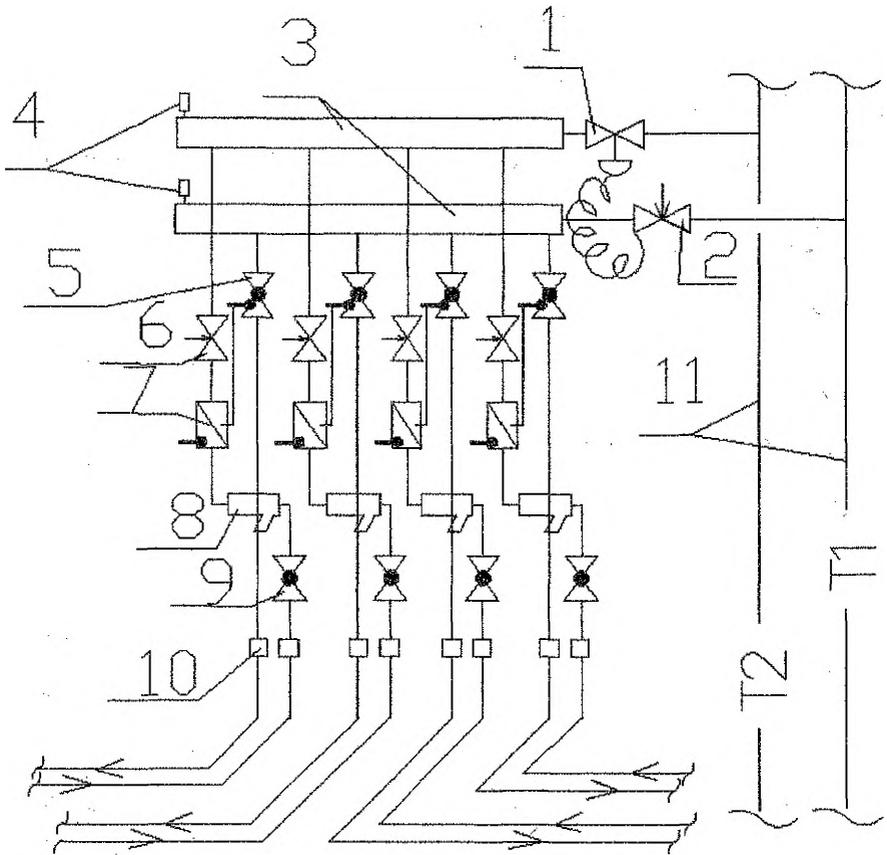
Расхождение (невязка) в расчетных потерях давления на параллельно соединенных участках в системах с тупиковым движением воды составляет до 15%.

ПРИМЕР 3.

Произвести гидравлический расчет двухтрубной системы водяного отопления квартиры на одном этаже здания от одного распределителя и подобрать термостатические и запорные клапаны. План этажа с элементами системы отопления показан на рисунке 3. Схема системы отопления с расчетными тепловыми нагрузками приборов показаны на рисунке 4. Расчетные параметры системы отопления $t_1 = 90^\circ\text{C}$, $t_2 = 70^\circ\text{C}$. Система отопления присоединяется к тепловым сетям посредством индивидуального теплового пункта. Системы отопления квартир присоединяются через распределители, расположенные на каждом этаже в штробах стен лестничной клетки. Система теплоснабжения распределителей выполняется из стальных труб, система отопления от распределителей – из полипропиленовых труб фирмы «KAN-therm» скрыто в стяжке пола в защитной трубе типа «пешель». На вводе каждого из распределителей (рисунок 5) проектируется автоматический регулятор перепада давления марки «4002» в паре с запорным вентиляем (клапаном-партнером) для подсоединения капиллярной трубки марки «Штремакс 4115А» фирмы «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия). От распределителя на ответвлениях к каждой квартире устанавливается ручной балансировочный клапан марки «Штремакс 4017М» фирмы «ГЕРЦ

Арматурен», фильтр ГЕРЦ, теплосчетчик «Ф-прибор» Т230 производства НП ООО «Гран-Система-С» (Беларусь) и запорная арматура.

Подключение отопительных приборов (рисунок 6) выполнено боковое одностороннее с угловыми термостатическими клапанами TS-90-V фирмы «ГЕРЦ Арматурен» на подающем трубопроводе и угловыми запорными клапанами RL-1 фирмы «ГЕРЦ Арматурен» на обратном трубопроводе. Термостатические головки применены марки «ГЕРЦ мини».



1 – автоматический балансировочный клапан ГЕРЦ 4002, 2 – клапан-партнер «Штремакс 4115А», 3 – распределители (зрбенки), 4 – автоматический воздухоотводчик, 5 – шаровый кран с разъемом под датчик температуры, 6 – ручной балансировочный клапан «Штремакс 4017М», 7 – теплосчетчик «Ф-прибор» Т230, 8 – фильтр Герц, 9 – шаровый кран, 10 – переход от металлической трубы на полипропиленовую, 11 – магистральные стояки

Рисунок 5 – Узел подключения систем отопления квартир к распределительному коллектору (узел 1)

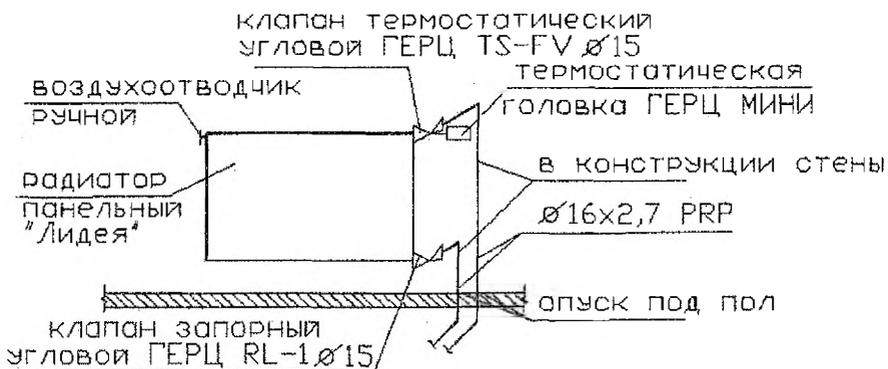


Рисунок 6 – Узел подключения радиатора (узел 2)

Решение.

Так как на ответвлении в каждую квартиру установлен ручной балансировочный клапан, то гидравлический расчет каждой квартиры ведем независимо друг от друга. В дальнейшем, настройками балансировочных клапанов увязываем системы отопления квартир между собой.

В качестве основного расчетного циркуляционного кольца выбираем кольцо через самый нагруженный отопительный прибор квартиры.

Расчетные тепловые нагрузки на участках $Q_{\text{ра}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2$: №3 – $1429 \cdot 1,02 \cdot 1,03 = 1500 \text{ Вт}$, №2 и №4 – $(1429 + 1143) \cdot 1,02 \cdot 1,03 = 2700 \text{ Вт}$, №1 и №5 – $(1143 + 1429 + 952) \cdot 1,02 \cdot 1,03 = 3700 \text{ Вт}$.

Диаметры трубопроводов подбираем по таблице каталога «KAN-therm» (приложение 5 методических указаний). Расчет сведен в таблицы 3-6.

На участке 3 потери давления в запорно-регулирующем клапане RL-1 определяется по формуле (10):

$$\Delta P = 0,1 \cdot \left(\frac{G}{k_v} \right)^2 = 0,1 \cdot \left(\frac{64,5}{1,9} \right)^2 = 115 \text{ Па}$$

где G – расход воды на участке, кг/ч;

k_v – пропускная способность клапана (по каталогу изготовителя - приложение 11 методических указаний), $\text{м}^3/\text{ч}$

Таблица 3 – Гидравлический расчет основного кольца

№ участка	тепловая нагрузка $Q_{т.к}$, Вт	расход воды на участке G , кг/ч	длина участка, м	диаметр, мм	скорость движения воды, W , м/с	удельная потеря давления, Па/м	потери давления на трение, Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений	потери давления в местных сопротивлениях, Па	суммарные потери давления, Па	примечание
1	3700	159,1	6	20×3,4	0,33	121	726	2,4	130	856	
2	2700	116,1	3	16×2,7	0,38	198	594	0,75	54	648	
3	1500	64,5	13	16×2,7	0,21	72	936	32,5	717	1653	Без потерь на клапанах в узле 2
4	2700	116,1	3	16×2,7	0,38	198	594	0,75	54	648	
5	3700	159,1	6	20×3,4	0,33	121	726	2,4	130	856	
										4661	
Потери давления сво квартиры от распределителя к отопительным приборам равны 4661+4060+115=8836 Па											

Таблица 4 – Расчет коэффициентов местных сопротивлений

№ участка	Наименование сопротивления	Коэффициент местного сопротивления (приложение 8 методических указаний)	Сумма коэффициентов местного сопротивления
1,5	2 отвода	1,2	2,4
2,4	тройник на проходе переход на диаметр (редукция)	0,25 0,5	0,75
3 (без термостатич. и запорн. клапанов)	тройник на ответвлении при слиянии потоков тройник на ответвлении при разделении потоков 8 отводов радиатор панельный	1,8 3 8-1,2 18,5 (табл. 3.1 [4])	32,5

По соображениям бесшумности работы клапанов рекомендуется задавать значение потерь давления $\Delta P_{т.кл.}$ каждого из термостатических клапанов не более 20 кПа. С другой стороны, для эффективного регулирования расходов в параллельных кольцах двухтрубной системы отопления, не рекомендуется задаваться значением $\Delta P_{т.кл.}$ менее 4...6 кПа (п. 6.1.1 [5]). Исходя из этих сооб-

ражений, для основного расчетного кольца следует задаться максимально возможным открытием диапазона гидравлических настроек p , но при этом иметь потерю давления на клапане не менее 4 кПа. По паспортным данным клапана TS-90-V (см. приложение 12) задаемся гидравлической настройкой клапана $p=7$ с пропускной способностью $K_v=0,26\text{ м}^3/\text{ч}$. Рассчитаем потери давления на термостатическом клапане по формуле (10):

$$\Delta P = 0,1 \cdot \left(\frac{64,5}{0,32} \right)^2 = 4060 \text{ Па}$$

Для термостатического клапана необходимо проверять значения внешнего авторитета a (авторитета в системе трубопроводов). Он определяется как отношение перепада давлений в клапане к общему перепаду давлений в системе трубопроводов или в той части системы, в которой автоматически поддерживается заданный перепад давлений. Рекомендуемый диапазон a составляет 0,3...0,7 [6].

Внешний авторитет термостатического клапана (без учета сопротивления элементов в узле коллекторов) составляет $a=4060/8836=0,46$, что входит в рекомендуемые пределы 0,3...0,7 (наиболее целесообразно более 0,5).

Для остальных циркуляционных колец квартиры определяем требуемое значение потери давления на "регулируемых участках" (таблица 5).

Таблица 5 – Гидравлический расчет второстепенных колец

№ участка	тепловая нагрузка $Q_{\text{уч}}$, Вт	расход воды на участке G , кг/ч	длина участка, м	диаметр, мм	скорость движения воды, W , м/с	удельная потеря давления, Па/м	потери давления на трение, Па	сумма коэффициентов местных сопротивлений	потери давления в местных сопротивлениях, Па	суммарные потери давления, Па	Примечание
$\Delta P_{\text{расч.уч.6}} = \Delta P_{\text{уч.3}} = 1653 + 4060 + 115 = 5828 \text{ Па}$											
6	1200	51,6	11	16×2,7	0,17	49	539	26,2	379	918	
Требуемое значение $\Delta P_{\text{кл. пер. уч. 4}} = 5828 - 918 = 4910 \text{ Па}$											
$\Delta P_{\text{расч.уч.7}} = \Delta P_{\text{уч.2-4}} = 5828 + 648 + 648 = 7124 \text{ Па}$											
7	1000	43	12	16×2,7	0,14	35	420	29,1	285	705	
Требуемое значение $\Delta P_{\text{кл. пер. уч. 7}} = 7124 - 705 = 6419 \text{ Па}$											

Таблица 6 – Расчет коэффициентов местных сопротивлений для остальных циркуляционных колец

№ участка	Наименование сопротивления	Коэффициент местного сопротивления	Сумма коэффициентов местного сопротивления
6	2 тройника на проходе 6 отводов радиатор панельный	2·0,25	26,2
		6·1,2	
		18,5	
7	тройник на ответвлении при слиянии потоков тройник на ответвлении при разделении потоков 4 отвода радиатор панельный 2 перехода на диаметр (редукции)	1,8	29,1
		3	
		4·1,2	
		18,5	
		2·0,5	

Выполним подбор запорно-регулирующих и термостатических клапанов на «регулируемых участках» 6, 7.

На участке 6 потеря давления в запорно-регулирующем клапане:

$$\Delta P = 0,1 \cdot \left(\frac{51,6}{1,9} \right)^2 = 74 \text{ Па}$$

На участке 7 потеря давления в запорно-регулирующем клапане:

$$\Delta P = 0,1 \cdot \left(\frac{43}{1,9} \right)^2 = 51 \text{ Па}$$

Требуемое сопротивление термостатического клапана на участке 6 $\Delta P_{т.кл.} = 4910 - 74 = 4836$ Па, на участке 7 - $\Delta P_{т.кл.} = 6419 - 51 = 6368$ Па.

По диаграмме клапана TS-90-V определяем гидравлические настройки термостатических клапанов по потерям давления $\Delta P_{т.кл.}$ и расходам воды на участке (см. приложение 12). Результаты подбора термостатических клапанов сводим в таблицу 7.

Таблица 7

№ участ ка	Расход воды на участке G, кг/ч	$\Delta P_{кл. \text{ рег. уч.}}$, Па	$\Delta P_{кл. \text{ запорно-регул.}}$, Па	$\Delta P_{т.кл.}$, Па	Гидравли- ческая настройка n	Kv, м ³ /ч
3	64,5	4175	115	4060 (задали)	7	0,26
6	51,6	4910	74	4836	6	0,25
7	43	6419	51	6368	5	0,2

Таким же образом рассчитываются ветки систем отопления остальных квартир на этаже.

ПРИМЕР 4.

Произвести подбор элементов системы водяного отопления, установленных на распределителе на 4 квартиры (см. рисунок 4). По результатам гидравлического расчета диаметры ответвлений полипропиленовых трубопроводов на каждую квартиру 20×3,4мм, гидравлические сопротивления и расходы теплоносителя СВО квартир: 1 квартира $\Delta P=8836$ Па, $G=159,1$ кг/ч (данные из примера №3); 2 квартира $\Delta P=8500$ Па, $G=135$ кг/ч; 3 квартира $\Delta P=11800$ Па, $G=190$ кг/ч; 4 квартира $\Delta P=13000$ Па, $G=200$ кг/ч.

Решение.

Выполним подбор теплосчетчика. Принимаем к проектированию теплосчётчик ультразвуковой производства НП ООО «Гран-Система-С» марки «Ф-прибор» Т230. Принимаем по данным производителя (приложение 13) диаметр расходомера теплосчётчика равным 15 мм, номинальный расход расходомера $q_n=0,6$ м³/ч, максимальный расход расходомера $q_m=1,2$ м³/ч, максимальная потеря давления при номинальном расходе 0,025МПа, пропускная способность $K_v=1.2$ м³/ч. Составляем марку теплосчетчика (приложение 13) «теплосчетчик «Ф-прибор» Т230-0,6-043-00А.

Потеря давления в теплосчетчике для квартиры 1:

$$\Delta P = 0,1 \cdot \left(\frac{159,1}{1,2} \right)^2 = 1758 \text{ Па}$$

Потери давления в теплосчетчиках остальных квартир определены аналогично и представлены в таблице 8.

Принимаем к установке фильтры ГЕРЦ диаметром 15мм с пропускной способностью $K_v=3.1$ м³/ч. Принимаем к установке шаровые краны ГЕРЦ диаметром 15мм с пропускной способностью $K_v=17$ м³/ч. Потери давления на фильтрах квартир определены аналогично потерям давления в теплосчетчиках и представлены в таблице 8. Потери давления в шаровых кранах не принимаются в расчет вследствие их незначительности.

Таблица 8

№ квартир	G, кг/ч	ΔP , Па	$\Delta P_{\text{теплосч}}$, Па	$\Delta P_{\text{фильтра}}$, Па	Суммарные потери $\Delta P_{\text{сумм}}$, Па
1	159,1	8836	1758	263	10857
2	135	8500	1266	190	9956
3	190	11800	2507	376	14683
4	200	13000	2778	416	16194

Принимаем РБК марки «Штремакс 4017М» фирмы «ГЕРЦ Арматурен» диаметром 15мм. Рассчитаем необходимое значение пропускной способности K_v для каждого РБК, выразив ее из формулы (10):

$$k_v = \frac{G}{\sqrt{10 \cdot \Delta P}}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

В соответствии с [6] для возможности выполнения наладки системы водяного отопления минимальные потери на РБК не должны быть менее 3 кПа.

Результаты подбора РБК по таблице каталога изготовителя (приложение 14) сводим в таблицу 9.

Таблица 9

№ квартир	G, кг/ч	$\Delta P_{\text{сумм}}$, Па	Характеристика РБК				
			Предварительное значение $\Delta P_{\text{РБК}}$, Па	Расчетное K_v , м ³ /ч	Настройка РБК л	Принятое K_v , м ³ /ч при настройке РБК л	Фактическое $\Delta P_{\text{РБК}}$, Па
1	159,1	10857	16194+3078-10857=8415	0,55	0,9	0,56	8072
2	135	9956	16194+3078-9956=9316	0,44	0,6	0,43	9856
3	190	14683	16194+3078-14683=4589	0,89	1,7	0,88	4661
4	200	16194	3000	1,15	2,3	1,14	3078

Диаметр трубопроводов поэтажного отвода $d_{\text{по}}$ принимаем равным $d_{\text{по}}=20\text{мм}$ (при $G=159,1+135+190+200=684,1\text{кг/ч}$ по таблицам для подбора стальных водогазопроводных труб). Диаметр распределителя принимаем $D_p=40\text{мм}$ (рекомендуется $D_p > d_{\text{по}}$ в 2 раза).

На вводе каждого из распределителей проектируется автоматический регулятор перепада давления «4002» в паре с запорным вентиляем (клапаном-партнером) для подсоединения капиллярной трубки марки «Штремакс 4115А» фирмы «ГЕРЦ Арматурен». Перепад давления на регуляторе «4002» определим в соответствии с п.2.2 [4] равным $16194+3078=19272\text{Па}$ с запасом 10%, а именно $\Delta P_{\text{рлд}}=19272 \cdot 1,1=21200\text{Па}=212\text{мбар}$. Рассчитаем необходимое значение K_v для регулятора «4002»:

$$k_v = \frac{684,1}{\sqrt{10 \cdot 21200}} = 1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По паспортным данным «ГЕРЦ Арматурен» для регулятора перепада давления «4002» принимаем регулятор диаметром (минимальный диаметр) 15мм с $K_v=2,66\text{м}^3/\text{ч}$. Настройку регулятора определяем по таблице каталога изготовителя (приложение 15) – настройка №5. Для подсоединения капиллярной трубки принимаем вентиль запорный марки «Штремакс 4115А» (приложение 16) $d=20\text{мм}$ с $K_v=10,5\text{м}^3/\text{ч}$. Настройки РБК и АБК нанесем на схему системы теплоснабжения распределителей (рисунок 7).

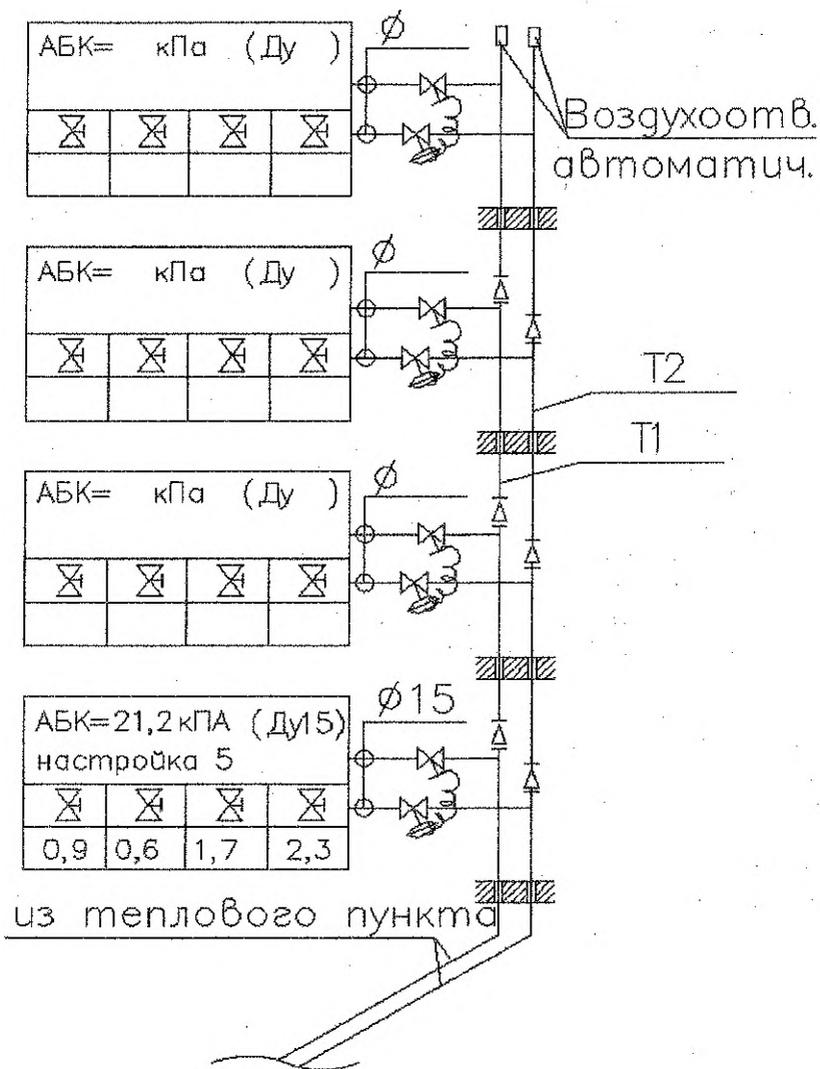


Рисунок 7 – Схема системы теплоснабжения распределителей с нанесением настроек АБК и РБК для первого этажа по результатам примера 4.

6. КОНСТРУИРОВАНИЕ И АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЫТЯЖНОЙ КАНАЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Вентиляция - это обмен воздуха в помещении для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимых метеорологических условий чистоты воздуха. По способу перемещения воздуха системы вентиляции делятся на естественные и механические (искусственные).

В многоэтажных жилых зданиях в Республике Беларусь выполняется, в основном, естественная вытяжная вентиляция, которая работает следующим образом: загрязненный воздух удаляется по вентиляционным каналам в атмосферу, а наружный воздух поступает через неплотности окон и специальные приточные устройства, монтируемые в конструкциях окон или стен.

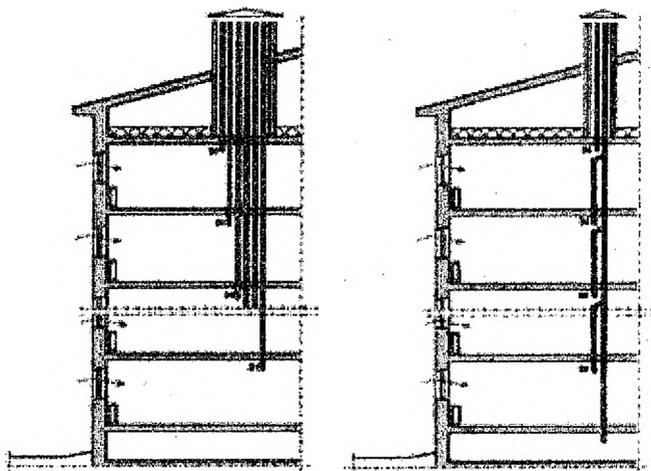
Каждое вентилируемое помещение в кирпичных зданиях высотой до 5 этажей обслуживается самостоятельным вытяжным каналом. Вентиляционные каналы устраивают во внутренних кирпичных стенах. Минимальный размер таких каналов $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича (140x140) мм. Толщина стенок канала принимается не менее $\frac{1}{2}$ кирпича. В зданиях с внутренними кирпичными стенами большей этажности нет возможности разместить в стенах индивидуальные вентканалы для каждого этажа, поэтому конструктивно вентиляция выполняется с объединением каналов от различных этажей. Возможно применение для любых типов зданий вентиляционных панелей, приставных воздуховодов.

В настоящее время часто используется вентиляция с установкой унифицированных вентиляционных блоков. В этом случае система естественной вытяжной вентиляции состоит из вертикального сборного канала (ствола) с каналами-спутниками, закрытыми вентиляционными решетками, вытяжной шахты с зонтом. На шахте возможна также установка дефлектора - устройства, использующего давление ветра для усиления тяги из вентсистемы. Вентиляционные решетки монтируются для архитектурного оформления входных отверстий вертикальных вентканалов; существуют решетки, позволяющие регулировать расход воздуха, изменяя свое сечение при помощи жалюзийных блоков.

Схемы систем вентиляции показаны на рисунке 8.

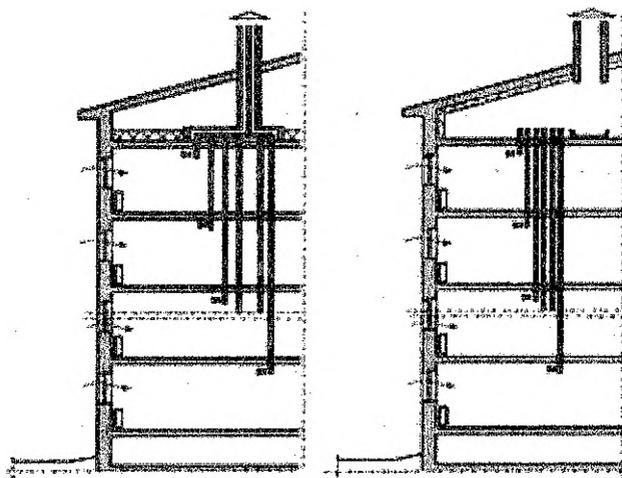
В пределах одной квартиры допускается осуществлять удаление воздуха одним каналом с подключением к нему следующих помещений [3]: а) кухня, ванная или душевая; б) туалет, ванная или душевая.

Воздухообмен квартиры должен быть не менее одной из двух величин: суммарной нормы вытяжки из туалетов, ванных комнат и кухни, или нормы притока, равной $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 жилой площади квартиры. Нормируемые воздухообмены приведены в [3] приложение Г, табл. Г.1 (приложение 3 методических указаний).



с индивидуальными каналами

с вертикальным сборным каналом



с горизонтальным сборным каналом

с теплым чердаком

Рисунок 8 – Схемы систем вентиляции

Движение воздуха в каналах, воздуховодах и шахте происходит под действием естественного давления, возникающего вследствие разности удельных весов холодного наружного и теплого внутреннего воздуха в помещении:

$$P_e = h_v \cdot (\rho_s - \rho_b) \cdot g, \text{ Па} \quad (11)$$

где h_B – расстояние по вертикали от центра вытяжного отверстия (0,2-0,5 м от потолка помещения) до устья вытяжной шахты, м;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

ρ_{+5} – удельный вес наружного воздуха для температуры воздуха +5°C, кг/м³;

ρ_a – плотность, кг/м³, воздуха вентилируемого помещения, определяемая по формуле (5).

Для обеспечения нормальной работы естественной вытяжной системы вентиляции необходимо увязать потери давления на трение и в местных сопротивлениях при движении воздуха с располагаемым естественным давлением, т.е. произвести аэродинамический расчет системы.

Последовательность расчета.

1. Сначала определяют воздухообмены L , м³/ч для вентилируемых помещений; предварительные сечения каналов и их количество; компонуют вентиляционную систему.

2. Определяют естественное давление по формуле (11).

3. Уточняют скорость движения воздуха в канале по принятому сечению канала F :

$$W = \frac{L}{3600 \cdot F}, \text{ м/с}$$

В вентканалах рекомендуемая скорость 0,4-0,6 м/с - для вертикальных каналов верхнего этажа, при расчете нижележащих этажей увеличивается на 0,1м/с на каждом этаже, но не должна быть больше 1 м/с. В вытяжных шахтах скорость не должна превышать 1,5м/с.

4. Находят эквивалентный по трению диаметр канала для прямоугольного сечения:

$$d_{\text{экв}} = \frac{2 \cdot (ab)}{a + b}, \text{ мм}$$

где a , b – размеры сторон прямоугольного канала, мм.

4. Зная эквивалентный диаметр канала и скорость движения воздуха, определяют потери давления на трение R , Па на 1 погонный метр и динамическое давление h_d , Па, используя таблицу или номограмму для расчета круглых стальных воздуховодов [9] (приложение 17 методических указаний).

5. Определяют потери давления на трение на участке:

$$P_T = R \cdot l \cdot n, \text{ Па}$$

где l – длина участка, м;

n – поправочный коэффициент, зависящий от скорости движения и шероховатости вентиляционного канала, определяемый по [9] (приложение 18 методических указаний).

6. Определяют потери на трение в местных сопротивлениях, зная h_d и сумму коэффициентов местных сопротивлений $\sum \zeta$ [9] (приложение 19 методических указаний):

$$Z = \sum \zeta \cdot h_d, \text{Па}$$

7. Находят суммарные потери давления на участке $P_T + Z$ и сравнивают с естественным давлением. Необходимо, чтобы выполнялось условие: $P_T + Z \leq \Delta P_e$.

ПРИМЕР 5. Произвести аэродинамический расчет естественной вытяжной канальной системы вентиляции кухни 6-этажного жилого дома с использованием унифицированных вентиляционных блоков. Жилая площадь квартиры $F_{жк}=30\text{м}^2$. В кухне установлена четырехкомфорочная газовая плита. Температура воздуха в кухне $t_{в}=18^\circ\text{C}$.

Фрагмент плана здания показан на рисунке 8.

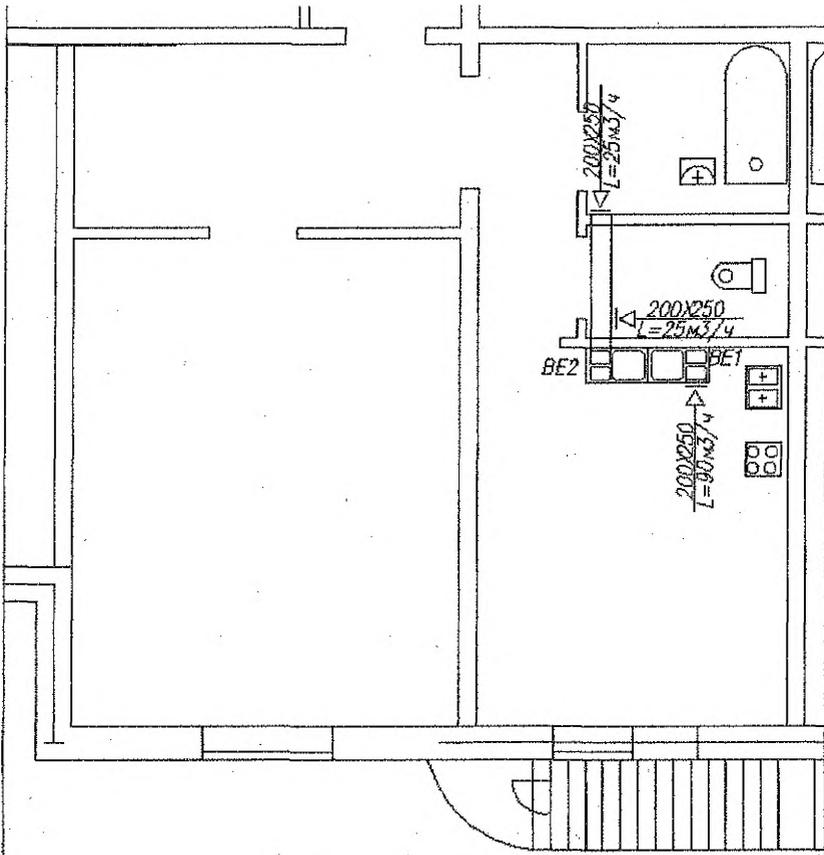


Рисунок 8 – Фрагмент плана здания с нанесением элементов системы вентиляции

Решение. Необходимые воздухообмены (приложение 3 методических указаний) кухни $L_K=90\text{ м}^3/\text{ч}$, санузла $L_{СУ}=25\text{ м}^3/\text{ч}$, ванной $L_B=25\text{ м}^3/\text{ч}$.

Воздухообмен по величине жилой площади квартиры:

$$L_{ЖК}=3 \cdot F_{ЖК}=3 \cdot 30=90 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Сравним суммарное количество воздуха, уходящего из кухни L_K , ванной L_B , санузла $L_{СУ}$ с необходимым воздухообменом жилых комнат квартиры $L_{ЖК}$:

$$90 + 25 + 25 \geq 90$$

$140 \geq 90$, следовательно расчетный воздухообмен квартиры принимаем равным $140 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Принимаем унифицированные железобетонные вентиляционные блоки серии Б1.134.1-7, состоящий из спутников размерами 152×230 , и ствола размером 336×360 (рисунок 9-10). Расчетная схема системы вентиляции кухни изображена на рисунке 11.

Вентиляционные решетки принимаем марки РВА9 размером 200×200 мм (по размеру отверстия в вентблоке, рисунок 9) с площадью живого сечения $0,0327 \text{ м}^2$ фирмы «МаксАЭРО» («Беларусь») (<http://www.maxagro.by>). Характеристики решетки приведены в приложении 20 методических указаний. Сопротивление в решетке определяем согласно номограммам производителя (приложение 20 методических указаний): при расходе $90 \text{ м}^3/\text{ч}$ скорость составит $0,9 \text{ м}/\text{с}$, потери давления $0,3 \text{ Па}$. Составляем марку вентиляционной решетки (приложение 20) РВА9-Б1-200х200-РАL.

Аэродинамический расчет системы вентиляции сведен в таблицу.

Плотности наружного и внутреннего воздуха по формуле (5):

$$\rho_{+18} = \frac{353}{273+18} = 1,213 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \rho_{+5} = \frac{353}{273+5} = 1,27 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Естественное давление для каналов шестого этажа по формуле (11):

$$\Delta P_e = 4 \cdot 9,81 \cdot (1,27 - 1,213) = 2,24 > 0,89 \text{ Па}$$

Естественное давление для каналов первого этажа по формуле (11):

$$\Delta P_e = 20 \cdot 9,81 \cdot (1,27 - 1,213) = 11,2 > 1,469 \text{ Па}.$$

В связи с превышением естественного давления над потерями давления (рекомендуемое превышение 10%), в системе вентиляции возможен слишком большой расход воздуха, который необходимо отрегулировать. Расход воздуха в системе вентиляции может регулироваться посредством жалюзийного клапана Б1, принятого к установке в жалюзийной решетке.

Расчет системы вентиляции для 2-5 этажей выполняют аналогично произведенному расчету.

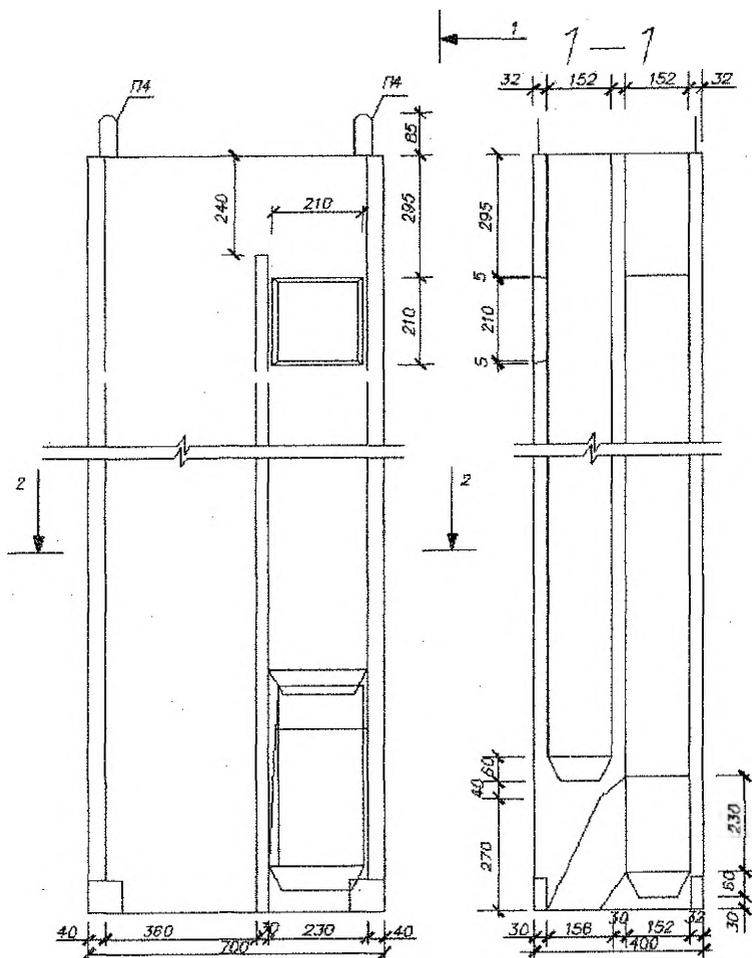


Рисунок 9 – Размеры унифицированных железобетонных вентиляционных блоков серии Б1.134.1

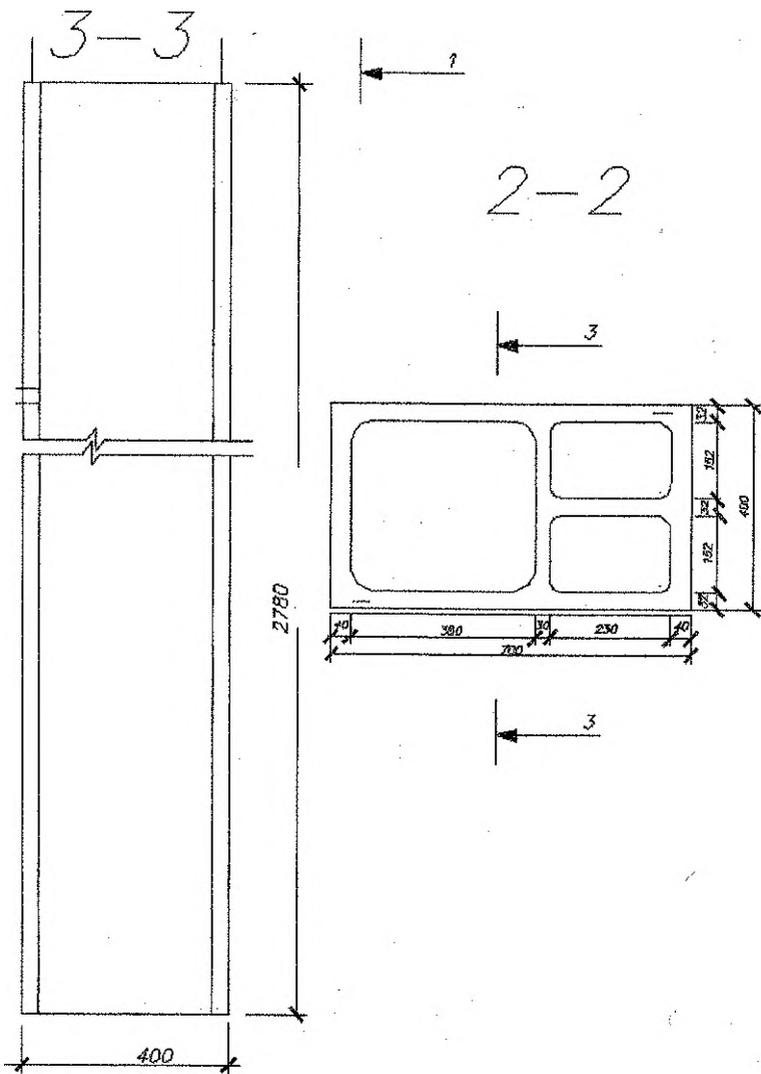


Рисунок 10 – Размеры унифицированных железобетонных вентиляционных блоков серии Б1.134.1

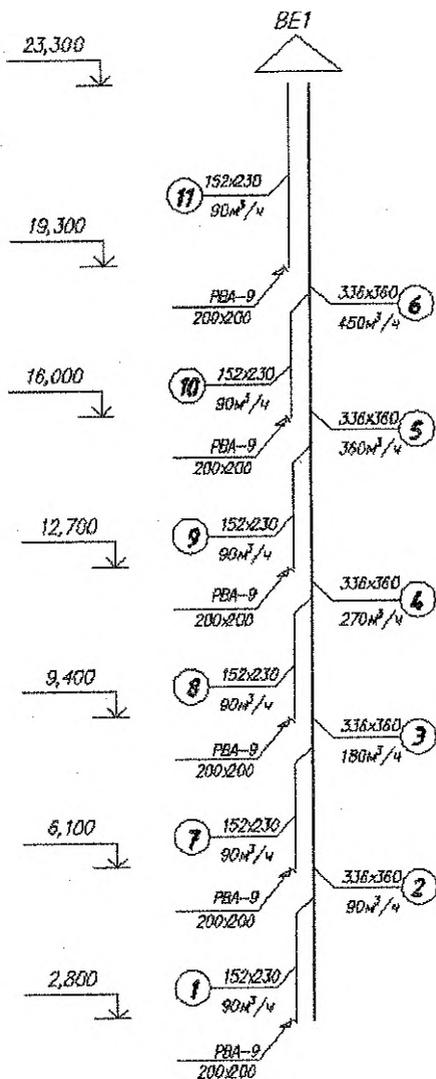


Рисунок 11 – Расчетная схема системы вентиляции кухни

Таблица 10 – РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ КУХНИ

1	№ участка	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Расход воздуха, L, м ³ /ч						Эквивалентный диаметр по трению, d, мм	Удельная потеря давления на трение, R, Па/лм	Поправочный коэффициент η	Потери на участке на трение, R _т , Па	Динамическое давление, h _д , Па	Сумма коэффициентов местного сопротивления, Σξ	Потери давления в местных сопротивлениях, Z, Па	Суммарные потери давления на участке, R _т + Z, Па	Примечание
	Длина участка, l, м														
	Скорость движения воздуха, W, м/с														
	Линейные размеры воздуховода, (a×b), мм														
	Площадь поперечного сечения канала, F, м ²														
Расчет ветви системы через канал кухни 1 этажа															
	1	90	4,3	0,715	152x230	0,035	183	0,0548	1,17	0,276	0,294	0,64	0,476	0,752	Решетка 0,3Па; 2 Колена под 45 Σξ=0,32*2
	2	90	3,3	0,207	336x360	0,121	348	0,0026	1,06	0,009	0,024	1,85	0,017	0,026	тройник на проходе Σξ=1,85
	3	180	3,3	0,413	336x360	0,121	348	0,0088	1,09	0,032	0,096	0,70	0,022	0,054	тройник на проходе Σξ=0,7
	4	270	3,3	0,620	336x360	0,121	348	0,0179	1,16	0,069	0,216	0,55	0,038	0,106	тройник на проходе Σξ=0,55
	5	360	3,3	0,827	336x360	0,121	348	0,0297	1,18	0,116	0,384	0,40	0,046	0,162	тройник на проходе Σξ=0,4
	6	480	2,5	1,102	336x360	0,121	348	0,0522	1,23	0,161	0,726	1,30	0,209	0,369	Шахта с зонтом Σξ=1,3
Суммарные потери 1,469															
Расчет ветви системы через канал кухни 6 этажа															
	11	90	4	0,715	152x230	0,035	183	0,0548	1,17	0,256	0,294	1,30	0,633	0,890	Решетка 0,3Па; Шахта с зонтом Σξ=1,3

ЛИТЕРАТУРА

1. СНБ 4.02.01-03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Минск, 2004.
2. ТКП 45-2.04-43-2006 Строительная теплотехника. – Минск, 2007.
3. ТКП 45-3.02-324-2018 Жилые здания. – Минск, 2018.
4. Рекомендации по применению отопительных стальных панельных радиаторов «Лидея». – Лида-Москва, 2010
5. Покотилов В.В. Системы водяного отопления. – Вена, 2008. – 159с.
6. Яушовец Р. Гидравлика – сердце водяного отопления. – Вена, 2005. – 145с.
7. Покотилов В.В. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодоснабжения. – Вена, 2017. – 228 с.
8. Технический каталог продукции компании “ТЕРЦ Арматурен”, 2018
9. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха / В.Н. Богословский и др.; под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1992. – 416с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица 5.1 изменение №1 к [2]

Ограждающие конструкции	Нормативное сопротивление теплопередаче $R_{т.норм.}$, м ² ·°С/Вт
Жилые и общественные здания	
А Строительство, реконструкция, модернизация	
Наружные стены зданий	3,2
Совмещенные покрытия, чердачные перекрытия и перекрытия над проездами	6,0
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами и техническими подпольями	2,5
Заполнения световых проемов	1,0

Приложение 2

Таблица М.3 изменение №4 к [1]

Система отопления и способ регулирования	η
1. Однотрубная система отопления с автоматическими терморегуляторами и с пофасадным авторегулированием на вводе или система поквартирного отопления однотрубная или двухтрубная с горизонтальной разводкой	1
2. Двухтрубная система отопления с автоматическими терморегуляторами и с центральным авторегулированием	0,95
3. Однотрубная система отопления с автоматическими терморегуляторами и с центральным авторегулированием на вводе или однотрубная система без автоматических терморегуляторов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также двухтрубная система отопления с автоматическими терморегуляторами и без авторегулирования на вводе	0,9
4. Однотрубная система отопления с автоматическими терморегуляторами и без авторегулирования на вводе	0,85
5. Система отопления без автоматических терморегуляторов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха	0,7
6. Система отопления без автоматических терморегуляторов и без авторегулирования на вводе – регулирование центральное в ЦТП или котельной	0,5
7. Воляное отопление без регулирования	0,2

Приложение 3

Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий

приложение Г, табл. Г.1[3]

Наименование помещений	Расчетная температура воздуха в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения	
		приток	вытяжка
Жилая комната в квартире или в общежитии	18	По расчету для компенсации удаляемого воздуха	3 м ³ /ч на 1м ² жилых комнат
Кухня в квартире или общежитии: с электроплитами с газовыми плитами	18	По расчету для приточно-вытяжной механической вентиляции	Не менее 60 м ³ /ч Не менее: 60 м ³ /ч – при двухконфорочных плитах; 75 м ³ /ч – при трехконфорочных плитах; 90 м ³ /ч – при четырехконфорочных плитах
Ванная	25	-	25 м ³ /ч
Уборная индивидуальная	18	-	25 м ³ /ч
Совмещенный санитарный узел	25	-	50 м ³ /ч
Совмещенный санитарный узел с индивидуальным нагревом	18	-	50 м ³ /ч
Вестибюль, лестничная клетка, общий коридор в квартирном доме	16	-	-

Примечания:

1. В угловых помещениях квартир и общежитий расчетную температуру воздуха следует принимать на 2 °С выше указанной в таблице.
2. В лестничных клетках домов с поквартирным отоплением температура воздуха не нормируется.
3. Расчетная производительность вытяжной вентиляции, определяемая по норме для кухонь и санитарных узлов, не должна быть ниже расчетного воздухообмена квартиры, определяемого по норме для жилых комнат.

Приложение 4

Расчетные параметры наружного воздуха

Приложение Е табл. Е.1 [1]

Наименование пункта	Расчетная географическая широта, °с.ш.	Барометрическое давление, гПа	Период года	Параметры А		Параметры Б		Скорость ветра, м/с	Средняя суточная амплитуда температуры воздуха, °С
				Температура воздуха, °С	Удельная энтальпия, кДж/кг	Температура воздуха, °С	Удельная энтальпия, кДж/кг		
Витебская область									
Верхнедвинск	56	1000	Теплый	21,0	47,0	25,6	50,8	2,9	10,8
			Холодный	-11,0	-8,0	-25,0	-24,3	3,8	-
Полоцк	56	1000	Теплый	21,1	47,0	25,7	50,8	2,9	10,9
			Холодный	-11,5	-8,7	-25,0	-24,0	4,1	-
Шарковщина	56	1000	Теплый	21,0	47,0	25,6	50,8	3,3	10,6
			Холодный	-11,5	-8,0	-24,0	-23,4	4,7	-
Витебск	56	990	Теплый	21,1	47,8	25,7	51,4	3,1	10,3
			Холодный	-12,0	-9,4	-25,0	-24,4	4,8	-
Лепель	54	990	Теплый	21,0	47,2	25,6	50,8	2,3	9,9
			Холодный	-11,5	-8,7	-24,0	-23,5	2,9	-
Минская область									
Вилейка	54	990	Теплый	21,4	47,0	26,0	50,6	2,6	11,0
			Холодный	-10,0	-6,7	-24,0	-22,9	3,9	-
Борисов	54	990	Теплый	21,6	47,5	26,2	51,1	2,6	10,8
			Холодный	-11,0	-8,0	-24,0	-23,2	3,8	-
Воложин	54	990	Теплый	20,8	47,0	25,4	50,6	2,8	9,8
			Холодный	-9,5	-6,0	-23,0	-21,9	4,2	-
Минск	54	990	Теплый	21,2	47,2	25,8	50,6	2,6	10,3
			Холодный	-10,0	-6,8	-24,0	-22,7	3,7	-
Марьина Горка	54	990	Теплый	21,8	48,3	26,4	51,7	3,3	11,4
			Холодный	-11,0	-7,3	-24,0	-22,7	4,3	-
Слуцк	54	1000	Теплый	21,8	48,4	26,4	51,8	3,3	11,3
			Холодный	-9,5	-6,1	-23,0	-21,6	4,8	-
Гродненская область									
Лида	54	1000	Теплый	21,5	47,0	26,1	50,6	3,0	10,9
			Холодный	-9,0	-5,4	-22,0	-20,8	4,0	-
Гродно	54	1000	Теплый	21,7	47,6	26,3	51,4	1,0	10,6
			Холодный	-8,5	-4,7	-22,0	-20,5	5,6	-
Новогрудок	54	980	Теплый	20,3	47,0	24,9	50,6	3,1	9,1
			Холодный	-10,0	-6,0	-21,0	-20,3	5,6	-
Волковыск	54	990	Теплый	22,0	47,6	26,6	51,5	3,3	11,0
			Холодный	-8,5	-4,8	-21,0	-20,4	4,5	-

Продолжение таблицы

Могилевская область									
Горки	54	990	Теплый	21,1	48,4	25,7	52,4	3,1	10,6
			Холодный	-12,5	-9,9	-26,0	-25,2	5,3	-
Могилев	54	990	Теплый	21,6	47,8	26,2	51,6	3,7	10,8
			Холодный	-11,5	-8,7	-24,0	-23,2	4,7	-
Славгород	54	1000	Теплый	22,0	49,0	26,6	52,5	3,4	10,6
			Холодный	-11,5	-8,7	-24,0	-23,6	4,4	-
Бобруйск	54	1000	Теплый	22,3	48,8	26,9	52,2	3,2	11,2
			Холодный	-10,5	-7,4	-23,0	-22,2	3,9	-
Брестская область									
Барановичи	54	990	Теплый	21,9	47,3	26,5	51,2	3,3	10,9
			Холодный	-9,0	-5,4	-22,0	-21,0	4,8	-
Ганцевичи	52	1000	Теплый	22,2	48,5	26,8	52,0	3,4	12,0
			Холодный	-9,0	-5,5	-22,0	-20,8	3,5	-
Пружаны	52	1000	Теплый	22,2	48,5	26,8	52,4	2,5	11,3
			Холодный	-8,0	-4,1	-22,0	-20,5	3,2	-
Брест	52	1000	Теплый	22,6	49,6	27,2	53,0	2,9	10,8
			Холодный	-7,0	-2,8	-21,0	-19,6	3,7	-
Пинск	52	1000	Теплый	22,4	50,0	27,0	53,6	3,6	11,1
			Холодный	-8,5	-4,8	-21,0	-19,9	5,1	-
Гомельская область									
Жлобин	52	1000	Теплый	22,4	49,4	27,0	53,0	2,8	10,9
			Холодный	-10,5	-7,5	-24,0	-22,9	3,6	-
Гомель	52	1000	Теплый	22,3	50,3	26,9	54,0	3,4	10,5
			Холодный	-10,5	-7,5	-24,0	-23,3	4,0	-
Василевичи	52	1000	Теплый	22,8	49,8	27,4	53,7	1,0	11,8
			Холодный	-10,0	-6,9	-23,0	-22,2	3,7	-
Житковичи	52	1000	Теплый	22,5	49,8	27,1	53,4	2,6	11,6
			Холодный	-9,0	-5,6	-22,0	-21,1	3,3	-
Лельчицы	52	1000	Теплый	22,8	50,0	27,4	53,7	1,5	11,8
			Холодный	-9,0	-5,6	-22,0	-20,7	3,6	-
Брагин	52	1000	Теплый	22,5	49,8	27,1	53,6	1,0	11,6
			Холодный	-10,0	-6,8	-22,0	-21,4	4,9	-

Приложение 5

Таблица для гидравлического расчета труб PPR (полипропиленовых)
фирмы «KAN-therm»

G, кг/ч	18×2,7		20×3,4		25×4,2		32×5,4		40×6,7	
	v (м/с)	R (Па/м)								
4,3	0,01	2	0,01	1						
8,6	0,03	3	0,02	1	0,01	1				
17,2	0,06	6	0,04	3	0,02	1				
25,8	0,08	10	0,05	4	0,03	2	0,02	1		
34,4	0,11	25	0,07	5	0,05	2	0,03	1		
43	0,14	36	0,09	13	0,06	3	0,03	1		
51,6	0,17	49	0,11	18	0,07	6	0,04	1		
60,2	0,19	64	0,12	23	0,08	8	0,05	3	0,03	1
68,8	0,22	80	0,14	29	0,09	10	0,06	3	0,04	1
77,4	0,25	98	0,16	35	0,10	12	0,06	4	0,04	1
86	0,28	118	0,18	42	0,11	14	0,07	5	0,04	2
94,6	0,30	139	0,20	49	0,12	17	0,08	5	0,05	2
103,2	0,33	161	0,21	57	0,14	19	0,08	6	0,05	2
111,8	0,38	185	0,23	66	0,15	22	0,09	7	0,06	2
120,4	0,39	210	0,25	74	0,16	25	0,10	8	0,06	3
129			0,27	84	0,17	28	0,10	9	0,07	3
137,6			0,29	94	0,18	32	0,11	10	0,07	3
146,2			0,30	104	0,19	35	0,12	11	0,07	4
154,8			0,32	115	0,20	39	0,12	12	0,08	4
163,4			0,34	126	0,21	43	0,13	13	0,08	5
172			0,36	138	0,23	47	0,14	15	0,09	5
180,6			0,37	150	0,24	51	0,15	16	0,09	5
189,2			0,39	162	0,25	55	0,15	17	0,10	6
197,8			0,41	175	0,26	59	0,16	19	0,10	6
206,4			0,43	189	0,27	64	0,17	20	0,11	7
215			0,45	203	0,28	68	0,17	22	0,11	7
223,6					0,29	73	0,18	23	0,11	8
232,2					0,30	78	0,19	25	0,12	8
240,8					0,32	83	0,19	26	0,12	9
249,4					0,33	89	0,20	28	0,13	10
258					0,34	94	0,21	30	0,13	10
266,6					0,35	99	0,21	31	0,14	11
275,2					0,36	105	0,22	33	0,14	11
283,8					0,37	111	0,23	35	0,14	12
292,4					0,38	117	0,24	37	0,15	13
301					0,39	123	0,24	39	0,15	13

Продолжение таблицы

G, кг/ч	18×2,7		20×3,4		25×4,2		32×5,4		40×6,7	
	v (м/с)	R (Па/м)								
309,6					0,41	129	0,25	40	0,16	14
318,2					0,42	135	0,26	42	0,16	15
326,8					0,43	142	0,26	44	0,17	15
335,4					0,44	148	0,27	46	0,17	16
344					0,45	155	0,28	49	0,18	17
352,6					0,46	162	0,28	51	0,18	17
361,2					0,47	169	0,29	53	0,18	18
369,8					0,49	176	0,30	55	0,19	19
378,4					0,50	183	0,30	57	0,19	20
387					0,51	190	0,31	60	0,20	20
395,6					0,52	198	0,32	62	0,20	21
404,2					0,53	205	0,33	64	0,21	22
412,8							0,33	67	0,21	23
421,4							0,34	69	0,22	24
430							0,35	72	0,22	24
473							0,38	85	0,24	29
516							0,41	98	0,26	34
559							0,45	113	0,29	39
602							0,48	129	0,31	44
645							0,52	146	0,33	50
688							0,55	163	0,35	55
731							0,59	181	0,37	62
774							0,62	201	0,40	68
817									0,42	75
860									0,44	82
946									0,48	97
1032									0,53	113

Приложение 6

Таблица для гидравлического расчета труб PE-Xc, PE-RT (полиэтиленовых)
фирмы «KAN-therm»

G	Ø12×2		Ø14×2		Ø18×2		Ø18×2,5		Ø25×3,5		Ø32×4,4	
	V [кг/ч]	R [м/с] [Па/м]	V [м/с] [Па/м]	R [Па/м]								
4,3	0,024	4,3										
8,6	0,049	8,5					0,02	1				
12,9	0,073	12,8	0,05	6	0,02	1	0,03	2				
17,2	0,098	17,0	0,06	10	0,03	2	0,04	2				
21,5	0,122	26,3	0,08	15	0,04	3	0,05	3				
25,8	0,147	48,3	0,09	20	0,05	4	0,06	4				
30,1	0,171	73,4	0,11	26	0,06	5	0,07	5				
34,4	0,196	93,3	0,13	33	0,065	7	0,07	6				
38,7	0,220	114,5	0,14	40	0,07	8	0,08	9				
43,0	0,245	137,5	0,16	48	0,08	10	0,09	12	0,05	3		
47,3	0,269	162,4	0,17	56	0,09	12	0,10	16				
51,6	0,293	189,1	0,19	65	0,10	13	0,11	19	0,06	4		
55,9	0,318	217,6	0,20	74	0,105	15	0,12	22				
60,2	0,342	247,9	0,22	85	0,11	17	0,13	24	0,07	5		
64,5	0,367	280,0	0,23	95	0,12	19	0,14	28				
68,8	0,391	31,8	0,25	106	0,13	22	0,15	31	0,08	7		
73,1	0,416	349,3	0,27	118	0,14	24	0,16	34				
77,4	0,440	386,5	0,28	130	0,145	26	0,17	38	0,09	8		
81,7	0,465	425,5	0,30	143	0,15	29	0,18	41				
86,0	0,489	46,2	0,31	156	0,16	32	0,19	45	0,10	10	0,06	3
94,6	0,538	552,5	0,34	185	0,18	37	0,20	54				
103,2	0,587	645,6	0,38	215	0,19	43	0,2	62	0,12	13	0,07	4
111,8	0,636	745,2	0,41	247	0,21	50	0,24	72				
120,4	0,685	851,4	0,44	281	0,22	57	0,26	82	0,14	17	0,08	5
129,0	0,734	964,2	0,47	318	0,24	64	0,28	92	0,145	19	0,09	6
137,6			0,50	356	0,26	71	0,30	103	0,15	22	0,09	7
146,2			0,53	396	0,27	79	0,32	115	0,16	24	0,10	7
154,8			0,56	438	0,29	88	0,33	127	0,17	27	0,10	8
163,4			0,59	482	0,30	96	0,35	140	0,18	29	0,11	9
172,0			0,63	528	0,32	105	0,37	153	0,19	32	0,12	10
189,2			0,69	625	0,35	124	0,41	182	0,21	38	0,13	11
206,4			0,75	730	0,38	145	0,45	212	0,23	44	0,14	13
223,6			0,81	842	0,42	167	0,48	245	0,25	50	0,15	15
240,8			0,88	961	0,45	190	0,52	280	0,27	57	0,16	17
258,0			0,94	1113	0,48	215	0,56	317	0,29	65	0,17	20
279,5			1,02	1256	0,52	247	0,60	366	0,31	74	0,19	22
301,0			1,10	1435	0,56	282	0,65	418	0,34	85	0,20	26
322,5			1,17	1626	0,6	327	0,70	473	0,36	96	0,22	30
344,0			1,25	1827	0,64	358	0,74	532	0,39	107	0,23	32

Продолжение таблицы

G	Ø12×2		Ø14×2		Ø18×2		Ø18×2,5		Ø25×3,5		Ø32×4,4	
	V [м/с]	R [Па/м]										
365,5					0,67	399	0,79	594	0,41	119	0,25	36
387,0					0,72	442	0,83	659	0,43	132	0,26	40
408,5					0,76	487	0,88	727	0,46	145	0,28	44
430,0					0,80	533	0,93	799	0,48	159	0,29	48
473,0					0,89	633	1,02	951	0,53	188	0,32	57
516,0					0,96	740	1,11	1115	0,58	220	0,35	67
559,0					1,04	856	1,20	1292	0,63	254	0,38	77
602,0					1,12	978	1,90	1481	0,68	289	0,41	88
645,0					1,9	1109			0,72	328	0,44	99
688,0					1,28	1247			0,77	368	0,47	111
731,0									0,82	410	0,49	124
774,0									0,87	455	0,52	138
817,0									0,92	501	0,55	152

Приложение 7

Таблица для гидравлического расчета труб PE-RT/AL/PE-HD
(металлополимерных) фирмы «KAN-therm»

G [кг/ч]	Ø14×2		Ø16×2		Ø20×2		Ø26×3	
	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]
12,9	0,05	6	0,03	3				
17,2	0,06	10	0,04	3				
21,5	0,08	15	0,05	4				
25,8	0,09	20	0,07	5	0,04	2		
30,1	0,11	26	0,08	6	0,04	2		
34,4	0,13	33	0,09	10	0,05	2		
38,7	0,14	40	0,10	14	0,06	3		
43,0	0,16	48	0,11	19	0,06	3	0,04	1
47,3	0,17	56	0,12	24	0,07	5		
51,6	0,19	65	0,13	27	0,07	6	0,05	2
55,9	0,20	74	0,14	31	0,08	8		
60,2	0,22	85	0,15	36	0,09	9	0,06	3
64,5	0,23	95	0,16	40	0,09	10		
68,8	0,25	106	0,17	45	0,10	12	0,06	4
73,1	0,27	118	0,19	50	0,10	13		
77,4	0,28	130	0,20	55	0,11	14	0,07	5
81,7	0,30	143	0,21	61	0,12	15		
86,0	0,31	156	0,22	66	0,12	17	0,08	6
94,6	0,34	185	0,24	79	0,13	20	0,09	7
103,2	0,38	215	0,26	91	0,15	23	0,09	8
111,8	0,41	247	0,28	105	0,16	27	0,10	9
120,4	0,44	281	0,30	120	0,17	30	0,11	11
129,0	0,47	318	0,33	135	0,18	34	0,12	12
137,6	0,50	356	0,35	152	0,20	38	0,13	13
146,2	0,53	396	0,37	169	0,21	43	0,13	15
154,8	0,56	438	0,39	187	0,22	47	0,14	16
163,4	0,59	482	0,41	206	0,23	52	0,15	18
172,0	0,63	528	0,44	226	0,25	57	0,16	20
189,2	0,69	625	0,48	268	0,27	67	0,17	23
206,4	0,75	730	0,52	313	0,29	78	0,19	27
223,6	0,81	842	0,57	361	0,32	90	0,20	31
240,8	0,88	961	0,61	412	0,34	103	0,22	35
258,0	0,94	1113	0,65	467	0,37	116	0,24	40
279,5	1,02	1256	0,71	540	0,40	134	0,25	46

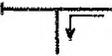
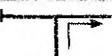
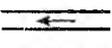
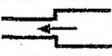
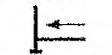
Продолжение таблицы

G	Ø20×2		Ø26×3		Ø32×3		Ø40×3,5	
	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]
301,0	0,43	153	0,27	52	0,16	15	0,10	5
322,5	0,46	173	0,29	59	0,17	17	0,10	5
344,0	0,49	194	0,31	66	0,18	19	0,11	6
365,5	0,52	216	0,33	74	0,20	21	0,12	6
387,0	0,55	240	0,34	81	0,21	23	0,13	7
408,5	0,56	264	0,37	90	0,22	25	0,14	8
430,0	0,61	290	0,39	98	0,23	28	0,15	9
473,0	0,67	344	0,43	117	0,26	32	0,16	10
516,0	0,73	403	0,47	136	0,28	38	0,17	12
559,0			0,51	157	0,30	44	0,19	14
602,0			0,55	180	0,32	50	0,20	16
645,0			0,59	204	0,35	57	0,22	18
731,0			0,67	256	0,40	72	0,24	23
817,0			0,74	313	0,44	87	0,27	28
946,0			0,86	409	0,50	114	0,32	36
1076,4					0,58	143	0,36	45
1288,8					0,70	200	0,43	62
1720,8					0,93	337	0,56	106
2149,2					1,16	509	0,72	158
2581,2							0,86	221
3438,0							1,15	375
4298,4							1,44	567

Приложение 8

Таблица для определения коэффициентов местных сопротивлений труб PPR
(полипропиленовых) фирмы «KAN-therm»

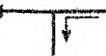
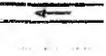
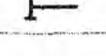
Таб. 67. Значения коэффициентов местных сопротивлений элементов KAN-therm PP

тип сопротивления		
	отвод	1,2
	тройник на проход	0,25
	тройник на ответвлении при разделении потоков	3,0
	тройник на ответвлении при слиянии потоков	1,8
	соединительная муфта	0,25
	редукция сужение на 2 диаметра	0,5
	отвод с резьбой (гнездо для крана)	1,4

Приложение 9

Таблица для определения коэффициентов местных сопротивлений труб PE-RT/Al/PE-HD (металлополимерных) PE-Xc, PE-RT (полиэтиленовых) фирмы «KAN-therm» для типа соединений с натяжной муфтой.

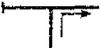
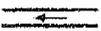
Таб. 55. Значения коэффициентов местных сопротивлений элементов KAN-therm Puch

Тип сопротивления		
	отвод	1,0
	тройник на проход	0,5
	тройник на ответвлении при разделении потоков	3,0
	тройник на ответвлении при слиянии потоков	1,5
	соединительная муфта	0,7
	редукция сужание	0,8
	отвод с резьбой (глава для крана)	3,0

Приложение 10

Таблица для определения коэффициентов местных сопротивлений труб PE-RT/AL/PE-HD (металлополимерных) PE-Xc, PE-RT (полиэтиленовых) фирмы «KAN-therm» для пресс-соединений.

Таб. 56. Значения коэффициентов местных сопротивлений элементов KAN-therm Press

Тип соединения	Коэффициенты местных сопротивлений элементов KAN-therm Press							
	Размер							
	отвод	3,5	3,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5
	теорник на проход	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
	теорник на отведение при разведении потоков	3,0	2,5	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5
	теорник на отведение при слиянии потоков	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0
	соединительная муфта	1,0	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	редукция сечения	1,4	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	отвод с резьбой (гнездо для крана)	3,5	3,0					

Приложение 11

Характеристики клапана ГЕРЦ RL-1

ГЕРЦ-RL-1	Kvs
3723 - 3/8"	1,5
3723 - 1/2"	1,9
3723 - 3/4"	2,0
3724 - 3/8"	2,15
3724 - 1/2"	2,6
3724 - 3/4"	2,6

Приложение 12

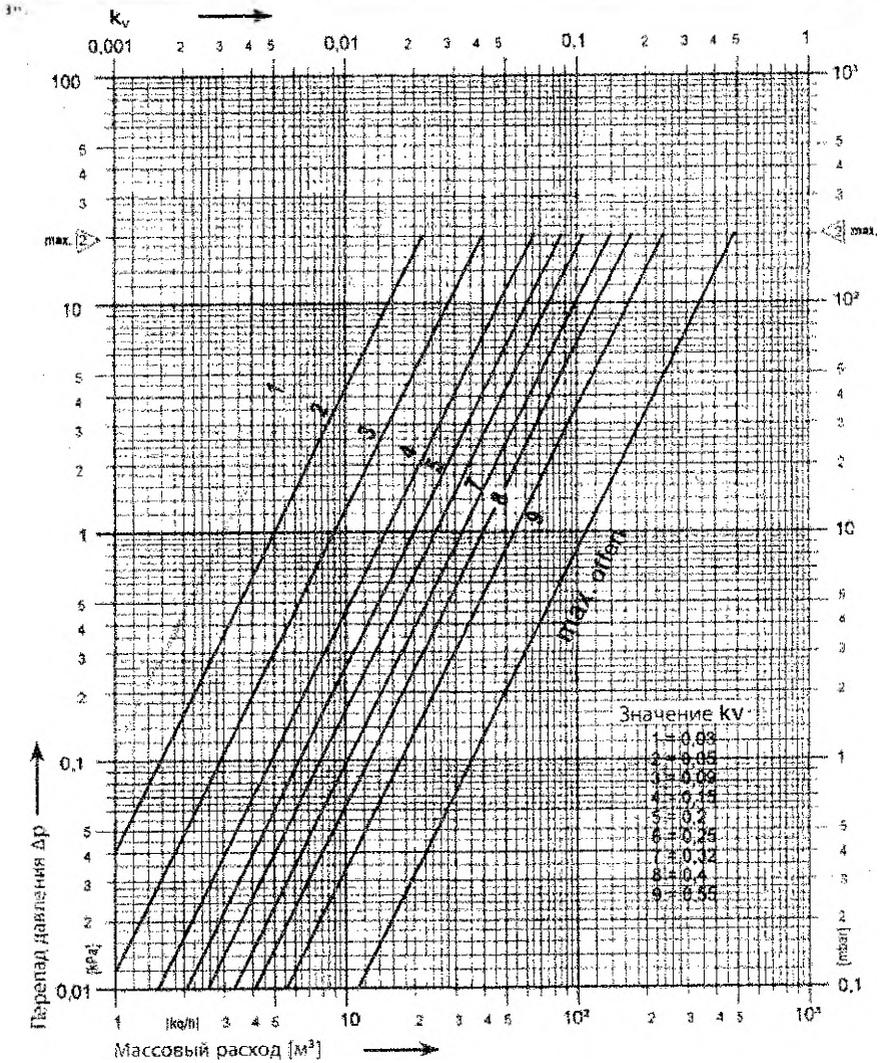
Характеристики и диаграмма для подбора термостатического клапана TS-90-V

Диаграмма HERZ

HERZ-TS-90-V

Арт. № 7723 V – 7759 V

Размер **DN 10, DN15, DN20**



Приложение 13

Характеристики теплосчетчиков «Ф-прибор» Т230, Т330

Номинальный диаметр DN	Макс. расход $q_b, \text{ м}^3/\text{ч}$	Постоянный расход $q_p, \text{ м}^3/\text{ч}$	Монтажная длина, мм	Минимал. расход $q_i, \text{ м}^3/\text{ч}$	Номинальный размер резьбовых соединений в дюймах
15	1,2	0,6	110	0,006	G 3/4"
15	3	1,5	110	0,015	
20	3	1,5	130	0,015	G 1"
20	5	2,5	130	0,025	

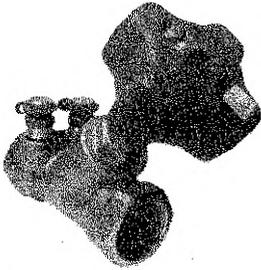
Карта заказа теплосчетчиков «Ф-прибор» Т230, Т330

Теплосчетчик	Ф-Прибор	XXXX	-X	X	-X	X	X	-X	X	X	(X)	-XXXX
Торговая марка												
Тип в зависимости от материала корпуса датчика потока:												
- из композитного материала		T230										
- из латуни		T330										
Технические характеристики:												
- $q_b, \text{ м}^3/\text{ч}, \text{ G } 3/4"$			0	6	0							
- $q_b, \text{ м}^3/\text{ч}, \text{ G } 3/4"$			1	5	0							
- $q_b, \text{ м}^3/\text{ч}, \text{ G } 1"$			1	5	1							
- $q_b, \text{ м}^3/\text{ч}, \text{ G } 1"$			2	5	1							
Тип измерительного контура:												
- закрытая система, датчик потока в прямом трубопроводе											3	
- закрытая система, датчик потока в обратном трубопроводе											4	
Единица измерения тепловой энергии:												
- ГДж											1	
- кВт·ч											3	
Тип интерфейса связи:												
- оптический											0	
- оптический + M-BUS											G	
- оптический + M-BUS беспроводной											E	
Длины кабеля от датчика температуры до вычислителя:												
- 1,5 м											G	
- 5 м**											1	
Время работы от батареи:												
- 6 лет											A	
- 11 лет											C	
Дополнительная информация для заказа ТС												
Класс точности по СТБ EN 1434-1-2011:												
- класс 3												
- класс 2											2	
Диапазон измерения (отношение постоянного расхода к минимальному) R:												
- R50												
- R100												R100

Примечания: * - только при поставке за пределы Республики Беларусь; ** - поставляется под заказ

Приложение 14

Характеристики ручного балансировочного клапана «Штремакс 4017М»



ГЕРЦ ШТРЕМАКС 4017 М

DN	15	10-LF	15-MF	20	25
K_{90}	2	0,88	0,88	3,0	6,5
K_v диафрагмы	1,05	0,48	0,57	3,35	7,8
настройка	k_v	k_v	k_v	k_v	k_v
0,5	0,40	0,05	0,17	0,55	0,56
0,6	0,43	0,05	0,19	0,58	0,70
0,7	0,46	0,06	0,21	0,63	0,74
0,8	0,49	0,06	0,23	0,68	0,78
0,8	0,52	0,08	0,25	0,73	0,82
0,9	0,56	0,07	0,27	0,78	0,86
1,0	0,60	0,07	0,30	0,83	1,04
1,1	0,64	0,08	0,32	0,89	1,20
1,2	0,67	0,09	0,34	0,95	1,36
1,3	0,71	0,10	0,36	1,01	1,52
1,3	0,74	0,11	0,38	1,08	1,68
1,4	0,78	0,12	0,40	1,15	1,84
1,5	0,81	0,14	0,42	1,20	1,90
1,6	0,85	0,16	0,44	1,28	2,10
1,7	0,88	0,17	0,45	1,36	2,30
1,8	0,92	0,18	0,47	1,44	2,50
1,8	0,96	0,20	0,48	1,52	2,70
1,9	0,97	0,22	0,50	1,60	2,90
2,0	1,00	0,22	0,53	1,70	3,10
2,1	1,04	0,23	0,55	1,80	3,25
2,2	1,07	0,24	0,57	1,90	3,40
2,3	1,11	0,25	0,59	2,00	3,55
2,3	1,14	0,26	0,61	2,10	3,70
2,4	1,18	0,27	0,63	2,20	3,85
2,5	1,20	0,28	0,66	2,30	4,20
2,6	1,22	0,30	0,68	2,35	4,32
2,7	1,24	0,30	0,70	2,45	4,44
2,8	1,26	0,31	0,72	2,55	4,56
2,8	1,28	0,32	0,74	2,65	4,68
2,9	1,30	0,33	0,76	2,75	4,80
3,0	1,42	0,36	0,78	2,90	5,00
3,1	1,49	0,38	0,79	3,05	5,07
3,2	1,56	0,37	0,80	3,22	5,14
3,3	1,63	0,37	0,81	3,40	5,21
3,3	1,70	0,38	0,82	3,04	5,28
3,4	1,77	0,39	0,83	3,10	5,35
3,5	1,80	0,41	0,86	3,25	5,80
3,6	1,83	0,42	0,86	3,32	5,83
3,7	1,85	0,42	0,87	3,38	6,06
3,8	1,88	0,43	0,87	3,48	6,19
3,8	1,90	0,44	0,87	3,55	6,32
3,9	1,93	0,44	0,88	3,60	6,45
4,0	2,00	0,46	0,88	3,60	6,50

Приложение 15

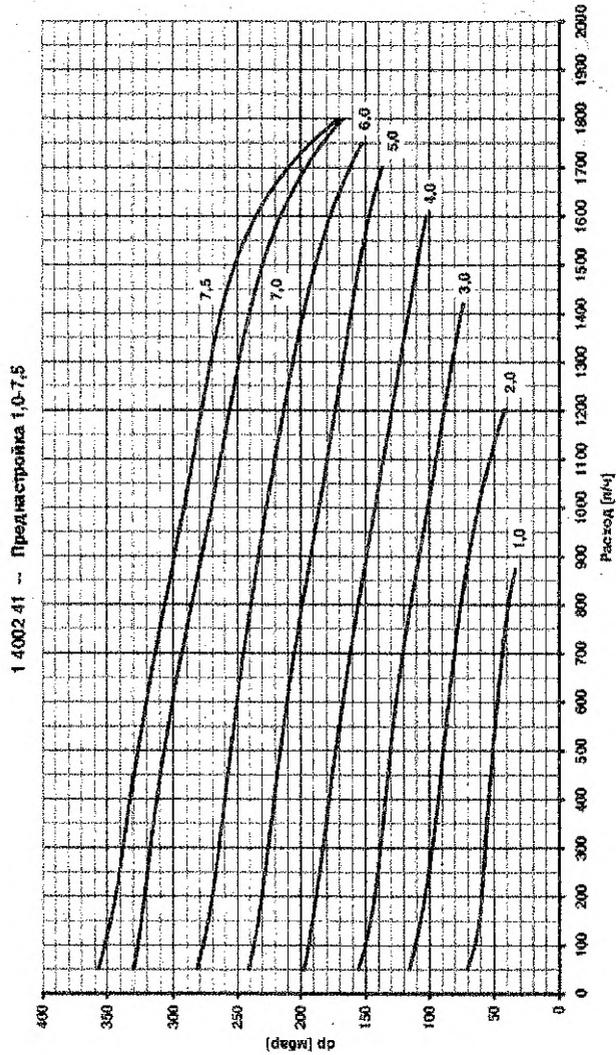
Характеристики автоматического балансировочного клапана «регулятора перепада давлений 4002» диаметром 15мм

Диаграмма ГЕРЦ

Регулятор перепада давления

№ 1 4002 41

Устройство клапана DN 15



Приложение 16

Пропускная способность вентиля запорного марки «Штремакс 4115А»
(диаметр указан в дюймах)

Размер	Kvs	Размер	Kvs
3/8	3	1 1/2	44
1/2	4	2	87
3/4	10,5	2 1/2	112
1	18	3	175
1 1/4	32,5		

таблица соответствия условного прохода труб
и дюймовой резьбы

Условный проход трубы Ду, мм	Диаметр резьбы G", дюйм
10	3/8"
15	1/2"
20	3/4"
25	1"
32	1 1/4"
40	1 1/2"
50	2"

Приложение 17

Удельные потери давления на трение R, Па/м для круглых стальных воздуховодов

Удельные потери давления на трение R, Па/м, для стальных воздуховодов ($k_1 = 0,0001 м$)

v, м/с	P _э , Па	Удельные тепловые потери давления R, Па/м, при диаметре воздуховода, мм																
		100	125	140	160	180	220	225	250	280	315	355	400	450	500			
0,1	0,006	0,0037	0,0028	0,0025	0,0021	0,0018	0,0014	0,0014	0,0012	0,0010	0,0009	0,0008	0,0007	0,0006	0,0005			
0,2	0,024	0,0126	0,0095	0,0083	0,0070	0,0061	0,0047	0,0046	0,0040	0,0035	0,0030	0,0026	0,0022	0,0019	0,0017			
0,3	0,054	0,0257	0,0195	0,0169	0,0143	0,0123	0,0096	0,0093	0,0082	0,0071	0,0061	0,0053	0,0045	0,0039	0,0034			
0,4	0,096	0,0426	0,0323	0,0280	0,0237	0,0205	0,0159	0,0155	0,0136	0,0118	0,0102	0,0088	0,00758	0,0065	0,0057			
0,5	0,150	0,0632	0,0478	0,0415	0,0351	0,0303	0,0236	0,0229	0,0201	0,0174	0,0151	0,0130	0,0112	0,0096	0,0084			
0,6	0,216	0,0871	0,0659	0,0572	0,0484	0,0418	0,0325	0,0316	0,0277	0,0241	0,0208	0,0179	0,0154	0,0133	0,0117			
0,7	0,294	0,1143	0,0865	0,0751	0,0635	0,0548	0,0427	0,0415	0,0364	0,0316	0,0272	0,0235	0,0202	0,0174	0,0153			
0,8	0,384	0,1448	0,1085	0,0951	0,0805	0,0694	0,0540	0,0525	0,0461	0,0400	0,0345	0,0297	0,0256	0,0221	0,0194			
0,9	0,486	0,1783	0,1349	0,1171	0,0991	0,0835	0,0666	0,0647	0,0567	0,0492	0,0425	0,0366	0,0315	0,0272	0,0238			
1,0	0,600	0,2149	0,1626	0,1411	0,1194	0,1031	0,0802	0,0780	0,0684	0,0593	0,0512	0,0441	0,0380	0,0328	0,0287			
1,1	0,726	0,2545	0,1925	0,1671	0,1414	0,1221	0,0950	0,0923	0,0810	0,0703	0,0606	0,0522	0,0450	0,0388	0,0340			
1,2	0,864	0,2970	0,2247	0,1950	0,1650	0,1424	0,1108	0,1078	0,0945	0,0820	0,0708	0,0609	0,0525	0,0453	0,0397			
1,3	1,014	0,3424	0,2590	0,2248	0,1903	0,1642	0,1278	0,1242	0,1089	0,0945	0,0816	0,0703	0,0605	0,0522	0,0458			
1,4	1,176	0,3906	0,2985	0,2565	0,2171	0,1874	0,1458	0,1418	0,1243	0,1078	0,0931	0,0802	0,0691	0,0596	0,0522			
1,5	1,350	0,4417	0,3342	0,2900	0,2455	0,2119	0,1649	0,1603	0,1405	0,1219	0,1053	0,0906	0,0781	0,0674	0,0591			
1,6	1,536	0,4956	0,3749	0,3254	0,2754	0,2377	0,1850	0,1798	0,1576	0,1368	0,1181	0,1017	0,0876	0,0756	0,0663			
1,7	1,734	0,5522	0,4178	0,3626	0,3069	0,2648	0,2061	0,2004	0,1757	0,1525	0,1316	0,1133	0,0976	0,0843	0,0739			
1,8	1,944	0,6116	0,4637	0,4016	0,3398	0,2933	0,2282	0,2219	0,1945	0,1688	0,1457	0,1255	0,1081	0,0933	0,0818			
1,9	2,166	0,6736	0,5097	0,4425	0,3743	0,3231	0,2514	0,2445	0,2143	0,1860	0,1605	0,1382	0,1191	0,1028	0,0901			
2,0	2,400	0,7384	0,5587	0,4849	0,4103	0,3542	0,2756	0,2680	0,2349	0,2039	0,1760	0,1515	0,1305	0,1127	0,0988			

Приложение 18

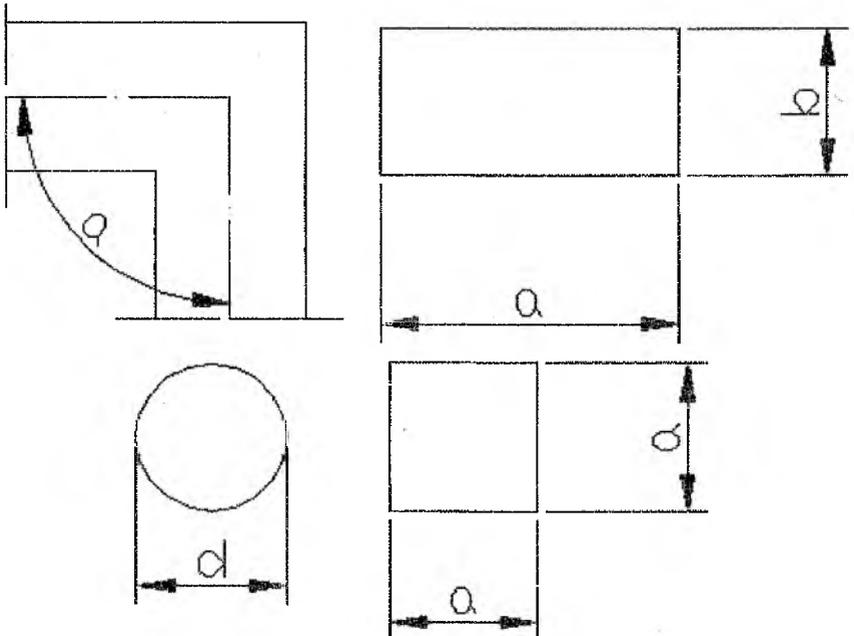
Значение поправочного коэффициента μ для определения
потерь давления на трение

Скорость в канале V , м/с	Значения μ при K_s , м		
	0,0015 (пшакобетон)	0,004 (кирпич)	0,01 (штукатурка по сетке)
0,2	1,06	1,15	1,31
0,4	1,11	1,25	1,48
0,6	1,16	1,33	1,60
0,8	1,19	1,40	1,69
1,0	1,23	1,46	1,77
1,2	1,25	1,50	1,84
1,4	1,28	1,55	1,95
1,6	1,31	1,58	1,95
1,8	1,33	1,62	2,00
2,0	1,35	1,65	2,04

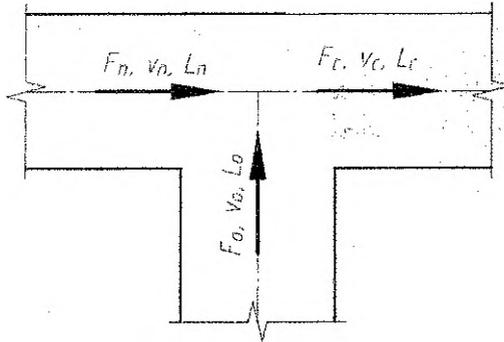
Приложение 19

Значение некоторых коэффициентов местных сопротивлений систем вентиляции

Вытяжная шахта с дефлектором	$\xi=0,64$				
Вытяжная шахта с зонтом	$\xi=1,3$				
Колено круглое, квадратное и прямоугольное (см. рисунок)	Угол α	30	45	60	90
	ξ	0,16	0,32	0,56	1,2
	Для прямоугольных колен умножить на c				
	b/a	0,25	0,5	1	1,5
	c	1,1	1,07	1	0,95



Тройник вытяжной прямоугольного сечения



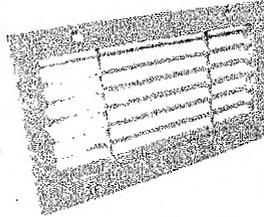
Значение коэффициента местного сопротивления ξ

F_0/F_n	ξ_0 (в числителе) и ξ_n (в знаменателе) при L_0/L_c				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
0,1	$\frac{0,3}{0,2}$	$\frac{0,9}{0,5}$	$\frac{1,0}{0,9}$	$\frac{1,0}{1,5}$	$\frac{1,0}{2,5}$
	$\frac{-1,7}{0,2}$	$\frac{0,6}{0,4}$	$\frac{1,0}{0,8}$	$\frac{1,0}{1,3}$	$\frac{1,0}{2,1}$
0,2	$\frac{-2,4}{0,2}$	$\frac{-0,6}{0,4}$	$\frac{0,7}{0,6}$	$\frac{1,0}{1,0}$	$\frac{1,1}{1,6}$
	$\frac{-2,1}{0,2}$	$\frac{-2,7}{0,4}$	$\frac{-0,1}{0,6}$	$\frac{0,9}{0,8}$	$\frac{1,1}{1,3}$
0,4	$\frac{-3,7}{0,8}$	$\frac{-5,5}{0,4}$	$\frac{-0,7}{0,5}$	$\frac{0,6}{0,7}$	$\frac{1,1}{1,1}$
	$\frac{-5,0}{0,3}$	$\frac{-8,8}{0,4}$	$\frac{-1,7}{0,5}$	$\frac{0,3}{0,7}$	$\frac{1,1}{1,0}$
1,0	$\frac{1,0}{4,4}$	$\frac{1,0}{8,4}$	$\frac{1,0}{20}$	$\frac{1,0}{82}$	$\frac{1,0}{\infty}$
	$\frac{1}{3,7}$	$\frac{1,0}{7,1}$	$\frac{1,0}{16,7}$	$\frac{1,0}{69}$	$\frac{1,0}{\infty}$
0,2	$\frac{1,1}{2,8}$	$\frac{1,1}{5,2}$	$\frac{1,1}{12,3}$	$\frac{1,1}{51}$	$\frac{1,1}{\infty}$
	$\frac{1,2}{2,2}$	$\frac{1,2}{4,1}$	$\frac{1,2}{9,5}$	$\frac{1,2}{39}$	$\frac{1,2}{\infty}$
0,4	$\frac{1,2}{1,8}$	$\frac{1,3}{3,3}$	$\frac{1,3}{7,6}$	$\frac{1,2}{31}$	$\frac{1,2}{\infty}$
	$\frac{1,3}{1,6}$	$\frac{1,3}{2,8}$	$\frac{1,3}{6,3}$	$\frac{1,3}{25}$	$\frac{1,3}{\infty}$

Приложение 20

Характеристики вентиляционной решетки РВА9

Условные обозначения (строительный проем) В1хН1, мм	«Живое» сечение ч ² , кв.м/метр
100x50	0,0032
150x50	0,005
100x100	0,0051
150x100	0,0074
200x100	0,0156
300x100	0,0238
400x100	0,032
500x100	0,0402
600x100	0,0484
150x150	0,0176
200x150	0,0239
300x150	0,0365
400x150	0,0491
500x150	0,0617
600x150	0,0743
800x150	0,0995
1000x150	0,1247
1200x150	0,1499
200x200	0,0327
300x200	0,0499



Регулируемая решетка РВА9

РВА9-Б1-В1хН1-RAL****

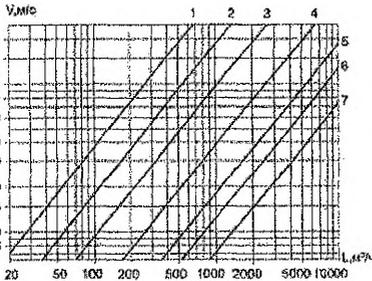
Цвет покрытия по каталогу RAL. Отсутствие указания цвета означает, что по умолчанию цвет будет белый (RAL 9016)

Размер строительного проема В1хН1 по таблице 1 на стр. 169 (горизонталь x вертикаль)

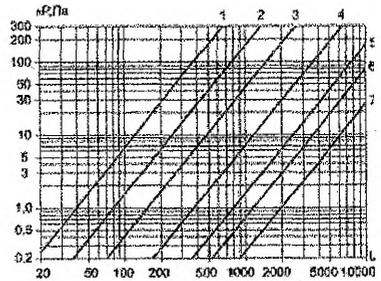
Б1 – клапан Б1
Б2 – клапан Б2 (отсутствие указания Б1 или Б2 означает, что решетка будет без клапана)

Тип решетки

СКОРОСТЬ В «ЖИВОМ» СЕЧЕНИИ РЕШЕТОК РВА9



ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕТОК РЕ



Проценты «живого» сечения решеток, м²: 1 — 0,008; 2 — 0,016; 3 — 0,032; 4 — 0,08; 5 — 0,16; 6 — 0,24; 7 — 0,4.

Учебное издание

Составители:

Новосельцев Владимир Геннадьевич

Новосельцева Дина Владимировна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для курсового проектирования по дисциплине

“Отопление” на тему

“Отопление и вентиляция жилого дома”

для студентов специальности 1-70 04 02

*“Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана
воздушного бассейна” всех форм обучения,
слушателей ИПКиП специальности 1-70 04 71*

*“Теплогазоснабжение, вентиляция
и охрана воздушного бассейна”*

Ответственный за выпуск: Новосельцев В.Г.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А.П.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано в печать 02.10.2019 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага «Perfolmer».
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 3,49. Уч. изд. л. 3,75. Заказ № 1271. Тираж 21 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет», 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.