

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛОРУССИЯ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для курсового проектирования по дисциплине
“Инженерные сети“
на тему

**"Система водяного отопления жилого
дома с поквартирной разводкой"**

для студентов специальностей

1-70 02 01 «Промышленное гражданское строительство»,

1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение
и охрана водных ресурсов» всех форм обучения

Брест 2015

УДК 697.911 (075.8)

Настоящие методические указания для выполнения курсовой работы по отоплению многоквартирного жилого дома с поквартирной разводкой составлены в соответствии с программой курса "Инженерные сети" для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное гражданское строительство», «Отопление и вентиляция» для студентов специальности 1-70 02 01 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

В работе использованы действующие нормативные документы, изложены объем работы и последовательность выполнения курсовой работы, примеры расчетов.

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	3
2. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ПОМЕЩЕНИЯМИ	4
3. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ.....	10
4. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ	13
5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ПОДБОРОМ ТЕРМОСТАТИЧЕСКИХ КЛАПАНОВ.....	17
ЛИТЕРАТУРА.....	21
ПРИЛОЖЕНИЯ	22

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В курсовой работе требуется разработать систему водяного отопления с поквартирной разводкой для одного этажа многоэтажного жилого дома.

Исходными данными являются: район строительства, план типового этажа здания, ориентация его главного фасада по сторонам света, тип системы отопления, температура воды в системе отопления (t_r , $t_{\text{в}}$, °С).

В состав курсовой работы входит пояснительная записка (до 20 страниц) и графическая часть (1 чертеж формата А2). Пояснительная записка включает следующие разделы:

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

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 клапанов;

Заключение, список использованной литературы.

Графическая часть содержит:

1. План типового этажа здания с нанесением элементов системы отопления (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. Схему теплового пункта (М произвольный);
4. Узлы системы отопления (М произвольный);

2. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ПОМЕЩЕНИЯМИ

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

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

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;

$Q_{быт}$ – 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. Расчет лестничной клетки не входит в объем курсовой работы. 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:

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

где F – расчетная площадь ограждения, м²;

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

t_o – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая для жилых зданий по [2, приложение В, табл. В.1], (приложение 2 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 3 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 [3, 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.

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

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 необходимо применение приточных устройств, монтируемых в наружных стенах или в конструкциях окон. Поэтому при расчете $Q_{\text{прф}}$ целесообразно произвести расчет только организованного притока.

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

$$Q_{\text{прф}} = 0,28 \cdot L_n \cdot \rho_a \cdot c \cdot (t_a - t_n) \cdot k, \text{ Вт}, \quad (3)$$

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

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

F_n — площадь пола отапливаемого помещения, м^2 ;

t_a, t_n — то же, что в формуле (2), $^\circ\text{C}$;

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

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

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

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, определяемым 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-

ро-восток и т. д.). В графе 5 записываются размеры поверхности охлаждения по строительным чертежам (рис. 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 ($t_o - t_n$). В графу 17 заносятся общие потери теплоты, определяемые по формуле (1) суммированием основных потерь теплоты (графа 13) с потерями теплоты $Q_{инф}$ (графа 14) за вычетом $Q_{внт} \cdot (1 - \eta_1)$ (графа 16).

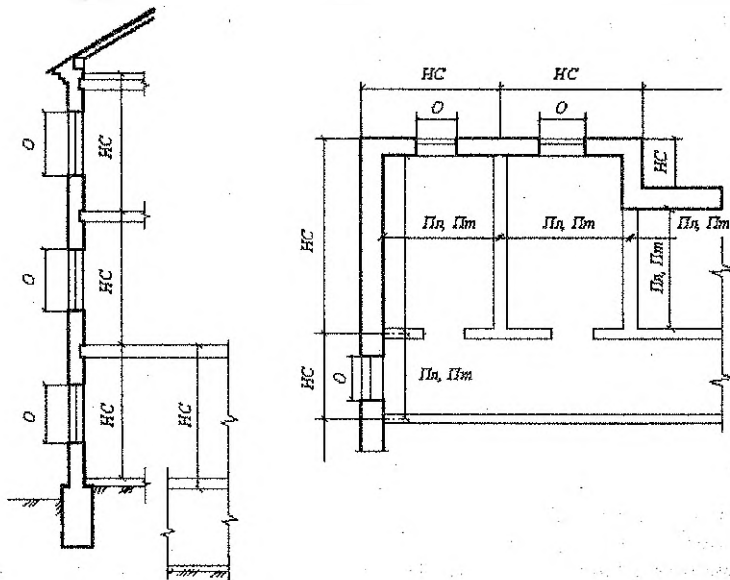


Рисунок 1 – Правила обмера площадей в плане и по высоте здания

ПРИМЕР 1. Определить тепловые потери для двух помещений трехкомнатной квартиры на первом этаже жилого дома с подвалом, ориентированных главным фасадом на север и расположенных 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 рис. 2. Основные строительные размеры здания указаны на рис. 2 и рис. 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 – 0,55 м, междуэтажного перекрытия – 0,3м, высота этажа от пола до потолка – 2,7 м.

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 $t_w = -21^\circ\text{C}$; по [3, табл.5.3] коэффициент n для стен и перекрытия $n = 1$, для пола 1 этажа $n = 0,75$.

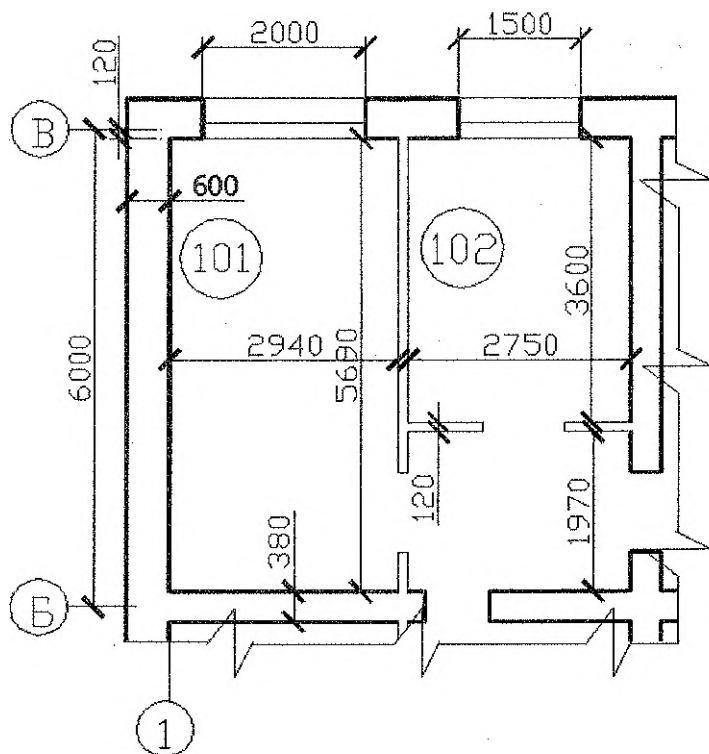


Рисунок 2 – План части здания к примеру 1

Плотность наружного и 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 [2, приложение В, табл. В.1], (приложение 2 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, $t_{в}$ °С $F_{п}$, м ²	Данные по ограждающей конструкции				Площадь F , м ²	Коэффициент теплопередачи $1/R_{т}$, Вт/(м ² ·°С)	Разность температур ($t_{в}-t_{н}$), °С	Поправочный коэффициент n	Добавочные теплопотери β			Основные и добавочные потери теплоты Q , Вт	Расход теплоты на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха $Q_{инф}$, Вт	Бытовые тепловыделения $Q_{Б}$ (1- η_1), Вт	Общие потери теплоты помещения Q_0 , Вт	
		Наименование ограждения	Ориентация по сторонам света	Расчетные размеры, м	Коэффициент теплопередачи					На ориентацию	Другие	Суммарный коэффициент добавок (1 + β)					
101	ЖИЛЬЯ КОМНАТА $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$ $F_{п}=16,7\text{ м}^2$	не	з	6,48×3,55	23,0	0,31	41	1	0,05	0,05	1,1	322	622	8	1437		
																не	с
		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	
																142	
102	КУХНЯ $t_{в}=18^{\circ}\text{C}$ $F_{п}=9,9\text{ м}^2$	не	с	3×3,55	10,7	0,31	39	1	0,1	0	1,1	142	344	5	754		
																то	с
		пл		3,66×3	11,0	0,4	39	0,75	0	0	1	128					
		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. Существуют различные способы установки теплосчетчика – в квартире или вне ее. Для удобства снятия показаний теплосчетчика и наладки системы отопления предпочтительным является вариант установки теплосчетчика вне квартиры – в общем коридоре, на лестничной клетке. В этом случае отопительные приборы горизонтальной поквартирной 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). Распределитель показан на рис. 3.

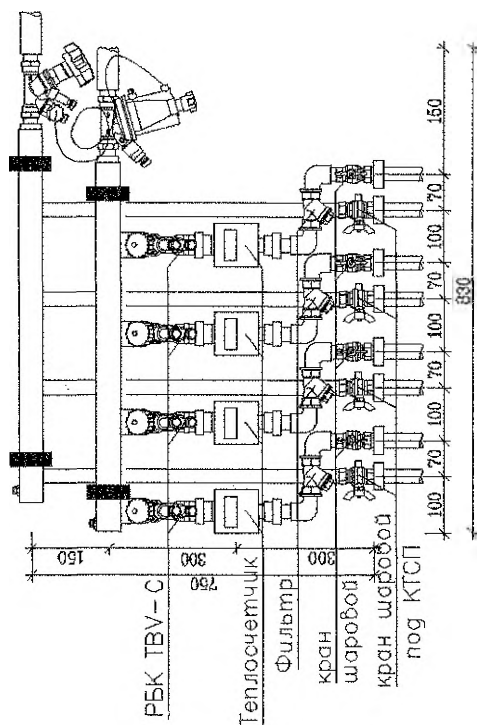


Рисунок 3 – Распределитель для подключения квартир (см. схему на рис. 6)

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 экономию подачи тепла за счет использования внутренних теплоизбытков (бытовые тепловыделения, солнечная радиация).

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

Пример запроектированной системы отопления показан на рис. 4 и 5.

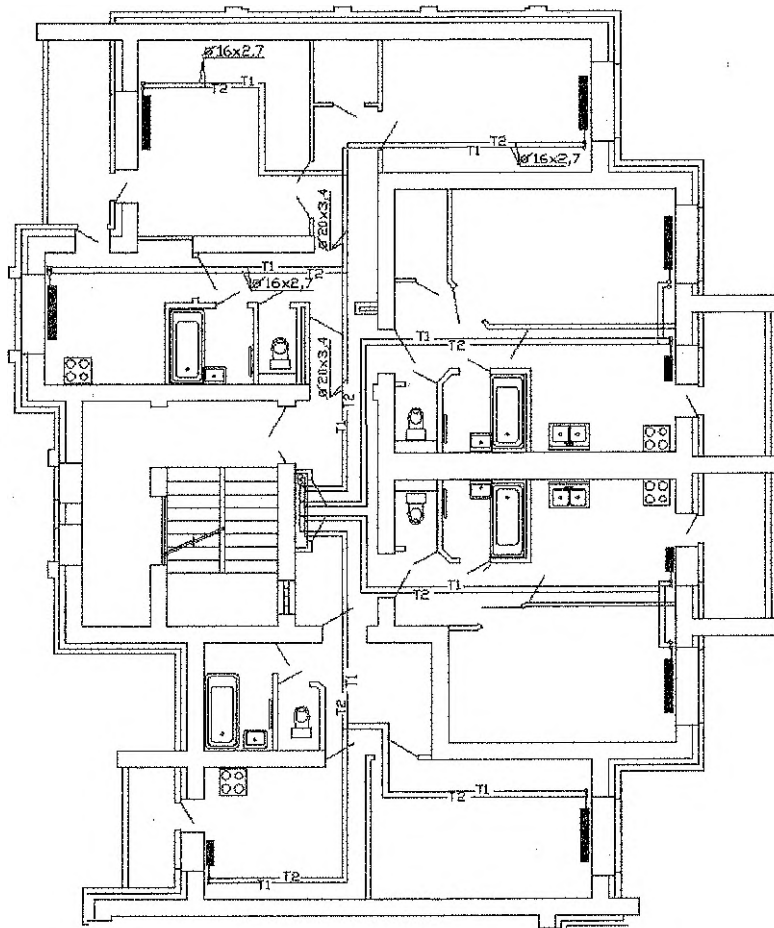


Рисунок 4 – План этажа с элементами систем отопления

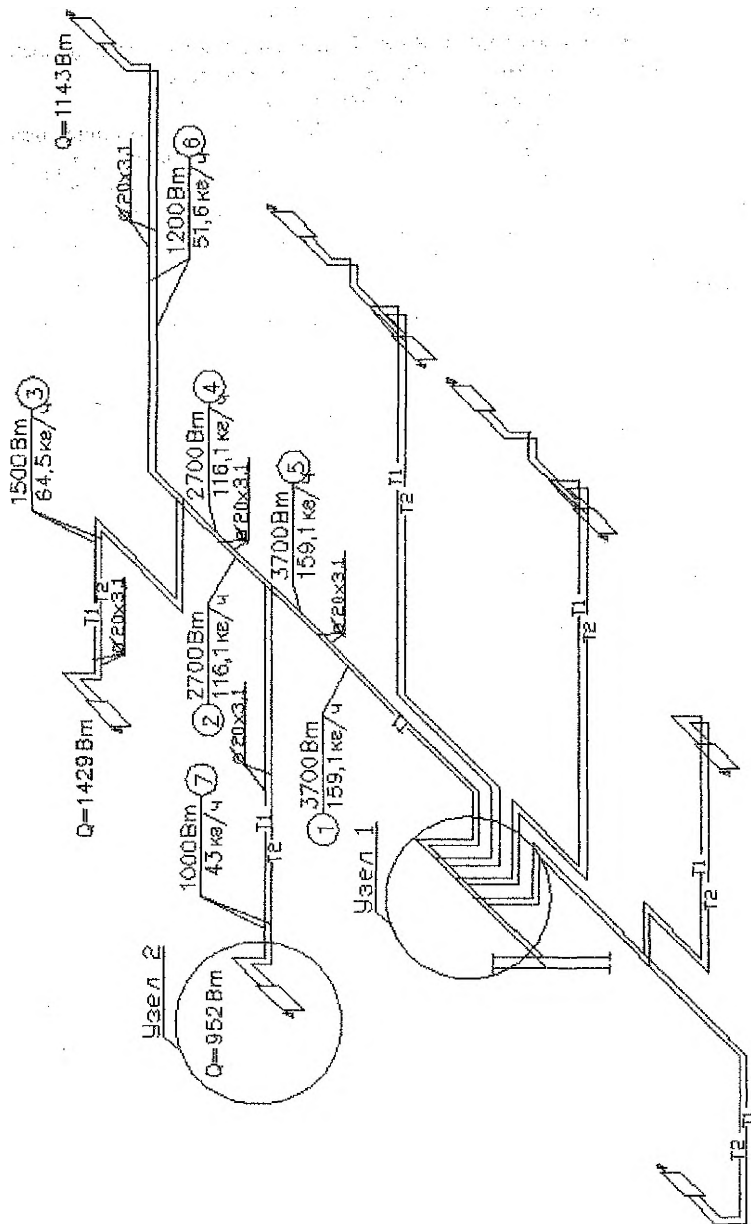


Рисунок 5 – Аксонометрическая схема системы отопления

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 поквартирной 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 1,5×1,5 м) в жилой комнате, тепловые потери которой 1000 Вт. Температура подающей воды на входе в поквартирную систему $t_r = 85^\circ\text{C}$, температура обратной воды $t_o = 65^\circ\text{C}$, температура воздуха в комнате $t_B = 18^\circ\text{C}$.

Решение

Расход воды в отопительном приборе вычисляем по формуле:

$$G_{np} = \frac{0,86 \cdot Q_{np} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{t_r - t_o},$$

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 500 мм $\beta_1 = 1,02$ [4];

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты приборами у наружных ограждений. При установке прибора у наружной стены под окном $\beta_2 = 1,03$ [5, табл 3.2].

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

Коэффициент приведения номинального теплового потока отопительного прибора к расчетным условиям:

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

где n, 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).

Теплоотдачу открыто проложенных в пределах помещения теплопроводов принимаем равным 0, 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:

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

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	Теплоотдача открыто расположенных трубопроводов Q _{тр} , Вт	Q ₁ , Вт	Номинальный требуемый тепловой поток Q _{нт} , Вт	Поправочный коэффициент β ₄	Марка отопительного прибора	Номинальный тепловой поток Q _н , Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
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] отопительный прибор, номинальный тепловой поток которого Q_n 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 1100 мм, таким образом, он перекрывает более 75% оконного проема. В случае несоблюдения этого условия рекомендуется выбрать другой тип и (или) другую марку прибора.

ПРИМЕР 3. Определять количество секций чугунных радиаторов 2КП100-90х500 для отопительных приборов двухтрубной поквартирной системы водяного отопления, установленных под окном у наружной стены без ниши под подоконной доской длиной 100 мм в жилой комнате. Тепловые нагрузки приборов: помещение 103 – 1800 Вт, помещение 102 – 1200 Вт, помещение 101 – 2000 Вт. Температура подающей воды на входе в поквартирную систему $t_p = 95^\circ\text{C}$, температура обратной воды $t_o = 70^\circ\text{C}$, температура воздуха в комнате $t_B = 18^\circ\text{C}$.

Решение

Расход воды в отопительном приборе вычисляем по формуле:

$$G_{пр} = \frac{0,86 \cdot Q_{пр} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{t_p - t_o},$$

где Q_{np} – тепловая нагрузка прибора, Вт;

β_1 – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины [5, табл. 3.1]. Для радиатора 2КП100-90x500 по данным завода-изготовителя (сайт radiator.by) определяем номинальный поток одной секции 140 Вт, следовательно, $\beta_1 = 1,03$;

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты приборами у наружных ограждений [5, табл. 3.2]. При установке прибора у наружной стены под окном $\beta_2 = 1,02$.

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

Коэффициент приведения номинального теплового потока отопительного прибора к расчетным условиям:

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

где n, p – эмпирические показатели, принимаемые по каталогам производителей [5, табл. 10.3, 10.4]. $n=0,3$; $p=0$ – для приборов помещений 101, 301; $p=0,02$ – для прибора помещения 201;

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

Теплоотдачей открыто проложенных в пределах помещения теплопроводов в курсовом проекте пренебрегаем.

Расчетный требуемый тепловой поток отопительного прибора:

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

Номинальный требуемый тепловой поток:

$$Q_{nom} = \frac{Q_1 \cdot \beta_3}{\varphi}, \text{ Вт};$$

где β_3 – коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении [5, табл. 10.2] $\beta_3 = 1,02$.

Расчетное число секций в радиаторе:

$$n_p = \frac{Q_{nom}}{q_n \cdot \beta_3}, \text{ шт.},$$

q_n – номинальный тепловой поток одной секции радиатора, принимаемый по каталогу производителя, Вт/секц. Для радиатора 2КП100-90x500 — 140 Вт;

β_3 – коэффициент учета числа секций в одном радиаторе.

При округлении расчетного числа секций допускается уменьшение теплового потока Q_c не более чем на 5 % (но не более чем на 60 Вт). Выполнив расчеты по округлению числа секций:

101 — $2337 - 17 \cdot 2337 / 17,03 = 4 \text{ Вт} < 60 \text{ Вт}$; $4 \text{ Вт} \cdot 100\% / 2337 = 0,17\% < 5\%$ — принимаем 17 секций,

102 — $1463 - 10 \cdot 1463 / 10,45 = 63 \text{ Вт} > 60 \text{ Вт}$ — принимаем 11 секций,

103 — $2103 - 15 \cdot 2103 / 15,02 = 3 \text{ Вт} < 60 \text{ Вт}$; $3 \text{ Вт} \cdot 100\% / 2103 = 0,14\% < 5\%$ — принимаем 15 секций.

5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ПОДБОРОМ ТЕРМОСТАТИЧЕСКИХ КЛАПАНОВ

Цель гидравлического расчета — подобрать диаметры трубопроводов, регулировочные и балансировочные клапаны.

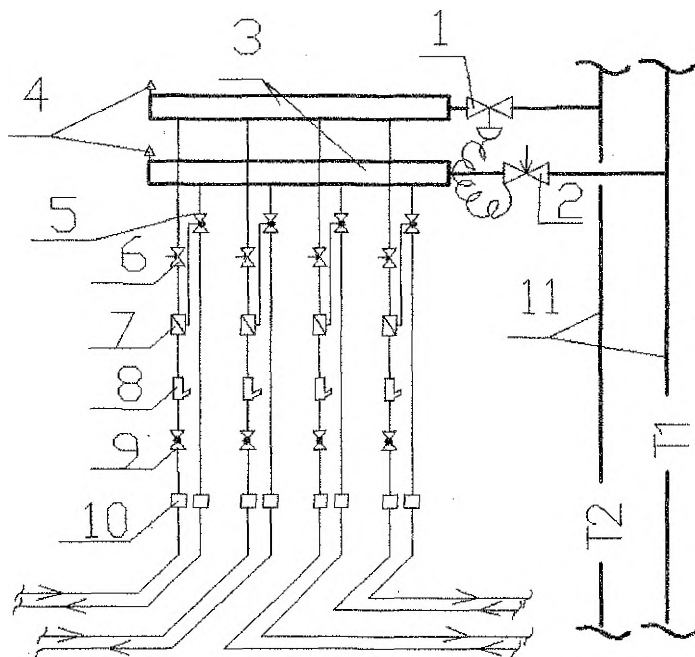
Гидравлический расчет выполняют по аксонометрической схеме трубопроводов системы отопления. На схеме находят циркуляционные кольца, делят их на участки, наносят тепловые нагрузки каждого отопительного прибора, равные расчетной тепловой нагрузке помещения.

Расчет выполняется отдельно для систем отопления от распределителей (между распределителем и отопительными приборами) и отдельно для системы теплоснабжения распределителей (между тепловым пунктом и распределителями). Диаметры труб и потери давления в кольце определяются по задаваемой оптимальной скорости движения теплоносителя на каждом участке основного циркуляционного кольца. Оптимальная расчетная скорость движения воды для полимерных трубопроводов должна определяться по рекомендациям изготовителей трубопроводов, в большинстве случаев скорость составляет 0,3...0,5 м/с, удельная потеря давления на трение R 100...200 Па/м.

ПРИМЕР 4. Произвести гидравлический расчет главного циркуляционного кольца 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 рис. 4, схема системы отопления — на рис. 5.

Расчетные тепловые нагрузки приборов показаны на рис. 5. Расчетные параметры системы отопления $t_r=90^\circ\text{C}$, $t_o=70^\circ\text{C}$. 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, систем отопления от распределителей — полипропиленовых труб фирмы Wavin (Чехия) скрыто в стяжке пола в защитной трубе типа «пешель». На вводе каждого из распределителей проектируется автоматический регулятор перепада давления в паре с ручным балансировочным клапаном (клапан-партнером) фирмы TA (Швеция). От распределителя на ответвлениях к каждой квартире устанавливается ручной балансировочный клапан, фильтр, теплосчетчик и запорная арматура.

Подключение отопительных приборов выполнено боковое одностороннее с прямыми стандартными (в двухтрубной системе отопления для гидравлической увязки отопительных приборов целесообразно применять термостатические клапаны с предварительной настройкой, но в рамках курсовой работы для упрощения приняты клапаны без предварительной настройки) термостатическими клапанами фирмы Heimeier (Германия) на подающем трубопроводе и прямыми запорно-регулирующими клапанами Regutec фирмы Heimeier на обратном трубопроводе.



1 – автоматический балансировочный клапан, 2 – клапан-байпас, 3 – распределитель (гребенки), 4 – ручной воздухоотводчик, 5 – шаровый кран с разъемом под датчик температуры, 6 – ручной балансировочный клапан, 7 – теплосчетчик, 8 – фильтр, 9 – шаровый кран, 10 – переход от металлической трубы на полипропиленовую, 11 – магистральные стояки к распределительному коллектору (узел 1)
Рисунок 6 – Узел подключения систем отопления квартир к распределительному коллектору (узел 1)

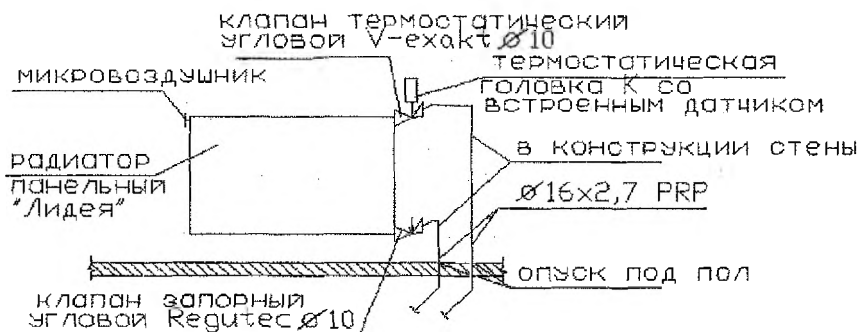


Рисунок 7 – Узел подключения радиатора (узел 2)

Решение

Так как на ответвлении в каждую квартиру установлен ручной балансировочный клапан, то гидравлический расчет каждой квартиры ведем независимо друг от друга (для получения расчетных расходов теплоносителя в каждой квартире необходимо подобрать настройки ручных балансировочных клапанов – не входит в объем курсовой работы).

Расчетный требуемый тепловой поток отопительного прибора:

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

Расход воды в отопительном приборе вычисляем по формуле:

$$G_{np} = \frac{0,86 \cdot Q_m}{t_2 - t_0}, \text{ кг/ч},$$

где Q_{np} – тепловая нагрузка прибора, Вт;

β_1 – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины (для радиатора типа ЛК20 высотой 500 мм $\beta_1 = 1,02$ [4]);

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

В качестве основного расчетного циркуляционного кольца выбираем кольцо через самый нагруженный отопительный прибор квартиры. Разбиваем главное расчетное кольцо на участки, нумеруем участки и указываем на каждом тепловую нагрузку $Q_{уч}$ и длину. По расходам воды на участках и по величине $R_{\text{до}}^{\text{сп}}$ подбираем диаметры труб по таблицам для гидравлического расчета (приложения 4-6 методических указаний, в данном примере по таблице каталога Wavin (приложение 4)), определяя для этих диаметров фактическую величину $R_{\text{до}}^{\text{ф}}$, скорость движения воды W , м/с, и динамическое давление P_0 . Определяем потери давления на трение на участках $R_{\text{до}}^{\text{ф}} \cdot l$. Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений на каждом из участков кольца (табл.2) с использованием данных приложения В [5]. Местное сопротивление (тройник, крестовина) на границе двух участков относят к расчетному участку с меньшим расходом воды, местное сопротивление отопительного прибора на границе двух участков учитывают поровну на каждом участке. Определяем потери давления в местных сопротивлениях $Z = \sum \zeta \cdot P_0$. Определяем общие потери давления $R_{\text{до}}^{\text{ф}} \cdot l + Z$ на каждом участке и суммарные потери давления во всех участках главного циркуляционного кольца. Расчет сведен в таблицы 4 и 5.

На участке 3 потеря давления в запорно-регулирующем клапане определяется по формуле:

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

где G – расход воды на участке, кг/ч;

k_v – пропускная способность клапана (по каталогу изготовителя [6]), м³/ч.

Таблица 4 – ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

№ участка	тепловая нагрузка $Q_{т.г}$, 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	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3700	159,1	6	20×3,4	0,34	124	744	3	173	917	
2	2700	116,1	3	20×3,4	0,22	70	210	1,1	27	237	
3	1500	64,5	13	16×2,7	0,18	75	975	16,6	269	6391	5000+147
4	2700	116,1	3	20×3,4	0,22	70	210	1,1	27	237	
5	3700	159,1	6	20×3,4	0,34	124	744	3	173	917	
										8699	

Таблица 5 – РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

№ участка	Наименование сопротивления	Коэффициент местного сопротивления	Сумма коэффициентов местного сопротивления
1,5	2 отвода $\perp 90^\circ$	1,5	3
2,4	Тройник на проходе	1,1	1,1
3 (без термостатич. и запорн. клапанов)	Тройник на отводе	1,5	16,6
	Тройник на проходе	1,1	
	8 отводов $\perp 90^\circ$	1,5·8	
	радиатор панельный	2	

$$\Delta P = 0,1 \cdot \left(\frac{64,5}{1,68} \right)^2 = 147 \text{ Па}$$

По соображениям бесшумности работы клапанов рекомендуется задавать значение потерь давления $\Delta P_{т.кл.}$ каждого из термостатических клапанов не более 20...25 кПа, с другой стороны, для эффективного регулирования, не рекомендуется задаваться значением $\Delta P_{т.кл.}$ менее 3 кПа. Задаем потерей давления на термостатическом клапане равной 5 кПа = 5000 Па при расходе 64,5 кг/час в зоне 2Ж (см. диаграмму клапана — приложение 7).

Подсчитываем суммарные потери на участке 3:

$$975 + 269 + 5000 + 147 = 6391 \text{ Па}$$

Полученные данные заносим в таблицу 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01-03. – Минск, 2004.
2. Жилые здания: СНБ 3.02.04-03. – Минск, 2003.
3. Строительная теплотехника: ТКП 45-2.04-43-2006. – Минск, 2007.
4. Рекомендации по применению отопительных стальных панельных радиаторов «Лидея». – Лида-Москва, 2010.
5. Покотилов, В.В. Пособие по расчету систем отопления. – Минск, 2006.
6. Технический каталог продукции компаний Heimeier и TA, 2014.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица М.3 изменение №4 к [2]

Система отопления и способ регулирования	η_i
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. Водяное отопление без регулирования	0,2

Приложение 2

Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий

Приложение В, табл. В.1 [2]

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 кухни и санитарных узлов, не должна быть ниже расчетного воздухообмена квартиры, определяемого по норме для жилых комнат.

Приложение 3

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 энтропия, кДж/кг	Температура воздуха, °С	Удельная энтропия, кДж/кг		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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	-
Марьино 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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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	-
Гашевичи	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 4

Таблица для гидравлического расчета труб PPR
(полипропиленовых) фирмы Wavin

PN 20 κ=0,01	температура воды = 80°C							
	16x2,7 мм		20x3,4 мм		25x4,2 мм		32x5,4 мм	
Q, л/с	R, κПа/м	V, м/с	R, κПа/м	V, м/с	R, κПа/м	V, м/с	R, κПа/м	V, м/с
0,01	0,026	0,1	0,009	1,1				
0,02	0,087	0,2	0,030	1,1	0,010	0,1	0,003	0,1
0,03	0,179	0,3	0,062	0,2	0,021	0,1	0,006	0,1
0,04	0,299	0,5	0,104	0,3	0,035	0,2	0,011	0,1
0,05	0,446	0,6	0,155	0,4	0,051	0,2	0,016	0,1
0,06	0,619	0,7	0,214	0,4	0,071	0,3	0,022	0,2
0,07	0,818	0,8	0,282	0,5	0,094	0,3	0,029	0,2
0,08	1,042	0,9	0,359	0,6	0,119	0,4	0,037	0,2
0,09	1,291	1,0	0,443	0,7	0,146	0,4	0,045	0,3
0,10	1,565	1,1	0,536	0,7	0,177	0,5	0,054	0,3
0,12	2,186	1,4	0,746	0,9	0,245	0,6	0,075	0,3
0,14	2,905	1,6	0,988	1,0	0,323	0,6	0,099	0,4
0,16	3,719	1,8	1,261	1,2	0,412	0,7	0,126	0,5
0,18	4,630	2,0	1,565	1,3	0,510	0,8	0,155	0,5
0,20	5,636	2,3	1,900	1,5	0,617	0,9	0,188	0,6
0,30	12,09	3,4	4,031	2,2	1,296	1,4	0,391	0,8
0,40			6,918	2,9	2,206	1,8	0,661	1,1
0,50					3,346	2,3	0,995	1,4
0,60					4,712	2,8	1,395	1,7
0,70					6,304	3,2	1,858	2,0
0,80							2,384	2,3
0,90							2,974	2,5
1,00							3,626	2,8
1,20							5,121	3,4

Приложение 5

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

m	Ø12×2		Ø14×2		Ø18×2		Ø18×2,5		Ø25×3,5		Ø32×4,4	
	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	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	18	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	7	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

m	Ø12×2		Ø14×2		Ø18×2		Ø18×2,5		Ø25×3,5		Ø32×4,4	
	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	V [м/с]	R [Па/м]	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	1,30	1481	0,68	289	0,41	88
645,0					1,2	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 6

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

m	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

m	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

Примечание.

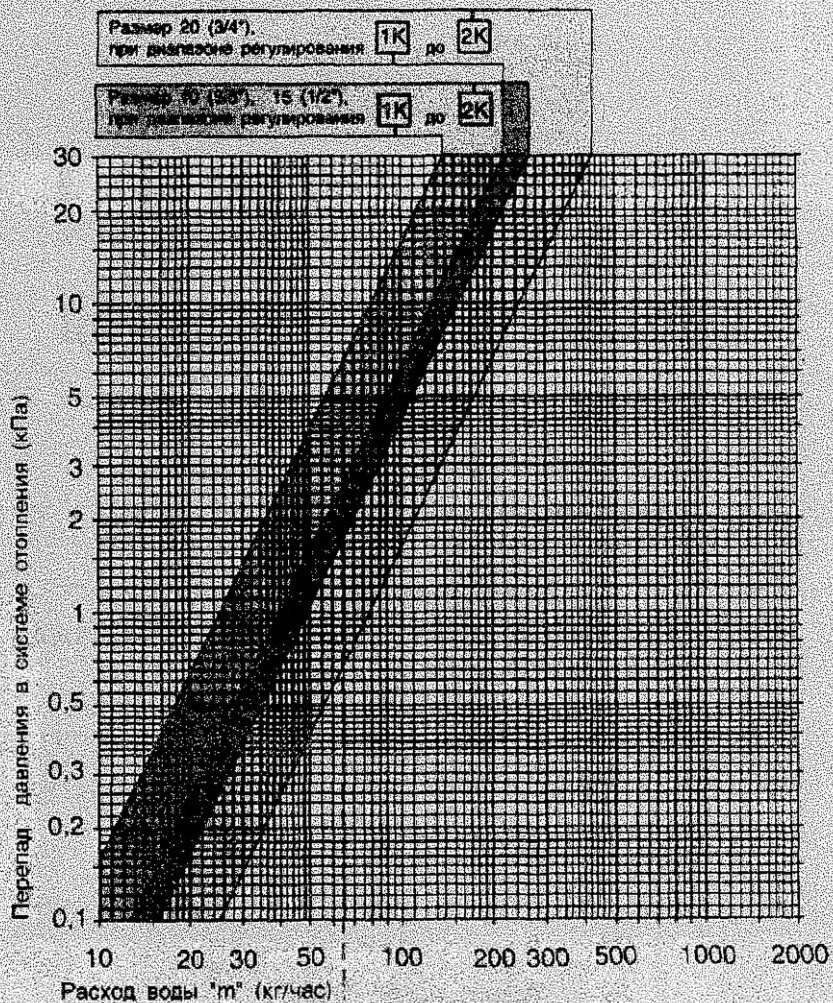
В горизонтальных трубопроводах, проходящих в конструкции пола или за плинтусом над полом, следует принимать значение скорости воды не ниже 0,11 м/с, учитывая удаление воздуха из системы.

За скорость в трубопроводах, проходящих в конструкции пола или за защитными плинтусом над полом, следует принимать значения, соответствующие экономичным гидравлическим сопротивлениям ($R_{экон} = 150 \div 250 \text{ Па/м}$):

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	$v=0,45 \div 0,6 \text{ м/с}$
Ø25×3,5	$v=0,5 \div 0,6 \text{ м/с}$
Ø26×3	$v=0,5 \div 0,65 \text{ м/с}$
Ø32×4,4	$v=0,55 \div 0,75 \text{ м/с}$

Приложение 7

Диаграмма для подбора стандартного термостатического клапана



Учебное издание

Составители:

Владимир Геннадьевич Новосельцев

Дина Владимировна Новосельцева

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для курсового проектирования по дисциплине
«Инженерные сети»

на тему

**"Система водяного отопления жилого
дома с поквартирной разводкой"**

для студентов специальностей

1-70 02 01 «Промышленное гражданское строительство»,

1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение
и охрана водных ресурсов» всех форм обучения

Ответственный за выпуск: Новосельцев В.Г.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А.П.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано в печать 29.01.2016 г. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага «Performer».
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 1,86. Уч. изд. л. 2,0. Заказ № 1357. Тираж 150 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.