

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к расчетно-графической работе на тему «Отопление жилого помещения». Курс «Теплогазоснабжение с основами теплотехники».

СОДЕРЖАНИЕ

1. Исходные данные для проектирования (научного исследования):

2.1. Район проектирования: город Санкт-Петербург. Таблица 1

3.2. Источник теплоснабжения: ЦВК

3.2.1. Перепад температур в теплоносителе: 95°C / 70°C

3.3. Теплотехнические показатели ограждающих конструкций. Таблица 2

3.4. Номер плана типового проекта: 108–059.13.88; 1с–9с

4. Содержание пояснительной записки:

4.1. Содержание, задание, введение. Таблица 1. Таблица 2

4.2. Расчет теплового баланса (теплопотерь) помещений здания. Таблица 3

4.3. Выбор и обоснование проектного решения

4.4. Тепловой расчет отопительных приборов. Таблица 4

ВВЕДЕНИЕ

Расчетная работа основывается на индивидуальном задании, содержащем чертежи здания и необходимые для проектирования исходные данные.

Система отопления, вид и параметры теплоносителя, типы основного отопительного оборудования принимаются в соответствии с назначением и видом здания. При выборе схемы системы отопления руководствуемся конструктивными особенностями здания, а также эстетическими и архитектурными требованиями, предъявляемыми к помещениям, установке отопительного оборудования. В настоящее время все чаще используются в гражданском строительстве системы отопления с использованием металлополимерных труб.

В процессе работы ориентируемся на новейшие научно-технические достижения в области техники отопления.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 1. Климатические данные г. Санкт-Петербурга.

№ п/п	Наименование параметра	Величина
1	Температура наиболее холодной пятидневки ($K=0,92$), °С.	– 26
2	Продолжительность отопительного периода $Z_{от.пер.}$ (при $t_n \leq 8^\circ\text{C}$), сут.	219
3	Средняя температура отопительного периода $t_{от.пер.}$ (при $t_n \leq 8^\circ\text{C}$), °С.	– 2,2
4	Скорость ветра за январь V , м/с	4,2

Таблица 2. Теплотехнические данные ограждающих конструкций.

Наименование величины	Наименование ограждающей конструкции							
	Наружная стена (нс)	Чердачное перекрытие (чп)	Пол первого этажа (ппэ)	Окна, балконная дверь (обд)	Входные наружные двери (внд)	Внутренняя межквартирная перегородка (мкв)	Внутренняя межкомнатная перегородка (мком)	Междуэтажное перекрытие (мп)
Сопrotивление теплопередаче R_0 , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	3,07	4,05	3,94	0,48	0,76	0,68	0,51	1,19
Коэффициент теплопередачи K , $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	0,33	0,25	0,25	2,08	1,32	1,47	1,96	0,84
Сопrotивление воздухопроницанию, R_u , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{кг}$				0,38				
Толщина конструкции, м	0,644	0,384	0,416	–	–	0,16	0,10	0,21

РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА (ТЕПЛОПОТЕРЬ) ПОМЕЩЕНИЙ ЗДАНИЯ

Для расчета теплового баланса всех помещений (жилых комнат, кухонь, лестничных клеток, ванных комнат, санузлов с наружными ограждающими конструкциями) все помещения поэтажно пронумеруем: 1 этаж – 101–119, 2 этаж – 201–219 и т.д.

Подсобные помещения квартир (коридоры квартир) условно относим к смежным помещениям. Отопление ванных комнат, санузлов, расположенных внутри здания, от полотенцесушителей системы горячего водоснабжения.

Определение составляющих теплового баланса.

Потери теплоты через ограждающие конструкции помещения определим, суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции Q , Вт, с округлением до 10 Вт по формуле:

$$Q = A \cdot K \cdot (t_p - t_{\text{ext}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n, \text{ Вт} \quad (1)$$

где A – расчетная площадь ограждающей конструкции, м^2 , определяемая по правилам обмера [3, пункт 8.2., стр. 35] согласно данных таблицы 2;

K – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции из таблицы 2, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

Расчетный коэффициент теплопередачи окон и балконных дверей принимаем как разность значений для окон и наружных стен, т.к. поверхность стен измеряли без вычета площади окон, т.е.:

$$K_{\text{о расч}} = K_{\text{о}} - K_{\text{нс}} = 2,08 - 0,33 = 1,75$$

t_p – расчетная температура воздуха в помещении, принимаемая по [10, приложение 4.], $^\circ\text{C}$;

t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха равная средней температуре наиболее холодной пятидневки – при расчете потерь теплоты через наружные ограждения или температура воздуха более холодного помещения – при расчете потерь теплоты через внутренние ограждения, °С;

$\sum \beta$ – добавочные теплотопотери в долях от основных потерь, определяемые по [3, страница 36]; добавочный коэффициент на угловое помещение не учитываем, так как повысили расчетную температуру внутреннего воздуха на 2°С;

n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху по [9, таблица 3].

Теплотопотери через внутренние ограждающие конструкции не учитываем, так как смежных помещений с разницей температур более 3°С нет.

Расчет расхода теплоты на нагревание инфильтрирующегося воздуха.

Расход теплоты Q_i на нагревание инфильтрирующегося воздуха определяем по формуле:

$$Q_i = 0,28 \cdot \sum G_i \cdot C \cdot (t_p - t_i), \text{ Вт (2)}$$

где C – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/кг°С;

t_p, t_i – расчетные температуры воздуха в помещении и наружного воздуха в холодный период года, °С;

$\sum G_i$ – расход инфильтрирующегося воздуха, кг/ч, определяемый по формуле:

$$\sum G_i = 0,216 \frac{\sum A_1 \Delta P_{1i}^{\frac{2}{3}}}{R_{u.1}} K_1 + \frac{\sum A_2 \Delta P_{2i}^{\frac{1}{2}}}{R_{u.2}} K_2 + 0,5 \frac{l_3 \Delta P_{3i}}{\Delta P_1} K_3, \text{ кг/ч (3)}$$

где: индексы *1* относятся к окнам, балконным дверям; *2*- к наружным дверям лестничной клетки; *3*- к стыкам стеновых панелей (эта составляющая учитывается только для жилых зданий);

A- площадь ограждений, м² ;

*l*₃- длина стыков панелей, м;

K- коэффициент учёта влияния встроенного теплового потока в конструкциях:

*K*₁= 0,7- для окон и балконных дверей с тройным переплётом;

*K*₂= 1- для входных наружных дверей;

*K*₃= 0,7- для стыков стеновых панелей.

*R*_и- сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций:

*R*_{и,1} = 0,26 м²чПа^{2/3}/кг - одинарное остекление или двойное остекление в деревянных спаренных переплётах;

ΔP_i , ΔP_1 – расчётная разность между давлениями воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций соответственно на расчётном этаже при $\Delta P_1 = 10$ Па, определяемая по формуле

$$\Delta P_i = (H - h_i) (\gamma_i - \gamma_p) + 0.5 \rho_i V^2 (C_{1,n} - C_{1,p}) K_V - P_{int} \quad (4)$$

где *H* – высота здания, от уровня отметки земли до верха вытяжной шахты или верха карниза, м, определяемая по разрезу здания; *H*=14,65 м;

*h*_и – расчетная высота, от уровня земли до верха окон, дверей, ворот, проемов или до оси горизонтальных и середины вертикальных стыков стеновых панелей, м; *h*_и от уровня чистого пола до верха окон 2,2 м;

γ_i , γ_p – удельный вес, Н/м³, соответственно наружного воздуха и воздуха в помещении:

$$\gamma_i = \frac{3463}{(273 + t)} = \frac{3463}{273 - 26} = 14,02 \text{ Н/м}^3 \quad (5)$$

$$\gamma_{\rho} = \frac{3463}{(273 + t_p)} \text{ Н/м}^3$$

ρ_i – плотность наружного воздуха, кг/м³:

$$\rho = \frac{\gamma_i}{g}, \text{ кг/м}^3 \text{ (6)}$$

V – скорость ветра, м/с, принимаемая по таблице 1;

$C_{1.n}, C_{1.p}$ – аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждений здания принимаемые

$$C_{1.n} = +0,8; C_{1.p} = -0,6;$$

K_v – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания, принимаемый по СНиП 2.01.07–85 "Нагрузки и воздействия" (при $h_i \leq 5$ м – $K=0,5$; при $h_i \leq 10$ м – $K=0,65$; при $h_i \leq 20$ м – $K=0,85$; при $h_i \leq 40$ м – $K=1,1$).

Определение затрат теплоты на естественную вытяжную вентиляцию

Расход теплоты Q_i' , Вт, на нагревание инфильтрирующегося воздуха в помещениях жилых и общественных зданий при естественной вытяжной вентиляции, не компенсируемого подогретым приточным воздухом, принимаем равным большей из величин, полученных по формулам (2) и (5):

$$Q_i' = 0,28 \cdot L_n \cdot \rho \cdot C \cdot (t_p - t_i), \text{ Вт (7)}$$

где L_n – расход удаляемого воздуха, м³/ч, не компенсируемый подогретым приточным воздухом (для жилых зданий удельный нормативный

расход 3 м³/ч на 1 м² жилых помещений, т.е. $L_n = 3A_n$, где A_n – площадь пола помещения, м²);

ρ – то же, что в формуле (6);

C, t_p, t_i – то же, что в формуле (2).

Бытовые теплопоступления в помещениях жилых зданий.

Бытовые теплопоступления в помещениях жилых зданий определяем по формуле:

$$Q_{\text{быт}} = 10 \cdot A_n \quad (8)$$

где A_n – площадь пола комнаты или кухни, м².

Тепловой баланс помещения.

Дефицит теплоты в помещении определяем на основании составления теплового баланса ΔQ , Вт, определяемого по формуле:

$$\Delta Q = Q_{\text{потери}} - Q_{\text{поступл}} \quad (9)$$

где $Q_{\text{потери}}$ – суммарные теплопотери помещения (через ограждающие конструкции, на естественную вытяжную вентиляцию и на нагревание инфильтрирующего воздуха), Вт;

$Q_{\text{поступл}}$ – суммарные теплопоступления в помещение (бытовые), Вт.

Пример расчета теплового баланса 101 помещения первого этажа.

Угловая жилая комната – УЖК

Расчетная температура в помещении – $t_p = 20^{\circ}\text{C}$

Ограждающие конструкции:

√ наружная стена НС, ориентированная на север С:

Площадь: $A = (3,6+0,4) \cdot (2,76+0,416) = 12,7 \text{ м}^2$

Коэффициент теплопроводности: $K = 0,33 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$

Температурный перепад: $(t_p - t_{\text{ext}}) = (20 - (-26)) = 46^{\circ}\text{C}$

Поправочный коэффициент: $n = 1$

Добавочные теплопотери: $\beta_1 = 0,1$; $1+\Sigma\beta=1,1$

Теплопотери: $Q = 12,7 \cdot 0,33 \cdot 46 \cdot 1,1 \cdot 1 = 212,06 \text{ Вт}$

наружная стена НС, ориентированная на запад З:

$$A = (4,2+0,4) \cdot (2,76+0,416) = 14,6 \text{ м}^2$$

$$K = 0,33 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$(t_p - t_{\text{ext}}) = (20 - (-26)) = 46 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$n = 1$$

$$\beta_1 = 0,05$$
; $1+\Sigma\beta=1,05$

$$Q = 14,6 \cdot 0,33 \cdot 46 \cdot 1,05 \cdot 1 = 232,71 \text{ Вт}$$

двойное окно ДО, ориентированное на север С:

$$A = 1,5 \cdot 1,5 = 2,25 \text{ м}^2$$

$$K = 2,08 - 0,33 = 1,75 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$(t_p - t_{\text{ext}}) = (20 - (-26)) = 46 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$n = 1$$

$$\beta_1 = 0,1$$
; $1+\Sigma\beta=1,1$

$$Q = 2,25 \cdot 1,75 \cdot 46 \cdot 1,1 \cdot 1 = 199,24 \text{ Вт}$$

пол первого этажа Пл:

$$A = (3,6-0,2) \cdot (4,2-0,2) = 13,6 \text{ м}^2$$

$$K = 0,25 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$(t_p - t_{\text{ext}}) = (20 - (-26)) = 46 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$n = 0,6$$

$$\Sigma\beta = 1,0$$

$$Q = 13,6 \cdot 0,25 \cdot 46 \cdot 1 \cdot 0,6 = 93,84 \text{ Вт}$$

Суммарные теплопотери через ограждающие конструкции:

$$\Sigma Q = 212,06 + 232,71 + 199,24 + 93,84 = 737,85 \text{ Вт}$$

Расход тепла на инфильтрацию:

Высота здания: $H=14,65 \text{ м}$

Расчетная высота до верха окон: $h^o=3,2 \text{ м}$

Расчетная высота до середины вертикальных стыков стен: $h^{nc}=2,5 \text{ м}$

Коэффициент изменения скоростного давления ветра: $K_v=0,5$

Удельный вес наружного воздуха: $\gamma_i=14,02 \text{ Н/м}^3$

Удельный вес воздуха в помещении: $\gamma_p=11,8 \text{ Н/м}^3$

Плотность наружного воздуха: $\rho=1,4 \text{ кг/м}^3$

Скорость ветра: $V=4,2 \text{ м/с}$

Аэродинамический коэффициент для наветренной поверхности: $C_{1,n}=+0,8$

Аэродинамический коэффициент для подветренной поверхности: $C_{1,p}=-0,6$

$$\Delta P_i^o = (14,65-3,2) \cdot (14,02-11,8) + 0,5 \cdot 1,4 \cdot 4,2^2 \cdot (0,8+0,6) \cdot 0,5 = 34,06 \text{ Па}$$

$$\Delta P_i^{nc} = (14,65-2,4) \cdot (14,02-11,8) + 0,5 \cdot 1,4 \cdot 4,2^2 \cdot (0,8+0,6) \cdot 0,5 = 35,84 \text{ Па}$$

Площадь световых проемов: $A_1=2,25 \text{ м}^2$

Сопротивление воздухопроницанию световых проемов: $R_u=0,38 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/кг}$

Коэффициент учета влияния теплового потока для окон: $K^o=0,7$

Давление: $\Delta P_1=10 \text{ Па}$

$$\Sigma G_i = 0,216 \cdot \frac{2,25 \cdot 34,06^{0,67}}{0,38} \cdot 0,7 = 9,52 \text{ кг/ч}$$

Удельная теплоемкость воздуха: $C=1 \text{ кДж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}$

Температура в помещении: $t_p=20^{\circ}\text{C}$

Температура наружного воздуха в холодный период года: $t_i=-26^{\circ}\text{C}$

$$Q_i = 0,28 \cdot 9,52 \cdot 1 \cdot (20+26) = 122,6 \text{ Вт}$$

Расход тепла на вентиляцию:

$$\text{Расход удаляемого воздуха: } L_n = 3 \cdot 13,6 = 40,8 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_i' = 0,28 \cdot 40,8 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot (20+26) = 735,7 \text{ Вт}$$

Бытовые поступления:

$$Q_{\text{быт}} = 10 \cdot 13,6 = 136 \text{ Вт}$$

Тепловой баланс помещения:

$$\Delta Q = 737,85 + 735,7 - 136 = 1337,55 \text{ Вт}$$

Расчет теплового баланса /теплопотерь/ помещений здания выполняем в табличной форме – таблица 3.

Таблица 3. Расчет теплового баланса (теплопотерь) помещений здания.

№ помещения, название, °С	Ограждающие конструкции				Коэффициент теплопередачи K , $Вт/(м^2 \cdot °C)$	Расчетная разность температур $(t_i - t_{ex})$, °С	Поправочный коэффициент n	Добавочные теплопотери (в долях)					Теплопотери через ограждающие конструкции Q , Вт	Суммарные теплопотери через ограждающие конструкции ΣQ , Вт	Расход теплоты на инфильтрацию Q_i , Вт	Расход теплоты на естественную вентиляцию Q_v , Вт	Бытовые теплопотупления, $Q_{быт}$, Вт	Тепловой баланс помещения (теплопотери помещения) ΔQ , Вт
	наименование	ориентация	размеры $a \times b$, м	площадь A , $м^2$				на ориентацию β_1	на угловое помещение β_2	на холодные полы β_3	на наружные двери β_4	$1 + \Sigma \beta$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
101 УЖК 20°С	НС	С	4,0x3,18	12,7	0,33	46	1	0,1	–	–	–	1,1	212,06	737,85	122,6 (70%)	735,7	136	1337,55
	НС	З	4,2x3,18	13,36	0,33	46	1	0,05	–	–	–	1,05	232,71					
	ДО	С	1,5x1,5	2,25	1,75	46	1	0,1	–	–	–	1,1	199,24					
	Пл	–	3,4x4,0	13,6	0,25	46	0,6	–	–	–	–	1,0	93,84					
201 УЖК 20°С	НС	С	4,0x2,8	11,2	0,33	46	1	0,1	–	–	–	1,1	187,02	573,7	325,25 (65%)	365,78	75,6	790,56
	НС	З	4,2x2,8	11,76	0,33	46	1	0,05	–	–	–	1,05	187,44					
	ДО	С	1,5x1,5	2,25	1,75	46	1	0,1	–	–	–	1,1	199,24					
301 УЖК 20°С	НС	С	4,0x3,2	12,8	0,33	46	1	0,1	–	–	–	1,1	213,73	767,95	314,36 (63%)	365,78	75,6	790,56
	НС	З	4,2x3,2	13,44	0,33	46	1	0,05	–	–	–	1,05	214,22					
	ДО	С	1,5x1,5	2,25	1,75	46	1	0,1	–	–	–	1,1	199,24					
	ЧП	–	3,4x4,0	13,6	0,25	46	0,9	–	–	–	–	1,0	140,76					
102 УЖК 20°С	НС	С	4,3x3,2	13,76	0,31	48	1	0,1	–	–	–	1,1	225,22	622,25	435,58	805,59	166,5	1261,34
	НС	В	1,5x3,2	5,25	0,31	48	1	0,1	–	–	–	1,1	85,93					
	Пл	–	4,5x3,7	16,65	0,24	48	0,6	–	–	–	–	1,0	115,08					
	ДО	С	1,5x1,5	2,25	1,65	48	1	0,1	–	–	–	1,1	196,02					

202 УЖК 20°C	НС	С	4,3x2,8	12,04	0,31	48	1	0,1	–	–	–	1,1	197,07	461,84	300,20	805,59	166,5	1100,93
	НС	В	1,5x2,8	4,2	0,31	48	1	0,1	–	–	–	1,1	68,75					
	ДО	С	1,5x1,5	2,25	1,65	48	1	0,1	–	–	–	1,1	196,02					
302 УЖК 20°C	НС	С	4,3x3,2	13,76	0,31	48	1	0,1	–	–	–	1,1	225,22	686,99	316,02	805,59	166,5	1326,08
	НС	В	1,5x3,2	5,25	0,31	48	1	0,1	–	–	–	1,1	85,93					
	ЧП	–	4,5x3,7	16,65	0,25	48	0,9	–	–	–	–	1,0	179,82					
	ДО	С	1,5x1,5	2,25	1,65	48	1	0,1	–	–	–	1,1	196,02					
Σ 2587,42																		
103, 104 К 18°C	НС	С	2,7x3,2	8,64	0,31	46	1	0,1	–	–	–	1,1	135,53	458,07	320,65	416,85	89,9	785,02 1570,04
	ДО	С	0,9x1,5	1,35	1,65	46	1	0,1	–	–	–	1,1	112,71					
	БД	С	0,9x2,0	1,8	1,65	46	1	0,1	–	–	–	1,1	150,28					
	Пл	–	2,9x3,1	8,99	0,24	46	0,6	–	–	–	–	1,0	59,55					
203, 204 К 18°C	НС	С	2,7x2,8	7,56	0,31	46	1	0,1	–	–	–	1,1	118,59	381,58	248,03	416,85	89,9	708,53 1417,06
	ДО	С	0,9x1,5	1,35	1,65	46	1	0,1	–	–	–	1,1	112,71					
	БД	С	0,9x2,0	1,8	1,65	46	1	0,1	–	–	–	1,1	150,28					
303, 504 К 18°C	НС	С	2,7x3,2	8,64	0,31	46	1	0,1	–	–	–	1,1	135,53	491,57	226,12	416,85	89,9	818,52 1637,04
	ДО	С	0,9x1,5	1,35	1,65	46	1	0,1	–	–	–	1,1	112,71					
	БД	С	0,9x2,0	1,8	1,65	46	1	0,1	–	–	–	1,1	150,28					
	ЧП	–	2,9x3,1	8,99	0,25	46	0,9	–	–	–	–	1,0	93,05					
Σ 7458,24																		
118 ЛК 16°C	НС	С	5,8x9,18	53,24	0,33	42	1	0,1	–	–	–	1,1	811,7	3025,9 8	1820,2 2	–	–	4846,2
	НС	Ю	2,8x9,18	25,7	0,33	42	1	–	–	–	–	1,0	356,2					
	ДО	Ю	1,0x0,8	0,8	1,75	42	1	–	–	–	–	1,0	117,6					
	(2)																	

	ДО (2)	С	1,0x0,8	1,2	1,75	42	1	0,1	–	–	–	1,1	194,04					
	НД	С	1,2x2,0	2,4	1,32	42	1	0,1	–	–	3,96	5,06	673,26					
	Пл	–	5,4+29, 7+4,5	39,6	0,25	42	0,6	–	–	–	–	1,0	249,48					
	ЧП	–	5,4+29, 7+4,5	39,6	0,25	42	0,9	–	–	–	–	1,0	374,22					
Σ Q _{зд} = 47489,19																		

Удельную тепловую характеристику здания определим по формуле:

$$q^{зд} = \frac{Q_{зд}}{\alpha \cdot V_{н} \cdot (t_{в} - t_{вн})}, \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \quad (10)$$

где $Q_{зд}$ – суммарные теплопотери через ограждающие конструкции здания, Вт;

α – коэффициент учета района строительства здания, определяемый по формуле:

$$\alpha = 0,54 + \frac{22}{(t_{в} - t_{вн})} = 0,54 + \frac{22}{20 + 26} = 1,018 \quad (11)$$

$V_{н}$ – объем отапливаемой части здания по внешнему обмеру, м^3 ;
(высоту отсчитываем от поверхности земли):

$$V_{н} = 9,36 \cdot 12,9 \cdot 26,4 = 3187,64 \text{ м}^3$$
$$q^{зд} = \frac{66320,76}{1,018 \cdot 3187,64 \cdot (20 + 26)} = 0,32 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

ВЫБОР И КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Система водяного отопления состоит из следующих элементов: теплового пункта, магистральных подающего и обратного трубопроводов; горизонтальных веток, стояков; подводок; поквартирных вводов; отопительных приборов, запорно-регулирующей арматуры и оборудования для удаления воздуха, спуска воды из системы отопления и компенсации тепловых удлинений трубопроводов. На основании технико-экономических соображений и нормативных требований в зависимости от назначения здания, размеров, его планировочно-конструктивных особенностей и этажности здания выбираем принципиальную схему отопления, вид и параметры теплоносителя, типы нагревательных приборов, способ

циркуляции теплоносителя (естественная или принудительная), вид разводки магистральных трубопроводов (нижняя или верхняя), схему движения воды в магистралях (тупиковую или попутную), схему присоединения нагревательных приборов к трубам (однотрубная или двухтрубная), схему теплового пункта и его оборудование и т.д.

В данной расчетной работе источником тепла является циркуляционный водогрейный котел (ЦВК). Температура теплоносителя в наружных тепловых сетях $\Delta t = 130^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$. Теплоносителем в системе отопления является горячая вода с параметрами $\Delta t = 90^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$. Принимаем двухтрубную систему отопления с нижней поквартирной разводкой и тупиковой схемой движения воды лучевого типа.

В качестве отопительных приборов используем стальные радиаторы панельного типа четырехходовые однорядные РСГ2. Достоинства РСГ: небольшой расход металла, эстетичный внешний вид, высокий санитарный показатель. Технические характеристики РСГ2 приведены в [3, приложение X]. Отопительные приборы устанавливаем под световыми проемами, открыто. Размещение отопительных приборов у наружных стен – это обусловлено тем, что увеличивается теплопередача отопительного прибора, так как устраняются теплопотери через наружную стену. Отопительный прибор на лестничной клетке имеет отдельный стояк системы отопления. Отопление помещений санитарных узлов от полотенцесушителей, присоединенных к системе горячего водоснабжения

В качестве трубопроводов используем металлополимерные трубы. Преимущества металлополимерных труб: обладают пониженным коэффициентом трения, вследствие чего снижается их гидравлическое сопротивление, они не зарастают и не подвержены коррозии; их гибкость и простота обработки значительно облегчают монтаж; пониженная теплопроводность уменьшает теплопотери через их стенки. Трубы укладываем в стяжку "чистого" пола. Трубопроводы прокладываются с теплоизоляцией в помещениях неотапливаемого подвала.

В системе отопления используется следующая арматура:

- у отопительных приборов – термостатические вентили – RTD–N (в жилых помещениях и кухнях);
- в наивысших точках системы отопления устанавливаем краны для удаления воздуха ручного или автоматического действия;
- каждая квартирная ветка, каждый стояк, магистральное ответвление по подающей и обратной линии снабжены запорно-регулирующей арматурой (вентили, задвижки, шаровые вентили);
- в самых низших точках системы отопления устанавливаем арматуру для спуска воды – спускные краны.

Каждый отопительный прибор присоединяется к подающему и обратному коллектору. Коллекторы устанавливаются в специальных шкафах, там же устанавливаем отключающую арматуру квартиры, фильтр, квартирный счетчик воды и теплосчетчик. Шкафы расположены непосредственно в квартире в помещении кладовой.

Горизонтальные трубы прокладываем с уклоном 0,002 в сторону спуска воды или теплового пункта.

Принятая схема теплового пункта – зависимая с насосным смешиванием воды на перемычке. Тепловой пункт находится в подвальном помещении здания. Циркуляция воды в системе отопления принудительная с помощью циркуляционного насоса.

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Тепловой расчет приборов заключается в определении необходимой поверхности нагрева или требуемого номинального теплового потока с определением числа приборов, обеспечивающих необходимый тепловой поток от теплоносителя в помещение с целью компенсации тепловых потерь помещения. Расчет отопительных приборов двухтрубной системы водяного

отопления выполняем в следующей последовательности. Расчет ведем по одному стояку 1, наиболее нагруженному и удаленному от теплового пункта.

Определяем требуемый номинальный тепловой поток прибора $Q_{нт}$ по формуле

$$Q_{нт} = \frac{Q_{пр}}{\varphi_k}, \text{ Вт (12)}$$

где $Q_{пр}$ – требуемая теплопередача прибора в помещении, определяемая по формуле:

$$Q_{пр} = Q_{п} - \beta_{тр} \cdot Q_{тр}, \text{ Вт (13)}$$

где $Q_{п}$ – теплопотери помещения, определяемые в расчете теплового баланса, (таблица 3, графа 19), Вт;

$\beta_{тр}$ – поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи теплопроводов, полезную для поддержания заданной температуры воздуха в помещении; $\beta_{тр}=1,7$ для труб, замоноличенных в тяжелый бетон;

$Q_{тр}$ – суммарная теплоотдача труб проложенных в пределах помещения, определяемая по формуле:

$$Q_{труб} = q_v \cdot l_v + q_g \cdot l_g, \text{ Вт (14)}$$

где l_v , l_g – длина вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, определяемая по аксонометрической схеме, м;

q_v , q_g – теплоотдача 1 м вертикально или горизонтально проложенных труб, Вт/м; [12, таблица 4, 5]; $q_g = 47,2$ Вт/м

φ_k – комплексный коэффициент приведения $Q_{н.у}$ к расчетным условиям для теплоносителя воды, определяемый по формуле:

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p b \cdot c \cdot \Psi \quad (15)$$

где n, p, c – экспериментальные числовые показатели [3, таблица 9.2];

b – коэффициент учета атмосферного давления в данной местности [3, таблица 9.1];

Δt_{cp} – разность средней температуры воды t_{cp} в приборе и температуры окружающего воздуха в помещении t_b :

$$\Delta t_{cp} = t_{cp} - t_b = \frac{(t_{BX} + t_{ВЫХ})}{2} - t_b, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (16)$$

Ψ – коэффициент учета направления движения теплоносителя воды в приборе; $\Psi=1$;

G_{np} – расход воды через прибор, кг/ч; для двухтрубной системы определяем по формуле:

$$G_{np} = \frac{Q_n}{c \cdot (t_r - t_o)} \beta_1 \cdot \beta_2 = 0,86 \cdot \frac{Q_n}{(t_r - t_o)} \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ кг/ч} \quad (17)$$

где c – теплоемкость воды, Дж/кг·°C;

Q_n – теплотери помещения, Вт; таблица 3;

t_r, t_o – расчетная температура горячей и охлажденной воды в системе отопления, °C;

β_1 – коэффициент, зависящий от шага номенклатурного ряда; принимаем по [3, таблица 9.4.]: для радиаторов типа РСГ2 – $\beta_1=1,13$;

β_2 – коэффициент, зависящий от вида прибора и способа установки; принимаем по [3, таблица 9.5.] $\beta_2=1,04$.

Расчетное число приборов определяем по формуле:

$$N = \frac{Q_{нт}}{Q_{ну}} \frac{\beta_4}{\beta_3}, \text{ шт. (18)}$$

где $Q_{н.у}$ – номинальный условный тепловой поток прибора или секции, Вт; [3, таблица X.1.];

β_3 – коэффициент учета числа секций чугунного радиатора [3, стр. 47]; учитывается только для чугунных радиаторов;

β_4 – коэффициент, учитывающий способ установки отопительного прибора [3, таблица 9.12.]: у стены без ниши и перекрыт доской в виде полки $\beta_4=1,02$.

Полученное (округленное целое) число приборов следует оценить с возможностью их размещения в помещении, длина прибора должна составлять не менее 50% длины окна в жилых помещениях.

Пример теплового расчета отопительных приборов для помещения 304.

Расчетная температура помещения: $t_p = 20^{\circ}\text{C}$

Теплоотдача 1 м горизонтальных труб: $q_r = 52 \text{ Вт/м}$

Длина горизонтальных труб: $l_r = 12 \text{ м}$

Условный диаметр трубы: $d = 16 \text{ мм}$

Температурный напор: $\Delta t_{cp} = \frac{90 + 70}{2} - 20 = 60^{\circ}\text{C}$

Суммарная теплоотдача труб: $Q_{труб} = 52 \cdot 12 = 624 \text{ Вт}$

Теплопотери помещения: $Q = 1369,12 \text{ Вт}$, $\beta_{тр}=1,7$

Требуемая теплоотдача прибора: $Q_{пр} = 1369,12 - 1,7 \cdot 624 = 308,32 \text{ Вт}$,
 $\beta_1=1,13$; $\beta_2=1,04$

Расход воды в приборе: $G_{пр} = 0,86 \cdot (1369,12 / (90 - 70)) \cdot 1,13 \cdot 1,04 = 69,9 \text{ кг/ч}$

Значение b при атмосферном давлении 987 ГПа: $b = 0,991$, $n = 0,3$; $p = 0,025$; $c = 1,0$; $\Psi = 1,0$

Комплексный коэффициент приведения:

$$\varphi_k = \left(\frac{60}{70}\right)^{1+0,3} \left(\frac{69,9}{360}\right)^{0,025} \cdot 0,991 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,78$$

Требуемый номинальный поток: $Q_{нт} = 308,32 / 7,8 = 395,28$ Вт

Номинальный тепловой поток: $Q_{н.у} = 400$ Вт, $\beta_4 = 1$

Расчетное число приборов: $N = 395,28 \cdot 1,02 / 400 = 1,008$

Принимаем один прибор марки РСГ2–1–2.

Тепловой расчет отопительных приборов выполняем в табличной форме с занесением результатов расчета в таблицу 4.

Таблица 4. Тепловой расчет отопительных приборов.

№ стояка, № помещения	Теплопотери помещения, $Q_{\text{п}}$, Вт	Теплоотдача труб, $Q_{\text{тр}}$, Вт	Требуемая теплопередача прибора, $Q_{\text{пр}}$, Вт	Коэффициент β_1	Коэффициент β_2	Температура воздуха в помещении, $t_{\text{в}}$, °C	Температура воды на входе в прибор, $t_{\text{вх}}$, °C	Температура воды на выходе из прибора, $t_{\text{вых}}$, °C	Температурный напор, Δt , °C	Расход воды через прибор, $G_{\text{пр}}$, кг/ч	Коэффициент n	Коэффициент p	Коэффициент c	Коэффициент ψ	Коэффициент b	Коэффициент ϕ_k	Требуемый номинальный тепловой поток, $Q_{\text{нт}}$, Вт	Коэффициент β_4	Номинальный тепловой поток прибора $Q_{\text{ну}}$, Вт	Число приборов, N	Марка прибора
Стояк № 1																					
101	1353,32	598	336,72	1,13	1,04	20	90	70	60	68,39	0,3	0,025	1	1	0,991	0,78	431,69	1,02	400	1	РСГ2–1–2
102	930,46	364	311,66	1,13	1,04	20	90	70	60	47,02	0,3	0,025	1	1	0,991	0,77	404,75	1,02	400	1	РСГ2–1–2
103	1156,09	192,4	829,01	1,13	1,04	18	90	70	62	58,42	0,3	0,025	1	1	0,991	0,81	1023,5	1,02	1056	1	РСГ2–1–6
104	1308,67	624	247,87	1,13	1,04	20	90	70	60	66,13	0,3	0,025	1	1	0,991	0,78	317,78	1,02	400	1	РСГ2–1–2
201	1189,17	598	172,57	1,13	1,04	20	90	70	60	60,09	0,3	0,025	1	1	0,991	0,78	221,24	1,02	400	1	РСГ2–1–2
202	844,82	364	226,02	1,13	1,04	20	90	70	60	42,69	0,3	0,025	1	1	0,991	0,77	293,53	1,02	400	1	РСГ2–1–2
203	1033,91	192,4	706,83	1,13	1,04	18	90	70	62	52,24	0,3	0,025	1	1	0,991	0,81	872,63	1,02	881	1	РСГ2–1–5
204	1137,34	624	76,54	1,13	1,04	20	90	70	60	57,47	0,3	0,025	1	1	0,991	0,77	99,4	1,02	400	1	РСГ2–1–2
301	1383,42	598	366,82	1,13	1,04	20	90	70	60	69,91	0,3	0,025	1	1	0,991	0,78	470,28	1,02	400	1	РСГ2–1–2
302	962,01	364	343,21	1,13	1,04	20	90	70	60	48,61	0,3	0,025	1	1	0,991	0,77	445,73	1,02	400	1	РСГ2–1–2
303	1191,62	192,4	864,54	1,13	1,04	18	90	70	62	60,22	0,3	0,025	1	1	0,991	0,81	1067,3	1,02	1056	1	РСГ2–1–6
304	1369,12	624	308,32	1,13	1,04	20	90	70	60	69,19	0,3	0,025	1	1	0,991	0,78	395,28	1,02	400	1	РСГ2–1–2
Стояк № 4																					
118	4846,2	-	4846,2	1,13	1,04	16	90	70	64	244,9	0,3	0,01	1	1	0,989	0,88	5507,1	1,02	2574	2	РСГ2–2–9

