

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового проекта по дисциплине

«Теплогазоснабжение и вентиляция»

для студентов направления 08.03.01 «Строительство»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Москва

2016

Содержит сведения о проектировании и расчете систем отопления и вентиляции жилого здания. Методические указания основаны на материалах, опубликованных в действующих нормативных и справочных документах. Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения.

Составители: канд. техн. наук, доц. Хохлова Л.И.

1 Содержание и оформление контрольной работы

Контрольная работа состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка выполняется на стандартных листах писчей бумаги формата 210×297 (формат А 4) с полями: слева – 20 мм, справа – 10мм, сверху и снизу 20 мм. Записка должна начинаться с титульного листа.

Состав пояснительной записки:

- 1 Титульный лист
- 2 Задание
- 3 Содержание
- 4 Введение
- 5 Исходные данные для проектирования (по заданию).
- 6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.
- 7 Расчет потерь теплоты через наружные ограждения.
- 8 Расчет теплового потока и расхода теплоносителя.
- 9 Описание и характеристика системы отопления.
- 10 Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления.
- 11 Расчет количества секций отопительных приборов.
- 12 Определение воздухообменов и расчет элементов гравитационной вентиляции.
- 13 Заключение
- 14 Список использованной литературы

Графическая часть выполняется карандашом на листах формата А 2 (594×420 мм) в масштабе 1:100.

Компоновка листа: в нижней левой четверти должен быть расположен план типового этажа, в верхней левой четверти – план чердака. На оставшемся пространстве листа должна быть расположена схема системы отопления, под ней – схема узла управления.

2 Исходные данные для проектирования

В работе предусматривается разработка теплоснабжения, отопления и вентиляции трехэтажного жилого дома с чердачным перекрытием и полами над неотапливаемым подвалом.

Данные для проектирования определяют по номеру зачетной книжки.

1.1 Вариант плана типового этажа принимаются по приложению А в соответствии с последней цифрой шифра.

1.2 Район строительства, расчетные параметры наружного воздуха, ориентация фасада с лестничной клеткой принимаются из таблицы 1 в соответствии с числом, образованным двумя последними цифрами шифра.

1.3 Конструкция наружных стен выбирается из таблицы 2 по последней цифре шифра.

1.4 Высоту помещения от пола до пола следующего этажа принять равной 3 м. Размер окон для всех вариантов принять $1,4 \times 1,8$ м. Ширину дверей принять по масштабу в соответствии с чертежом типового этажа, высоту, дверей принять равной 2,1 м.

1.5 Источником теплоснабжения жилого здания служит тепловая сеть. Теплоносителем является перегретая вода с параметрами 150 – 70 °С. Температура теплоносителя в подающей магистрали системы отопления принимается равной 95 °С, в обратной – 70 °С.

1.6 Располагаемое давление на вводе равно 6000 Па.

1.7 В качестве отопительных приборов принять радиаторы чугунные секционные типа МС – 140 – 180.

Таблица 1 – Исходные данные для проектирования

Номер задания	Район строительства	Расчетные параметры наружного воздуха			Зона влажности	Ориентация фасада по сторонам света
		Температура наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92), t_{ext} , °C	Средняя температура отопительного периода, t_{ht} °C	Продолжительность отопительного периода, z_{ht} , сут		
1	2	3	4	5	6	7
01 26 51 76	Армавир	-19	0,5	177	Сухая	СВ
02 27 52 77	Архангельск	-31	-4,7	251	Влажная	В
03 28 53 78	Белгород	-23	-2,2	196	Сухая	ЮВ
04 29 54 79	Барнаул	-39	-8,3	219	Нормальная	Ю
05 30 55 80	Брянск	-26	-2,6	206	Нормальная	ЮЗ
06 31 56 81	Владимир	-28	-4,4	217	Нормальная	З
07 32 57 82	Воронеж	-26	-3,4	199	Сухая	СЗ
08 33 58 83	Владивосток	-24	-4,8	201	Влажная	С
09 34 59 84	Волгоград	-25	-3,4	182	Сухая	ЮВ
10 35 60 85	Вологда	-31	-4,8	228	Нормальная	ЮЗ
11 36 61 86	Калининград	-18	0,6	195	Нормальная	СВ
12 37 62 87	Краснодар	-19	1,5	170	Сухая	В
13 38 63 88	Курск	-26	-3,0	198	Нормальная	ЮВ
14 39 64 89	Санкт-Петербург	-26	-2,2	219	Влажная	Ю
15 40 65 90	Миллерово	-25	-2,6	187	Сухая	ЮЗ

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
16 41 66 91	Москва	-26	-3,6	213	Нормальная	З
17 42 67 92	Нижний Новгород	-30	-4,7	218	Нормальная	СЗ
18 43 68 93	Омск	-37	-9,5	220	Сухая	С
19 44 69 94	Пермь	-35	-6,4	226	Нормальная	ЮВ
20 45 70 95	Псков	-26	-2,0	212	Нормальная	ЮЗ
21 46 71 96	Ростов-на-Дону	-22	-1,1	175	Сухая	СВ
22 47 72 97	Смоленск	-26	-2,7	210	Нормальная	В
23 48 73 98	Тамбов	-28	-4,2	202	Сухая	ЮВ
24 49 74 99	Череповец	-31	-4,3	225	Нормальная	Ю
25 50 75 00	Ярославль	-31	-1,5	222	Нормальная	ЮЗ

Таблица 2 – Материалы ограждающей конструкции

№ вариан та	Материалы (по направлению снаружи вовнутрь помещения)	Плот ность ρ_o , кг/м ³	Тол- щи- на, мм	№ вариан та	Материалы (по направлению снаружи вовнутрь помещения)	Плот ность ρ_o , кг/м ³	Тол- щи- на, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
0	Сплошной силикатный кирпич	1800	120	5	Пустотный силикатный кирпич	1400	120
	Маты минераловатные прошивные	125	$\delta_{ут.}=?$		Маты минераловатные прошивные	125	$\delta_{ут.}=?$
	Сплошной силикатный кирпич	1800	250		Сплошной силикатный кирпич	1800	380
	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15		Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
1	Пустотный силикатный кирпич	1500	120	6	Керамический пустотный кирпич	1200	120
	Маты минераловатные прошивные	125	$\delta_{\text{ут.}}=?$		Плиты минераловатные полужесткие	100	$\delta_{\text{ут.}}=?$
	Сплошной силикатный кирпич	1800	250		Сплошной силикатный кирпич	1800	380
	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15		Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15
2	Керамический пустотный кирпич	1600	120	7	Сплошной силикатный кирпич	1800	120
	Плиты минераловатные полужесткие	200	$\delta_{\text{ут.}}=?$		Маты минераловатные прошивные	75	$\delta_{\text{ут.}}=?$
	Керамический пустотный кирпич	1600	250		Сплошной силикатный кирпич	1800	250
	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15		Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15
3	Керамический пустотный кирпич	1400	120	8	Пустотный силикатный кирпич	1500	120
	Плиты минераловатные полужесткие	100	$\delta_{\text{ут.}}=?$		Маты минераловатные прошивные	125	$\delta_{\text{ут.}}=?$
	Сплошной силикатный кирпич	1800	250		Сплошной силикатный кирпич	1800	120
	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15		Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15
4	Керамический пустотный кирпич	1600	120	9	Керамический пустотный кирпич	1200	120
	Плиты минераловатные полужесткие	200	$\delta_{\text{ут.}}=?$		Плиты минераловатные полужесткие	100	$\delta_{\text{ут.}}=?$
	Керамический пустотный кирпич	1400	380		Керамический пустотный кирпич	1200	380
	Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15		Штукатурка (ц/п раствор)	1800	15

3 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Цель расчета определить требуемое приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции (наружной стены) R_{req} , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»[2], рассчитать толщину слоя утеплителя, данные округляют до 10 мм в сторону увеличения, найти фактическое значение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции.

Приведенное сопротивление теплопередаче R_o , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, следует принимать не менее требуемых значений, R_{req} , по таблице 3 [2], в зависимости от градусо-суток района строительства D_d , $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$.

Таблица 3 - Нормируемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения, коэффициенты a и b	Градусо-сутки отопительного периода D_d , $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$	Нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_{req} , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	окон и балконных дверей, витрин и витражей	фонарей с вертикальным остеклением
1	2	3	4	5	6	7
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
a	—	0,00035	0,0005	0,00045	—	0,000025
b	—	1,4	2,2	1,9	—	0,25

Значения R_{req} для величин D_d , отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_{req} = aD_d + b, \quad (1)$$

где D_d - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, для конкретного пункта;

a, b - коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы 3.

Градусо-сутки отопительного периода D_d , °С·сут, определяют по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht})z_{ht}, \quad (2)$$

где t_{int} - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчета ограждающих конструкций группы зданий по минимальным значениям оптимальной температуры по ГОСТ 30494-96 или в соответствии с таблицей 4.

t_{ht}, z_{ht} - средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по таблице 1, для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С.

Таблица 4 - Оптимальная температура и допустимая относительная влажность воздуха внутри здания для холодного периода года

Тип здания	Температура воздуха внутри здания, °С	Допустимая относительная влажность воздуха, %
1. Жилые, школьные и другие общественные здания (кроме приведенных в 2 и 3)	20*+2	55+5
2. Поликлиники и лечебные учреждения	21+1	55+5
3. Детские дошкольные учреждения	22+1	55+5
*21 °С в районах с расчетной температурой наиболее холодной пятидневки минус 31 °С и ниже		

Нормируемое приведенное сопротивление глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.

Сопротивление теплопередаче R_o , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, входных дверей принимается равным $0,6 R_{req}$, где R_{req} - приведенное сопротивление теплопередаче стен, определяемое по формуле

$$R_{req} = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{int}}, \quad (3)$$

где n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и приведенный в таблице 5 [2];

Δt_n - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха t_{int} и температурой внутренней поверхности t_{int} ограждающей конструкции, $^\circ\text{C}$, принимаемый по таблице 6 [2];

α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по таблице 7[2];

t_{int} - расчетная температура внутреннего воздуха $^\circ\text{C}$;

t_{ext} - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, $^\circ\text{C}$, для всех зданий, кроме производственных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по таблице 1.

Таблица 5 - Коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1	2
1. Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1

Окончание таблицы 5

1	2
2. Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4. Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

Таблица 6 - Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад, Δt_n , °С, для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0

Таблица 7 - Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи α_{int} , Вт/(м ² · °С)
Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию, a между гранями соседних ребер $\frac{h}{a} \geq 0,3$	8,7
Окон	8,0

Термическое сопротивление, R , м²·°С/Вт, однородного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R = \delta / \lambda, \quad (4)$$

где δ - толщина слоя, м;

λ - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°C), принимаемый по таблице 11, в зависимости от условий эксплуатации (табл. 9) [2].

Таблица 9 - Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности

Влажностный режим помещения	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности		
	сухая	нормальная	влажная
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный, мокрый	Б	Б	Б

Термическое сопротивление ограждающей конструкции, R_k , м²·°C/Вт, с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (5)$$

где $R_1, R_2, \dots, R_n$ - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, м²·°C/Вт, определяемые по формуле (5).

Приведенное сопротивление теплопередаче R_o , м²·°C/Вт, однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями следует определять по формуле

$$R_o = R_{int} + R_k + R_{ext}, \quad (6)$$

где $R_{int} = 1/\alpha_{int}$, α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°C), принимаемый по таблице 7;

$R_{ext} = 1/\alpha_{ext}$, α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода года, Вт/(м²·°C), принимаемый по таблице 10 [2];

Таблица 10 - Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий α_{ext} , Вт/(м ² ·°C)
1	2
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	23
2. Перекрытий чердачных и над холодными подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12

Таблица 11 - Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций

Материал	Плотность кг/м ³	Расчетные коэффициенты теплопроводности, λ , Вт/(м·°C), при условиях эксплуатации	
1	2	3 (А)	4 (Б)
Цементно-песчаный раствор	1800	0,76	0,93
Цементно-шлаковый раствор	1400	0,52	0,64
Кирпичная кладка из сплошного кирпича			
Глиняного обыкновенного	1800	0,70	0,81
Силикатного	1800	0,76	0,87
Кирпичная кладка из кирпича пустотного			
Керамического	1600	0,58	0,64
- // -	1400	0,52	0,58
- // -	1200	0,47	0,52
Силикатного	1500	0,70	0,81
- // -	1400	0,64	0,76
Маты минераловатные прошивные	125	0,064	0,07
- // -	75	0,06	0,064
- // -	50	0,052	0,06
Плиты минераловатные полужесткие	350	0,09	0,11

Окончание таблицы 11

1	2	3	4
- // -	300	0,087	0,09
- // -	200	0,076	0,08
- // -	100	0,06	0,07
- // -	50	0,052	0,06
Плиты минераловатные повышенной жесткости	200	0,07	0,076
Пенополистирол	150	0,052	0,06
- // -	100	0,041	0,052
- // -	40	0,041	0,05
Пенопласт	125	0,06	0,064
- // -	100	0,05	0,052
Гравий керамзитовый	800	0,20	0,23
- // -	600	0,16	0,20

При наличии в ограждающей конструкции прослойки, вентилируемой наружным воздухом, R_o , определяется с учетом того, что слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются, а значение коэффициента теплоотдачи α_{ext} равно 10,8 Вт/(м²·°С).

Толщина слоя утеплителя, м, определяется по формуле

$$\delta_{ym} = \lambda_{ym} \cdot \left[R_o - \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) \right], \quad (7)$$

где $\delta_1, \dots, \delta_n$ - толщины слоев, м.

Найденное значение толщины слоя утеплителя округляют в большую сторону до 10 мм. После этого определяют фактическое сопротивление теплопередаче по формуле (6).

Для расчета трансмиссионных потерь теплоты удобно пользоваться величиной, обратной фактическому сопротивлению теплопередачи R_o^ϕ , называемой коэффициентом теплопередачи, Вт/(м²·°С)

$$K = \frac{1}{R_o^\phi}. \quad (8)$$

Требуемое сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей определяют по таблице 3, исходя из D_d , затем по таблице 12 выбирают конструкцию световых проемов. В расчете трансмиссионных потерь теплоты через окна и балконные двери используют приведенное сопротивление теплопередаче в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12 - Уровни теплозащиты рекомендуемых окон в деревянных и пластмассовых переплетах

Заполнения светопроемов	Нормативные требования по типам окон (R_F^r , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ и D_d $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$)		
	из обычного стекла	с твердым селективным покрытием	с мягким селективным покрытием
Однокамерный стеклопакет в одинарном переплете	0,38/3067	0,51/4800	0,56/5467
Два стекла в спаренных переплетах	0,4/3333	—	—
Два стекла в раздельных переплетах	0,44/3867	—	—
Двухкамерный стеклопакет в одинарном переплете с межстекольным расстоянием, мм: 6 12	0,51/4800 0,54/5200	0,58/5733	0,68/7600
Три стекла в раздельно-спаренных переплетах	0,55/5333	—	—
Стекло и однокамерный стеклопакет в раздельных переплетах	0,56/5467	0,65/7000	0,72/8800
Стекло и двухкамерный стеклопакет в раздельных переплетах	0,68/7600	0,74/9600	0,81/12400
Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,7/8000	—	—
Два однокамерных стеклопакета в раздельных переплетах	0,74/9600	—	—
Четыре стекла в двух спаренных переплетах	0,8/12000	—	—
Примечание — Перед чертой — значение приведенного сопротивления теплопередаче R_F^r , за чертой — предельное количество градусо-суток D_d , при котором применимо заполнение светопроема.			

Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции

Расчетный температурный перепад Δt_0 , $^\circ\text{C}$, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей

конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n , °C, установленных в таблице 6, и определяется по формуле

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_o \cdot \alpha_{\text{int}}}, \quad (9)$$

где n - то же, что в формуле (3);

t_{int} - то же, что и в формуле (2);

t_{ext} - то же, что в формуле (3);

R_o - приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, определяемое по формуле (6);

α_{int} - то же, что в формуле (6).

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций) в зоне теплопроводных включений (диафрагм, сквозных швов из раствора, стыков панелей, ребер, и др.), в углах и оконных откосах должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года (таблица 8).

Таблица 8 - Температура точки росы, °C, для различных значений температуры и относительной влажности, %, воздуха в помещении

$t_{\text{int}}, ^\circ\text{C}$	°C, при %		
	55	60	65
16	6,97	8,24	9,43
17	7,9	9,18	10,37
18	8,83	10,12	11,32
19	9,76	11,06	12,27
20	10,69	12,0	13,22
21	11,62	12,94	14,17
22	12,56	13,88	15,12
23	13,48	14,82	16,07
24	14,41	15,76	17,02
25	15,34	16,7	17,97

Относительную влажность внутреннего воздуха для определения точки росы в местах теплопроводных включений ограждающих конструкций, в углах и оконных откосах следует принимать: для жилых помещений - 55%, для помещений кухонь - 60%, для ванных комнат - 65%.

4 Расчет потерь теплоты наружными ограждениями

Расчет выполняется согласно указаниям СНиП 41-01-2003 [5].

Для удобства выполнения расчетов помещения нумеруют на плане типового этажа, начиная с левого верхнего: 1, 2, 3 и т.д., тогда соответствующие помещения на первом этаже будут 101, 102, 103 и т.д.; на втором этаже 201, 202, 203 и т.д., лестничная клетка обозначается буквами ЛК.

Здание необходимо ориентировать по сторонам света в соответствии с заданием, для чего на чертеже над планом типового этажа наносится роза ветров с указанием сторон света. Наименование ограждающих конструкций целесообразно обозначать сокращенно: ДО – двойное остекление; ОО – одинарное остекление, ДД - двойные двери, ПТ - потолок, ПЛ - пол, НС - наружная стена. Линейные размеры и площади ограждающих конструкций определяются с точностью до 0,1 м и 0,1 м² соответственно.

При вычислении площади стен удобнее не вычитать из площади стен площадь окон, а величину коэффициента теплопередачи окна – $K_{ок}$ принимать уменьшенной на величину коэффициента теплопередачи стены – $K_{ст}$.

При наличии в наружной стене входной двери (в лестничной клетке) при расчете потерь теплоты через нее следует вычитать из площади стены площадь входной двери. Потери теплоты между помещениями через перегородки рассчитывают при разности температур между ними более 3 °С.

Расчет потерь теплоты ведется в следующей последовательности:

1. Трансмиссионные потери теплоты, то есть потери теплоты за счет теплопередачи, через отдельные ограждающие конструкции определяют для одной угловой и одной средней комнат каждого этажа в отдельности, а также для

лестничной клетки (рассматривается как одно помещение высотой в три этажа), Q_o , Вт, по формуле

$$Q_o = A \cdot (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \cdot (1 + \Sigma \beta) \cdot n \cdot K, \quad (10)$$

где A - расчетная площадь ограждающей конструкции, м^2 , в соответствии с правилами обмера площадей ограждающих конструкций;

K - коэффициент теплопередачи, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, ограждающей конструкции в соответствии с теплотехническим расчетом;

t_{int} - расчетная температура воздуха в помещении, $^\circ\text{C}$;

t_{ext} - расчетная температура наружного воздуха для отопления, $^\circ\text{C}$, равная температуре наиболее холодной пятидневки повторяемостью 0,92;

β - добавочные потери теплоты в долях от основных потерь; следует принимать: для наружных стен, окон и дверей, обращенных на север, восток, северо-восток и северо-запад - в размере 0,1; на юго-восток и запад - в размере 0,05; для наружных входных дверей при высоте здания h (м): от отметки земли до верха карниза в размере: 0,2 h - для тройных дверей с двумя тамбурами между ними, 0,27 h - для двойных дверей с тамбурами между ними; 0,34 h - для двойных дверей без тамбура и 0,22 h - для одинарных дверей.

n - то же, что в формуле (3).

2. Расход теплоты Q_i , Вт, на нагревание инфильтрующегося воздуха, по упрощенной методике следует определять по формуле

$$Q_i = 0,28 L_n \cdot \rho \cdot c (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \cdot k, \quad (11)$$

где L_n - расход удаляемого воздуха, не компенсируемый подогретым приточным воздухом, $\text{м}^3/\text{ч}$, принимаемый равным 3 $\text{м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 пола жилых помещений;

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

t_{int} , t_{ext} - расчетные температуры воздуха, $^\circ\text{C}$, соответственно в помещении и наружного воздуха в холодный период года (параметры Б);

ρ - плотность воздуха в помещении, принимается равной 1,2 $\text{кг}/\text{м}^3$;

k - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,7 окон с тройными переплетами, 0,8 - для окон и балконных дверей с

раздельными переплетами и 1,0 - для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов.

3. Суммарные бытовые поступления теплоты, Вт, за счет внутренних источников (электробытовые и осветительные приборы, кухонные плиты и пр.) в жилые комнаты и кухни, следует принимать не менее 10 Вт на 1 м² пола

$$Q_{\text{быт.}} = 10 \cdot A_{\text{пола}}, \quad (12)$$

где $A_{\text{пола}}$ - площадь пола жилой комнаты или кухни, м².

4. Потери теплоты каждого отапливаемого помещения рассчитываются с округлением до 10 Вт

$$Q_n = \sum Q_o + Q_i - Q_{\text{быт.}}. \quad (13)$$

Для остальных помещений потери теплоты, Вт, определяют упрощенно по холодному периметру:

$$Q_{ni} = q \cdot l_{\text{н.с.}i}, \quad (14)$$

где $q = \frac{Q_n}{l_{\text{н.с.}}}$ - удельные потери теплоты на 1 м длины наружной стены, отдельно

для угловой и средней комнат каждого этажа, Вт/м;

Q_n - потери теплоты этих же помещений каждого этажа, рассчитанные по формуле (13), Вт;

$l_{\text{н.с.}}$ - длина по фасаду наружной стены одного углового и одного среднего помещений каждого этажа, м;

$l_{\text{н.с.}i}$ - то же, для остальных угловых и средних помещений каждого этажа, м.

Потери теплоты каждого помещения заносят в таблицу расчета потерь теплоты независимо от способа их определения (приложение Б, таблица Б.1). Затем рассчитывают потери теплоты каждого этажа, лестничной клетки и всего здания в целом.

5 Расчет теплового потока и расхода теплоносителя системы отопления

Тепловой поток системы отопления во всех случаях больше расчетных теплотерь отапливаемого здания из-за неизбежного завышения поверхностей принимаемых к установке отопительных приборов (за счет округления их до ближайшего типоразмера или целого числа секций), теплоотдачи трубопроводов в неотапливаемых помещениях, увеличенных теплотерь «радиаторными» участками наружных ограждений.

Тепловой поток системы отопления $Q_{c.o}$, кВт, следует определять по формуле

$$Q_{c.o} = Q_1 + Q_d, \quad (15)$$

где Q_1 - расчетные теплотери отапливаемого здания, кВт;

Q_d - дополнительные потери теплоты, связанные с остыванием теплоносителя в подающих и обратных магистралях, проходящих в неотапливаемых помещениях, кВт. Ориентировочно их можно принять равными 5% от Q_1 .

Расход теплоносителя G , кг/ч. в системе, ветви или стояке системы отопления определяется по формуле

$$G = \frac{3,6 \cdot Q_{c.o}}{c \cdot \Delta t} \beta_1 \cdot \beta_2, \quad (16)$$

где $Q_{c.o}$ - расчетный тепловой поток, определенный по формуле (15), Вт, в системе, отдельной ветви или стояке;

Δt - разность температур, °С, теплоносителя на входе и выходе из системы, ветви или стояка. При предварительном расчете Δt рекомендуется принимать на 1°С меньше расчетного перепада температур теплоносителя в системе отопления;

c - удельная теплоемкость воды, равная 4,19 КДж/кг·°С;

β_1 - коэффициент, учитывающий теплоотдачу дополнительной площади принимаемых к установке отопительных приборов за счет округления сверх расчетной площади, $\beta_1 = 1,03$;

β_2 - коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери из-за размещения отопительных приборов у наружных ограждений, $\beta_2 = 1,02$.

6 Описание и характеристика системы отопления

Для отопления здания следует запроектировать однотрубную систему водяного отопления, вертикальную, с верхней разводкой подающей магистрали, с односторонним присоединением приборов к стояку, с осевыми замыкающими участками и трехходовыми кранами (приложение В). Температура теплоносителя в подающей магистрали системы отопления принимается равной 95 °С, в обратной – 70 °С в соответствии с обязательным прил. 11 [3].

Проектирование системы отопления выполняют в следующей последовательности:

1 Вычерчивают планы типового этажа и чердака. На планах должны быть указаны оси здания с размерами между ними, а также ориентация здания по сторонам света. На плане типового этажа размещают отопительные приборы, как правило, под световыми проемами (в случае невозможности – у наружных стен). Отопительные приборы на лестничных клетках следует размещать на первом этаже, не в отсеках тамбуров, имеющих наружные двери. Отопительные приборы на лестничной клетке следует присоединять к отдельным стоякам без замыкающих участков и трехходовых кранов.

2 Присоединение приборов к стояку одностороннее. Длину подводок к прибору рекомендуется принимать стандартную, равную 350 мм.

3 На типовом плане этажа размещают стояки, которые прокладывают на расстоянии 150 мм от откоса оконного проема, по ходу движения теплоносителя. Исключение составляют стояки к отопительным приборам, расположенным возле балконных дверей. В угловых помещениях стояки рекомендуется размещать в углах этих помещений у наружных стен.

4 Главный стояк, по возможности, устанавливают в центре здания в нежилом помещении, обычно в штробе капитальной внутренней стены лестничной клетки, санузла или ванной комнаты.

5 С плана типового этажа на план чердака переносят главный стояк и остальные стояки системы отопления. От главного стояка ведут разводку

трубопроводов к стоякам. При прокладке подающей магистрали на чердаке необходимо учитывать тот факт, что кровля с чердачным покрытием наклонная, поэтому трубопровод необходимо отнести от наружных стен на расстояние, равное 1000 мм. Расстояние от оси магистрали до пола чердака принять равным 500 мм.

6 Для удаления воздуха из системы отопления в верхних ее точках необходимо предусмотреть воздухоборники в конечной точке каждого ответвления магистрали. Длину воздухоборника при диаметре трубопровода до 32 мм принять примерно равной 300 мм.

7 Установка воздухоборников в верхних точках магистрали достигается уклоном трубопроводов на подающей магистрали в направлении от дальнего стояка к главному. Уклон принимают равный 0,003 (3 мм на 1 п.м.).

8 Стояки нумеруют, начиная со 101 помещения.

9 На плане типового этажа условно нанести обратную магистраль, которую прокладывают по внутренней поверхности стены подвала на расстоянии 1 м от потолка подвала. Уклон обратной магистрали, равный 0,003, должен быть выполнен в сторону движения теплоносителя.

10 Вычертить аксонометрическую схему системы отопления. При наложении некоторых ее элементов друг на друга их переносят на свободное место, обозначив точки переноса буквами «а», «б» и т.д.

11 Для регулирования и отключения отдельных веток и стояков системы отопления необходимо предусматривать запорную и регулирующую арматуру (задвижки, вентили, пробковые краны). Для опорожнения элементов системы следует предусматривать запорную арматуру в верхних и нижних точках стояков (пробковой кран, спускной кран). В зданиях до трех этажей запорную арматуру на стояках можно не предусматривать, кроме стояка лестничной клетки.

12 На плане типового этажа и на аксонометрической схеме необходимо условно показать узел ввода (элеваторный узел), который обычно располагают в подвале здания под лестничной клеткой. Элеваторный узел служит для снижения температуры теплоносителя с 150 до 95⁰С (температура воды в

подающей магистрали системы отопления нормируется [3]) методом подмешивания обратной воды из системы отопления с температурой 70⁰С к горячей воде из теплосети.

13 На планах типового этажа и чердака (рис. В.1, В.2 приложение В) после всех необходимых расчетов должны быть нанесены следующие элементы:

а) отопительные приборы с указанием количества секций на одном расчетном стояке в таблице, вынесенной за пределы плана типового этажа (надписи расположены снизу-вверх – с 1-го этажа по 3-й);

б) номера стояков (вертикальная выноска с «полкой» с надписью «Ст. 1» и т.д.);

в) подающая (на плане чердака) и обратная (условно на плане типового этажа) магистрали с указанием диаметров на каждом участке и способом подключения отопительных приборов;

г) условно узел ввода (элеваторный узел) с указанием источника теплоснабжения;

д) запорно-регулирующая арматура;

е) вентиляционные каналы, их маркировка и сечение, вентиляционные решетки с указанием их типоразмеров (на плане типового этажа).

14 На аксонометрической схеме системы отопления после всех необходимых расчетов должны быть нанесены следующие элементы:

а) количество секций на расчетном стояке (внутри условного изображения каждого отопительного прибора);

б) диаметры каждого участка подающей и обратной магистрали;

в) уклоны на подающей и обратной магистралях;

г) отметки осей трубопроводов подающей и обратной магистралей;

д) условно узел ввода (элеваторный узел) с указанием источника теплоснабжения;

е) запорно-регулирующая арматура.

Пример выполнения графической части курсового проекта приведен в приложении В.

7 Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления

Цель гидравлического расчета - определение экономичных диаметров трубопроводов при заданных тепловых нагрузках и располагаемом перепаде давления теплоносителя.

Гидравлический расчет выполняют после того, как вычерчена аксонометрическая схема и на нее нанесены все элементы (воздухосборники, запорно-регулирующая арматура и т.д.).

Гидравлический расчет выполняют по методу удельных потерь давления. Расчет делают для основного циркуляционного кольца через дальний стояк и циркуляционного кольца через ближний стояк. Задача расчета состоит в подборе диаметров отдельных участков циркуляционных колец таким образом, чтобы суммарные потери давления между ними $\Sigma(Rl+Z)$ различались не более чем на 15%, а суммарные потери давления главного циркулярного кольца от располагаемого напора – не более чем на 5-10 %.

Результаты расчета сводятся в таблицу (приложение Б, таблица Б.2).

Гидравлический расчет системы отопления выполняют в следующей последовательности:

- 1 На аксонометрической схеме системы отопления (см. раздел 5) определяют контуры дальнего и ближнего циркуляционных колец – узел ввода, подающая магистраль, стояки, отопительные приборы 3-го, 2-го и 1-го этажей, обратная магистраль. Циркуляционные кольца разбивают на участки, характеризующиеся постоянным расходом теплоносителя и неизменным диаметром. Каждый расчетный участок обозначают порядковым номером, в числителе указывают его тепловую нагрузку, в знаменателе – длину.

- 2 Расчет следует начинать с кольца через дальний стояк. Определяют необходимый расход теплоносителя на каждом участке по формуле (16). При

расчете расхода теплоносителя в стояках (ветвях) системы $\Delta t = t_r - t_0$ рекомендуется принимать на 1 °С меньше расчетного перепада температур в системе отопления.

3 Определяют средние удельные потери давления на трение по длине расчетного циркуляционного кольца, Па/м:

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot 0,9 \cdot \Delta P_p}{\Sigma l}, \quad (17)$$

где 0,65 - доля потерь давления на трение;

ΔP_p - располагаемое давление системы, Па;

Σl - общая длина расчетного циркуляционного кольца, м.

4 Ориентируясь на R_{cp} , по таблице 13 для расчетного расхода $G_{уч}$ подбирают диаметры участков так, чтобы скорость движения воды в трубах не превышала 1,5 м/с. По принятому диаметру участка $d_{уч}$ и расчетному расходу $G_{уч}$ определяют действительное значение R , Па/м, и скорость движения воды, w , м/с.

5 По величине скорости определяют значения динамического давления, P_d , Па, (таблица 14) для всех участков.

6 Определяют сумму коэффициентов местных сопротивлений, $\Sigma \xi$, на каждом рассчитываемом участке (таблица 15). В расчетно-пояснительной записке приводятся принятые значения коэффициентов местных сопротивлений на каждом участке. Умножая сумму коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$ на P_d , находят величину потерь давления в местных сопротивлениях Z , Па. Местное сопротивление, находящееся на границе двух участков, следует относить к участку с меньшим расходом теплоносителя.

7 Определяют полные потери давления на каждом участке, складывая потери давления на трение по длине участка Rl и потери давления в местных сопротивлениях Z . Потери давления всего циркуляционного кольца будут равны сумме потерь давления на всех участка, т.е. $\Sigma (Rl + Z)$.

8 Проверяют правильность гидравлического расчета, исходя из условий, что суммарные потери давления в кольце через дальний стояк ($\Sigma (Rl + Z_{d.cm})$) не

должны превышать $0,9\Delta P_p$ и потери циркуляционных колец не должны отличаться более, чем на 15% друг от друга, т.е. должны выполняться условия:

$$\Sigma(Rl + z)_{\partial.см.} = (0,9 - 0,95)\Delta P_p$$

и

(18)

$$\Sigma(Rl + Z)_{б.см.} \geq 0,85\Sigma(Rl + Z)_{\partial.см.};$$

Если эти условия не выполняются, то необходимо на отдельных участках изменить диаметры труб.

Примечание. Согласно требованиям [4], п. 3.31, в однетрубных системах водяного отопления потери давления в стояках должны составлять не менее 70 % суммарных потерь давления в циркуляционных кольцах без учета потерь давления в общих участках.

Таблица 13 - Таблица для гидравлического расчета трубопроводов систем водяного отопления $t_l=95\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_o=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $k=0,2\text{ мм}$

Удельные потери давления на трение R , Па/м	Количество проходящей воды G , кг/ч (верхняя строка), скорость движения воды, w , м/с (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-75) условным проходом d , мм						
	15	20	25	32	40	50	70
1	2	3	4	5	6	7	8
28	91	221	391	840	1261	2645	4702
	0,135	0,171	0,19	0,233	0,265	0,312	0,35
32	98	237	416	902	1357	2740	5043
	0,145	0,183	0,202	0,25	0,284	0,334	0,383

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8
36	106	256	441	964	1444	2814	5350
	0,156	0,195	0,214	0,267	0,304	0,356	0,409
40	112	267	467	1026	1524	2973	5657
	0,164	0,206	0,226	0,284	0,321	0,376	0,433
50	126	297	530	1149	1710	3336	6339
	0,186	0,23	0,257	0,318	0,36	0,422	0,485
60	139	324	593	1270	1866	3699	6971
	0,205	0,25	0,288	0,352	0,393	0,468	0,533
70	151	351	635	1369	2022	3988	7534
	0,223	0,271	0,308	0,379	0,426	0,504	0,576
80	162	377	677	1467	2178	4276	8066
	0,239	0,291	0,328	0,406	0,458	0,54	0,618
90	173	404	719	1554	2309	4543	8567
	0,255	0,312	0,348	0,43	0,486	0,574	0,655
100	183	430	759	1632	2431	4788	9035
	0,269	0,332	0,369	0,452	0,512	0,605	0,691
120	201	469	835	1786	2674	5250	9899
	0,295	0,362	0,405	0,494	0,563	0,664	0,757
140	216	507	904	1939	2895	5686	10584
	0,318	0,392	0,438	0,537	0,609	0,719	0,81

Примечание: k – шероховатость внутренней поверхности труб

Таблица 14 - Значение динамического давления P_d при гидравлическом расчете систем водяного отопления

Скорость воды, м/с	P_d , Па	Скорость воды, м/с	P_d , Па
1	2	3	4
0,01	0,05	0,37	67,67
0,02	0,2	0,38	70,61
0,03	0,45	0,39	74,53
0,04	0,8	0,4	78,45
0,05	1,23	0,41	82,37
0,06	1,77	0,42	86,3
0,07	2,45	0,43	91,2
0,08	3,14	0,44	95,13
0,09	4,02	0,45	99,08
0,1	4,9	0,46	103,98
0,11	5,98	0,47	108,89
0,12	7,06	0,48	112,82

Окончание таблицы 14

1	2	3	4
0,13	8,34	0,49	117,71
0,14	9,61	0,5	122,61
0,15	11,08	0,51	127,52
0,16	12,56	0,52	131,37
0,17	14,22	0,53	138,31
0,18	15,89	0,54	143,21
0,19	17,75	0,55	149,09
0,2	19,61	0,56	154,00
0,21	21,57	0,57	159,88
0,22	23,53	0,58	165,77
0,23	26,48	0,59	170,67
0,24	28,44	0,6	176,55
0,25	30,44	0,61	183,42
0,26	33,34	0,62	189,3
0,27	36,29	0,65	207,88
0,28	38,25	0,68	227,48
0,29	41,19	0,71	248,07
0,3	44,13	0,74	268,67
0,31	47,08	0,77	291,23
0,32	49,99	0,8	314,79
0,33	53,93	0,85	355,0
0,34	56,88	0,9	398,18
0,35	59,82	0,95	443,29
0,36	63,74	1,0	490,3

Таблица 15 - Коэффициенты местных сопротивлений для различных элементов систем отопления

Элементы систем отопления	Условный проход труб d, мм					
	15	20	25	32	40	≥50
1	2	3	4	5	6	7
Радиаторы двухколонные	2	2	2	2	2	2
Внезапное расширение	1	1	1	1	1	1
сужение	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Отступы	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Компенсаторы:						
П-образные	2	2	2	2	2	2
сальниковые	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7
Отводы:						
900 и утки	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
двойные узкие	2	2	2	2	2	2
широкие	1	1	1	1	1	1
Скобы	3	2	2	2	2	2
Тройники:						
на проходе	1	1	1	1	1	1
на ответвлении	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
на противотоке	3	3	3	3	3	3
Крестовины:						
на проходе	2	2	2	2	2	2
на ответвлении	3	3	3	3	3	3
Вентили:						
обыкновенные	16	10	9	9	8	7
прямоточные	3	3	3	2,5	2,5	2
Задвижки	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5
Краны:						
проходные	4	2	2	2	-	-
двойной регулировки	4	2	2	-	-	-
Трехходовой кран:						
при повороте потока	3	3	4,5	-	-	-
прямом проходе	2	1,5	2	-	-	-

9 Расчет числа секций отопительных приборов

Число секций отопительных приборов рассчитывается для одного из стояков системы отопления.

1 Определяют суммарное понижение температуры воды, $\Sigma \Delta t_m$, °C, на участках подающей магистрали от ввода до рассматриваемого стояка. На 10м теплоизолированной подающей магистрали насосной системы $\Sigma \Delta t_m$ определяется по таблице 16.

2 Определяют среднюю температуру в отопительном приборе с тепловой нагрузкой Q_{Π} , Вт, присоединенном к стояку однотрубной системы отопления:

$$t_{cp.} = t_z - \Sigma \Delta t_m - (\Sigma Q_{\Pi} + \Sigma Q_{mr.} + \frac{0,5}{\alpha} Q_{\Pi}) 3,6 \beta_1 \beta_2 / c G_{cm.}, \quad (19)$$

где t_c - расчетная температура горячей воды в начале подающей магистрали системы отопления, равная 95 °С;

ΣQ_{Π} - суммарная тепловая нагрузка отопительных приборов, расположенных до рассчитываемого прибора на данном стояке, по ходу движения теплоносителя, Вт;

ΣQ_{mp} - сумма дополнительной теплоотдачи труб и подводок к приборам в рассматриваемом помещении, Вт. Для открыто проложенного этажестояка $\Sigma Q_{mp} = 115$ Вт;

α - коэффициент затекания воды в прибор. При присоединении прибора к стояку с трехходовыми кранами коэффициент затекания воды в прибор принимается равным 1;

Q_{Π} - тепловая нагрузка рассчитываемого отопительного прибора, Вт;

c - удельная теплоемкость воды, равная 4,19 к Дж/(кг·°С);

$G_{cm.}$ - расход воды в стояке, кг/ч, (формула (16)).

β_1, β_2 - то же, что в формуле (16).

3 Определяют разность средней температуры воды в отопительном приборе и воздуха в помещении, °С

$$\Delta t_{cp.} = t_{cp.} - t_{int}, \quad (20)$$

где t_{int} - расчетная температура воздуха в помещении, в котором расположен рассчитываемый отопительный прибор, °С.

4 Рассчитывают комплексный коэффициент приведения номинального теплового потока отопительного прибора $Q_{н.у.}$ к расчетным условиям, который определяют по формуле:

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t_{cp.}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p \cdot b \cdot \psi \cdot c, \quad (21)$$

где n, p, c - экспериментальные числовые показатели для определения теплового потока отопительных приборов. Для чугунных радиаторов при схеме движения теплоносителя «сверху - вниз» и расходе теплоносителя 54-536 кг/ч $n=0,3$; $p=0$; $c=1$;

b - коэффициент учета атмосферного давления в данной местности, при $B = 1013,3$ гПа = 760 мм рт. ст. $b = 1$;

ψ - коэффициент учета направления движения воды в приборе, при движении сверху – вниз $\psi = 1$;

G_{np} - расход воды через прибор, кг/ч.

$$G_{np} = \alpha G_{cm}. \quad (22)$$

При присоединении приборов к стояку с трехходовыми кранами $\alpha = 1$, поэтому $G_{np} = G_{cm}$.

5 Определяют необходимую теплоотдачу прибора в рассматриваемом помещении.

$$Q_{IP} = Q_{II} - 0,9Q_{TP}, \quad (23)$$

где Q_{II} - теплопотребность помещения, равная его теплопотерям, Вт;

Q_{TP} - теплоотдача открыто проложенных в пределах помещения труб (стояка и подводок), к которым непосредственно присоединен прибор, Вт;

$$Q_{TP} = q_v \cdot l_v + q_h \cdot l_h, \quad (24)$$

где q_v и q_h - теплоотдача 1 м соответственно вертикально и горизонтально проложенных труб, Вт/м; для неизолированных труб при параметрах теплоносителя в системе отопления 95-70 °C, $t_{int} = 18$ °C и диаметре $d = 20$ мм можно принять средние значения, $q_v = 66$ Вт/м и $q_h = 85$ Вт/м, а при $d = 15$ мм $q_v = 53$ Вт/м и $q_h = 70$ Вт/м;

l_v и l_h - длина вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м, для однетрубных стандартных систем в жилых зданиях $l_v = 2,2$ м; $l_h = 0,8$ м.

6 Требуемый номинальный тепловой поток, $Q_{н.т.}$, Вт, для выбора типоразмера отопительного прибора определяют

$$Q_{н.т.} = Q_{IP} / \varphi_k, \quad (25)$$

7 Минимально допустимое число секций чугунного радиатора

$$N_{мин} = \frac{Q_{нт} \beta_4}{Q_{нч} \beta_3}, \quad (26)$$

где $Q_{н.у.}$ - номинальный тепловой поток, Вт, для чугунных радиаторов МС-140-108 равен 185 Вт;

β_3 - коэффициент учета числа секций в приборе, для радиатора типа МС-140 с числом секций в приборе до 15 принимается равным 1,0;

β_4 - коэффициент учета способа установки радиатора, при открытой установке принимается равным 1,0.

8 По рассчитанному $N_{мин}$ принимают к установке целое число секций отопительного прибора. Допускается уменьшение расчетного количества секций, если номинальный тепловой поток отопительного прибора будет меньше на 5% или на 60 Вт требуемого по расчету.

Таблица 16 - Снижение температуры в подающей магистрали, град. на 10м

d_y , мм	25 - 32	40	50	65 - 100	125 – 150
Δt_m , °С	0,40	0,40	0,30	0,20	0,10

10 Определение воздухообменов элементов гравитационной вентиляции

В жилых зданиях следует предусматривать вентиляцию с естественным побуждением, кратность воздухообмена в помещениях следует принимать в соответствии с таблицей 17.

Вытяжная общеобменная вентиляция с естественным побуждением жилых комнат квартир осуществляется через вытяжные каналы кухонь, уборных, ванных, а приточный воздух поступает в жилые комнаты и кухню за счет инфильтрации.

Объединение вентиляционных каналов из кухонь, уборных, ванных не допускается, также не допускается объединение каналов с разных этажей в зданиях до 5 этажей. Вентиляционные каналы не разрешается устраивать в наружных стенах.

Вытяжные вентиляционные каналы чаще всего размещают в кирпичных стенах, расположенных внутри здания. Размеры каналов принимают кратными 1/2 кирпича, минимальная толщина стенок каналов и толщина простенков между ними - 1/2 кирпича. Наиболее часто поперечное сечение каналов принимают равным 140x140 или 140x270 мм, в соответствии с расчетом. При отсутствии примыкания санузлов и кухонь к кирпичным стенам вытяжные каналы выполняют приставными из гипсошлаковых, шлакобетонных плит или других материалов.

Воздухообмен, м³/ч, в жилых комнатах:

$$L = 3 \cdot A_{пл}, \quad (27)$$

где $A_{пл}$, - площадь пола жилых комнат, м².

Общий воздухообмен в квартире должен быть не менее суммарного воздухообмена всех жилых комнат данной квартиры.

Так как удаление воздуха из жилой квартиры происходит посредством вытяжных каналов, расположенных в помещениях кухни и санузла (при совмещенном санузле) или в помещениях кухни, санузла и ванной (при раздельном санузле), то должно выполняться требование:

$$L_k + L_v + L_{с.у.} \geq \sum L_{ж.к.}, \quad (28)$$

где L_k , L_v , $L_{с.у.}$ - количество удаляемого воздуха соответственно из кухни, ванной, санузла, м³/ч.

Нормы вытяжки из вспомогательных помещений приведены в таблице 17.

Если правая часть неравенства больше левой, т.е. сумма рассчитанных воздухообменов жилых комнат больше суммы нормируемых воздухообменов кухни, ванной и раздельного санузла (или кухни и совмещенного санузла), то следует увеличить расход воздуха, удаляемого посредством вытяжных каналов, до необходимой величины, обычно из кухни.

Площадь сечения вентиляционных каналов и живого сечения жалюзийных решеток

$$A_{в.к.(в.р.)} = \frac{L}{3600 \cdot v}, \quad (29)$$

где v - скорость воздуха в канале или вентиляционной решетке, м/с, принять в соответствии с таблицей 18;

L - расход воздуха в канале, м³/ч.

Размер жалюзийных решеток принимается по таблице 19 в зависимости от площади живого сечения.

На чертеже плана чердака показывают вентиляционные каналы со всех этажей и их размеры. На чертеже плана этажа показывают вентиляционные каналы из кухни, ванной и санузла 1-го этажа и выноской указывают сечение каналов, количество и сечение вентиляционных решеток.

Таблица 17 - Кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий

Помещение	Кратность или величина воздухообмена, м ³ в час, не менее	
	в нерабочем режиме	в режиме обслуживания
Спальная, общая, детская комнаты	0,2	1,0
Кухня с электроплитой	0,5	60 м ³
Помещение с газоиспользующим оборудованием	1,0	1,0 + 100 м ³ на плиту
Ванная, душевая, уборная, совмещенный санузел	0,5	25 м ³

Таблица 18 - Ориентировочные скорости движения воздуха в системах естественной вентиляции

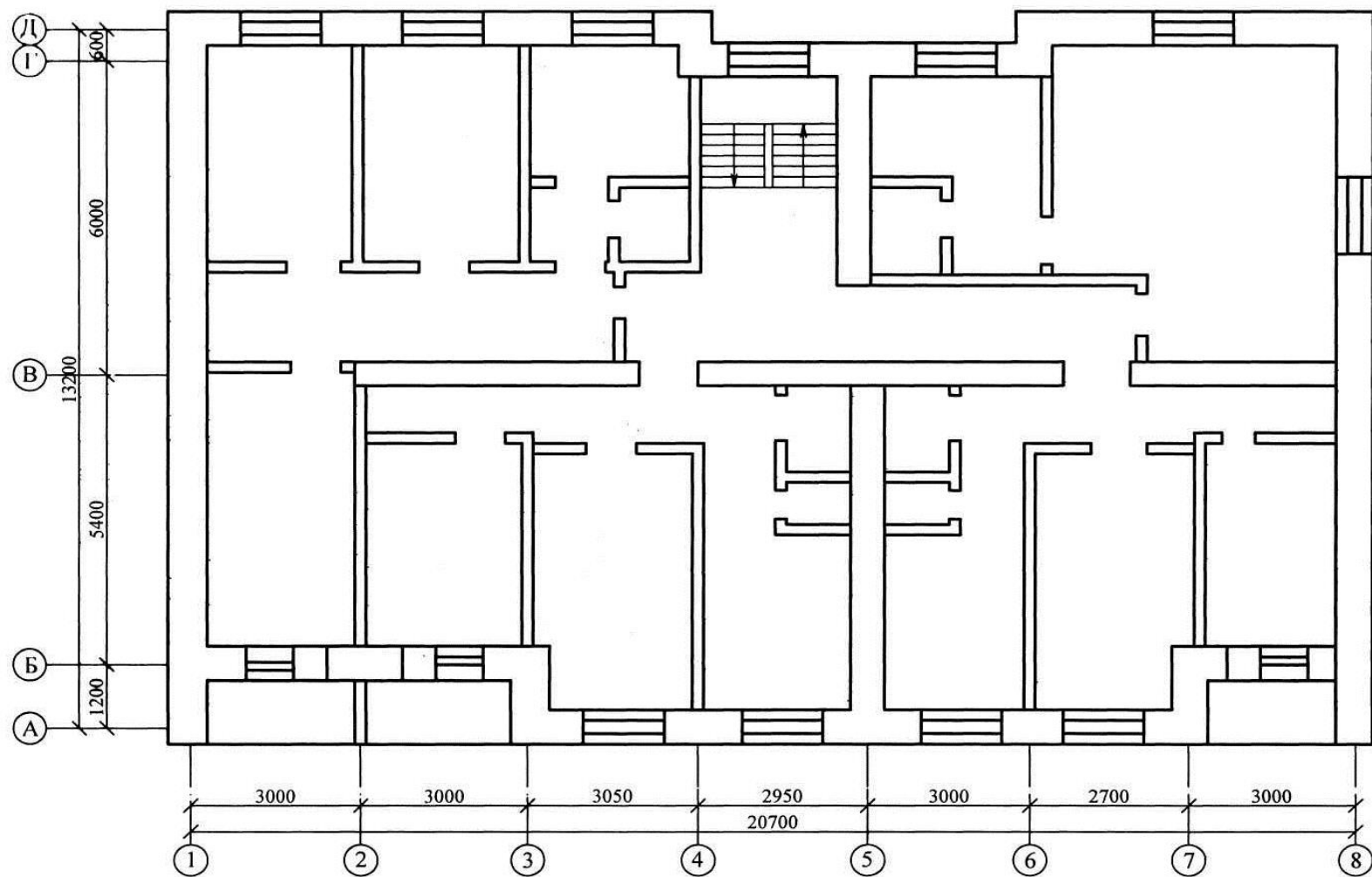
Элементы вентиляционной системы	Скорость, v , м/с
Вертикальные каналы (1-й – 3-й этаж)	0,8 – 0,9
Вентиляционные решетки	0,5 – 1,0

Таблица 19 - Данные для подбора вентиляционных решеток

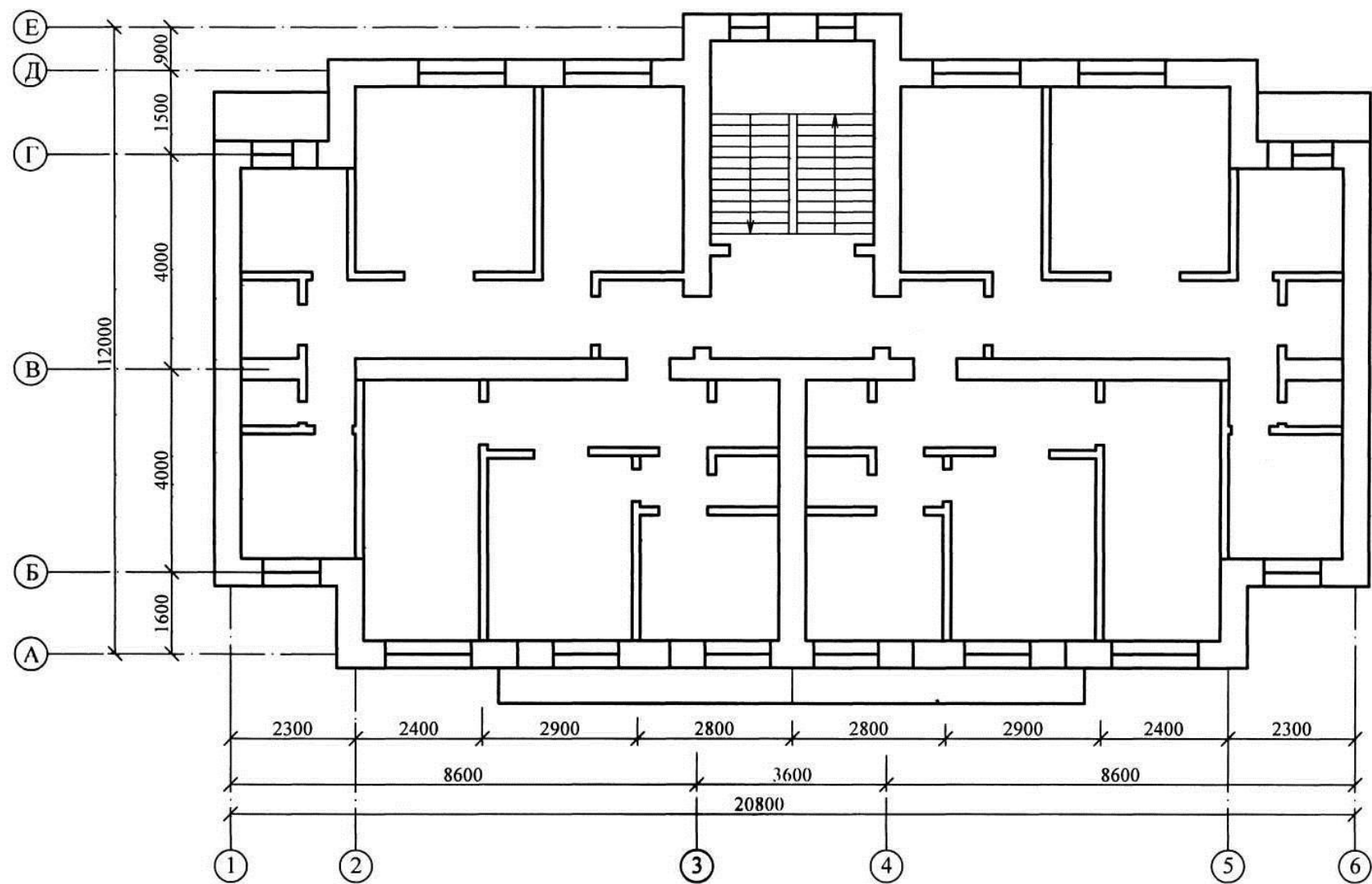
Размеры решетки, мм	100x150	150x150	150x200	150x250	200x250
Живое сечение, м ²	0,0087	0,0130	0,0178	0,0217	0,0289

Приложение А

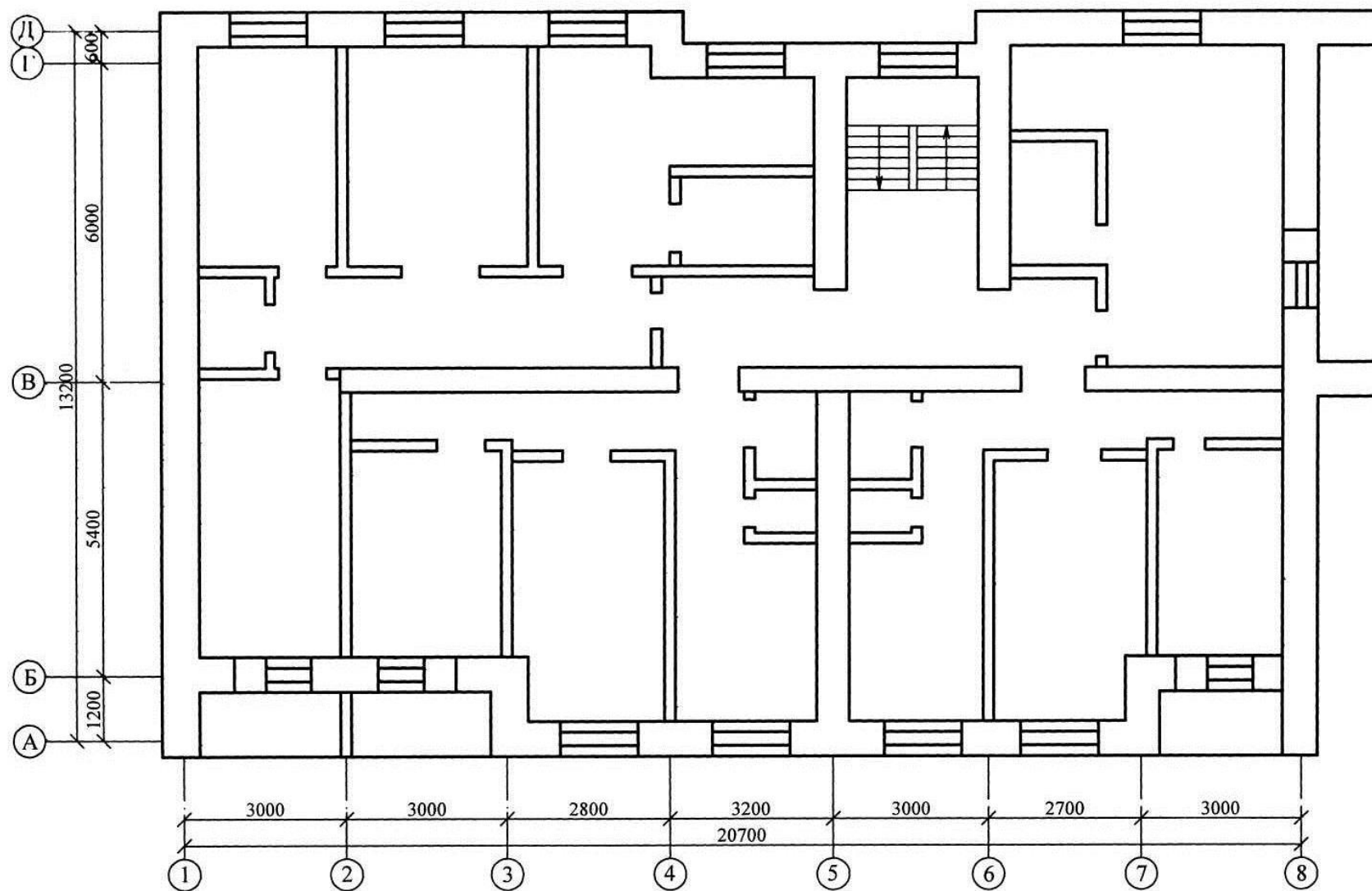
Варианты планов типового этажа



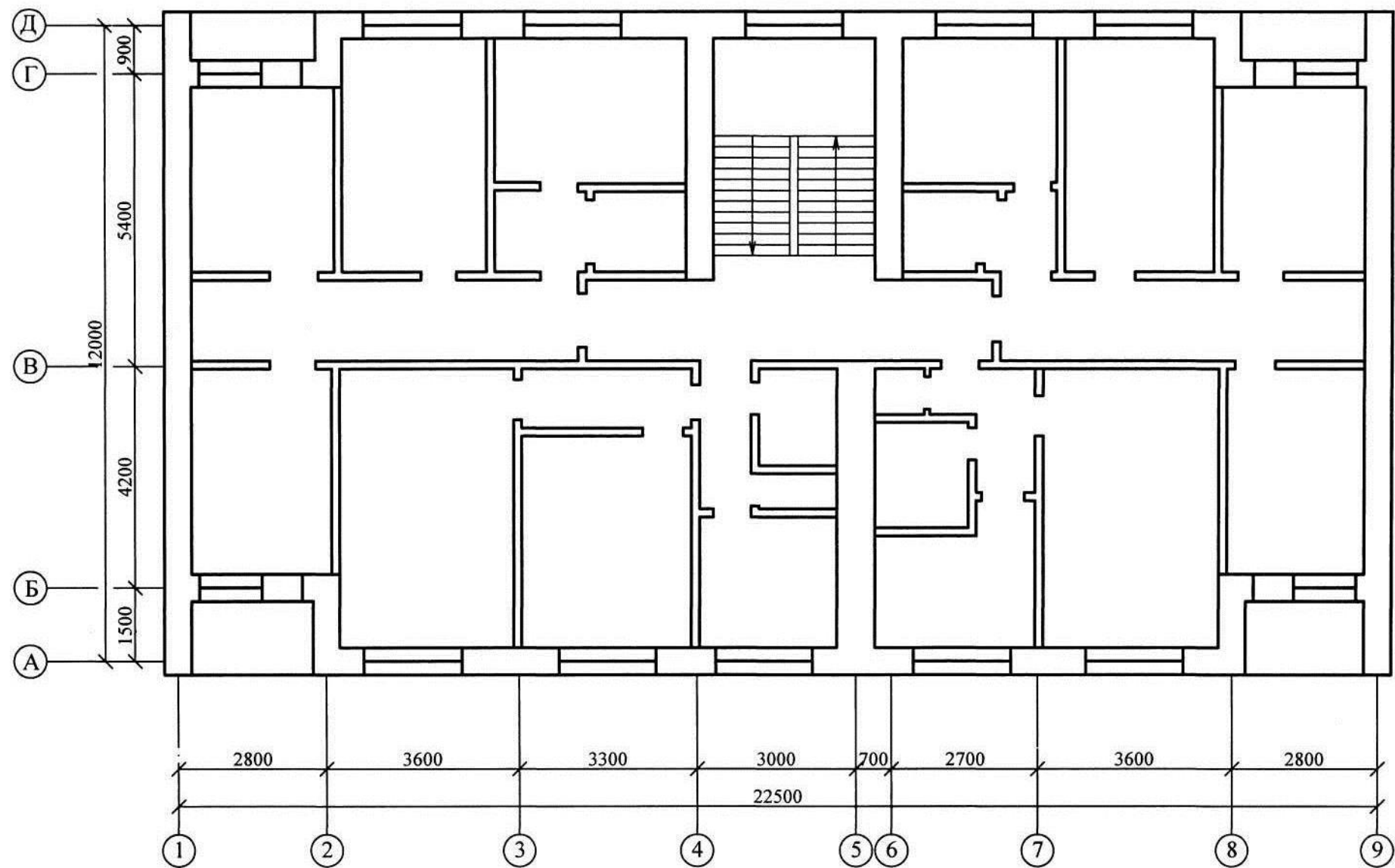
Вариант 0



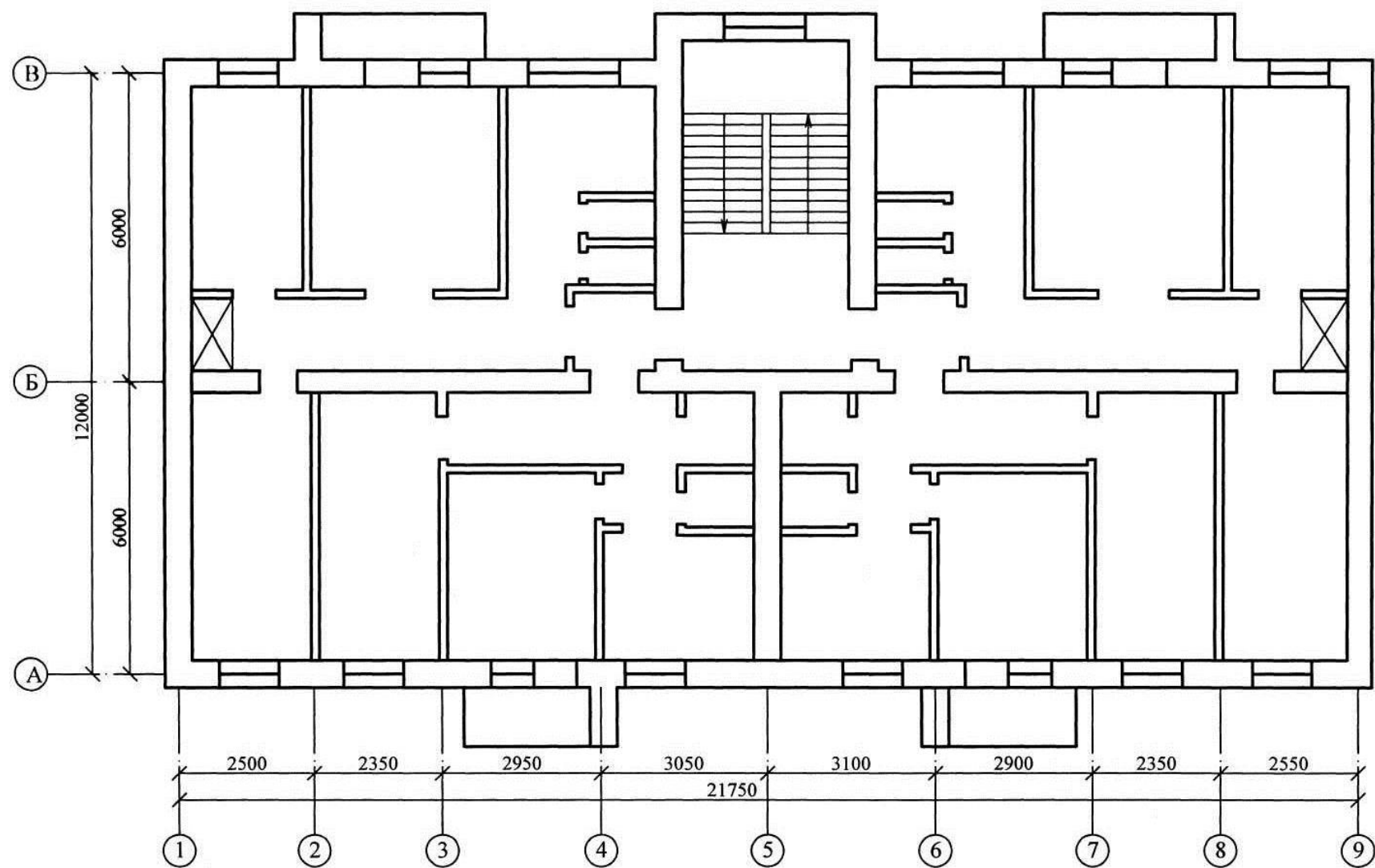
Вариант 1



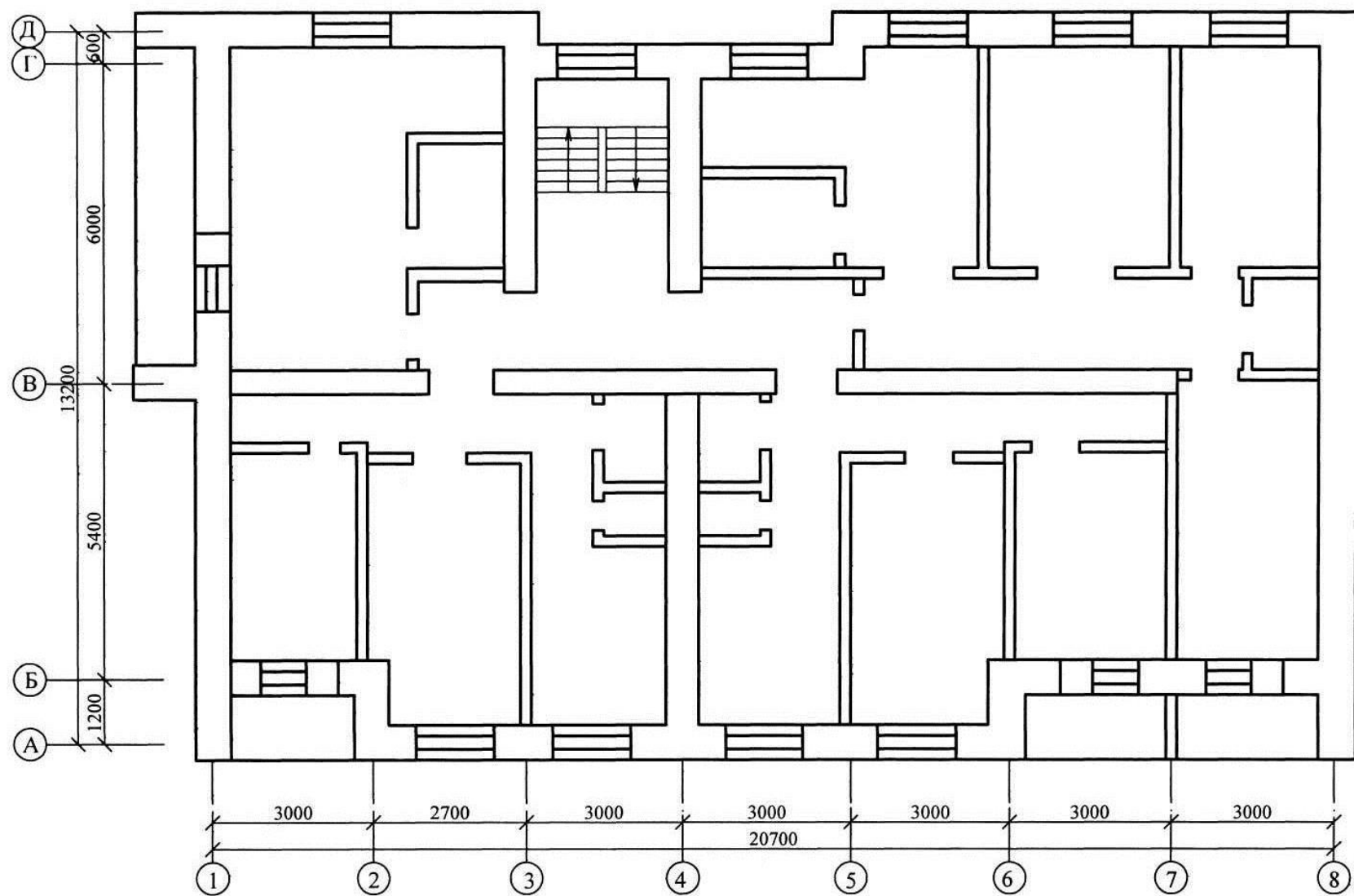
Вариант 2



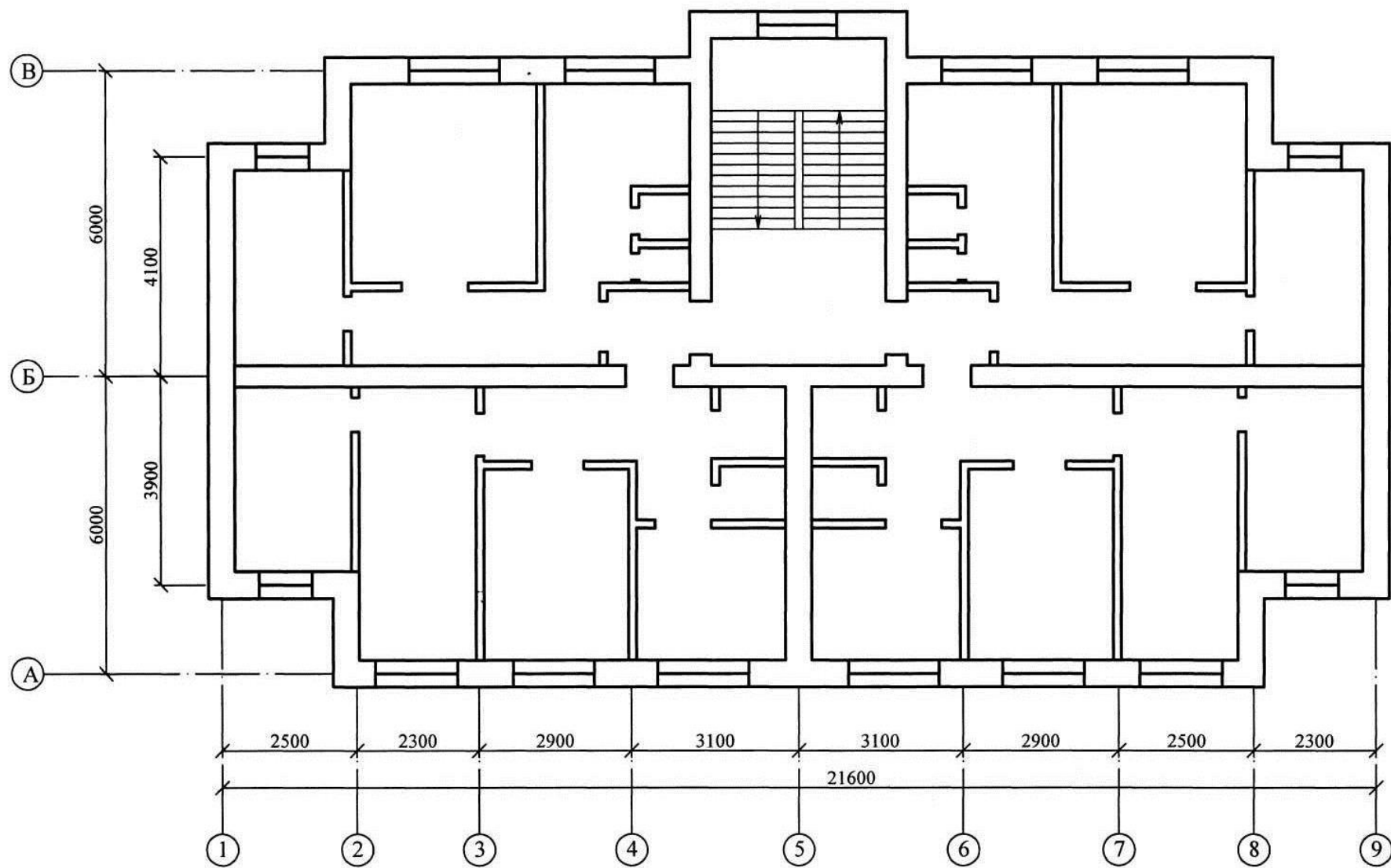
Вариант 5



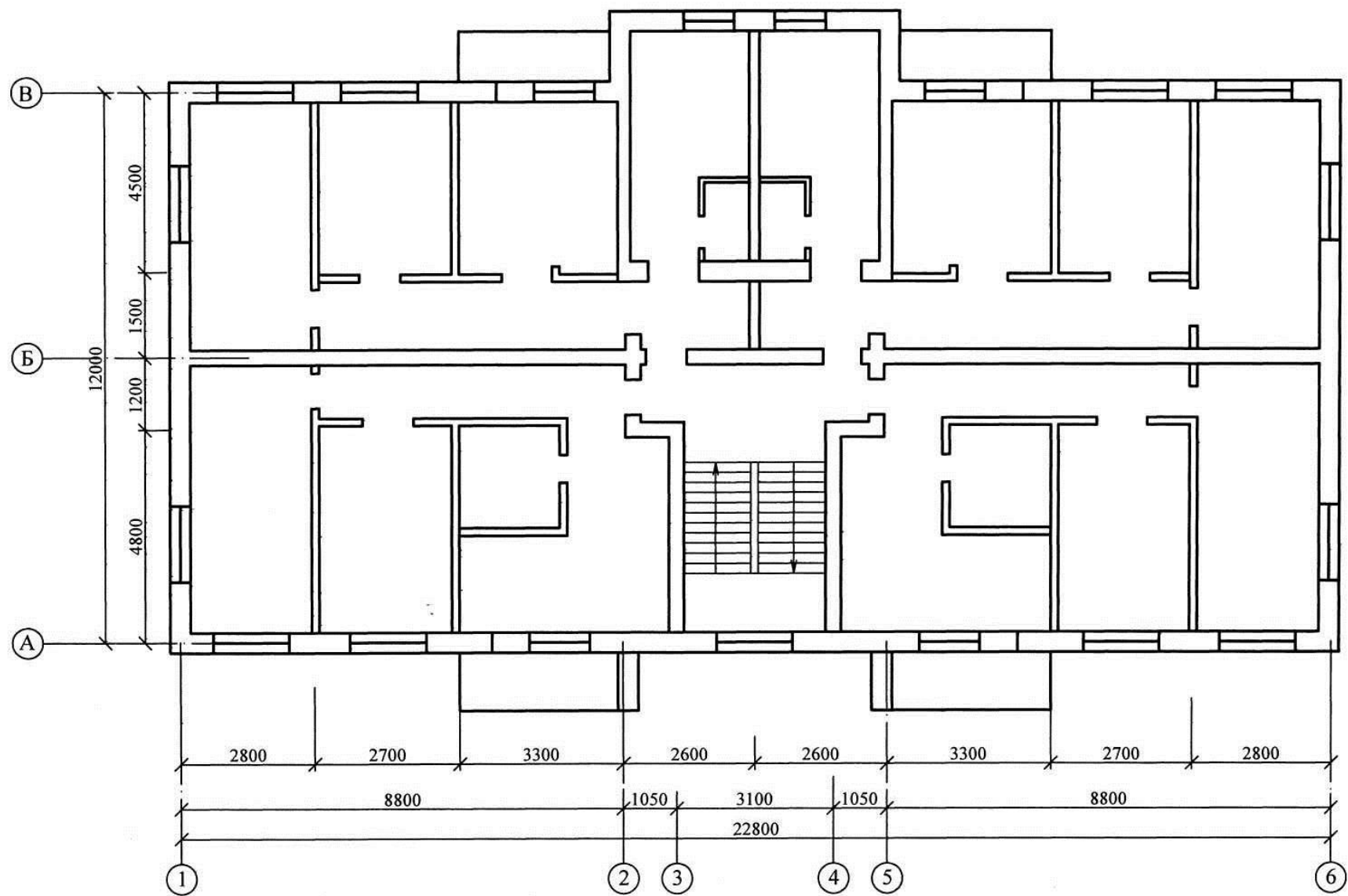
Вариант 4



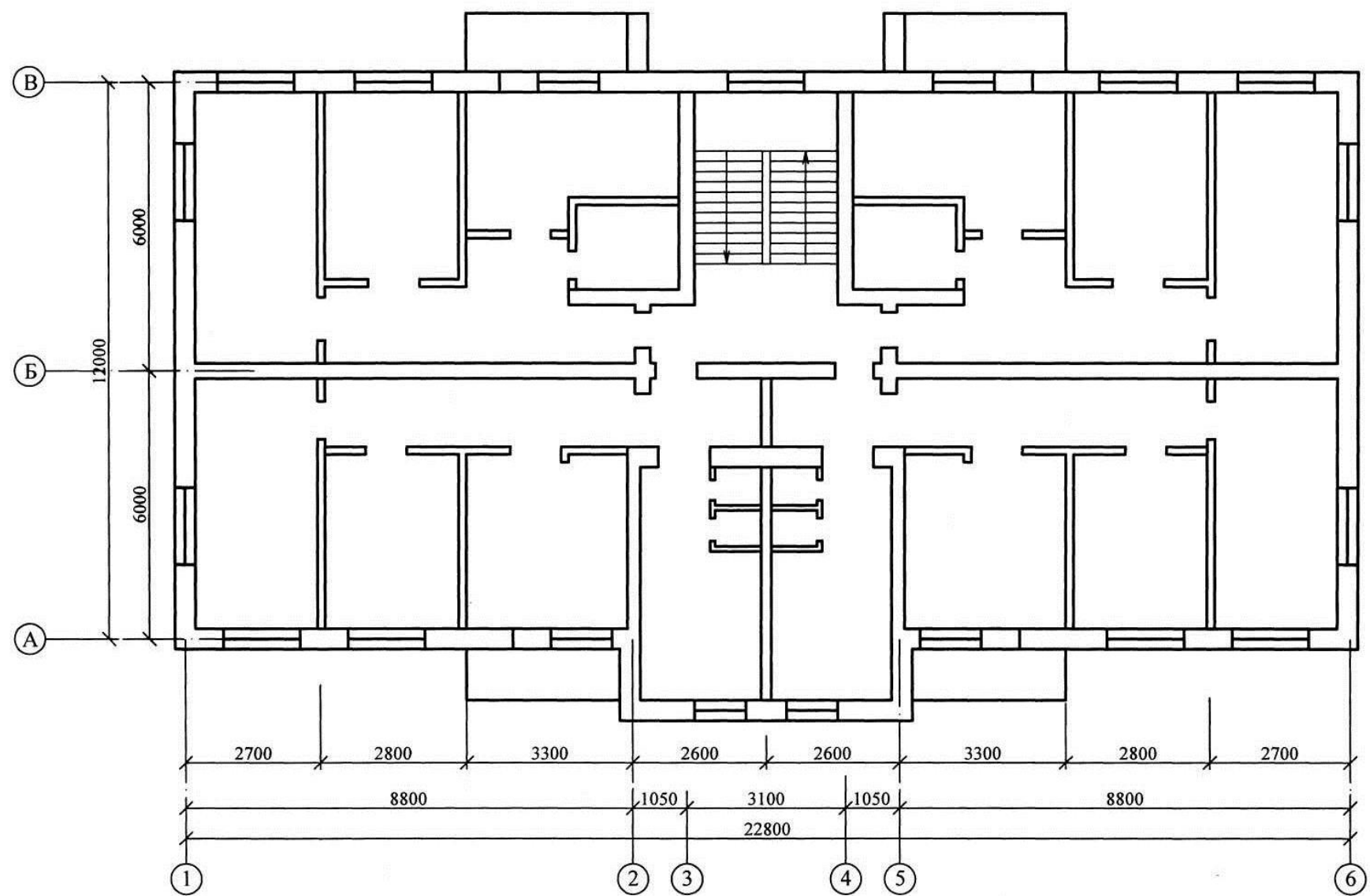
Вариант 5



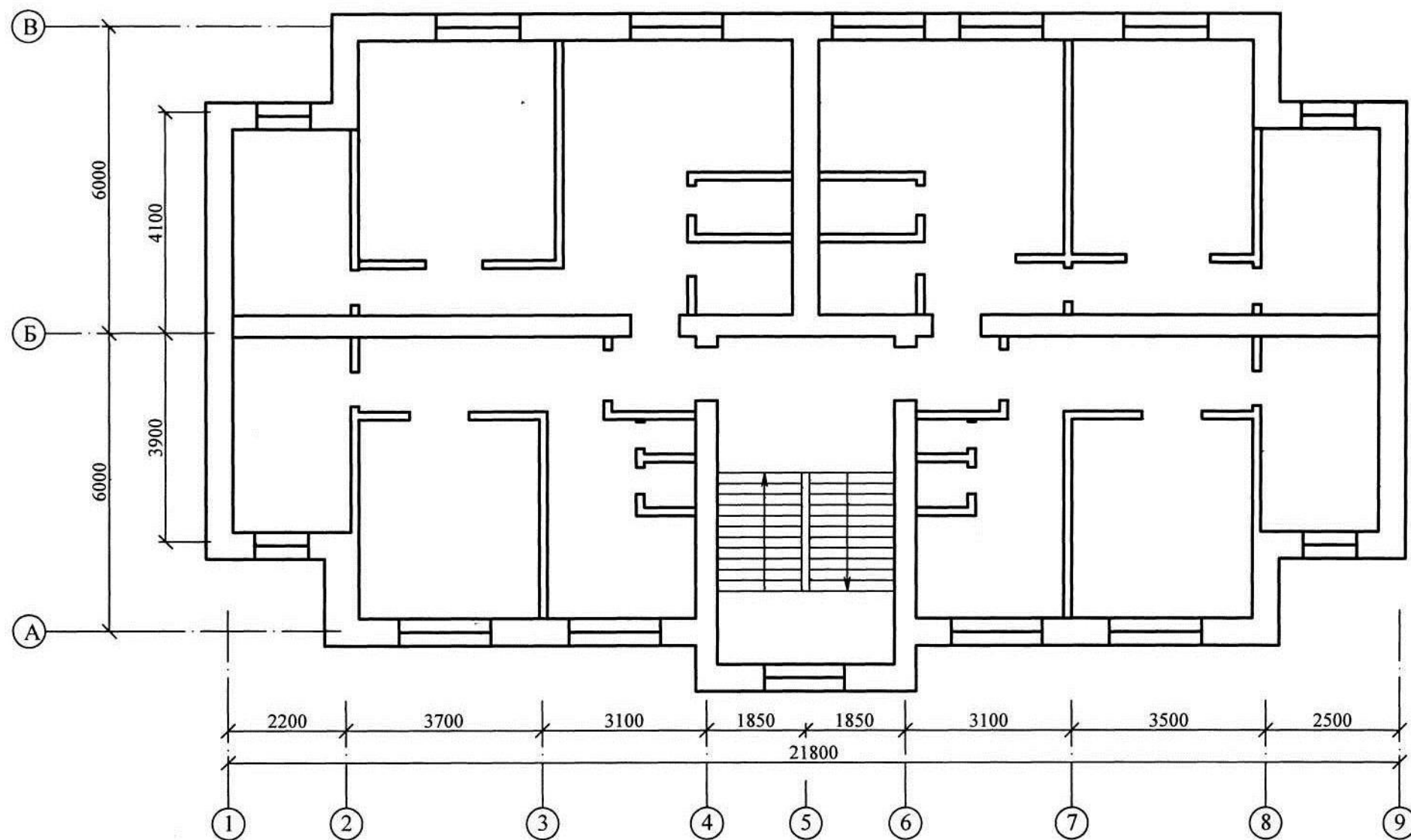
Вариант 6



Вариант 7



Вариант 8



Приложение Б

Таблица Б.1 – Форма таблицы для расчета потерь теплоты

№ помеще ния, назначе ние	Наружные ограждения						Добавки		$(1+\Sigma\beta)$	$Q_{o,,,}$,, Вт	$Q_i,$ Вт	$Q_{быт},$ Вт	$Q_{II}=\Sigma Q_o+Q_i-Q_{быт},$ Вт
	наимен ование	орие нтац ия	а, м	в, h, м	А, м ²	К, Вт/м ² °С	На сторо ны света	На врыва ние					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Таблица Б.2 – Форма таблицы гидравлического расчета трубопроводов водяного отопления

№ участка	$Q,$ Вт	$G,$ кг/ч	$d,$ мм	$l,$ м	$R,$ Па/м	$Rl,$ Па	$w,$ м/с	$P_o,$ Па	$\Sigma\xi$	$Z,$ Па	$Rl+Z,$ Па	Коэффициенты местных сопротивлений
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Пример выполнения графической части

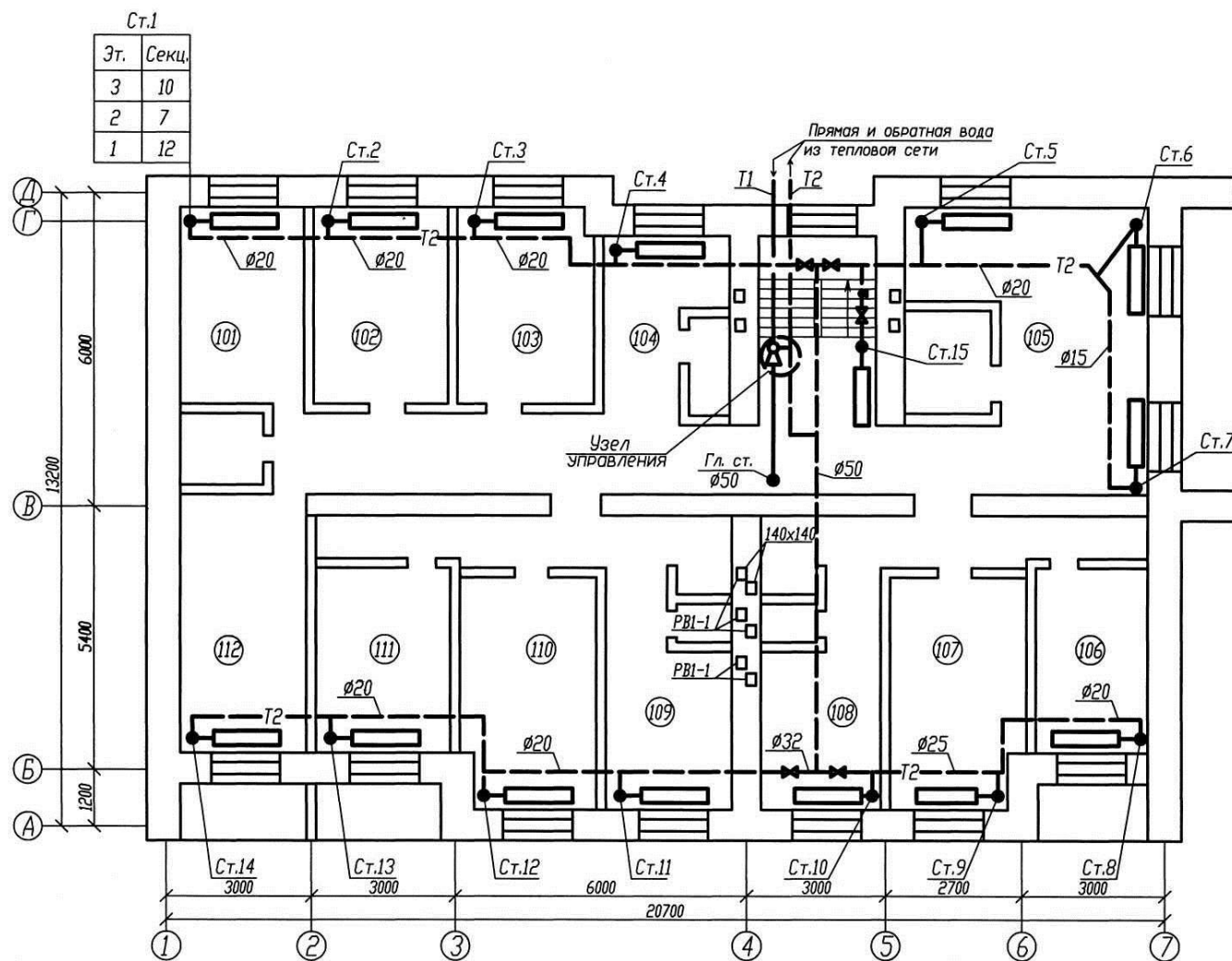


Рисунок В.1 – План типового этажа

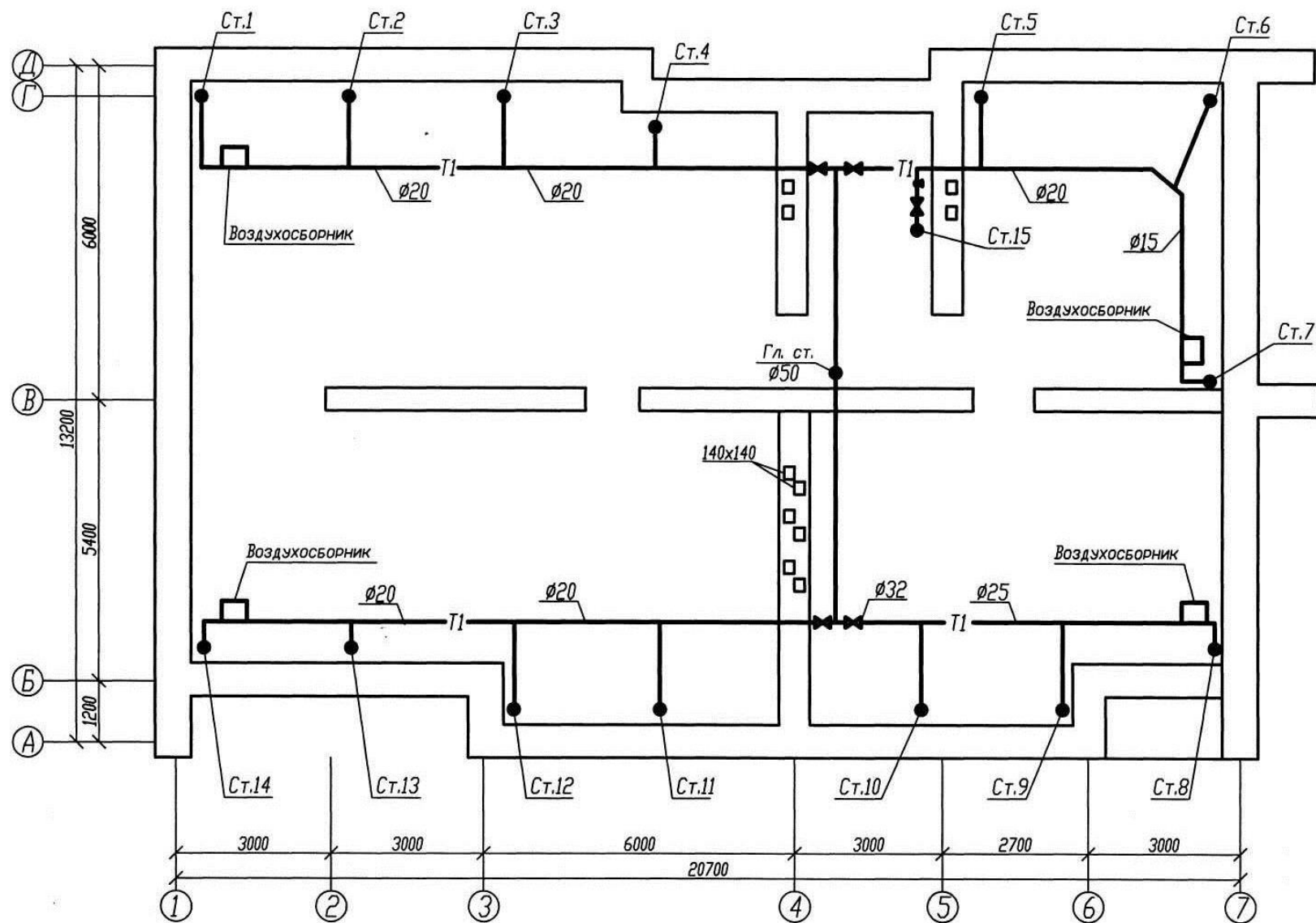


Рисунок В.2 – План чердака

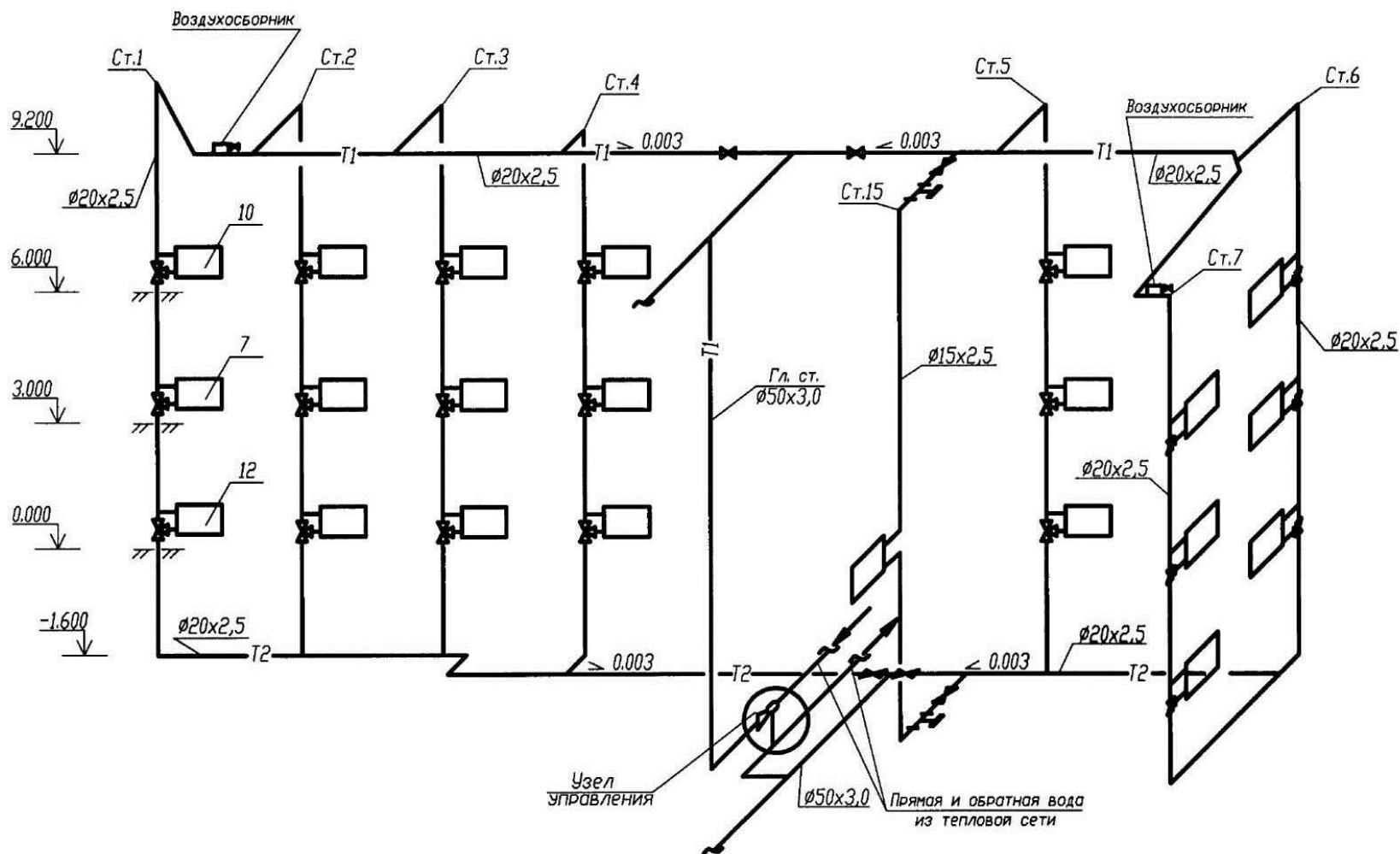


Рисунок В.3 – Аксонометрическая схема системы отопления

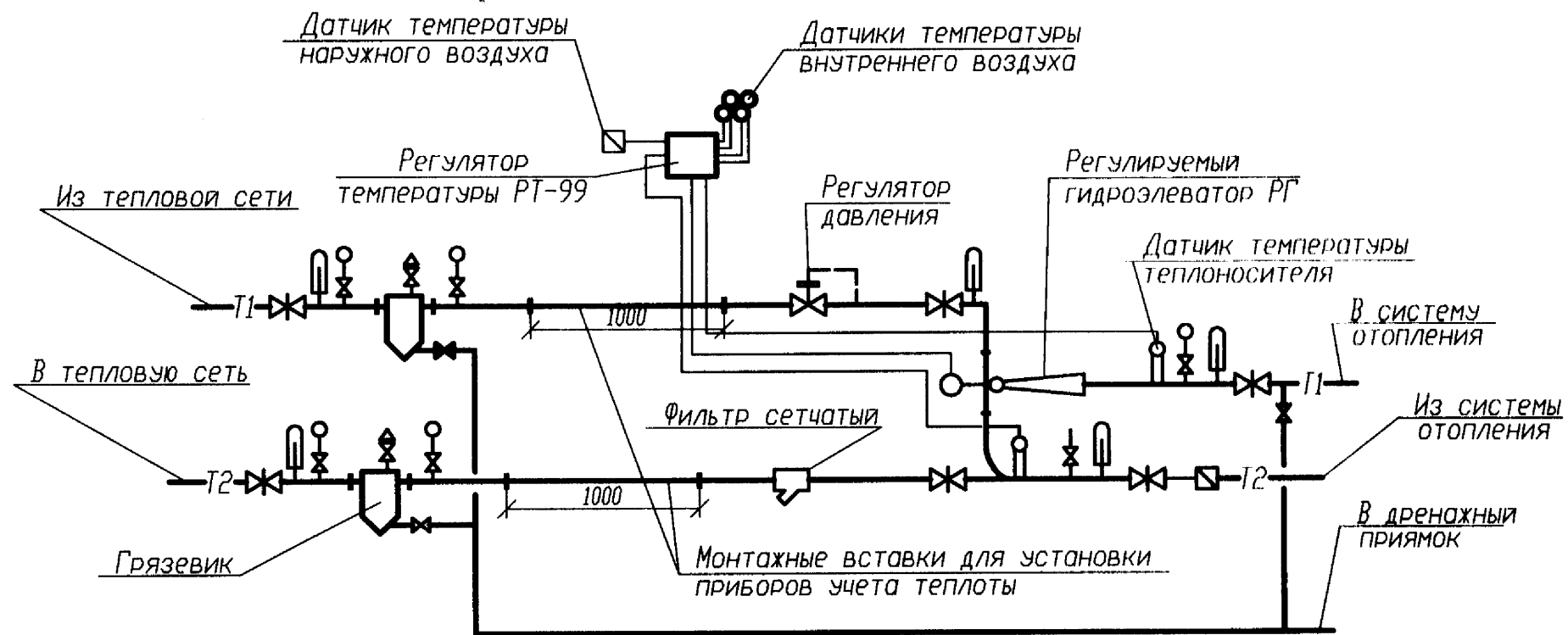


Рисунок В.4 – Принципиальная схема узла управления

Литература

1. СНиП 23-01-99. Строительные нормы и правила. Строительная климатология. - М.: Госстрой России, 2000. -158с.
2. СНиП 23.02-2003. Тепловая защита зданий. - М.: Госстрой России, 2004.
3. СП 23-101-2004. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой защиты зданий. - М.: Госстрой России, 2005. -132с.
4. СНиП 41-01-2003. Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирование. - М.: Госстрой России, 2004.- 100с.
5. СНиП 31-01-2003. Строительные нормы и правила. Здания жилые многоквартирные. - М.: Госстрой России, 2004.
6. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление/ под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. - М.: Стройиздат, 1990.- 344с.
7. Богословский В.Н., Щеглов В.П., Разумов Н.Н. Отопление и вентиляция. - М.: Стройиздат, 1980.- 296с.