

Министерство образования Республики Беларусь

УО «Полоцкий государственный университет»

В.А. ЗАФАТАЕВ

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Методические указания
к выполнению курсовой работы
для студентов специальности 69 01 01
«Архитектура»

Новополоцк
ПГУ
2010

УДК 696/697 И62

Одобрено и рекомендовано к изданию
методической комиссией инженерно-строительного факультета
в качестве методических указаний (протокол № 2 от 23.12.2010 г.)

Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

Рецензенты:

Т.И. КОРОЛЁВА, к.т.н., доцент, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции
С.И. ПИВОВАРОВА, к.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и
вентиляции

Подготовлены в соответствии с учебным планом и программой курса
«Инженерное оборудование зданий» специальности 69 01 01 «Архитектура» с
использованием действующей учебной и нормативной литературы.

© Зафатаев В.А., 2010
© УО «Полоцкий государственный университет», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие указания	4
1.1 Графическая часть	4
1.2 Расчётно-пояснительная записка	5
2 Инженерное оборудование многоквартирного жилого дома	6
2.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций	6
2.2 Определение потерь теплоты помещениями	14
2.3 Выбор системы отопления и её конструирование	24
2.4 Расчёт теплового потока для отопительных приборов одного стояка	27
2.5 Расчёт расхода теплоносителя и количества элементов для отопительных приборов	29
2.6 Выбор и конструирование системы вентиляции квартиры и её расчёт	33
2.7 Формирование санитарного узла, проектирование систем канализации, водоснабжения, мусороудаления, ливнеотвода	34
3 Отопление и вентиляция зального помещения	40
3.1 Расчёт теплопотерь и теплопоступлений в помещении	40
3.2 Расчёт системы отопления	45
3.3 Расчёт воздухообменов в тёплый и холодный периоды года	45
3.4 Конструирование и расчёт системы вентиляции	46
3.5 Подбор оборудования системы вентиляции	51
Список литературы	53
Приложения	54

1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Курсовая работа на тему «Инженерное оборудование зданий и сооружений» предназначена для закрепления теоретических знаний.

Курсовая работа состоит из двух разделов:

- инженерное оборудование многоквартирного жилого дома;
- отопление и вентиляция зального помещения.

1.1 Графическая часть

Графическая часть работы выполняется на листах формата А4 и содержит:

Жилой дом:

• план подвала с размещением трубопроводов систем отопления, водоснабжения и канализации;

• план типового этажа с размещением отопительных приборов, оборудования санузлов, трубопроводов систем, вентиляционных каналов;

• план чердака с размещением вентиляционных каналов, системы мусороудаления, трубопроводов систем отопления и канализации;

• аксонометрические проекции стояков систем водоснабжения, канализации, вентиляции и отопления.

Зальное помещение:

• план и характерный разрез помещения с нанесением оборудования систем отопления и вентиляции;

• план подвала или технического подполья с нанесением оборудования и воздуховодов системы вентиляции;

• аксонометрическая схема системы вентиляции.

Графическая часть выполняется в масштабе 1:100 с помощью технических средств черчения или с применением возможностей AutoCAD, Adobe Photoshop и других графических редакторов. Контуры строительных конструкций выполняются чёткими тонкими линиями, контуры оборудования инженерных систем – основной толстой линией. На листах, где размещаются планы зданий, должна быть стрелка «север-юг» для ориентации здания относительно сторон света. Все помещения на планах нумеруются – на первом этаже с номера 101, на втором с номера 201 и т. д. Номерные знаки помещений обводятся кружком.

Все чертежи выполняются в соответствии с требованиями действующей нормативной литературы /1, 2/.

1.2 Расчётно-пояснительная записка

Расчётно-пояснительная записка включает в себя:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание
- основные разделы
- список литературы.

Текст излагается на одной стороне листа бумаги формата А4 рукописным способом или с применением средств Microsoft Word. Пояснительная записка делится на разделы и подразделы. При оформлении пояснительной записки необходимо руководствоваться правилами, изложенными в /3/.

В разделе «Общая часть» приводятся:

- краткое описание здания (назначение, число этажей, местонахождение, характеристика основных конструкций, параметры теплоносителя в системе отопления, тип отопительных приборов, вид системы вентиляции);
- климатологические данные местности строительства (расчётные температуры, скорость ветра);
- микроклимат помещений (расчётные температуры и относительная влажность воздуха).

В разделе «Инженерное оборудование многоквартирного жилого дома» приводятся:

- теплотехнический расчёт ограждающих конструкций (расчёт толщины слоя утеплителя наружных стен, перекрытий чердачного и над подвалом, выбор заполнения оконных и дверных проёмов);
- расчёт теплопотерь и теплопоступлений некоторых помещений, составление теплового баланса помещений;
- выбор системы отопления и её конструирование;
- определение расчётного теплового потока и расхода теплоносителя для отопительных приборов одного стояка;
- расчёт отопительных приборов для стояков однотрубной и двухтрубной систем отопления;
- определение воздухообменов в помещениях;
- выбор системы вентиляции одной из квартир, её конструирование и расчёт;

- формирование санитарного узла, проектирование систем канализации, водоснабжения, мусороудаления.

В разделе «Отопление и вентиляция зального помещения» приводятся:

- расчёт теплотерь и теплопоступлений в помещении;
- расчёт системы отопления;
- расчёт воздухообменов в тёплый и холодный периоды года;
- конструирование и расчёт системы вентиляции;
- подбор оборудования системы вентиляции.

2 ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА

2.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

Целью данного раздела курсовой работы является определение толщины теплоизоляционного слоя и термического сопротивления теплопередаче строительной конструкции.

Термическое сопротивление теплопередаче многослойной конструкции (кроме световых проёмов) рассчитывается:

$$R_o = \frac{1}{a_g} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{l_i} + \frac{1}{a_n}, \quad (2.1)$$

где d_i – толщина слоя, м;

l_i – коэффициент теплопроводности материала конструкции в условиях эксплуатации, Вт/(м°С). Принимается по приложению А.1 /4/. Условия эксплуатации определяются по таблице 4.2 /4/ или по таблице 2.1.

Таблица 2.1

Относительная влажность внутреннего воздуха, %, при температуре t_b			Режим помещений	Условия эксплуатации ограждающих конструкций
До 12 °С включ.	Св. 12 °С до 24 °С включ.	Св. 24 °С		
до 60 включ.	до 50 включ.	до 40 включ.	Сухой	А
св. 60 до 75 включ.	св. 50 до 60 включ.	св. 40 до 50 включ.	Нормальный	Б
св. 75	св. 60 до 75 включ.	св. 50 до 60 включ.	Влажный	Б
-	св. 75	св. 60	Мокрый	Б

a_g – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/м²·°С, принимается по табл. 5.4 /4/;

$$a_g = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}.$$

a_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/м²·°С, принимается по табл. 5.7 /4/ или по таблице 2.2.

Таблица 2.2

Ограждающие конструкции	Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_n , Вт/(м ² ·°С)
1 Наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами	23
2 Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом	17
3 Перекрытия чердачные и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружные стены с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4 Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

Согласно /4/ расчётное значение термического сопротивления теплопередаче R_o необходимо принимать не менее требуемого $R_{т.тp}$ и не менее нормативного сопротивления теплопередаче $R_{т.норм}$.

Требуемое сопротивление теплопередаче рассчитывается по формуле

$$R_{т.тp} = \frac{n \cdot (t_в - t_n)}{a_в \cdot \Delta t_в}, \quad (2.2)$$

где n – коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, принимаемый по таблице 5.3 /4/ или по таблице 2.3;

$t_в$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая по таблице 4.1 /4/ или по таблице 2.4;

t_n – расчетная зимняя температура наружного воздуха, принимаемая по таблице 4.3 /4/ или по таблице 2.5 с учётом тепловой инерции

ограждающих конструкций D (за исключением заполнений проёмов) по таблице 5.2 /4/ или по таблице 2.6;

b_e – то же, что в формуле (2.1);

Δt_e – расчетный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, принимаемый по таблице 5.5 /4/ или по таблице 2.7.

Таблица 2.3

Ограждающие конструкции	Коэффициент n
1 Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом); чердачные перекрытия с кровлей из штучных материалов и перекрытия над проездами	1
2 Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; чердачные перекрытия с кровлей из рулонных материалов	0,9
3 Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4 Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5 Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенные ниже уровня земли	0,4

Таблица 2.4

Здания, помещения	Расчетная температура воздуха t_v , °С	Относительная влажность воздуха ϕ_v , %
Жилые здания	18	55
Общественные здания (кроме дошкольных и детских лечебных учреждений, помещений с влажным и мокрым режимами)	18	50
Здания дошкольных и детских лечебных учреждений	21	50
Залы ванн бассейнов	27	67
Административные и бытовые здания	18	50

Таблица 2.5

Расчетный период	Средняя температура наружного воздуха t_n , °С, по областям					
	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
Наиболее холодные сутки обеспеченностью 0,98	-31	-37	-32	-31	-33	-34
Наиболее холодные сутки обеспеченностью 0,92	-25	-31	-28	-26	-28	-29
Наиболее холодная пятидневка обеспеченностью 0,92	-21	-25	-24	-22	-24	-25

Таблица 2.6

Тепловая инерция ограждающей конструкции D	Расчетная зимняя температура наружного воздуха t_n , °С
До 1,5 включ.	Средняя температура наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98
Св. 1,5 до 4,0 включ.	То же, обеспеченностью 0,92
Св. 4,0 до 7,0 включ.	Средняя температура наиболее холодных трех суток
Св. 7,0	Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92

Таблица 2.7

Здания и помещения	Расчетный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности Δt_v , °С		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольям и
1 Здания жилые, больничных учреждений, домов-интернатов для престарелых и инвалидов; спальные корпуса общеобразовательных детских школ; здания детских садов, детских приемников-распределителей	6	4	2
2 Здания диспансеров и амбулаторно-поликлинических учреждений; учебные здания общеобразовательных детских школ	6	4,5	2,5
3 Общественные здания, кроме указанных в поз. 1 и 2, вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	7	5,5	2,5
4 Производственные здания с сухим режимом	$t_v - t_p$, но не более 10	$0,8(t_v - t_p)$, но не более 8	2,5
5 Производственные здания с нормальным режимом	$t_v - t_p$, но не более 8	$0,8(t_v - t_p)$, но не более 7	2,5
6 Производственные здания и помещения общественных зданий с влажным и мокрым режимами	$t_v - t_p$	$0,8(t_v - t_p)$	2,5
7 Производственные здания с избытками явной теплоты более 23 Вт/м^3 и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не более 50 %	12	12	2,5
Примечания: 1 t_v – то же, что в формуле (2.2). 2 t_p – точка росы, °С, при расчетных температуре и относительной влажности внутреннего воздуха.			

Нормативные сопротивления теплопередаче определяются в зависимости от типа ограждений по таблице 5.1 /4, изм.1/ или по таблице 2.8.

Таблица 2.8

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

Подставляя в формулу (2.1) значения термических сопротивлений отдельных слоёв заданной ограждающей конструкции и приравнивая значение сопротивления теплопередаче к нормативному $R_{т.норм}$, определяется толщина теплоизоляционного слоя ограждения.

Тепловая инерция конструкции ограждения рассчитывается:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{l_i} \cdot S_i, \quad (2.3)$$

где d_i , l_i – то же, что в формуле (2.1);

S_i – коэффициент теплоусвоения материала слоя конструкции в условиях эксплуатации (см. таблицу 2.1). Принимается по приложению А /4/ или по таблице П.1.

Расчётное термическое сопротивление теплопередаче заполнения оконного проёма R_o принимается по приложению Г /4/ или по приложению П.2. Требуемое термическое сопротивление – по таблице 5.6 /4/ или по таблице 2.9 в зависимости от разности температур ($t_v - t_{н5,0.92}$).

Нормативное термическое сопротивление $R_{т.норм}$ для наружных дверей не устанавливается. Требуемое рассчитывается по формуле:

$$R_{т.дв.}^{н.с.} = 0,6 R_{т.дв.}^{н.с.}, \quad (2.4)$$

Общее термическое сопротивление наружной двери принимается по таблице 2.7 /7/ равным $R_o = 0,43 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Таблица 2.9

Здания и помещения	Разность температуры внутреннего воздуха и средней температуры наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, °С	Требуемое сопротивление теплопередаче заполнений окон и балконных дверей $R_{т.пр}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$
1 Здания жилые, больничных учреждений, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, детских приемников-распределителей	Св. 25 до 44 включ.	0,39
	Св. 44 до 49 включ.	0,42
	Св. 49	0,53
2 Общественные здания, кроме указанных в поз. 1, производственные здания и помещения промышленных предприятий, за исключением помещений с влажным и мокрым режимами	До 30 включ.	0,15
	Св. 30 до 49 включ.	0,31
	Св. 49	0,48
3 Производственные здания с сухим или нормальным режимом	До 35 включ.	0,15
	Св. 35 до 49 включ.	0,31
	Св. 49	0,34
4 Производственные здания и помещения общественных зданий с влажным или мокрым режимом	До 30 включ.	0,15
	Св. 30	0,34
5 Производственные здания с расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не более 50 % и с избытками явной теплоты, Вт/м ³ :		
св. 23 до 50	До 49 включ.	0,15
	Св. 49	0,31
св. 50	Любая	0,15

Для внутренних дверей $R_{m.тр}$ и $R_{m.норм}$ не устанавливаются. По таблице 2.7 /7/ $R_o = 0,34 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Общее термическое сопротивление внутренних стен и перегородок рассчитывается:

$$R_o = \frac{2}{a_g} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{l_i}, \quad (2.5)$$

где a_g , d_i , l_i – те же, что в формуле (2.1).

$R_{m.норм}$ не устанавливается. $R_{m.тр}$ рассчитывается по формуле (2.2), а разница $(t_g - t_n)$ есть максимальный температурный перепад между расчётными температурами граничащих помещений, которые принимаются по приложению В /8/ или по таблице П.3.

2.2 Определение потерь теплоты помещениями

Потери теплоты через ограждающие конструкции помещений, Вт, следует определять путем суммирования потерь теплоты через отдельные ограждающие конструкции, рассчитанных по формуле

$$Q = \frac{F_{расч}}{R_{m.расч}} \cdot (t_g - t_{ext}) \cdot (1 + \sum b) \cdot n, \quad (2.6)$$

где $F_{расч}$ – расчетная площадь ограждающей конструкции, м^2 ;

$R_{m.расч}$ – расчётное термическое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$;

t_g – расчетная температура внутреннего воздуха, °C , принимаемая по приложению В /8/ или по таблице П.3;

t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года при расчете потерь теплоты через наружные ограждения или температура воздуха более холодного помещения при расчёте теплоты через внутренние ограждения, °C ;

b – добавочные потери теплоты в долях единицы, принимаются по таблице (2.10);

n – то же, что в формуле (2.2).

Таблица 2.10

Добавочные потери теплоты

Помещения, здания и сооружения	Виды ограждающих конструкций	Добавочные потери теплоты в долях единицы
Помещения в зданиях любого назначения	Наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные:	
	а) на север, восток, северо-восток и северо-запад;	0,1
	б) на юго-восток и запад	0,05
	в) на юг и юго-запад	0
Общественные и административно-бытовые здания при наличии в помещении двух наружных стен и более	Наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна.	0,05
Здания любого назначения при высоте здания Н, м	Наружные двери, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами:	
	а) тройные двери с двумя тамбурами между ними;	0,2Н
	б) двойные двери с тамбуром между ними;	0,27Н
	в) двойные двери без тамбура;	0,34Н
	г) одинарные двери	0,22Н
Здания любого назначения	Наружные ворота, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами:	
	а) при отсутствии тамбура;	3
	б) при наличии тамбура.	1

Площадь и линейные размеры ограждающих конструкций при расчёте потерь теплоты помещениями необходимо определять следующим образом:

а) площадь световых проёмов и дверей – по наименьшим размерам строительных проёмов в свету;

б) площадь потолков и полов – по размерам между осями внутренних стен и от внутренней поверхности наружных стен до оси внутренней стены;

в) высоту стен первого этажа:

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

от нижнего уровня подготовки для пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа при наличии пола на лагах;

от уровня нижней поверхности конструкции перекрытия над подвалом до уровня чистого пола второго этажа при наличии неотапливаемого подвала или подполья;

г) высоту стен промежуточного этажа – между уровнями чистых полов данного и вышележащего этажей;

д) высоту стен верхнего этажа:

от уровня чистого пола до верха утеплителя чердачного перекрытия при наличии чердака;

от уровня чистого пола до пересечения внутренней поверхности наружной стены с верхней плоскостью покрытия при отсутствии чердака;

е) длину наружных стен:

неугловых помещений – между осями внутренних стен;

угловых помещений – от внешних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен или до внешних поверхностей примыкающих наружных стен;

ж) длину внутренних стен – от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен или между осями внутренних стен.

Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха следует определять по формуле

$$Q = 0,28 \cdot L_n \cdot r_{H5,0.92} \cdot c \cdot (t_g - t_{H5,0.92}), \quad (2.7)$$

где L_n – расход удаляемого воздуха, м³/ч, не компенсируемый подогретым приточным воздухом; для жилых зданий принимается равным 3 м³/ч на 1 м² площади жилых помещений и кухни;

$r_{H5,0.92}$ – плотность наружного воздуха при расчётной температуре, равной температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92

(см. табл. 2.5), $r_{H5,0.92} = \frac{353}{273 + t_{H5,0.92}}$, кг/м³;

c – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/кг·°С;

t_g – то же, что в формуле (2.6).

При определении расчетных потерь теплоты помещениями из теплопотерь этих помещений следует вычитать тепловыделения –

тепловой поток, регулярно поступающий от электрических приборов, освещения, технологического оборудования и других источников.

При этом тепловой поток, поступающий в комнаты и кухни жилых домов, следует принимать 21 Вт на 1 м² площади пола помещений.

Весь расчет теплопотерь помещений сводится в таблицу 2.11 (см. пример 1). В графу 3 заносятся расчётные температуры помещений (см. таблицу П.3). В графе 4 ограждения обычно обозначаются условными знаками (НС – наружная стена, ТО – окно с тройным остеклением, ПЛ – пол, ПТ – потолок, ВС – внутренняя стена, ВД – внутренняя дверь, НД – наружная дверь и т. д.) В графе 5 указывается ориентация ограждения по сторонам света (С – север, СВ – северо-восток, СЗ – северо-запад и т.д.). В графу 8 заносят площади окон и дверей, которые следует вычесть из площади стен. В графу 13 – значения добавочных потерь теплоты из таблицы 2.10. В графе 19 записываются теплопотери помещения – суммарные теплопотери отдельных ограждений (графа 16), сложенные с потерями теплоты на инфильтрацию (графа 17) и уменьшенные на величину тепловыделений (графа 18).

Пример 1.

Произведём теплотехнический расчёт ограждающих конструкций многоквартирного жилого дома, расположенного в г.Лепель. Элементы ограждающих конструкций:

Наружные стены:

несущий слой – кирпич силикатный $r = 1700 \text{ кг/м}^3$, толщина $d = 0,38 \text{ м}$;

утеплитель – пенополиуретан $r = 60 \text{ кг/м}^3$, толщина определяется расчётом.

Перекрытие чердачное и над подвалом:

несущий слой – керамзитобетон $r = 1800 \text{ кг/м}^3$, толщина $d = 0,22 \text{ м}$;

утеплитель – плиты из резольнофенолформальдегидного пенопласта $r = 100 \text{ кг/м}^3$, толщина определяется расчётом.

Тип эксплуатации ограждений по влажностному режиму – нормальный.

1) Наружная стена

Термическое сопротивление теплопередаче по формуле (2.1):

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,38}{1,07} + \frac{1}{23} = R_{т.норм} = 3,2, \text{ откуда } x = 0,11 \text{ м.}$$

Коэффициенты теплопроводности I_i и теплоусвоения S_i материалов конструкции принимаем по таблице П.1 в зависимости от условий эксплуатации ограждения.

Уточнённое термическое сопротивление:

$$R_{\text{уточн}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,11}{0,041} + \frac{0,38}{1,07} + \frac{1}{23} \approx 3,2 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

Толщина наружной стены $d = 0,38 + 0,11 = 0,49$ м.

Тепловая инерция конструкции по формуле (2.3):

$$D = \frac{0,11}{0,041} \cdot 0,55 + \frac{0,38}{1,07} \cdot 10,29 = 5,13.$$

Т.к $4,0 < 5,13 < 7,0$, то по таблице 2.6 расчётная зимняя температура наружного воздуха t_n будет равна температуре наиболее холодных трёх суток для г.Лепель (Витебская область) обеспеченностью 0.92 (см. таблицу 2.5).

Требуемое термическое сопротивление конструкции по формуле (2.2):

$$R_{\text{т.тп}} = \frac{1 \cdot \left(18 - \frac{-31 + (-25)}{2} \right)}{8,7 \cdot 6} = 0,881 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

Т.к. $R_{\text{уточн}} = R_{\text{т.норм}} > R_{\text{т.тп}}$, то в расчёт для наружных стен принимаем $R_o = 3,2 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$.

2) Чердачное перекрытие

Термическое сопротивление теплопередаче по формуле (2.1):

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{x}{0,076} + \frac{0,22}{0,92} + \frac{1}{12} = R_{\text{т.норм}} = 6,0, \text{ откуда } x = 0,43 \text{ м.}$$

Уточнённое термическое сопротивление:

$$R_{\text{уточн}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,43}{0,076} + \frac{0,22}{0,92} + \frac{1}{12} \approx 6,1 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Толщина чердачного перекрытия $d = 0,22 + 0,43 = 0,65$ м.

Тепловая инерция конструкции по формуле (2.3):

$$D = \frac{0,43}{0,076} \cdot 1,18 + \frac{0,22}{0,92} \cdot 12,33 = 9,62.$$

Т.к. $9,62 > 7,0$, то по таблице 2.6 расчётная зимняя температура наружного воздуха t_n будет равна температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.92 (см. таблицу 2.5).

Требуемое термическое сопротивление конструкции по формуле (2.2):

$$R_{\text{т.тп}} = \frac{0,9 \cdot (18 - (-25))}{8,7 \cdot 4} = 1,112 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Т.к. $R_{\text{уточн}} > R_{\text{т.норм}} > R_{\text{т.тп}}$, то в расчёт для чердачного перекрытия принимаем $R_o = 6,1 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$.

3) Перекрытие над подвалом

Термическое сопротивление теплопередаче по формуле (2.1):

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{x}{0,076} + \frac{0,22}{0,92} + \frac{1}{6} = R_{\text{т.норм}} = 2,5, \text{ откуда } x = 0,15 \text{ м.}$$

Уточнённое термическое сопротивление:

$$R_{\text{уточн}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,076} + \frac{0,22}{0,92} + \frac{1}{6} \approx 2,5 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Толщина чердачного перекрытия $d = 0,22 + 0,15 = 0,37$ м.

Тепловая инерция конструкции по формуле (2.3):

$$D = \frac{0,15}{0,076} \cdot 1,18 + \frac{0,22}{0,92} \cdot 12,33 = 5,28.$$

Т.к. $4,0 < 5,28 < 7,0$, то по таблице 2.6 расчётная зимняя температура наружного воздуха t_n будет равна температуре наиболее холодных трёх суток обеспеченностью 0.92 (см. таблицу 2.5).

Требуемое термическое сопротивление конструкции по формуле (2.2):

$$R_{m.мп} = \frac{0,6 \cdot \left(18 - \frac{-31 + (-25)}{2} \right)}{8,7 \cdot 2} = 1,586 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Т.к. $R_{уточн} = R_{m.норм} > R_{m.мп}$, то в расчёт для чердачного перекрытия принимаем $R_o = 2,5 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$.

4) Заполнение оконных проёмов

Т.к. $(t_g - t_{н5,0.92}) = 18 - (-25) = 43 \text{ °C}$, то требуемое термическое сопротивление заполнения оконного проёма по таблице 2.9

$R_{m.мп} = 0,39 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$. Нормативное термическое сопротивление по таблице

2.8 составляет $R_{m.норм} = 1,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$. По приложению П.2 устанавливаем

двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление в отдельных переплётах с пенополиуретановым уплотнителем, расчётное термическое

сопротивление теплопередаче которых $R_o = 1,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$.

5) Наружные двери.

Требуемое термическое сопротивление по формуле (2.4):

$$R_{m.мп}^{н.дв.} = 0,6 \cdot 0,881 = 0,529 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Т.к. общее термическое сопротивление наружной двери принято по таблице 2.7 /7/ равным $R_o = 0,43 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, то дверь необходимо утеплить строительным волокном до достижения значения $R_{m.mp}^{н.дв.}$.

б) Внутренние стены и перегородки

В здании имеются внутренние стены толщиной 0,38 м и 0,25 м, а также перегородки толщиной 0,12 м. Общее термическое сопротивление внутренних стен и перегородок по формуле (2.5):

$$R_o = \frac{2}{8,7} + \frac{0,38}{1,07} = 0,585 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}},$$

$$R_o = \frac{2}{8,7} + \frac{0,25}{1,07} = 0,464 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}},$$

$$R_o = \frac{2}{8,7} + \frac{0,12}{1,07} = 0,342 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Требуемое термическое сопротивление по формуле (2.2):

$$R_{m.mp} = \frac{1 \cdot (25 - 16)}{8,7 \cdot 6} = 0,172 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}},$$

где 25°C и 16°C – температуры соответственно в совмещённом узле и коридоре (см. таблицу П.3), которые отделены друг от друга общей стенкой.

Теплопотери одного из угловых помещений здания (см. рисунок 1) рассчитываем по принципу, описанному в пункте 2.2, а результаты расчётов сводим в таблицу 2.11.

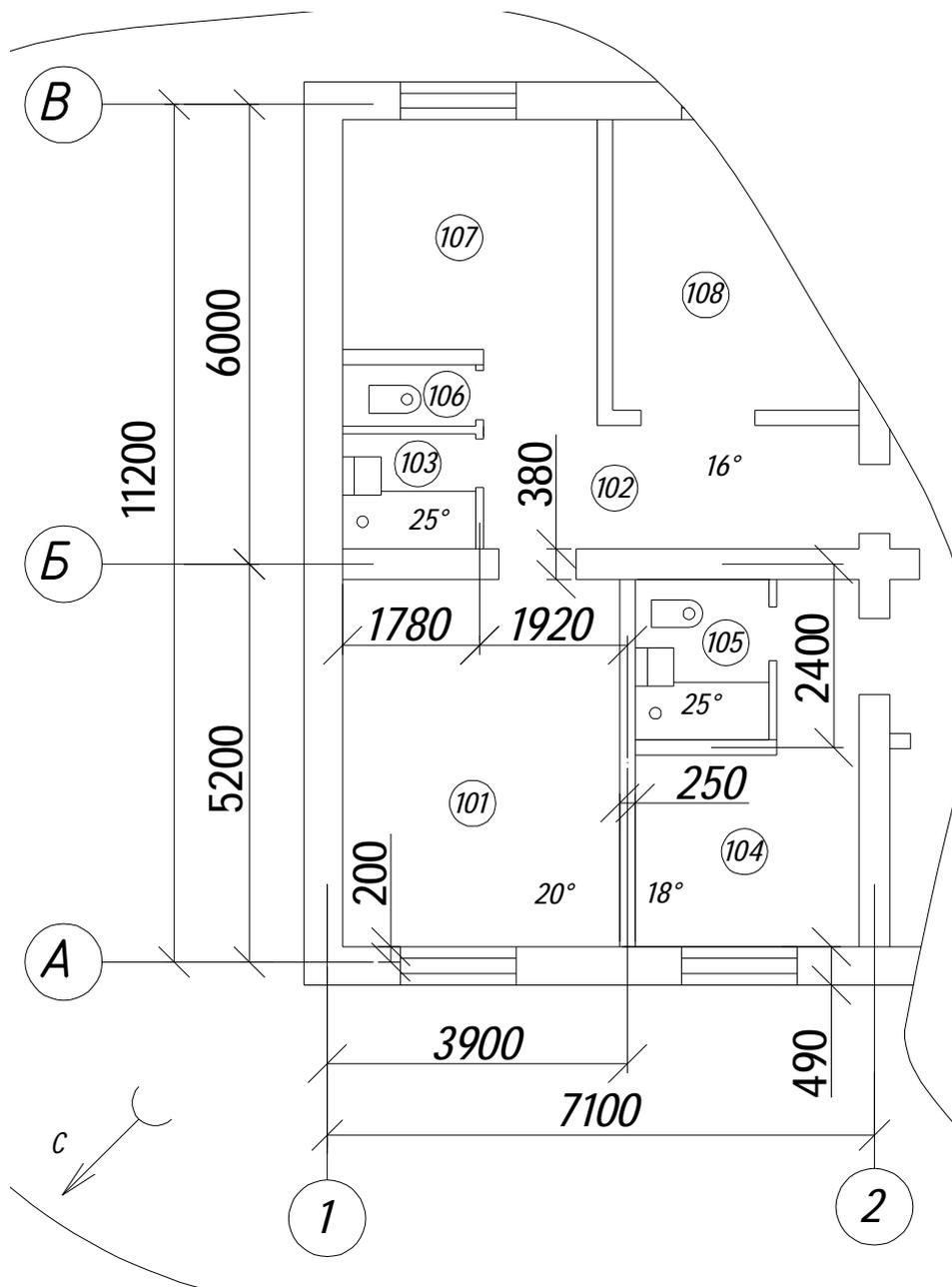


Рисунок 1 – К расчёту теплотерь помещения №101

Таблица 2.11 - Тепловой баланс помещений																								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19						
Номер помещения	Наим помещения	Температура внутр воздуха	Вид ограждения	Ориентация	Линейные размеры (м)	Площадь ограждения	Вычитаемая площадь	Расчётная площадь $F_{рас}$	Сопротивление теплопередаче R_0	Разность т-р ($t_{в} - t_{нв}$)	Коэффициент	на стороны света	прочие	сумма добавок	Потери теплоты ограждением, Вт	Потери теплоты на инфльтрацию	Тепловыделение в помещении, Вт	Потери теплоты помещением, Вт						
жидкой																								
101	ЖК	20	НС	СВ	5,49	х 3,37	18,50	-	18,50	3,2	45	1	0,1	-	0,1	286,192								
			НС	СЗ	4,19	х 3,37	14,12	2,25	11,87	3,2	45	1	0,1	-	0,1	183,619								
			ТО	СЗ	1,50	х 1,50	2,25	-	2,25	1	45	1	0,1	0,1	-	0,1	111,375							
			ПД	-	3,70	х 5,00	18,50	-	18,50	2,5	45	0,6	-	-	-	-	199,800							
			ВС 105	-	2,40	х 3,37	8,09	-	8,09	0,464	-5	1	-	-	-	-	-87,155							
			ВС 103	-	1,78	х 3,37	6,00	-	6,00	0,585	-5	1	-	-	-	-	-51,270							
			ВС 102	-	1,92	х 3,37	6,47	1,89	4,58	0,585	4	1	-	-	-	-	31,319							
ВД 102	-	0,90	х 2,10	1,89	-	1,89	0,34	4	1	-	-	-	-	22,235										
301	ЖК	20	НС	СВ	5,49	х 3,00	16,47	-	16,47	3,2	45	1	0,1	-	0,1	254,770								
			НС	СЗ	4,19	х 3,00	12,57	2,25	10,32	3,2	45	1	0,1	-	0,1	159,638								
			ТО	СЗ	1,50	х 1,50	2,25	-	2,25	1	45	1	0,1	0,1	-	0,1	111,375							
			ВС 305	-	2,40	х 3,00	7,20	-	7,20	0,464	-5	1	-	-	-	-	-77,586							
			ВС 303	-	1,78	х 3,00	5,34	-	5,34	0,585	-5	1	-	-	-	-	-45,641							
			ВС 302	-	1,92	х 3,00	5,76	1,89	3,87	0,585	4	1	-	-	-	-	26,462							
			ВД 302	-	0,90	х 2,10	1,89	-	1,89	0,34	4	1	-	-	-	-	22,235							
501	ЖК	20	НС	СВ	5,49	х 3,43	18,83	-	18,83	3,2	45	1	0,1	-	0,1	291,287								
			НС	СЗ	4,19	х 3,43	14,37	2,25	12,12	3,2	45	1	0,1	-	0,1	187,508								
			ТО	СЗ	1,50	х 1,50	2,25	-	2,25	1	45	1	0,1	0,1	-	0,1	111,375							
			ПД	-	3,70	х 5,00	18,50	-	18,50	6	45	0,9	-	-	-	-	124,875							
			ВС 505	-	2,40	х 3,43	8,23	-	8,23	0,464	-5	1	-	-	-	-	-88,707							
			ВС 503	-	1,78	х 3,43	6,11	-	6,11	0,585	-5	1	-	-	-	-	-52,183							
			ВС 502	-	1,92	х 3,43	6,59	1,89	4,70	0,585	4	1	-	-	-	-	32,107							
ВД 502	-	0,90	х 2,10	1,89	-	1,89	0,34	4	1	-	-	-	-	22,235										
																995,37	388,5			1302,989				
																995,37	388,5			1058,127				
																995,37	388,5			1235,372				

2.3 Выбор системы отопления и её конструирование

Указания к выбору системы отопления для зданий различного назначения производится по приложению Л /5/.

В жилищно-гражданском строительстве наибольшее распространение получили системы водяного отопления как наиболее гигиеничные, совершенные в эксплуатации и регулируемые в широких пределах в зависимости от температуры наружного воздуха.

Системы водяного отопления монтируют однотрубными и двухтрубными, с вертикальным и горизонтальным расположением трубопроводов, с верхней и нижней прокладкой подающей магистрали, с тупиковым и попутным движением воды в подающей и обратной магистралях.

Движение теплоносителя в подающих (разводящих) и обратных (сборных) магистралях может совпадать по направлению или быть встречным. В зависимости от этого системы отопления называют системами с тупиковым (встречным) и попутным движением воды в магистралях. При попутном движении теплоноситель в подающей и обратной магистралях движется в одном направлении. При тупиковом движении теплоноситель в подающей магистрали течёт в одном, а в обратной – в противоположном направлении.

В зависимости от места прокладки магистралей различают системы с верхней разводкой, когда подающая магистраль расположена выше отопительных приборов, и с нижней разводкой, когда подающая и обратная магистрали проложены ниже приборов. Существуют также системы с «опрокинутой» циркуляцией теплоносителя, когда подающая магистраль находится ниже, а обратная выше отопительных приборов.

Однотрубные системы дополнительно подразделяются на проточные и непроточные. Проточные системы бывают регулируемые (с трёхходовыми кранами на осевых и смещённых замыкающих участках) и нерегулируемые. В непроточных системах (с осевыми или смещёнными замыкающими участками) устанавливают регулирующие проходные краны на подводках к отопительным приборам. Однотрубные проточные нерегулируемые системы водяного отопления наиболее экономичны, но применяются в зданиях, где не требуется регулирование температуры воздуха отдельных помещений.

При выборе системы отопления необходимо учитывать объёмно-планировочное решение здания, его назначение, а также область рационального применения той или иной системы отопления.

Системы с нижней разводкой магистралей следует применять в первую очередь в бесчердачных зданиях с совмещенными кровлями. В зданиях с чердаками следует применять системы с верхней разводкой. Двухтрубные вертикальные системы с верхней разводкой вследствие неизбежной начальной разрегулировки применяют в зданиях высотой не более 3 этажей, с нижней разводкой в зданиях не более 7 этажей. Кроме того они трудоёмки в монтаже. Однотрубные горизонтальные системы применяют в зданиях малой этажности при их большой протяженности в плане и в зданиях большой этажности при наличии удлиненных светопроемов. Выполняются однотрубные горизонтальные системы обычно с рабочими замыкающими участками, проточные регулируемые системы отопления распространения не получили из-за затруднений при установке и пользовании трехходовыми кранами, а также при спуске воды из ветвей.

Вертикальные однотрубные системы с "опрокинутой" циркулирующей воды применяют в чердачных зданиях повышенной этажности (десять и более этажей).

Наиболее индустриальной в монтаже является однотрубная система с присоединением отопительных приборов к стояку с одной стороны.

Не менее чем у 50% отопительных приборов, устанавливаемых в одном помещении, следует устанавливать регуливающую арматуру (трехходовые или шаровые краны, краны двойной регулировки, проходные краны, автоматические терморегуляторы) за исключением приборов в помещениях, где имеется опасность замерзания теплоносителя.

Трубы систем водяного отопления предназначены для подачи в приборы и отвода из них необходимого количества теплоносителя. Поэтому их называют теплопроводами. Теплопроводы вертикальных систем отопления подразделяют на магистрали, стояки и подводки. Теплопроводы горизонтальных систем, кроме магистралей, стояков и подводок, имеют горизонтальные ветви. Прокладку трубопроводов предпочтительно делать открытой. Т.к. поверхность труб нагрета, то теплоотдачу трубопроводов учитывают при определении площади отопительных приборов.

Размещение магистрали зависит от назначения и ширины здания, а также вида принятой системы отопления. В гражданских зданиях шириной более 9 м рационально использовать две разводящие магистрали вдоль каждой фасадной стены. В системах с верхней разводкой подающие

магистралей прокладываются на чердаке на расстоянии $1\div 1,5$ м от наружных стен, обратные – в подвале.

В системах отопления следует устанавливать арматуру на стояках и ветвях, предназначенную для их отключения, если требуется провести ремонтные работы во время отопительного сезона. В зданиях с числом этажей 4 и более на каждом стояке предусматривают краны со штуцерами для присоединения гибких шлангов. В горизонтальных системах отопления применяют устройства для их опорожнения на каждом этаже зданий с любым числом этажей. На стояках лестничных клеток арматуру устанавливают независимо от числа этажей.

Отопительные приборы размещают так, чтобы был обеспечен их осмотр, прочистка и ремонт. Следует применять открытую установку приборов. Для присоединения отопительного прибора к стояку (ветви в горизонтальных системах) применяют унифицированные односторонние горизонтальные подводки длиной до 400 мм. При этом стояк размещают на расстоянии 150 ± 50 мм от откоса оконного проёма и $35\div 55$ мм от поверхности оштукатуренной стены до оси стояка при его диаметре до 32 мм включительно, /10/.

Вертикальные трубопроводы двухтрубных систем отопления размещают на расстоянии $60\div 80$ мм между осями труб.

В местах пересечения междуэтажных перекрытий трубы заключают в гильзы для обеспечения свободного их перемещения вследствие теплового удлинения, /10/. Зазор между внутренней стенкой гильзы и наружной стенкой трубы должен быть не менее 5 мм для труб диаметром до 32 мм включительно.

Горизонтальные однострунные ветви размещают под отопительными приборами у пола на таком же расстоянии от поверхности стен, как и стояки, и без уклона, если обеспечена скорость движения воды в них более 0,25 м/с.

Конструирование системы отопления начинают с размещения теплового центра, теплопроводов, отопительного оборудования в здании. При размещении труб принимают решения по направлению и величине уклона, компенсации удлинения и тепловой изоляции, организации сбора и удаления воздуха, спуску и наполнению водой системы, выбору и расположению арматуры, /7/.

На планах подвального и чердачного помещений показывают магистрали, стояки с номерами, ввод наружных теплопроводов, запорную арматуру, участки с тепловой изоляцией, /7/.

2.4 Расчёт теплового потока для отопительных приборов одного стояка

Выбор системы отопления для жилого здания производится по приложению Л /5/.

Наиболее распространёнными отопительными приборами, устанавливаемыми в жилых зданиях, являются чугунные и стальные секционные радиаторы.

Необходимая теплопередача отопительного прибора в рассматриваемое помещение определяется по формуле:

$$Q_{np} = Q_n - 0,9Q_{mp}, \quad (2.8)$$

где Q_n – теплопотери помещения, Вт (см. таблицу 2.11);

Q_{mp} – теплоотдача открыто проложенных в помещении труб этажестояка (или ветви) и подводок, к которым присоединён прибор.

$$Q_{mp} = q_6 l_6 + q_2 l_2, \quad (2.9)$$

где q_6, q_2 – теплоотдача 1 м вертикально и горизонтально проложенных труб, Вт/м, принимаемые равными $q_6 = 90$ Вт/м, $q_2 = 110$ Вт/м;

l_6, l_2 – длина вертикально и горизонтально проложенных в помещении трубопроводов, м.

Пример 2.

Для здания, рассмотренного в примере 1, рассчитать необходимую теплопередачу отопительных приборов (радиаторы 2К-60П-500) стояка №1, запроектированного для угловых помещений №101, 201, 301, 401, 501. Система отопления с верхней разводкой магистралей. Просчитать варианты проектирования однотрубной и двухтрубной систем отопления.

Потери теплоты помещениями №101, 201, 301, 401, 501 рассчитаны в таблице 2.11. Толщины слоёв утеплителей перекрытий чердачного и над подвалом установлены теплотехническим расчётом в примере 1. Высоту этажа принимаем 3 м, толщину перекрытий промежуточных этажей принимаем 300 мм.

На рисунке 2 представлены схемы стояков однотрубной (слева) и двухтрубной (справа) систем отопления с верхней разводкой. Подающие магистрали системы располагаются на чердаке, обратные – в подвале.

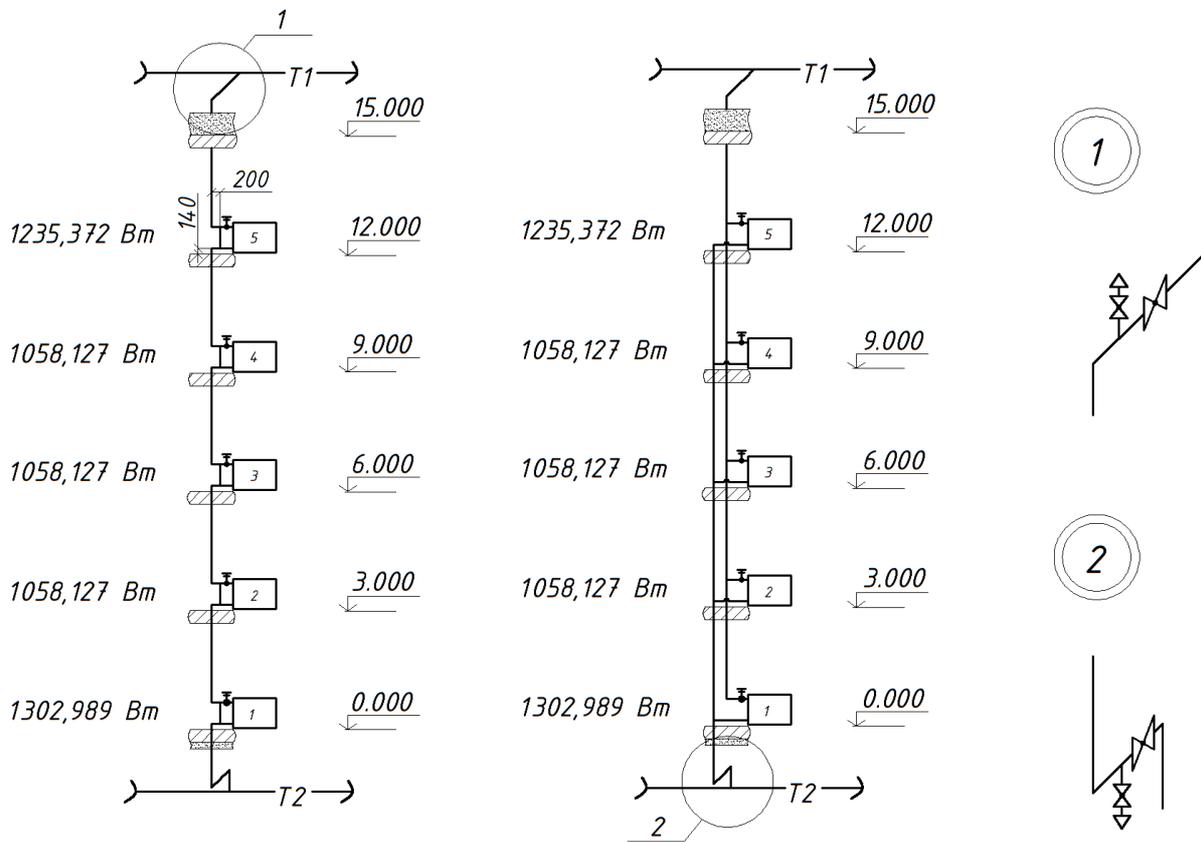


Рисунок 2 – К расчёту теплопередачи отопительных приборов

Однотрубная система:

5 этаж

$$Q_{mp} = q_6 l_6 + q_2 l_2 = 90 \cdot (3,0 - 0,22) + 110 \cdot 2 \cdot 0,5 = 360,2 \text{ Вт.}$$

$$Q_{np5} = Q_n - 0,9 Q_{mp} = 1235,372 - 0,9 \cdot 360,2 = 911,192 \text{ Вт.}$$

4, 3, 2 этажи

$$Q_{mp} = 90 \cdot 2,7 + 110 \cdot 2 \cdot 0,5 = 353 \text{ Вт.}$$

$$Q_{np4} = Q_{np3} = Q_{np2} = 1058,127 - 0,9 \cdot 353 = 740,427 \text{ Вт.}$$

1 этаж

$$Q_{np1} = 1302,989 - 0,9 \cdot 353 = 985,289 \text{ Вт.}$$

Двухтрубная система:

5 этаж

$$Q_{mp} = q_6 l_6 + q_2 l_2 = 90 \cdot (3,0 - 0,22) + 110 \cdot (0,5 + 0,6) = 383,8 \text{ Вт.}$$

$$Q_{np5} = Q_n - 0,9 Q_{mp} = 1235,372 - 0,9 \cdot 383,6 = 889,952 \text{ Вт.}$$

4, 3, 2 этажи

$$Q_{mp} = 90 \cdot (2,7 + 2,7) + 110 \cdot (0,5 + 0,6) = 607 \text{ Вт.}$$

$$Q_{np4} = Q_{np3} = Q_{np2} = 1058,127 - 0,9 \cdot 607 = 511,827 \text{ Вт.}$$

1 этаж

$$Q_{mp} = q_6 l_6 + q_2 l_2 = 90 \cdot (2,7 + 2,06) + 110 \cdot (0,5 + 0,6) = 549,4 \text{ Вт.}$$

$$Q_{np1} = 1302,989 - 0,9 \cdot 549,4 = 808,529 \text{ Вт.}$$

2.5 Расчёт расхода теплоносителя и количества элементов для отопительных приборов

Число элементов (секций) N в радиаторе вычисляется по найденной их поверхности нагрева по формуле

$$N = \frac{F_p \cdot b_4}{f_3 \cdot b_3}, \quad (2.10)$$

где F_p – площадь поверхности отопительного прибора, $F_p = \frac{Q_{np}}{q_{np}}$;

b_4 – коэффициент, учитывающий условия установки отопительного прибора в помещении, принимается по таблице 9.12 /9/. При установке отопительного прибора открыто у стены $b_4 = 1$, при перекрытии прибора подоконной доской или полкой $b_4 = 1,05$, при установке в нише $b_4 = 1,11$;

f_3 – поверхность нагрева одной секции радиатора, m^2 , принимается по таблице 2.12;

b_3 – поправочный коэффициент, учитывающий число элементов в приборе.

$$b_3 = 0,92 + \frac{0,16}{F_p}, \quad (2.11)$$

где F_p – то же, что в формуле (2.11).

Таблица 2.12

Основные характеристики некоторых отопительных приборов

Отопительные приборы	Условные обозначения типоразмеров	Номинальная плотность теплового потока $q_{ном}$, Вт/м ²	Площадь поверхности нагрева, м ²	Номинальный тепловой поток $Q_{ном}$, Вт
Радиаторы	2КП190×500	710	0,155	110
чугунные	2К-60П-500	607	0,206	125
секционные	2К-60П-300	643	0,126	81

Расчётная плотность теплового потока одной секции радиатора $q_{пр}$, Вт/м² рассчитывается по формуле:

$$q_{пр} = q_{ном} \cdot \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1,3}, \quad (2.12)$$

где $q_{ном}$ – номинального плотность теплового потока прибора, Вт/м², по таблице 2.12;

$\Delta t_{cp} = t_{cp} - t_e$ – фактический температурный напор, °С;

t_{cp} – средняя температура воды в приборе, °С;

t_e – температур воздуха в помещении, °С, по таблице П.3.

$$\text{Для двухтрубных систем } t_{cp} = \frac{t_{\Gamma} + t_{O}}{2}, \quad (2.13)$$

где t_{Γ} , t_{O} – температура горячей и обратной воды в системе отопления (по заданию), °С;

$$\text{Для однотрубных систем } t_{cp} = t_{ex} - \frac{1,8Q_{np} b_1 b_2}{cG_{cm}}, \quad (2.14)$$

где t_{ex} – температура воды на входе в отопительный прибор, °С,

$$t_{ex} = t_{i+1} = t_i - \frac{0,86Q_{np(i+1)}}{G_{cm}}, \quad (2.15)$$

где t_i – температура воды на предыдущем участке, °С;

$Q_{np(i+1)}$ – тепловая нагрузка прибора, присоединённого до расчётного участка (i+1), Вт.

b_1 – коэффициент, зависящий от шага номенклатурного ряда отопительного прибора, принимаемый по таблице 9.4 /9/. При $Q_{ном} = 120$ Вт $b_1 = 1,02$, при $Q_{ном} = 150$ Вт $b_1 = 1,03$;

b_2 – поправочный коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери при размещении отопительных приборов у наружных ограждений ($b_2 = 1,02$ при установке прибора у наружной стены).

$c = 4,19$ кДж/кг°С – теплоёмкость воды.

Расход воды в стояке G_{cm} , кг/ч, рассчитывается:

$$G_{cm} = \frac{0,86Q_{cm}}{t_{Г} - t_{О}}, \quad (2.16)$$

где Q_{cm} – тепловая нагрузка стояка, Вт.

Пример 3.

Рассчитать количество секций радиатора типа 2К-60П-500 однотрубной системы отопления с верхней разводкой, установленного в помещении №501 под оконным проёмом в нише (см. рисунок 2). Температура воды на входе в прибор $t_{Г} = 95$ °С. Остальные данные принять по итогам решения примеров 1 и 2.

Тепловая нагрузка стояка Q_{cm} , Вт:

$$Q_{cm} = 1235,372 + 3 \cdot 1058,127 + 1302,989 = 5712,742 \text{ Вт.}$$

Расход воды в стояке по формуле (2.16):

$$G_{cm} = \frac{0,86 \cdot 5712,742}{95 - 70} = 196,52 \text{ кг/ч.}$$

Средняя температура воды в приборе по формуле (2.14):

$$t_{cp} = 95 - \frac{1,8 \cdot 911,192 \cdot 1,02 \cdot 1,02}{4,19 \cdot 196,52} = 92,93 \text{ °С.}$$

Фактический температурный напор $\Delta t_{cp} = 92,93 - 20 = 72,93$ °С.

Расчётная плотность теплового потока одной секции радиатора по формуле (2.12):

$$q_{np} = 607 \cdot \left(\frac{72,93}{70} \right)^{1,3} = 640,23 \text{ Вт/м}^2.$$

Площадь поверхности отопительного прибора

$$F_p = \frac{911,192}{640,23} = 1,42 \text{ м}^2.$$

$$b_3 = 0,92 + \frac{0,16}{1,42} = 1,03.$$

Число секций N радиатора по формуле (2.10):

$$N = \frac{1,42 \cdot 1,11}{0,206 \cdot 1,03} = 7,4 \text{ секц.}$$

Номинальные тепловые потоки приборов установочный и требуемый:

$$Q_{ном}^{уст.} = N' \cdot Q_{ном} = 7 \cdot 125 = 875 \text{ Вт,}$$

$$Q_{ном}^{треб.} = N \cdot Q_{ном} = 7,4 \cdot 125 = 925 \text{ Вт.}$$

При округлении дробного числа секций до целого числа следует иметь в виду, что номинальный тепловой поток устанавливаемого отопительного прибора не следует принимать менее чем на 5% от требуемого по расчёту.

$$\text{Т.о., } \frac{Q_{ном}^{треб.} - Q_{ном}^{уст.}}{Q_{ном}^{треб.}} \cdot 100 = \frac{925 - 875}{925} \cdot 100 = 5,4\% > 5\% .$$

Значит, в расчёт необходимо принять 8 секций.

Температура воды на входе в прибор четвёртого этажа (помещение №401) по формуле (2.15):

$$t_{ex4} = t_{ex5} - \frac{0,86Q_{np5}}{G_{ct}} = 95 - \frac{0,86 \cdot 911,192}{196,52} = 91,01 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

2.6 Выбор и конструирование системы вентиляции квартиры и её расчёт

Устройство систем вентиляции в жилых зданиях необходимо для возможности удаления избытков теплоты, влаги и вредных газов, выделяемых в помещении.

В жилых зданиях устраивают естественную вентиляцию: организованную вытяжку в каждой квартире из кухонь, ванных комнат, туалетов и санузлов и неорганизованный приток в каждое помещение через окна, форточки, балконные двери, щели в оконных переплѣтах.

При наличии жилых помещений, не сообщающихся через коридор с кухнями или санузлами, естественную вытяжку делают непосредственно с этих помещений. Количество вентиляционного воздуха для комнат, не связанных коридором с кухней или санузлом, определяется по формуле

$$L = 3F_{nl}, \quad (2.17)$$

где 3 – кратность воздухообмена, $\text{м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$;

F_{nl} – площадь пола, м^2 .

Для кухонь, ванных комнат и санузлов количество вентиляционного воздуха L , $\text{м}^3/\text{ч}$, принимается по приложению В /8/ или по таблице П.3.

В кирпичных внутренних стенах размеры каналов принимаются кратными $\frac{1}{2}$ кирпича (140×140 мм, 140×270 мм). В панельных зданиях устанавливают вентблоки. Минимальный диаметр канала в вентблоке 150 мм. Вытяжные отверстия в жилых зданиях располагают на расстоянии $0,5 \div 0,7$ м от потолка и закрывают решѣтками с подвижными и неподвижными жалюзи. Размеры решѣток принимаются по таблице 2.13.

Технические данные решёток

Обозначение	Габаритные размеры, мм	Площадь живого сечения $f_{реш}$, м ²	Обозначение	Габаритные размеры, мм	Площадь живого сечения $f_{реш}$, м ²
РР-1	100×200	0,016	РР-3	200×200	0,032
РР-2	100×400	0,032	РР-4	200×400	0,064

Протяжённость сборных каналов на чердаках от места присоединения вертикального вытяжного канала до выбросной шахты не должна превышать 8 м. Ближайшими по ходу воздуха к вытяжной шахте должны быть каналы верхних этажей.

Минимальная высота выброса воздуха над кровлей должна составлять: при скатных кровлях 0,7 м, но не более чем на 0,5 м выше конька; при плоских кровлях 0,5 м.

Ориентировочный подбор сечений каналов производится по формуле

$$f_{op} = \frac{L}{3600 \cdot u_{дон}}, \quad (2.18)$$

где L – расход воздуха, удаляемого через канал, м³/ч;

$u_{дон}$ – допустимая скорость воздуха в канале, м/с. Для систем естественной вентиляции рекомендуется принимать:

- в вытяжных решётках $u_{дон} = 0,5 \div 1,0$ м/с ;
- в вертикальных каналах $u_{дон} = 0,5 \div 1,0$ м/с ;
- в вытяжных шахтах $u_{дон} = 1,0 \div 1,5$ м/с .

По ориентировочному значению подбирается канал стандартных размеров.

2.7 Формирование санитарного узла, проектирование систем канализации, водоснабжения, мусороудаления, ливнеотвода

Габариты помещения санитарного узла обусловлены набором устанавливаемого оборудования и расположением проемов. В жилых зданиях квартирного типа предусматривают установку ванны, умывальника, унитаза и мойки (раковины). При определении габаритов

помещения необходимо помнить, что приборы размещают и эксплуатируют таким образом, что их использование требует основного и дополнительного пространства.

Водоснабжение зданий

Сети водопроводов зданий состоят из следующих основных элементов: трубопровода-ввода (или нескольких вводов); водомерного узла; распределительных магистралей; стояков и подводок; водоразборной и регулирующей арматуры; устройств для создания напора (насосов, баков); устройств для тушения пожаров, поливки (поливочные краны).

Согласно /8/ в жилых зданиях до 12 этажей проектируется система хозяйственно-питьевого водоснабжения. Хозяйственно-питьевые системы водоснабжения зданий (внутренние водопроводы) предназначены для обеспечения потребителей водой питьевого качества, отвечающей требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая». Потребителями вода расходуется на питьевые, хозяйственно-бытовые и санитарно-гигиенические нужды.

В жилых, общественных, а иногда и в промышленных зданиях, где в случае аварии допускается перерыв в подаче воды, применяются проточные тупиковые водопроводные сети с нижней разводкой магистральных трубопроводов. Магистрали прокладывают в подвале или под полом первого этажа с трубопроводами системы отопления. Это наиболее распространенная схема.

Вводы в здания служат для соединения наружной водопроводной сети с внутренней. После ввода в здание устраивается водомерный узел, укомплектованный прибором учёта расхода воды, контрольно-спускным краном для проверки правильности показаний водомера и обводной линией с запорной арматурой. Чаще всего водомерный узел устраивают в помещении теплового пункта, или в приямке на лестничной клетке.

Магистральные трубопроводы прокладываются в подвале по возможности рядом с водопроводными стояками на расстоянии не менее 300 мм от потолка подвала.

Запорная арматура предназначена для отключения отдельных участков водопроводной сети. В жилых зданиях её устанавливают у основания стояков водопроводной сети (в зданиях более 3 этажей), на ответвлениях в каждую квартиру и перед поливочными кранами.

Водоразборная арматура: краны водоразборные, туалетные, смесительные, поливочные и т. д. К водоразборной арматуре относятся также смесители, предназначенные для смешения холодной и горячей воды для умывальников, моек, ванн со стационарной душевой сеткой и с душевой сеткой на гибком шланге.

Канализация зданий

Система внутренней канализации жилых зданий состоит из следующих основных элементов: приёмников сточной жидкости (умывальники, раковины, унитазы); этажных отводных труб, по которым сточные воды от санитарных приборов поступают в стояк; стояков, проходящих по всем этажам здания и выпусков с устройствами для осмотра и прочистки трубопроводов.

Трубы для внутренних канализационных сетей применяют чугунные, стальные, пластмассовые, асбестоцементные, керамические и бетонные. Чугунные раструбные трубы имеют наибольшее распространение для сетей внутренней канализации. Для соединения чугунных труб и присоединения приборов применяют чугунные раструбные фасонные части. Раструбы труб заделывают просмоленной пеньковой пряжей и асбестоцементом или цементом.

Отводные трубы прокладывают открыто по стенам, над полом на высоте 100-150 мм или под потолком нижнего этажа в бороздах и нишах стен или в монтажных шахтах, образуя так называемые подвесные линии.

Стояки размещают в зависимости от расположения санитарных приборов. При разработке архитектурной части проекта зданий санитарные приборы должны быть расположены по этажам по вертикали в целях уменьшения числа стояков и длин отводных линий от приборов. Стояки устанавливают как открыто, так и скрыто в бороздах, а также в монтажных шахтах. Стояки системы внутренней канализации должны быть вентилируемыми, для чего их верхняя часть выводится выше крыши. Стояки, выведенные выше крыши, должны отстоять от открываемых окон не менее чем на 4 м.

Стояки в жилых зданиях располагают обычно позади унитаза в санитарном узле. К одному стояку могут присоединяться приборы двух смежных санитарных узлов. В этом случае стояк может быть размещен в толще стены, в вертикальном канале или шахте. При размещении кухни в отдалении от санузла следует устраивать отдельный стояк для кухонных моек. В основании стояк должен иметь жесткую опору. Несколько ближайших стояков в подвале объединяются одним выпуском. Выпуски прокладываются в подвале ниже водопровода или под полом подвала. Расстояние по горизонтали между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм включительно и не менее 3 м при диаметре более 200 мм. При тех же условиях, но при расположении водопроводных линий ниже канализационных, это расстояние следует увеличивать на разность глубины заложения трубопроводов. Расстояние в свету между вводами и другими водопроводами при пересечении их между собой должно быть не менее 0,15 м. При этом следует обеспечить минимальную

протяженность и надежную работу внутренней канализации, для чего необходимо соблюдать следующие требования:

- проектировать минимальное число поворотов в подвале, соединяющих стояк с выпуском;
- выпуски прокладывать по кратчайшему пути к внутриквартирной канализации;
- в один выпуск объединять не более трех стояков;
- стояки подключать к выпускам с помощью плавных отводов или двумя отводами по 135° каждый;
- на стояках устанавливать ревизии на первом и верхних этажах, а также не реже чем через три этажа;
- на горизонтальных участках устанавливать ревизии или прочистки перед всеми поворотами, а также на прямых участках трубопроводов.

Наименьшая длина трубы выпуска принимается в твердых непросадочных грунтах 3 м, а в микропористых просадочных 5 м. Выпуск наружной сети присоединяют под углом не менее 90° .

Выпуски прокладывают из чугунных труб под полом или под потолком подвалов с уклоном. При отсутствии подвалов выпуски прокладывают в земле под нежилым помещением.

Дворовая канализационная сеть объединяет все выпуски из зданий. Сеть устраивают из керамических, бетонных или асбестоцементных труб. По ней сточную жидкость отводят во внешнюю канализационную сеть. Смотровые колодцы размещают в местах присоединения выпусков, на поворотах линий и в местах изменения диаметров труб на прямых участках.

Мусороудаление из зданий

Очистка зданий от твердых отходов является одним из важнейших мероприятий в области санитарного благоустройства и представляет собой комплекс мероприятий по сбору, удалению и обезвреживанию отходов (в основном домового мусора). Выбор способа сбора домового мусора определяется этажностью застройки, степенью благоустройства города и экономическими соображениями.

Удаление мусора в жилых зданиях предусматривается по специальным каналам. Преимущество этого способа удаления домового мусора состоит в том, что он создаёт удобства для населения, освобождая его от необходимости выноса мусора во двор, дает возможность удалять мусор из квартир по мере его накопления, а также повышает санитарное состояние и благоустройство квартир и подсобных помещений. Согласно /8/ мусоропроводы устраивают в жилых зданиях с отметкой пола верхнего этажа от уровня планировочной отметки земли 11,2 м и более.

Мусоропровод состоит из следующих частей: приёмных клапанов, вертикального канала (ствола), мусоросборной камеры внизу с бункером для мусора, чердачной камеры с приспособлениями для прочистки канала.

Каналы мусоропровода размещают во внутренних капитальных стенах здания, не смежных с жилыми комнатами. Иногда каналы прокладывают у стен здания, с заделкой в короба или оставляют открытыми. Лучшим материалом для каналов мусоропроводов являются асбестоцементные трубы. Каналы желательно звукоизолировать. Стыки канала, а также все швы присоединяемых в нему других элементов мусоропровода выполняются герметичными. Каналы можно располагать в секциях зданий таким образом, чтобы приемные устройства находились на лестнице, в кухнях жилых домов, в служебных помещениях общественных зданий. Более экономичным при планировке секции жилого здания с выходом из 3-4 квартир на одну лестничную площадку делать один канал мусоропровода с приемным устройством на лестничной площадке.

Мусоросборную камеру следует размещать под мусоропроводом в специальном помещении с отдельным входом со стороны двора. Расположение мусоросборной камеры в подвале здания осложняет подачу сборников с мусором на поверхность. Поэтому приемные камеры целесообразнее размещать в первом или цокольном этаже.

В чердачном помещении над мусоропроводом размещают камеру или короб с вентиляционным устройством и приспособлениями для прочистки и мойки канала. Естественная вентиляция достигается поступлением воздуха в нижнюю часть мусоропровода через бункер. Однако значительно эффективнее, особенно в жаркие летние дни, вентиляция с помощью механического побуждения.

Ливневая канализация зданий

Наружные неорганизованные водостоки являются наиболее простыми с конструктивной точки зрения, при которых все атмосферные воды, попадающие на крышу здания, стекают в направлении уклона и свободно удаляются по всему периметру крыши. Если сброс воды по всему периметру нежелателен, то крыше можно придать уклон на две стороны или выполнить ее односкатной. Однако, при всей своей простоте наружные неорганизованные водостоки не получили широкого распространения в силу целого ряда недостатков. Так, при дожде с ветром вода, стекающая с наветренной стороны, задувается ветром на фасад здания и вызывает его увлажнение. Кроме того, потоки воды, стекающие с крыши и попадающие на отмостку у здания, интенсивно разбрызгиваются и вызывают увлажнение цоколя, разрушение отмосток и насыщение влагой грунта около фундаментов. Поэтому применение этой системы водостоков в районах, имеющих просадочные грунты, недопустимо при

отсутствии устройств, отводящих воду от фундаментов. В климатических районах, где имеют место отрицательные температуры наружного воздуха, в местах стока по периметру образуются наледи, разрушающие карнизные свесы и делающие небезопасным пребывание под ними людей.

Поэтому наружные неорганизованные водостоки целесообразно применять в зданиях высотой не более 3 этажей при размере карнизных выносов не менее 0,5...0,8 м и устройстве защитных козырьков над входами. При разработке проекта планировки участка желательно предусматривать мероприятия, исключающие возможность нахождения людей под карнизными свесами.

Наружные организованные водостоки являются шагом вперед по сравнению с неорганизованными и могут выполняться с водосточными воронками подвесными, заделанными в конструкцию крыши, и установленными в надкарнизных лотках. Эта система водостоков позволяет избежать увлажнения фасадов водой, удаляемой с крыши, и дает возможность сравнительно просто при помощи лотков отвести воду от фундаментов здания. Однако, в районах имеющих периоды с устойчивой отрицательной температурой, устройство наружных организованных водостоков не может быть рекомендовано из-за значительной закупорки водосточных воронок наледями.

Внутренние водостоки не обладают указанными недостатками, у них водосточные воронки заделывают в конструкцию крыши, а отводящие трубопроводы прокладывают внутри здания. В зависимости от ширины здания эта система водостоков может выполняться либо с одной воронкой на стояке, либо с несколькими воронками, объединяемыми сборной подвесной линией. Выпуск воды из внутреннего трубопровода устраивают открытым на отмокку в лотки или кюветы. При расположении здания в климатической зоне, имеющей расчетную температуру наружного воздуха ниже -5°C , на открытом выпуске из системы внутренних водостоков устанавливают гидравлический затвор, который должен препятствовать засасыванию в выпуск холодного наружного воздуха и замерзанию воды в выпуске.

Также существует способ удаления атмосферных осадков с крыш зданий исключительно при помощи испарения, для чего крышу выполняют в виде ванны без водостоков, что особенно перспективно для районов, не страдающих от избытка влаги. При этом особое внимание при проектировании следует уделить гидроизоляции конструкции крыши.

Из всех перечисленных типов водостоков, предназначенных для отведения осадков с крыш, наиболее совершенными являются внутренние.

3 ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ ЗАЛЬНОГО ПОМЕЩЕНИЯ

3.1 Расчёт теплотерь и теплопоступлений в помещении

Методика расчёта теплотерь зального помещения аналогична описанной в пункте 2.2.

Пример 4.

Определить потери теплоты помещения пристройки, оборудованной под компьютерный зал. Здание расположено в г.Лепель. Площадь пола помещения 18×6 м. Главный фасад ориентирован на ЮВ. Высота помещения 3 м. В наружных стенах 9 оконных проёмов размерами в свету 2,1×1,5 м: 4 окна на ЮВ-стене, 2 окна на ЮЗ-стене и 3 окна на СЗ-стене. Элементы ограждающих конструкций принять по примеру 1.

По таблице 3.3 /11/ принимаем расчётную температуру внутреннего воздуха в зимний период. Затем уточняем, удовлетворяет ли она пределу допустимых температур по таблице 2 /12/. По формулам (2.6), (2.7) рассчитываем теплотери через ограждения. Все расчёты сводим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Потери теплоты зальным помещением																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Добавочные потери			15	16	17	
Наим. помещения	Температура внутр. воздуха	Вид ограждения	Ориентация	Линейные размеры (м)	Площадь ограждения	Вычитаемая площадь	Расчетная площадь $F_{расч}$	Сопротивление теплопередаче K_0	Разность т-р ($t_{в} - t_{вн}$)	Коэффициент	на стороны света	прочие	сумма добавок	Потери теплоты ограждением, Вт	Потери теплоты на инфльтрацию	Потери теплоты помещением, Вт	
компьютерный класс	18	НС ЮВ	х	4,02	75,09	12,60	62,49	3,2	43	1	0,05	0,05	0,1	923,734	5611,19	11022,798	
		НС ЮЗ	х	4,02	28,06	6,30	21,76	3,2	43	1	0	0,05	0,05	307,014			
		НС СЗ	х	4,02	75,09	9,45	65,64	3,2	43	1	0,1	0,05	0,15	1014,399			
		ТО ЮВ	х	6,00	12,60	-	12,60	1	43	1	0,05	0,05	0,1	595,980			
		ТО ЮЗ	х	3,00	6,30	-	6,30	1	43	1	0	0,05	0,05	284,445			
		ТО СЗ	х	4,50	9,45	-	9,45	1	43	1	0,1	0,05	0,15	467,303			
		ПЛ	-	18,19	х	6,00	109,14	-	109,14	2,5	43	0,6	-	-			1126,325
		ПТ	-	18,19	х	6,00	109,14	-	109,14	6,1	43	0,9	-	-			692,413

Избыточные тепlopоступления в помещении определяются в холодный период как сумма тепlopоступлений от людей и искусственного освещения.

Избыточные тепlopоступления в тёплый период определяются как сумма тепlopоступлений от людей и солнечной радиации через остекление и совмещённое покрытие.

Тепlopоступления от людей зависят от температуры воздуха и вида выполняемой работы, принимаются для одного человека по таблице 3.2.

Таблица 3.2

Выделения человеком (мужчиной) углекислого газа CO_2 m_{CO_2} , г/ч, влаги w г/ч, явной и полной теплоты $q_{изб}^{явн}$, $q_{изб}^{полн}$, Вт

Категория работы	m_{CO_2}	Температура окружающего воздуха, °C														
		10			15			20			25			30		
		$q_{изб}^{явн}$	$q_{изб}^{полн}$	w	$q_{изб}^{явн}$	$q_{изб}^{полн}$	w	$q_{изб}^{явн}$	$q_{изб}^{полн}$	w	$q_{изб}^{явн}$	$q_{изб}^{полн}$	w	$q_{изб}^{явн}$	$q_{изб}^{полн}$	w
Покой	40	140	165	30	120	145	30	90	120	40	60	95	50	40	95	75
Легкая	45	150	180	40	120	160	55	100	150	75	65	145	115	40	145	150
Средней тяжести	60	165	215	70	135	210	110	105	205	140	70	200	185	40	200	230
Тяжелая	90	200	290	135	165	290	185	130	290	240	95	290	295	50	290	355

Примечание: для женщин в расчетах вводится коэффициент $k = 0,85$, для детей $k = 0,75$ на все выделения.

Количество теплоты, Вт, выделяемой человеком в помещение определяется:

$$Q_{изб}^l = q_{изб}^l N k, \quad (3.1)$$

где $q_{изб}^l$ – выделение теплоты одним человеком (мужчиной), Вт, определяемые в зависимости от температуры помещения для холодного и тёплого периодов года;

N – число людей в помещении;

k – коэффициент снижения тепловыделений.

Тепlopоступления от искусственного освещения:

$$Q_{осв} = 1000N_{осв}h, \quad (3.2)$$

где $N_{осв}$ – мощность осветительных приборов (по заданию);

h – доля теплоты, поступающей в помещение; $h = 0,4 \div 0,7$ для люминесцентных светильников, $h = 0,8 \div 0,9$ для ламп накаливания.

Количество теплоты, поступающей в помещение через световые проёмы за счёт солнечной радиации, в случае, когда над окнами отсутствуют солнцезащитные козырьки, определяются как

$$Q_p = \sum_1^n (q_{ен} + q_{ер})k_1k_2F_o c_m, \quad (3.3)$$

где n – количество стен с окнами в помещении;

$q_{ен}$, $q_{ер}$ – количество теплоты, поступающей соответственно от прямой и рассеянной солнечной радиации в июле (зависят от ориентации остекления и географической широты), принимаются по таблице 3.3;

k_1 – коэффициент, учитывающий затенение остекления световых проёмов переплётами (для тройного остекления в деревянных переплётах $k_1 = 0,42$, для тройного остекления в металлических переплётах $k_1 = 0,48$);

k_2 – коэффициент, учитывающий загрязнение стекла (для общественных зданий $k_2 = 0,95$);

F_o – площадь световых проёмов, м²;

c_m – коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств (для тройного остекления $c_m = 0,8$);

Таблица 3.3

Поступления теплоты от прямой $q_{ен}$ и рассеянной $q_{ер}$ солнечной радиации в июле через вертикальное одинарное остекление

Широта, °с.ш.	Тепловой поток (количество теплоты), Вт/м ²							
	С		СВ		В		ЮВ	
	$q_{ен}$	$q_{ер}$	$q_{ен}$	$q_{ер}$	$q_{ен}$	$q_{ер}$	$q_{ен}$	$q_{ер}$
44	-	71	256	101	490	121	398	108
48	35	69	222	99	497	121	427	112
52	26	69	197	97	498	123	449	114
56	26	69	174	87	504	114	489	108
60	15	59	147	77	509	99	501	98

Широта, °с.ш.	Тепловой поток (количество теплоты), Вт/м ²							
	Ю		ЮЗ		З		СЗ	
	$q_{вп}$	$q_{вр}$	$q_{вп}$	$q_{вр}$	$q_{вп}$	$q_{вр}$	$q_{вп}$	$q_{вр}$
44	288	85	398	108	509	130	369	98
48	317	88	427	112	542	129	385	98
52	344	91	448	114	545	129	391	98
56	398	92	479	108	547	122	547	122
60	449	91	501	98	556	110	404	86

Для бесчердачных зданий теплопоступления от солнечной радиации через совмещенное покрытие:

$$Q_n = \frac{F_{покр}}{R_o} (t_n^{усл} - t_g), \quad (3.4)$$

где $F_{покр}$ – площадь покрытия, м², принимается по таблице 3.1;

R_o – термическое сопротивление покрытия, $\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$, по таблице 3.1;

$t_n^{усл}$ – условная среднесуточная температура наружного воздуха, °С,

$$t_n^{усл} = t_n^A + r \cdot \frac{J_{cp}}{a_n}, \quad (3.5)$$

t_n^A – температура воздуха в тёплый период года для проектирования вентиляции (параметры А), приложение Е /5/;

r – коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности покрытия (для рубероида $r = 0,9$);

J_{cp} – среднесуточное количество теплоты от суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) на горизонтальную поверхность, Вт/м² (для 56° с.ш. – $J_{cp} = 328$ Вт/м²);

$a_n = 5 + 10\sqrt{u}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности покрытия, Вт/(м²·°С);

u – расчётная скорость ветра в тёплый период, м/с, приложение Е /5/;

t_g – температура воздуха в помещении в тёплый период, °С.

Согласно /5/ температуру воздуха в помещении t_g следует принимать:

а) для тёплого периода года при проектировании вентиляции в помещениях с избытком явной теплоты – максимальную из допустимых температур по таблице 2 /12/ или по приложению П.4, а при отсутствии избытков – экономически целесообразную в пределах допустимых температур;

б) для холодного периода при проектировании вентиляции для ассимиляции избытков – экономически целесообразную в пределах допустимых температур, а при отсутствии избытков и проектировании отопления – минимальную из допустимых по таблице 2 /12/ или по приложению П.4.

Если теплотери помещения компенсируются системой отопления, то система вентиляции предназначается для разбавления избыточной теплоты в холодный период.

3.2 Расчёт системы отопления

Выбор системы отопления для помещения зала общественного здания производится по приложению Л /5/ и рекомендациям, приведённым в пункте 2.4. При этом необходимо принять во внимание объёмно-планировочное решение пристройки. Методика расчёта расхода теплоносителя и количества элементов отопительных приборов стояка аналогична описанной в пунктах 2.4÷2.5.

3.3 Расчёт воздухообменов в тёплый и холодный периоды года

При ассимиляции избытков теплоты в помещении минимальная температура приточной струи t_{np} на входе в рабочую зону определяется:

$$t_{in} = t_g - \Delta t_2, \quad (3.6)$$

где t_g – допустимая температура воздуха в обслуживаемой зоне помещения, °С. В тёплый период года целесообразно принять равной температуре наружного воздуха (приложение Е /5/), если это не противоречит данным таблицы 2 /12/;

Δt_2 – допустимое отклонение температуры воздуха в приточной струе от нормируемой температуры воздуха в обслуживаемой зоне, °С; определяется по приложению Д /5/ (в жилых, общественных и административных зданиях при проектировании вентиляции в зоне прямого действия приточной струи $\Delta t_2 = 1,5$, вне зоны прямого действия приточной струи $\Delta t_2 = 2,0$).

Температура воздуха, удаляемого из верхней зоны помещения, определяется по формуле

$$t_y = t_e + b(H_n - H_{p.з.}), \quad (3.7)$$

где b – температурный градиент, °С/м, учитывающий повышение температуры по высоте помещения, принимается по таблице 3.4 в зависимости от удельных избытков теплоты в помещении $q_{изб}$, Вт/м³;

H_n – высота помещения, м;

$H_{p.з.}$ – высота рабочей зоны в помещении: $H_{p.з.} = 2$ м (люди работают стоя), $H_{p.з.} = 1,5$ м (люди работают сидя).

Таблица 3.4

Градиент температур

Удельные избытки явной теплоты, Вт/м ³	более 23	11,5-23	менее 11,5
Градиент b , °С/м	0,8÷1,5	0,3÷1,2	0÷0,5
Примечание: меньшие значения принимаются в холодный период, большие – в теплый период.			

$$q_{изб} = \frac{Q_{изб}}{V_{внутр}}, \quad (3.8)$$

где $Q_{изб}$ – избытки теплоты в помещении, Вт, для тёплого или холодного периодов года, рассчитанные в пункте 3.1;

$V_{внутр}$ – объём помещения по внутреннему обмеру, м³.

Воздухообмен для теплого и холодного периодов года рассчитывается:

$$L = \frac{3,6Q_{изб}}{c(t_y - t_{np})\rho_e}, \quad (3.9)$$

где c – теплоёмкость воздуха, равная 1,2 кДж/(м³°С);

$\rho_e = \frac{353}{273 + t_e}$ – плотность внутреннего воздуха, кг/м³;

3.4 Конструирование и расчёт системы вентиляции

Принципы организации воздухообменов в помещениях общественных и административных зданий описаны в литературе /13, 14/.

Приточный воздух следует подавать, как правило, непосредственно в помещение с постоянным пребыванием людей. Удаление воздуха из помещений системами вентиляции следует предусматривать из зон, в которых воздух наиболее загрязнён или имеет наиболее высокую температуру или энтальпию. При выделении пыли и аэрозолей удаление воздуха системами общеобменной вентиляции следует предусматривать из нижней зоны. Приёмные отверстия для удаления воздуха системами общеобменной вытяжной вентиляции из верхней зоны помещения следует размещать под потолком или покрытием, но не ниже 2 м от пола до низа отверстий для удаления избытков теплоты, влаги и вредных газов.

Вентиляцию с *искусственным побуждением* следует предусматривать:

- а) если параметры микроклимата и чистота воздуха не могут быть обеспечены вентиляцией с естественным побуждением;
- б) для помещений без проветривания.

Допускается проектировать смешанную вентиляцию с частичным использованием естественного побуждения для притока или удаления воздуха.

Периодически действующую вентиляцию с *естественным побуждением* (проветривание) через открывающиеся форточки, фрамуги, а также окна с поворотнo-откидным открыванием створок допускается предусматривать в общественных, административных и бытовых зданиях для помещений:

- а) предназначенных для периодической работы или передвижения людей (в технических этажах, переходных галереях и т. п.);
- б) в которых таким образом могут быть обеспечены чистота воздуха и параметры микроклимата.

Для кабинетов административного назначения при объеме помещения 40 м³ на человека допускается вентиляция помещений путем периодического проветривания.

В целях утилизации теплоты удаляемого воздуха предпочтительно применение *рециркуляции*. Приёмные устройства рециркуляционного воздуха следует размещать, как правило, в рабочей или обслуживаемой зоне помещения.

Рециркуляция воздуха не допускается:

- а) из помещений, в воздухе которых имеются болезнетворные бактерии и грибки, концентрация которых превышает нормы,

устанавливаемые Министерством здравоохранения Республики Беларусь, или из помещений с резко выраженными неприятными запахами;

б) из помещений, в которых имеются вредные вещества, возгоняемые при соприкосновении с нагретыми поверхностями воздухонагревателей, если перед воздухонагревателем не предусмотрена очистка воздуха;

в) из помещений категорий А и Б (кроме воздушных и воздушно-тепловых завес у наружных ворот и дверей);

г) из 5-метровых зон вокруг оборудования, расположенного в помещениях категорий В1-В4, Г1, Г2 и Д, если в этих зонах могут образовываться взрывоопасные смеси из горючих газов, паров, аэрозолей с воздухом;

д) из систем местных отсосов вредных веществ и взрывоопасных смесей с воздухом;

Рециркуляция воздуха допускается из систем местных отсосов пылевоздушных смесей (кроме взрывоопасных пылевоздушных смесей) после их очистки от пыли.

Подбор сечений воздуховодов для подачи и удаления воздуха, живого сечения распределительных и воздухозаборных решёток, размеров воздухозаборной шахты производится по формуле (2.18), где L – часовой расход воздуха, подаваемого в помещение (наружного или смеси наружного и рециркуляционного). При этом для обеспечения санитарных норм и норм взрывопожаробезопасности следует принимать бóльшую из величин, полученных по формуле (3.9) для тёплого или холодного периода. При механическом побуждении допустимые скорости движения воздуха в воздуховодах – не более 8 м/с, в распределительных решётках 1÷2 м/с, в воздухозаборной шахте 3÷6 м/с и в воздухозаборных решётках не более 6 м/с.

В целях снижения уровня шума, поступающего в помещение по воздуховодам от работающей вентустановки, и минимизации затрат на шумоподавляющие мероприятия, раздачу и удаление воздуха в помещении



рекомендуется производить воздуховодами типа Sonodec GLX 25. Шумоглушитель Sonodec GLX 25 состоит из микроперфорированного воздуховода Aludec, обёрнутого полиэфирной плёнкой (это предотвращает диффузию теплоизоляции), слоя теплоизоляции «Isover» толщиной 25 мм, плотностью 16 кг/м³ и наружного покрытия из многослойной алюминиевой фольги, армированной спиральной проволокой. Диапазон рабочих температур –30 .. +250°С, максимальное давление 3 кПа. Стандартные диаметры сечения 100, 125, 160, 200, 220,

проволокой. Диапазон рабочих температур –30 .. +250°С, максимальное давление 3 кПа. Стандартные диаметры сечения 100, 125, 160, 200, 220,

250, 280, 300, 315, 355, 400, 450, 500, 630, 710, 800, 1000, 1120, 1250 мм. Sonodec GLX 25 легко соединяется с каналами круглого и овального сечения. При высоких температурах или в случае пожара токсичные газы не выделяются.

Раздачу воздуха и удаление его из помещения рекомендуется осуществить стальными регулируемыми решётками типа РС2-В1-Н1 (см. таблицу 3.5).

Таблица 3.5

Решётки типа РС2

Условное обозначение (строительный проём), В1хН1, мм	Расчётное «живое» сечение, м ² , не менее*	Условное обозначение (строительный проём), В1хН1, мм	Расчётное «живое» сечение, м ² , не менее*
150x50	0,0062	300x250	0,0600
150x100	0,0126	400x250	0,0800
200x100	0,0168	500x250	0,1010
300x100	0,0252	600x250	0,1210
400x100	0,0336	800x250	0,1610
500x100	0,0420	1000x250	0,2010
150x150	0,0180	1200x250	0,2420
200x150	0,0240	300x300	0,0760
300x150	0,0360	400x300	0,0970
400x150	0,0480	500x300	0,1210
500x150	0,0600	600x300	0,1460
600x150	0,0720	800x300	0,1940
800x150	0,0970	1000x300	0,2430
1000x150	0,1210	1200x300	0,2920
1200x150	0,1460	400x400	0,1290
200x200	0,0320	500x400	0,1610
300x200	0,0480	600x400	0,1940
400x200	0,0650	800x400	0,2580
500x200	0,0810	1000x400	0,3230
600x200	0,0980	1200x400	0,3880
800x200	0,1300	500x500	0,2010
1000x200	0,1630	600x500	0,2410
1200x200	0,1960	800x500	0,3220
250x250	0,0500	1000x500	0,4030
		1200x500	0,4840

* «живое» сечение измеряется в открытом положении жалюзи

Воздухозаборные устройства размещаются так, чтобы обеспечить забор чистого наружного воздуха, т.е. вдали от источников загрязнения: пыльных дорог, автотранспорта, химических лабораторий, туалетов, кухонь, дымовых труб и т. п. От этих источников воздухозаборные устройства должны находиться на расстоянии не ближе 12 м по горизонтали и 6 м по вертикали. Внешнее оформление их должно соответствовать архитектуре здания.

По конструктивному выполнению и месту расположения воздухозаборные устройства для гражданских зданий могут быть отнесенными на определенное расстояние от здания (когда воздух у здания загрязнен), сооружаемыми непосредственно у наружной стены здания или в самой стене, расположенными выше кровли здания.

Воздухозаборное устройство (см. рисунок 4) состоит из жалюзийной решётки 1, воздухозаборной шахты 2, соединительного канала 3, подводящего воздух к приточной камере и утепленного перекидного или многосекционного дроссель-клапана 4.

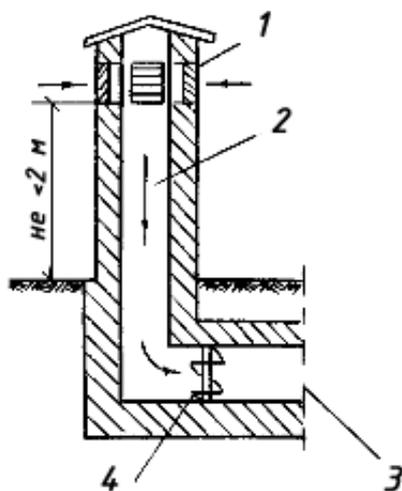


Рисунок 4 – Воздухозаборное устройство

Жалюзийная решётка 1 препятствует проникновению в шахту посторонних предметов, птиц, мусора, дождя и снега. Расстояние от нижней кромки решетки и до уровня земли принимается не менее 2 м.

Соединительный канал 3 бывает подземным или коротким поверхностным в зависимости от расположения приточной камеры в подвале или на первом этаже.

На воздухозаборную шахту устанавливаются нерегулируемые решётки типа СТД 5288А (размеры в свету 150×490 мм, площадь живого

сечения 0,052 м²) и СТД 5289А (размеры в свету 150×490 мм, площадь живого сечения 0,061 м²).

3.5 Подбор оборудования системы вентиляции

В общественных и административных зданиях приточные установки размещают в подвальных помещениях, на первом этаже, на чердаках или технических этажах.

В помещении необходимо обеспечить подачу и удаление воздуха.

В целях экономии энергии, затрачиваемой на нагрев приточного воздуха, на электроснабжение приточных и вытяжных установок и для обеспечения необходимых санитарно-гигиенических и микроклиматических параметров воздуха в рабочей зоне, в помещении целесообразно организовать воздухообмен посредством модульного приточно-вытяжного агрегата-утилизатора.

Модульный приточно-вытяжной агрегат (МПВА) (см. рисунок 5) предназначен для выполнения следующих функций:

- подачи в обслуживаемые помещения свежего приточного воздуха без рециркуляции (смешения с вытяжным воздухом);
- удаления из обслуживаемых помещений отработанного воздуха;
- очистки приточного и удаляемого воздуха от пыли и аэрозолей;
- предварительного подогрева приточного воздуха;
- дополнительного подогрева приточного воздуха с помощью встроенного водяного калорифера.

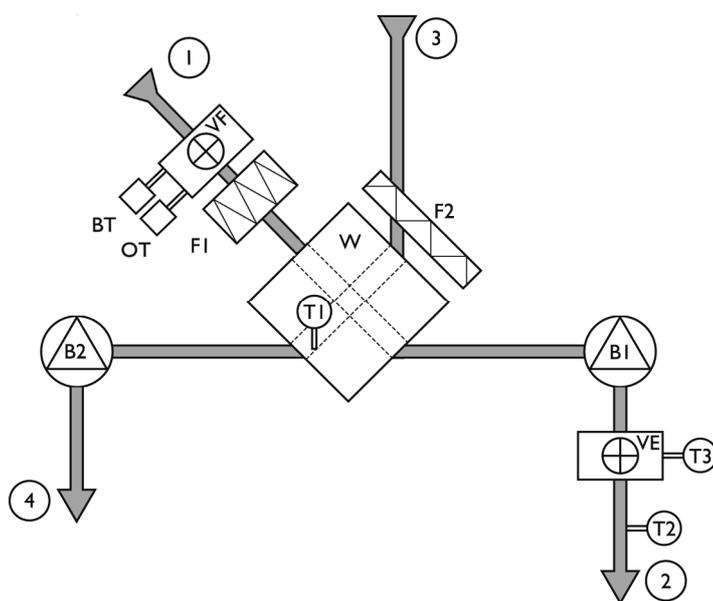


Рисунок 5 – Схема МПВА

1 - наружный воздух; 2 - подаваемый воздух; 3 - удаляемый воздух; 4 - выбрасываемый воздух; W - пластинчатый рекуператор; В1 - приточный вентилятор; В2 - вытяжной вентилятор; F1 - приточный фильтр; F2 - вытяжной фильтр; ВТ - термостат защиты от возгорания; ОТ - термостат защиты от перегрева; VF - преднагреватель; VE - калорифер водяной; T1 - датчик температуры / влажности; T2 - датчик температуры приточного воздуха; T3 - датчик температуры обратной воды

Внутри МПВА в полностью изолированных приточном и вытяжном каналах размещены радиальные вентиляторы, фильтры, водяные нагреватели и система автоматики.

Конструктивные и рабочие параметры МПВА представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6

Приточно-вытяжной агрегат	Минимальный расход воздуха, м ³ /ч	Максимальный расход воздуха, м ³ /ч	Сечение, мм*мм	Длина, мм	Оптимальный расход воздуха, м ³ /ч
KLM-02	450	2500	550*550	1950	1450
KLM-04	790	4000	650*650	2370	2500
KLM-06	1290	6000	800*800	2480	4100
KLM-08	1740	8000	1000*800	2650	5500
KLM-10	2260	10000	1000*1000	5265	7200
KLM-12	3010	12000	1250*1000	5470	9600
KLM-16	3930	16000	1250*1250	5875	12550
KLM-20	5200	20000	1600*1250	6280	16500
KLM-25	6700	25000	1600*1600	6280	21400
KLM-31	8750	31000	2000*1600	6255	27850
KLM-40	10350	40000	2250*1700	6900	33000
KLM-63	15000	63000	2400*2250	7350	47850
KLM-80	16400	80000	2600*2250	8130	52400

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 21.602-79. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Рабочие чертежи – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 16 с.
2. ГОСТ 21.205-93. Условные обозначения элементов санитарно-технических систем. – М.: СантехНИИпроект, 1993. – 15 с.
3. Методическая инструкция 38-2007. Дипломное проектирование. – Новополюк: УО ПГУ, 2007. – 40 с.
4. ТКП 45-2.04-43-2006*. Строительная теплотехника. – Мн.: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2007. – 32 с.
5. СНБ 4.02.01-03. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Мн.: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2004. – 78 с.
6. СНБ 2.04.05-2000. Строительная климатология. – Мн.: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2001. – 35 с.
7. Махов Л.М., Сканапи А.Н. Отопление. – М.: АСВ, 2002. – 522 с.
8. СНБ 3.02.04-03*. Жилые здания. – Мн.: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2003. – 22 с.
9. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Ч.1. Отопление / Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат. – 1990. – 344 с.
10. ТКП 45-1.03-85-2007. Внутренние инженерные системы зданий и сооружений. Правила монтажа. – Мн.: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2008. – 37 с.
11. Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. / Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат. – 1992. – 319 с.
12. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении. – Мн.: Министерство архитектуры и строительства РБ, 1998. – 13 с.
13. Сазонов Э.В. Вентиляция общественных зданий. Учебное пособие. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. – 188 с.
14. Хрусталёв Б.М. и др. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. – М.: АСВ, 2005. – 576 с.

Приложение П.1

Теплотехнические показатели строительных материалов

Таблица П.1

Материал	Характеристики материала в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по таблице 2.1)			
	Плотность ρ , кг/м ³	Удельная теплоемкость c , кДж/(кг·°C)	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C)	теплопроводности λ , Вт/(м·°C)		теплоусвоения s , Вт/(м ² ·°C) (при периоде 24 ч)	
				А	Б	А	Б
1	2	3	4	5	6	7	8
І Бетоны и растворы							
А Бетоны на природных плотных заполнителях							
1 Железобетон	2500	0,84	1,69	1,92	2,04	17,98	19,70
2 Бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	0,84	1,51	1,74	1,86	16,77	17,88
3 Плотный силикатный бетон	1800	0,88	0,81	0,99	1,16	9,77	10,90
Б Бетоны на искусственных пористых заполнителях							
4 Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0,84	0,66	0,80	0,92	10,50	12,33
5 То же	1600	0,84	0,58	0,67	0,79	9,06	10,77
6 “	1400	0,84	0,47	0,56	0,65	7,75	9,14
7 “	1200	0,84	0,36	0,44	0,52	6,36	7,57
8 “	1000	0,84	0,27	0,33	0,41	5,03	6,13
9 “	800	0,84	0,21	0,24	0,31	3,83	4,77
10 “	600	0,84	0,16	0,20	0,26	3,03	3,78
11 “	500	0,84	0,14	0,17	0,23	2,55	3,25
12 Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,84	0,41	0,52	0,58	6,77	7,72

продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8
13 То же	1000	0,84	0,33	0,41	0,47	5,49	6,35
14 “	800	0,84	0,23	0,29	0,35	4,13	4,90
15 Перлитобетон	1200	0,84	0,29	0,44	0,50	6,96	8,01
16 “	1000	0,84	0,22	0,33	0,38	5,50	6,38
17 “	800	0,84	0,16	0,27	0,33	4,45	5,32
18 “	600	0,84	0,12	0,19	0,23	3,24	3,84
19 Аглопоритобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1800	0,84	0,70	0,85	0,93	10,82	11,98
20 То же	1600	0,84	0,58	0,72	0,78	9,39	10,34
21 “	1400	0,84	0,47	0,59	0,65	7,92	8,83
22 “	1200	0,84	0,35	0,48	0,54	6,64	7,45
23 “	1000	0,84	0,29	0,38	0,44	5,39	6,14
24 Бетон на зольном гравии	1400	0,84	0,47	0,52	0,58	7,46	8,34
25 То же	1200	0,84	0,35	0,41	0,47	6,14	6,95
26 “	1000	0,84	0,24	0,30	0,35	4,79	5,48
27 Полистиролбетон	600	0,85	0,10	0,11	0,12	2,14	2,36
28 “	500	0,85	0,09	0,10	0,11	1,86	2,06
В Бетоны ячеистые							
29 Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	1000	0,84	0,29	0,36	0,37	5,35	5,53
29а То же	900	0,84	0,25	0,32	0,33	4,79	4,95
30 “	800	0,84	0,21	0,28	0,29	4,22	4,38
31 “	700	0,84	0,18	0,23	0,24	3,51	3,67
32 “	600	0,84	0,14	0,18	0,19	2,81	2,95
33 “	500	0,84	0,12	0,15	0,16	2,38	2,48
34 “	400	0,84	0,10	0,12	0,13	1,96	2,02
35 “	300	0,84	0,08	0,09	0,10	1,41	1,48
36 Газо- и пенозолобетон	1200	0,84	0,29	0,52	0,58	8,17	9,46
37 То же	1000	0,84	0,23	0,44	0,50	6,86	8,01
38 “	800	0,84	0,17	0,35	0,41	5,48	6,49
Г Цементные, известковые и гипсовые растворы							
39 Цементно-песчаный	1800	0,84	0,58	0,76	0,93	9,60	11,09

продолжение таблицы П.1							
1	2	3	4	5	6	7	8
40 Сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,84	0,52	0,70	0,87	8,95	10,42
41 Известково-песчаный	1600	0,84	0,47	0,70	0,81	8,69	9,76
42 Цементно-шлаковый	1400	0,84	0,41	0,52	0,64	7,00	8,11
43 То же	1200	0,84	0,35	0,47	0,58	6,16	7,15
44 Цементно-перлитовый	1000	0,84	0,21	0,26	0,30	4,64	5,42
45 То же	800	0,84	0,16	0,21	0,26	3,73	4,51
46 Гипсоперлитовый	600	0,84	0,14	0,19	0,23	3,24	3,84
47 Поризованный гипсо-перлитовый	500	0,84	0,12	0,15	0,19	2,44	2,95
48 То же	400	0,84	0,09	0,13	0,15	2,03	2,35
49 Плиты из гипса	1200	0,84	0,35	0,41	0,47	6,01	6,70
50 То же	1000	0,84	0,23	0,29	0,35	4,62	5,28
51 Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	800	0,84	0,15	0,19	0,21	3,34	3,36
II Кирпичная кладка и облицовка природным камнем							
A Кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе							
52 Глиняного обыкновенного	1800	0,88	0,56	0,70	0,81	9,20	10,12
53 Силикатного	2000	0,88	1,12	1,36	1,63	10,99	12,13
54 “	1900	0,88	0,97	1,18	1,40	10,38	11,52
55 “	1800	0,88	0,81	0,99	1,16	9,77	10,90
56 “	1700	0,88	0,66	0,87	1,07	9,16	10,29
57 “	1600	0,88	0,57	0,69	0,81	8,59	9,79
Б Кладка из кирпича и камней пустотных на цементно-песчаном растворе							
58 Керамического плотностью 1400 кг/м ³ (брутто)	1600	0,88	0,47	0,63	0,78	7,91	8,48
59 То же, плотностью 1300 кг/м ³ (брутто)	1400	0,88	0,41	0,55	0,69	7,01	7,58
60 Камней керамических 18-щелевых плотностью 1600 кг/м ³	1700	0,88	0,47	0,575	0,630	8,72	9,58
61 Кирпича силикатного утолщенного	1600	0,88	0,77	1,03	1,28	8,83	9,91
62 То же	1400	0,88	0,70	0,94	1,16	7,93	9,01

продолжение таблицы П.1							
1	2	3	4	5	6	7	8
63 Камней силикатных	1400	0,88	0,65	0,79	0,93	7,93	9,01
64 То же	1300	0,88	0,58	0,70	0,81	7,37	8,41
В Облицовка природным камнем							
65 Гранит и базальт	2800	0,88	3,49	3,49	3,49	25,04	25,04
66 Мрамор	2800	0,88	2,91	2,91	2,91	22,86	22,86
67 Известняк	2000	0,88	0,93	1,16	1,28	12,77	13,70
68 То же	1800	0,88	0,70	0,93	1,05	10,86	11,77
69 Известняк	1600	0,88	0,58	0,73	0,81	9,06	9,75
70 То же	1400	0,88	0,49	0,56	0,58	7,42	7,72
71 Туф	2000	0,88	0,76	0,93	1,05	11,68	12,92
72 “	1800	0,88	0,56	0,70	0,81	9,61	10,76
73 “	1600	0,88	0,41	0,52	0,64	7,81	9,02
74 “	1400	0,88	0,33	0,43	0,52	6,64	7,60
75 “	1200	0,88	0,27	0,35	0,41	5,55	6,25
76 “	1000	0,88	0,21	0,24	0,29	4,20	4,80
III Древесина, изделия из нее и других природных органических материалов							
77 Сосна и ель поперек волокон	500	2,30	0,09	0,14	0,18	3,87	4,54
78 Сосна и ель вдоль волокон	500	2,30	0,18	0,29	0,35	5,56	6,33
79 Дуб поперек волокон	700	2,30	0,10	0,18	0,23	5,00	5,86
80 Дуб вдоль волокон	700	2,30	0,23	0,35	0,41	6,90	7,83
81 Фанера клееная	600	2,30	0,12	0,15	0,18	4,22	4,73
82 Картон облицовочный	1000	2,30	0,18	0,21	0,23	6,20	6,75
83 Картон строительный многослойный	650	2,30	0,13	0,15	0,18	4,26	4,89
84 Плиты древесно-волокнистые и древесностружечные, древесноволокнистые	1000	2,30	0,15	0,23	0,29	6,75	7,70
85 То же	800	2,30	0,13	0,19	0,23	5,49	6,13
86 “	400	2,30	0,08	0,11	0,13	2,95	3,26
87 “	200	2,30	0,06	0,07	0,08	1,67	1,81
88 Плиты фибролитовые и арболит на портландцементе	800	2,30	0,16	0,24	0,30	6,17	7,16

продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8
89 То же	600	2,30	0,12	0,18	0,23	4,63	5,43
90 “	400	2,30	0,08	0,13	0,16	3,21	3,70
91 “	300	2,30	0,07	0,11	0,14	2,56	2,99
92 Плиты волокнистые теплоизоляционные из отходов искусственного меха	175	0,84	0,07	0,098	0,118	1,60	1,71
93 То же	150	0,84	0,065	0,093	0,113	1,80	1,47
94 “	125	0,84	0,060	0,088	0,108	0,73	0,82
95 Плиты льнокостричные изоляционные	250	2,30	0,054	0,091	0,11	1,30	1,47
96 Плиты торфяные теплоизоляционные	300	2,30	0,064	0,07	0,08	2,12	2,34
97 То же	200	2,30	0,052	0,06	0,064	1,60	1,71
98 Пакля	150	2,30	0,05	0,06	0,07	1,30	1,47
IV Теплоизоляционные материалы							
А Минераловатные и стекловолокнистые							
99 Маты минераловатные прошивные	125	0,84	0,044	0,046	0,051	0,60	0,66
100 То же	100	0,84	0,043	0,045	0,048	0,53	0,57
101 “	75	0,84	0,042	0,043	0,046	0,45	0,48
102 “	50	0,84	0,041	0,042	0,045	0,36	0,39
103 Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом связующем	250	0,84	0,057	0,061	0,069	0,98	1,08
104 То же	200	0,84	0,054	0,057	0,064	0,85	0,93
105 “	175	0,84	0,051	0,053	0,059	0,76	0,83
106 “	125	0,84	0,048	0,050	0,054	0,63	0,67
107 “	75	0,84	0,045	0,047	0,051	0,47	0,51
Б Полимерные							
108 Плиты пенополистирольные	50	1,34	0,041	0,043	0,052	0,46	0,55
109 То же	35	1,34	0,038	0,041	0,05	0,40	0,48
110 “	25	1,34	0,041	0,043	0,052	0,33	0,39
111 “	15	1,34	0,043	0,045	0,054	0,25	0,30

продолжение таблицы П.1

1	2	3	4	5	6	7	8
112 Пенополиуретан	80	1,47	0,041	0,05	0,05	0,67	0,70
113 Пенополиуретан	60	1,47	0,035	0,041	0,041	0,53	0,55
114 “	40	1,47	0,029	0,04	0,04	0,40	0,42
115 Плиты из резольно-фенолформальдегидного пенопласта	100	1,68	0,047	0,052	0,076	0,85	1,18
116 То же	75	1,68	0,043	0,05	0,07	0,72	0,98
117 “	50	1,68	0,041	0,05	0,064	0,59	0,77
118 “	40	1,68	0,038	0,041	0,06	0,48	0,66
119 Плиты полистирол-бетонные теплоизоляционные	300	0,90	0,085	0,092	0,10	1,42	1,56
120 То же	260	0,90	0,075	0,082	0,09	1,25	1,38
121 “	230	0,90	0,068	0,075	0,085	1,12	1,26
В Засыпки							
122 Гравий керамзитовый	800	0,84	0,18	0,21	0,23	3,36	3,60
123 То же	600	0,84	0,14	0,17	0,20	2,62	2,91
124 “	400	0,84	0,12	0,13	0,14	1,87	1,99
125 “	300	0,84	0,108	0,12	0,13	1,56	1,66
126 “	200	0,84	0,099	0,11	0,12	1,22	1,30
127 Щебень и песок из перлита вспученного	600	0,84	0,11	0,111	0,12	2,07	2,20
128 То же	400	0,84	0,076	0,087	0,09	1,50	1,56
129 “	200	0,84	0,06	0,076	0,08	0,99	1,04
130 Песок для строительных работ	1600	0,84	0,35	0,47	0,58	6,95	7,91
Г Пеностекло и газостекло							
131 Пеностекло и газостекло	200	0,84	0,082	0,083	0,086	1,013	1,034
132 То же	180	0,84	0,074	0,076	0,078	0,920	0,934
133 Пеностекло и газостекло	160	0,84	0,066	0,068	0,070	0,820	0,834
V Материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов							
А Асбестоцементные							
134 Листы асбестоцементные плоские	1800	0,84	0,35	0,47	0,52	7,55	8,12

окончание таблицы П.1							
1	2	3	4	5	6	7	8
135 То же	1600	0,84	0,23	0,35	0,41	6,14	6,80
Б Битумные							
136 Битумы нефтяные строительные и кровельные	1400	1,68	0,27	0,27	0,27	6,80	6,80
137 То же	1200	1,68	0,22	0,22	0,22	5,69	5,69
138 “	1000	1,68	0,17	0,17	0,17	4,56	4,56
139 Асфальтобетон	2100	1,08	1,05	1,05	1,05	13,18	13,18
140 Изделия из вспученного перлита на битумном связующем	400	1,26	0,111	0,12	0,13	2,13	2,26
141 То же	300	1,12	0,087	0,09	0,099	1,51	1,61
142 Рубероид, пергамин, толь	600	1,68	0,17	0,17	0,17	3,53	3,53
В Линолеумы							
143 Линолеум поливинилхлоридный многослойный	1800	1,47	0,38	0,38	0,38	8,56	8,56
144 То же	1600	1,47	0,33	0,33	0,33	7,52	7,52
145 Линолеум поливинилхлоридный на тканевой подоснове	1800	1,47	0,35	0,35	0,35	8,22	8,22
146 То же	1600	1,47	0,29	0,29	0,29	7,05	7,05
147 “	1400	1,47	0,23	0,23	0,23	5,87	5,87
VI Металлы и стекло							
148 Сталь стержневая арматурная	7850	0,482	58	58	58	126,5	126,5
149 Чугун	7200	0,482	50	50	50	112,5	112,5
150 Алюминий	2600	0,84	221	221	221	187,6	187,6
151 Медь	8500	0,42	407	407	407	326	326
152 Стекло оконное	2500	0,84	0,76	0,76	0,76	10,79	10,79

Приложение П.2

Сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов

Таблица П.2

Заполнение светового проема	Сопротивление теплопередаче $R_m, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
1 Одинарное остекление в деревянных переплетах	0,18
2 Одинарное остекление в металлических переплетах	0,15
3 Двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	0,39
4 Двойное остекление в деревянных отдельных переплетах	0,42
5 Двойное остекление в металлических отдельных переплетах	0,34
6 Двойное остекление витрин в металлических отдельных переплетах	0,31
7 Тройное остекление в деревянных раздельноспаренных переплетах	0,55
8 Тройное остекление окон в металлических отдельных переплетах	0,46
9 Блоки стеклянные пустотелые размерами 194×194×98 мм при ширине швов 6 мм	0,31
10 Блоки стеклянные пустотелые размерами 244×244×98 мм	0,33
11 Профильное стекло швеллерного сечения	0,16
12 Профильное стекло коробчатого сечения	0,31
13 Органическое стекло одинарное	0,19
14 Органическое стекло двойное	0,36
15 Органическое стекло тройное	0,52
16 Двухслойные стеклопакеты в деревянных переплетах	0,36
17 Двухслойные стеклопакеты в металлических переплетах	0,31
18 Двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление в отдельных деревянных переплетах	0,53
<p>Примечания:</p> <p>1 Значения сопротивления теплопередаче заполнений световых проемов в деревянных переплетах даны для случаев, когда отношение площади остекления к площади заполнения светового проема находится в пределах 0,75÷0,85.</p> <p>2 При отношении площади остекления к площади заполнения светового проема в деревянных переплетах, находящемся в пределах 0,60÷0,74, указанные в таблице значения R_t следует увеличивать на 10%, а при отношении площадей, равном 0,86 и более – уменьшать на 5%.</p> <p>3 Для конкретных конструкций значения сопротивления теплопередаче следует принимать по нормативно-технической документации на них.</p>	

Приложение П.3

Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий

Таблица П.3

Наименование помещений	Расчетная температура воздуха в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения	
		приток	вытяжка
1 Жилая комната в квартире или в общежитии	18(20)	По расчету для компенсации удаляемого воздуха	3 м ³ /ч - на 1 м ² жилых комнат
2 Кухня в квартире или в общежитии: с электроплитами	18	По расчету для приточно-вытяжной механической вентиляции	Не менее 60 м ³ /ч
с газовыми плитами			Не менее: 60 м ³ /ч - при 2 конфорочных плитах; 75 м ³ /ч - при 3 конфорочных плитах; 90 м ³ /ч - при 4 конфорочных плитах;
3 Сушильный шкаф для одежды и обуви в квартирах	—	—	30 м ³ /ч
3 Ванная	25	—	25 м ³ /ч
4 Уборная индивидуальная	18	—	25 м ³ /ч
5 Совмещенный санитарный узел	25	—	50 м ³ /ч
6 Совмещенный санитарный узел с индивидуальным нагревом	18	—	50 м ³ /ч
7 Умывальная общая	18	—	0,5
8 Душевая общая	25	—	5
9 Уборная общая	16	—	50 м ³ /ч - на 1 унитаз и 25 м ³ /ч - на 1 писсуар
10 Комната для чистки и глажения одежды в общежитии	18	—	1,5
11 Вестибюль, общий коридор, лестничная клетка в квартирном доме	16	—	—

окончание таблицы П.3

12 Вестибюль, общий коридор, лестничная клетка в общежитии и в специальных жилых домах для престарелых и инвалидов	18	—	—
13 Помещение для культурно-массовых мероприятий, отдыха, учебных и спортивных занятий, помещения для администрации и персонала	18	—	1
14 Постирочная в общежитии	15	По расчету, но не менее 4	7
15 Гладильная, сушильная в общежитии	15	По расчету, но не менее 2	3
16 Кладовые для хранения личных вещей, спортивного инвентаря, хозяйственные и бельевые в общежитии	12	—	0,5
17 Палата изолятора в общежитии	20	—	1
18 Машинное помещение лифтов, электрощитовая	5	—	По расчету, но не менее 0,5
19 Мусоросборная камера	5	—	1 (через ствол мусоропровода)

Примечания:

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

Приложение П.4

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных зданий

Таблица П.4

Период года	Наименование помещений	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %	
		оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая, не более
	1 категория	20-22	18-24	45-30	60
	2 категория	19-21	18-23	45-30	60
	3 "а" категория	20-21	19-23	45-30	60
	3 "б" категория	14-16	12-17	45-30	60
	3 "в" категория	18-20	16-22	45-30	60
	4 категория	17-19	15-21	45-30	60
	5 категория	20-22	20-24	45-30	60
Холодный	6 категория	16-18	14-20	НН*)	НН
	Ванный, душевые	24-26	18-28	НН	НН
	<i>Детские дошкольные учреждения</i>				
	Групповая раздевалка и туалет				
	для ясельных и младших групп	21-23	20-24	45-30	60
	для средних и дошкольных групп	19-21	18-25	45-30	60
	Спальня				
	для ясельных и младших групп	20-22	19-23	45-30	60
	для средних и дошкольных групп	19-21	18-23	45-30	60
Теплый	Помещения с постоянным пребыванием людей	23-25	18-28	60-30	65

Примечания:

*) НН – не нормируется.

Для детских дошкольных учреждений, расположенных в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31°С и ниже, допустимую расчетную температуру воздуха в помещении следует принимать на 1°С выше указанной в таблице.

Классификация помещений:

Помещения 1 категории – помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха.

Помещения 2 категории – помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебой.

Помещения 3 "а" категории – помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди пребывают преимущественно в положении сидя без уличной одежды.

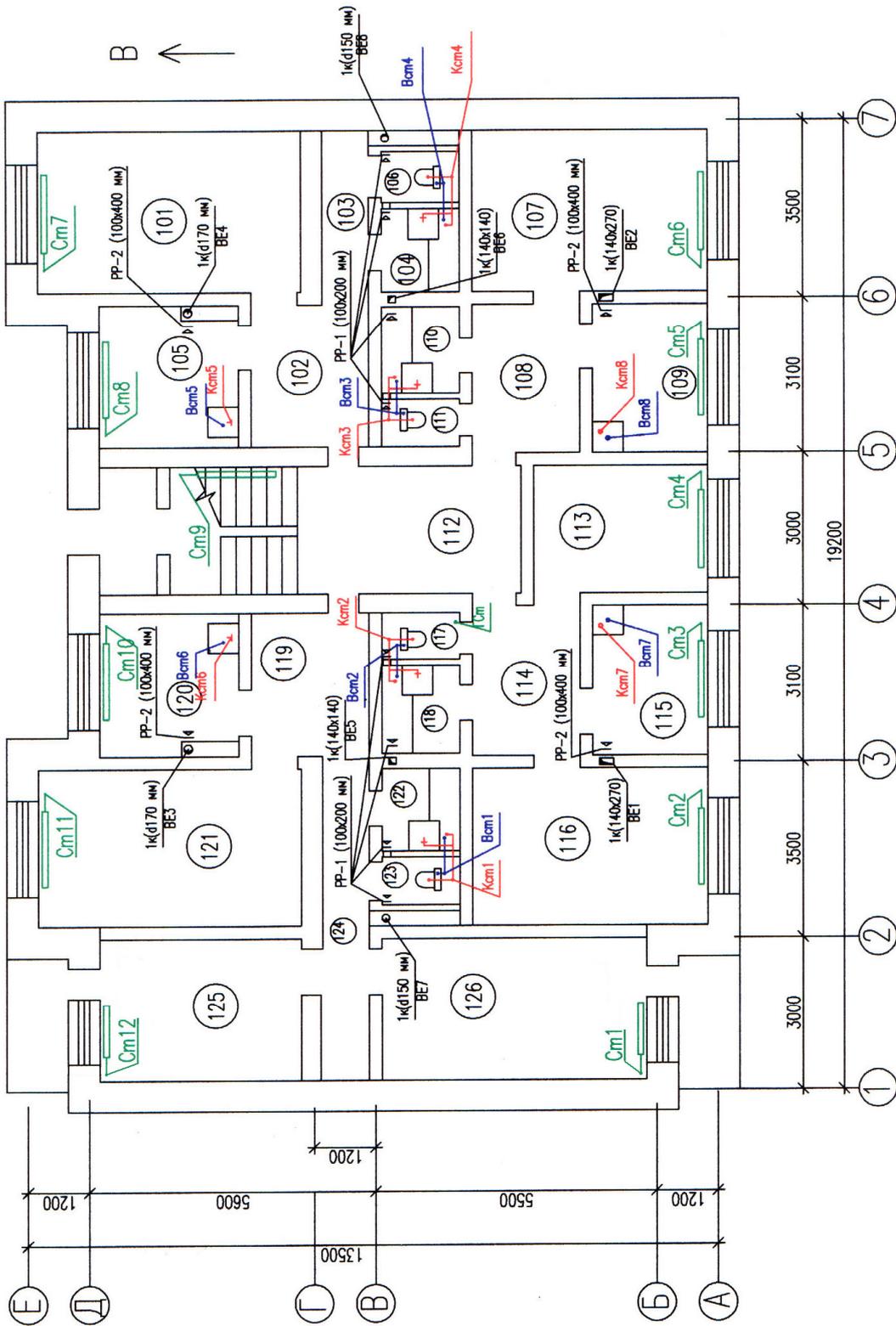
Помещения 3 "б" категории – помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди пребывают преимущественно в положении сидя в уличной одежде.

Помещения 3 "в" категории – помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди пребывают преимущественно в положении стоя без уличной одежды.

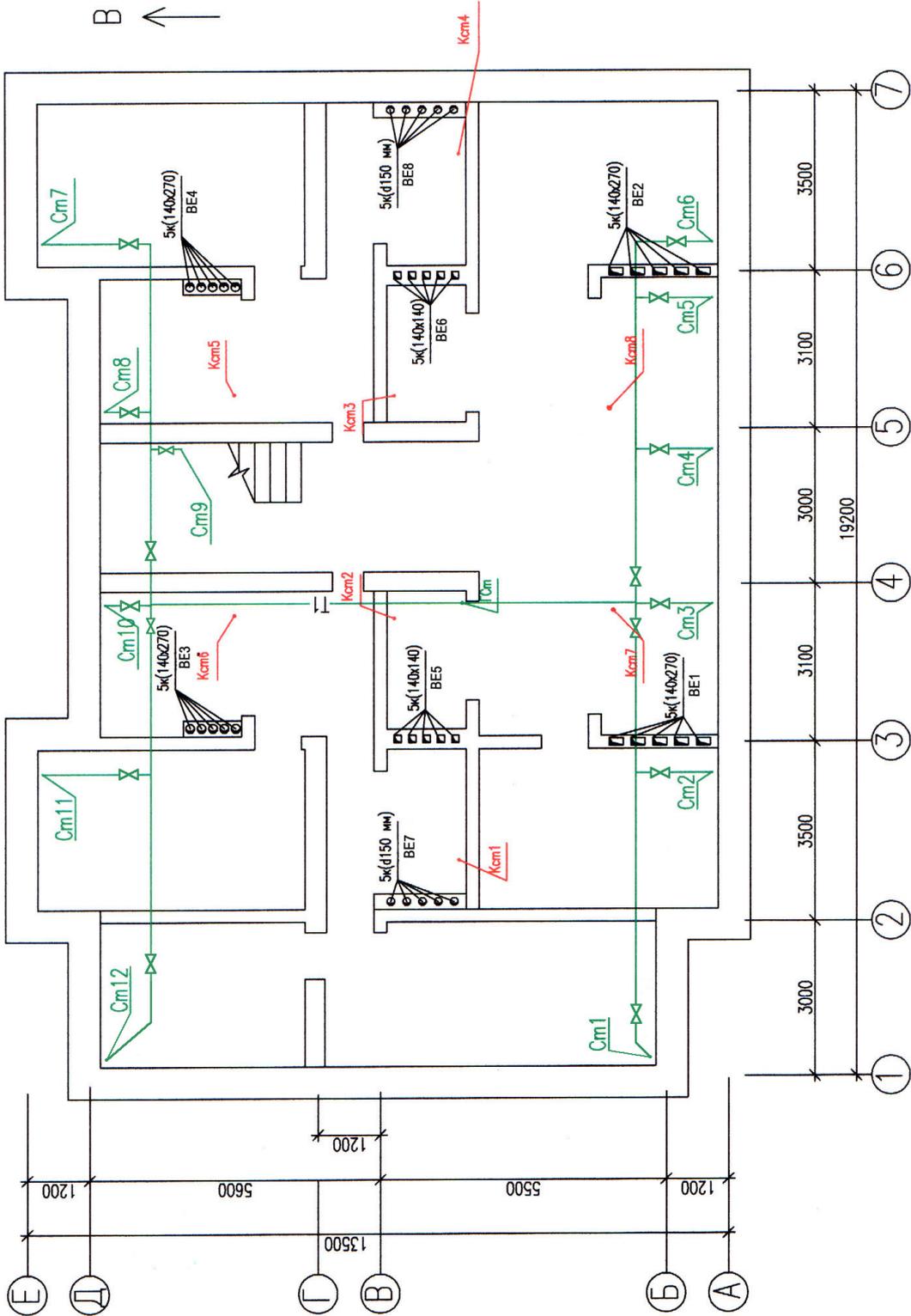
Помещения 4 категории – помещения для занятий подвижными видами спорта.

Помещения 5 категории – помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т.п.).

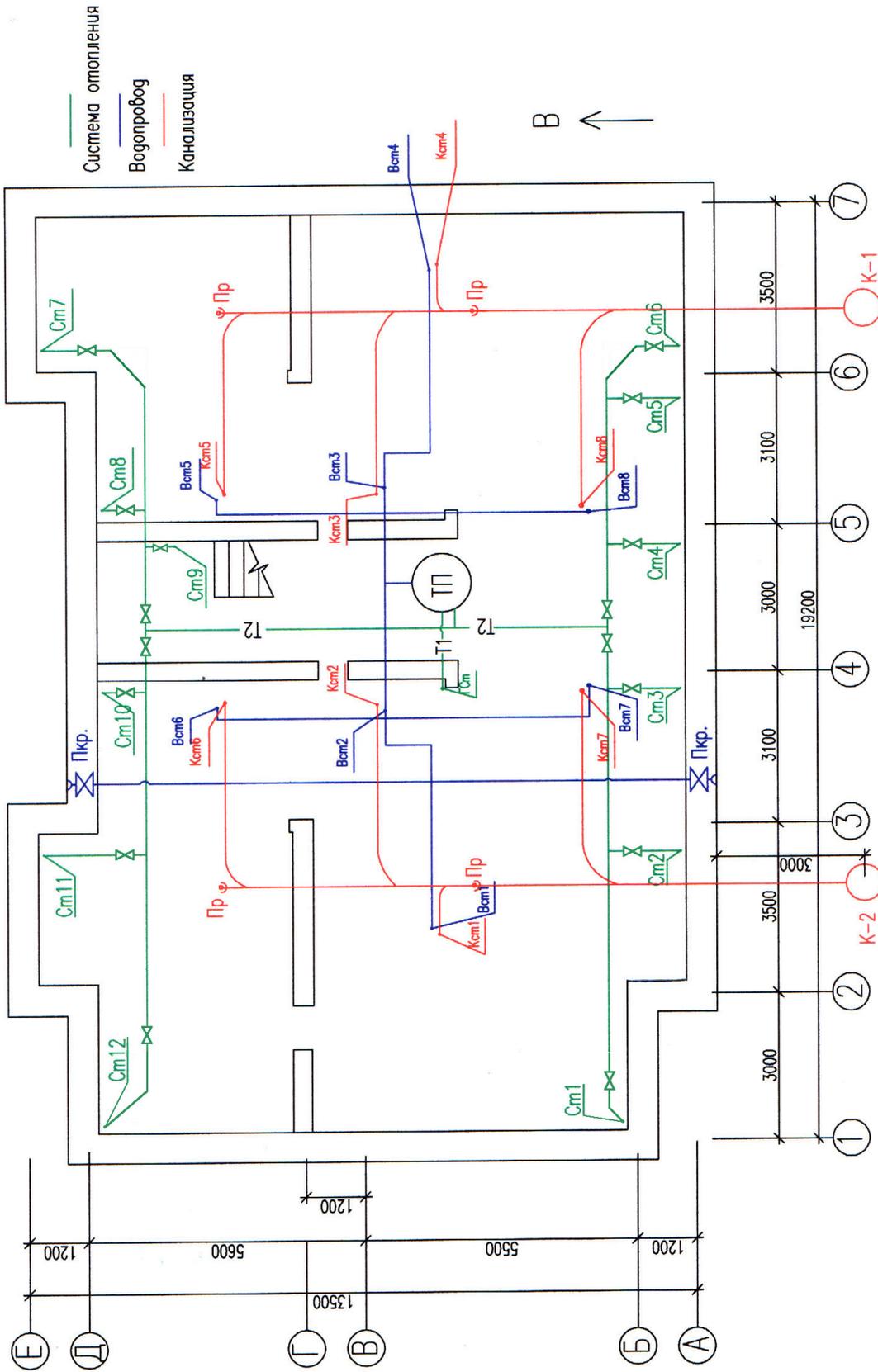
Помещения 6 категории – помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).



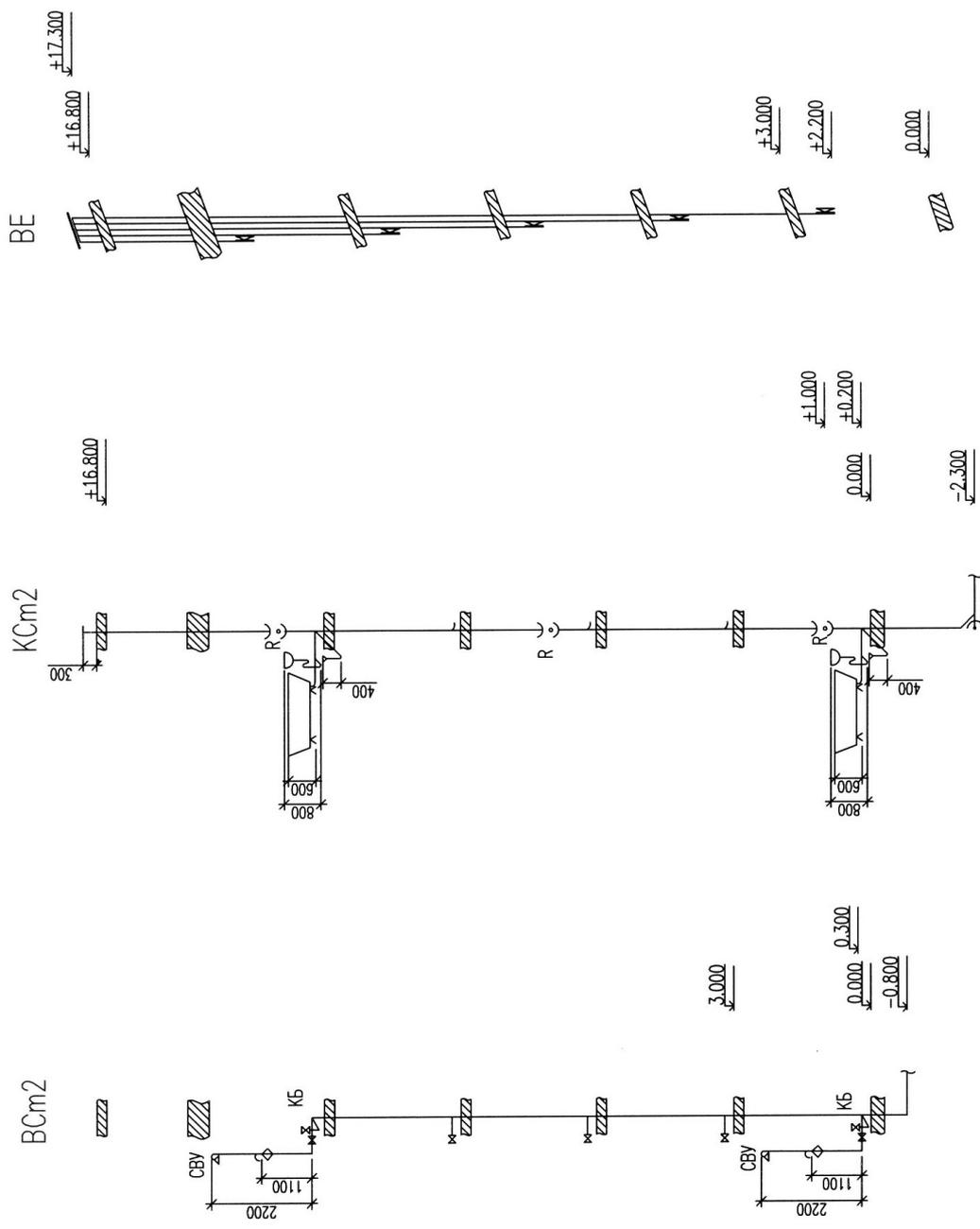
ПЛАН МНОГОЭТАЖА



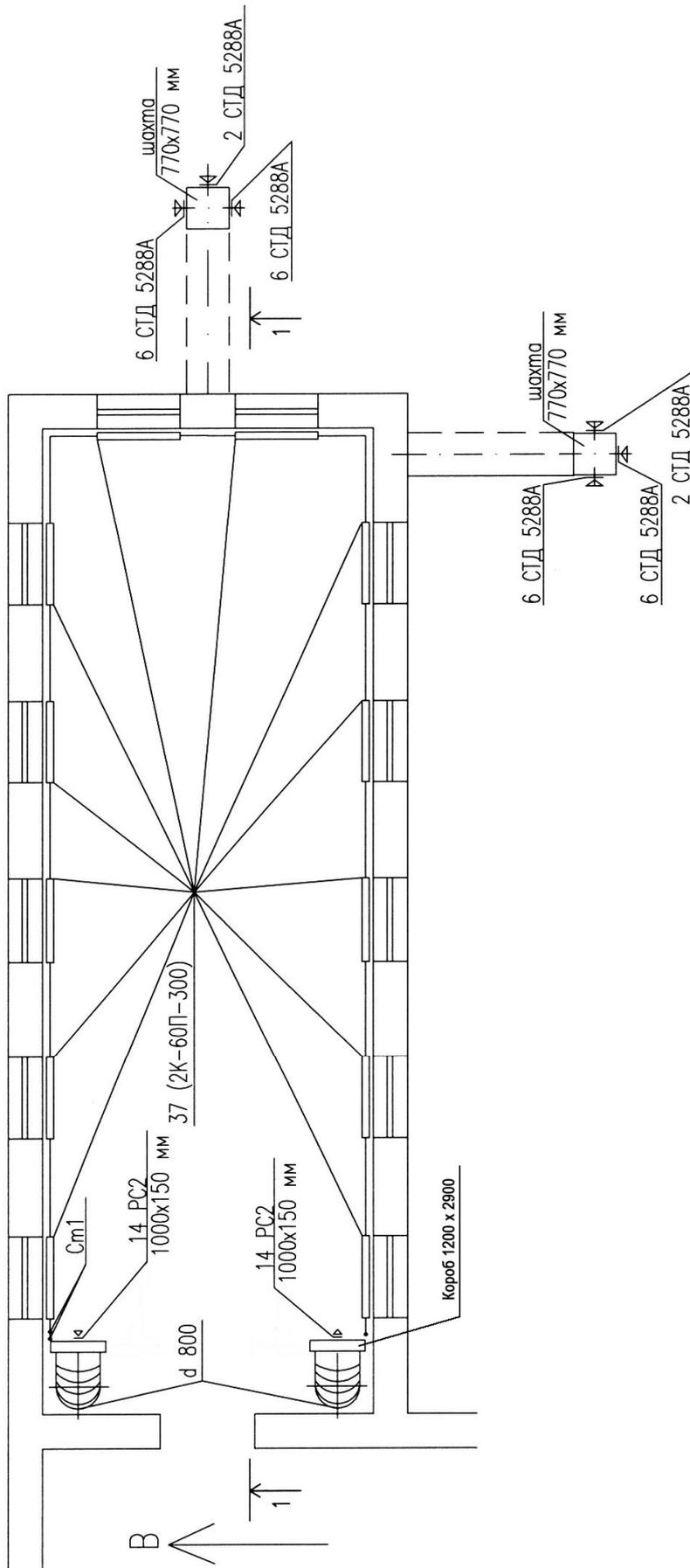
План чердака



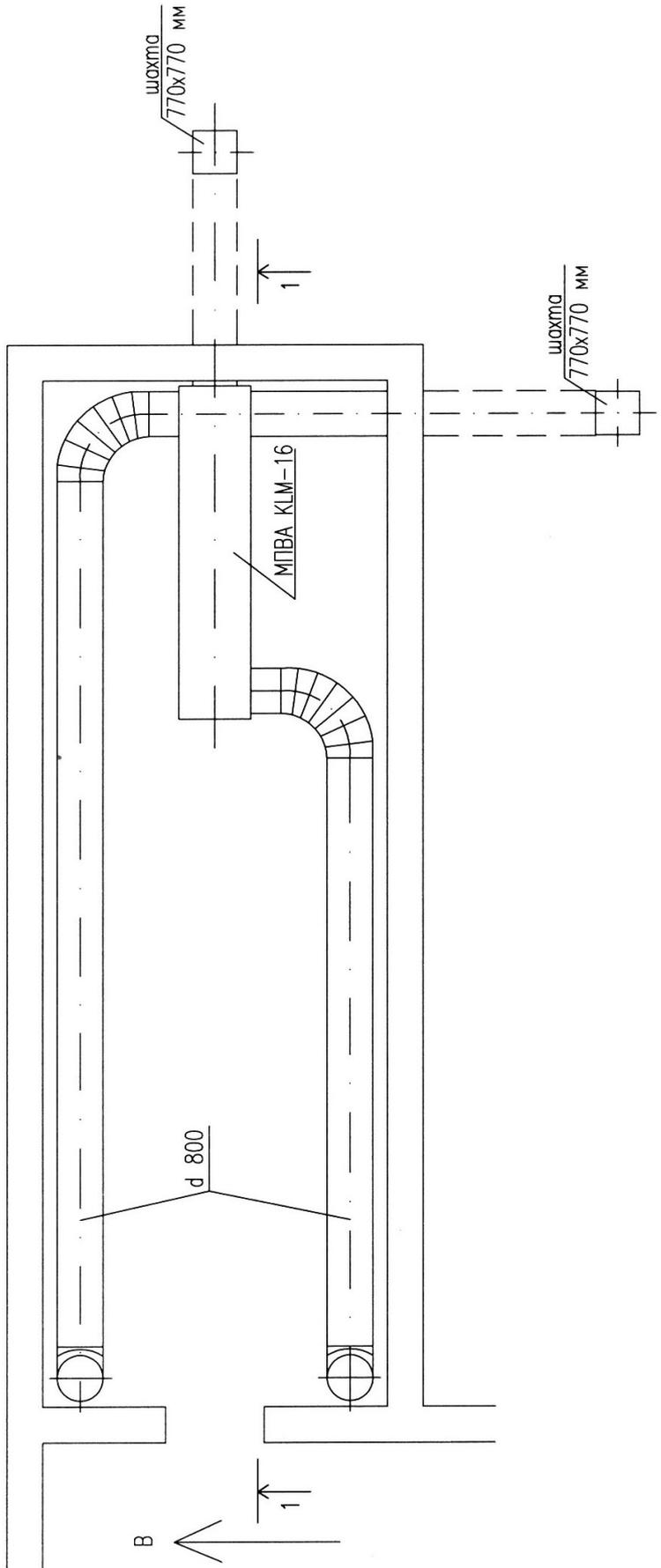
ПЛАН ПОДВАЛА



Схемы стояков водоснабжения, канализации,
схема системы вентиляции



П л а н н а о т м м . 0 . 0 0 0



План подвала

