Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 10.09.2024 12:27:17
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Кафедра Промышленного и гражданского строительства

ОТОПЛЕНИЕ

Методические указания
к выполнению курсового проекта

для обучающихся по направлению подготовки
08.03.01 «Строительство»,
профиль «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и
очной формы обучения

Москва 2024

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ..... 4
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ..... 4
2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.. 5
2.1. Требуемое сопротивление теплопередаче..... 5
2.2. Сопротивление теплопередаче по условиям энергосбережения..... 6
2.3. Теплотехнический расчет световых проемов…….. 7
2.4. Определение толщины утепляющего слоя..... 9
2.5. Определение коэффициента теплопередачи ограждающих конструкций..... 9
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ..... 10
4. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ..... 13
5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ..... 15
6. РАСЧЁТ ПОВЕРХНОСТИ ЧИСЛА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ..... 18
7. ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА..... 22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... 23
ПРИЛОЖЕНИЕ 1..... 24
ПРИЛОЖЕНИЕ 2..... 25
ПРИЛОЖЕНИЕ 3..... 25
ПРИЛОЖЕНИЕ 4..... 26
ПРИЛОЖЕНИЕ 5..... 26
ПРИЛОЖЕНИЕ 6..... 29
ПРИЛОЖЕНИЕ 7..... 34
ПРИЛОЖЕНИЕ 8..... 35
ПРИЛОЖЕНИЕ 9..... 36
ПРИЛОЖЕНИЕ 10..... 37
ПРИЛОЖЕНИЕ 11..... 39
ПРИЛОЖЕНИЕ 12..... 39

Введение

Целью выполнения курсового проекта, контрольных работ и практических занятий по дисциплине «Отопление» является усвоение теоретического материала и приобретение навыков расчёта и конструирования систем отопления и вентиляции для жилого здания.

Курсовой проект состоит из расчётной и графической частей.

Расчётно-пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями Московского Политеха и содержит следующие разделы:

1. Исходные данные.
2. Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций.
3. Определение тепловой мощности системы отопления.
4. Конструирование системы отопления.
5. Гидравлический расчёт системы отопления.
6. Расчёт поверхности и числа отопительных приборов.
7. Подбор оборудования теплового пункта.
8. Проектирование и расчёт вентиляции.

Графическая часть выполняется на листе формата А1 и содержит планы чердака, подвала, второго этажа, аксонометрические схемы главного циркуляционного кольца системы отопления и систем вентиляции, выполненные в масштабе 1:100.

1. Исходные данные

Исходные данные для выполнения курсовой работы (проекта) определяются по номеру задания, предложенному преподавателем. Местонахождение здания, климатические характеристики местности принимаются по прил. 1. Номер плана здания и конструкция рассчитываемого наружного ограждения, место ввода теплосети в здание, схема разводки подающих магистралей, тип отопительных приборов и расчётное располагаемое давление в системе отопления приводятся в прил. 2.

Теплотехнические показатели конструктивных элементов наружного ограждения следует принимать по прил. 4.

Температура воздуха в помещениях и количество подаваемого воздуха приводятся в прил. 3.

Эскизы наружных ограждений и планы зданий даны в прил. 5 и 6.

Все здания имеют неотапливаемый подвал со световыми проёмами в стенах. Уровень земли находится на отметке 1,0 м, а уровень пола подвала – 3,0 м. Нижняя разводка подающих магистралей устраивается в зданиях без чердака, верхняя разводка – в зданиях с чердаком. Подвал используется для размещения оборудования теплового пункта и магистральных трубопроводов системы отопления. Вход в подвал через лестничную клетку. Высота наружных стен при

определении тепловой мощности системы отопления для I этажа равна 3,3 м, для II и III этажей – 3,0 м при толщине перекрытий 0,3 м. Размеры окон в свету принимаются: горизонтальный 1,4 м и 1,8 м согласно масштабу планов здания (прил. 5), вертикальный – 1,7 м. Размеры окна в лестничной клетке 1,4х1,4 м. Независимо от местонахождения здания наружные двери принимаются двойные с тамбуром между ними; размеры дверей 1,2х2,2 м. Внутренние капитальные стены выполняются из кирпича толщиной 0,38 м, перегородки – толщи- ной 0,1 м.

В курсовой работе (проекте) предусматривается проектирование водяной системы отопления с расчётными температурами 95 – 70 ^{0}С. Система отопле- ния присоединяется через элеватор к тепловой сети с расчётными температу- рами 150 – 70 ^{0}С.

2. Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

Теплотехнический расчёт сводится к определению толщины утепляющего слоя стеновой панели и вычислению коэффициентов теплопередачи наружных ограждений здания: стены, чердачного перекрытия (бесчердачного покрытия для здания с плоской кровлей), перекрытия над неотапливаемым подвалом, остекления и входной двери в здание.

Согласно [1] сопротивление теплопередаче R_0 ограждающих конструкций следует принимать наибольшим из требуемого сопротивления теплопередаче $R_0^{тр}$ по санитарно-гигиеническим условиям и $R_0^{эн}$ по условиям энергосбереже- ния.

2.1. Требуемое сопротивление теплопередаче

Санитарно-гигиенические требования определяют температуру внутренней поверхности ограждения, при которой люди, находящиеся в помещении, не испытывают интенсивного радиационного охлаждения со стороны этой поверхности и на ней не наблюдается конденсация влаги. Минимально допустимое сопротивление теплопередаче, удовлетворяющее этим условиям, называется требуемым сопротивлением.

Сопротивление теплопередаче $R_0^{тр}$ является наименьшим, при котором обеспечивается допустимая по санитарно-гигиеническим требованиям минимальная температура внутренней поверхности ограждения при расчётной зимней температуре наружного воздуха:

$$R_0^{тр} = \frac{n(t_в - t_н^Б)}{\Delta t^н \alpha_в}, \qquad (2.1)$$

где $R_0^{тр}$ – требуемое сопротивление теплопередаче, (м^2 ºС)/Вт;

n – поправочный коэффициент на расчётную разность температур, зависит от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху, принимается по табл. 2.1;

$t_в$ – расчётная температура внутреннего воздуха, ^{0}C, принимается по прил.3;

$t_н^Б$ – расчётная температура наружного воздуха, равная температуре по параметру Б, ^{0}C, принимается по прил. 1;

$\Delta t^н$ – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности стены, ^{0}C, принимается по табл. 2.1;

$\alpha_в$ – коэффициент тепловосприятия внутренней поверхности ограждения, принимаемый по [2] для гладких внутренних поверхностей равным 8,7 Вт/(м^2 ^{0}C).

Таблица 2.1.

Значения нормируемого температурного перепада $\Delta t^н$ ***и коэффициента n***

Наружное ограждение жилого здания	$\Delta t^н$	*n*
Наружная стена	4	1
Чердачное перекрытие	3	1
Бесчердачное покрытие (плоская кровля)	3	0,9
Перекрытие над неотапливаемым подвалом со световыми проемами в стенах	2	0,75

Требуемое сопротивление теплопередаче $R_0^{тр}$ наружной стены и перекрытий (чердачного, бесчердачного и над подвалом) определяется по формуле(2.1).

Сопротивление теплопередаче входной двери в здание принимается в размере 60 % от величины $R_0^{тр}$ для стеновой панели.

2.2. Сопротивление теплопередаче по условиям энергосбережения $R_0^{эн}$ принимается по табл. 2.2 в зависимости от величины градусо-суток отопительного периода ГСОП:

$$ГСОП = (t_в - t_{оп}) \cdot Z_{оп}, \qquad (2.2)$$

где $t_{оп}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, ^{0}C, (по прил. 1);

$Z_{оп}$ – продолжительность отопительного периода, сут.

Таблица 2.2

Сопротивление теплопередаче по условиям энергосбережения $R_0^{эн}$

Назначение зданий	*Тысячи градусо-суток*	*Сопротивление теплопередаче* $R_0^{эн}$, *(м².⁰С) / Вт*			
		стен	*покрытий*	*перекрытий неотапливаемых помещений*	*Окон*
Жилые, лечебные, детские	2	2,1	3,2	2,8	0,30
	4	2,8	4,2	3,7	0,45
	6	3,6	5,2	4,6	0,60
	8	4,2	6,2	5,5	0,70
	10	4,9	7,2	6,4	0,75
	12	5,6	8,2	7,3	0,80

Примечание. Значения $R_0^{эн}$ окон являются рекомендуемыми.

После определения $R^{тр}$ и $R^{эн}$ их сравнивают:

если $R^{тр}_0 > R^{эн}_0$, то за расчетное сопротивление теплопередаче принимают $R^{тр}_0$, ($R^{р}_0 = R^{тр}_0$);

если $R^{эн}_0 > R^{тр}_0$, то для расчетов принимают $R^{эн}_0$, ($R^{р}_0 = R^{эн}_0$).

2.3. Теплотехнический расчет световых проемов

Для жилых зданий и зданий гражданского назначения применяется, как правило, одинарное, двойное и тройное остекление в деревянных или пластмассовых переплетах, спаренное или раздельное. Теплотехнический расчет балконных дверей и заполнений световых проемов, а также выбор их конструкций осуществляется в зависимости от района строительства и назначения помещений.

Сопротивление теплопередаче для световых проемов $R_0^{эн}$ определяют по табл. 2.2 в зависимости от величины ГСОП.

Затем по табл. 2.3 выбирают конструкцию светового проема с приведенным сопротивлением теплопередаче R_0 при условии, что $R_0 \geq R_0^{эн}$. Для жилой части здания следует выбирать остекление в деревянных переплетах, для нежилой – стеклопакеты.

Таблица 2.3

Приведенное сопротивление окон и балконных дверей [2]

Заполнение светового проема (в деревянных или ПВХ переплетах)	Приведенное сопротивление теплопередаче R_0, ($м^2 \cdot {}^0C$) / Вт
Двойное остекление в спаренных переплетах	0,4
Двойное остекление в раздельных переплетах	0,44
Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,55
Однокамерный стеклопакет:	
из обычного стекла	0,38
из стекла с твердым селективным покрытием	0,51
из стекла с мягким селективным покрытием	0,56
Двухкамерный стеклопакет:	
из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 6 мм)	0,51
из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 12 мм)	0,54
из стекла с твердым селективным покрытием	0,58
из стекла с мягким селективным покрытием	0,68
Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в раздельных переплетах:	
из обычного стекла	0,56
из стекла с твердым селективным покрытием	0,65
из стекла с мягким селективным покрытием	0,72
Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в раздельных переплетах:	
из обычного стекла	0,68
Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,7
Два однокамерных стеклопакета в раздельных переплетах	0,74

Примечание: К мягким селективным покрытиям относят покрытия с коэффициентом излучения менее 0,15, к твердым – более 0,25.

Для принятой конструкции светового проема определяется коэффициент теплопередачи.

2.4. Определение толщины утепляющего слоя

Расчётное сопротивление теплопередаче R_0^p ограждающей конструкции принимается равным большему из полученных значений $R_0^{тр}$ и $R_0^{эн}$. Из уравнения (2.3) находится термическое сопротивление слоя утеплителя $R_{i.ут}$, по величине которого можно определить толщину утепляющего слоя конструкции:

$$R_0^p = \frac{1}{\alpha_в} + R_к + R_{i.ут} + \frac{1}{\alpha_н}, \qquad (2.3)$$

где $R_к = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + ... + \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{вп}$ – термическое сопротивление многослойной ограждающей конструкции без утепляющего слоя, ($м^2\ ^0C$)/Вт;

δ_i – толщина i-го слоя, м;

λ_i – коэффициент теплопроводности материала i-го слоя, Вт/(м·^{0}C);

$R_{вп}$ – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки при толщине 0,03 ...0,05 м можно принять согласно [1] равным 0,16 ($м^2\ ^0C$)/Вт;

$R_{i.ут} = \frac{\delta_{i.ут}}{\lambda_{i.ут}}$ – термическое сопротивление утепляющего слоя, ($м^2 \cdot ^0C$)/Вт;

$\alpha_н$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции зимой, принимаемый для наружных стен равным 23 Вт / ($м^2 \cdot ^0C$).

Вычисленное значение $\delta_{i.ут}$ округляется до ближайшего кратного 0,005 м размера. Для кирпичных стен округление производится до ближайшего из размеров: 0,25; 0,38; 0,51; 0,64; 0,77 м.

2.5. Определение коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций

Коэффициент теплопередачи К для всех ограждающих конструкций вычисляется по формуле

$$К = \frac{1}{R_0}; \quad \frac{Вт}{м^2 \cdot ^0C}. \qquad (2.4)$$

ПРИМЕЧАНИЕ. При расчёте основных теплопотерь через наружные ограждения площади остекления и входной двери в здание учитываются дважды: в площадях стен и отдельно. Поэтому при определении потерь теплоты через входную дверь и заполнения световых проёмов следует пользоваться скорректированными коэффициентами теплопередачи:

$$К'_{дд} = К_{дд} - К_{ст};$$
$$К'_{ок} = К_{ок} - К_{ст},$$

где $К_{дд}$, $К_{ст}$, $К_{ок}$ - коэффициенты теплопередачи входной двери в здание, наружной стены и заполнения световых проёмов.

3. Определение тепловой мощности системы отопления

Задача расчёта тепловой мощности системы отопления состоит в нахождении всех составляющих теплового баланса (теплопотерь и теплопоступлений) и определении дефицита теплоты для каждого помещения и здания в целом.

Потери теплоты в жилых зданиях связаны с теплоотдачей через ограждающие конструкции, а также с расходом теплоты на нагревание наружного воздуха, который проникает в помещения через неплотности в ограждениях.

Причинами инфильтрации являются тепловое давление, возникающее вследствие разности плотностей наружного холодного и внутреннего тёплого воздуха, и ветровое давление, создающее на наветренной стороне здания избыточное давление, а над подветренной – разряжение. Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха $Q_и$ зависит от температур наружного и внутреннего воздуха, от направления и скорости ветра, планировки и высоты здания. Кроме того, в жилых зданиях работа естественной вытяжной вентиляции не компенсируется специально организованным притоком. Поэтому наружный воздух поступает в помещения через неплотности неподогретым, что требует дополнительного расхода теплоты $Q_в$.

В качестве расчётного принимается большее значение из $Q_и$ и $Q_в$. Но для малоэтажных зданий величина $Q_в$, как правило, превышает $Q_и$. Поэтому в курсовой работе (проекте) определяется расход теплоты на нагревание наружного воздуха, поступающего в помещение вследствие естественной вытяжки, не компенсируемой подогретым приточным воздухом.

3.1. Перед началом расчёта все помещения (за исключением ванных, туалетов и лестничных клеток) нумеруются: 101, 102 ... – на первом этаже; 201, 202 ... – на втором этаже (рис. 3.1). Каждому помещению в зависимости от его назначения присваивается индекс: жилая комната – ЖК; кухня – К; коридор – КР; прихожая – ПР; лестничная клетка – ЛК.

3.2. Из уравнения теплового баланса определяются теплопотери каждого помещения:

$$Q_{пом} = Q_{огр} \cdot \left(1 + \sum N_д\right) + Q_в - Q_{быт}, \qquad (3.1)$$

где $Q_{огр}$ – основные потери теплоты наружными ограждениями помещения, Вт;

$\sum N_д$ – коэффициент, учитывающий добавочные теплопотери;

$Q_в$ – расход теплоты на нагревание наружного воздуха, поступающего в помещение вследствие естественной вытяжки, Вт;

$Q_{быт}$ – бытовые тепловыделения, Вт.

3.2.1. Основные теплопотери помещения определяются как сумма потерь теплоты через каждое наружное ограждение (наружная стена – НС, остекление

одинарное – ОО, двойное или тройное – ДО или ТО, двойные двери – ДД, потолок – ПТ, пол – ПЛ), вычисленных по формуле

$$Q_{огр} = К \cdot А \cdot (t_в - t_н^Б) n, \qquad (3.2)$$

где К – коэффициент теплопередачи наружного ограждения, Вт / ($м^2 \cdot {}^0С$) (см. п. 2.4);

А – площадь наружного ограждения, $м^2$;

$t_в$ – расчётная температура внутреннего воздуха для рассматриваемого помещения в $^0С$, принимаемая по прил. 3.;

$t_н^Б$ – средняя температура наиболее холодной пятидневки, $^0С$, принимаемая по прил. 1;

n – коэффициент, принимаемый по табл. 2.1.

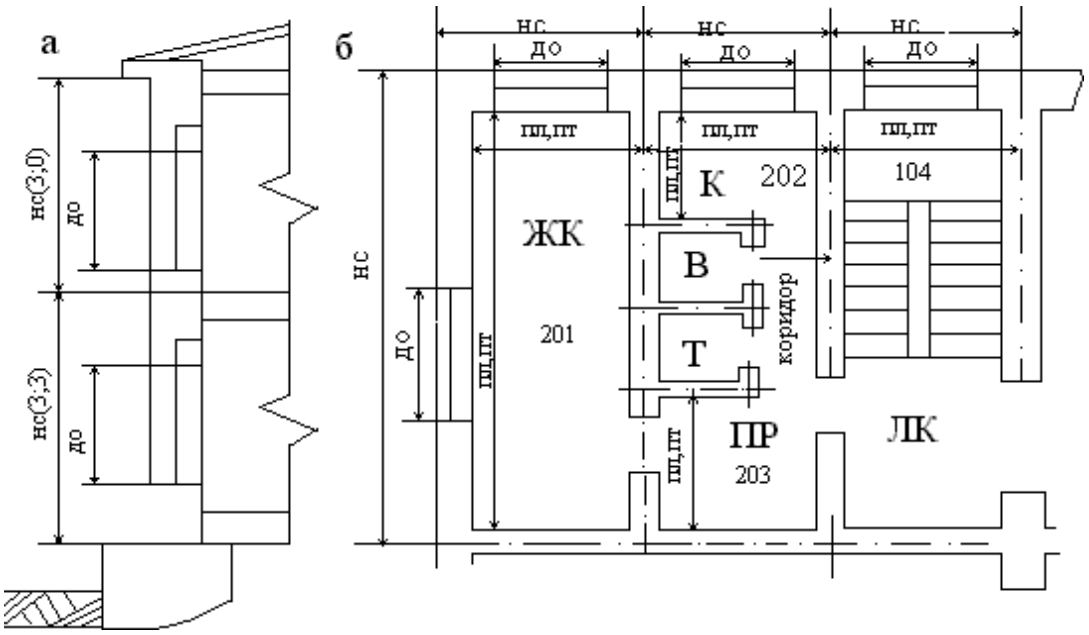


Рис. 3.1. Схема обмера ограждающих конструкций (размеры в м):
а – по высоте здания; б – в плане

ПРИМЕЧАНИЕ

1. Линейные размеры наружного ограждения принимаются с точностью до 0,1 м по плану здания в соответствии с масштабом и схемой обмера, показан- ной на рис. 3.1; площади ограждений вычисляются с точностью до 0,1 $м^2$.
2. Теплообмен между внутренними помещениями в пределах этажа не учитывается.
3. Для уменьшения объема вычислительной работы расход теплоты на отопление ванной и санузла (туалета) в курсовой работе не предусматривается, и теплопотери этих помещений не учитываются.
4. Теплопотери лестничной клетки через перекрытие над подвалом определя-

ются по величине её площади в плане.

3.2.2. Добавочные потери теплоты учитывают ориентацию наружных ограждений по сторонам света и дополнительный расход теплоты на нагревание холодного воздуха, врывающегося в здание при открывании входных дверей. Значения коэффициента $N_д$, характеризующего величину этих потерь, принимаются равными:

1. В зависимости от ориентации конструкции по сторонам света:

Ограждение ориентировано на	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Значения $N_д$	0,1	0,1	0,1	0,05	0	0	0,05	0,1

2. Для двойных дверей с тамбуром между ними $N_д$ = 0,27Н, где Н – высота здания.

3.2.3. Расход теплоты $Q_в$ в Вт на нагревание наружного воздуха, поступающего в помещение вследствие естественной вытяжки, определяют только для жилых комнат по формуле

$$Q_в = (t_в - t^{Б}_{н}) \cdot A, \qquad (3.3)$$

где А – площадь пола жилой комнаты, м^2.

3.2.4. Бытовые тепловыделения $Q_{быт}$ принимаются в размере 10 Вт на 1 м^2 каждого помещения, в котором предусматривается установка отопительного прибора (кроме лестничной клетки).

3.3. Теплопотери коридоров и прихожих $Q_{кор}$ включаются в расход теплоты на отопление одной из прилежащих (желательно угловой) жилых комнат. Поэтому расчётная тепловая мощность $Q_р$, Вт, системы отопления этой комнаты определяется как

$$Q_р = Q_{пом} + Q_{кор}.$$

Для остальных помещений $Q_р = Q_{пом}$.

3.4. Вычисленные значения величин $Q_р$, $Q_{пом}$, $Q_в$, $Q_{быт}$ округляются до ближайшего кратного 10 Вт значения.

3.5. Расчёт выполняется в табличной форме (табл. 3.1) и заканчивается определением тепловой мощности системы отопления всего здания как суммы затрат теплоты на отопление отдельных помещений.

Таблица 3.1

Расчёт теплопотерь

№ помещения	Наименование помещения, $t_в$, ^{0}C; $F_{пл}$, м^2	Характеристика ограждающих конструкций						$Q_{огр}$, Вт	$\beta_д$	$Q_{огр}(1+N_д)$, Вт	$Q_{огр}(1+N_д)$, Вт	$Q_в$, Вт	$Q_{быт}$, Вт	$Q_р$, Вт
		Обозначение	Ориентация	Размеры, мхм	F, м^2	K, Вт/(м^2.^{0}C)	$(t_в-t_н)$ n							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
101	ЖК	НС	В	3х3,3	9,9	1,49	35х1	520	1,1	570				
	20 ^{0}C	НС	Ю	3,3х3,2	10,6	1,49	35х1	550	1,0	550				
	8 м^2	ДО	Ю	1,4х1,7	2,4	1,45	35х1	120	1,0	120				
		ПЛ	-	2,7х2,4	6,5	0,86	35х0,75	150	1,0	150	1390	220	70	1540

4. Конструирование системы отопления

В курсовой работе (проекте) предусматривается вертикальная двухтрубная система отопления. Конструирование системы отопления начинается с размещения на плане здания отопительных приборов и стояков.

4.1. Отопительные приборы устанавливаются во всех жилых комнатах, кухнях, лестничных клетках и размещаются, кроме лестничных клеток, под каждым окном. В угловых комнатах приборы устанавливаются у обеих наружных стен, даже если одна из них не имеет окон. В лестничной клетке отопительный прибор устанавливается сразу после входного тамбура. Во всех помещениях, кроме лестничной клетки, низ радиаторов располагается над полом на высоте не менее 0,1 м, а конвекторов – не менее 0,15 м. В коридорах, прихожих и туалетах отопительные приборы не устанавливаются. Исключение составляют коридоры и прихожие, имеющие одну или более наружных стен. Ванные отапливаются полотенцесушителями систем горячего водоснабжения, проектирование которых в данной работе не рассматривается.

4.2. Отопительные стояки располагаются у наружных стен. В угловых комнатах стояки размещаются в углах, образованных наружными стенами для того, чтобы предохранить стены от сырости и промерзания. В кухнях, примыкающих к лестничной клетке, стояки располагаются в углу, образованном наружной стеной и стеной лестничной клетки. К стоякам, обслуживающим отопительные приборы в кухнях, не рекомендуется подсоединять приборы других помещений. Запрещается подключение к одному стояку отопительных приборов, установленных в соседних квартирах. Отопительный прибор лестничной

клетки присоединяется к системе самостоятельной подводкой (при нижней разводке подающих магистралей) или стояком (при верхней разводке подающих магистралей). Главный стояк прокладывается в лестничной клетке.

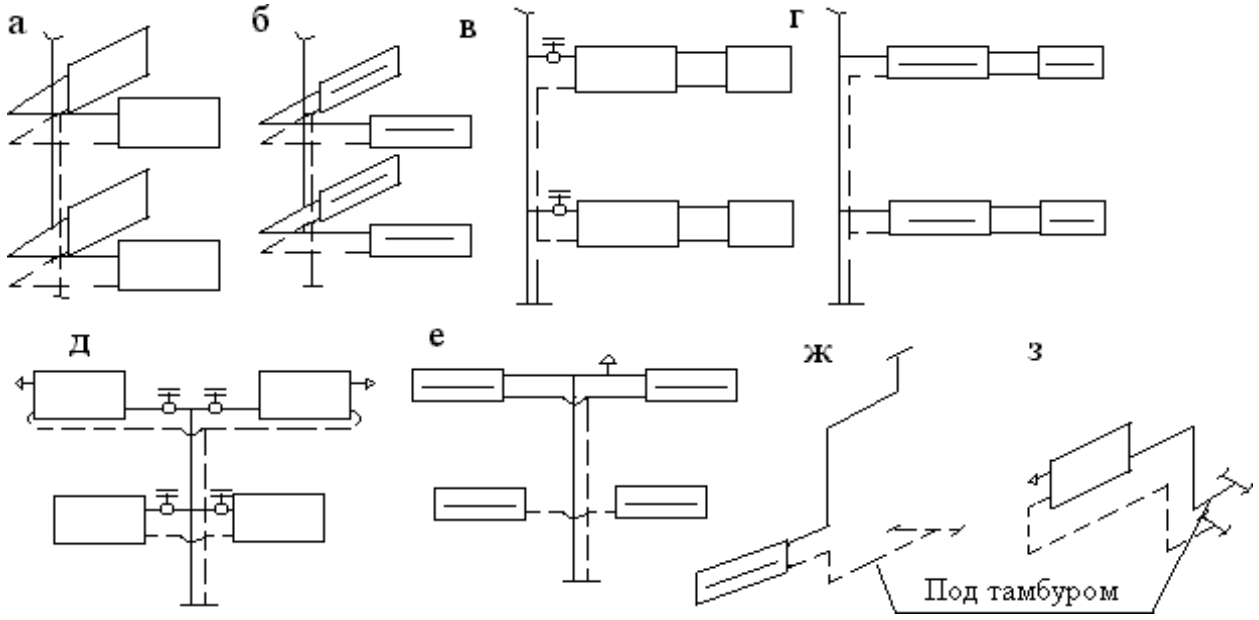


Рис. 4.1. Схемы (эскизы) подсоединения отопительных приборов к двухтрубным стоякам

Эскизы некоторых конструкций стояков даны на рис. 4.1. Здесь (а) и (б) – стояки с двусторонним подсоединением приборов в угловой комнате; (в) и (г) – стояки с односторонним подсоединением приборов, причём схему (в) следует применять в угловых комнатах с двумя окнами в одной наружной стене; (д) и (е) – стояки с двусторонним присоединением приборов; (ж) и (з) – подсоединение приборов лестничных клеток. Схемы (а), (б), (в), (г), (ж) – применяются при верхней разводке, (д), (е), (з) - при нижней разводке подающих магистралей. В схемах (а) и (в) теплоноситель движется через радиаторы сверху – вниз. Такое же движение теплоносителя через радиаторы первого этажа в схеме (д). Через радиаторы второго этажа этой схемы и в схеме (з) теплоноситель движется снизу - вверх.

4.3. Подающие магистрали при верхней разводке прокладываются на чердаке. Для удобства монтажа и ремонта расстояние от наружной стены до оси трубопровода принимается равным 1 – 1,5 м. Обратные магистрали (независимо от схемы разводки) и подающие трубопроводы в системах с нижней разводкой прокладываются в подвале вдоль наружных стен на кронштейнах на расстоянии 0,2 м от потолка.

При конструировании системы отопления рекомендуется делить её на две примерно одинаковые части (ветви), расположенные симметрично при верхней разводке относительно главного стояка, при нижней – относительно узла ввода. Подающие магистрали, прокладываемые на чердаке, должны иметь уклон не

менее 0,002 в сторону главного стояка, а трубопроводы, расположенные в подвале, – в сторону узла ввода. Для отключения отдельных ветвей системы в начале и конце каждой ветви устанавливается вентиль. Опорожнение ветви при этом осуществляется через тройники с пробкой, устанавливаемые в конце нижних частей ветвей перед отключающими устройствами.

Все магистральные трубопроводы в подвале и на чердаке теплоизолируются.

4.4. Регулирование теплоотдачи чугунных радиаторов двухтрубных систем осуществляется кранами двойной регулировки, которые устанавливают на верхней подводке к прибору, и на чертежах планов условно не показывается. При подсоединении приборов к стояку в угловой комнате можно ограничи- ваться установкой крана двойной регулировки на одном из них. Кран двойной регулировки на подводке к радиатору в лестничной клетке не устанавливается. Регулирование теплоотдачи конвекторов «Комфорт – 20» осуществляется встроенными воздушными клапанами.

4.5. Удаление воздуха из системы с верхней разводкой осуществляется с помощью воздухосборников, которые устанавливаются в конце каждой ветви перед последним стояком. При нижней разводке подающих магистралей воз- дух удаляется через воздуховыпускные краны, которые устанавливаются в глу- хих верхних пробках радиаторов второго этажа или на самых высоких участкахтруб, подводящих воду к конвекторам.

5. Гидравлический расчёт системы отопления

Система водяного отопления представляет собой разветвленную и закольцованную сеть трубопроводов. Цель гидравлического расчёта системы отопления состоит в подборе диаметров её отдельных участков таким образом, чтобы по ним проходили расчётные расходы теплоносителя. В этом случае каждый отопительный прибор будет получать и передавать в воздух помещения расчётное количество теплоты, необходимое для компенсации теплопотерь.

Проведение расчёта трубопроводов всей системы отопления является сложной гидравлической задачей. Поэтому в курсовой работе (проекте) гидравлический расчёт сводится к определению диаметров участков главного циркуляционного кольца и увязке потерь давления в ближайшем к тепловому вводу стояке.

В качестве главного принимается циркуляционное кольцо, проходящее через наиболее удаленный от узла ввода стояк. При верхней разводке в него включается отопительный прибор первого этажа, при нижней – второго этажа. При подсоединении к стояку в пределах одного этажа двух отопительных приборов главное циркуляционное кольцо проходит через наиболее нагруженный прибор, а при равенстве тепловых нагрузок – через прибор, на горизонтальной подводке к которому установлен кран двойной регулировки.

5.1. Перед началом расчёта в масштабе (1:100) вычерчивается аксонометрическая схема главного циркуляционного кольца со всеми стояками и отопительными приборами. Узел ввода тепловой сети (тепловой пункт) изображается условно в виде прямоугольника с размерами 2х1 м. На схеме указываются номера стояков, уклоны подающих и обратных магистралей, запорная и регулирующая арматура и воздуховыпускные устройства. Внутри прямоугольников, условно обозначающих радиаторы, показывается их расчётная тепловая мощность. У конвекторов тепловая нагрузка пишется сверху.

Главное циркуляционное кольцо разбивается на последовательно соединенные расчётные участки. Каждый участок характеризуется своим неизменным расходом теплоносителя и диаметром трубопровода. Границами участка являются точки, в которых происходит изменение расхода теплоносителя или диаметра трубопровода. Участки нумеруются последовательно по ходу теплоносителя. В системах с верхней разводкой за первый участок принимается обратная подводка отопительного прибора первого этажа. В системах с нижней разводкой: при конвекторах – трубы конвектора, при радиаторах – обратная подводка прибора второго этажа. Вместе с номером участка на схеме указывается его тепловая нагрузка (Вт) и длина (м). Тепловые нагрузки участков подающей и обратной магистралей, имеющих одинаковые расходы теплоносителя, условно считаются равными.

5.2. Гидравлический расчёт системы отопления выполняется в табличной форме (прил. 12). Заполняются первые четыре графы таблицы. Расход теплоносителя (графа 3) определяется по формуле

$$G = \frac{3.6 \cdot Q}{C(t_г - t_0)}, \quad \text{кг/ч}, \qquad (5.1)$$

где Q – тепловая нагрузка на участке, Вт;

C – удельная теплоёмкость воды, кДж / (кг·^{0}C), C = 4,187;

$t_г$ = 95 ^{0}C; t_0 = 70 ^{0}C;

3,6 – коэффициент перевода Вт в кДж / ч.

Диаметр трубопровода (графа 5) на участке определяется по прил. 7 в зависимости от величины G и ориентировочного значения удельных потерь на трение $R_{ор}$:

$$R_{ор} = \frac{\Delta P_р}{\sum l}(1-\alpha), \quad \frac{\text{Па}}{\text{м}}, \qquad (5.2)$$

где $\Delta P_р$ – расчётное располагаемое давление в системе отопления, Па, принимаемое по прил. 2;

$\sum l$ – суммарная длина всех последовательно соединенных участков циркуляционного кольца, м;

α – доля гидравлических потерь, приходящихся на местные сопротивления, α = 0,35.

По известной величине G и принятому диаметру трубопровода d_y из прил. 7 находятся значения $R_ф$ и скорость движения воды *v*. При подборе диаметров трубопроводов возможны большие расхождения между $R_{ор}$ и $R_ф$, особенно на участках с малыми расходами. Заниженные потери на этих участ- ках должны компенсироваться некоторым завышением потерь на других уча- стках. Потери на трение R l записываются в графу 8.

Для определения потерь давления в местных сопротивлениях Z для каждого участка составляется перечень местных сопротивлений и в зависимости от величины d_y по прил. 8 находятся значения ξ. Сумма коэффициентов местных

сопротивлений записывается в графе 9. При вычислении Z (графа 10) удобно пользоваться прил. 9. Величина общих потерь давления на участке (Rl+Z) заносится в графу 11.

ПРИМЕЧАНИЕ. При определении потерь давления на трение в системах с конвекторами «Комфорт – 20» длину труб в конвекторе следует принять рав- ной 2 м.

5.3. Суммарные потери давления на всех участках главного циркуляционного кольца $\sum(Rl + Z)$ сравниваются с величиной расчётного располагаемого давления в системе отопления $\Delta P_р$. Если расхождение между ними не превышает 10 %, то расчёт считается законченным.

Если величина $\sum(Rl + Z)$превышает $\Delta P_р$ более чем на 10 %, то на одном или нескольких участков следует увеличить диаметры труб.

При $\sum(Rl + Z) < \Delta P_р$ диаметры труб необходимо уменьшить.

5.4. Расчёт ближайшего к тепловому вводу стояка производится аналогично расчёту главного циркуляционного кольца.

При этом диаметры стояка и подводок к приборам принимаются минимальными и равными 15 мм. После определения сопротивлений $(Rl + Z)$ каждого участка находятся суммарные потери давления в рассчитываемом стояке $\sum(Rl + Z)_{ст}$ и вычисляется величина избыточного давления:

$$\Delta P_{изб} = \Delta P_р - \sum(Rl + Z)_{общ} - \sum(Rl + Z)_{ст}, \quad Па, \qquad (5.3)$$

где $\sum(Rl + Z)_{общ}$ – суммарные потери давления в подающей и обратной магистралях главного циркуляционного кольца от узла ввода до рассчитываемого стояка, Па.

Для обеспечения прохождения по стояку расчётного количества теплоносителя $G_{ст}$ необходимо погасить это избыточное давление с помощью дроссельной диафрагмы (шайбы), диаметр отверстия которой определяется по формуле

$$d_ш = 3.54\frac{\sqrt{G_{ст}}}{\sqrt[4]{\Delta P_{изб}}}, \qquad (5.4)$$

ПРИМЕЧАНИЕ. *Запрещается* установка дроссельных шайб с диаметром отверстия менее 5 мм.

6. Расчёт поверхности и числа отопительных приборов

Задача теплового расчёта отопительного прибора состоит в определении такой величины его поверхности, при которой обеспечивается передача расчётного количества теплоты от теплоносителя внутреннему воздуху помещения.

В курсовой работе (проекте) расчёт выполняется для приборов, присоединённых к наиболее удаленному от узла ввода стояку главного циркуляционного кольца (см. п.5). При верхней разводке определяется число и поверхность приборов, установленных на первом этаже, при нижней – на втором этаже.

6.1. Характеристика отопительных приборов

В курсовой работе (проекте) приняты два типа отопительных приборов: чугунный секционный радиатор МС 90 – 108 и конвектор «Комфорт – 20» (прил. 10).

Каждая секция радиатора МС 90 – 108 состоит из двух полых вертикальных колонок эллиптического сечения. Поверхность нагрева одной секции радиатора МС 90 – 108 равна 0,187 м^2.

Конвектор «Комфорт – 20» состоит из двух расположенных в горизонтальной плоскости водогазопроводных труб диаметром 20 мм с оребрением из тонких стальных пластин. Пластины заключены в кожух из стального листа. Конвектор снабжён воздушным клапаном для регулирования теплоотдачи, поэтому регулирующая арматура на подводках к этому отопительному прибору не устанавливается. Характеристики всех типоразмеров конвекторов «Ком- форт – 20» приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Типоразмеры конвекторов «Комфорт – 20»

Марка прибора	Площадь поверхности нагрева,м2	Номинальный тепловой поток,Вт	Длина,мм	Марка прибора	Площадь поверхности нагрева,м2	Номинальный тепловой поток,Вт	Длина,мм
КН20-0,372	0,71	372	300	КН20-1,315	2,84	1315	900
КН20-0,515	0,905	515	400	КН20-1,475	3,195	1475	1000
КН20-0,655	1,42	655	500	КН20-1,640	3,55	1640	1100
КН20-0,820	1,775	820	600	КН20-1,805	3,95	1805	1200
КН20-0,985	2,13	985	700	КН20-1,970	4,26	1970	1300
КН20-1,150	2,485	1150	800				

6.2. Расчёт поверхности нагрева

Общая площадь поверхности нагрева отопительных приборов $F_р$, м^2, находится по формуле

$$F_р = \frac{Q_{пр}}{q_{пр}}, \qquad (6.1)$$

где $Q_{пр}$ – тепловая нагрузка на данный прибор, Вт;

$q_{пр}$ – поверхностная плотность теплового потока прибора, Вт/м^2.

Требуемая теплоотдача прибора в рассматриваемое помещение определяется по формуле

$$Q_{пр} = Q_п - \beta_{тр} \cdot Q_{тр}, \qquad (6.2.)$$

где $Q_п$ – теплопотери помещения, Вт;

$Q_{тр}$ – суммарная теплоотдача проложенных в пределах помещения нагретых труб стояка и подводок, Вт;

$\beta_{тр}$ – поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи теплопроводов (при открытой прокладке труб $\beta_{тр} = 0{,}9$).

Суммарную теплоотдачу труб $Q_{тр}$, Вт, определяют по формуле

$$Q_{тр} = q_в \cdot l_в + q_г \cdot l_г, \qquad (6.3)$$

где $l_в$, $l_г$ – длина вертикальных и горизонтальных теплопроводов в пределах помещения, м;

$q_в$, $q_г$ – теплоотдача 1 м вертикально и горизонтально проложенных труб, Вт / м (см. табл. 6.2.), принимается, исходя из диаметра и положения труб, а также разности температуры теплоносителя при входе его в рассматриваемое помещение $t_{ср}$ и температуры воздуха в помещении $t_в$.

Плотность теплового потока прибора $q_{пр}$, Вт / м^2, составит

$$q_{пр} = q_{ном}\left[\frac{\Delta t_{ср}}{70}\right]^{1+n} \cdot \left[\frac{G_{пр}}{360}\right]^{p} \cdot c, \qquad (6.4)$$

где $q_{ном}$ – номинальная плотность теплового потока, Вт / м^2 (для чугунного секционного радиатора типа МС 90 – 108 q = 802; для конвектора – q = 357);

$\Delta t_{ср} = t_{ср} - t_в$ – разница между средней температурой воды $t_{ср}$ в приборе и температурой воздуха в помещении $t_в$, ^{0}C;

$G_{пр}$ – расход воды через прибор, кг/ч; n, p, c – экспериментальные числовые показатели, выражающие влияние конструктивных и гидравлических особенностей прибора на его коэффициент теплопередачи (см. табл. 6.3.).

Таблица 6.2

Теплоотдача открыто проложенных трубопроводов

$t_{ср} - t_в$, ^{0}C	$d_у$, мм	Теплоотдача 1 м трубы, Вт / м, при $t_{ср} - t_в$, ^{0}C, через 1^0C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	15	28 38	30 39	30 41	31 42	32 43	34 44	34 44	35 46	36 47	37 49
	20	36 46	37 47	38 50	39 52	41 53	42 55	43 57	44 58	45 59	46 60
	25	44 57	46 59	47 63	49 65	51 66	52 68	53 71	55 72	56 74	58 75
50	15	38 50	38 51	39 52	41 53	41 56	43 57	44 58	44 59	45 60	46 61
	20	47 60	49 61	50 64	51 65	52 66	53 68	54 70	56 71	57 73	58 74
	25	59 73	60 74	62 76	64 79	65 80	67 82	68 85	70 86	72 88	73 91
60	15	47 63	49 65	50 66	51 67	52 69	53 70	55 71	55 73	56 74	57 75
	20	59 77	61 79	63 80	64 81	65 83	66 85	67 86	68 88	70 89	72 92
	25	74 92	76 94	78 96	79 98	81 100	83 102	85 104	86 106	88 108	89 110
70	15	59 77	60 79	61 80	63 81	64 82	65 84	66 86	67 87	68 89	70 91
	20	74 93	75 95	77 96	78 97	80 100	81 102	83 103	84 105	86 107	87 108
	25	93 113	94 114	96 116	97 118	100 121	101 123	103 125	107 128	107 128	109 131
80	15	71 92	72 93	73 94	74 96	75 98	77 100	78 101	79 101	81 102	81 105
	20	88 109	89 111	92 114	93 115	94 117	96 120	98 121	99 123	101 125	102 127
	25	110 134	113 136	114 138	116 141	119 143	120 145	122 146	124 149	125 151	128 153

ПРИМЕЧАНИЕ. Для вертикальных труб – верхняя строка, для горизонтальных – нижняя.

Таблица 6.3

Значения показателей n, p, c для определения теплового потока отопительных приборов

Тип отопительного прибора	Направление движения теплоносителя	Расход теплоносителя, кг/ч	n	p	c
Радиатор МС 90 – 108	Сверху - вниз	18-50	0,3	0,02	1,039
		54-536		0	1,0
		536-900		0,01	0,996
	Снизу - вверх	18-61	0,25	0,12	1,113
		65-900		0,04	0,97
Конвектор «Комфорт – 20»	–	36-86	0,35	0,18	1
		90-900		0,07	

Средняя температура воды в отопительном приборе равна

$$t_{ср} = \frac{t_т + t_0}{2}, \qquad (6.5)$$

где $t_т$ – температура теплоносителя на входе в прибор, принимаемая $t_т = 95\ ^0C$;

t_0 – температура воды на выходе из прибора, принимаемая $t_0 = 70\ ^0C$.

6.3. Определение количества секций радиаторов и типоразмеров конвекторов

Число секций радиаторов N_m, устанавливаемых в одном помещении, вычисляется по формуле

$$N_m = \frac{F_p}{0.966 \cdot a_c}, \text{ шт.}, \qquad (6.6)$$

где a_c – площадь теплоотдающей поверхности одной секции, равная для радиаторов МС 90 – 108 $a_c = 0{,}187\ м^2$.

Полученное значение N_m округляется до ближайшего большего. При $N_m < 2$ к установке принимается 2 секции. Если в помещении предусматрива- ется установка двух отопительных приборов с общим числом секций N_m, то при чётном N_m секции распределяются поровну, при нечётном – в одном из приборов содержится на секцию больше.

Выбор марки конвектора «Комфорт – 20» производится с помощью табл. 6.1. в зависимости от величины расчётной поверхности F_p. При этом допускается установка конвекторов на сцепке в количестве не более двух. Для угловых помещений расчётная площадь теплоотдающей поверхности каждого конвектора должна быть равной $0{,}5\ F_p$.

Общая площадь всех принятых к установке в данном помещении марок конвекторов $F_ф$ должна удовлетворять следующему условию:

$$0{,}95F_р \le F_ф \le 1{,}2F_р.$$

Если в результате расчёта по формуле (6.1) величина теплоотдающей поверхности отопительных приборов $F_р$ получается менее 0,71 м^2, то в помеще- нии предусматривается установка конвектора марки КН 20 - 0,372.

7. Подбор оборудования теплового пункта

Система водяного отопления присоединяется к трубопроводам централизованного теплоснабжения с помощью местного теплового пункта. Он предназначен для регулирования расхода и параметров теплоносителя в соответствии с режимом теплопотребления, учётом расхода теплоносителя и распределения теплоносителя по отдельным ветвям системы отопления, а также заполнения и опорожнения отопительной системы. Тепловой пункт размещается в подвале здания. Место ввода в подвал трубопроводов системы теплоснабжения указано в прил. 2.

В курсовой работе (проекте) вычерчивается схема компоновки теплового пункта (пример в прил. 11). Подбор оборудования сводится к выбору номера элеватора и определению его основных характеристик (диаметров сопла $d_с$ и горловин $d_г$).

При подборе элеватора в качестве исходных величин вычисляются:

- количество теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, кг/ч

$$G_{от} = \frac{3{,}6 \cdot Q_{зд}}{4{,}2(t_г - t_0)}, \qquad (7.1)$$

- приведённый расход воды, т/ч

$$G_{пр} = \frac{G_{от}}{10\sqrt{\Delta P_р}}, \qquad (7.2)$$

- коэффициент смешения элеватора

$$q = \frac{t_{г.п.} - t_г}{t_г - t_0}, \qquad (7.3)$$

где $Q_{зд}$ – расчётная тепловая мощность системы отопления здания, Вт;

$\Delta P_р$ – расчётное располагаемое давление в системе отопления, Па;

$t_{г.п.}$ – температура теплоносителя в подающем трубопроводе системы теплоснабжения, $t_{г.п.}$= 150 ^{0}С; $t_г$ = 95 ^{0}С; t_0 = 70 ^{0}С.

По полученным значениям $G_{пр}$ и q с помощью номограммы, приведённой в [5], определяются номер элеватора, диаметр горловины $d_г$ и диаметр со-пла $d_с$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий / Госстрой России. М. : ГУП ЦПП, 2004. 28 с.
2. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой России. М. : ГУП ЦПП, 2001. 74 с.
3. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. Введен 01.01.2000. М. : ГУП ЦПП, 2000. 58 с.
4. Внутренние санитарно-технические устройства: Справочник проектировщика. Ч.1. Отопление / Под ред. И. Г. Староверова. М. : Стройиздат, 1990. 344 с.
5. Теплоснабжение: Уч. пособие для студентов вузов / Под ред. В. Е. Козина и др. М. : Высшая школа, 1980. 408 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Исходные данные

№ вари-анта	Город	Температура наружного воздуха		Продолжительность отопительного периода $Z_{оп}$, сут.
		холодной пяти-дневки, $t^{Б}_{н}$	средняя за отопительный период, $t_{оп}$	
1	2	3	4	5
1	Архангельск	-31	-3,4	273
2	Астрахань	-23	-0,3	184
3	Барнаул	-39	-6,7	235
4	Белгород	-23	-1	209
5	Брянск	-26	-1,4	223
6	Благовещенск	-34	-9,4	232
7	Владивосток	-24	-2,7	214
8	Волгоград	-25	-1,5	190
9	Вологда	-32	-3,1	250
10	Воронеж	-26	-2,2	212
11	Екатеринбург	-35	-5,3	245
12	Иваново	-30	-2,9	236
13	Ижевск	-34	-4,7	237
14	Иркутск	-36	-7,3	258
15	Казань	-32	-4,3	229
16	Киров	-33	-4,8	247
17	Краснодар	-19	2,8	168
18	Красноярск	-40	-5,9	252
19	Калининград	-19	1,9	216
20	Курск	-26	-1,4	216
21	Липецк	-27	-2,5	218
22	Магадан	-29	-5,7	316
23	Москва	-28	-2,2	231
24	Мурманск	-27	-2,1	302
25	Минусинск	-40	-7,6	240
26	Нижний Новгород	-31	-3,2	231
27	Нерчинский Завод	-41	-11,3	252
28	Новгород	-27	-1,4	239
29	Новосибирск	-39	-7,7	243
30	Орёл	-26	-2,8	222
31	Омск	-37	-7,4	235
32	Пенза	-29	-3,6	222
33	Пермь	-35	-4,9	245
34	Псков	-26	-0,7	232
35	Рязань	-27	-2,6	224
36	Ростов-на-Дону	-22	0,2	188
37	Саранск	-30	-3,6	225
38	Самара	-30	-4,3	217
39	Санкт-Петербург	-26	-0,9	239
40	Смоленск	-26	-1,5	234
41	Симферополь	-15	3,4	174
42	Ставрополь	-19	1,7	187

Окончание приложения 1

1	2	3	4	5
43	Тамбов	-28	-2,7	217
44	Тайшет	-40	-7,2	257
45	Томск	-40	-7,3	253
46	Ульяновск	-31	-4,4	228
47	Улан-Удэ	-37	-9,2	253
48	Уфа	-35	-5,0	227
49	Хабаровск	-31	-8,1	225
50	Челябинск	-34	-5,5	233

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Исходные данные для проектирования системы отопления

Последняя цифра № зачетной книжки	№ плана здания и рассчитываемого наружного ограждения	Место ввода теплосети в здание		Схема разводки подающих магистралей	Тип отопительных приборов	Расчётное располагаемое давление в системе отопления, Па
		ось	ряд			
1	1	1	А	Верхняя	Радиатор МС 90-108	8000
2	2	1	В	Нижняя	То же	6000
3	3	3	В	Верхняя	То же	7000
4	4	3	А	Нижняя	То же	5000
5	5	4	А	Верхняя	То же	4000
6	6	4	Б	Нижняя	Конвектор "Комфорт - 20"	6000
7	7	1	Б	Верхняя	То же	8000
8	8	4	Б	Нижняя	То же	5000
9	9	1	В	Верхняя	То же	6000
0	0	2	В	Нижняя	То же	7000

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Расчётные температуры воздуха в помещениях

Помещение	Расчетная температура воздуха в холодный период года, $t_В$, ^{0}С
Жилая комната квартир или общежитий	20
То же, в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31 ^{0}с и ниже	22
Кухня квартиры или общежития	20
Уборная индивидуальная	20
Вестибюль, лестничная клетка в квартирном доме	16
Коридор, передняя, прихожая	18

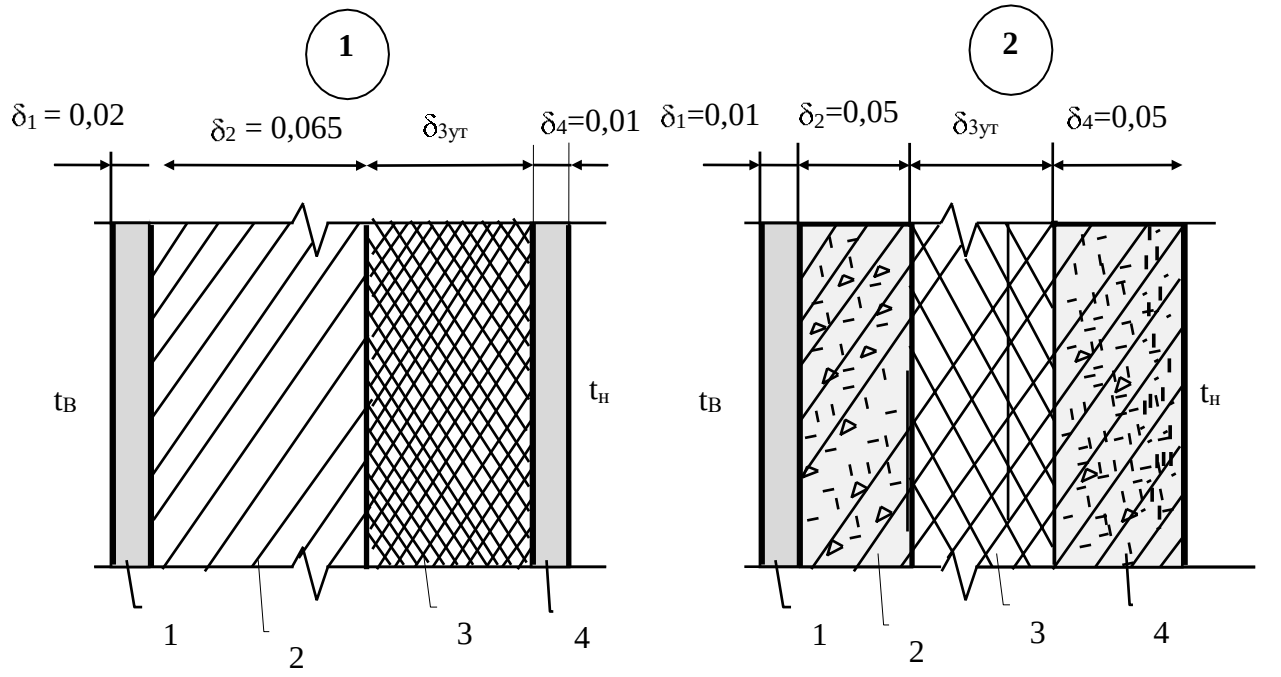
ПРИМЕЧАНИЕ. *В угловых помещениях квартир расчётную температуру воздуха следует принимать на 2^0С выше указанной в таблице.*

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Исходные данные для теплотехнического расчёта наружного ограждения

Наименование материала	Плотность ρ, кг / м^3	Коэффициент теплопроводности λ, Вт / (м ℃)	
		А	Б
Асбоцементный лист	1800	0,47	0,52
Газобетон	400	0,14	0,15
То же	600	0,22	0,26
Железобетон	2500	1,92	2,04
Кладка из глиняного кирпича	1800	0,70	0,81
То же	1600	0,58	0,70
Кладка из силикатного кирпича	1800	0,76	087
Маты минераловат. прошивные	125	0,064	0,07
Пенополиуретан	80	0,05	0,05
Перлитобетон	600	0,19	0,23
Плитка облицовочная из туфа	1000	0,24	0,29
Плиты древесноволокнистые	200	0,07	0,08
Плиты минераловат. жёсткие	300	0,087	0,09
Плиты минераловатные мягкие	100	0,06	0,07
То же	200	0,076	0,08
Мин. плита «Rockwool»	40		0,038
Штукатурка известково-песчаная	1600	0,70	0,81
Штукатурка сухая	800	0,19	0,21
Эффективный кирпич	1600		0,7
Стен. блоки из газозолобетона	1200		0,22

ПРИЛОЖЕНИЕ 5



ρ ρ ρ ρ ρ ρ ρ

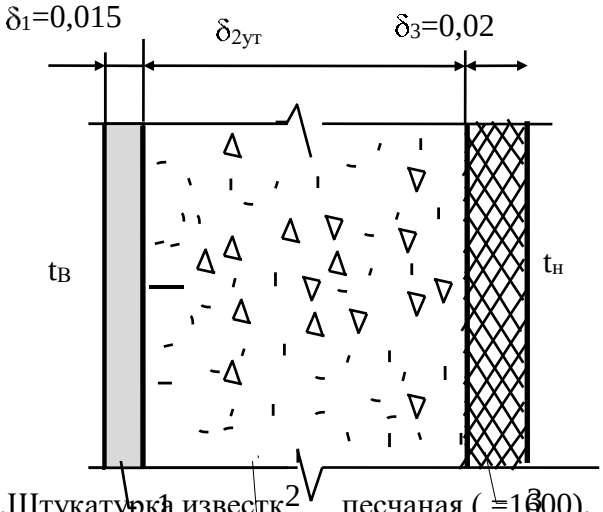
1. Штукатурка известково-песчаная (=1600).
2. Кладка из глиняного кирпича (= 1600).
3. Пенополиуретан (= 80).
4. Асбоцементный лист (= 1800).

1. Штукатурка известково-песчаная (=1600).
2. Железобетон (= 2500).
3. Маты минераловатные прошивные (= 125).
4. Железобетон (= 2500);

3

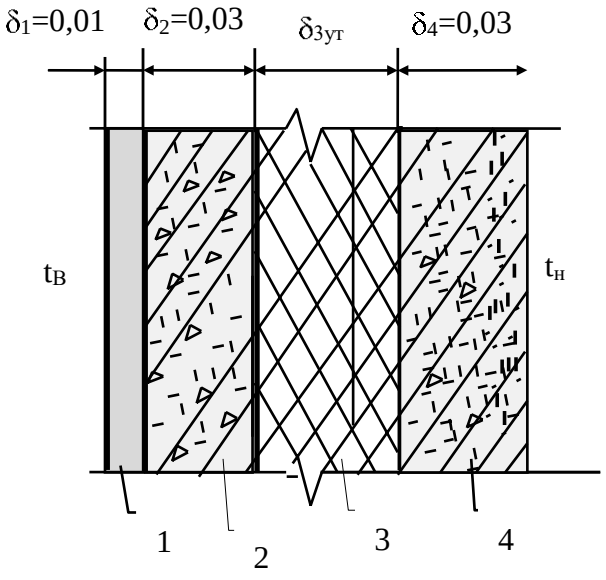
1.Стеновые блоки из газозолобетона (ρ= 1200).
2. Минплита «Rockwool» (ρ= 40).
3.Кладка из силикатного кирпича (ρ= 1800).

4



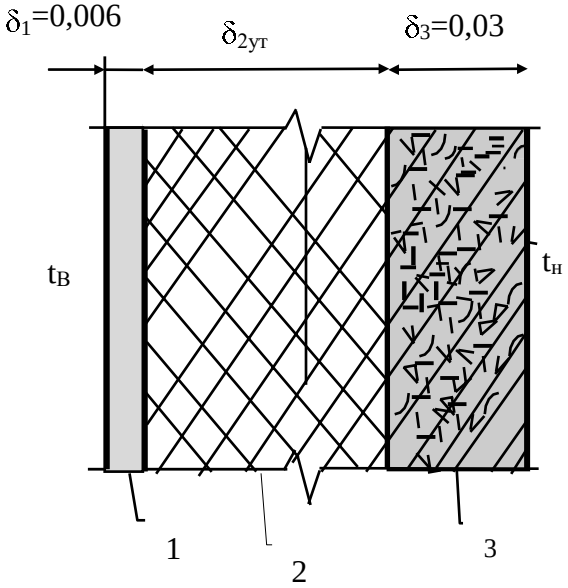
1.Штукатурка известк песчаная (=1600).
2.Перлитобетон (= 600).
3.Облицовочная плитка из туфа (ρ= 1000).

5



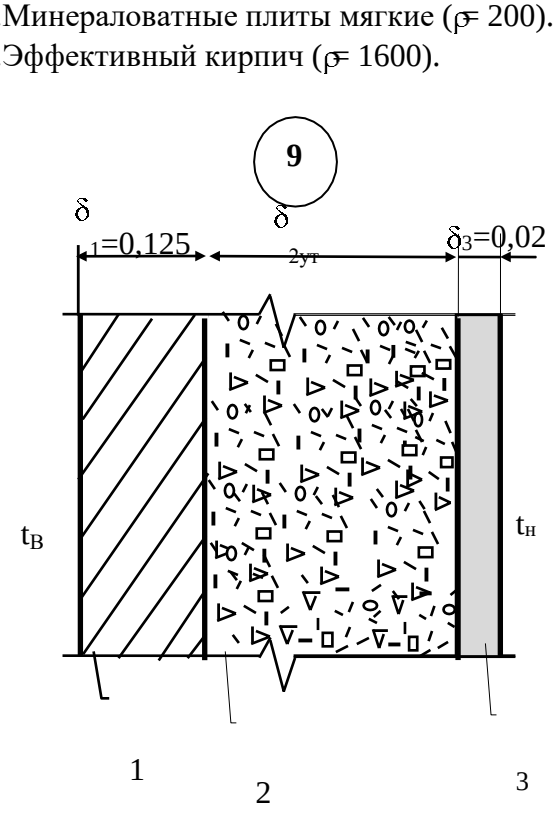
1.Сухая штукатурка (ρ= 800).
2.Железобетон (ρ= 2500).
3.Минераловатные плиты жесткие (ρ= 300).
4.Железобетон (ρ= 2500).

6



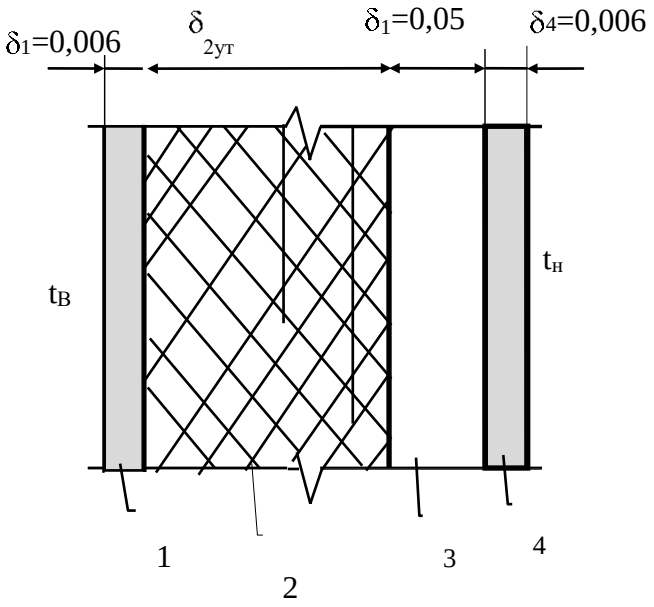
1.Асбоцементный лист (ρ= 1800).
2.Минераловатные плиты мягкие (ρ= 200).
3.Железобетон (ρ= 2500).

7



1.Кладка из силикатного кирпича (ρ = 1800).
2.Газобетон (ρ = 400).
3.Штукатурка известково-песчаная (ρ = 1600).

8

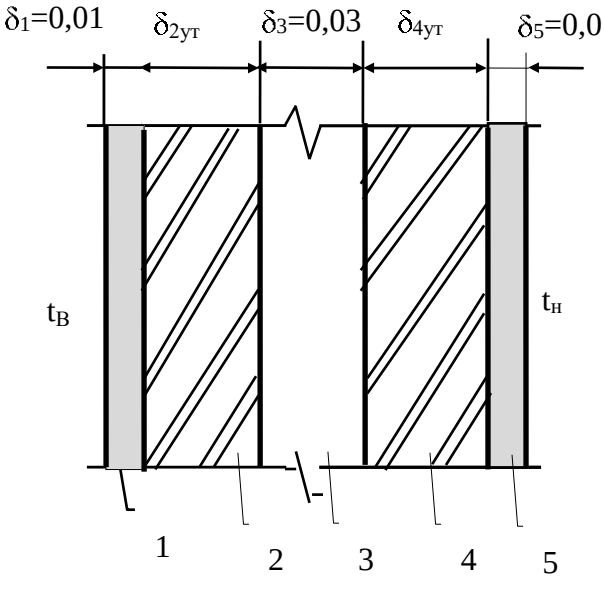


1.Асбоцементный лист (ρ= 1800).
2.Минераловатные плиты мягкие (ρ= 100).
3.Воздушная прослойка.
4.Асбоцементный лист (ρ= 1800).

9

1.Кладка из силикатного кирпича (ρ = 1800).
2.Газобетон (ρ = 400).
3.Штукатурка известково-песчаная (ρ = 1600).

0



1.Асбоцементный лист (ρ = 1800).
2.Древесноволокнистая плита (ρ = 200).
3.Воздушная прослойка.
4.Древесноволокнистая плита (ρ= 200).
5.Асбоцементный лист (ρ= 1800).

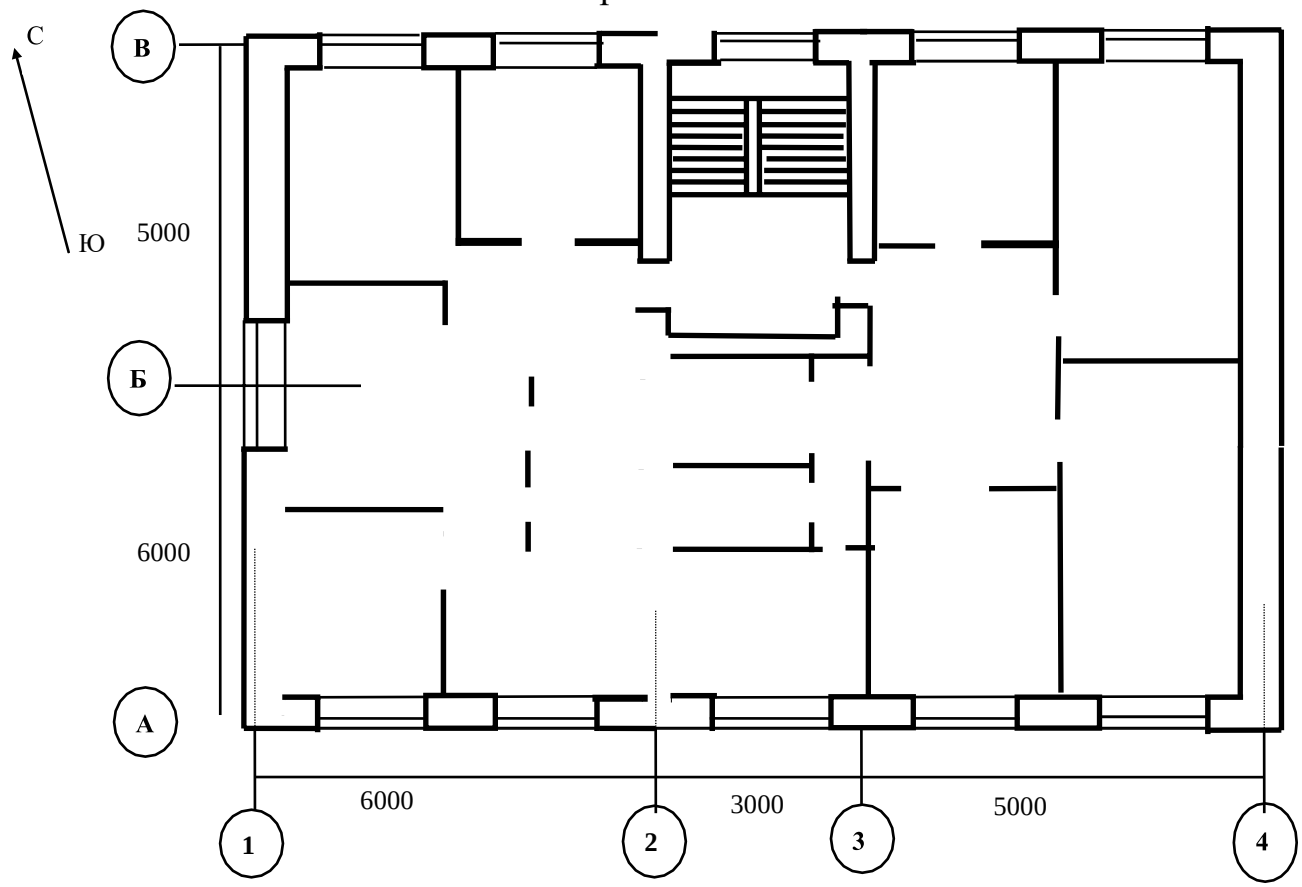
ПРИМЕЧАНИЯ. *1. На схемах приведены только те элементы конструкций, которые необ-*

ходимы для теплотехнического расчёта ограждения. 2. Плотность материалов указана в кг / м^3.

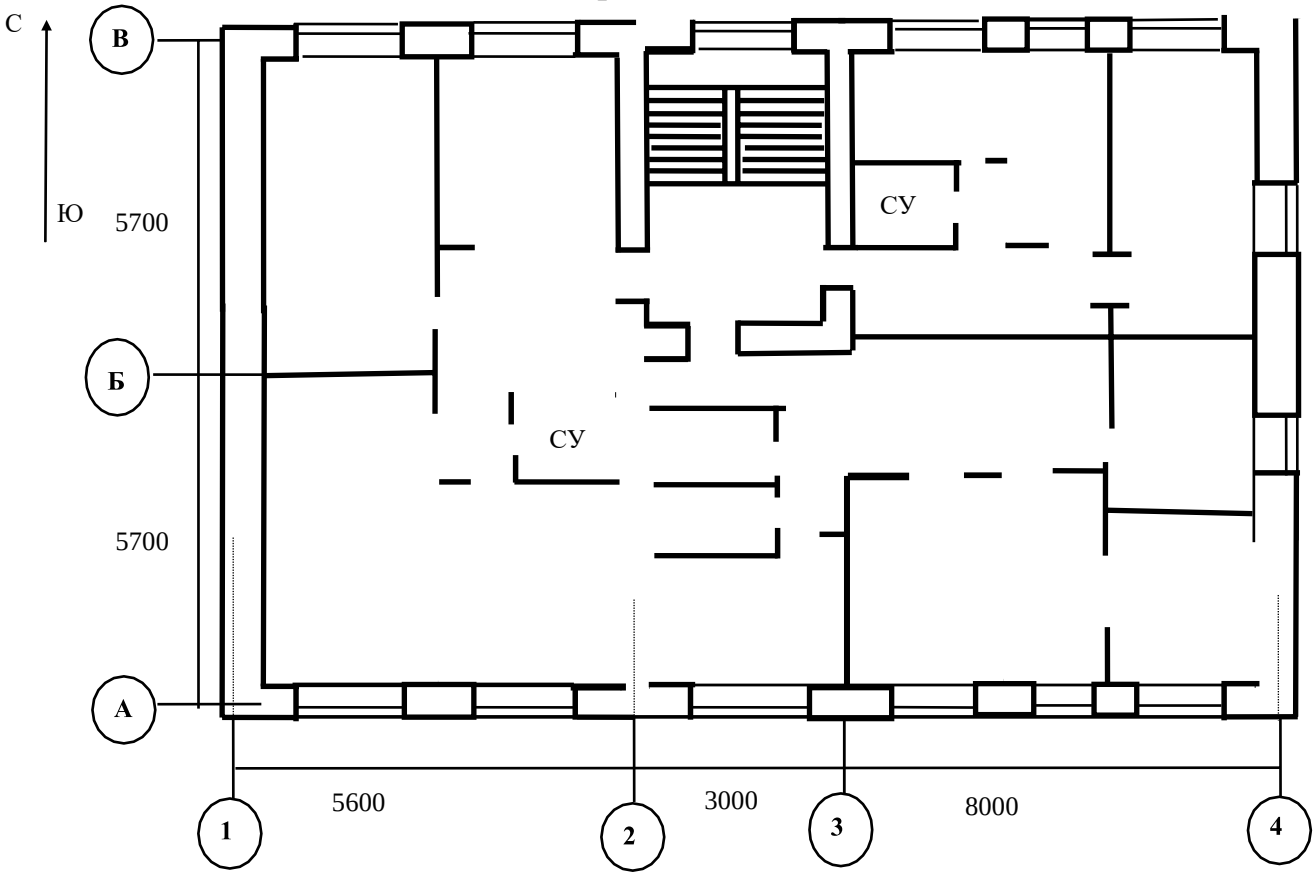
ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Планы зданий.

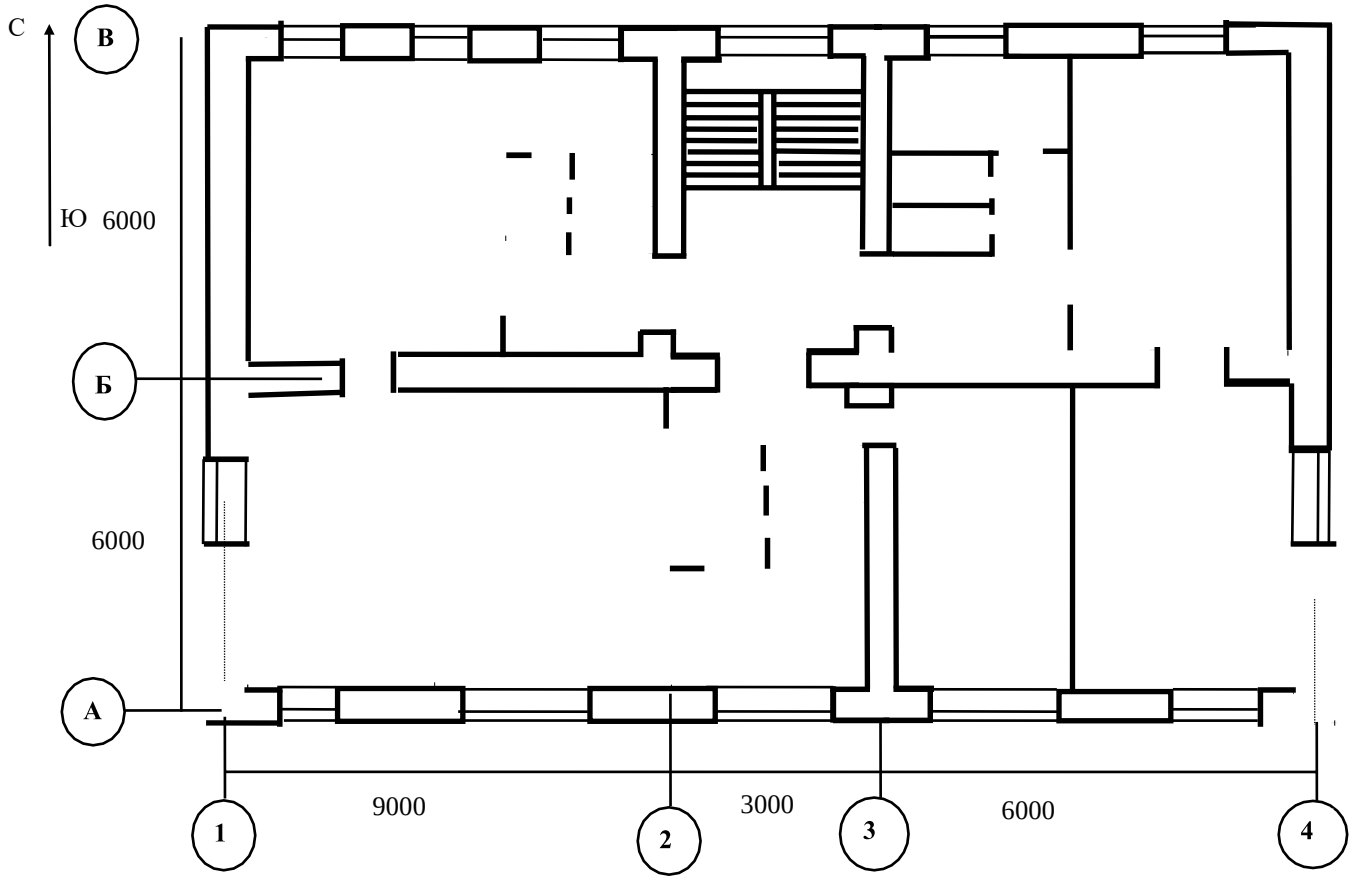
Вариант № 1



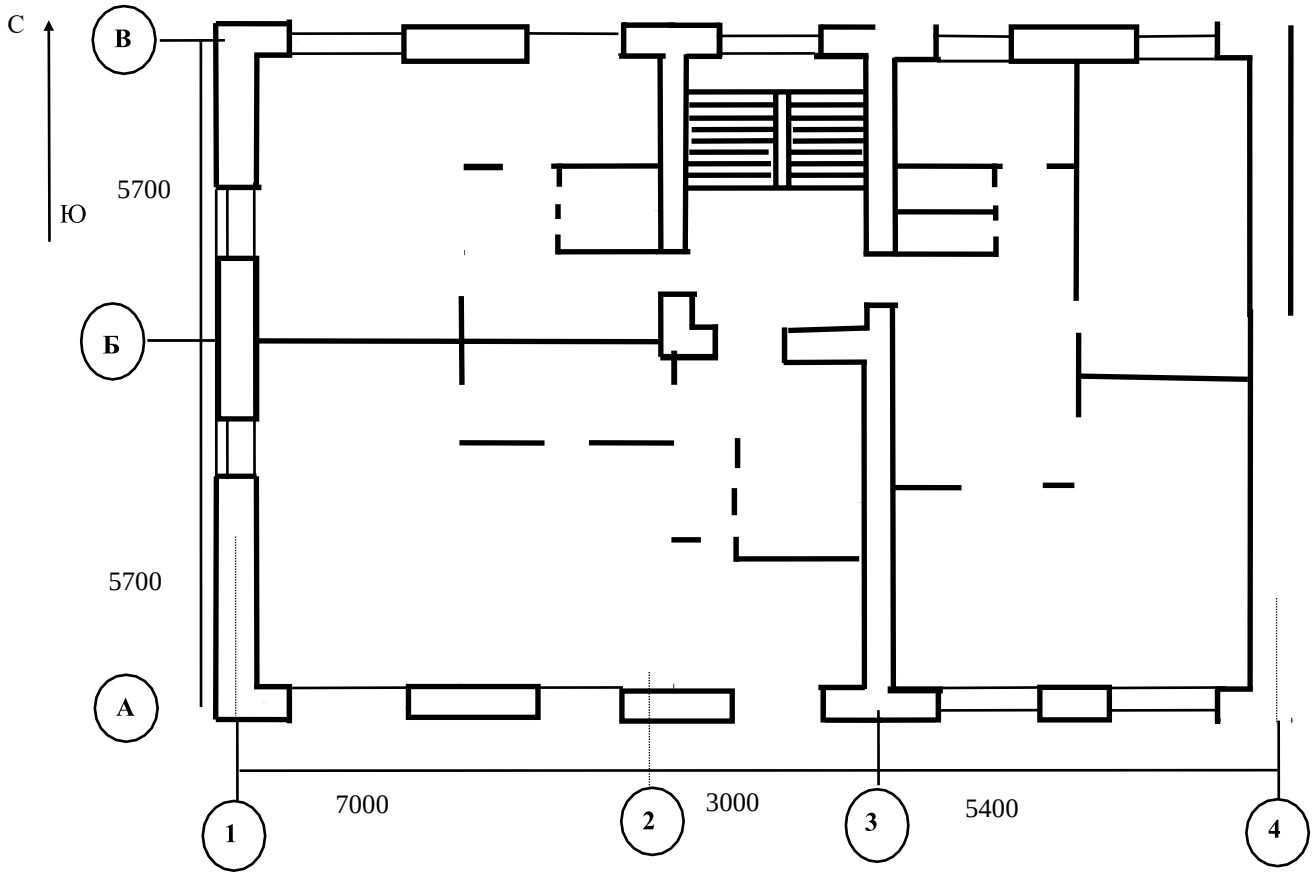
Вариант № 2



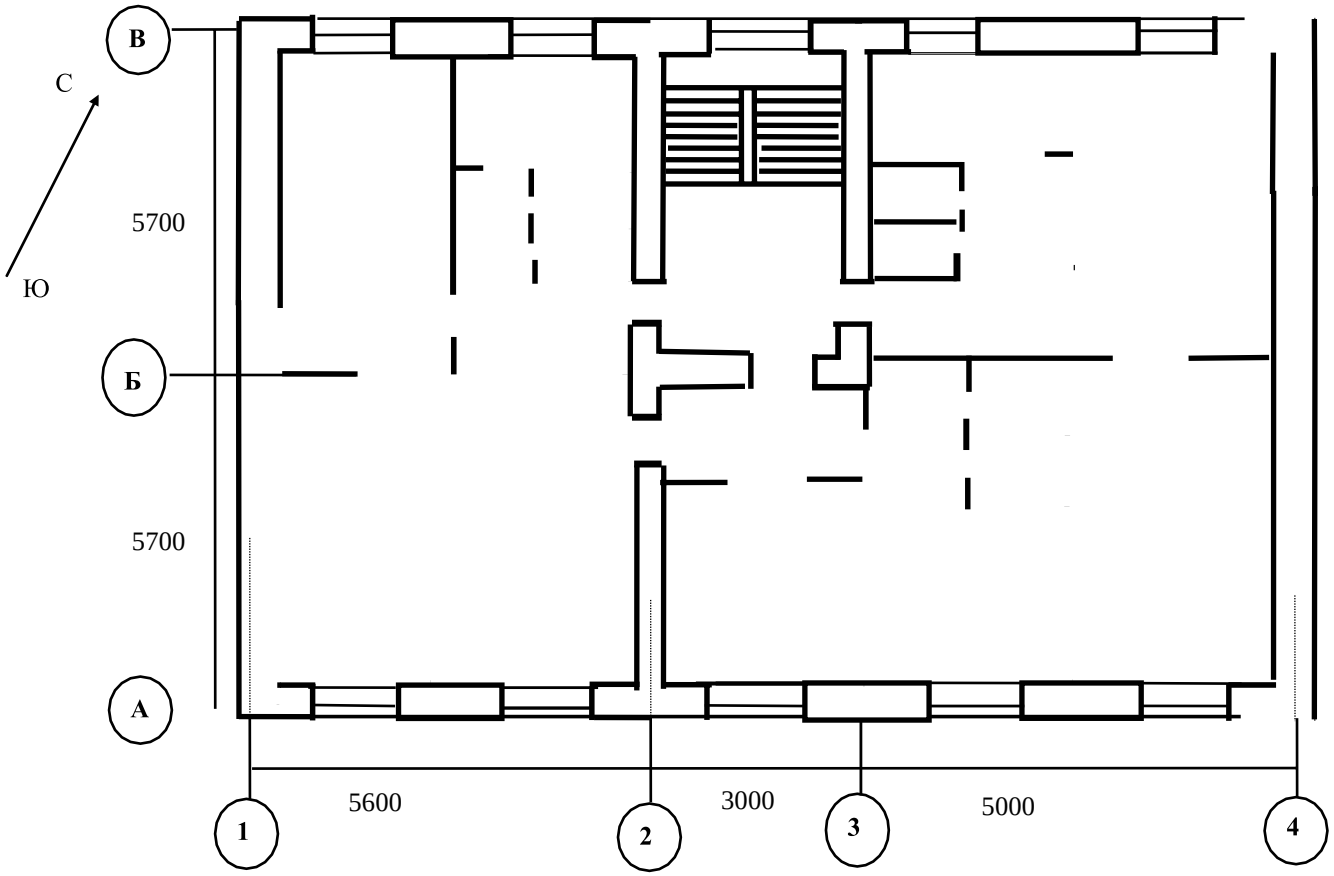
Вариант № 3



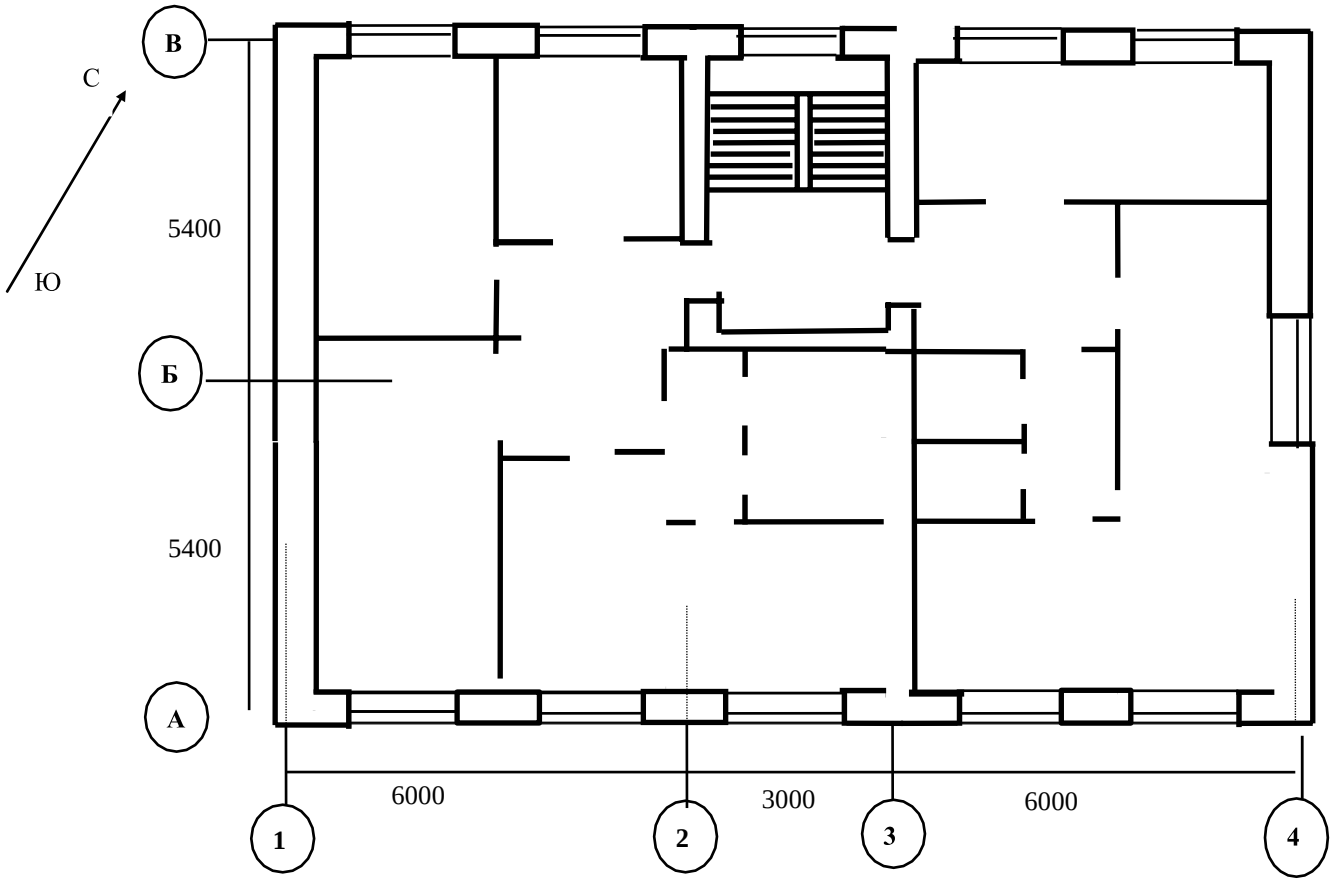
Вариант № 4



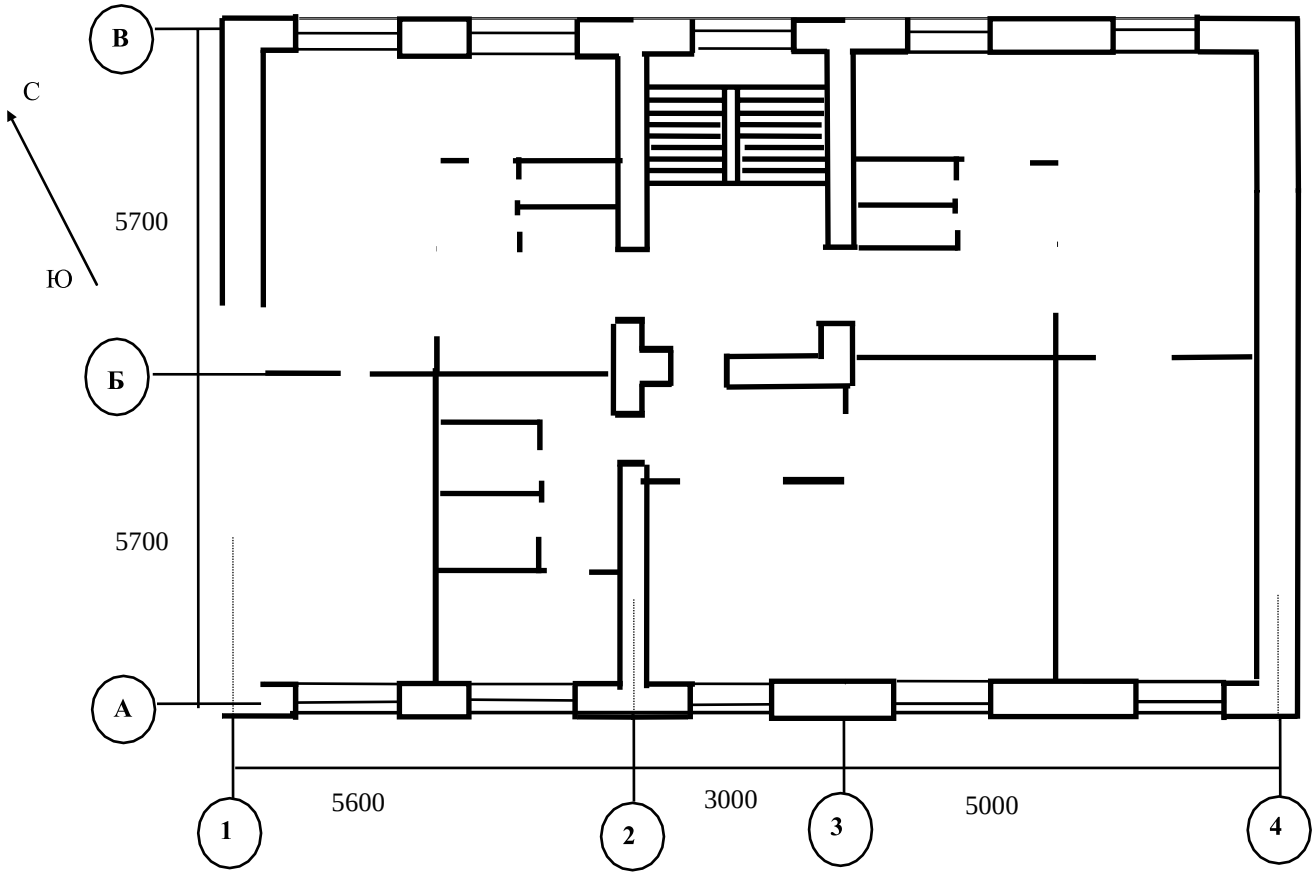
Вариант № 5



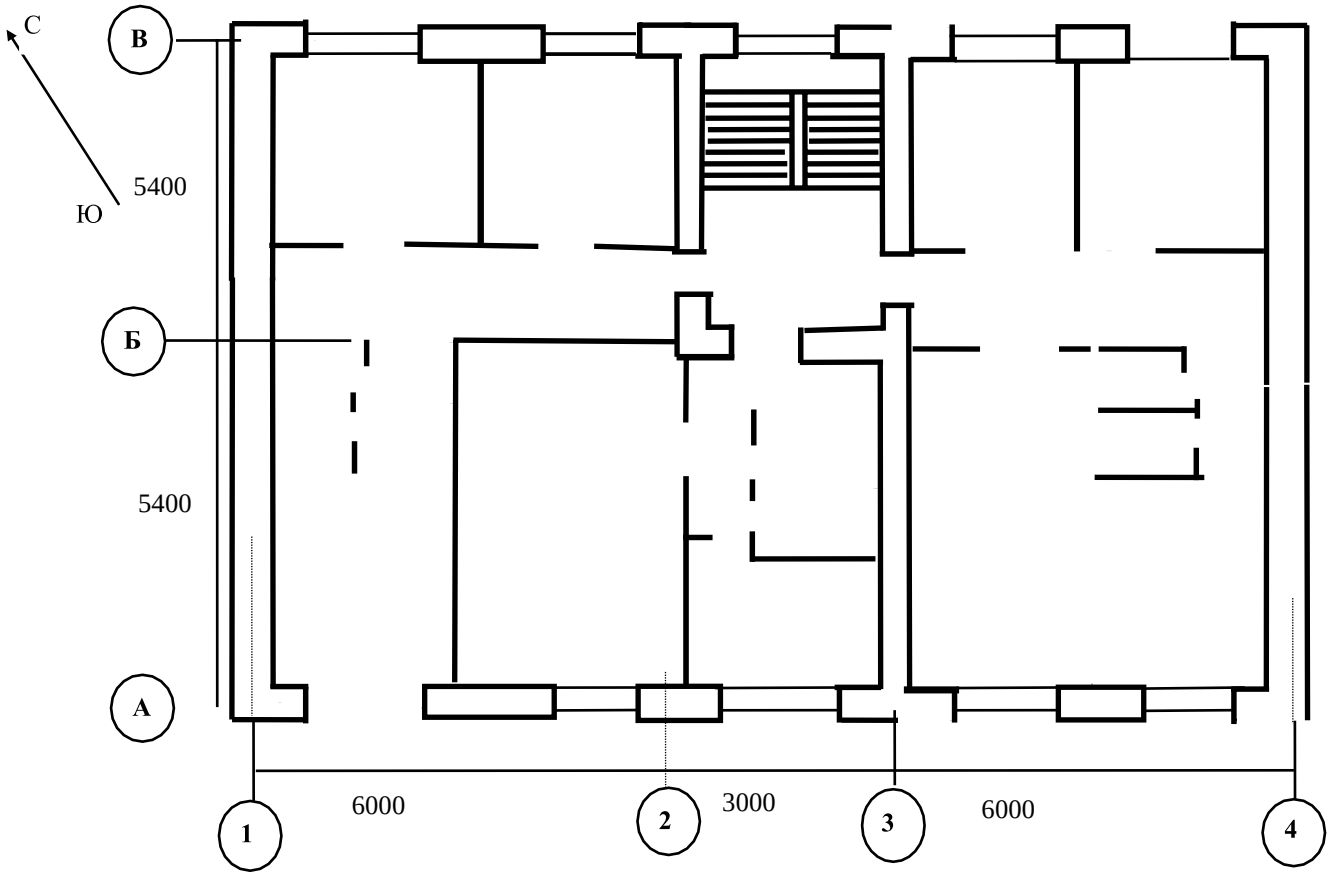
Вариант № 6



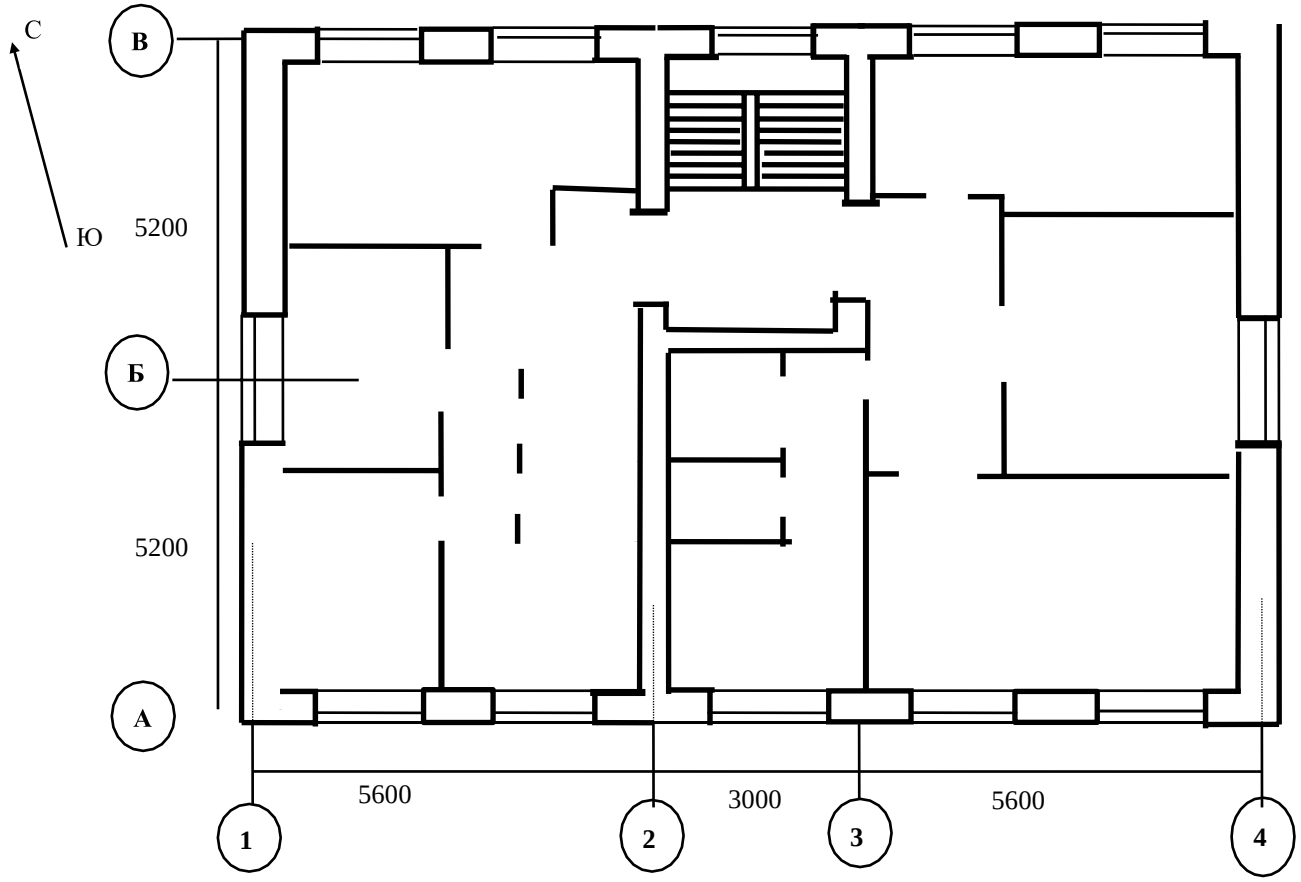
Вариант № 7



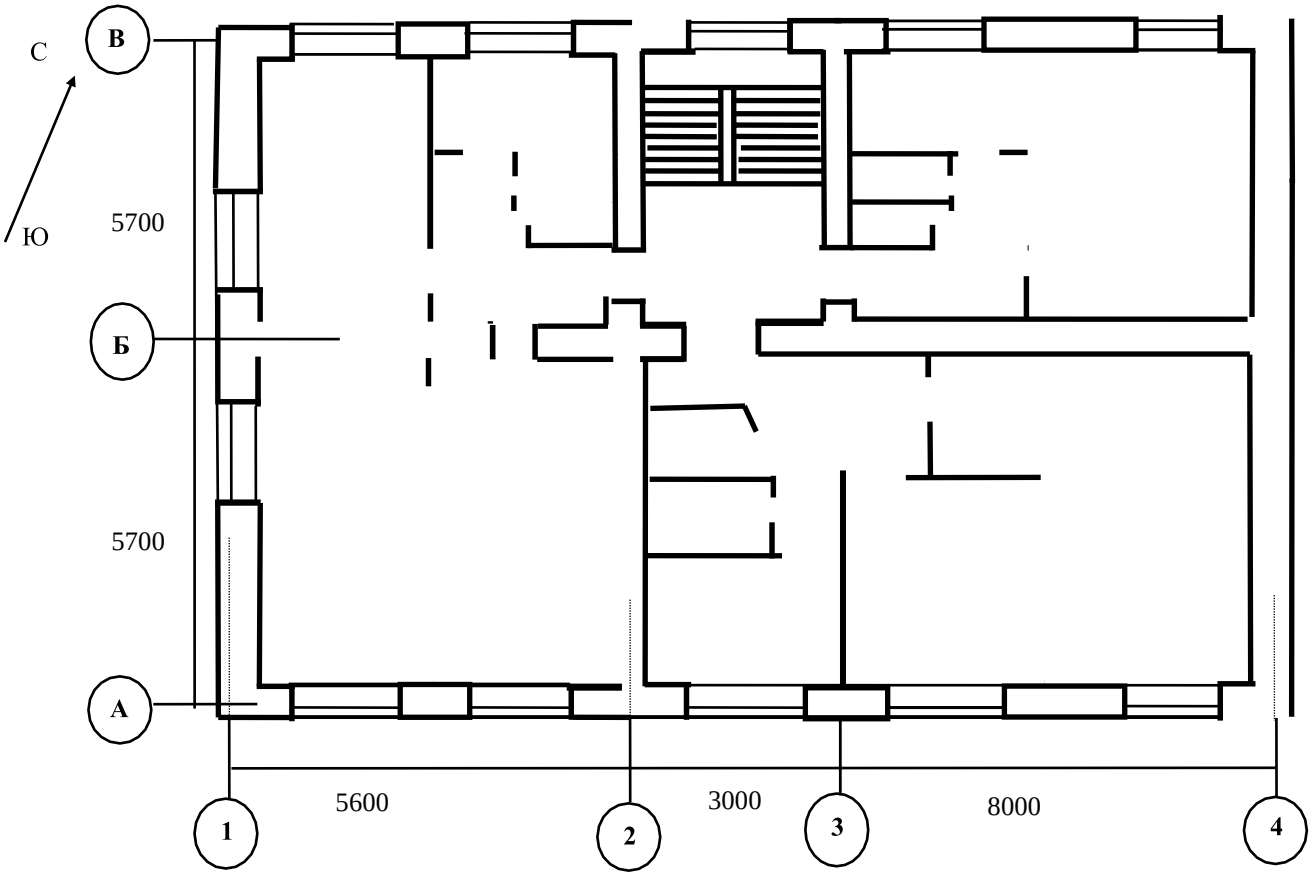
Вариант № 8



Вариант № 9



Вариант № 0



ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Таблица для гидравлического расчёта трубопроводов системы водяного отопления

Удельные потери давления на трение R, Па / м	Условный диаметр труб, мм			
	15	20	25	32
1	16,5 0,023	36 0,028	69 0,034	148 0,041
1,2	17,5 0,025	40 0,031	76 0,037	164 0,045
1,4	19 0,027	44 0,034	84 0,041	180 0,049
1,6	21 0,03	47 0,037	96 0,045	191 0,053
1,8	22 0,031	50 0,039	108 0,051	197 0,054
2	24 0,033	53 0,042	111 0,054	203 0,057
2,4	26 0,037	59 0,046	120 0,057	223 0,062
2,8	28 0,041	64 0,05	130 0,064	244 0,068
3,2	31 0,044	72 0,058	140 0,068	263 0,073
4	35 0,05	85 0,065	146 0,073	299 0,082
5	40 0,057	95 0,073	167 0,074	336 0,093
6	44 0,063	103 0,08	169 0,082	373 0,103
7	48 0,069	111 0,086	184 0,089	406 0,112
8	55 0,082	113 0,088	199 0,097	434 0,12
9	57 0,084	119 0,092	212 0,103	463 0,128
10	59 0,087	126 0,097	225 0,109	490 0,136
12	63 0,093	140 0,108	248 0,12	537 0,149
14	67 0,098	151 0,117	269 0,131	579 0,16
16	70 0,103	163 0,126	289 0,141	621 0,172
18	74 0,108	174 0,135	309 0,15	663 0,184
20	77 0,114	184 0,142	322 0,161	705 0,195
28	91 0,135	221 0,171	391 0,19	840 0,233

Окончание прил. 7

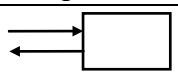
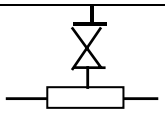
Удельные потери давления на трение R, Па / м	Условный диаметр труб, мм			
	15	20	25	32
34	102 0,15	245 0,189	428 0,208	933 0,258
40	112 0,164	267 0,206	467 0,226	1026 0,284
50	126 0,186	297 0,23	530 0,257	1149 0,318
60	139 0,205	324 0,25	593 0,288	1270 0,352
70	151 0,223	351 0,271	635 0,308	1369 0,379
80	162 0,239	377 0,291	677 0,328	1467 0,406
100	183 0,269	430 0,332	759 0,369	1632 0,452
120	201 0,295	469 0,362	835 0,405	1786 0,494
140	216 0,318	507 0,392	904 0,438	1939 0,537
160	229 0,338	546 0,422	972 0,471	2099 0,575
180	243 0,358	584 0,451	1028 0,499	2201 0,609
220	270 0,397	643 0,497	1141 0,553	2448 0,678
260	296 0,436	702 0,542	1240 0,602	2671 0,739

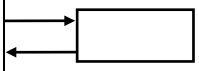
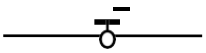
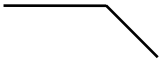
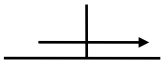
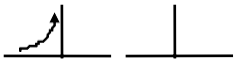
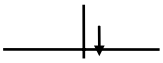
ПРИМЕЧАНИЯ

1. *Верхняя строка – количество воды, протекающее по трубе, кг / ч; нижняя – скорость воды в трубе, м / с.*
2. *При расходах теплоносителя, меньших указанных в таблице, значение потерь на трение и скорости воды принимать по первой строке таблицы.*

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Коэффициенты местных сопротивлений.

Местное сопротивление		Значения коэффициентов местных сопротивлений при условном диаметре труб, мм			
Название	Условное изображение	15	20	25	32
Радиатор чугунный		1,6	1,6	1,6	1,6
Воздухосборник		1,6	1,6	1,6	1,6

Местное сопротивление		Значен4ия коэффициентов местных сопротивлений при условном диаметре труб, мм			
Название	Условное изображение	15	20	25	32
Конвертор "Комфорт-20"		-	1,5	-	-
Вентиль обыкно-венный		16	10	9	9
Кран двой-ной регули-ровки		4	2	2	2
Поворот на 90^0		1,5	1	0,5	0,3
Поворот на 45^0 (135^0)		1	0,6	0,35	0,2
Тройник на противоток		3	3	3	3
Тройник на растекание		3	3	3	3
Тройник на проход		1	1	1	1
Тройник на поворот		1,5	1,5	1,5	1,5
Крестовина на проход		2	2	2	2
Крестовина на поворот		3	3	3	3

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Потери давления в местных сопротивлениях Z, Па

Скорость движения воды *V*, м / с	Сумма коэффициентов местного сопротивления									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,025	0,3	0,6	0,9	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1
0,05	1,3	2,5	3,8	5	6,3	7,5	8,8	10	11	13
0,08	3,2	6,4	9,6	13	16	19	23	26	29	32
0,1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0,12	7,2	14	22	29	35	43	50	58	65	72
0,14	9,8	20	30	39	49	59	69	79	88	98
0,16	13	26	38	51	64	77	90	103	116	128
0,18	16	32	49	65	81	97	114	130	146	162
0,2	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
0,25	31	63	94	125	157	188	219	251	282	313

Окончание прил. 9

Скорость движения воды *V*, м / с	Сумма коэффициентов местного сопротивления									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,3	45	90	135	180	226	271	316	361	406	451
0,35	61	123	184	246	307	368	430	491	553	614
0,4	80	160	241	321	401	481	561	641	722	802
0,45	101	203	304	406	507	609	710	812	923	1015
0,5	125	251	376	501	626	752	877	1002	1128	1253
0,55	152	303	455	606	758	910	1061	1213	1364	1516
0,6	180	361	541	722	902	1082	1263	1443	1623	1804
0,65	212	422	635	847	1059	1270	1482	1694	1906	2117

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Отопительные приборы

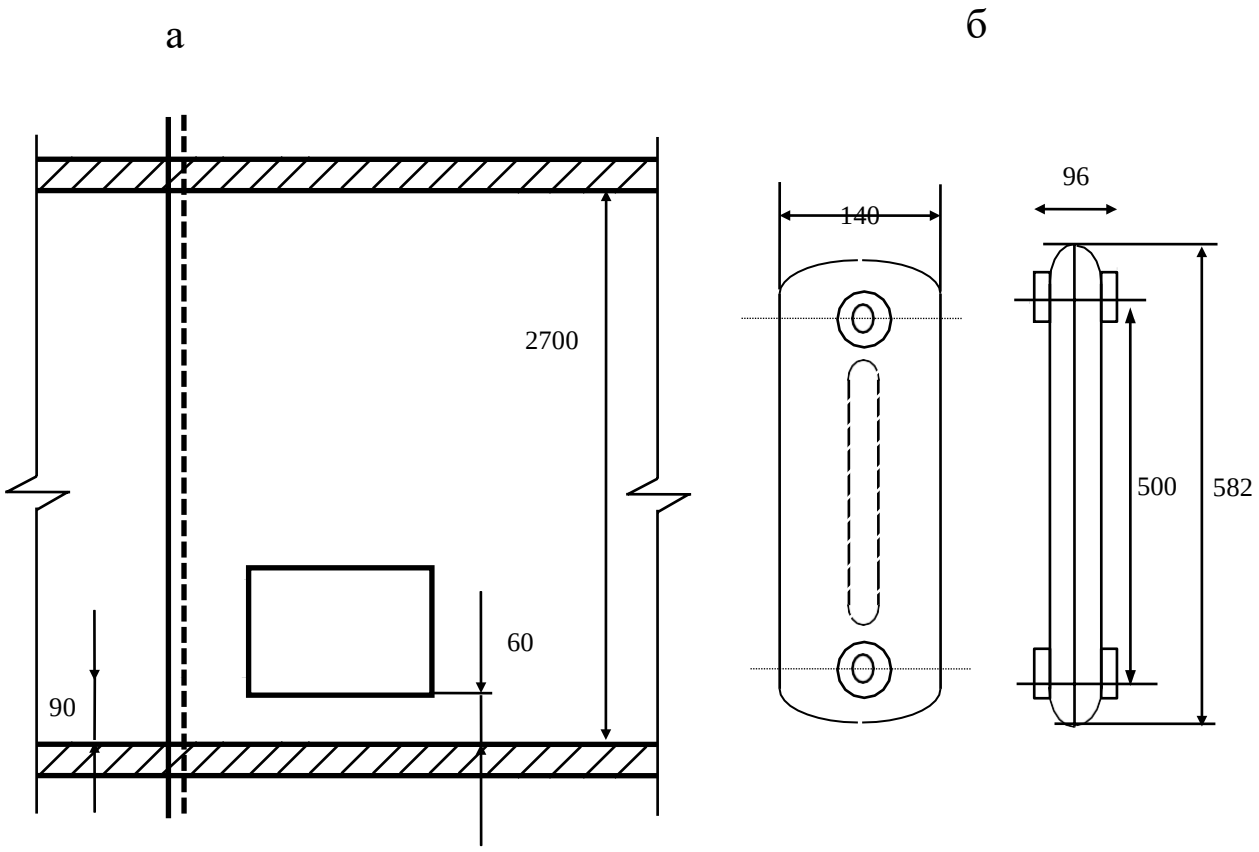


Рис. П.10.1 Схема установки (а) и основные размеры (б) радиатора М 90 – 108

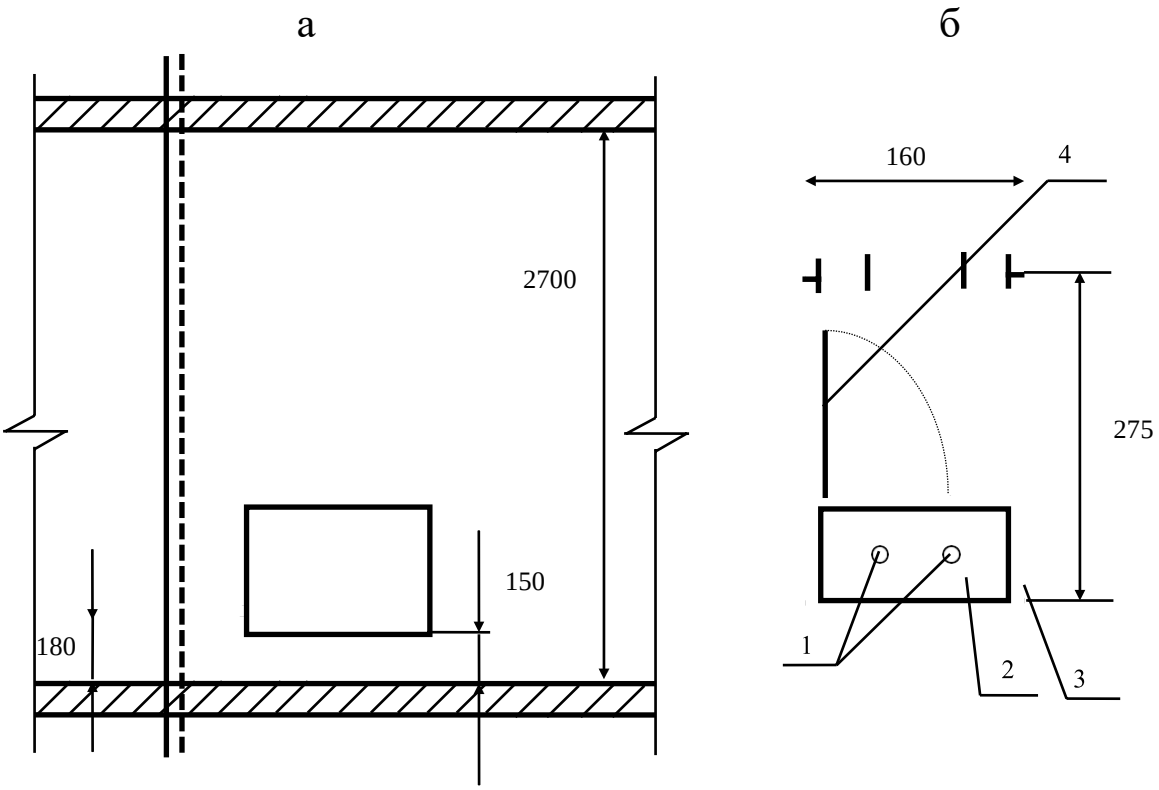
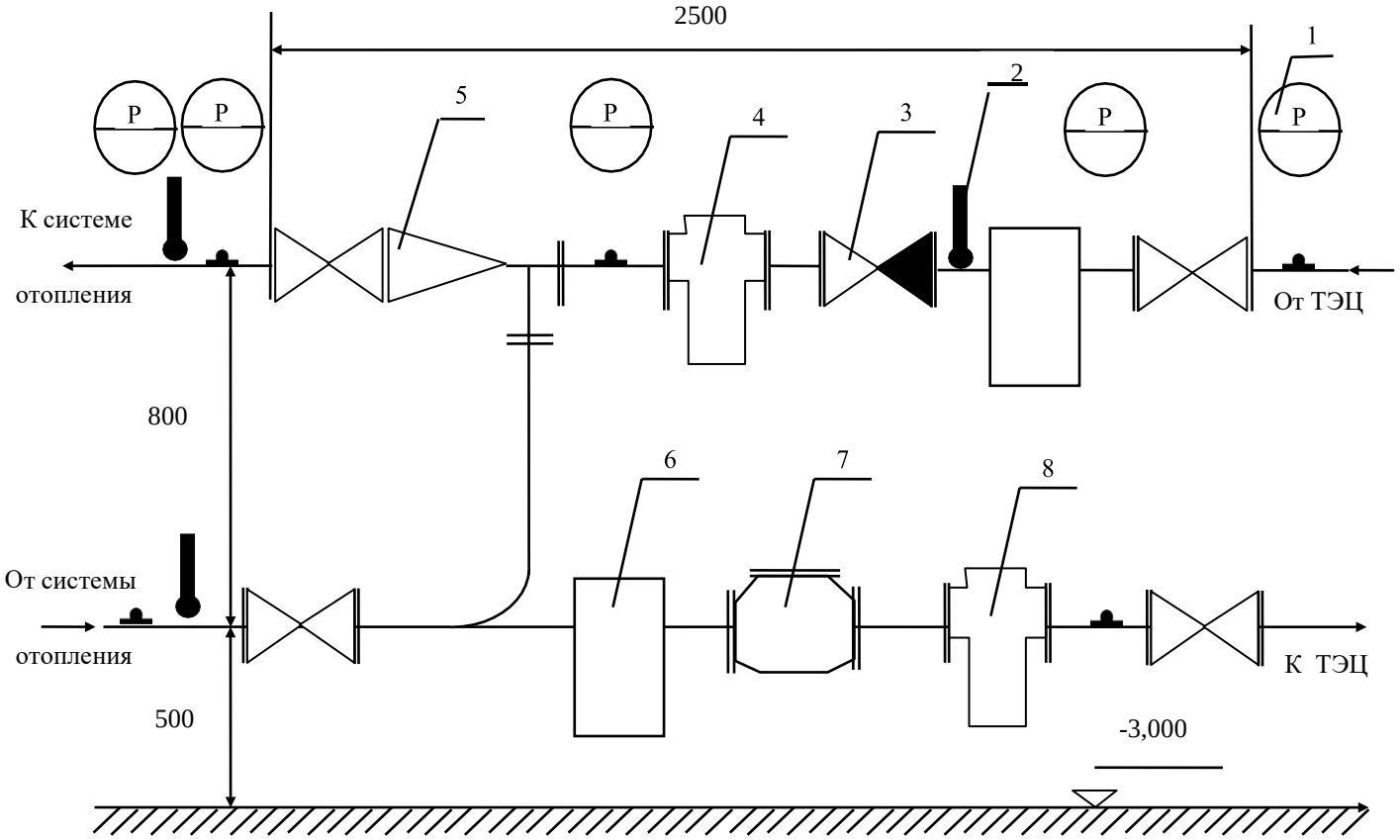


Рис. П.10.2 Схема установки (а) и устройство конвектора «Комфорт – 20» (б):
1 – стальная труба; 2 – пластина оребрения;
3 – кожух; 4 – воздушный клапан

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Схема трубопроводов и оборудования теплового пункта



1 – манометр; 2 – термометр; 3 – обратный клапан; 4 – регулятор расхода;
5 – элеватор; 6 – грязевик; 7 – водомер; 8 – клапан подпора.

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Гидравлический расчёт системы отопления

N участка	Q, Вт	G, кг/ч	l, м	d_y, мм	*V*, м/с	R, Па/м	Rl, Па	$\Sigma\xi$	Z, Па	Rl+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11