

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Характеристика наружных ограждений здания:

1.1. Стены:

- штукатурка из цементно-песчаного раствора $\delta = 0,03$ м;
- утеплитель – **маты минераловатные прошивные по ГОСТ 21880, $\rho=125$ кг\м³**
- основной слой – **кирпичная кладка из сплошного глиняного обыкновенного кирпича на цементно-перлитовом растворе, $\rho=1600$ кг\м³, $\delta=380$ мм.**
- штукатурка из цементно-песчаного раствора $\delta = 0,02$ м.

1.2. Чердачное перекрытие:

- стяжка из цементно-песчаного раствора $\delta = 0,04$ м;
- утеплитель – **Экструдированный пенополистирол «Пеноплекс» $\rho=45$ кг\м³**
- пароизоляция – руберонд $\delta = 0,015$ м;
- выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора $\delta = 0,01$ м;
- железобетонная плита перекрытия без пустот $\delta = 0,15$ м.

1.3. Пол над неотапливаемым подвалом без окон:

- линолеум поливинилхлоридный на тканевой подоснове $\rho = 1400$ кг\м³, $\delta = 0,002$ м;
- выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора $\delta = 0,02$ м;
- утеплитель – **маты из стеклянного штапельного волокна «URSA», $\rho=25$ кг\м³**
- пароизоляция – битумная мастика $\rho = 1400$ кг\м³, $\delta = 0,003$ м;
- железобетонная плита перекрытия с пустотами $\delta = 0,25$ м.

1.4. Окна:стеклопакеты (выбрать самостоятельно согласно требованиям СП по теплозащите)

в жилых помещениях и кухнях высотой 1,8 м; на лестничной клетке высотой 1,3 м.

1.5. Наружные двери:(выбрать самостоятельно согласно требованиям СП по теплозащите)

2. Количество этажей: 5

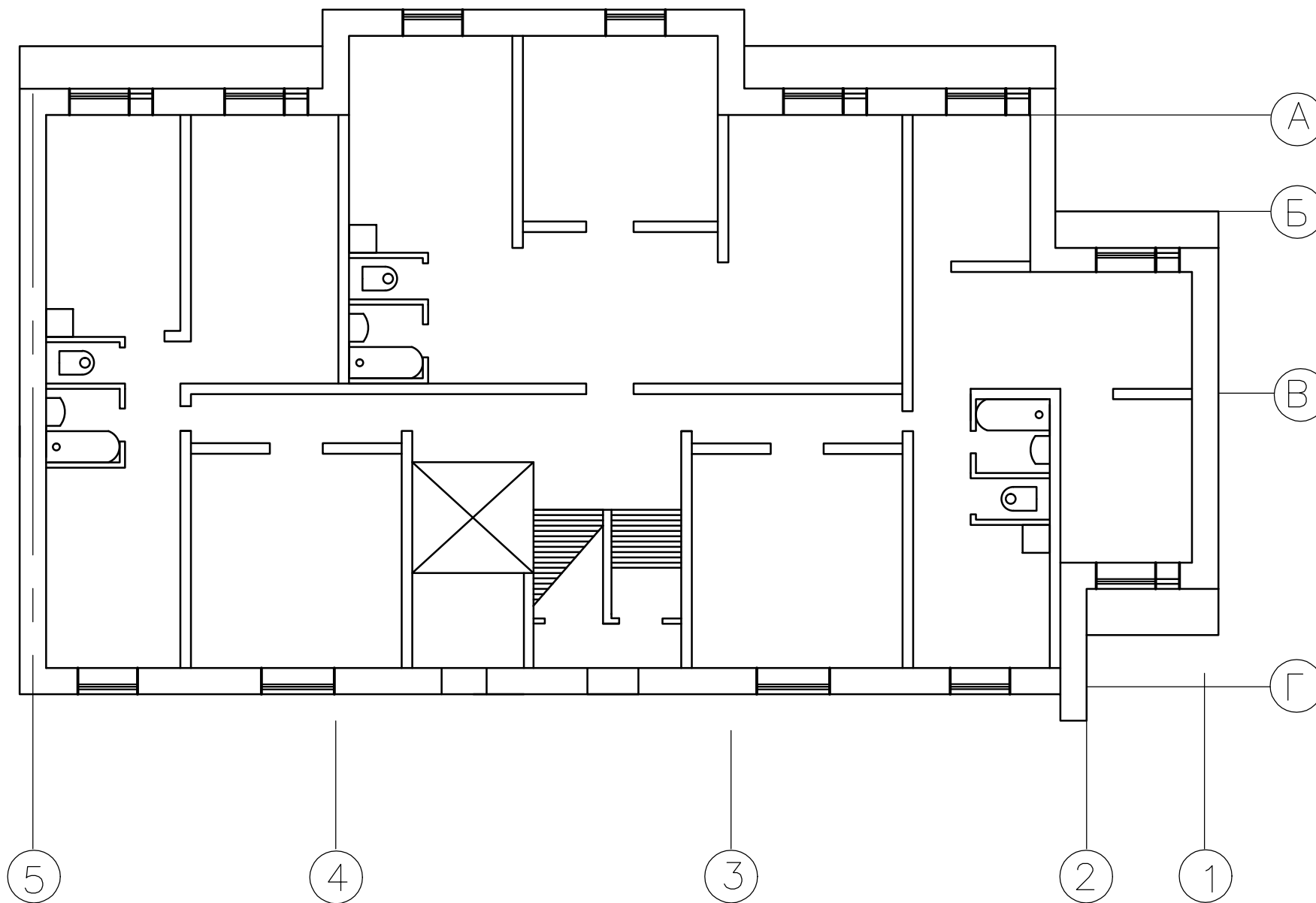
3. Высота этажа от пола до пола:3,2 м.

4. Теплоноситель – вода из наружной тепловой сети с параметрами: $T_1\rho\backslash T_2\rho$ 130\70 С

5. Система отопления: однотрубная с верхней разводкой магистралей.

6. Район строительства: **Иркутск**

План 11 (1:100)





**СИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

*КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОВОДОСНАБЖЕНИЯ,
ВОДООТВЕДЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ*

ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Методические рекомендации

**Новокузнецк
2015**

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

*Кафедра теплогазоводоснабжения,
водоотведения и вентиляции*

ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Методические рекомендации к выполнению
курсовой работы по дисциплине «Теплогазоснабжение
с основами теплотехники»

Новокузнецк
2015

УДК 697.1
О- 85

Рецензент
доцент, заведующий кафедрой Архитектуры
О.В. Матехина.

О-85 Отопление жилого здания : метод. рекомендации / Сиб. гос. индустр. ун-т ; сост. : Е.В. Смирнова, Д.Б. Чапаев. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2015. – 91 с.

Изложена методика расчета и проектирования двухтрубной системы отопления жилого здания с независимым подключением к квартальным тепловым сетям. Приведены необходимые для расчета справочные данные, требования к объему расчетной и графической частей курсовой работы, перечень необходимой литературы.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Строительство».

Печатается по решению комиссии по совершенствованию учебно-методической работы в Архитектурно-строительном институте.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	4
1 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	5
1.1 Исходные данные и расчетные параметры внутреннего и наружного воздуха.....	5
1.2 Расчет толщины утепляющего слоя однородной однослойной и многослойной ограждающей конструкции	9
1.3 Расчет толщины утепляющего слоя неоднородной однослойной и многослойной ограждающей конструкции	17
1.4 Теплотехнический расчет световых проемов.....	25
1.5 Теплотехнический расчет наружных дверей.....	26
2 РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ помещений	27
2.1 Уравнение теплового баланса помещения	27
2.2 Расчет теплопотерь помещений жилого здания.....	27
3 конструирование системы отопления	34
3.1 Установка отопительных приборов.....	34
3.2 Размещение трубопроводов (стояков и магистралей).....	35
4 Разработка расчетной схемы	36
5 РАСЧЕТ И ПОДБОР ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ	37
6 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	39
7 УВЯЗКА ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ КОЛЬЦАХ	41
8 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО ПУНКТА	43
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ А Данные для расчета теплотехнических величин.....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Характеристики наружных ограждений.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ В Автоматический терморегулятор фирмы «Danfoss»	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Крепление трубопроводов.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Данные для расчета отопительных приборов.....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Данные для гидравлического расчета.....	82
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Подбор балансировочного клапана MSV-I диаметром 15 мм	91
ПРИЛОЖЕНИЕ И Грязевики, термометры, манометры	93

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Вследствие особенностей климата на большей части территории страны человек проводит в закрытых помещениях до 80% времени. Для создания нормальных условий его жизнедеятельности необходимо поддерживать в этих помещениях определенный микроклимат, тепловой режим.

Тепловой режим в помещении, обеспечиваемый системой отопления, определяется в первую очередь теплотехническими и теплофизическими свойствами. В связи с этим высокие требования предъявляются к выбору конструкции наружных ограждений, защищающих помещение от сложных климатических воздействий. Потери тепла подсчитываются для всех помещений в отдельности и для здания в целом.

На основании полученных тепловых нагрузок конструируется система отопления – приборы и стояки соединяются в общую систему, получающую горячую воду из теплового узла. Рассчитываются отопительные приборы.

Для определения диаметров трубопроводов производится гидравлический расчет системы, а для равномерной раздачи воды – увязка потерь давления в ее кольцах.

Целью курсовой работы является расширение и закрепление знаний по дисциплине «Теплогазоснабжение с основами теплотехники», приобретение навыков расчета и конструирования системы отопления жилого здания.

Задание выдается каждому студенту индивидуально.

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка выполняется в указанной ниже последовательности:

- 1) расчет коэффициентов теплопередачи всех видов ограждающих конструкций;
- 2) расчет теплотерь каждого помещения и здания в целом;
- 3) расчет и подбор отопительных приборов;
- 4) гидравлический расчет главного циркуляционного кольца;
- 5) увязка потерь давления в стояках;
- 6) подбор оборудования индивидуального теплового пункта.

Графическая часть выполняется на листе формата А1 (594×841 мм) и должна содержать:

- планы подвала и типового этажа с нанесением на них всех элементов системы отопления;
- схему системы отопления;
- схему индивидуального теплового пункта.

1 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ - КОНСТРУКЦИЙ

Теплотехнический расчет проводится для всех наружных ограждений для холодного периода года с учетом района строительства, условий эксплуатации, назначения здания и санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к ограждающим конструкциям и помещению, из условия, что температура на внутренней поверхности должна быть выше температуры точки росы t_p , °С, не менее чем на 2 – 3°С. Теплотехнический расчет внутренних ограждающих конструкций (стен, перегородок, перекрытий) проводится при условии, что разность температур воздуха в помещениях более 3°С.

1.1 Исходные данные и расчетные параметры внутреннего и наружного воздуха

В качестве исходных данных для выполнения теплотехнического расчета, определения теплозащитных свойств ограждающих конструкций и проектирования систем отопления принимаются термо-

динамические параметры внутреннего и наружного воздуха и теплофизические характеристики строительных материалов ограждений.

Район строительства характеризуется расчетными параметрами наружного воздуха для холодного периода года.

В холодный период (температура наружного воздуха $t_{ext} < 8^{\circ}\text{C}$) в качестве исходных данных принимают: расчетную температуру наружного воздуха наиболее холодной пятидневки t_{ext} , $^{\circ}\text{C}$; среднюю температуру отопительного периода t_{ht} , $^{\circ}\text{C}$; продолжительность отопительного периода z_{ht} , сут; [1].

При выполнении теплотехнического расчета ограждений важно учитывать назначение и условия эксплуатации помещения, которые определяются температурой внутреннего воздуха t_{int} , $^{\circ}\text{C}$, и относительной влажностью φ_{int} , %, внутреннего воздуха, значения которых регламентируются санитарными нормами, строительными нормами и правилами, таблица 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры внутреннего воздуха для жилого здания, ГОСТ 30494-96

Наименование помещения	Температура внутреннего воздуха t_{int} , $^{\circ}\text{C}$	Относительная влажность внутреннего воздуха φ_{int} , %
Жилая комната рядовая	18	45–60
Кухня квартиры	18	не нормируется
Лестничная клетка в жилом доме	16	не нормируется
Коридор в квартире	18	45–60
Ванная, совмещенный санузел	25	не нормируется
Туалет	18	не нормируется
Примечание. В районах с температурой $t_{хп} = t_{ext} = -31^{\circ}\text{C}$ и ниже в жилых комнатах надо принимать t_{int} на 2°C выше		

Известно, что строительные материалы являются капиллярно-пористыми телами и интенсивно поглощают влагу из окружающей среды. Следовательно, теплофизические характеристики материалов при расчетах строительных ограждений (расчетные коэффициенты теплопроводности λ , Вт/м $\cdot^{\circ}\text{C}$), следует принимать с учетом зоны влажности и влажностного режима помещения. Зона влажности рай-

она застройки может быть сухая, нормальная и влажная и определяется по схематической карте территории РФ, [2] или приложение А, рисунок А.1.

Влажностный режим помещения бывает сухой, нормальный, влажный и мокрый. Для холодного периода в жилых зданиях принимается режим нормальный, для других помещений выбирается в зависимости от φ_{int} , %, [2] или таблица 2.

Таблица 2 – Влажностный режим помещения

Относительная влажность внутреннего воздуха φ_{int} , %, при $t_{\text{int}} = 12\text{--}24^\circ\text{C}$	Влажностный режим помещения
$\varphi_{\text{int}} \leq 50$	Сухой
$50 < \varphi_{\text{int}} \leq 60$	Нормальный
$60 < \varphi_{\text{int}} \leq 75$	Влажный
$\varphi_{\text{int}} > 75$	Мокрый

С учетом зоны влажности (приложение А, рисунок А1) и влажностного режима помещения выбирают условия эксплуатации (А или Б) для ограждающих конструкций, [2] или таблица 3.

Таблица 3 – Условия эксплуатации ограждающих конструкций

Влажностный режим помещения (по таблице 2)	Условия эксплуатации А или Б в зонах влажности		
	сухой	нормальной	влажной
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный или мокрый	Б	Б	Б

Нормативные данные для расчета сводятся в таблицу 4.

Исходя из условий эксплуатации (А или Б) для материалов ограждающих конструкций значения коэффициентов теплопроводности и λ выбираются по [3], или приложение А, таблица А.3.

Все теплофизические характеристики материала конструкций наружных ограждений удобно свести в таблицу 5.

Таблица 4 – Нормативные данные для расчета

Источник исходных данных	Данные
1. Температура внутреннего воздуха t_{int} , °С, ГОСТ 30494-96 или таблица 1	
2. Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки $t_{хп} = t_{ext}$, °С, [1] или приложение А, таблица А.1	
3. Влажность внутреннего воздуха φ_{int} , %, [2] или таблица 2	
4. Зона влажности территории, [2] или приложение А, рисунок А.1	
5. Условия эксплуатации конструкции, таблица 3	
6. Средняя температура отопительного периода t_{ht} , °С, приложение А, таблица А.1	
7. Продолжительность отопительного периода z_{ht} , сут., приложение А, таблица А.1	
8. Влажностный режим помещения, таблица 2	Нормальный
9. Барометрическое давление, ГПа, [1] или приложение А, таблица А.1	

Таблица 5 – Теплофизические характеристики материала-конструкций наружных ограждений

Вид ограждения	Номера слоев	Материал слоя	Объемная масса в сухом состоянии γ_0 , кг/м ³	Толщина материала слоя, δ_m , м.	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)
Стена	1				
	2				
	...				
Покрытие	1				
	2				
	...				
Полы	1				
	2				
	...				

1.2 Расчет толщины утепляющего слоя однородной однослойной и многослойной ограждающей конструкции

Используемые в настоящее время в практике строительства однослойные и многослойные ограждающие конструкции (стена, покрытие, перекрытие) состоят из однородных и неоднородных слоев.

Рассмотрим методику выполнения теплотехнического расчета однослойной и многослойной ограждающей однородной конструкции.

Задача состоит в определении толщины слоя утеплителя $\delta_{ут}$, м, (толщину слоя утеплителя округлять до 0,01 м).

При выполнении теплотехнического расчета для зимних условий, прежде всего, необходимо убедиться, что конструктивное решение проектируемого ограждения позволяет обеспечить необходимые санитарно-гигиенические и комфортные условия микроклимата. Для этого требуемое сопротивление теплопередаче, определяют по формуле, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$

$$R_{req}^o = \frac{(t_{int} - t_{ext})n}{\Delta t_n \cdot \alpha_{int}}, \quad (1)$$

где t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха, °C , принимаемая по нормам проектирования соответствующих зданий, ГОСТ 30494-96;

t_{ext} – расчетная зимняя температура, °C , равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, [1] или таблица А.1;

n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, [2] или таблица 8;

Δt_n – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °C , [2] или таблица 6;

α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, [2] или таблица 7.

Таблица 6 – Значение нормируемого температурного перепада $\Delta t_n, ^\circ\text{C}$

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t_n, ^\circ\text{C}$ для		
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0
2. Общественные, кроме указанных в п. 1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5

Таблица 7 – Значение коэффициента у внутренней поверхности α_{int}

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{int}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$. 2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$. 3. Зенитных фонарей	8,7

Градусо-сутки отопительного периода D_d следует определять по формуле, $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$

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

где z_{ht} – продолжительность отопительного периода, сут., [1] или приложение А, таблица А.1;

t_{ht} – средняя температура отопительного периода, $^\circ\text{C}$, [1] или приложение А, таблица А.1.

Таблица 8 – Значение коэффициента n , учитывающего положение наружного ограждения по отношению к наружному воздуху

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

Расчетные значения сопротивлений теплопередаче R_o однослойной и многослойной ограждающей конструкции (рисунок 1) определяют из уравнений, соответственно, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_{l(ym)}}{\lambda_{l(ym)}} + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \quad (3)$$

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \quad (4)$$

где δ_i – толщина отдельных слоев ограждающей конструкции, м;
 $\delta_{ут}$ – толщина утепляющего слоя, м;
 λ_i – коэффициент теплопроводности отдельных слоев ограждающей конструкции, Вт/(м·°С), [3] или приложение А, таблица А.2;
 $\lambda_{ут}$ – коэффициент теплопроводности утепляющего слоя, Вт/(м·°С), [3] или приложение А, таблица А.3;
 α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения, Вт/(м·°С), [3] или таблица 9.

Таблица 9 – Значение коэффициента теплоотдачи наружной поверхности ограждения α_{ext}

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий α_{ext} , Вт/(м ² ·°С)
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной климатической зоне	23
2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной климатической зоне	17
3. Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12
4. Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6

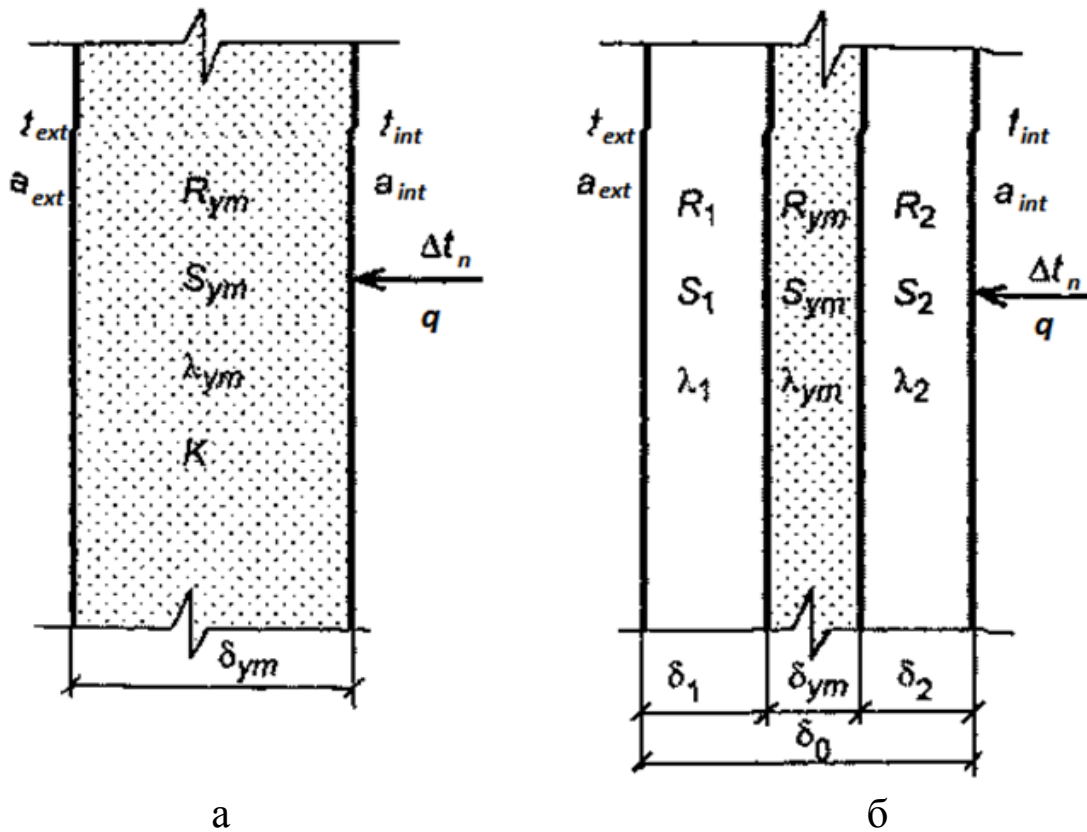


Рисунок 1 – Ограждающая конструкция
а – однослойная; б – многослойная

Определяется приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_{reg} , $(m^2 \cdot ^\circ C)/W$, соответствующее высоким теплозащитным свойствам, по [2] или таблице 10 в зависимости от полученного значения D_d и типа здания или помещения.

Сравнивают R_{reg}^0 и R_{reg} :

если $R_{reg}^0 > R_{reg}$, то для дальнейших расчетов принимают R_{reg}^0 ;

если $R_{reg}^0 < R_{reg}$, то для расчетов принимают R_{reg} .

Приравняв правую часть уравнения (4) к выбранной величине $R_0 = R_{reg}^0$ или $R_0 = R_{reg}$, получим выражение для определения предварительной толщины слоя утеплителя δ_{yt} , м:

Таблица 10 – Нормы сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций

Здания и помещения	D_d	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций R_{reg} , ($m^2 \cdot ^\circ C$)			
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над холодным и подпольями и подвалами	окон и балконных дверей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8
a	–	0,00035	0,005	0,00045	-
b	–	1,4	2,2	1,9	-
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8
a	–	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005
b	–	1,2	1,6	1,3	0,2
Примечание. Промежуточные значения R_{reg} следует определять интерполяцией					

Значения R_{reg} , $m^2 \cdot ^\circ C/Вт$, для величин D_d , $^\circ C \cdot сут$, отличающихся от табличных определяются по формуле

$$R_{reg} = aD_d + b \quad (5)$$

где a, b – коэффициенты, значения которых принимаются по таблице 10 для соответствующих групп зданий (кроме графы 6 группы зданий 1, где для интервала до $6000\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$ $a = 0,000075, b = 0,15$, для интервала $6000 - 8000\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$ $a = 0,00005, b = 0,3$, для интервала свыше $8000\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$ $a = 0,000025, b = 0,5$).

$$\delta_{ym} = \left[R_{reg} - \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) \right] \lambda_{ym}, \quad (6)$$

где α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, таблица 7;

α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$, таблица 9;

$\delta_i, \lambda_i, \lambda_{ym}$ – то же, что и в уравнении (4).

Для панельных стен сопротивление теплопередаче, найденное по формулам (3) и (4), допускается учитывать коэффициент теплопроводности r , принимаемый по таблице 11.

Таблица 11 – Значения коэффициента теплотехнической однородности r

Ограждающая конструкция	Коэффициент r
1. Из однослойных легкобетонных панелей	0,90
2. Из легкобетонных панелей с термовкладышами	0,75
3. Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и гибкими связями	0,70
4. Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и железобетонными шпонками или ребрами из керамзитобетона	0,60
5. Из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем и железобетонными ребрами	0,50
6. Из трехслойных металлических панелей с эффективным утеплителем	0,75
7. Из трехслойных асбестоцементных панелей	0,70

Вычисленное значение δ_{yt} должно быть скорректировано в соответствии с требованиями, унификации конструкции ограждений.

Толщина наружных стен из кирпичной кладки может приниматься 0,39; 0,51; 0,64; 0,77 м, а наружных стеновых панелей – 0,20; 0,25; 0,30; 0,40 м. Характеристики наружных ограждений приведены в приложении Б, таблица Б.1.

После выбора общей толщины конструкции δ_k , м, и толщины утеплителя δ_{yt} , м, уточняем общее фактическое сопротивление теплопередаче всех слоев ограждения R_o^ϕ по формуле, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$:

$$R_o^\phi = \frac{l}{\alpha_{int}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{l}{\alpha_{ext}}, \quad (7)$$

и проверяем условие

$$R_o^\phi \geq R_{reg}^0 \text{ или } R_o^\phi \geq R_{reg}. \quad (8)$$

Если условие (8) не выполняется, то чаще всего целесообразен выбор строительного материала с меньшим коэффициентом теплопроводности λ_{yt} , $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$.

Коэффициент теплопередачи принятого наружного ограждения стены k , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, определяется из уравнения

$$k = \frac{l}{R_o^\phi}, \quad (9)$$

где R_o^ϕ – общее фактическое сопротивление теплопередаче, принимаемое по уравнению (7), $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$.

После произведенных расчетов необходимо вычислить толщину всей ограждающей конструкции.

1.3 Расчет толщины утепляющего слоя неоднородной одно- слойной и многослойной ограждающей конструкции

Однородность слоя материала применяемых в современной практике однослойных и многослойных строительных ограждений (стен, покрытий, перекрытий) нарушается теплоизоляционными или теплопроводными включениями, воздушными прослойками.

Рассмотрим порядок теплотехнического расчета многослойного покрытия (рисунок 2), в первом слое которого (плита перекрытия) однородность материала нарушена воздушными прослойками.

Для учета санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к ограждающей конструкции покрытия (перекрытия), необходимо определить требуемое сопротивление теплопередаче R_{reg}^0 по уравнению (1):

$$R_{reg}^0 = \frac{(t_{int} - t_{ext})n}{\Delta t_n \cdot \alpha_{int}} \quad \text{ГДЕ } t_{int}, t_{ext}, n, \Delta t_n, \alpha_{int} -$$

то же, что и в уравнении (1).

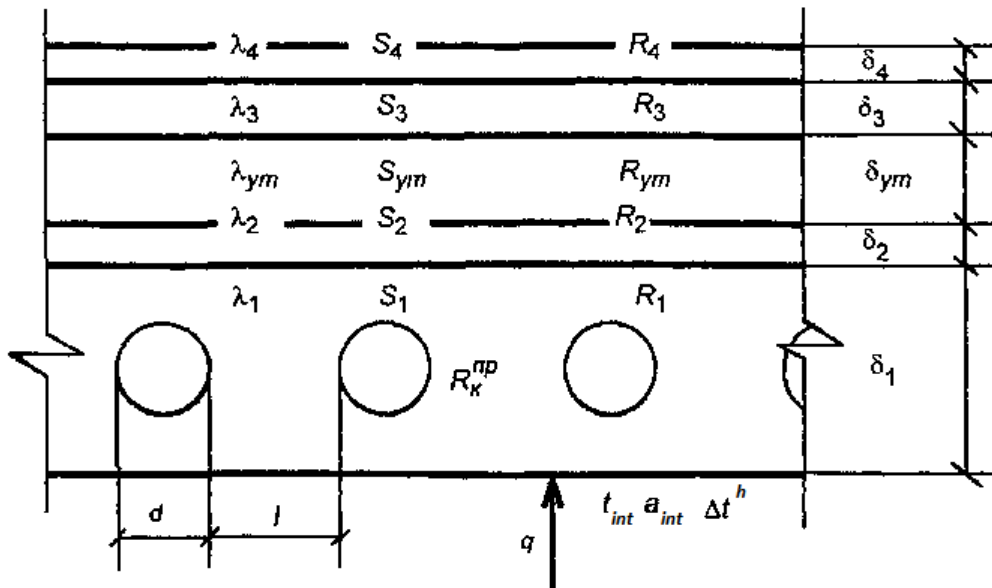


Рисунок 2 – Многослойная ограждающая конструкция покрытия

Предварительная толщина теплоизоляционного слоя утеплителя покрытия $\delta_{ут}$, м, определяется из уравнения (6):

$$\delta_{ym} = \left[R_{reg} - \left(\frac{l}{\alpha_{int}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{l}{\alpha_{ext}} \right) \right] \lambda_{ym}$$

где α_{int} , δ_i , λ_i , α_{ext} , λ_{yt} – то же, что и в уравнении (6).

В первом слое однородность материала (многопустотная железобетонная панель) нарушена в параллельном и перпендикулярном направлениях движения теплового потока, поэтому по уравнению (6) слагаемое $R_i = \delta_i/\lambda_i$ определяется как приведенное термическое сопротивление теплопередаче конструкции R_k^{np} , $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$.

Значение величины R_k^{np} определяется следующим образом.

А. При расчете многопустотной плиты перекрытия (покрытия) ограждающая конструкция условно разрезается плоскостями, параллельными направлению движения теплового потока, на характерные в теплотехническом отношении участки, из которых одни могут быть однородными (из одного материала), а другие неоднородными (из разных материалов).

Термическое сопротивление всех этих участков R_A , $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$, определяется по формуле:

$$R_A = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{\frac{A_1}{R_1} + \frac{A_2}{R_2} + \dots + \frac{A_n}{R_n}}, \quad (10)$$

где A_1, A_2, \dots, A_n – площади отдельных участков конструкций, m^2 ;

R_1, R_2, \dots, R_n – значения термического сопротивления указанных отдельных участков конструкции, определяемые для однородных участков по выражению $R = \delta/\lambda$, а для неоднородных участков так же, но с учетом термического сопротивления теплопередаче воздушной прослойки $R_{вп}$, $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$, [3] или таблица 12.

Таблица 12 – Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки $R_{вп}$, (м ² ·°С)/Вт			
	Горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной		Горизонтальной при потоке тепла сверху вниз	
	При температуре воздуха в прослойке			
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,10	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2–0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Примечание. При оклейке одной или обеих поверхностей воздушной прослойки алюминиевой фольгой термическое сопротивление следует увеличивать в 2 раза.

Б. При расчете многопустотной плиты покрытия (перекрытия) ограждающая конструкция условно разрезается плоскостями, перпендикулярными направлению теплового потока на характерные в теплотехническом отношении участки, из которых одни могут быть однородными (из одного материала), а другие – неоднородными (из разных материалов).

Термическое сопротивление всех этих участков R_B , (м²·°С)/Вт, определяется для однородных участков по выражению $R = \delta/\lambda$, для неоднородных участков – по формуле (10).

Приведенное термическое сопротивление неоднородного слоя ограждающей конструкции «многопустотные плиты» R_k^{np} следует определять по формуле, (м²·°С)/Вт

$$R_k^{np} = \frac{R_A + 2R_B}{3}. \quad (11)$$

Если R_A превышает R_B более чем на 25%, то R_{κ}^{np} следует определять на основании расчета температурного поля по [3].

После определения R_{κ}^{np} и выбора толщины δ_{yt} по уравнению (6) определяется R_o^{ϕ} всей ограждающей конструкции покрытия по формуле, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$:

$$R_o^{\phi} = \frac{1}{\alpha_{int}} + R_{\kappa}^{np} + \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \dots + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \quad (12)$$

где α_{int} , α_{ext} , δ_i , δ_{yt} , λ_i , λ_{yt} – то же, что и в уравнении (7);

R_{κ}^{np} – то же, что и в уравнении (11).

После выполнения условия (8) выполняется определение k принятой конструкции покрытия (перекрытия).

Пример 1. Теплотехнический расчет наружного ограждения (покрытие, пол над подвалом)

Исходные данные.

1. Ограждающая конструкция, совмещенное многослойное покрытие (рисунок 2 или приложение Б, таблица Б.2 (III)) – железобетонная плита $\gamma_1 = 2500 \text{ кг/м}^3$, толщиной $\delta_1 = 0,22 \text{ м}$; пароизоляция – битумная мастика с $\gamma_2 = 1400 \text{ кг/м}^3$ и $\delta_2 = 0,003 \text{ м}$; утеплитель – перлитопластобетон с $\gamma_{yt} = 100 \text{ кг/м}^3$; выравнивающий слой цементно-песчаного раствора с $\gamma_3 = 1800 \text{ кг/м}^3$ и $\delta_3 = 0,05 \text{ м}$; гидроизоляция – три слоя рубероида с $\gamma_4 = 600 \text{ кг/м}^3$ и $\delta_4 = 0,009 \text{ м}$.

2. Район строительства – г. Томск.

3. Влажностный режим помещения – нормальный.

4. Отопление осуществляется от ТЭЦ.

5. Зона влажности района – нормальная.

6. Условия эксплуатации – Б.

7. Значение коэффициентов и теплотехнических характеристик в формулах:

$t_{ext} = t_{\text{хп}(0,92)} = -40 \text{ °C}$; $t_{ht} = -8,4 \text{ °C}$; $z_{ht} = 236 \text{ сут.}$ (приложение А, таблица А.1); $t_{int} = 20 \text{ °C}$ (таблица 1);

$\lambda_1 = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $\lambda_2 = 0,27 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; $\lambda_{yt} = 0,05 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$;

$\lambda_3 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$; $\lambda_4 = 0,17 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$, (приложение А, таблица А.2);
 $\alpha_{\text{int}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$; (таблица 7); $\alpha_{\text{ext}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$; (таблица 9);
 $\Delta t_n = 4 \text{ °С}$ (таблица 6); $n = 1$ (таблица 8).

Порядок расчета.

1. Первоначально определяем требуемое сопротивление теплопередаче R_{reg}^0 покрытия при t_{ext} по формуле (1):

$$R_{\text{reg}}^0 = \frac{(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \cdot n}{\Delta t_n \cdot \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (20 + 40)}{4 \cdot 8,7} = 1,72 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}.$$

2. По формуле (2) определяем градусо-сутки отопительного периода (D_d), $\text{°С} \cdot \text{сут}$:

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot z_{\text{ht}} = (20 - 8,4) \cdot 236 = 6702 \text{ °С} \cdot \text{сут}.$$

Находим величину сопротивления теплопередаче ограждения с учетом энергосбережения $R_{\text{reg}} = 5,55 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$, (таблица 10).

3 Сравниваем R_{reg}^0 и R_{reg} . Принимаем для дальнейших расчетов большее, т.е. $R_{\text{reg}} = 5,55 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$.

4. Находим термическое сопротивление теплопередаче железобетонной конструкции многопустотной плиты.

Расчет приведенного термического сопротивления пустотной панели перекрытия представлен для *двух случаев*: когда пустотная панель является основанием покрытия и когда она несущая часть перекрытия над неотапливаемым подвалом. Плита выполнена из железобетона. Поперечное сечение плиты с размерами, и расчетная схема сечения приведены на рисунке 3.

А. Для простоты расчета принимаем схему сечения плиты с квадратными отверстиями в плите вместо круглых. Так, сторона эквивалентного по площади квадрата

$$a = \sqrt{\frac{3,14 \cdot d^2}{4}} = \sqrt{\frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4}} = 0,14 \text{ м}.$$

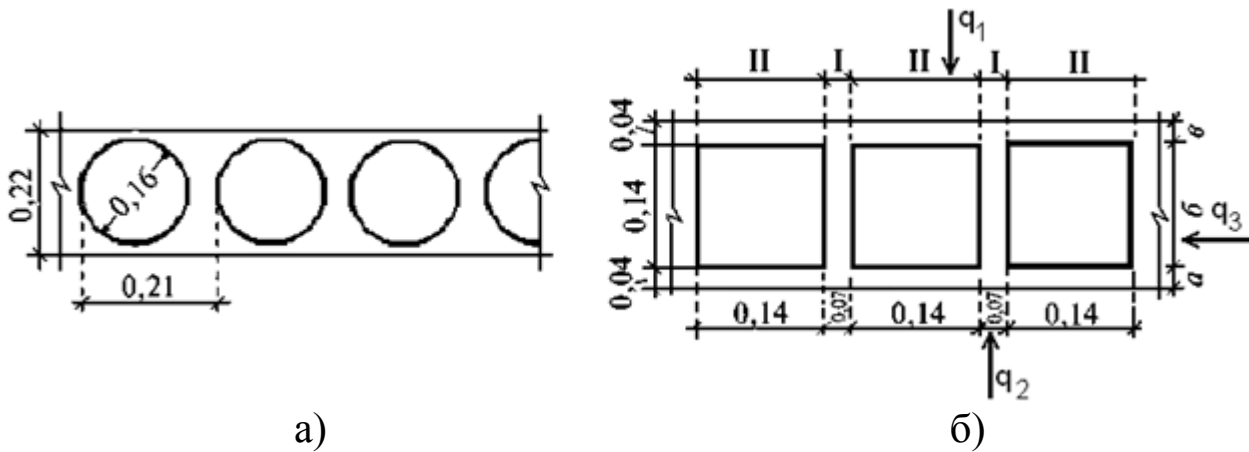


Рисунок 3 – Поперечное сечение плиты (а) и расчетная схема (б)

Б. Выделяем регулярный элемент и делим его плоскостями, параллельными тепловому потоку. Получаем два параллельных участка. Участок I – однородный; участок II – многослойный: состоит из двух одинаковых по толщине слоев a и b , а также горизонтальной воздушной прослойки. Сопротивления теплопередаче этих участков R_I и R_{II} соответственно равны:

$$R_I = \frac{\delta_{бет}}{\lambda_{бет}} = \frac{0,22}{2,04} = 0,108 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}.$$

$$R_{II} = R_a + R_{en} + R_b = 2 \cdot \frac{\delta_{бет}}{\lambda_{бет}} + R_{en} = \frac{2 \cdot 0,04}{2,04} + R_{en} = 0,04 + R_{en}.$$

Термическое сопротивление воздушной прослойки $R_{вп}$ (таблица 12).

а) для панели покрытия горизонтальная воздушная прослойка с потоком теплоты снизу-вверх отделена от наружного воздуха слоем утеплителя, поэтому в ней воздух находится при положительной температуре. Для прослойки толщиной $\delta_{вп} = 0,14$ м в этих условиях $R_{вп} = 0,15 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$. Тогда, $R_{II} = 0,04 + 0,15 = 0,19 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$.

б) для панели перекрытия над неотапливаемым подвалом с утеплителем, лежащим над железобетонной плитой, горизонтальная воздушная прослойка от холодного техподполья не отделена слоем утеплителя, поэтому в ней воздух находится при отрицательной температуре. Для прослойки толщиной $\delta_{вп} = 0,14$ м в этих условиях при

потоке теплоты сверху-вниз $R_{вп} = 0,24 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$. Следовательно, тогда $R_{п} = 0,04 + 0,24 = 0,28 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.

Сопротивление теплопередаче всего регулярного элемента при разбивке его плоскостями, параллельными тепловому потоку, определяем по формуле (10):

а) для покрытия

$$R_A = \frac{\frac{A_I + A_{II}}{A_I} + \frac{A_I + A_{II}}{A_{II}}}{\frac{R_I}{R_I} + \frac{R_{II}}{R_{II}}} = \frac{\frac{0,07 + 0,14}{0,07} + \frac{0,07 + 0,14}{0,14}}{\frac{0,108}{0,108} + \frac{0,19}{0,19}} = 0,152 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

б) для перекрытия над подвалом

$$R_A = \frac{\frac{A_I + A_{II}}{A_I} + \frac{A_I + A_{II}}{A_{II}}}{\frac{R_I}{R_I} + \frac{R_{II}}{R_{II}}} = \frac{\frac{0,07 + 0,14}{0,07} + \frac{0,07 + 0,14}{0,14}}{\frac{0,108}{0,108} + \frac{0,28}{0,28}} = 0,183 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

В. Делим регулярный элемент плоскостями, перпендикулярными тепловому потоку (рисунок 3 б), и получаем три параллельных участка. Участки *a* и *в* – однородные, участок *б* – неоднородный, состоящий из горизонтальной воздушной прослойки и слоя железобетона шириной $l = 0,07$ м и толщиной $\delta = 0,14$ м.

$$R_{жс/б} = \frac{\delta_{жс/б}}{\lambda_{жс/б}} = \frac{0,14}{2,04} = 0,069 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

Определяем сопротивление теплопередаче этих участков:

$$R_a = R_в = \frac{\delta_a}{\lambda_{бет}} = \frac{0,04}{2,04} = 0,02 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

$R_б$ определяем по формуле (10):

а) для покрытия

$$R_б = \frac{\frac{A_I + A_{II}}{A_I} + \frac{A_I + A_{II}}{A_{II}}}{\frac{R_{жс/б}}{R_{жс/б}} + \frac{R_{вн}}{R_{вн}}} = \frac{\frac{0,07 + 0,14}{0,07} + \frac{0,07 + 0,14}{0,14}}{\frac{0,069}{0,069} + \frac{0,15}{0,15}} = 0,108 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

б) для перекрытия над подвалом

$$R_{\delta} = \frac{A_I + A_{II}}{\frac{A_I}{R_{жс/\delta}} + \frac{A_{II}}{R_{ен}}} = \frac{0,07 + 0,14}{\frac{0,07}{0,069} + \frac{0,14}{0,24}} = 0,131 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm .$$

Соппротивление теплопередаче всего регулярного элемента R_B , $(m^2 \cdot ^\circ C) / Bm$, при разбивке его плоскостями, перпендикулярными тепловому потоку, определяем по формуле: $R_B = R_a + R_{\delta} + R_b$

а) для покрытия

$$R_B = 0,02 + 0,108 + 0,02 = 0,148 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm;$$

б) для перекрытия над подвалом

$$R_B = 0,02 + 0,131 + 0,02 = 0,171 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm.$$

5. Приведенное термическое сопротивление теплопередаче плиты R_{κ}^{np} , $(m^2 \cdot ^\circ C) / Bm$, определяется по формуле (11):

а) для покрытия

$$R_{\kappa}^{np} = \frac{R_A + 2R_B}{3} = \frac{0,152 + 2 \cdot 0,148}{3} = 0,149 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

б) для перекрытия над подвалом

$$R_{\kappa}^{np} = \frac{R_A + 2R_B}{3} = \frac{0,183 + 2 \cdot 0,171}{3} = 0,175 (m^2 \cdot ^\circ C) / Bm$$

Полученные значения используются как известные величины при дальнейшем определении толщины изоляции в указанных перекрытиях.

6. Определяем предварительную толщину утеплителя $\delta_{ут}$ по уравнению (6)

$$\delta_{ym} = \left[R_{reg} - \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) \right] \cdot \lambda_{ym} =$$

$$= \left[5,55 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,149 + \frac{0,003}{0,27} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,009}{0,17} + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,05 = 0,26 \text{ м.}$$

7. Уточним фактическое общее сопротивление теплопередаче R_0^ϕ покрытия по выражению (6)

$$R_0^\phi = \frac{1}{\alpha_{int}} + R_{\kappa}^{np} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{ext}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + 0,149 + \frac{0,26}{0,05} + \frac{0,003}{0,27} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,009}{0,17} + \frac{1}{23} = 5,64 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Из расчетов следует, что условие теплотехнического расчета выполнено, так как $R_0^\phi > R_{reg}$, т.е. $5,64 > 5,55$.

8. Коэффициент теплопередачи для принятой конструкции покрытия определяем по уравнению (9)

$$k = \frac{1}{R_0^\phi} = \frac{1}{5,64} = 0,18 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C).}$$

9. Находим толщину всей ограждающей конструкции по формуле $\delta_{\kappa} = \sum \delta_i$, м.

1.4 Теплотехнический расчет световых проемов

В практике строительства жилых и общественных зданий применяется одинарное, двойное и тройное остекление в деревянных, пластмассовых или металлических 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.

Требуемое термическое общее сопротивление теплопередаче R_{reg} , $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, для световых проемов определяют в зависимости от величины D_d (таблица 10).

Затем по значению R_{reg} выбирают конструкцию светового проема с приведенным сопротивлением теплопередаче R_0^ϕ при условии $R_0^\phi \geq R_{reg}$ (таблица А.3).

Для принятой конструкции светового проема коэффициент теплопередачи $k_{ок}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, определяется по уравнению:

$$k_{ок} = \frac{1}{R_0^\phi}$$

1.5 Теплотехнический расчет наружных дверей

Требуемое общее (фактическое) сопротивление теплопередаче R_{reg}^ϕ для наружных дверей (кроме балконных) должно быть не менее значения $0,6 R_{reg}^0$ для стен зданий и сооружений, определяемого при расчетной зимней температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [1].

Принимаем фактическое сопротивление теплопередаче наружных дверей $R_{0.дв.}^\phi$, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$,

$$R_{0.д.}^\phi = 0,6 \cdot \frac{(t_{int} - t_{ext})n}{\Delta t_n \cdot \alpha_{int}}$$

где t_{int} , t_{ext} , n , Δt_n , α_{int} – то же, что и в уравнении (1).

Коэффициент теплопередачи наружных дверей $k_{дв}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, вычисляют по уравнению:

$$k_{дв} = \frac{1}{R_{0.дв.}^\phi}$$

2 РАСЧЕТ ТЕПЛОПТЕРЬ ПОМЕЩЕНИЙ

2.1 Уравнение теплового баланса помещения

Для компенсации тепловых потерь через наружные ограждения помещений устраивают систему отопления.

Расчетные тепловые потери жилого помещения вычисляют по формуле, Вт:

$$Q_{тп} = Q_{огр} + Q_{инф} - Q_{быт} \quad (13)$$

где $Q_{огр}$ – тепловые потери через ограждающие конструкции помещения, Вт;

$Q_{инф}$ – тепловые потери помещения на инфильтрацию, Вт;

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

2.2 Расчет тепловых потерь помещений жилого здания

Тепловые потери через ограждающие конструкции определяются для каждого помещения в отдельности, причем внутри помещения – отдельно для каждой ограждающей конструкции, разность температур с обеих сторон которой 3°C и более, по формуле [4], Вт

$$Q_{огр} = k \cdot A \cdot (t_{int} - t_{ext}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n, \quad (14)$$

где k – коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$);

A – площадь ограждения, перпендикулярная тепловому потоку, м^2 ;

t_{int} – внутренняя расчетная температура помещения, $^{\circ}\text{C}$, таблица 1;

t_{ext} – наружная расчетная температура, $^{\circ}\text{C}$, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, [1] или таблица А.1;

n – поправочный коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, таблица 8;

β – добавочные потери теплоты в долях от основных теплопотерь, по [4] или см. нижеприведенный комментарий к графам 12, 13, 14 таблицы 13.

Примечания:

- 1) при расчете теплопотерь в угловых помещениях квартир расчетная температура внутреннего воздуха должна приниматься на 2°С выше нормируемой;
- 2) теплопотери через наружные ограждения лестничных клеток определяют по всей высоте, рассматривая лестничную клетку как одно помещение.

Весь расчет теплопотерь сводится в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчет теплопотерь $Q_{тп}$

№ помещения	Наименование помещения, t_{int} , °С	Наименование ограждения	Ориентация	t_{ext} , °С	$t_{int} - t_{ext}$, °С	Обмер ограждения, $a \times b$, м	Площадь A , м ²	k , Вт/(м ² ·°С)	n	Основные теплопотери $Q_{осн}$, Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Продолжение таблицы 13

Добавочные потери			Теплопотери, Вт		Бытовые тепловыделения $Q_{быт}$, Вт	Расчетные теплопотери $Q_{тп}$, Вт
на ориентацию	прочие	$1 + \Sigma\beta$	через ограждающие конструкции $Q_{огр}$	на инфльтрацию $Q_{инф}$		
12	13	14	15	16	17	18

Ниже приведены пояснения к таблице 13.

Графа 1: нумерация помещений: все помещения пронумеровываются поэтажно: для первого этажа – 101, 102, 103 и

т.д.; для второго – 201, 202, 203 и т.д. Нумерация комнат, расположенных одна над другой, должна отличаться лишь номером этажа.

Графа 2: наименование помещений: жилая комната, кухня, лестничная клетка и т.д. Внутренняя температура воздуха принимается в соответствии с назначением помещения по ГОСТ 30494-96 или таблице 1.

Графа 3: обозначение ограждений следующее: НС – наружная стена, Пл – пол, Пт – потолок, НД – наружная дверь, ДО – окно, Прг – внутренняя перегородка.

Графа 4: ориентация здания по сторонам света выбирается самостоятельно или задается преподавателем.

Графы 7, 8: размеры ограждений снимаются с плана с точностью до 0,1 м (рисунок 3). Площади ограждений следует округлять до 0,1 м².

Линейные размеры ограждающих конструкций при расчете потерь тепла зданиями необходимо определять следующим образом:

а) размеры световых проемов и дверей (ширина и высота) – по наименьшим размерам строительных проемов в свету;

б) размеры потолков и полов (длина и ширина) – от внутренней поверхности наружных стен до осей внутренних стен и по размерам между осями внутренних стен;

в) длину наружных стен:

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

– рядовых помещений – по размерам между осями внутренних стен;

г) высоту стен первого этажа:

– при наличии неотапливаемого подвала или подполья – по высоте от поверхности потолка подвала или подполья до уровня чистого пола второго этажа;

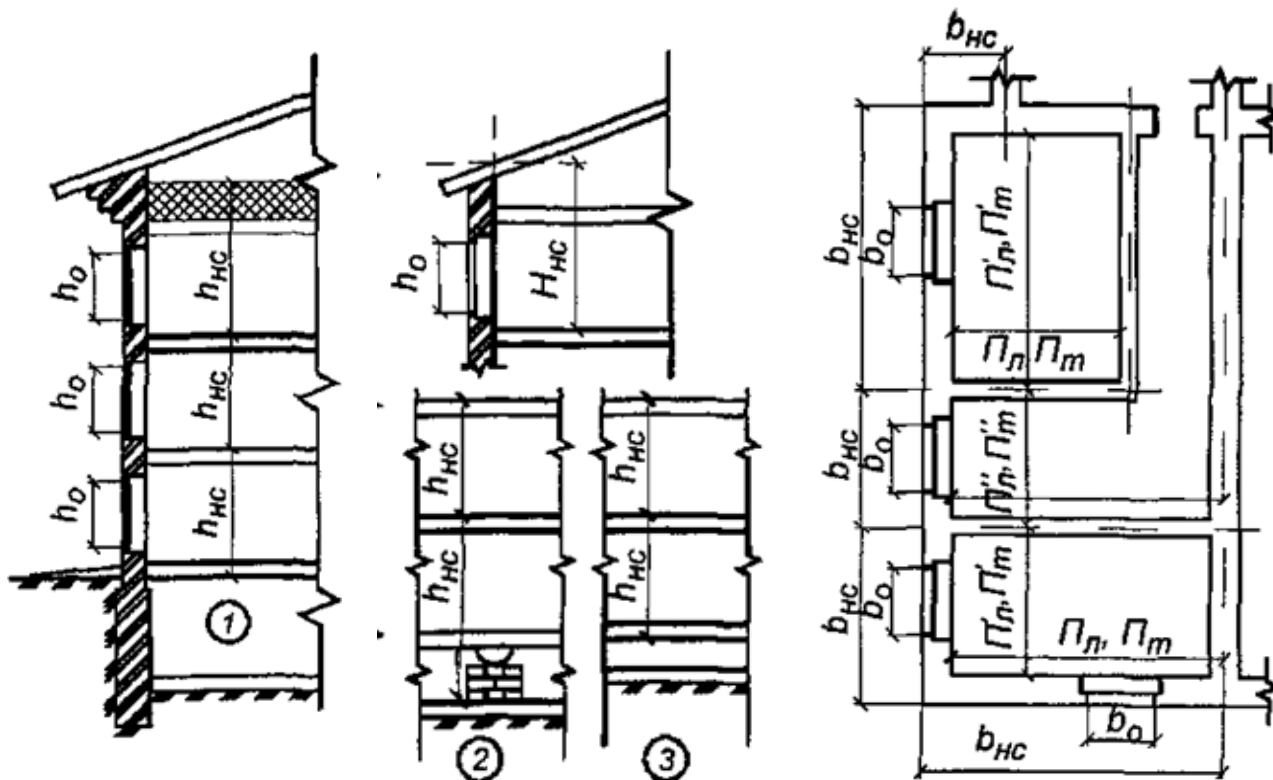
– при наличии пола на лагах – по высоте от уровня поверхности подготовки под лаги до уровня чистого пола второго этажа;

– при наличии пола на грунте – по высоте от поверхности грунта до уровня чистого пола второго этажа;

д) высоту стен промежуточного этажа – по высоте между уровнями чистых полов данного и вышележащего этажей;

е) высоту стен верхнего этажа:

- при наличии чердака – по высоте от уровня чистого пола верхнего этажа до верха утеплителя чердачного покрытия;
- при отсутствии чердака – по высоте от уровня чистого пола верхнего этажа до точки пересечения воображаемых линий внутренней поверхности наружной стены и внешней плоскости покрытия кровли.



а – разрез здания с чердачным покрытием

б – разрез здания с совмещенным покрытием

в – план здания

1 – пол над подвалом; 2 – пол на лагах; 3 – пол на грунте

Рисунок 3 – Правила обмера площадей ограждающих конструкций

Графа 9. Коэффициент теплопередачи принятого наружного ограждения. Значение принимается из расчета и по заданию.

Графа 10. Коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимается по таблице 9.

Графа 11: основные теплотери определяются по формуле, Вт

$$Q_{осн} = k \cdot A \cdot (t_{int} - t_{ext}) \cdot n$$

где k , A , t_{int} , t_{ext} , n – то же, что и в формуле (14).

При расчете $Q_{осн}$ через наружные стены площадь стены без вычета площади окна умножается на коэффициент теплопередачи стены $k_{ст}$. При расчете $Q_{осн}$ через окна площадь оконного проема умножается на разность коэффициентов ($k_{ок} - k_{ст}$), где $k_{ок}$ – коэффициент теплопередачи окна. При расчете $Q_{осн}$ через наружную дверь подъезда ее коэффициент теплопередачи $k_{д}$ берется полностью, а площадь двери вычитается из площади наружной стены.

Графа 12: добавочные потери тепла на ориентацию по сторонам света для наружных стен, дверей и световых проемов, обращенных на север, восток, северо-восток и северо-запад принимаются равными 0,1; на юго-восток и запад – равными 0,05; на юг и юго-запад – равными нулю (рисунок 4).

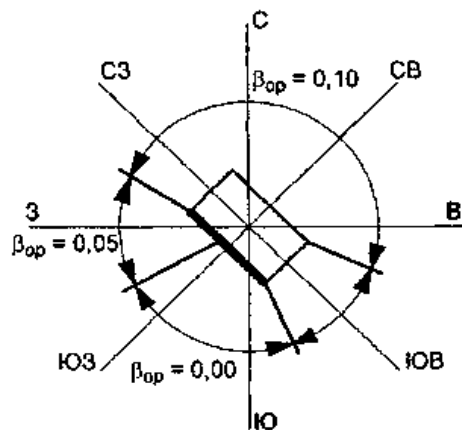


Рисунок 4 – Значения коэффициента добавок на ориентацию

Графа 13: прочие добавочные теплотери:

– добавочные потери тепла через необогреваемые полы первого этажа над холодными проветриваемыми подпольями в местностях с расчетной температурой наружного воздуха (холодной пятидневки) минус 40°C и ниже принимаются равными 0,05. Эти добавочные потери тепла вводятся только для указанных полов первого этажа.

– добавочные потери тепла через наружные двери, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при

высоте зданий H , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза:

тамбурами между ними;

рамами между ними;

бура;

для одинарных дверей.

Графа 15: теплопотери через ограждающие конструкции определяются по формуле (14) или по формуле, Вт:

$$Q_{огр} = Q_{осн} (1 + \sum \beta),$$

где $Q_{осн}$ – принимается из графы 11, Вт;

Графа 16: теплопотери на инфильтрацию (на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха) определяются по [4].

В жилых и общественных зданиях инфильтрация происходит главным образом через окна, балконные двери, световые фонари, наружные и внутренние двери, ворота, открытые проемы, щели, стыки стеновых панелей. Инфильтрацию воздуха через оштукатуренные кирпичные и крупнопанельные стены практически можно не учитывать из-за их высокого сопротивления воздухопроницанию.

Теплопотери на инфильтрацию $Q_{инф}$, для жилых зданий определяются для каждого помещения отдельно по формуле, Вт:

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot L_n \cdot \rho_n \cdot c \cdot (t_{int} - t_{ext}^B),$$

где L_n – расход удаляемого воздуха, м³/ч, принимаемый для жилых зданий равным 3 м³/ч на 1 м² площади жилых помещений и кухни (в общественных зданиях определяется расчетом воздухообмена);

ρ_{int} – плотность наружного воздуха, кг/м³, принимаемая по таблице 14;

c – удельная массовая теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°С);

t_{int} – расчетная температура воздуха помещения, °С;

t_{ext}^B – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года по параметрам Б, [1] или приложение А, таблица А.1.

Допускается в данном курсовой работе принимать теплотери на инфильтрацию в размере 25 % от суммы основных теплотерь помещения, то есть:

$$Q_{инф} = 0,25 Q_{осн}$$

где $Q_{осн}$ – принимается из графы 11, Вт.

Таблица 14 – Плотность воздуха в зависимости от температуры

$t, ^\circ\text{C}$	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,165	1,169	1,173	1,177	1,181	1,185	1,189	1,193	1,197	1,201	1,205
$t, ^\circ\text{C}$	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,209	1,213	1,217	1,222	1,226	1,230	1,234	1,239	1,243	1,249	1,252
$t, ^\circ\text{C}$	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,256	1,261	1,265	1,270	1,275	1,279	1,284	1,289	1,293	1,298	1,303

Продолжение таблицы 14

$t, ^\circ\text{C}$	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,308	1,313	1,317	1,322	1,327	1,332	1,337	1,342	1,348	1,353	1,358
$t, ^\circ\text{C}$	-14	-15	-15	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,363	1,368	1,374	1,379	1,385	1,390	1,396	1,401	1,407	1,412	1,418
$t, ^\circ\text{C}$	-25	-26	-27	-28	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,424	1,429	1,435	1,441	1,447	1,453	1,459	1,465	1,471	1,477	1,483
$t, ^\circ\text{C}$	-36	-37	-38	-39	-40	-41	-42	-43	-44	-45	-46
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,490	1,496	1,502	1,509	1,515	1,522	1,528	1,535	1,542	1,549	1,555

Графа 17: при расчете тепловой мощности систем отопления необходимо учитывать регулярные бытовые теплопоступления в помещение от электрических приборов, освещения, технологического оборудования, коммуникаций, материалов, тела человека и других источников. При этом значения бытовых тепловыделений, поступающих в комнаты и кухни жилых домов, следует принимать в количестве 10 Вт на 1 м² площади пола [2] и определять по уравнению, Вт:

$$Q_{быт.} = 10 \cdot A_n$$

где A_n – площадь пола отапливаемого помещения, м².

Графа 18: расчетные теплотери помещения определяются по формуле (14) с учетом граф 16 и 17.

Теплотери всех помещений суммируются и результатом расчета является сумма потерь тепла зданием $Q_{зд}$.

3 КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

3.1 Установка отопительных приборов

Тип отопительных приборов указывается в задании. Рекомендуется в здании применять приборы одного и того же типа. Для применения приборов другого типа должно быть сделано обоснование. Из разрешенных к применению приборов чаще всего выбирается тот, который производится на заводе, ближайшем к пункту постройки здания. При установке отопительных приборов следует руководствоваться [4]. В частности следует обратить внимание на размещение приборов в лестничных клетках [5].

Приборы следует размещать под световыми проемами, а если это невозможно, то у перегородок или наружных стен. Чем ниже по высоте и длиннее отопительный прибор, тем ровнее температура в помещении. Прибор должен перекрывать большую часть подоконного пространства (около 75%) для избегания потоков холодного воздуха от окна к полу. Приборы размещаются как можно ниже (минимальное расстояние от пола – 60 мм).

Если в одном помещении находятся несколько приборов, то нагрузка их, равная теплотерям данного помещения, распределяется между приборами пропорционально их числу.

На приборах жилых и общественных зданий следует, как правило, устанавливать автоматические терморегуляторы.

Автоматический терморегулятор состоит из двух элементов:

– регулирующий клапан, устанавливаемый в подводку отопительного прибора, на который прикручивается термостатический элемент. Регулирующий клапан подбирается из условия обеспечения потерь давления в клапане в пределах $2 \cdot 10^4$ Па (2 м.вод.ст. или 0,2 бар) при расчетном расходе теплоносителя через него (из таблицы гидравлического расчета – см. далее). В ходе подбора определяется

диаметр клапана и, в случае, когда полностью открытый клапан не может обеспечить требуемое гидравлическое сопротивление (около $2 \cdot 10^4$ Па), определяется число оборотов шпинделя клапана для его предварительной настройки;

– термостатический элемент с датчиком температуры воздуха в помещении и регулятором (в едином корпусе, либо с выносным датчиком). Термостатический элемент подбирается по диапазону настройки температуры воздуха в помещении и должен быть адаптирован к выбранному регулируемому клапану.

Подбор терморегулятора производится по номограммам или таблицам каталогов заводов-производителей. В качестве примера можно использовать каталог радиаторных терморегуляторов производителя отопительной техники «Danfoss», представленный на «Тепловом портале Danfoss» (<http://ru.heating.danfoss.com>) в разделе «Для проектирования», рубрики «Каталоги» и «Пособия и рекомендации».

Краткое описание автоматического терморегулятора фирмы «Danfoss» представлено в приложении В.

Если имеются помещения, в которых отопительные приборы не устанавливаются (коридоры, туалеты и т.д.), то их теплопотери добавляются к теплопотерям соседних отапливаемых помещений. При этом тепловая нагрузка приборов отапливаемых помещений соответственно возрастает.

Нагревательные приборы размещают на планах здания. Требования к чертежам систем отопления (требования к планам, схемам систем и т.д.) указаны в [6].

3.2 Размещение трубопроводов (стояков и магистралей)

Подробные рекомендации по выбору и конструированию систем отопления приводятся в [4, гл. 10].

Стояки расставляются с учетом расположения отопительных приборов, и нумеруются с левого верхнего угла плана здания по часовой стрелке. Номер выносится за наружную стену. Стояки на планах изображаются крупными точками.

Стояки располагаются у наружных стен, в углах помещений или у оконного проема. Следует стремиться к уменьшению числа стояков в системе.

Подводка – соединительный трубопровод между стояком и при-

бором. В двухтрубной системе длина подводки не должна быть более 1,25 м. Минимальная длина подводки – 360 мм.

Стойки объединяются магистральными трубопроводами, проходящими в подвале (при нижней разводке), под потолком (при верхней разводке).

Затем выбирается место для устройства индивидуального теплового пункта ИТП (узла управления системой отопления здания) – в подвале, на несущей стене (желательно в отдельном помещении).

Магистральные трубопроводы соединяются с узлом управления, в результате образуется законченная система отопления.

Способы крепления магистральных трубопроводов к конструкциям здания показаны в приложении Г.

4 РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ

После компоновки системы отопления вычерчивается ее аксонометрическая схема в масштабе 1:100.

Разрешается не соблюдать масштаб по оси Y , чтобы схема легко читалась, разнося тем самым схемы фасадов здания во избежание наложения.

На схеме проставляются уклоны, устройства для спуска воды и удаления воздуха и наносится запорно-регулирующая арматура.

Трубопроводы, расположенные друг над другом на планах здания условно изображаются параллельными линиями.

В курсовой работе все расчеты выполняются для двух циркуляционных колец – главного и еще одного по указанию руководителя.

Главное циркуляционное кольцо тупиковой двухтрубной системы проходит через нижний прибор самого дальнего и нагруженного стояка.

Требования к чертежам систем отопления (требования к планам, схемам систем и т.д.) указаны в [6].

5 РАСЧЕТ И ПОДБОР ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

В курсовой работе производится расчет приборов на стояке главного циркуляционного кольца и одного из стояков по указанию руководителя.

Вычерчивается схема расчетных стояков, приборы на них нумеруются (рисунок 5). На каждом приборе проставляются расчетные тепловые нагрузки и длины трубопроводов.

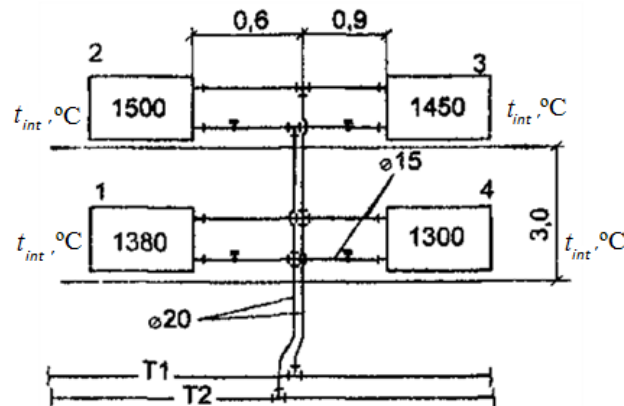


Рисунок 5 – Схема расчетных стояков

Отопительные прибор подбирается по номинальной величине его теплового потока Q_n (приложение Д, таблица Д.4).

Номинальный тепловой поток определяется по формуле, Вт:

$$Q_n = \frac{Q_{np} - 0,9 Q_{mp}}{\left(\frac{\Delta t_{cp}}{70}\right)^{(1+n)} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360}\right)^p \cdot b \cdot \Psi \cdot c}, \quad (15)$$

где Q_{np} – расчетная тепловая нагрузка прибора (расчетные теплотери Q_{mn} из таблицы 13, графа 18), Вт;

Q_{mp} – теплоотдача труб (стояков и подводок), открыто проложенных в помещении, в котором установлен расчетный отопительный прибор, Вт;

Δt_{cp} – температурный напор в приборе, $^\circ\text{C}$;

G_{np} – фактический расход теплоносителя в приборе, кг/ч;

b – поправка на атмосферное давление (приложение Д, таблица Д.5);

c – поправочный коэффициент, учитывающий расход воды в приборе и направление движения воды в нем (приложение Д, таблица Д.6);

n, p – эмпирические коэффициенты (приложение Д, таблица Д.6);

ψ – коэффициент учета направления движения воды в приборе (при движении «сверху-вниз» значение $\psi = 1$).

Температурный напор в приборе, °С:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_2 + t_o}{2} - t_g,$$

где t_1, t_o – температуры горячей и обратной воды для двухтрубной системы, °С, принимаемые по [5]. Для двухтрубных систем $t_1 = 95^\circ\text{C}$, $t_o = 70^\circ\text{C}$.

Фактический расход теплоносителя в приборе, кг/ч:

$$G_{np} = \frac{0,86 Q_{np} \beta_1 \beta_2}{t_2 - t_o},$$

где β_1 и β_2 – поправочные коэффициенты (приложение Д, таблицы Д.1, Д.2).

Теплоотдача труб (стояков и подводок), открыто проложенных в помещении, Вт:

$$Q_{mp} = q_2 l_2 + q_3 l_3,$$

где q_1, q_2 – теплоотдачи 1 погонного метра соответственно горизонтальных и вертикальных труб, Вт/м (приложение Д, таблица Д.7);

l_1, l_2 – длина участков соответственно вертикальных и горизонтальных труб, м.

Минимально допустимое число секций чугунного секционного радиатора, шт.:

$$N_{min} = \frac{Q_n \beta_4}{Q_{н1с} \beta_3},$$

где $Q_{н1с}$ – номинальный тепловой поток одной секции радиатора, Вт, (приложение Д, таблица Д.4);

β_4 – коэффициент, учитывающий способ установки отопительных приборов (например: у стены без ниши и перекрыт доской в виде полки $\beta_4 = 1,02$; при открытой установке $\beta_4 = 1$) [4, таблица 9.12].

β_3 – коэффициент учета числа секций в чугунном секционном радиаторе приборе, принимаемый равным:

число секций в приборе	до 15	16 – 20	21 – 25
β_3	1,0	0,98	0,96

Для алюминиевого радиатора типа СИАЛКО значение β_3 принимается по приложению Д, таблице Д.3.

Тепловой поток рассчитываемого прибора не должен уменьшаться по сравнению с Q_n более, чем на 5% (при $Q_n < 1200$ Вт) или на 60 Вт (при $Q_n > 1200$ Вт).

Данные расчета заносятся в таблицу 15.

Таблица 15 – Расчет нагревательных приборов

№ прибора	$Q_{пр},$ Вт	$\Delta t_{ср},$ °С	$G_{пр},$ кг/ч	$1+n$	p	b	c	$l_{г}$	$l_{в}$	Q_n	Прибор
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

6 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Задачей гидравлического расчета насосной системы отопления является определение диаметров всех трубопроводов системы и потерь давления в них.

Для выполнения гидравлического расчета необходимо вычертить аксонометрическую схему системы отопления и разбить ее на расчетные участки.

В курсовой работе все расчеты выполняются для двух циркуляционных колец – главного и одного из дополнительных (по указанию преподавателя). Главное циркуляционное кольцо тупиковой двухтрубной системы проходит через нижний прибор самого дальнего и нагруженного стояка.

Расчет сводится в таблицу 16.

Таблица 16 – Таблица гидравлического расчета

№ участка	Тепловая нагрузка, $Q_{уч}$, Вт	Расход теплоносителя, $G_{уч}$, кг/ч	Длина участка, $l_{уч}$, м	Диаметр, $d_{уч}$, мм	Скорость теплоносителя, $v_{уч}$, м/с	Удельные линейные потери, $R_{уч}$, Па/м	Линейные потери, $R_{уч} \cdot l_{уч}$, Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений, $\sum \zeta_{уч}$	Местные потери, $z_{уч}$, Па	Потери давления, $\Delta P_{уч}$, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Тепловая нагрузка участка $Q_{уч}$ складывается из расчетных тепловых нагрузок отопительных приборов $Q_{пр}$, использующих теплоноситель данного участка.

Расход теплоносителя на участке, кг/ч:

$$G_{уч} = \frac{0,86 Q_{уч} \beta_1 \beta_2}{t_г - t_о},$$

где $Q_{уч}$ – тепловая нагрузка участка, Вт;

β_1 и β_2 – поправочные коэффициенты (приложение Д, таблицы Д.1, Д.2);

$t_г$, $t_о$ – температуры горячей и обратной воды для двухтрубной системы, °С.

Принимается значение ориентировочных удельных линейных потерь давления в основном кольце системы отопления в пределах

$$R_{уч}^{op} = 100 \text{ Па/м.}$$

По значениям $G_{уч}$ и $R_{уч}^{op}$ по приложению Е, таблица Е.2 или по [4] определяются для каждого участка: диаметр $d_{уч}$, скорость тепло-

носителя $v_{уч}$ и фактические удельные линейные потери давления $R_{уч}$. При работе со справочными таблицами в случае необходимости применяется интерполяция данных.

Затем вычисляются линейные потери давления на каждом участке $R_{уч} \cdot l_{уч}$.

Коэффициенты местных сопротивлений ζ определяются для каждого участка. Данные для расчета принимаются из приложения Е, таблица Е.1.

Местными сопротивлениями являются тройники, крестовины, арматура, отводы, утки, сужение и расширение потока, нагревательные приборы. Местные сопротивления тройников и крестовин относятся к участкам с меньшим расходом теплоносителя.

Перечень местных сопротивлений по участкам и значения ζ для этих сопротивлений в курсовой работе записываются на отдельном листе пояснительной записки в следующем виде:

Участок 5, Ø 32	ζ
Отвод на 90°	1
Тройник на проход	1
Вентиль	9
	$\Sigma \zeta$ 11

Местные потери давления $z_{уч}$ определяются по известной скорости теплоносителя $v_{уч}$ и сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta_{уч}$ по приложению Е, таблице Е.3 или по [4].

Затем определяются потери давления на участке:

$$\Delta P_{уч} = R_{уч} \cdot l_{уч} + z_{уч}$$

Далее определяются суммарные потери давления всего главного циркуляционного кольца $\Sigma \Delta P_{уч}$.

7 УВЯЗКА ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ КОЛЬЦАХ

Увязка производится с целью равномерной раздачи теплоносителя по стоякам и ветвям системы. В контрольной работе производится увязка двух циркуляционных колец – большого и

малого. Малое циркуляционное кольцо проходит через ближний от узла управления (индивидуального теплового пункта ИТП) стояк.

Методом, описанным в предыдущем разделе, следует найти потери давления увязываемого кольца и сравнить их с аналогичной величиной в главном циркуляционном кольце (в данном случае в суммарные потери по главному кольцу включают только те его участки, которые начинаются в точке разветвления колец друг от друга), тем самым определить невязку.

Свести невязку к норме можно следующим образом:

- а) уменьшив диаметр участков малого кольца;
- б) установив на головном участке малого кольца дополнительную запорную арматуру (например, вентиль);
- в) установив на головном участке малого кольца дроссельную шайбу или балансировочный клапан.

Прежде всего, нужно стараться произвести увязку путем изменения диаметров труб, для чего трубопроводы главного циркуляционного кольца желательно принимать диаметром не менее 20 мм. К установке дроссельной шайбы или балансировочного клапана прибегают в том случае, когда другие способы увязки неэффективны.

Диаметр шайбы, мм, определяется по следующей формуле, мм:

$$d_{ш} = 3,56 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_{ш}^2}{\Delta P_{\partial}}},$$

где ΔP_{∂} – невязка давления (разница между потерями давления главного циркуляционного кольца и потерями давления увязываемого циркуляционного кольца за исключением их общих участков), Па;

$G_{ш}$ – расход теплоносителя, проходящий через шайбу, кг/ч.

Диаметр шайбы должен быть не менее 5 мм из-за возможности быстрого засорения.

Балансировочный клапан ручного типа (рисунок 6) является шайбой переменного сечения.

Подбор балансировочного клапана производится по значениям ΔP_d и $G_{ш}$ с учетом диаметра участка по номограммам или таблицам каталогов заводов-производителей.

Балансировочный клапан подбирается из условия обеспечения потерь давления в клапане, равных ΔP_d , при расчетном расходе теплоносителя $G_{ш}$ через него. В ходе подбора определяется диаметр клапана и, в случае, когда полностью открытый клапан не может обеспечить требуемое гидравлическое сопротивление, определяется число оборотов шпинделя клапана для его предварительной настройки.



Рисунок 6 – Балансировочный клапан MSV-I фирмы «Danfoss»

В качестве примера можно использовать каталог балансировочных клапанов производителя отопительной техники «Danfoss», представленный на «Тепловом портале Danfoss» (<http://ru.heating.danfoss.com>) в разделе «Для проектирования», рубрики «Каталоги» и «Пособия и рекомендации».

Номограмма для подбора ручного балансировочного клапана MSV-I диаметром 15 мм, наиболее часто используемого на отопительных ветках с малой тепловой нагрузкой, приведена в приложении Ж, рисунок Ж.1.

8 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО ПУНКТА

В этот раздел входит подбор циркуляционного насоса, теплосчетчика, грязевиков и контрольного оборудования (термометров и манометров) индивидуального теплового пункта (ИТП).

В курсовой работе принята насосная система отопления с ее независимым подключением к квартальным тепловым сетям через теплообменник.

Наиболее простая схема ИТП с независимым подключением, рекомендуемая для данной курсовой работы, приведена в приложении Ж, рисунок Ж.2.

Для подбора оборудования можно использовать каталоги производителя отопительной техники «Danfoss», представленные на «Тепловом портале Danfoss» (<http://ru.heating.danfoss.com>) в разделе «Для проектирования», рубрики «Каталоги» и «Пособия и рекомендации».

Подбор циркуляционного насоса

Согласно представленной в приложении И схеме ИТП насос установлен на обратном трубопроводе головного участка системы отопления.

Для подбора насоса должны быть известны требуемая производительность насоса $G_{тр}$ и требуемое давление, развиваемое насосом, $P_{тр}$.

Значение $G_{тр}$ в случае установки насоса на обратном трубопроводе системы отопления равно расчетному расходу теплоносителя на головном участке системы отопления (из таблицы гидравлического расчета) с запасом 10 %.

Давление $P_{тр}$ для приведенной схемы ИТП определяется по формуле, Па:

$$\Delta P_{тр} = 1,1 \left(\sum \Delta P_{уч} + \Delta P_{терм} + \Delta P_{то} \right).$$

где $\sum \Delta P_{уч}$ – суммарные потери давления главного циркуляционного кольца (из гидравлического расчета), Па;

$\Delta P_{терм}$ – потери давления в терморегуляторе приборного узла
Значение $\Delta P_{терм}$ принимается равным $2 \cdot 10^4$ Па;

$\Delta P_{то}$ – потери давления в теплообменнике, установленном в ИТП.
Значение $\Delta P_{то}$ принимается равным $5 \cdot 10^4$ Па.

Подбор насоса производится по номограммам каталогов заводов-производителей. Наиболее широко в современной практике отопления используются циркуляционные насосы с «мокрым

ротатором» UPS серии 100 и серии 200 фирмы «Grundfos», а также их аналоги фирмы «Wilo». Данные насосы имеют три скорости вращения рабочего колеса. При использовании номограмм каталогов заводов-производителей, рекомендуется ориентироваться на среднюю характеристику «давление-производительность», приведенную для второй скорости рабочего колеса.

Подбор теплосчетчика

В тепловом узле здания обязательно должен быть установлен теплосчетчик, по которому осуществляется оплата за тепловую энергию.

Место установки и комплектность теплосчетчика показаны на схеме ИТП (приложение Ж, рисунок Ж.2, поз. 4а, 4б, 4в). Для небольших (по тепловой нагрузке) ИТП комплект теплосчетчика состоит из:

- двух термометров сопротивления (поз. 4а);
- одного (либо двух – в случае возможного отбора воды из квартальной теплосети в пределах здания, – тогда второй датчик устанавливается на обратном трубопроводе под первым датчиком) датчика расхода (поз. 4б);
- тепловычислителя (на схеме ИТП обозначен как «теплосчетчик», поз. 4в).

Теплосчетчики подбираются по каталогам заводов-производителей. Наиболее широко в современной практике отопления используются комплекты теплосчетчиков фирмы «Danfoss», например «Логика» или «Sonometer 2000», комплект которых состоит из:

- тепловычислителя СПТ 943.1. Тепловычислитель прикрепляется к стене, на которой закреплены трубопроводы ИТП;
- двух платиновых термометров сопротивления «КТПТР-01-1-80» диаметром 8 мм, длиной погружной части 80 мм. Термометры сопротивления погружаются в трубопровод под углом к потоку, поэтому в месте их погружения при небольших диаметрах трубопровода (до 80 мм) необходимо предусмотреть местное расширение трубы до 80 мм длиной 100 – 200 мм с устройством плавных переходов диаметра (диффузор, конфузор);
- ультразвукового расходомера «SONO 1500 СТ». В каталоге завода-производителя представлены расходомеры на резьбовом

соединении диаметром 20 – 40 мм, длиной 110 – 300 мм, для номинальных расходов теплоносителя через расходомер G_1 от 0,6 м³/ч до 10 м³/ч. Расходомер подбирается по номинальному расходу теплоносителя, равному расходу воды на участке сети, на котором он установлен. Так как в тепловой сети температуры теплоносителя в подающей и обратной трубе отличаются от температур контура системы отопления t_r и t_o , то и значение расхода G_1 будет отличаться от значения расхода на головном участке контура системы отопления (в меньшую сторону).

Расход G_1 определяется по формуле, кг/ч:

$$G_1 = \frac{0,86 Q_{уч}^e}{t_1 - t_2},$$

где $Q_{уч}^e$ – тепловая нагрузка головного участка системы отопления
(из гидравлического расчета), Вт;

t_1, t_2 – температуры горячей и обратной воды в контуре квартальной тепловой сети на вводе в здание (из задания на курсовую работу), °С.

При установке расходомера необходимо предусмотреть прямые участки до и после расходомера того же диаметра, что и проход расходомера. Длина прямого участка должна составлять:

- до расходомера – не менее пяти диаметров прохода расходомера,
- после расходомера – не менее трех диаметров прохода расходомера.

Следует также иметь ввиду, что при изменении диаметра трубопровода более чем на 1 калибр, необходимо устраивать плавные переходы диаметра (диффузоры, конфузоры).

Подбор остального оборудования

Грязевики, термометры и манометры представлены в приложении И. Грязевики подбираются по диаметру трубопровода; термометры и манометры – так, чтобы измеряемая величина

(температура или давление) находилась в измеряемых прибором пределах.

Термометры находятся в металлической гильзе, которая погружается в трубопровод под углом к потоку, поэтому в месте погружения при небольших диаметрах трубопровода (до 80 мм) необходимо предусмотреть местное расширение трубы до 80 мм длиной 100 –200 мм с устройством плавных переходов диаметра (диффузор, конфузор). Для манометров такие местные расширения трубы делать не следует.

Запорную арматуру (краны, вентили, дисковые поворотные затворы) можно подобрать по каталогам заводов-производителей или по [4]. Сетчатые фильтры подбирают по каталогам заводов-производителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*[Текст]. – Введ. 01–01–2013. – М. : Минрегион России, 2013. – 113 с. : илл.
2. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий [Текст]. – Введ. 01–10–2003. – М. : Госстрой России, 2004. – 46 с. : илл.
3. СП 50.13330.2012. Актуализированная версия СНиП 23–02–2003. Тепловая защита зданий[Текст]. – Введ. 2012–01–01. – М. : Минрегион России, 2012. – 95 с.
4. Внутренние санитарно-технические устройства: Справочник проектировщика [Текст] / под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. В 3-х ч. Ч.1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др. – М. : Стройиздат, 1990. – 344 с. : илл.
5. СНиП 41–01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование – Введ. 2004–01–01 – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004 – 71с.
6. ГОСТ 21.602–2003. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. – Введ. 2003–06–01. – М.: Госстрой России, 2003. – 23 с.
7. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Текст]. – Введ. 01–03–1999. – М. : Госстрой России, 1999. – 23 с.
8. Тихомиров , К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция [Текст]: учебник для вузов / К.В. Тихомиров, Э.С. Сергеевко. – М. : ИД «БАСТЕД», 2009. – 480 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Данные для расчета теплотехнических величин

Таблица А.1 – Расчетные параметры наружного воздуха

Населенный пункт	Географическая широта, град.с.ш.	Барометрическое давление, гПа	Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 °С	Средняя температура периода со средней суточной температурой ниже 8 °С, °С	Продолжительность периода со средней суточной температурой ниже 8 °С, сут.
Абакан	52	900	-40	-9,7	225
Архангельск	64	1010	-31	-4,4	253
Ачинск (Краснояр. Кр)	56	980	-41	-7,6	237
Барнаул	52	990	-39	-7,7	221
Барабинск	56	995	-39	-9	230
Бийск	52	985	-38	-7,8	222
Благовещенск	50	990	-34	-10,6	218
Братск	56	970	-43	-8,6	249
Брянск	52	990	-26	-2,6	206
Бугульма (Татарстан)	54	975	-33	-5,8	221
Великие Луки	56	990	-27	-1,9	212
Верхоянск	68	990	-59	-25,2	272
Вилуйск	64	990	-52	-18,8	260
Владивосток	44	990	-24	-3,9	196
Владимир	56	990	-28	-3,5	213
Волгоград	48	990	-25	-2,2	178
Вологда	60	990	-32	-4,1	231

Продолжение таблицы А.1

Населенный пункт	Географическая широта, град.с.ш.	Барометрическое давление, гПа	Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 °С	Средняя температура периода со средней суточной температурой ниже 8 °С, °С	Продолжительность периода со средней суточной температурой ниже 8 °С, сут.
Воронеж	52	990	-26	-3,1	196
Вязьма	56	985	-27	-2,8	217
Дмитров	56	990	-28	-3,8	217
Енисейск	60	990	-46	-9,8	245
Екатеринбург	56	970	-35	-6	230
Зима (Иркутская обл.)	52	955	-42	-9,7	239
Иваново	56	990	-30	-3,9	219
Ижевск (Удмуртия)	54	995	-34	-5,6	222
Иркутск	52	950	-36	-8,5	240
Йошкар-Ола	58	1000	-34	-5,1	220
Казань	56	1000	-32	-5,2	215
Калуга	56	990	-27	-2,9	210
Кашира	56	995	-27	-4,1	215
Кемерово	56	990	-39	-8,3	231
Киров	60	990	-33	-5,8	231
Киселевск	56	990	-39	-7,3	227
Комсомольск–на-Амуре	52	1010	-35	-10,8	223
Колпашево (Томская обл.)	56	1000	-42	-9,1	243
Кострома	56	990	-31	-3,9	222
Красноярск	56	970	-39	-7,8	239

Продолжение таблицы А.1

Населенный пункт	Географическая широта, град.с.ш.	Барометрическое давление, гПа	Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 °С	Средняя температура периода со средней суточной температурой ниже 8 °С, °С	Продолжительность периода со средней суточной температурой ниже 8 °С, сут.
Курган	56	990	-37	-7,7	216
Курск	52	970	-26	-2,4	198
Кызыл	52	950	-47	-15	225
Ленск	62	980	-49	-14,6	258
Липецк	52	990	-27	-3,4	202
Магнитогорск	52	970	-34	-7,9	218
Мариинск	56	990	-40	-8,1	235
Междуреченск	56	990	-39	-8,1	235
Минусинск	52	970	-40	-7,2	235
Москва	56	990	-28	-3,1	214
Мурманск	68	1010	-27	-3,2	275
Мыски	52	990	-39	-8	228
Надым (Ямало-Ненецкий ОА)	65	1010	-44	-11,6	283
Нерчинск	52	950	-44	-15,1	230
Нижний Новгород	56	990	-31	-4,1	215
Нижний Тагил	56	970	-36	-6,6	238
Новгород	60	1010	-27	-2,3	221
Новокузнецк	52	990	-39	-8	228
Новосибирск	56	990	-39	-8,7	230
Омск	56	990	-37	-8,4	221

Продолжение таблицы А.1

Населенный пункт	Географическая широта, град.с.ш.	Барометрическое давление, гПа	Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 °С	Средняя температура периода со средней суточной температурой ниже 8 °С, °С	Продолжительность периода со средней суточной температурой ниже 8 °С, сут.
Оренбург	52	990	-31	-6,3	202
Пенза	52	990	-29	-4,5	207
Пермь	56	990	-35	-5,9	229
Петрозаводск	60	1010	-29	-3,1	240
Печора (Республика Коми)	65	1000	-43	-8	267
Прокопьевск	52	990	-39	-8	228
Псков	56	1010	-26	-1,6	212
Рубцовск (Алтайский край)	52	985	-38	-7,4	213
Рязань	56	990	-27	-3,5	208
Салехард	66	1010	-42	-11,4	292
Самара	54	995	-30	-5,2	203
Санкт-Петербург	60	1010	-26	-1,8	220
Саранск	56	990	-30	-4,5	209
Саратов	52	990	-27	-4,3	196
Смоленск	56	990	-26	-2,4	215
Соликамск (Пермская обл)	60	990	-36	-6,7	235
Сургут	60	990	-43	-9,9	257
Сыктывкар	60	1000	-36	-5,8	245
Тайшет (Иркутская обл.)	55	975	-40	-9,3	240
Тамбов	52	990	-28	-3,7	201
Тара (Омская обл.)	56	1000	-40	-8,8	234

Продолжение таблицы А.1

Населенный пункт	Географическая широта, град.с.ш.	Барометрическое давление, гПа	Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 °С	Средняя температура периода со средней суточной температурой ниже 8 °С, °С	Продолжительность периода со средней суточной температурой ниже 8 °С, сут.
Тверь	56	990	-29	-3,7	218
Тихвин	60	1005	-29	-2,8	227
Тобольск	60	990	-39	-8,1	232
Томск	56	990	-40	-8,4	236
Тула	56	990	-27	-3	207
Тында (Амурская обл.)	55	950	-42	-14,7	258
Тюмень	56	990	-38	-7,2	225
Улан-Удэ	52	930	-37	-10,4	237
Ульяновск	56	990	-32	-5,4	212
Урюпинск	52	990	-27	-3,9	196
Уфа	56	990	-35	-5,9	213
Хабаровск	48	990	-31	-9,3	211
Ханты-Мансийск	62	1005	-41	-8,8	250
Хибины	58	930	-30	-4,9	271
Чебоксары	56	990	-32	-4,9	217
Челябинск	56	990	-34	-6,5	218
Череповец (Вологодская обл.)	60	990	-31	-4,3	225
Чита	52	930	-38	-11,4	242
Якутск	62	990	-54	-20,6	256
Ярославль	56	990	-31	-4	221

Таблица А.2 – Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
І. Бетоны и растворы						
<i>А. Бетоны на природных плотных заполнителях</i>						
Железобетон	2500	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03
Бетон на гравии или щебне из природного камня	2400	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03
<i>Б. Бетоны на природных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 2263)</i>						
Туфобетон	1800	0,87	0,99	11,38	12,79	0,090
	1600	0,70	0,81	9,62	10,91	0,11
	1400	0,52	0,58	7,76	8,63	0,11
	1200	0,41	0,47	6,38	7,20	0,12
Пемзобетон	1600	0,62	0,68	8,54	9,30	0,075
	1400	0,49	0,54	7,10	7,76	0,083
	1200	0,40	0,43	5,94	6,41	0,098
	1000	0,30	0,34	4,69	5,20	0,11
	800	0,22	0,26	3,60	4,07	0,12
Бетон на вулканическом шлаке	1600	0,64	0,70	9,20	10,14	0,075
	1400	0,52	0,58	7,76	8,63	0,083
	1200	0,41	0,47	6,38	7,20	0,090
	1000	0,29	0,35	4,90	5,67	0,098
	800	0,23	0,29	3,90	4,61	0,11

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
<i>В. Бетоны на искусственных пористых заполнителях (ГОСТ 25820, ГОСТ 9757)</i>						
Керамзитобетон на керамзитовом песке и керамзитопенобетон	1800	0,80	0,92	10,50	12,33	0,090
	1600	0,67	0,79	9,06	10,77	0,090
	1400	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098
	1200	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
	1000	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
	800	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
	600	0,20	0,26	3,03	3,78	0,26
	500	0,17	0,23	2,55	3,25	0,30
Керамзитобетон на кварцевом песке с поризацией	1200	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
	1000	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
	800	0,29	0,35	4,13	4,90	0,075
Керамзитобетон на перлитовом песке	1000	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
	800	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
Шунгезитобетон	1400	0,56	0,64	7,59	8,60	0,098
	1200	0,44	0,50	6,23	7,04	0,11
	1000	0,33	0,38	4,92	5,60	0,14
Перлитобетон	1200	0,44	0,50	6,96	8,01	0,15
	1000	0,33	0,38	5,50	6,38	0,19
	800	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
	600	0,19	0,23	3,24	3,84	0,30

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
Шлакопемзобетон (термозитобетон)	1800	0,63	0,76	9,32	10,83	0,075
	1600	0,52	0,63	7,98	9,29	0,090
	1400	0,44	0,52	6,87	7,90	0,098
	1200	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
	1000	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
Шлакопемзопено- и шлакопемзогазобетон	1600	0,63	0,70	9,29	10,31	0,09
	1400	0,52	0,58	7,90	8,78	0,098
	1200	0,41	0,47	6,49	7,31	0,11
	1000	0,35	0,41	5,48	6,24	0,11
	800	0,29	0,35	4,46	5,15	0,13
Бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0,70	0,81	9,82	11,18	0,083
	1600	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
	1400	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098
	1200	0,47	0,52	6,57	7,31	0,11
Аглопоритобетон и бетоны на топливных (котельных) шлаках	1800	0,85	0,93	10,82	11,90	0,075
	1600	0,72	0,78	9,39	10,34	0,083
	1400	0,59	0,65	7,92	8,83	0,09
	1200	0,48	0,54	6,64	7,45	0,11
	1000	0,38	0,44	5,39	6,14	0,14
Бетон на зольном гравии	1400	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
	1200	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11
	1000	0,30	0,35	4,79	5,48	0,12

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
Вермикулитобетон	800	0,23	0,26	3,97	4,58	-
	600	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
	400	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
	300	0,09	0,11	1,52	1,83	0,23
<i>Г. Бетоны ячеистые (ГОСТ 25485, ГОСТ 5742)</i>						
Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	1000	0,41	0,47	6,13	7,09	0,11
	800	0,33	0,37	4,92	5,63	0,14
	600	0,22	0,26	3,36	3,91	0,17
	400	0,14	0,15	2,19	2,42	0,23
	300	0,11	0,13	1,68	1,95	0,26
Газо- и пенозолобетон	1200	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
	1000	0,44	0,50	6,86	8,01	0,098
	800	0,35	0,41	5,48	6,49	0,12
Полистиролбетон	600	0,175	0,2	3,07	3,49	0,068
	500	0,14	0,16	2,5	2,85	0,075
	400	0,12	0,135	2,07	2,34	0,085
	300	0,09	0,11	1,55	1,83	0,1
	200	0,07	0,08	1,12	1,28	0,12
	150	0,057	0,06	0,87	0,96	0,135
<i>Д. Цементные, известковые и гипсовые растворы (ГОСТ 28013)</i>						
Цементно-шлаковый	1400	0,52	0,64	7,00	8,11	0,11
	1200	0,47	0,58	6,16	7,15	0,14

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
Цементно-перлитовый	1000	0,26	0,30	4,64	5,42	0,15
	800	0,21	0,26	3,73	4,51	0,16
Гипсоперлитовый	600	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17
Поризованный гипсоперлитовый	500	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
	400	0,13	0,15	2,03	2,35	0,53
Плиты из гипса (ГОСТ 6428)	1350	0,5	0,56	7,04	7,76	0,098
	1100	0,35	0,41	5,32	5,99	0,11
Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка) (ГОСТ 6266)	1050	0,34	0,36	5,12	5,48	0,075
	800	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
Изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136)	300	0,09	0,099	1,84	1,95	0,04
	200	0,078	0,09	1,23	1,32	0,04
II. Кирпичная кладка и облицовка природным камнем						
<i>А. Кирпичная кладка из сплошного кирпича</i>						
Глиняного обыкновенного (ГОСТ 530-80) на цементно-песчаном растворе	1800	0,70	0,81	9,20	10,12	0,11
Глиняного обыкновенного на цементно-шлаковом растворе	1700	0,64	0,76	8,64	9,70	0,12
Глиняного обыкновенного на цементно-перлитовом растворе	1600	0,58	0,70	8,08	9,23	0,15
Силикатного (ГОСТ 648-73) на цементно-песчаном растворе	1800	0,76	0,87	9,77	10,90	0,11
Трепелного (ГОСТ 648-73) на цементно-песчаном растворе	1200	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
	1000	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
Шлакового на цементно-песчаном растворе	1500	0,64	0,70	8,12	8,76	0,11
<i>Б. Кирпичная кладка из кирпича керамического и силикатного пустотного</i>						
Керамического пустотного плотностью 1400 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1600	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
Керамического пустотного плотностью 1200 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1400	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
Керамического пустотного плотностью 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	1200	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
Силикатного одиннадцатипустотного на цементно-песчаном растворе	1500	0,70	0,81	8,59	9,63	0,13
Силикатного четырнадцатипустотного на цементно-песчаном растворе	1400	0,64	0,76	7,93	9,01	0,14
<i>В. Облицовка природным камнем</i>						
Гранит, гнейс и базальт	2800	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
Мрамор	2800	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
Известняк	2000	1,16	1,28	12,77	13,70	0,06
	1800	0,93	1,05	10,85	11,77	0,075
	1600	0,73	0,81	9,06	9,75	0,09

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
То же	1400	0,56	0,58	7,42	7,72	0,11
Туф	2000	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
	1800	0,70	0,81	9,61	10,76	0,083
	1600	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
	1400	0,43	0,52	6,64	7,60	0,098
	1200	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11
	1000	0,24	0,29	4,20	4,80	0,11
III. Дерево, изделия из него и других природных органических материалов						
Сосна и ель поперек волокон	500	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
Сосна и ель вдоль волокон	500	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
Дуб поперек волокон	700	0,18	0,23	5,00	5,86	0,05
Дуб вдоль волокон	700	0,35	0,41	6,9	7,83	0,30
Фанера клееная (ГОСТ 3916-69)	600	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
Картон облицовочный	1000	0,21	0,23	6,20	6,75	0,06
Картон строительный многослойный (ГОСТ 4408-75*)	650	0,15	0,18	4,26	4,89	0,083
Плиты древесно-волокнистые и древесно-стружечные (ГОСТ 4598-74*, ГОСТ 10632-77*)	1000	0,23	0,29	6,75	7,70	0,12
	800	0,19	0,23	5,49	6,13	0,12
	600	0,13	0,16	3,93	4,43	0,13
	400	0,11	0,13	2,95	3,26	0,19
	200	0,07	0,08	1,67	1,81	0,24

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
Плиты фибролитовые (ГОСТ 8928-81) и арболит (ГОСТ 19222-84) на портландцементе	800	0,24	0,30	6,17	7,16	0,11
	600	0,18	0,23	4,63	5,43	0,11
	400	0,13	0,16	3,21	3,70	0,26
	300	0,11	0,14	2,56	2,99	0,30
Плиты камышитовые	300	0,09	0,14	2,31	2,99	0,45
	200	0,07	0,09	1,67	1,96	0,49
Плиты торфяные теплоизоляционные (ГОСТ 4861-74)	300	0,07	0,08	2,12	2,34	0,19
	200	0,06	0,064	1,60	1,71	0,49
Теплозвукоизоляционный материал «Эковата»	40 – 60	0,045	0,055	1,67	1,81	0,33
Пакля	150	0,06	0,07	1,30	1,47	0,49
Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	800	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075
IV. Теплоизоляционные материалы						
<i>А. Минераловатные и стекловолокнистые</i>						
Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880-76)	125	0,064	0,07	0,73	0,82	0,30
	100	0,061	0,067	0,64	0,72	0,49
	75	0,06	0,064	0,55	0,61	0,49
Маты минераловатные на синтетическом связующем (ГОСТ 9573)	225	0,072	0,082	1,04	1,19	0,49
	175	0,066	0,076	0,88	1,01	0,49
	125	0,064	0,07	0,73	0,82	0,49
	75	0,058	0,064	0,54	0,61	0,53

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом и битумном связующих (ГОСТ 9673, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950)	250	0,082	0,085	1,17	1,28	0,41
	225	0,079	0,084	1,09	1,2	0,41
	200	0,076	0,08	1,01	1,11	0,49
	150	0,068	0,073	0,83	0,92	0,49
	125	0,064	0,069	0,73	0,81	0,48
	100	0,06	0,065	0,64	0,71	0,56
	75	0,056	0,063	0,53	0,6	0,6
Плиты минераловатные ЗАО «Минеральная вата»	180	0,045	0,048	0,74	0,81	0,3
	140 – 175	0,043	0,046	0,68	0,75	0,31
	80 – 125	0,042	0,045	0,53	0,59	0,32
	40 – 60	0,041	0,044	0,37	0,41	0,35
	25 – 50	0,042	0,045	0,31	0,35	0,37
Плиты минераловатные повышенной жесткости на органофосфатном связующем	200	0,07	0,076	0,94	1,01	0,45
Плиты полужесткие минераловатные на крахмальном связующем	200	0,076	0,08	1,01	1,11	0,38
	125	0,06	0,064	0,70	0,78	0,38
Плиты из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем (ГОСТ 10499)	45	0,06	0,064	0,44	0,50	0,60
Маты и полосы из стеклянного волокна прошивные	150	0,064	0,07	0,80	0,90	0,53

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
Маты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	85	0,046	0,05	0,51	0,57	0,5
	60	0,04	0,045	0,4	0,45	0,51
	30	0,042	0,046	0,29	0,32	0,52
	20	0,043	0,048	0,24	0,27	0,53
<i>Б. Полимерные</i>						
Пенополистирол	150	0,052	0,06	0,89	0,99	0,05
	100	0,041	0,052	0,65	0,82	0,05
Пенополистирол (ГОСТ 15588)	40	0,041	0,05	0,41	0,49	0,05
Пенополистирол ОАО «СП Радослав»	18	0,042	0,043	0,28	0,32	0,02
	24	0,04	0,041	0,32	0,36	0,02
Экструдированный пенополистирол Стиродур 2500С	25	0,031	0,031	0,28	0,31	0,013
Экструдированный пенополистирол Стиродур 2800С	28	0,031	0,031	0,3	0,33	0,013
Экструдированный пенополистирол Стиродур 5000С	45	0,031	0,031	0,38	0,42	0,005
Пенополистирол Стиропор PS15	15	0,04	0,044	0,25	0,29	0,035
Пенополистирол Стиропор PS20	20	0,038	0,042	0,28	0,33	0,03
Пенополистирол Стиропор PS30	30	0,036	0,04	0,33	0,39	0,03
Экструдированный пенополистирол «Стайрофоам»	28	0,03	0,31	0,31	0,34	0,006

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
Экструдированный пенополистирол «Руфмат»	32	0,029	0,029	0,32	0,36	0,006
Экструдированный пенополистирол «Флурмат 500»	38	0,028	0,028	0,34	0,38	0,006
Экструдированный пенополистирол «Флурмат 200»	25	0,029	0,029	0,28	0,31	0,006
Пенопласт ПХВ-1 и ПВ-1	125	0,06	0,064	0,86	0,99	0,23
	100 и менее	0,05	0,052	0,68	0,80	0,23
Пенополиуретан	80	0,05	0,05	0,67	0,70	0,05
	60	0,041	0,041	0,53	0,55	0,05
	40	0,04	0,04	0,40	0,42	0,05
Плиты из резольно-фенолформальдегидного пенопласта (ГОСТ 20916)	90	0,053	0,073	0,81	1,1	0,15
	80	0,051	0,071	0,75	1,02	0,23
	50	0,045	0,064	0,56	0,77	0,23
Перлитопластбетон	200	0,052	0,06	0,93	1,01	0,008
	100	0,041	0,05	0,58	0,66	0,008
Перлитофосфогелевые изделия (ГОСТ 21500)	300	0,08	0,12	1,43	2,02	0,20
	200	0,07	0,09	1,10	1,43	0,23
Теплоизоляционные изделия из вспененного синтетического каучука «Аэрофлекс»	80	0,04	0,054	0,65	0,71	0,003

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
<i>В. Засыпки</i>						
Гравий керамзитовый (ГОСТ 9757)	600	0,17	0,019	2,62	2,83	0,23
	500	0,15	0,165	2,25	2,41	0,23
	450	0,14	0,155	2,06	2,22	0,235
	400	0,13	0,145	1,87	2,02	0,24
	350	0,125	0,14	1,72	1,86	0,245
	300	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
	250	0,11	0,12	1,22	1,3	0,26
Гравий шунгизитовый (ГОСТ9757)	700	0,18	0,21	2,91	3,29	0,21
	600	0,16	0,19	2,54	2,89	0,22
	450	0,14	0,16	2,06	2,3	0,22
	400	0,13	0,15	1,87	2,10	0,23
Щебень из доменного шлака (ГОСТ 5578)	1000	0,24	0,31	4,02	4,67	0,21
Щебень шлакопемзовый и аглопоритовый (ГОСТ 9757)	900	0,23	0,3	3,73	4,36	0,21
	800	0,21	0,26	3,36	3,83	0,21
	700	0,19	0,23	2,99	3,37	0,22
	600	0,18	0,21	2,7	2,98	0,23
	500	0,16	0,19	2,32	2,59	0,23
	450	0,15	0,17	2,13	2,32	0,24
	400	0,14	0,16	1,94	2,12	0,24
Щебень и песок из перлита вспученного (ГОСТ 10832)	500	0,1	0,11	1,79	1,92	0,26
	400	0,087	0,095	1,50	1,6	0,30

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
То же	350	0,081	0,085	1,35	1,42	0,30
	300	0,076	0,08	0,99	1,04	0,34
Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865)	200	0,08	0,095	1,01	1,16	0,23
	150	0,074	0,098	0,94	1,02	0,26
	100	0,067	0,08	0,66	0,75	0,30
Песок для строительных работ (ГОСТ 8736)	1600	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
<i>Г. Пеностекло или газостекло</i>						
Пеностекло или газостекло (ТУ 21-БССР-86-73)	400	0,12	0,14	1,76	1,94	0,02
	300	0,11	0,12	1,46	1,56	0,02
	200	0,08	0,09	1,01	1,10	0,03
V. Материалы кровельные, гидроизоляционные, облицовочные и рулонные покрытия для полов						
<i>А. Асбестоцементные</i>						
Листы асбестоцементные плоские (ГОСТ 18124-75*)	1800	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03
	1600	0,35	0,41	6,14	6,80	0,03
<i>Б. Битумные</i>						
Битумы нефтяные строительные и кровельные (ГОСТ 6617-76*, ГОСТ 9548-74*)	1400	0,27	0,27	6,80	6,80	0,008
	1200	0,22	0,22	5,69	5,69	0,008
	1000	0,17	0,17	4,56	4,56	0,008
Асфальтобетон (ГОСТ 9128-84)	2100	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008
Изделия из вспученного перлита на битумном связующем (ГОСТ 16136-80)	400	0,12	0,13	2,45	2,59	0,04
	300	0,09	0,099	1,84	1,95	0,04

Продолжение таблицы А.2

Материал	Плотность материала в сухом состоянии γ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты				
		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24ч) Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
		А	Б	А	Б	А, Б
Рубероид (ГОСТ 10923-82), пергамин (ГОСТ 2697-83), толь (ГОСТ 10999-76*)	600	0,17	0,17	3,53	3,53	–
<i>В. Линолеумы</i>						
Линолеум поливинилхлоридный многослойный (ГОСТ 14632-79)	1800	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
	1600	0,33	0,33	7,52	7,52	0,002
Линолеум поливинилхлоридный на тканевой подоснове (ГОСТ 7251-77)	1800	0,35	0,35	8,22	8,22	0,002
	1600	0,29	0,29	7,05	7,05	0,002
	1400	0,23	0,23	5,87	5,87	0,002
VI. Металлы и стекло						
Сталь стержневая арматурная (ГОСТ 10884-81)	7850	58	58	126,5	126,5	0
Чугун	7200	50	50	112,5	112,5	0
Алюминий (ГОСТ 22233-83)	2600	221	221	187,6	187,6	0
Медь (ГОСТ 859-78*)	8500	407	407	326	326	0
Стекло оконное (ГОСТ 111-78)	2500	0,76	0,76	10,79	10,79	0

Таблица А.3 – Фактическое приведенное сопротивление окон, балконных дверей и фонарей R_0^{ϕ}

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче R_0^{ϕ} , (м ² ·°С)/Вт		
	в деревянных или ПВХ переплетах	в алюминиевых переплетах	
Одинарное остекление в деревянных или пластмассовых переплетах	0,18	–	
Одинарное остекление в металлических переплетах	0,15	–	
Двойное остекление в спаренных переплетах	0,4	–	
Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	0,34*	
Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6мм) размером: 194 × 194 × 98	0,31 (без переплета)		
	244 × 244 × 98		
Профильное стекло коробчатого сечения	0,31 (без переплета)		
Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,36	–	
Тройное из органического стекла для зенитных фонарей	0,52	–	
Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,55	0,46	
Однокамерный стеклопакет: из обычного стекла	0,38	0,34	
	из стекла с твердым селективным покрытием	0,51	0,43
	из стекла с мягким селективным покрытием	0,56	0,47
Двухкамерный стеклопакет: из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 6 мм)	0,51		
	из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 12 мм)		
	0,54	0,45	
из стекла с твердым селективным покрытием	0,58	0,48	
из стекла с мягким селективным покрытием	0,68	0,52	

Продолжение таблицы А.3

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче R_0^{ϕ} , (м ² ·°С)/Вт	
	в деревянных или ПВХ переплетах	в алюминиевых переплетах
из стекла с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,65	0,53
Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах: из обычного стекла	0,56	—
из стекла с твердым селективным покрытием	0,65	—
из стекла с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,69	—
Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах: из обычного стекла	0,68	—
из стекла с твердым селективным покрытием	0,74	—
из стекла с мягким селективным покрытием	0,81	—*
из стекла с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,82	—
Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,7	—
Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,74	—
Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,8	—
Примечания: * – В стальных переплетах		

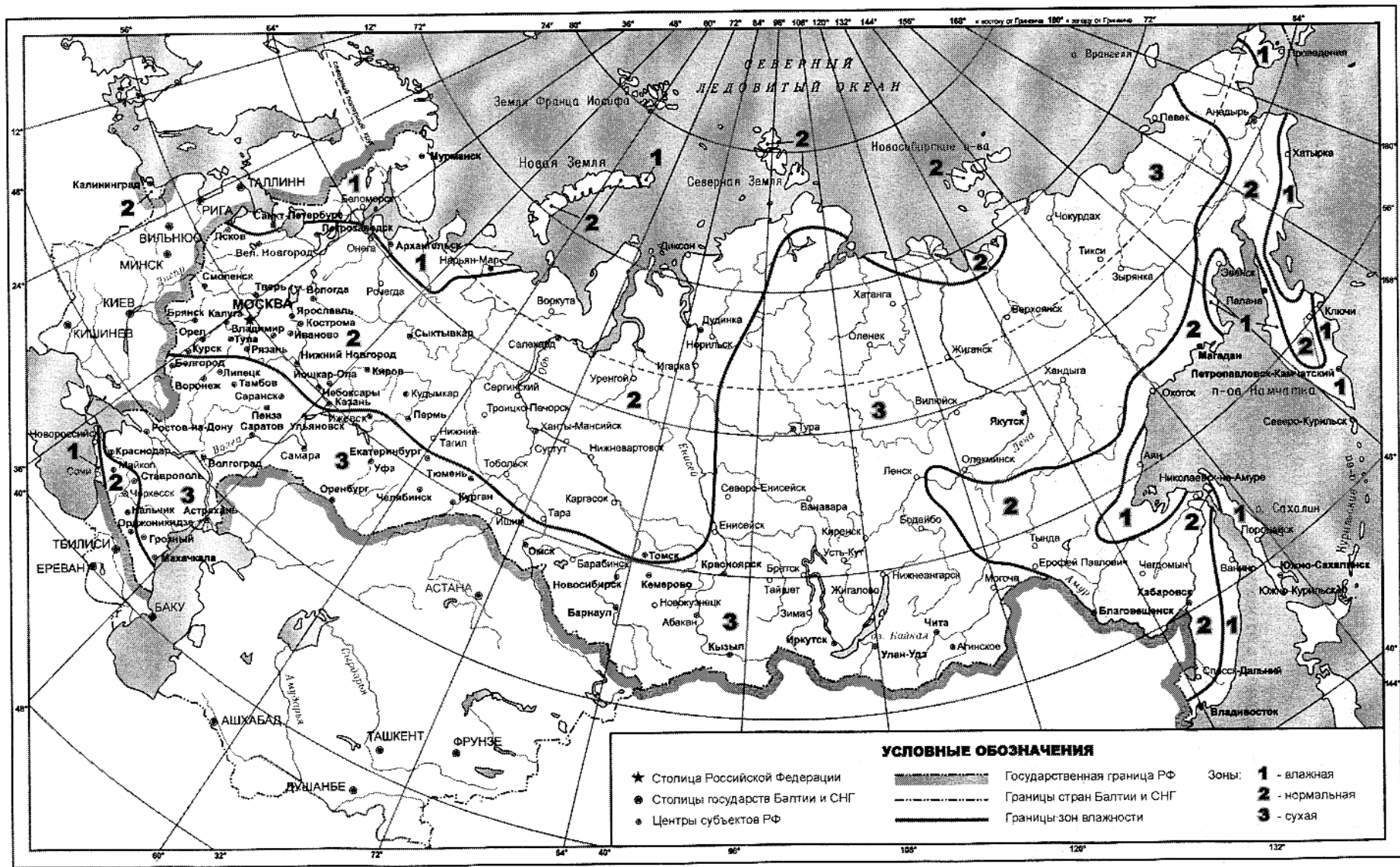


Рисунок А.1 – Карта зон влажности

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Характеристики наружных ограждений

Таблица Б.1 – Характеристика слоев наружных стен

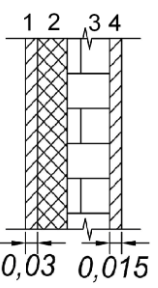
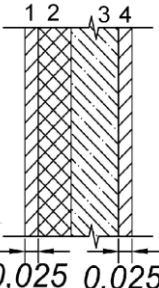
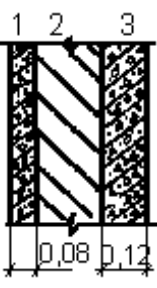

	Кирпичная кладка		Однослойная панель		Трехслойная панель		
	I	II	III	IV			
Т И Н И Р а В	 <p>1 – наруж. штукатурка (цементно-песчаный раствор $\rho=1800\text{кг/м}^3$); 2 – слой утеплителя (пенополистирол $\rho = 150; 100; 40\text{кг/м}^3$; пенополиуретан $\rho = 80; 60; 40\text{кг/м}^3$); 4 – внутр. штукатурка (известково-песчаный раствор $\rho = 1600\text{кг/м}^3$); 3 – основной слой из кирпича:</p>	 <p>1; 4 – отделочные слои (цементно-песчаный раствор $\rho = 1800\text{кг/м}^3$); 2 – слой утеплителя (пенополистирол $\rho=150; 100; 40\text{кг/м}^3$; пенополиуретан $\rho=80; 60; 40\text{кг/м}^3$); 3 – конструктивный слой из:</p>	 <p>1; 3 – конструктивные слои (железобетон $\rho = 2500\text{кг/м}^3$); 2 – слой утеплителя из:</p>	 <p>1, 4 – отделочные слои (цементно-песчаный раствор $\rho = 1800\text{кг/м}^3$); 2, 3 – конструктив. слои (железобетон $\rho=2500\text{кг/м}^3$); 5 – слой утеплителя из:</p>			
	1	ГОСТ 530-71 $\rho = 1800\text{ кг/м}^3$	керамзитобетон $\rho= 1600\text{ кг/м}^3$	пенополистирол $\rho = 150\text{ кг/м}^3$	плиты минераловатные полужесткие $\rho = 350\text{ кг/м}^3$		
	2	ГОСТ 379-69 $\rho = 1800\text{ кг/м}^3$	перлитобетон $\rho=1200\text{ кг/м}^3$	пенопласт $\rho = 125\text{ кг/м}^3$	то же $\rho = 200; 100\text{ кг/м}^3$		
	3	ГОСТ 648-73 $\rho = 1200\text{ кг/м}^3$	шлакопемзобетон $\rho=1400\text{ кг/м}^3$	плиты минераловатные полужесткие $\rho = 200\text{ кг/м}^3$	плиты минераловатные жесткие $\rho = 200\text{ кг/м}^3$		
	4	керамического пустого $\rho = 1600\text{кг/м}^3$	аглопоритобетон $\rho = 1000\text{ кг/м}^3$	плиты фибролитовые $\rho = 300\text{ кг/м}^3$	то же $\rho=300\text{ кг/м}^3$		
	5	силикатного пустого $\rho = 1400\text{ кг/м}^3$	вермикулитобетон $\rho=800\text{ кг/м}^3$	то же $\rho=100\text{ кг/м}^3$	то же $\rho=100\text{ кг/м}^3$		

Таблица Б.2 – Характеристика слоев чердачных перекрытий (бесчердачных покрытий)

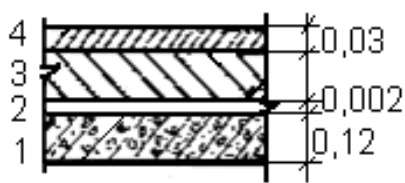
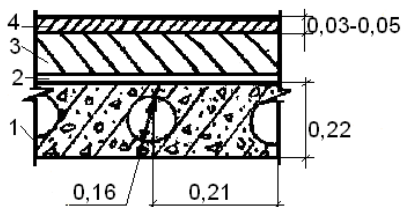
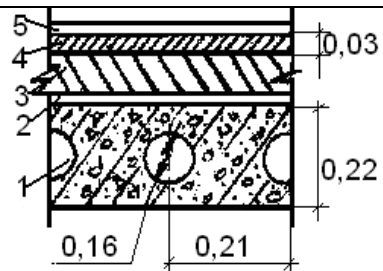
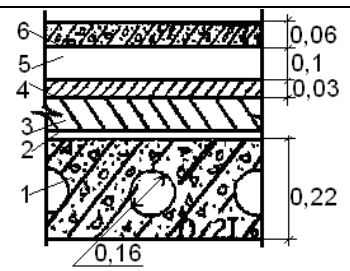
	Чердачные перекрытия		Бесчердачные покрытия		
	I	II	III	IV	
В а р и а н т					
	<p>1 – железобетон. пустотн. панель $\rho=2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – один слой рубероида; 4 – цементно-песчаная стяжка $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$;</p>	<p>1 – железобетонная панель $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – один слой рубероида; 4 – цементно-песчаная стяжка $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$;</p>	<p>1 – железобетон. пустотн. панель $\rho=2500\text{кг/м}^3$; 2 – один слой рубероида; 4 – цементно-песчаная стяжка $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 5 – три – пять слоев рубероида;</p>	<p>1 – железобетон. пустотн. панель $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – один слой рубероида; 4 – известк.-песчан. стяжка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; 5 – воздушн. прослойка; 6 – железобетон $\rho = 2400\text{кг/м}^3$; 7 – три слоя рубероида;</p>	
	3 – слой утеплителя из:	3 – слой утеплителя из:	3 – слой утеплителя из:	3 – слой утеплителя из:	
	1	плиты минераловатные жёсткие $\rho = 50 \text{ кг/м}^3$	гравий керамзитовый $\rho=200 \text{ кг/м}^3$	перлитопластобетон $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$	плиты минераловатные жёсткие $\rho = 50 \text{ кг/м}^3$
	2	гравий керамзитовый $\rho=200 \text{ кг/м}^3$	пенополистирол $\rho = 40; 100 \text{ кг/м}^3$	пенополистирол $\rho = 40; 100 \text{ кг/м}^3$	пенополиуретан $\rho=40; 60; 80 \text{ кг/м}^3$
	3	щебень из перлита вспученного $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$	плиты из стеклянного волокна $\rho = 50 \text{ кг/м}^3$	пенополиуретан $\rho = 40; 60; 80 \text{ кг/м}^3$	вермикулитобетон $\rho=100 \text{ кг/м}^3$
4	вермикулит вспученный $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$	вермикулит вспученный $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$	вермикулит вспученный $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$	плиты минераловатные $\rho = 50; 75 \text{ кг/м}^3$	
5	перлитопластобетон $\rho = 100; 200 \text{ кг/м}^3$	пенополиуретан $\rho = 80; 60; 40 \text{ кг/м}^3$	маты и полосы из стеклянного волокна $\rho = 150 \text{ кг/м}^3$	перлитопластобетон $\rho = 100; 200 \text{ кг/м}^3$	

Таблица Б.3 – Характеристика слоев перекрытий над неотапливаемыми подвалами

		Перекрытия над неотапливаемыми подвалами (техническими подпольями)			Междуэтажные перекрытия
		I	II	III	IV
В а р и а н т					
		1 – железобетонная пустотная плита $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – один слой рубероида; 4 – воздушная прослойка; 5 – дощатый настил; 6 – покрытие (по варианту IV); 3 – слой утеплителя из:	1 – железобетонная плита $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – один слой рубероида; 4 – цементно-песчаная стяжка $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 5 – покрытие (по варианту IV); 3 – слой утеплителя из:	1- железобетон. пустотн. плита $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – один слой рубероида; 4 – цементно-песчаная стяжка $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 5 – дощатый настил $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$; 3 – слой утеплителя из:	1 – железобетонная пустотная панель $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – покрытие из:
					плитка керамическая $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; $\delta = 0,008-0,01 \text{ м}$
					пакет из дуба поперёк волокон $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; $\delta = 0,02 \text{ м}$
	1	гравий керамзитовый $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$			линолеум поливинилхлоридный
2	перлитопластобетон $\rho = 100; 200 \text{ кг/м}^3$			$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\delta = 0,007 \text{ м}$	
3	вермикулит вспученный $\rho = 100; 200 \text{ кг/м}^3$			то же на тканевой подоснове	
4	щебень из перлита вспученного $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$			$\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; $\delta = 0,007 \text{ м}$	
5	то же $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$			сосна и ель поперек волокон $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$	

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Автоматический терморегулятор фирмы «Danfoss»

Автоматический терморегулятор прямого действия предназначен для поддержания температуры в помещении на заданном уровне. Он состоит из термостатического элемента «RA» и регулирующего клапана «RA-N» (для двухтрубных насосных систем отопления) или «RA-G» (для однотрубных насосных и двухтрубных гравитационных систем).

Диапазон настройки элемента «RA» в пределах $(6 - 21)^{\circ}\text{C}$, $(6 - 26)^{\circ}\text{C}$ или $(6 - 28)^{\circ}\text{C}$ в зависимости от модификации. В качестве датчика температуры воздуха выступает сильфон термoelementa с газовым или с жидкостным заполнением. Ось его должна быть расположена горизонтально при установке прибора в открытом месте (рисунок В.1). Если же прибор установлен в укрытии, то применяется дистанционный датчик – термобаллон, соединенный с сильфоном термoelementa капиллярной трубкой.

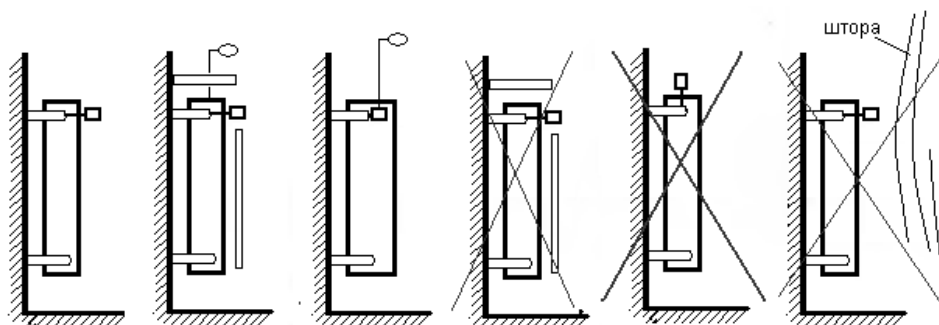


Рисунок В.1 – Установка терморегуляторов

На рисунке В.2 показан радиаторный узел с автоматическим терморегулятором.

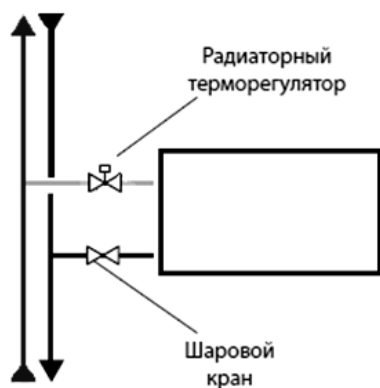
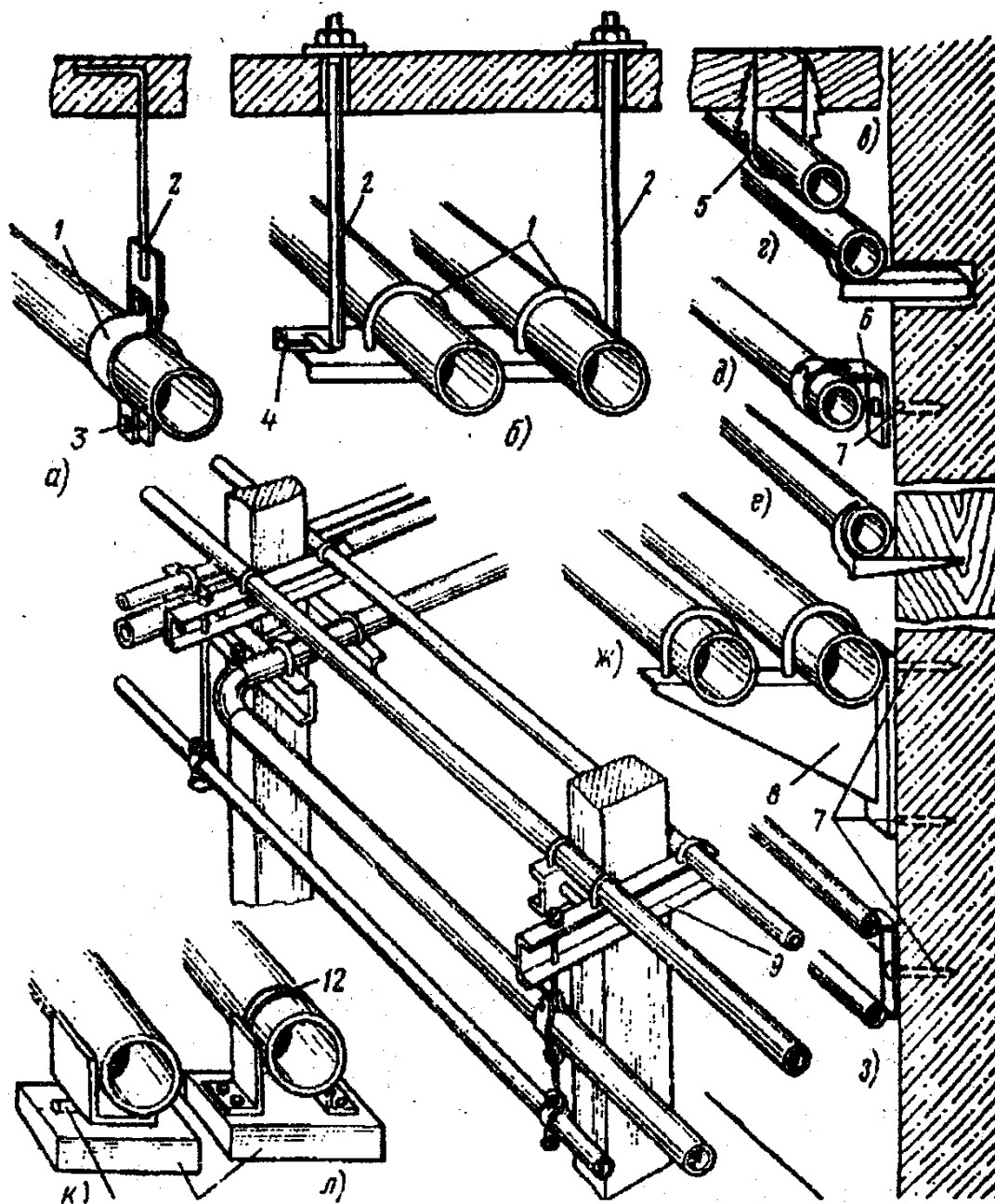


Рисунок В.2 – Радиаторный узел двухтрубной системы отопления с терморегулятором

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Крепление трубопроводов



1, 6 – хомуты; 2 – тяга; 3 – болт; 4 – балка; 5 – скоба; 7 – дюбель;
8 – подкос; 9 – швеллер; 10 – каток; 11 – основание; 12 – сварка

Рисунок Г.1 – Крепление трубопроводов

а – на подвеске; *б* – на подвеске с опорной балкой;
в – скобой; *г* – на кронштейне; *д* – хомутом; *е* – крючком;
ж – на кронштейне с подкосом; *з* – приварной скобой; *и* – на колоннах; *к* – на подвижной опоре; *л* – на неподвижной опоре

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Данные для расчета отопительных приборов

Таблица Д.1 – Значения коэффициента β_1

Шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, Вт	β_1
0,12	1,02
0,15	1,03
0,18	1,04

Примечание. Для отопительных приборов с номинальным тепловым потоком более 2,3 кВт следует принимать вместо β_1 коэффициент $\beta_1' = 0,5 \cdot (1 + \beta_1)$

Таблица Д.2 – Значения коэффициента β_2

Отопительный прибор	Значения β_2 при установке прибора	
	у наружной стены, в том числе под световым проемом	у остекления светового проема
Радиатор:		
чугунный секционный	1,02	1,07
стальной панельный	1,04	1,1

Таблица Д.3 – Значения коэффициента β_3

Монтажная высота радиаторов, мм	Значения β_3 при числе колонок в радиаторе, шт.					
	4	6	8	10	12	14 и более
СИАЛКО						
350	1,03	1,015	1,01	1	0,99	0,98
500	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97
650	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97
900	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,96

Таблица Д.4 – Техническая характеристика отопительных приборов

Эскиз	Обозначение прибора	Площадь нагревательной поверхности, м ²	Номинальный тепловой поток, Q _н , Вт (ккал/ч)	Строительные размеры				Масса, кг
				l	l ₁	l ₂	l ₃	
	Радиаторы чугунные секционные (ГОСТ 8690-75)							
	МС-140-108	0,244	185 (159)	500	588	140	108	7,62
	МС-140-98	0,240	174 (150)	500	588	140	98	7,4
	М-140 АО	0,299	178 (153)	500	582	140	96	8,45
	М-140А	0,254	164 (141)	500	582	140	96	7,8
	М-90	0,2	140 (120)	500	582	90	96	6,15
	МС-90-108	0,187	150 (129)	500	588	90	108	6,15
	Радиаторы стальные панельные типа РСВ1 (ГОСТ 20335-74 и Ту 401-11-171-87) а) однорядные концевые и проходные (с индексом «п»)							
	РСВ1-1	0,71	504	563	518	708	538	7,8
	РСВ1-1п		(433)					8,3
	РСВ1-2	0,95	676	749	704	894	724	10,3
	РСВ-2п		(581)					10,8
	РСВ1-3	1,19	850	935	890	1080	910	12,8
	РСВ1-3п		(731)					13,3
	РСВ1-4	1,44	1025	1121	1076	1266	1096	15,3
	РСВ1-4п		(981)					15,8
	РСВ1-5	1,68	1199	1307	1262	1452	1282	17,9
	РСВ1-5п		(1031)					18,4

Продолжение таблицы Д.4

Эскиз	Обозначение прибора	Площадь нагревательной поверхности, м ²	Номинальный тепловой поток, Q _н , Вт (ккал/ч)	Строительные размеры				Масса, кг
				l	l ₁	l ₂	l ₃	
	б) двухрядные концевые							
	2РСВ1-1	1,42	873 (751)	563	518	–	538	15,7
	2РСВ1-2	1,9	1177 (1012)	749	704	–	724	20,78
	2РСВ1-3	2,38	1475 (1268)	935	890	–	910	25,82
	2РСВ1-4	2,88	1779 (1530)	1121	1076	–	1096	30,86
	2РСВ1-5	3,36	2083 (1791)	1307	1262	–	1282	35,9
	Раднаторы стальные четыххходовые типа РСГ2 (ГОСТ 20335-74 и ТУ 21-26-220-78) а) однорядные							
	РСГ2-1-2	0,54	400 (344)	440	–	–	410	6,0
	РСГ2-1-3	0,74	553 (476)	595	–	–	565	8,3
	РСГ2-1-4	0,95	706 (607)	755	–	–	725	10,5
	РСГ2-1-5	1,19	881 (758)	940	–	–	910	13,2
	РСГ2-1-6	1,44	1056 (908)	1130	–	–	1100	15,9
	РСГ2-1-7	1,68	1231 (1059)	1315	–	–	1285	18,5
	РСГ2-1-8	1,93	1406 (1209)	1505	–	–	1475	21,1
	РСГ2-1-9	2,17	1581 (1360)	1690	–	–	1660	23,8

Продолжение таблицы Д.4

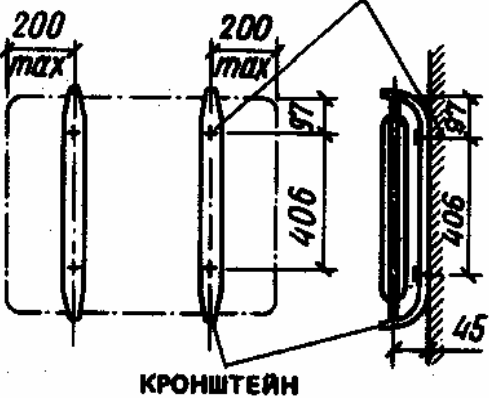
Эскиз	Обозначение прибора	Площадь нагревательной поверхности, м ²	Номинальный тепловой поток, Q _н , Вт (ккал/ч)	Строительные размеры				Масса, кг
				<i>l</i>	<i>l</i> ₁	<i>l</i> ₂	<i>l</i> ₃	
б) двухрядные								
<p style="text-align: center;">КРЕПЛЕНИЕ ДЛЯ РСГ2</p> <p style="text-align: center;">ДЮБЕЛЬ-ГВОЗДЬ</p>  <p style="text-align: center;">КРОНШТЕЙН</p>	РСГ2-2-4	1,08	1160 (998)	755	—	—	725	22,0
	РСГ2-2-5	1,48	1446 (1244)	940	—	—	910	27,4
	РСГ2-2-6	1,90	1730 (1488)	1130	—	—	1100	32,8
	РСГ2-2-7	2,38	2012 (1730)	1315	—	—	1285	38,0
	РСГ2-2-8	3,36	2294 (1973)	1505	—	—	1475	43,4
	РСГ2-2-9	4,31	2574 (2214)	1690	—	—	1660	48,6

Таблица Д.5 – Значения коэффициента b учета атмосферного давления

Тип отопительного прибора	Значения b при атмосферном давлении, гПа (мм рт. ст.)								
	1040 (780)	1013 (760)	1000 (750)	987 (740)	973 (730)	960 (720)	947 (710)	933 (700)	920 (690)
Радиатор панельный стальной однорядный	1,008	1,0	0,996	0,991	0,987	0,982	0,978	0,973	0,968
Радиатор двухрядный и секционный чугунный, алюминиевый	1,011	1,0	0,994	0,989	0,983	0,977	0,972	0,966	0,960

Таблица Д.6 – Значения коэффициентов, n , p , c

Тип отопительного прибора	Направление движения теплоносителя	Расход теплоносителя, G , кг/ч	n	p	c
Радиатор чугунный секционный и стальной панельный однорядный и двухрядный типа РСВ1	сверху – вниз	18–50	0,3	0,02	1,039
		54–536		0	1,0
		536–900		0,01	0,996
	снизу – вниз	18–115	0,15	0,08	1,092
		119–900		0	1,0
	снизу – вверх	18–61	0,25	0,12	1,113
65–900		0,04		0,97	

Продолжение таблицы Д.6

Тип отопительного прибора	Направление движения теплоносителя	Расход теплоносителя, G , кг/ч	n	p	c
Радиатор стальной панельный однорядный типа РСГ2	сверху – вниз	22–288	0,3	0,025	1,0
		324–900		0	1,0
	снизу – вверх	22–288	0,25	0,08	1,0
		324–900		0	1,0
То же, двухрядный	сверху – вниз	22–288	0,3	0,01	1,0
		324–900		0	1,0
	снизу – вверх	22–288	0,25	0,08	1,0
		324–900		0	1,0
Прибор отопительный биметаллический литой типа «Коралл»	любое	96–900	0,3	0,04	1,0
Труба отопительная $D_y=40–100$ мм, сталь	любое	30–900	0,32	0	1,0

Таблица Д.7 – Усредненная теплоотдача 1 погонного метра вертикальных и горизонтальных труб

d_y , мм	q_v , Вт/п.м	q_g , Вт/п.м
15	50,6	65,7
20	63,2	80,9
25	78,4	98,6

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Данные для гидравлического расчета

Таблица Е.1 – Коэффициенты ζ местных сопротивлений

Местные сопротивления	Значения ζ при условном проходе труб, мм						
	10	15	20	25	32	40	50 и более
							0000000
Радиаторы двухколонные	2	2	2	2	2	2	2
Котлы:							
чугунные	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
стальные	2	2	2	2	2	2	2
Внезапное расширение (относится к большей скорости)	1	1	1	1	1	1	1
Внезапное сужение (относится к большей скорости)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Отступы	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Тройники:							
проходные	1	1	1	1	1	1	1
поворотные	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
на противотоке	3	3	3	3	3	3	3
Крестовины:							
проходные	2	2	2	2	2	2	2
поворотные	3	3	3	3	3	3	3
Компенсаторы:							
П-образные и лирообразные	2	2	2	2	2	2	2
сальниковые	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Вентили:							
обыкновенные	20	16	10	9	9	8	7
прямоточные	3	3	3	3	2,5	2,5	2
Краны:							
проходные	5	4	2	2	2	–	–
двойной регулировки с цилиндрической пробкой	5	4	2	2	2	–	–
Задвижки параллельные	–	–	–	0,5	0,5	0,5	–
Отводы:							
90° и утка	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
двойные узкие	2	2	2	2	2	2	2
широкие	1	1	1	1	1	1	1
Скобы	4	3	2	2	2	2	2

Таблица Е.2 – Таблицы для гидравлического расчета трубопроводов водяного отопления при перепадах температуры воды в системе 95–70°С, 105–70°С и $K_{ш} = 0,2$ мм

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262-75*) условным проходом, мм													
	легким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
12,0	38,8	63,1	140	275	578	833	1638	36,4	56,9	130	254	545	780	1558
	0,083	0,086	0,106	0,127	0,155	0,170	0,202	0,083	0,083	0,104	0,125	0,152	0,167	0,200
13,0	40,2	66,0	147	287	604	869	1710	37,3	59,5	136	265	569	815	1626
	0,086	0,089	0,111	0,133	0,161	0,177	0,211	0,085	0,087	0,109	0,130	0,159	0,174	0,208
14,0	41,2	68,8	153	299	629	905	1778	38,6	62,1	142	276	592	848	1691
	0,088	0,093	0,116	0,138	0,168	0,185	0,219	0,088	0,091	0,113	0,135	0,165	0,182	0,217
15,0	42,1	71,5	159	310	652	939	1845	39,5	64,5	147	287	615	880	1754
	0,090	0,097	1,120	0,144	0,174	0,192	0,228	0,090	0,094	0,118	0,141	0,172	0,188	0,225
16,0	43,0	74,1	164	322	675	972	1909	40,4	66,8	152	297	636	910	1815
	0,092	0,100	0,124	0,149	0,180	0,198	0,236	0,092	0,098	0,122	0,146	0,178	0,195	0,233
17,0	44,0	76,6	170	332	698	1003	1971	41,36	69,1	157	307	657	940	1875
	0,094	0,104	0,129	0,154	0,186	0,205	0,243	0,094	0,101	0,126	0,150	0,184	0,201	0,240
18,0	44,9	79,1	175	343	719	1034	2031	42,2	71,3	162	317	678	969	1932
	0,096	0,107	0,133	0,158	0,192	0,211	0,25	0,096	0,104	0,130	0,155	0,189	0,208	0,248
19,0	46,3	81,5	180	353	740	1064	2090	43,0	73,5	167	326	698	998	1988
	0,099	0,110	0,137	0,163	0,198	0,217	0,258	0,098	0,107	0,134	0,160	0,195	0,214	0,255
20,0	46,8	83,8	186	363	761	1094	2147	43,9	75,6	172	335	717	1025	2042
	0,100	0,114	0,140	1,168	0,203	0,223	0,265	0,100	0,110	0,138	0,164	0,200	0,219	0,262
22,0	47,3	88,1	195	381	799	1149	2255	44,5	79,5	181	352	753	1077	2145
	0,101	0,119	0,148	0,176	0,214	0,234	0,278	0,101	0,116	0,145	0,173	0,210	0,231	0,275
24,0	49,6	92,4	204	399	837	1203	2361	45,5	83,4	189	369	789	1128	2246
	0,106	0,125	0,155	0,185	0,224	0,245	0,291	0,103	0,122	0,152	0,181	0,220	0,241	0,288

Продолжение таблицы Е.2

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262-75*) условным проходом, мм													
	легким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
26,0	51,9	96,5	213	417	873	1255	2462	47,6	87,1	198	385	823	1176	2342
	0,110	0,131	0,162	0,193	0,233	0,256	0,304	0,108	0,127	0,158	0,189	0,230	0,252	0,300
28,0	54,0	100	222	434	908	1305	2560	49,6	90,7	206	401	856	1224	2435
	0,115	0,136	0,168	0,200	0,243	0,266	0,316	0,112	0,132	0,165	0,196	0,239	0,262	0,312
30,0	56,2	104	230	450	942	1354	2654	51,5	94,2	214	416	888	1269	2525
	0,120	0,141	0,175	0,208	0,252	0,276	0,328	0,117	0,138	0,171	0,204	0,248	0,272	0,323
32,0	58,1	108	239	466	975	1400	2745	53,4	97,6	221	430	919	1313	2611
	0,124	0,146	0,181	0,215	0,160	0,286	0,339	0,121	0,142	0,177	0,211	0,257	0,281	0,335
34,0	60,1	112	246	481	1006	1446	2833	55,2	101	228	444	948	1355	2695
	0,128	0,151	0,187	0,222	0,269	0,295	0,350	0,125	0,147	0,183	0,218	0,265	0,290	0,345
36,0	62,0	115	254	496	1037	1490	2919	56,9	104	236	458	978	1396	2777
	0,132	0,156	0,192	0,229	0,277	0,304	0,360	0,129	0,152	0,189	0,225	0,273	0,299	0,356
38,0	63,9	119	262	510	1067	1532	3003	58,6	107	243	472	1006	1437	2856
	0,136	0,161	0,198	0,236	0,285	0,313	0,371	0,133	0,156	0,194	0,231	0,281	0,308	0,366
40,0	65,7	122	269	524	1096	1574	3084	60,3	110	249	484	1033	1476	2934
	0,140	0,165	0,204	0,242	0,292	0,321	0,381	0,137	0,161	0,200	0,237	0,289	0,316	0,376
45,0	69,8	130	286	557	1164	1672	3274	64,1	117	265	515	1097	1567	3115
	149	0,176	0,216	0,257	0,311	0,341	0,404	0,145	0,171	0,212	0,252	0,306	0,336	0,399
50,0	73,9	137	302	589	1230	1767	3459	67,9	124	280	544	1160	1656	3290
	0,157	0,186	0,229	0,272	0,329	0,360	0,427	0,154	0,181	0,224	0,267	0,324	0,355	0,422
55,0	77,9	144	317	319	1293	1856	3634	71	130	294	572	1219	1740	3457
	0,166	0,196	0,241	0,286	0,346	0,376	0,449	0,162	0,190	0,236	0,280	0,340	0,373	0,443
60,0	81,6	151	333	648	1353	1942	3802	74,9	136	308	599	1276	1821	3617
	0,174	0,205	0,252	0,300	0,362	0,396	0,469	0,170	0,199	0,247	0,294	0,356	0,390	0,463

Продолжение таблицы Е.2

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262-75*) условным проходом, мм													
	легким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
65,0	85,2	157	347	675	1411	2025	3963	78,2	142	322	624	1330	1899	3770
	0,181	0,214	0,263	0,312	0,377	0,413	0,489	0,177	0,208	0,258	0,306	0,372	0,407	0,483
70,0	88,7	164	361	702	1467	2105	4118	81,4	148	335	649	1383	1973	3917
	0,189	0,233	0,274	0,325	0,392	0,430	0,508	0,185	0,217	0,268	0,318	0,386	0,423	0,502
75,0	92,0	170	374	728	1520	2181	4267	84,5	153	347	673	1433	2045	4060
	0,196	0,231	0,284	0,337	0,406	0,445	0,527	0,192	0,225	0,278	0,330	0,400	0,438	0,520
80,0	95,3	176	387	753	1572	2256	4411	87,5	159	359	696	1482	2115	4197
	0,203	0,239	0,294	0,348	0,420	0,460	0,545	0,198	0,233	0,288	0,341	0,414	0,453	0,538
85,0	98,4	182	400	777	1622	2328	4551	90,3	164	371	719	1529	2182	4330
	0,210	0,247	0,303	0,360	0,434	0,475	0,562	0,205	0,240	0,297	0,352	0,427	0,467	0,555
90,0	101	188	412	801	1672	2397	4688	93,1	169	382	741	1576	2248	4460
	0,216	0,254	0,312	0,371	0,447	0,489	0,579	0,211	0,248	0,306	0,363	0,440	0,481	0,571
95	104	193	424	824	1719	2465	4820	69,0	174	393	762	1620	2312	4586
	0,222	0,262	0,321	0,381	0,459	0,503	0,595	0,217	0,255	0,315	0,374	0,453	0,495	0,588
100	107	198	435	846	1765	2332	4949	98,0	179	404	783	1664	2374	4708
	0,228	0,269	0,330	0,391	0,472	0,517	0,611	0,223	0,262	0,324	0,384	0,456	0,508	0,603
110	113	208	457	889	1853	2658	5194	103	188	421	822	1747	2492	4942
	0,240	0,282	0,346	0,411	0,495	0,542	0,641	0,235	0,275	0,346	0,403	0,488	0,534	0,633
120	118	218	478	930	1938	2779	5431	108	197	444	860	1827	2606	5168
	0,251	0,296	0,363	0,430	0,518	0,567	0,670	0,246	0,288	0,356	0,421	0,510	0,558	0,662
130	123	227	499	969	2020	2897	5659	113	206	463	896	1904	2716	5384
	0,262	0,308	0,378	0,448	0,540	0,591	0,669	0,256	0,300	0,371	0,439	0,530	0,582	0,690
140	128	236	519	1007	2099	3009	5878	117	213	481	931	1979	2822	5593
	0,273	0,321	0,393	0,466	0,561	0,611	0,726	0,2670	0,312	0,385	0,457	0,553	0,604	0,717

Продолжение таблицы Е.2

Потери давления на трение на 1м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным (ГОСТ 3262-75*) условным проходом, мм													
	легким							обыкновенным						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
150	132	245	538	1044	2175	3118	6090	122	221	499	965	2051	2924	5795
	0,283	0,332	0,407	0,483	0,581	0,636	0,752	0,277	0,324	0,400	0,473	0,573	0,326	0,742
160	137	254	556	1079	2248	3223	6295	126	229	516	998	2120	3022	5989
	0,293	0,344	0,421	0,499	0,601	0,658	0,777	0,286	0,335	0,413	0,489	0,592	0,647	0,767
170	142	262	574	1113	2320	3325	6492	130	236	532	1030	2184	3118	6178
	0,302	0,355	0,435	0,515	0,620	0,678	0,801	0,295	0,346	0,426	0,505	0,611	0,668	0,792
180	146	269	591	1147	2389	3424	6685	134	244	548	1061	2252	3211	6361
	0,311	0,366	0,448	0,530	0,638	0,699	0,825	0,304	0,356	0,439	0,520	0,629	0,688	0,815
190	150	277	608	1179	2456	3520	6872	138	250	564	1091	2316	3301	6539
	0,320	0,376	0,461	0,545	0,656	0,718	0,348	0,131	0,366	0,452	0,535	0,647	0,707	0,838
200	154	285	624	1211	2521	3614	7055	142	257	579	1120	2377	3389	6713
	0,329	0,386	0,473	0,560	0,674	0,737	0,871	0,322	0,376	0,464	0,549	0,664	0,729	0,860
220	162	299	655	1271	2646	3792	7403	149	270	608	1176	2495	3556	7044
	0,346	0,408	0,497	0,588	0,707	0,774	0,914	0,338	0,395	0,487	0,576	0,697	0,762	0,903
240	169	313	685	1329	2767	3965	7739	156	283	636	1230	2609	3718	7364
	0,362	0,424	0,519	0,615	0,740	0,809	0,955	0,354	0,413	0,510	0,603	0,729	0,796	0,944
260	177	326	714	1385	2883	4131	8061	162	295	663	1281	2718	3874	7671
	0,377	0,442	0,541	0,641	0,770	0,843	0,995	0,369	0,431	0,531	0,628	0,759	0,830	0,983
280	484	339	742	1439	2994	4290	9371	169	306	689	1331	2823	4023	7966
	0,392	0,460	0,562	0,666	0,800	0,875	1,033	0,383	0,448	0,552	0,653	0,789	0,862	1,021
300	190	351	769	1491	3102	4444	8621	175	317	714	1379	2925	4168	8251
	0,406	0,477	0,583	0,690	0,829	0,907	1,070	0,397	0,764	0,572	0,677	0,817	0,892	1,057

Таблица Е.3 – Потери давления на местные сопротивления для расчета трубопроводов водяного отопления

Скорость движения воды, м/с	Потери давления, Па, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,010	0,05	0,10	0,15	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,44	0,49
0,015	0,11	0,22	0,33	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88	0,99	1,10
0,020	0,19	0,39	0,59	0,78	0,98	1,17	1,37	1,56	1,76	1,96
0,025	0,30	0,61	0,92	1,22	1,53	1,83	2,14	2,44	2,75	3,06
0,030	0,44	0,88	1,32	1,76	2,20	2,64	3,08	3,52	3,96	4,40
0,035	0,60	1,20	1,80	2,39	2,99	3,59	4,19	4,79	5,39	5,99
0,040	0,78	1,56	2,35	3,13	3,91	4,69	5,48	6,26	7,04	7,82
0,045	0,99	1,98	2,97	3,96	4,95	5,94	6,93	7,92	8,91	9,90
0,050	1,22	2,24	3,67	4,89	6,11	7,33	8,56	9,78	11,0	12,2
0,055	1,48	2,96	4,44	5,92	7,39	8,87	10,4	11,8	13,3	14,8
0,060	1,76	3,52	5,28	7,04	8,80	10,6	12,3	14,1	15,8	17,6
0,065	2,06	4,13	6,19	8,26	10,33	12,4	14,5	16,5	18,6	20,7
0,070	2,39	4,79	7,18	9,58	11,97	14,4	16,8	19,1	21,6	24,0
0,075	2,75	5,50	8,25	10,9	13,4	16,5	19,2	22,0	24,7	27,5
0,080	3,13	6,26	9,39	12,5	15,6	18,8	21,9	25,0	28,2	31,5
0,085	3,53	7,06	10,6	14,1	17,7	21,2	24,7	28,3	31,8	35,3
0,090	3,96	7,92	11,8	15,8	19,8	23,8	27,7	31,7	35,6	39,6
0,095	4,41	8,82	13,2	17,6	22,1	26,5	30,9	35,3	39,7	44,1
0,10	4,89	9,78	14,7	19,6	24,7	29,3	34,2	39,1	44,0	48,9
0,105	5,39	10,8	16,2	21,6	27,1	32,3	37,7	43,1	48,5	53,9
0,110	5,91	11,8	17,7	23,7	29,6	35,5	41,4	47,3	53,2	59,2
0,115	6,46	12,9	19,4	25,9	32,3	38,8	45,3	51,7	58,2	64,7
0,120	7,04	14,1	21,1	28,2	35,2	42,2	49,3	56,3	63,4	70,4
0,125	7,64	15,3	22,9	30,0	38,2	45,8	53,5	61,1	74,3	82,6
0,130	8,26	16,5	24,8	33,0	41,3	49,6	57,8	66,1	74,3	82,6
0,135	8,91	17,8	26,7	35,6	44,5	53,5	62,4	71,3	80,2	89,1
0,140	9,58	19,2	28,7	38,3	47,9	57,5	67,1	76,7	86,2	95,8
0,145	10,3	20,6	30,8	41,1	51,4	61,7	71,9	82,2	105	102
0,150	11,7	23,5	35,2	47,0	58,7	70,5	82,2	94,0	105	117
0,155	11,7	23,5	35,2	47,0	58,7	70,5	82,2	94,0	113	117
0,160	12,5	25,0	37,5	50,1	62,6	75,1	87,6	100	120	125
0,165	13,3	26,6	40,0	53,2	66,5	79,9	93,2	106	127	133
0,170	14,1	28,3	42,4	56,5	70,6	84,8	98,9	113	135	141

Продолжение таблицы Е.3

Скорость движения воды, м/с	Потери давления, Па, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,175	15,0	30,0	45,0	60,0	75,0	90,0	104	120	150	150
0,180	16,7	33,5	50,2	67,0	83,7	100	117	133	143	167
0,185	15,8	31,7	47,5	63,4	89,2	95,0	111	127	159	158
0,190	17,6	35,3	53,0	70,6	88,2	105	123	141	167	176
0,195	18,6	37,2	55,8	74,3	93,0	111	130	148	176	186
0,200	19,6	39,1	58,7	78,2	97,8	117	136	156	184	195
0,205	20,5	41,1	61,6	82,2	102	123	143	164	194	205
0,210	21,6	43,1	64,7	86,2	107	129	151	172	203	215
0,215	22,6	45,2	67,8	90,6	112	135	158	180	203	226
0,220	23,7	47,5	71,0	94,6	118	142	166	189	213	237
0,225	24,7	49,5	74,2	99,0	123	148	173	198	223	247
0,230	25,9	51,7	77,6	103	129	155	181	207	233	259
0,235	27,0	54,0	81,0	107	135	162	189	216	243	270
0,240	28,1	56,3	84,5	112	141	169	197	225	253	281
0,245	29,3	58,7	88,0	117	147	176	205	235	265	293
0,250	30,5	61,1	91,7	122	152	183	214	244	275	305
0,255	31,8	63,6	95,4	127	159	191	222	254	286	318
0,260	33,0	66,1	99,1	132	165	198	231	264	297	330
0,265	34,3	68,6	103	137	172	206	240	275	309	343
0,270	35,6	71,3	106	142	178	214	249	285	321	356
0,275	37,0	74,0	110	148	185	221	259	296	333	370
0,280	38,3	76,6	115	153	192	230	268	307	345	383
0,285	39,7	79,4	119	159	198	238	278	318	357	397
0,290	41,1	82,2	123	164	205	247	288	329	370	411
0,295	42,5	85,1	128	170	213	255	298	340	383	425
0,300	44,0	88,0	132	176	220	264	308	352	396	440
0,305	45,5	90,9	136	182	227	273	318	364	409	455
0,310	47,0	94,0	140	188	235	282	329	375	423	470
0,315	48,5	97,0	145	194	242	291	339	388	436	485
0,320	50,0	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,325	51,6	103	155	206	258	310	361	413	465	516
0,330	53,2	106	159	213	266	319	373	426	479	532
0,335	54,9	109	164	219	274	329	384	439	494	549
0,340	56,5	113	169	226	282	339	395	452	508	565

Продолжение таблицы Е.3

Скорость движения воды, м/с	Потери давления, Па, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,345	58,2	116	174	232	291	349	407	465	524	582
0,350	59,9	120	180	239	299	359	419	479	539	599
0,355	61,6	123	184	246	308	369	413	493	554	616
0,360	63,3	127	190	235	317	380	443	507	570	633
0,365	65,1	130	195	260	325	391	456	521	586	651
0,370	66,9	134	201	268	335	401	468	535	602	669
0,375	68,7	137	206	275	344	412	481	550	619	687
0,380	70,6	141	212	282	353	423	494	565	635	706
0,385	72,5	145	217	290	362	435	507	580	652	724
0,390	74,3	149	223	297	371	446	520	595	669	743
0,395	76,3	152	229	305	381	458	534	610	686	763
0,400	78,2	156	234	313	391	469	547	626	704	782
0,405	80,1	160	240	321	401	481	561	641	722	802
0,410	82,2	164	246	328	411	493	575	657	739	822
0,415	84,2	168	252	337	412	505	598	673	758	842
0,420	86,2	172	259	345	431	517	604	690	776	862
0,425	88,3	176	265	353	441	530	618	706	795	883
0,430	90,4	181	271	361	452	542	633	723	813	904
0,435	92,5	185	277	370	462	555	647	740	832	925
0,440	94,6	189	284	378	473	568	662	757	852	946
0,445	96,8	194	290	387	484	581	687	774	871	968
0,450	99,0	198	297	396	495	594	693	792	891	990
0,455	101	202	303	404	506	607	708	809	911	1012
0,460	103	207	310	414	517	621	724	827	931	1034
0,465	105	211	317	423	528	634	740	846	951	1057
0,470	107	216	324	431	540	648	756	864	972	1080
0,475	110	220	331	441	551	662	772	882	993	1103
0,480	112	225	338	450	563	670	788	901	1014	1126
0,485	115	230	345	460	575	690	805	920	1035	1150
0,490	117	235	352	469	587	704	821	939	1056	1174
0,495	120	239	359	479	599	719	838	958	1078	1197
0,500	122	244	367	489	611	733	855	978	1100	1222
0,51	127	254	381	509	636	763	890	1017	1144	1271
0,52	132	264	397	529	661	793	925	1057	1189	1322

Продолжение таблицы Е.3

Скорость движения воды, м/с	Потери давления, Па, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma\zeta$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,53	137	275	412	549	687	824	961	1098	1236	1373
0,54	142	285	427	570	713	855	998	1140	1283	1425
0,55	148	296	444	591	739	887	1035	1183	1331	1479
0,56	153	306	460	613	766	919	1073	1226	1380	1533
0,57	159	318	476	635	794	963	1111	1271	1429	1588
0,58	164	329	493	658	822	987	1151	1316	1480	1644
0,59	170	340	510	681	851	1021	1191	1361	1531	1701
0,60	176	352	528	704	880	1056	1232	1408	1584	1760
0,61	182	364	545	728	909	1091	1273	1455	1637	1819
0,62	188	376	564	752	940	1127	1315	1503	1691	1879
0,63	194	388	582	776	970	1164	1358	1552	1746	1940
0,64	200	400	600	801	1001	1201	1401	1602	1802	2002
0,65	206	413	619	826	1032	1239	1445	1652	1859	2065
0,66	213	426	639	852	1065	1278	1491	1703	1916	2129
0,67	219	439	658	878	1097	1316	1536	1775	1975	2194
0,68	226	452	678	904	1130	1356	1582	1808	2034	2260
0,69	233	465	698	931	1164	1396	1629	1862	2095	2327
0,70	239	479	719	958	1198	1437	1677	1916	2156	2395

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Подбор балансировочного клапана MSV-I диаметром 15 мм

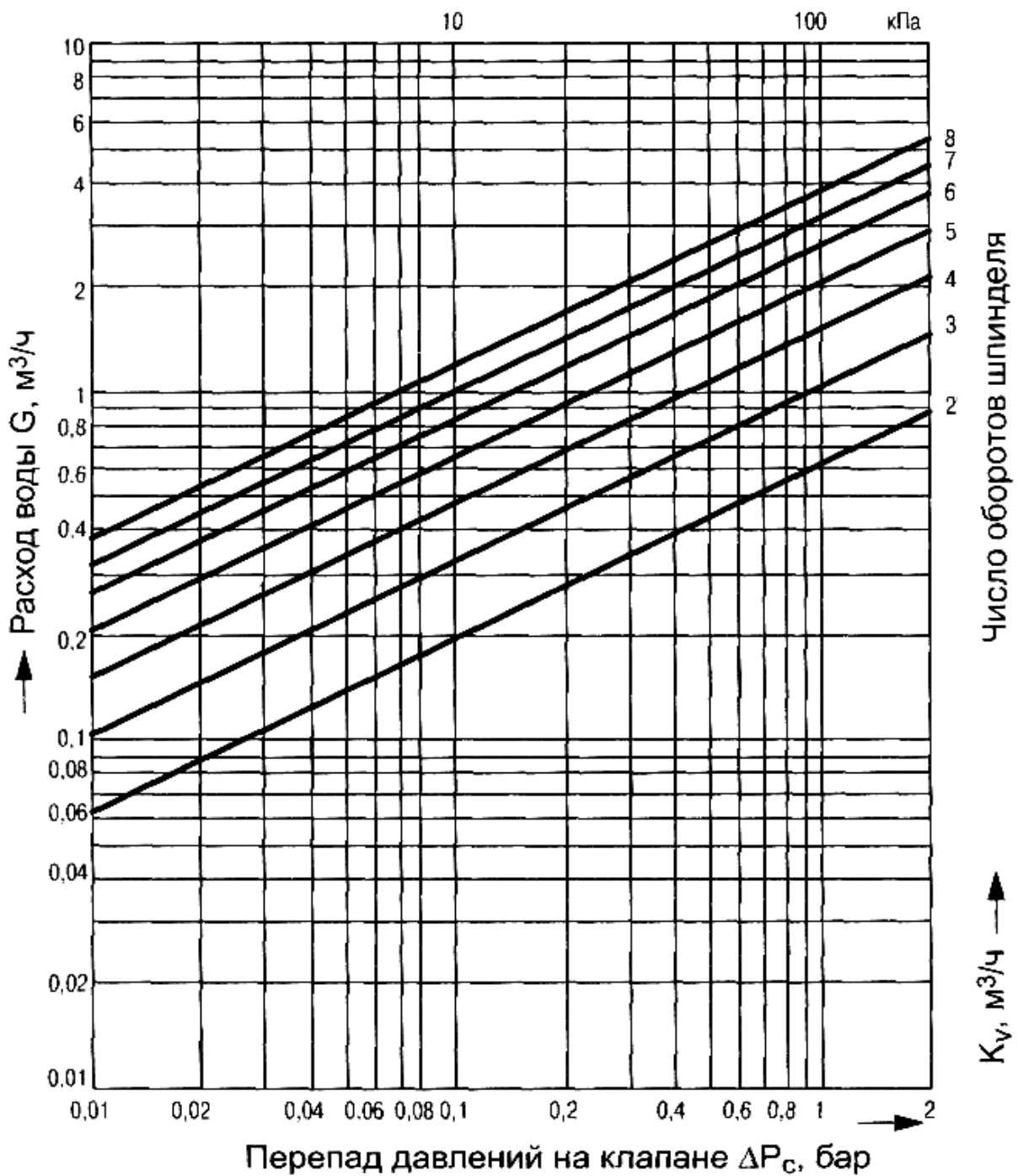
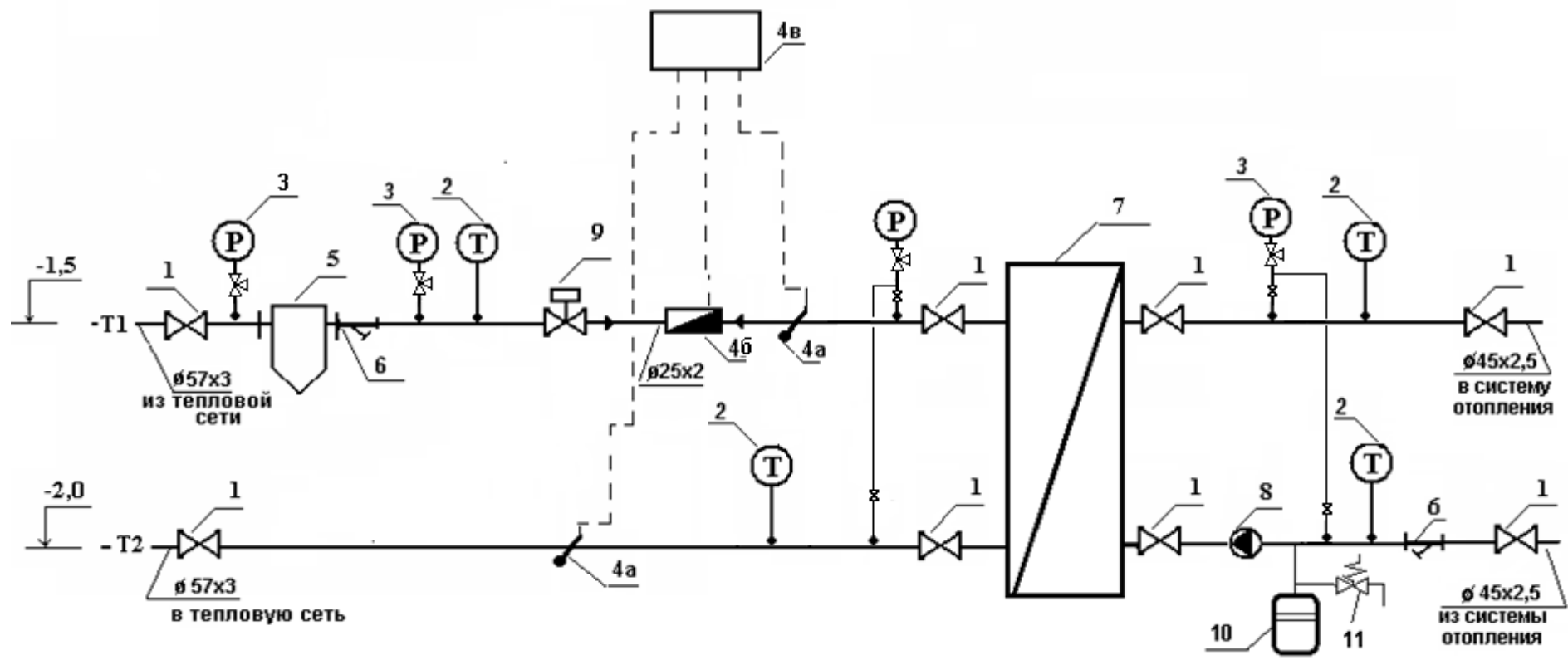


Рисунок Ж.1 – Номограмма для подбора балансировочного клапана MSV-I диаметром 15 мм



- | | | | |
|---------------|------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| 1 - вентиль | 4а - термометр сопротивления | 5 - грязевик | 8 - циркуляционный насос |
| 2 - термометр | 4б - датчик расхода | 6 - фильтр сетчатый | 9 - балансировочный клапан |
| 3 - манометр | 4в - теплосчетчик | 7 - теплообменник | 10 - закрытый расширительный бак |
| | | | 11 - предохранительный клапан |

Рисунок Ж.2 – Схема индивидуального теплового пункта

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Грязевики, термометры, манометры

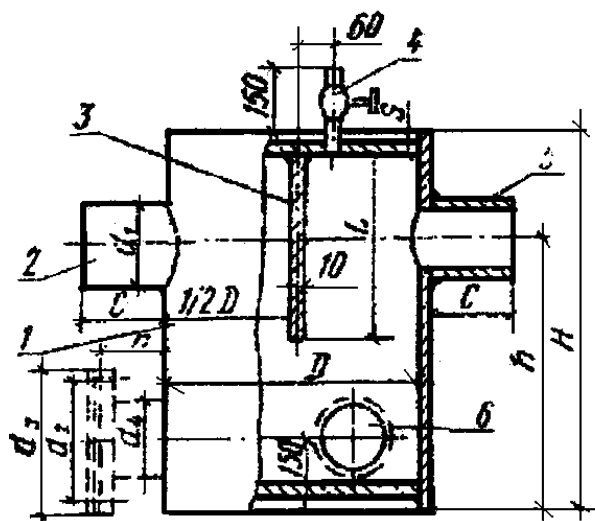


Рисунок И.1 – Грязевик по данным ОРГРЭС

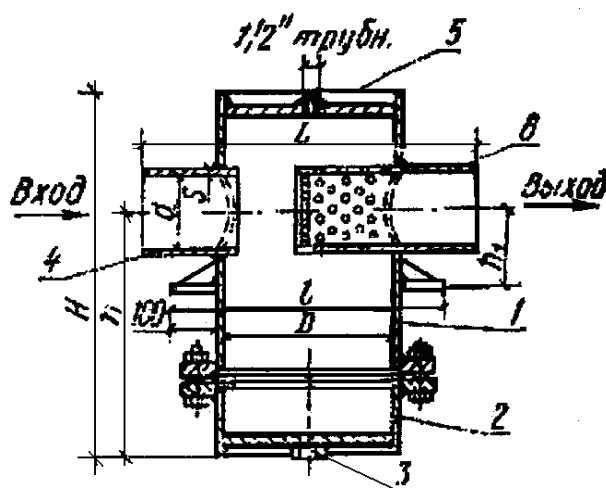


Рисунок И.2 – Грязевик серии 10Г и 16Г Сантехмонтажпроекта

Таблица И.1 – Основные размеры, мм, грязевиков ОРГРЭС

d_y	D	H	h	L	S	C	n	d_1	d_2	d_3	d_4
25	216	350	275	175	10	100	103	32	160	200	89
38	216	380	275	175	15	120	103	445	160	200	89
50	264	400	300	200	15	120	103	57	180	220	108
75	325	450	350	225	18	150	105	89	210	250	133
100	376	550	400	275	20	150	125	108	210	250	133
125	427	575	425	300	22	200	125	133	210	285	159

Таблица И.2 – Основные размеры грязевиков серии 10Г и 16Г

№	D_y	H	L	d	S	h	h_1	l
1	32	250	350	32	3,25	155	—	—
2	40	270	350	40	3,5	170	—	—
3	50	310	350	57	3,5	200	—	—
4	70	400	450	76	3,5	255	—	—
5	100	500	500	108	4	300	100	470

Продолжение таблицы И.2

№	D_y	H	L	d	S	h	h_1	l
6	125	600	600	133	4	420	130	470
7	150	700	675	159	4,5	500	150	575
8	200	900	700	219	6	670	180	575

Примечание. Максимальное давление: серия 10Г – 1МПа; серия 16Г – 1,6МПа.

Таблица И.3 – Характеристика технических ртутных-термометров (ГОСТ 2823-73*)

Номер термометра	Предел измерения, °С	Цена деления шкалы, °С, при длине верхней части, мм		Длина погружаемой части, мм	
		240	160	прямого (П)	углового (У)
2	от -30 до +50	0,5; 1	1	66, 103	104, 141
4	от 0 до +100	1	1	163, 253	201, 253, 291
5	от 0 до +160	1; 2	2	403, 633	441, 674
6	от 0 до +200	1; 2	2	1003	1041

Примечание. Диаметр корпуса – 18 ± 1 мм; диаметр погружной части – 7,5 мм

Таблица И.4 – Техническая характеристика манометров

Манометры	Тип, модель	Класс точности	Пределы измерения, МПа	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Показывающий пружинный	ОБМ-160	1,5	0,1; 0,16; 0,6; 1; 0	Ø160	1,4
То же	ОБМ1-100	2,5	0,25; 0,4; 1,6; 2,5	Ø100	0,8
Показывающий виброустойчивый	МТП-100/1-ВУ	2,5	0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6; 16; 25; 40; 60	Ø100	1
Образцовый	МО-1227	0,16	0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5	Ø250	6

Учебное издание

Составители:

Смирнова Елена Владимировна

Чапаев Денис Борисович

ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Методические рекомендации к выполнению
курсовой работы по дисциплине «Теплогазоснабжение
с основами теплотехники»

Напечатано в полном соответствии с авторским оригиналом.

Подписано в печать 03.06.2015.

Формат бумаги 60 × 84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл.-печ. л. 5,52. Уч.-изд. л. 6,00. Тираж 40 экз. Заказ 337

Сибирский государственный индустриальный университет

654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42

Издательский центр СибГИУ

Состав ПЗ:

1. Задание на проектирование (заполнить форму в соответствии со своим вариантом);
2. Выбор параметров наружного воздуха и параметров внутреннего микроклимата для проектирования;
3. Теплотехнический расчёт всех наружных ограждений здания – стены, чердачное перекрытие, перекрытие над подвалом, окна, двери (определение толщины утеплителя, фактического термического сопротивления ограждения и коэффициентов теплопередачи).
4. Расчёт тепловых потерь здания (расчет вести поэтажно; лестничная клетка считается одним помещением по всем этажам отдельно).
5. Проектирование системы отопления: конструирование системы отопления; выбор трубопроводной системы, запорной и регулировочной арматуры, нагревательных приборов и узла их обвязки; расчёт нагревательных приборов (определение их поверхности нагрева и типоразмера); гидравлический расчет системы отопления (определение диаметров трубопроводов и увязка потерь напора в параллельных кольцах); выбор схемы присоединения системы отопления к наружным тепловым сетям и подбор необходимого оборудования (циркуляционного насоса и регулятора температуры).
6. Расчёт системы вытяжной естественной вентиляции.

Все расчеты выполняются в стандартных табличных формах. Ко всем расчетам прикладываются расчетные схемы:

1. Конструкции наружных ограждений с указанием характеристик всех слоев;
2. Для выбранных конструкций окон и наружных дверей технические характеристики производителей;
3. План здания с указаниями подробных размеров (строительных) для расчета теплопотерь;
4. Расчетная схема системы отопления;
5. Узел обвязки нагревательного прибора с указанием всех запорно-регулирующих устройств (производитель, марка или тип);
6. Принципиальная схема индивидуального теплового пункта;
7. Выкопировка с плана этажа с нанесением каналов системы вентиляции;
8. Расчетная схема системы вентиляции.

Состав чертежей:

1. План подвала;
2. План типового этажа;
3. Узел обвязки нагревательного прибора;

4. Схема системы отопления;
5. Схема системы вентиляции;
6. Принципиальная схема ИТП с экспликацией оборудования.

Прим-я: все чертежи выполнить по ГОСТ.