

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Инженерно-строительный факультет

Кафедра промышленной
экологии и безопасности

И.И.Суханова, Е.В.Куц

**ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ
ЖИЛОГО ЗДАНИЯ**

Рекомендовано Ученым советом
Вятского государственного
университета в качестве учебного
пособия

Киров 2006

Печатается по решению редакционно-издательского совета Вятского государственного университета

УДК 697.1

С91

Рецензенты: кафедра промышленной экологии и безопасности ВятГУ,
доктор технических наук профессор КТУ Ф.М.Гимранов

Суханова И.И., Куц Е.В. Отопление и вентиляция жилого здания: Учебное пособие / И.И.Суханова. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2006. - 86 с.

В учебном пособии приведены основные сведения по расчету теплового режима помещений, конструированию и расчету систем отопления и вентиляции жилых зданий. Пособие содержит краткие теоретические сведения, указания для выполнения курсовой работы по отоплению и вентиляции жилого здания.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 290300 «Промышленное и гражданское строительство».

Редактор Е.Г.Козвонина
Компьютерная верстка И.И.Сухановой

Подписано в печать

Бумага офсетная

Заказ №

Тираж

Усл.печ.л.

Печать матричная

Бесплатно

Текст напечатан с оригинала-макета, предоставленного автором

610000, г.Киров, ул.Московская, 36

Оформление обложки, изготовление – ПРИП ВятГУ.

© И.И.Суханова, 2006

© Е.В.Куц, 2006

© Вятский государственный университет, 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ	4
2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	4
3. ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	5
3.1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	5
3.2. Теплопотери помещения	7
3.3. Теплопоступления в помещение	12
3.4. Тепловая мощность системы отопления	12
3.5. Удельная тепловая характеристика здания	12
4. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ.....	13
4.1. Отопительные приборы.....	13
4.2. Теплопроводы системы отопления	16
4.3. Удаление воздуха из системы отопления.....	22
5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.....	25
5.1. Расчетное циркуляционное давление в системе	25
5.2. Гидравлический расчет системы отопления по удельным линейным потерям давления	28
6. РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ	33
6.1. Расчет поверхности отопительных приборов	33
6.2. Расчетная температура теплоносителя воды в отопительных приборах	36
7. КАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ .	38
7.1. Расчет канальной естественной вытяжной вентиляции.....	41
8. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ	46
8.1. Планы и разрезы чертежей систем	48
8.2. Схемы систем	52
8.3. Спецификация оборудования, изделий и материалов.....	55
8.4. Основная надпись строительных чертежей	57
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	59
Приложение А (обязательное).....	60
Приложение Б (справочное)	61
Приложение В	62
(обязательное)	62
Приложение Г (обязательное)	69
Приложение Д (справочное).....	70
Приложение Е (справочное)	71
Приложение Ж (справочное).....	74
Приложение И (справочное).....	76
Приложение К (справочное).....	77
Приложение Л (справочное).....	78
Приложение М (справочное).....	79

1. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

Исходные данные для проектирования: назначение и технология, планировка и строительные конструкции здания; климатические условия и положение здания на местности; источник теплоснабжения; параметры внутреннего воздуха в помещениях.

Определение тепловой мощности системы отопления. Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций, расчет теплового режима в помещениях, определение тепловых нагрузок для отопления.

Проектирование системы отопления. Конструирование системы отопления. Размещение отопительных приборов, стояков, магистралей и других элементов системы. Назначение уклона труб; схемы движения, сбора и удаления воздуха; компенсации удлинения и изоляции труб; мест спуска и наполнения вводов стояков и системы. Выбор вида запорно-регулирующей арматуры, ее размещение. Конструирование заканчивают вычерчиванием схемы системы с нанесением тепловых нагрузок отопительных приборов и расчетных участков.

Гидравлический расчет системы отопления.

Расчет отопительных приборов.

Проектирование естественной вентиляции здания. Определение требуемых воздухообменов. Конструирование вентиляционной системы. Аэродинамический расчет естественной вытяжной системы вентиляции.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Исходные данные для проектирования выдаются преподавателем в соответствии с предпоследней и последней цифрами шифра зачетной книжки. Исходные данные заносятся студентом в бланк задания, который подписывается преподавателем и подшивается к расчетно-пояснительной записке.

3. ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

3.1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

В курсовой работе необходимо определить коэффициенты теплопередачи k ограждающих конструкций (наружной стены, окна, потолка последнего этажа, пола первого этажа). Теплотехнический расчет выполняется для жилой неугловой комнаты в соответствии со СНиП 23-02-2003.

Нормами установлены показатели тепловой защиты здания:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;

б) санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше точки росы.

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0 , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, ограждающих конструкций, а также окон и фонарей (с вертикальным остеклением или с углом наклона более 45°) следует принимать не менее нормируемых значений R_{req} , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, определяемых по табл.4 СНиП 23-02 в зависимости от градусо-суток района строительства D_d , $\text{°C} \cdot \text{сут}$.

Градусо-сутки отопительного периода D_d , $\text{°C} \cdot \text{сут}$, определяют по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) z_{ht} \quad (3.1)$$

где t_{int} – расчетная средняя температура внутреннего воздуха, °C , принимаемая для жилых зданий по минимальным значениям оптимальной температуры по ГОСТ 31494-96;

t_{ht} , z_{ht} - средняя температура наружного воздуха, °C , и продолжительность, сут., отопительного периода, принимаемые по СНиП 23-01 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °C – при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °C – в остальных случаях.

Значение R_{req} является исходной величиной для определения толщины утеплителя. Термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции определяется по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3.2)$$

где δ - толщина слоя, м;

λ - коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°С).

Сопротивление теплопередаче R_0 , м²·°С/Вт, ограждающих конструкций определяется по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \quad (3.3)$$

где R_k - термическое сопротивление ограждающей конструкции, м²·°С/Вт;

α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемых по табл. 7 СНиП 23-02;

α_{ext} - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м·°С).

Термическое сопротивление R_k ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{в.п.}, \quad (3.4)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n - термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, м²·°С/Вт, определяемые по формуле (3.2);

$R_{в.п.}$ - термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки.

Расчетный температурный перепад Δt_0 , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

не должен превышать нормируемых величин Δt_n , °С, установленных в табл. 5 СНиП 23-02, и определяется по формуле

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_0 \alpha_{\text{int}}}, \quad (3.5)$$

где n – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по табл. 6 СНиП 23-02;

t_{ext} - расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01.

3.2. Теплопотери помещения

Для определения потерь тепла отдельными помещениями и зданием в целом необходимо иметь следующие исходные данные: планы этажей и характерные разрезы здания со всеми строительными размерами, выкопировку из генерального плана с обозначением стран света и розы ветров, назначение каждого помещения, место строительства здания (название населенного пункта), конструкции всех наружных ограждений и их теплотехнический расчет.

Все отапливаемые помещения здания на планах следует обозначать порядковыми номерами (начиная с 01 и далее - помещения подвала, 101, 201 и далее - помещения первого и второго этажей соответственно и т.д.). Помещения нумеруют слева направо, лестничные клетки обозначают отдельно буквами или римскими цифрами и независимо от этажности здания рассматривают как одно помещение, хотя добавка на высоту не делается. Номера проставляют на чертежах в центре помещения в одинарном кружке.

В курсовой работе рассчитываются потери тепла всеми помещениями, в которых устанавливаются отопительные приборы (ОП): комнаты, кухни, лестничные клетки.

Основные и добавочные потери теплоты следует определять, суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции (ОК) с округлением до 10 Вт, по формуле

$$Q_{nom} = A(t_{int} - t_{ext})(1 + \sum \beta)nk, \quad (3.6)$$

где A - расчетная площадь ОК, м²;

k – коэффициент теплопередачи ОК, Вт/(м²·°С);

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

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

β - добавочные доли теплоты в долях от основных потерь;

n - коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ОК по отношению к наружному воздуху по СНиП 23-02.

Коэффициент теплопередачи k ОК определяются по формуле

$$k = \frac{1}{R_0}. \quad (3.7)$$

Теплообмен через ограждения между смежными отапливаемыми помещениями при расчете теплотерь учитывается, если разность температур воздуха этих помещений более 3 °С.

Площадь A , м², наружных ограждений принимается по планам и разрезам здания следующим образом.

Высота стен первого этажа, если пол находится непосредственно на грунте принимается между уровнями полов первого и второго этажей; если пол на лагах - от наружного уровня подготовки пола на лагах до уровня пола второго этажа; при неотапливаемом подвале - от уровня нижней поверхности конструкции пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа (рис. 3.1).

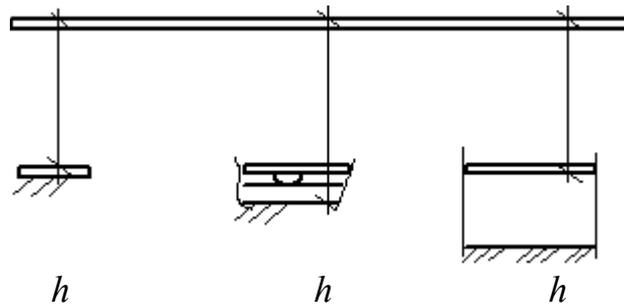


Рис. 3.1

Высота стен промежуточного этажа - между уровнями чистых полов данного и вышележащего этажей, а *верхнего этажа* - от уровня чистого пола до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия или бесчердачного покрытия.

Длина наружных стен в угловых помещениях - от кромки наружного угла до осей внутренних стен (l_1 и l_2), а в *неугловых* - между осями внутренних стен (l_3) (рис. 3.2).

Площадь окон, дверей и фонарей - по наименьшим размерам строительных проемов в свету (a).

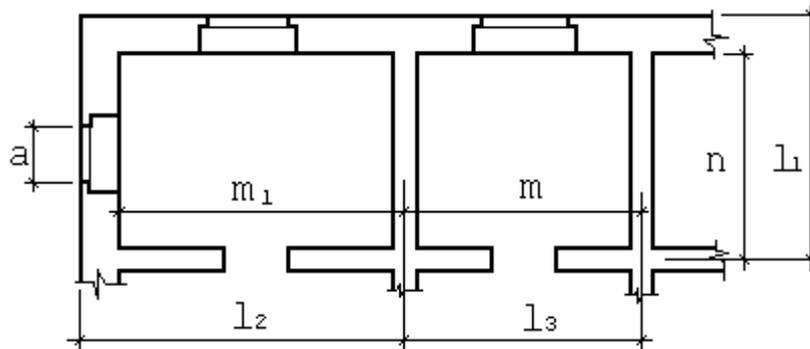


Рис. 3.2

Площадь потолков и полов над подвалами в угловых помещениях - по размерам от внутренней поверхности наружных стен до осей противоположных стен (m_1 и n), а в *неугловых* - между осями внутренних стен (m) и от внутренней поверхности наружной стены до оси противоположной стены (n).

Длина внутренних стен - по размерам от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен (m_1) или между осями внутренних стен (m).

Высота внутренних стен - по размерам от поверхности пола до поверхности потолка.

Для подсчета площади ОК их линейные размеры принимаются с точностью до 0,01 м. Площади отдельных ограждающих конструкций подсчитываются с точностью до 0,1 м².

Если измерение площадей наружных стен проведено без вычета площадей оконных проемов, то в качестве расчетного коэффициента теплопередачи окна следует принимать

$$k_{\text{окна}} = k_{\text{ок}} - k_{\text{нс}}. \quad (3.8)$$

Добавочные потери теплоты β через ОК следует принимать в долях от основных потерь.

На ориентацию по отношению к странам света. В помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные на север, восток, северо-восток и северо-запад, - в размере 0,1, на юго-восток и запад, - в размере 0,05 (рис. 3.3).

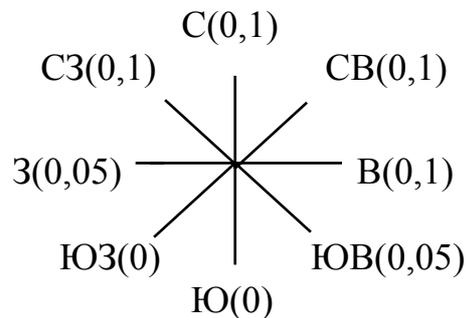


Рис. 3.3

Добавка в угловых помещениях вводится по 0,05 на каждую стену, дверь и окно, если одно из ограждений обращено на север, восток, северо-восток и северо-запад, и 0,1 – в других случаях.

Добавка на проветривание холодного подполья зданий в местностях с расчетной температурой наружного воздуха минус 40°С и ниже (параметры Б СНиП 23-01) – в размере 0,05.

Добавка на поступление холодного воздуха через наружные двери, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при высоте зданий H , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты в размере:

$0,2 H$ – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

$0,27 H$ – для двойных дверей с тамбурами между ними;

$0,34 H$ – для двойных дверей без тамбура;

$0,22 H$ – для одинарных дверей.

Добавка на поступление холодного воздуха для наружных ворот вводятся в размере 3 при отсутствии тамбура и в размере 1 при наличии тамбура. Для летних и запасных наружных дверей и ворот добавочные потери теплоты не учитывают.

Добавка на высоту помещений жилых, общественных и вспомогательных зданий. Суммарные теплопотери через все ограждения (включая прочие дополнительные теплопотери) высоких помещений увеличивают на 0,02 на каждый метр высоты сверх 4 м (общая добавка не должна превышать 0,15). Добавки на высоту для лестничных клеток не делают.

Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха через ОК помещений в результате действия теплового и ветрового давления следует определять по СНиП 41-01. Ориентировочно добавки на инфильтрацию можно принять: для НС из кирпича 0,05...0,1; для панельных НС 0,2; для окон 0,3...0,6.

Для лучшей организации техники расчета при определении основных и добавочных теплопотерь через ОК исходные и полученные данные вписывают в специальный формуляр (бланк) (приложение А). В формуляре должны быть подведены итоги расчета потерь теплоты по отдельным помещениям, по этажам и по всему зданию.

В формуляре расчета потерь теплоты ОК обозначаются двумя заглавными буквами: НС - наружная стена; ПЛ – пол; ПТ – потолок; ОО, ДО, ТО - окна соответственно с одинарным, двойным и тройным остеклением; БД, ОД, ДД, ТД - балконные и входные двери соответственно одинарные, двойные и тройные.

3.3. Теплопоступления в помещение

Бытовые тепловыделения $Q_{быт}$, Вт, в комнатах и кухнях жилых домов, следует принимать не менее чем 10 Вт на 1 м² пола. Бытовые тепловыделения помещений заносятся в графу 18 формуляра (бланка) для записи расчета теплопотерь.

3.4. Тепловая мощность системы отопления

Тепловая мощность отопительной установки помещения $Q_{от}$, Вт, для компенсации дефицита теплоты равна

$$Q_{от} = Q_{пот} - Q_{бат}. \quad (3.8)$$

Значение тепловой мощности отопительной установки помещения заносится в графу 19 формуляра (бланка) для записи расчета теплопотерь.

3.5. Удельная тепловая характеристика здания

Удельная тепловая характеристика здания q , Вт/(м³·°C), определяется по формуле

$$q = Q_{зд} / aV_n(t_{в} - t_{н}), \quad (3.9)$$

где $Q_{зд}$ - тепловая мощность системы отопления здания;

V_n - строительный объем здания по наружному обмеру;

a - коэффициент учета района строительства: $a = 0,54 + 22 / (t_{int} - t_{ext})$.

4. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

4.1. Отопительные приборы

Конструирование систем отопления начинается с расстановки на поэтажных планах отопительных приборов (ОП). Отопительные приборы должны обеспечивать равномерное обогревание помещений. **Отопительные приборы следует размещать** (СНиП 41-01), как правило, под световыми проемами в местах, доступных для осмотра, ремонта и очистки. Желательно, чтобы под окнами длина приборов составляла не менее 50 % длины проемов (как правило, не менее 70 % в больницах, детских дошкольных учреждениях, школах, домах престарелых и инвалидов). Под витринами и витражами приборы располагают по всей их длине. При размещении приборов под окнами вертикальные оси оконного проема и приборов совмещают (допустимо отклонение не более 50 мм). В жилых зданиях, гостиницах, общежитиях, административно-бытовых зданиях приборы могут быть смещены от оси проемов.

При выборе вида и типа отопительного прибора учитывают ряд факторов: назначение, архитектурно-технологическую планировку и особенности теплового режима помещения, место и продолжительность пребывания людей, вид системы отопления, технико-экономические и санитарно-гигиенические показатели прибора. В жилых зданиях обычно устанавливают радиаторы чугунные, алюминиевые секционные или конвекторы с кожухом. Схемы установки ОП у пола помещений жилых зданий показаны на рис. 4.1.

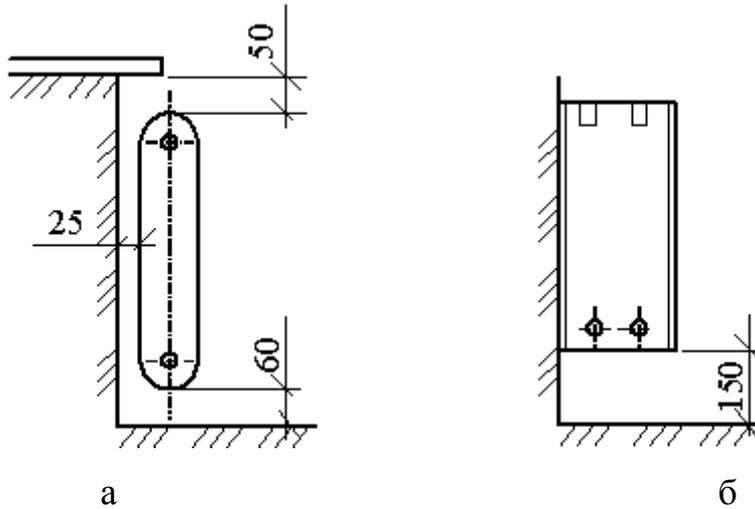


Рис. 4.1. Схемы установки отопительных приборов у пола помещений жилых зданий:
а – радиаторов; б – конвекторов с кожухом

ОП в лестничных клетках многоэтажных зданий (до 12 этажей) располагают внизу за входным тамбуром, применяя высокие конвекторы. В малоэтажных зданиях используют ОП того же типа, который принят для отопления основных помещений. ОП располагают так, чтобы не сокращать ширину маршей, не образовывать выступы плоскости стен на уровне движения людей.

Присоединение отопительных приборов к теплопроводам может осуществляться по трем схемам (рис.4.2). Наиболее эффективна схема сверху вниз, при которой плотность теплового потока ОП всегда выше за счет наиболее равномерной и высокой температуры поверхности прибора, чем при схеме снизу вниз и особенно снизу вверх.

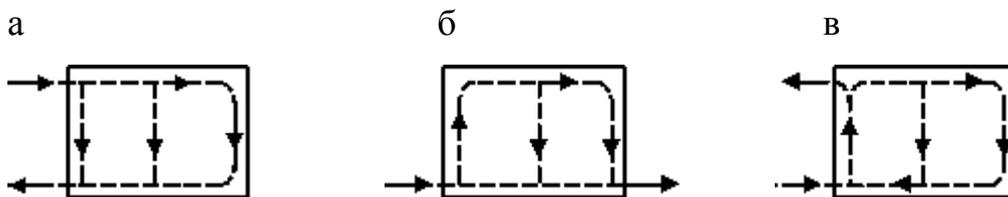


Рис. 4.2. Схемы подачи и отвода воды из отопительных приборов:
а – сверху-вниз; б – снизу-вниз; в – снизу-вверх

В двухтрубных и однетрубных системах с верхней прокладкой подающей магистрали наиболее целесообразно размещать приборы по отношению к стоякам таким образом, чтобы каждый стояк имел двустороннюю нагрузку (рис. 4.3 а, б,

в). На практике чаще используется одностороннее присоединение, позволяющее унифицировать узел «обвязки» прибора, что важно для зданий массового строительства. Присоединение приборов по схеме снизу-вниз чаще всего осуществляется в верхнем этаже вертикальных систем с нижней разводкой (рис. 4.3 г, д). Присоединение приборов по схеме снизу вниз применяется в системах отопления с нижней прокладкой обеих магистралей (рис. 4.3 е).

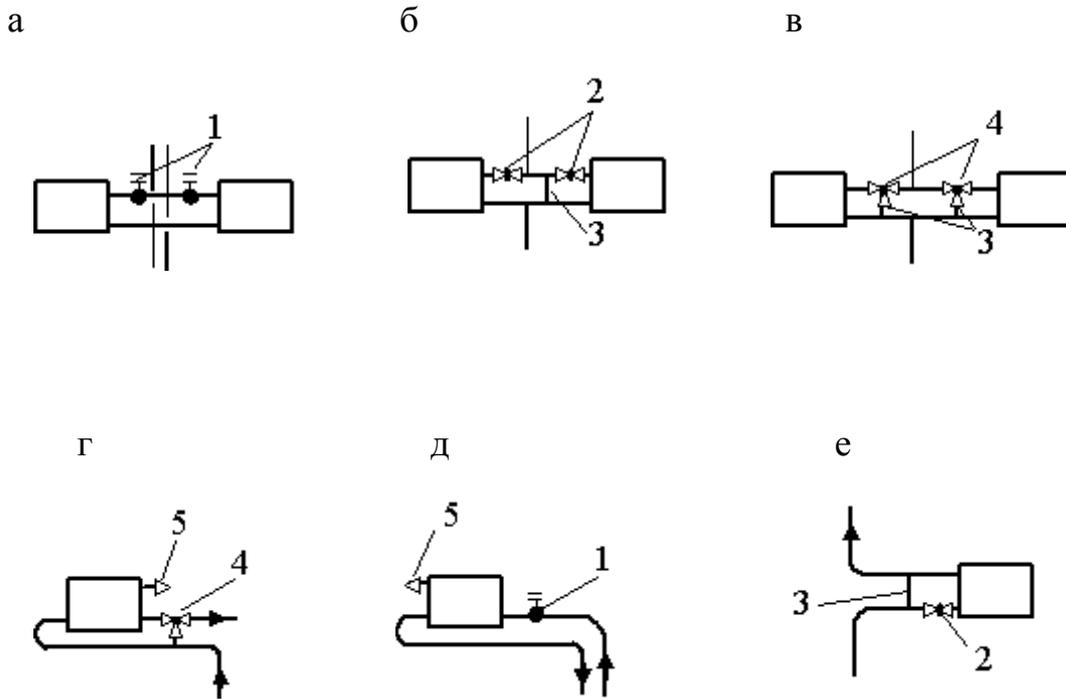


Рис.4.3. Присоединение отопительных приборов к теплопроводам систем отопления:

1 – кран двойной регулировки; 2 – кран регулирующий проходной;
3 - смещенный замыкающий участок; 4 –кран трехходовой; 5 –кран воздушный

К стоякам, питающим приборы лестничных клеток, нельзя присоединять приборы других помещений. Питание приборов лестничных клеток осуществляется по однострубной проточной схеме.

Окрашивание ОП в светлые тона уменьшает теплопередачу по сравнению с неокрашенными на 1...2 %, а при покрытии алюминиевой краской – до 25 %; при окраске приборов в темные тона теплопередача увеличивается на 3...5 %.

На поэтажных планах ОП условно показываются прямоугольником 2x12 мм независимо от их физической длины. В жилых и гражданских зданиях ОП оборудуются арматурой, позволяющей осуществлять монтажную и эксплуатационную

регулировку. У приборов лестничных клеток регулировочная арматура не ставится.

На подводках к отопительным приборам устанавливают запорно-регулирующую арматуру: при однотрубных стояках – регулирующие краны (только для эксплуатационного регулирования), имеющий пониженный (до 5) коэффициент местного сопротивления (ручные краны – проходные КРП и трехходовые КРТ, автоматические краны); при двухтрубных стояках (в том числе для приборов с воздушными клапанами) – регулирующие краны (для пусконаладочного и эксплуатационного регулирования), имеющие повышенный коэффициент местного сопротивления (ручные краны двойного регулирования КРД, краны КРП с дросселирующим устройством, автоматические краны). Регулирующие краны у ОП не устанавливают в местах, где может замерзать циркулирующая вода. Это относится к приборам при входе в лестничные клетки, у ворот, у загрузочных наружных проемов и т.п. местах.

4.2. Теплопроводы системы отопления

Трубы систем центрального водяного отопления предназначены для подачи в приборы и отвода из них необходимого количества теплоносителя, поэтому их называют теплопроводами. Теплопроводы вертикальных систем отопления подразделяют на магистрали, стояки и подводки.

Для пропуска теплоносителя используют трубы: металлические (стальные, медные и др.) и неметаллические (пластмассовые, стеклянные и др.).

Неоцинкованные (черные) *стальные сварные водогазопроводные трубы* (ГОСТ 3262-75*) $d_y = 10 \dots 50$ мм трех типов: легкие, обыкновенные и усиленные (в зависимости от толщины стенки). Усиленные толстостенные трубы применяют редко – в уникальных долговременных сооружениях при скрытой прокладке. Легкие тонкостенные трубы предназначены под сварку или накатку резьбы для их соединения при открытой прокладке. Обыкновенные трубы используют при скрытой прокладке. Размер водогазопроводной трубы обозначается цифрой условного диаметра в миллиметрах, например $d_y = 20$ мм.

Стальные электросварные трубы (ГОСТ 10704-76*) выпускают со стенками различной толщины. Поэтому в условном обозначении выбранной трубы указывают наружный диаметр и толщину стенки (76x2,8). При этом стенку принимают наименьшей толщины по сортаменту труб.

Медные трубы отличаются долговечностью, но они менее прочны и дороже стальных.

Термостойкие пластиковые трубы обладают пониженным коэффициентом трения, они не зарастают и не подвержены коррозии. Гибкость пластмассовых труб, простора их обработки значительно облегчают монтаж, пониженная теплопроводность уменьшает теплопотери через их стенки.

Трубы из малощелочного термостойкого стекла используют редко вследствие его хрупкости и ненадежности мест их соединений с отопительными приборами и арматурой.

Соединение теплопроводов между собой, с отопительными приборами и арматурой может быть неразборным (сварным и резьбовым) и разборным (резьбовым и болтовым). Резьбовое разборное соединение предусматривают в основном у отопительных приборов и арматуры для их демонтажа в случае необходимости.

Размещение подводки – соединительной трубы между стояком и прибором – зависит от вида ОП и положения труб в системе отопления. Для большинства приборов подводки прокладывают горизонтально (при длине до 500 мм) или с некоторым уклоном (5...10 мм на всю длину). Эти подводки в зависимости от положения продольной оси прибора по отношению к оси труб могут быть прямыми или с отступом, называемым «уткой».

Размещение стояков – соединительных труб между магистралями и подводками – зависит от положения магистралей и размещения подводов к ОП.

Стояки к магистралям должны быть присоединены таким образом, чтобы все параллельные ветви систем имели примерно одинаковую тепловую нагрузку и длину. В большинстве случаев прокладку стояков следует предусматривать от-

крытой. По специальным требованиям прокладка труб может быть скрытой: магистрали переносят в технические помещения, стояки и подводки к приборам скрывают в каналах и бороздах или замоноличивают (в местах расположения разборных соединений труб и арматуры предусматривают лючки).

Расстановка стояков в здании (рис. 4.4) производится следующим образом.

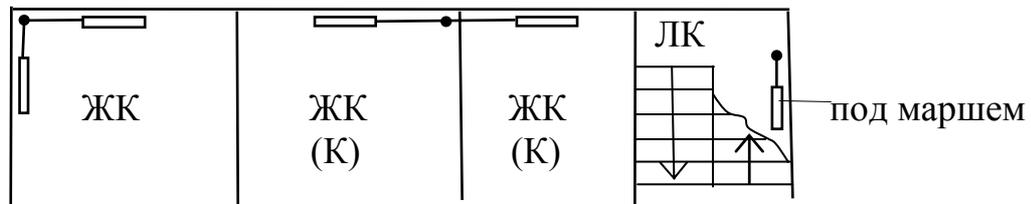


Рис. 4.4. Пример расстановки стояков

В угловых жилых комнатах стояки устанавливаются в углу (для предотвращения их промерзания), ОП смежных комнат можно подсоединять к одному стояку. Лестничные клетки оборудуются отдельными стояками по однотрубной проточной схеме.

При конструировании системы необходимо учитывать правила производства монтажных работ. В частности, следует выдерживать расстояние 80 мм между осями двухтрубных неизолированных стояков $D_y \leq 32$ мм, при этом подающие располагать справа (при взгляде из помещения). Расстояние от поверхности строительных конструкций до оси неизолированных стояков или горизонтальных труб принимать: 35 мм при $D_y \leq 32$ мм, 50 мм при $D_y > 32$ мм с допуском ± 5 мм. В местах пересечения стояков и подводов огибающие скобы устраивают на стояках (а не на подводках), причем изгиб обращают в сторону помещения.

Арматуру на стояках в малоэтажных (один-три этажа) зданиях не ставят (рис. 4.5 а).

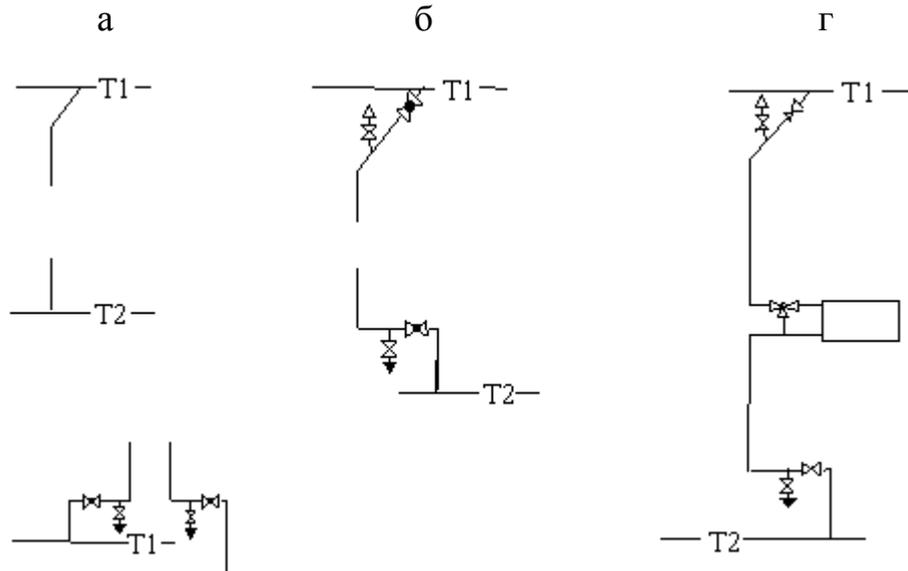


Рис. 4.5 - Схемы присоединения стояков к магистралям систем отопления двух - трехэтажных зданий (а), четырех - семиэтажных при верхней разводке (б) и при нижней разводке (в), восьмиэтажных и более высоких зданий (г)

В четырех - семи этажных зданиях на стояках устанавливают проходные пробочные краны (рис. 4.5 б, в), вместо спускных кранов можно применять тройники или муфты с пробками для выпуска воздуха.

В зданиях, имеющих восемь и более этажей (рис. 4.5 г), обязательна установка спускных кранов (вместо тройников с пробками); проходные краны заменяют вентилями также и при гидростатическом давлении, превышающем 0,6 МПа.

На стояках в лестничных клетках запорные краны устанавливают независимо от числа этажей.

Компенсация удлинения стояков в малоэтажных зданиях обеспечивается естественными их изгибами в местах присоединения к подающим магистралям (рис. 4.5 а). В более высоких четырех - семиэтажных зданиях стояки изгибают не только в местах присоединения к подающей, но и к обратной магистрали (рис. 4.5 б, в).

В зданиях, имеющих более семи этажей, таких изгибов труб недостаточно, и для компенсации удлинения средней части стояков применяют дополнительные изгибы труб с относом ОП от оси стояка (рис. 4.5 г).

Размещение магистралей – соединительной трубы между местным тепловым пунктом и стояками – зависит от назначения и ширины здания, вида системы отопления.

В гражданских зданиях шириной до 9 м магистрали можно прокладывать вдоль их продольной оси (рис 4.6, а). В гражданских зданиях шириной более 9 м предусматривают прокладку магистралей, обеспечивающую разделение системы отопления на две пофасадные части. При этом не только сокращается протяженность труб, но и становится возможным эксплуатационное регулирование теплоотдачи отдельно для каждой стороны здания – пофасадное регулирование.

Магистрали систем отопления гражданских зданий размещают, как правило, в чердачных и технических помещениях. В чердачных помещениях магистрали располагают на расстоянии 1...1,5 м от наружных стен (рис. 4.6 б, в) для удобства монтажа и ремонта, а также для обеспечения компенсации удлинения стояков. В подвальных помещениях, в технических этажах магистрали для экономии места укрепляют на стенах (рис.4.6).

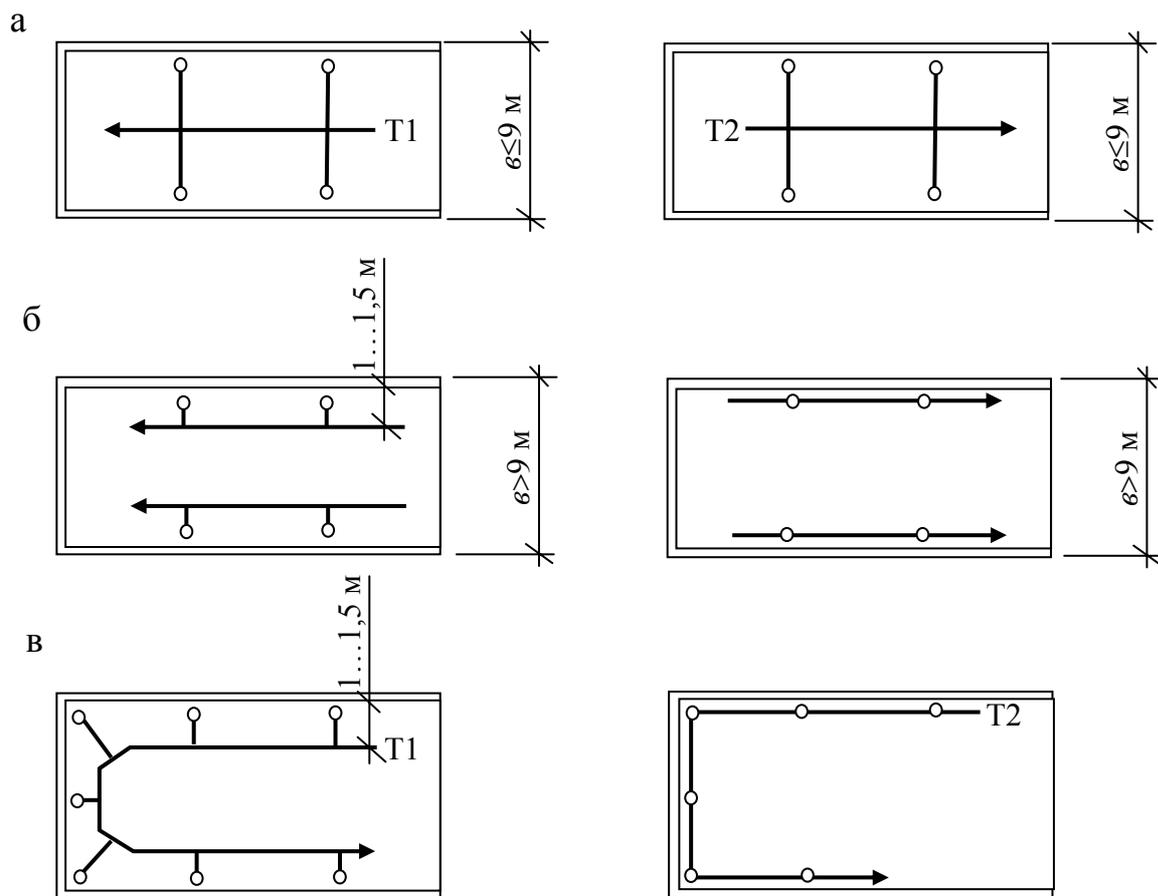


Рис. 4.6. Размещение магистралей систем отопления в чердачных (слева), подвальных (справа) помещениях зданий шириной 9 м (а), шириной более 9 м при тупиковом (б) и попутном (в) движении теплоносителя в трубах

Арматура на магистралах необходима для отключения отдельных частей системы отопления. В качестве такой арматуры используют муфтовые проходные краны и вентили, а также фланцевые задвижки на трубах крупного калибра ($d_y \geq 50$ мм). В пониженных местах на магистралах устанавливают спускные краны, в повышенных местах водяных магистралей – воздушные краны или воздухоотборники.

При размещении магистралей предусматривают свободный доступ к ним для осмотра, ремонта и замены, а также *уклон* (рекомендуется 0,003), при необходимости по СНиП допустим минимальный уклон 0,002) и компенсацию теплового удлинения труб.

Компенсация удлинения магистралей выполняется прежде всего естественными их изгибами, связанными с планировкой здания, и только прямые магистра-

ли значительной длины, особенно при высокой температуре воды, снабжаются П-образными компенсаторами или гофрированными патрубками.

4.3. Удаление воздуха из системы отопления

В системах центрального водяного отопления скопления воздуха (точнее газов) нарушают циркуляцию теплоносителя и вызывают шум и коррозию стали. Воздух в системы отопления попадает различными путями: частично остается в свободном состоянии при заполнении их теплоносителем; подсасывается в процессе эксплуатации неправильно сконструированной системы; вносится водой при заполнении и эксплуатации в растворенном виде. В системе с деаэрированной водой появляется водород с примесью других газов.

Количество свободного воздуха, остающегося в трубах и приборах при их заполнении, не поддается учету, но этот воздух в правильно сконструированных системах удаляется в течение нескольких дней эксплуатации.

Подсос воздуха можно избежать путем создания избыточного давления в неблагоприятных точках системы.

Количество растворенного воздуха, вводимого в системы при периодических добавках воды в процессе эксплуатации, определяется в зависимости от содержания воздуха в подпиточной воде. Холодная водопроводная вода может содержать свыше 30 г воздуха в 1 т воды, подпиточная деаэрированная вода из теплофикационной сети – менее 1 г. Поэтому всегда следует стремиться к заполнению и подпитке систем отопления деаэрированной водой.

Перемещение и сбор свободного воздуха связаны со скоростью витания воздушных пузырьков. Скорость витания пузырьков воздуха составляет: в вертикальных трубах 0,2...0,25 м/с, в наклонных и горизонтальных трубах 0,1...0,15 м/с. Скорость их всплывания не превышает скорости витания.

В насосной системе *с верхней разводкой* для перемещения пузырьков воздуха к воздухоотборникам уклон магистралей рекомендуется делать против направления движения воды (рис. 4.7 а). Так же делается уклон обратных магистралей и в насосной системе с опрокинутой циркуляцией воды для перемещения воз-

душных скоплений к центральному воздухоборнику или расширительному баку, помещаемому над главным обратным стояком (рис. 4.7 б).

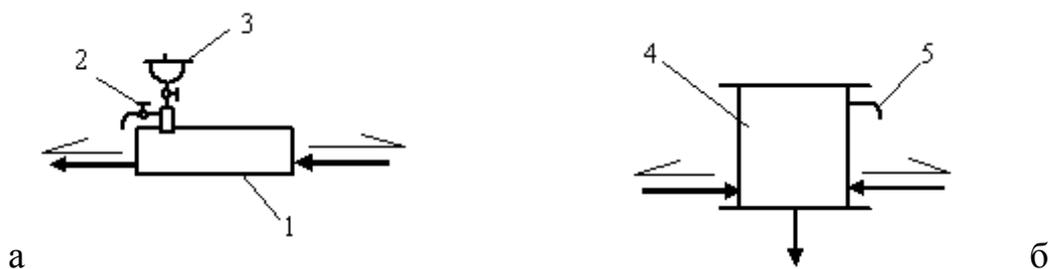


Рис. 4.7. Способы удаления воздушных скоплений из систем водяного отопления с верхней разводкой (а), обратной магистрали (б):

1 – горизонтальный проточный воздухоборник; 2 – спускной кран; 3 – автоматический воздухоотводчик; 4 – проточный расширительный бак; 5 – переливная труба

В стояках насосной *однотрубной системы с нижней разводкой* рекомендуется скорость движения воды не менее 0,25...0,3 м/с для уноса пузырьков воздуха. Воздушные краны, устанавливаемые на ОП (рис. 4.8), предназначены для использования при проведении пуско-наладочных и ремонтных работ.

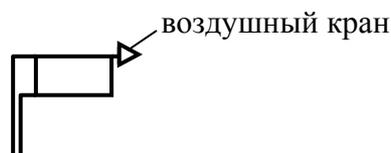


Рис. 4.8. Способы удаления воздушных скоплений из отопительного прибора верхнего этажа в системах водяного отопления с нижней разводкой

Магистраль $d_y > 50$ мм, а также ветви горизонтальных систем независимо от диаметра допускается прокладывать без уклона при скорости движения воды не менее 0,25 м/с.

В *двухтрубной системе с нижней разводкой* для сбора воздуха используются ОП на верхнем этаже (рис. 4.8) или воздушные трубы. Воздушные трубы стояков объединяются воздушной линией – горизонтальной оцинкованной трубой $d_y = 15$ мм с одной воздушной петлей $h = 500$ мм, которая соединяется с вертикаль-

ным непроточным воздухоборником (рис. 4.9 а) или с трубами открытого расширительного бака (рис. 4.9 б).

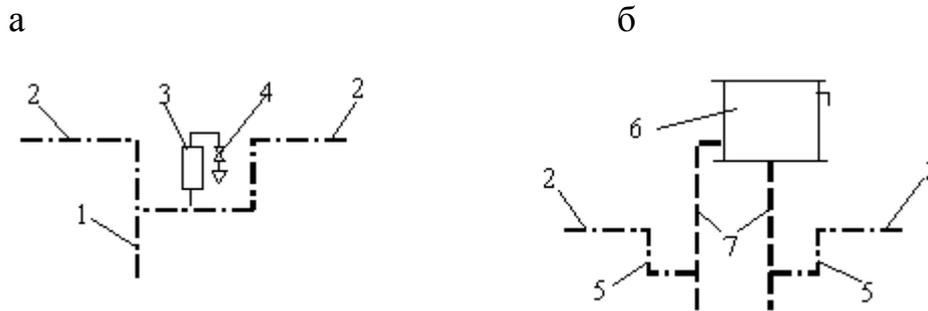


Рис. 4.9. Способы централизованного удаления воздушных скоплений из систем водяного отопления с нижней разводкой:

а – через вертикальный воздухоборник; б – через расширительный бак
 1 – воздушная труба стояка; 2 – воздушные линии; 3 – вертикальный непроточный воздухоборник; 4 – спускной кран; 5 – воздушная петля; 6 - открытый расширительный бак; 7 – соединительные трубы

Воздух, скопившийся в воздухоборниках, выпускают в атмосферу вручную через спускные краны 2 (рис. 4.8) и 4 (рис. 4.9) или через автоматические воздухоотводчики 3 (рис. 4.8).

5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

5.1. Расчетное циркуляционное давление в системе

В системе отопления расчетное давление для создания циркуляции воды Δp_p , Па, определяется по формулам:

- в насосной вертикальной одноконтурной системе при качественном регулировании теплоносителя

$$\Delta p_p = \Delta p_n + \Delta p_e; \quad (5.1)$$

- то же при автоматическом качествен-количественном регулировании теплоносителя

$$\Delta p_p = \Delta p_n + 0,7\Delta p_e; \quad (5.2)$$

- в насосных двухконтурной и горизонтальной одноконтурной системах

$$\Delta p_p = \Delta p_n + 0,4\Delta p_e; \quad (5.3)$$

- в гравитационной системе

$$\Delta p_p = \Delta p_e, \quad (5.4)$$

где Δp_n – давление, создаваемое циркуляционным насосом для обеспечения необходимого расхода воды в системе;

Δp_e – естественное циркуляционное давление:

$$\Delta p_e = \Delta p_{e.np} + \Delta p_{e.mp}. \quad (5.5)$$

Естественное циркуляционное давление, возникающее в расчетном кольце системы вследствие охлаждения воды в трубах $\Delta p_{e.mp}$, Па, находят по рис. Б.1 (приложение Б). В насосных системах с нижней разводкой величиной $\Delta p_{e.mp}$ можно пренебрегать.

Естественное циркуляционное давление, возникающее в расчетном кольце системы вследствие охлаждения воды в отопительных приборах $\Delta p_{e.np}$, Па, определяется по формулам:

а) в вертикальной однетрубной системе при N приборах в стояке, входящем в расчетное кольцо:

$$\Delta p_{e.np} = \frac{\beta g}{c G_{cm}} \sum N(Q_i h_i), \quad (5.6)$$

где Q_i – необходимая теплоподача теплоносителем в i -е помещение:

$$Q_i = Q_{n.i} \beta_1 \beta_2; \quad (5.7)$$

$Q_{n.i}$ – теплопотери i -го помещения, Вт;

β_1 - коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых ОП за счет округления сверх расчетной величины (табл. 5.1);

Таблица 5.1

Значения коэффициента β_1

Шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, Вт	β_1
120	1,02
150	1,03
180	1,04
210	1,06
240	1,08
300	1,13

Примечание: для ОП помещения с номинальным тепловым потоком более 2,3 Вт следует принимать вместо β_1 коэффициент $\beta_1^1 = 0,5(1+\beta_1)$

β_2 - коэффициент учета дополнительных потерь теплоты ОП у наружных ограждений (табл. 5.2);

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
Конвектор		
с кожухом	1,02	1,05
без кожуха	1,03	1,07

c – удельная массовая теплоемкость воды [4187 Дж/(кг·К)];

β - среднее приращение плотности при понижении температуры воды на 1 °С, при расчетной разности температур воды в системе 95...70, °С, $\beta=0,64$;

h_i – вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения (середина высоты ОП в однетрубной проточной системе, точка присоединения нижней подводки в однетрубной системе с замыкающими участками) и нагревания (середина высоты теплообменника или котла, точка смешения воды в тепловом пункте и т.д.); расстояние h_i может измеряться от уровня магистрали, прокладываемой в подвальном помещении:

G_{cm} - расход воды в стояке, кг /с; при гидравлическом расчете системы с равными перепадами температуры воды в стояках

$$G_{cm} = \frac{\sum Q_{n.i}}{c \cdot \Delta t_c} \beta_1 \beta_2, \quad (5.8)$$

где $\Delta t_c = t_r - t_o$ – расчетная разность температур в системе $\Delta t_c=95-70=25$ °С.

С учетом формулы (5.8) получено выражение

$$\Delta p_{e.пр} = \frac{\beta g}{Q_{cm}} (t_2 - t_o) \sum (Q_{n.i} h_i), \quad (5.9)$$

где $Q_{cm} = \sum Q_{n.i}$ – тепловая нагрузка стояка;

б) в двухтрубной системе в расчетном кольце через отопительный прибор на нижнем этаже

$$\Delta p_{e.np} = \beta g h_1 (t_r - t_o), \quad (5.10)$$

где h_1 - вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения (середина высоты ОП) и нагревания, м.

В насосных системах допустимо не учитывать Δp_e , если оно составляет менее 10 % от Δp_n .

5.2. Гидравлический расчет системы отопления по удельным линейным потерям давления

Гидравлический расчет центрального водяного отопления сводится к определению экономичных сечений участков трубопроводов, обеспечивающих при определенном перепаде давления подачу необходимого количества теплоносителя ко всем отопительным приборам.

Гидравлический расчет выполняют по пространственной схеме системы отопления, вычерчиваемой обычно в аксонометрической проекции. На схеме системы выявляют циркуляционные кольца, делят их на участки и наносят тепловые нагрузки.

Участок - это часть теплопровода с неизменным расходом теплоносителя.

Расчет начинают с **основного циркуляционного кольца системы**, в котором установлено наименьшее значение Δp_1 – отношение расчетного циркуляционного давления Δp_p к длине кольца Σl :

$$\Delta p_1 = \Delta p_p / \Sigma l. \quad (5.11)$$

В насосной вертикальной однострубной системе – это кольцо через наиболее нагруженный стояк из удаленных от теплового пункта при тупиковом движении воды или через наиболее нагруженный из средних стояков при попутном

движении воды в магистралях. В насосной двухтрубной системе – это кольцо через нижний отопительный прибор аналогично выбранных стояков.

Расход воды на расчетном участке теплопровода $G_{yч}$ рассчитывается по формуле

$$G_{yч} = 3,6Q_{yч}\beta_1\beta_2/(c\Delta t_c), \quad (5.12)$$

где $Q_{yч}$ - тепловая нагрузка участка, составленная из тепловых нагрузок ОП, обслуживаемых протекающей по участку водой, Вт;

$c, \beta_1, \beta_2, \Delta t_c$ – то же, что в формулах (5.6) и (5.7).

Выбор диаметров участков производится из условия максимального приближения фактических потерь напора на трение на участке $R_{yч}$ к значению **средних удельных потерь давления на трение** (удельное сопротивление) R_{cp}

$$R_{cp} = \alpha\Delta P_e/\Sigma l, \quad (5.13)$$

где α - коэффициент, учитывающий долю потерь давления на трение в системе, принимаемый для систем с естественной циркуляцией воды 0,5, с насосной циркуляцией - 0,65;

Σl - сумма длин участков циркуляционного кольца.

По R_{cp} при определенных значениях $G_{yч}$ по таблицам для гидравлического расчета трубопроводов (приложение В) находятся диаметр трубопровода d , фактические потери на трение R , скорость движения воды v . Эти данные заносятся в расчетную ведомость (приложение Г).

Потери давления в местных сопротивлениях участка

$$Z = \Sigma \xi v^2 \rho / 2, \quad (5.14)$$

где $\Sigma \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений в данном участке теплопровода;

v - скорость воды в теплопроводе, м/с;

$v^2 \rho / 2$ - динамическое давление воды в данном участке теплопровода, Па.

К местным сопротивлениям относятся тройники, крестовины, отводы, вентили, краны, ОП, котлы, теплообменники и др.

Коэффициенты ξ местных сопротивлений можно принимать по приложению Д (приближенные значения). Для точных расчетов коэффициенты местных сопротивлений принимают по табл. II.13...II.20 [6].

Для определения потерь давления на местные сопротивления для расчетов трубопроводов водяного отопления в зависимости от скорости движения воды и суммы коэффициентов местных сопротивлений можно использовать табл. Е.1 (приложение Е).

Местные сопротивления относятся к участку с меньшим расходом теплоносителя, а коэффициенты местных сопротивлений котлов и ОП учитывают пополам.

Общая потеря давления на расчетном участке должна быть меньше располагаемого давления, которое определяется с учетом 10%-ного запаса на неучтенные потери:

$$\sum(R_{yч}l_{yч}+Z_{yч}) \approx 0,9\Delta p_p. \quad (5.15)$$

Расчет **второстепенных циркуляционных колец** системы проводят исходя из расчета основного кольца. В каждом новом кольце рассчитывают только дополнительные (не общие) участки, параллельно соединенные с участками основного кольца. При этом стремятся к получению равенства

$$\sum(Rl+Z)_{дон} = 0,9\Delta p_{p.дон}, \quad (5.16)$$

где $\Delta p_{p.дон}$ – располагаемое циркуляционное давление для расчета дополнительных не общих участков.

Это давление принимают равным потерям давления (ранее вычисленным) на параллельно соединенных с ними участках, входящих в основное кольцо:

двухтрубной системы

$$\Delta p_{p.дон} = \sum(Rl+Z)_{осн}; \quad (5.17)$$

однотрубной системы

$$\Delta p_{p.дон} = \sum(Rl+Z)_{осн} + (\Delta p_{e.дон} - \Delta p_{e.осн}), \quad (5.18)$$

с поправкой на разность естественных циркуляционных давлений в рассчитываемом и основном кольце по формуле (5.6).

Невязка потерь давления в циркуляционных кольцах не должна превышать 5 % при попутной и 15 % - при тупиковой разводке систем при расчете с постоянными разностями температур [5].

Если полученная невязка больше допустимой, изменяют диаметры трубопроводов на нескольких участках и расчет повторяют.

Для однотрубной системы с замыкающими участками расход воды в приборах определяется с учетом **коэффициента затекания** воды в приборы, представляющего собой отношение массы воды, затекающей в прибор, к общей массе воды, проходящей по стояку:

$$\alpha = G_{np}/G_{cm}. \quad (5.19)$$

Значения коэффициента затекания воды в приборы приведены в табл. 5.3

Таблица 5.3

Значения коэффициента затекания воды α в приборных узлах с радиаторами секционными и панельными типа РСВ1

Приборный узел	Присоединение приборов к стояку	Подводка с замыкающим участком	α
С трехходовым краном КРТ	Одностороннее	-	1,0
	Двустороннее	-	0,50
С проходным краном КРП	Одностороннее	Смещенным*	0,50
		Осевым	0,33
	Двустороннее	Смещенным	0,20
		Осевым	0,17
* При подводках с утками для этого узла $\alpha=0,33$, для остальных узлов α не изменяется			

В однотрубных системах водяного отопления потери давления в стояках должны составлять не менее 70% общих потерь давления в циркуляционных кольцах без учета потерь давления в общих участках.

Для увязки потерь давления могут применяться составные стояки из труб различного диаметра. В первую очередь изменяют диаметр труб, соединяющих стояки с магистралями.

При невозможности увязки потерь давления путем изменения диаметра труб прибегают к диафрагмированию стояков. Диаметр диафрагмы определяют по формуле

$$d_{\partial} = 3.54 \sqrt[4]{\frac{G^2}{\Delta p_u}}, \quad (5.20)$$

где G – расход воды в месте установки диафрагмы, кг/ч;

Δp_u - избыточное давление в циркуляционном кольце, Па.

Диаметр отверстия шайбы во избежание засорения должен быть не менее 5 мм.

По окончании гидравлического расчета на аксонометрической схеме системы и на планах здания проставляются диаметры рассчитанных трубопроводов и диафрагм.

6. РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

6.1. Расчет поверхности отопительных приборов

Требуемый номинальный тепловой поток определяют по формуле

$$Q_{н.т} = Q_{np} / \varphi_k, \quad (6.1)$$

где φ_k – комплексный коэффициент приведения номинального условного теплового потока прибора к расчетным условиям;

Q_{np} – *необходимая теплопередача прибора* в рассматриваемое помещение

$$Q_{np} = Q_n - 0,9 Q_{mp} \quad (6.2)$$

Q_{mp} – *теплоотдача открыто проложенных в пределах помещения труб* стояка (ветви) и подводок, к которым непосредственно присоединен прибор,

$$Q_{mp} = q_v l_v + q_z l_z, \quad (6.3)$$

где q_v и q_z – теплоотдача 1 м вертикальных и горизонтальных труб, Вт/м, для неизолированных труб принимается по табл. Ж.1 (приложение Ж), исходя из диаметра и положения труб, а также разности температуры теплоносителя при входе его в рассматриваемое помещение t_T и температуры воздуха в помещении t_B ;

l_v и l_z – длина вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м.

Тепловой поток выбранного прибора не должен уменьшаться более, чем на 5% или на 60 Вт по сравнению с Q_{np} , поэтому прибор выбирают по приложению X [6] по величине $Q_{н.т}$, полученной исходя из значения Q_{np} , уменьшенного на 5% при $Q_{np} \leq 1200$ Вт или на 60 Вт при $Q_{np} > 1200$ Вт.

Комплексный коэффициент приведения номинального условного теплового потока прибора к расчетным условиям φ_k при теплоносителе воде:

$$\varphi_k = \left(\frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p b \psi c ; \quad (6.4)$$

Δt_{cp} – разность средней температуры воды t_{cp} в приборе и температуры окружающего воздуха $t_{в}$, °С:

$$\Delta t_{cp} = (t_{ex} - t_{вых}) / 2 - t_{в}; \quad (6.5)$$

t_{ex} и $t_{вых}$ – температура воды, входящей в прибор и выходящей из него, °С;

G_{np} – **расход воды в приборе** (для конвекторов – расход воды в одной трубе конвектора), кг/ч,

$$G_{np} = \frac{3,6 Q_{np} \beta_1 \beta_2}{c_e (t_{ex} - t_{вых})}, \quad (6.6)$$

для однотрубных систем $G_{np} = \alpha G_{cm}$ (α - коэффициент затекания воды в приборных узлах);

b - коэффициент учета атмосферного давления в данной местности (табл. 6.1);

n, p, c – экспериментальные числовые показатели (приложение И);

Ψ - коэффициент учета направления движения теплоносителя в приборе снизу-вверх:

$$\Psi = 1 - a(t_{ex} - t_{вых}), \quad (6.7)$$

где $a=0,006$ – для чугунных секционных и стальных панельных радиаторов типа РСВ1; $a=0,002$ – для конвекторов настенных типа “Универсал”, “Аккорд” и прибора “Коралл” в двухрядном исполнении по высоте, для остальных приборов $\Psi=1$.

Значения коэффициента b учета расчетного атмосферного давления
для отопительных приборов

Тип отопительного прибора	Значение b при атмосферном давлении, гПа (мм рт.ст.)							
	1040 (780)	1013,3 (760)	1000 (750)	987 (740)	973 (730)	960 (720)	947 (710)	933 (700)
Радиатор панельный стальной однорядный	1,008	1,0	0,996	0,991	0,987	0,982	0,978	0,973
Радиатор двухрядный и секционный чугунный	1,011	1,0	0,994	0,989	0,983	0,977	0,972	0,966
Конвектор без кожуха, труба ребристая, при- бор «Коралл»	1,012	1,0	0,994	0,988	0,982	0,976	0,970	0,963
Конвектор с кожухом	1,015	1,0	0,992	0,983	0,975	0,968	0,961	0,954

Минимально допустимое число секций чугунного радиатора определяют по формуле

$$N_{\text{мин}} = \frac{Q_{\text{н.т}} \beta_4}{Q_{\text{н.у}} \beta_3}, \quad (6.8)$$

где $Q_{\text{н.у}}$ – номинальный условный тепловой поток одной секции радиатора, Вт, принимается по табл. 6.2;

$Q_{\text{н.т}}$ – требуемый номинальный тепловой поток, Вт;

β_4 – коэффициент учета способа установки радиатора, при открытой установке $\beta_4=1$;

β_3 – коэффициент учета числа секций в приборе для радиатора типа МС-140, принимаемый равным:

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

Для радиаторов остальных типов по формуле

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{34}{NQ_{н.у}} \cdot (6.9)$$

Таблица 6.2

Техническая характеристика радиаторов чугунных секционных

Эскиз	Отопительный прибор	Площадь нагревательной поверхности A , м ²	Номинальный тепловой поток $Q_{н.у}$, Вт	Строительные размеры				Масса, кг
				l	l_1	l_2	l_3	
	МС-140-108	0.244	185	500	588	140	108	7,62
	МС-140-98	0.240	174	500	588	140	98	7,4
	М-140-АО	0.299	178	500	582	140	96	8,45
	М-140А	0.254	164	500	582	140	96	7,8
	М-90	0.2	140	500	582	90	96	6,15
	МС-90-108	0.187	150	500	588	90	108	6,15

6.2. Расчетная температура теплоносителя воды в отопительных приборах

Средняя температура воды в отопительном приборе с тепловой нагрузкой Q_n , Вт, присоединенном к стояку (или горизонтальной ветви):

однотрубной системы отопления

$$t_{cp} = t_2 - \sum \Delta t_m - \left(\sum Q_n + \frac{0.5Q_n}{\alpha} \right) \frac{\beta_1 \beta_2}{c G_{cm}}; (6.10)$$

двухтрубной системы отопления

$$t_{cp} = 0.5 \left[t_2 - \left(\sum \Delta t_m + \sum \Delta t_{n.cm} \right) + t_0 \right], (6.11)$$

где t_T и t_0 – расчетная температура горячей и обратной воды в системе, °С;

$\sum \Delta t_M$ – суммарное понижение температуры воды, °С, на участках подающей магистрали от начала системы до рассматриваемого стояка (или горизонтальной ветви). Понижение температуры воды на 10 м изолированной подающей магистрали насосной системы отопления ориентировочно составляет:

d_y , мм	25...32	40	50	65...100	125...150
Δt_M , °С	0,40	0,40	0,30	0,20	0,10

Q_n – тепловая нагрузка прибора за вычетом теплоотдачи транзитных труб, проложенных в помещении, кроме стояка (ветви) и подводок, к которым непосредственно присоединен прибор, Вт;

c – удельная массовая теплоемкость воды, равная 4187 Дж/(кг·К);

$G_{ст}$ – расход воды в стояке (ветви), кг/ч, по данным гидравлического расчета системы отопления.

В формуле (6.11) $\sum \Delta t_{п.ст}$ – суммарное понижение температуры воды на участках подающего стояка от магистрали до рассчитываемого прибора, °С, вычисляется по формуле

$$\sum \Delta t_{п.ст} = \sum_{i=1}^N \frac{q_{в.i} l_{уч.i}}{c G_{уч.i}} \beta_1 \beta_2, \quad (6.12)$$

где $q_{в.i}$ – теплоотдача 1 м вертикальной трубы, Вт/м, на i -м участке подающего стояка (принимают по таблицам);

$l_{уч.i}$ – длина i -го участка подающего стояка, м;

$G_{уч.i}$ – расход воды, кг/ч, на i -ом участке подающего стояка.

7. КАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

В этой системе удаление внутреннего загрязненного воздуха осуществляется по специальным каналам, предусмотренным в конструкции здания, или приставным воздуховодам. Перемещение воздуха осуществляется за счет давления, обусловленного разностью плотности наружного и внутреннего воздуха.

Вытяжная естественная канальная вентиляция осуществляется преимущественно в жилых и общественных зданиях для помещений, не требующих большого воздухообмена (не более однократного). В жилых зданиях проветриваются кухни, санузлы, ванные комнаты. Системы дешевы при устройстве и эксплуатации, однако имеют существенный недостаток: эффективность их работы зависит от наружной температуры воздуха.

На рис. 7.1 показана схема вытяжной естественной канальной вентиляции. Она состоит из вертикальных внутренних или приставных каналов (2) с отверстиями, закрытыми жалюзийными решетками (1), сборного горизонтального воздуховода (3) (прокладывается горизонтально в чердачном помещении или в подвесном потолке) и вертикальной вытяжной шахты (4).

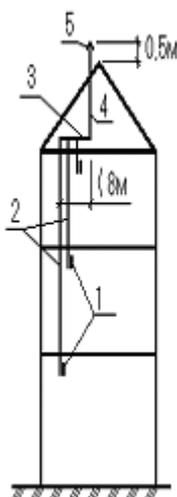


Рис. 7.1. Схема вытяжной естественной канальной вентиляции малоэтажного здания

Для усиления вытяжки воздуха из помещений на шахте часто устанавливают специальную насадку - дефлектор (5). Вытяжка из помещений регулируется жалюзийными решетками в вытяжных отверстиях или задвижками, устанавли-

ваемыми в сборном воздуховоде (коробе) и в шахте. Такая система вентиляции бывает только вытяжная.

На основании технико-экономических расчетов и опыта эксплуатации допускается радиус действия естественных вытяжных систем вентиляции (от оси вентиляционной шахты до оси наиболее удаленного вентиляционного канала) не более 8 м.

Наиболее рациональной формой сечения канала и воздуховода следует считать круглую, так как по сравнению с другими формами она при той же площади имеет меньший периметр, а следовательно, и меньшую величину сопротивления трению.

В зданиях с кирпичными внутренними стенами вентиляционные каналы устраивают в толще стен или бороздах, заделываемых плитами. **Минимально допустимый размер вентиляционных каналов** в кирпичных стенах *1/2 х 1/2 кирпича*. Толщина стенок канала принимается не менее 1/2 кирпича. Если нет внутренних кирпичных стен, устраивают приставные воздуховоды из блоков или плит с минимальным размером сечения *100 х 150 мм*. Размер **горизонтальных воздуховодов**, расположенных на чердаках, следует принимать не менее *200 х 200 мм*.

Для предотвращения охлаждения воздуха, перемещаемого по воздуховодам (что снижает естественное давление), их устраивают у внутренних строительных конструкций. При размещении у наружных стен воздуховоды необходимо тщательно изолировать (утеплять). Также необходимо утеплять сборные горизонтальные воздуховоды, прокладываемые на чердаках или в неотапливаемых помещениях. Термическое сопротивление стенок воздуховодов R_{CT} должно быть не менее $0,5 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

В бесчердачных зданиях каналы можно объединять в сборный воздуховод, устраивая его под потолком коридора, ЛК и других вспомогательных помещений или в подшивном потолке. В бесчердачных жилых зданиях вентиляционные вертикальные каналы часто выводят без объединения в сборный воздуховод (рис. 7.2).

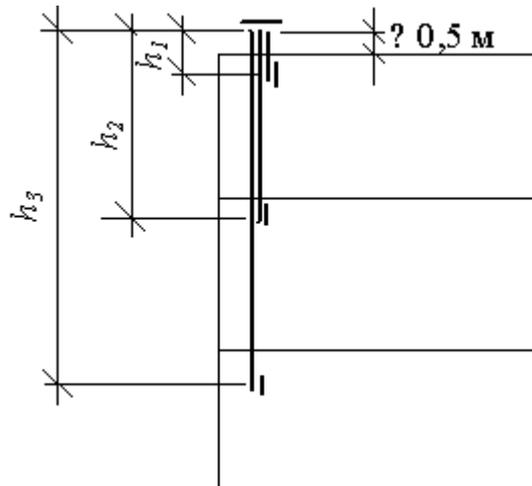


Рис. 7.2. Схема системы вентиляции в бесчердачных зданиях

Вентиляционные блоки для зданий с числом этажей до пяти изготавливают с индивидуальными каналами для каждого этажа, а для зданий с большим числом этажей с целью сокращения площади, занимаемой каналами, выполняются по схеме с перепуском через один или несколько этажей (рис. 7.3). Такие блоки имеют сборный канал большого сечения, к которому подключаются вертикальные каналы из этажей [9]. Устройство самостоятельных каналов из каждого помещения обеспечивает пожарную безопасность вентиляционных систем, звукоизоляцию и выполнение санитарно-гигиенических требований.

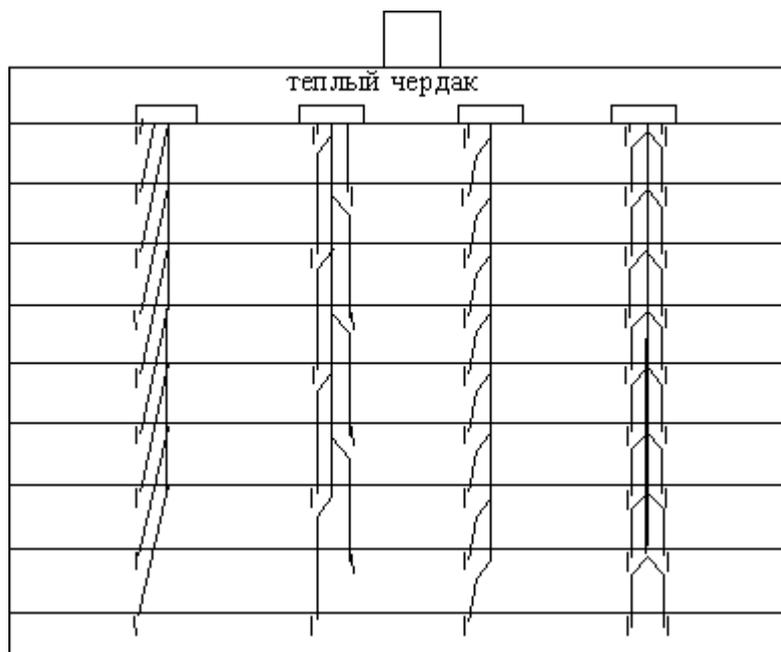


Рис. 7.3. Схемы систем вентиляции в жилых зданиях повышенной этажности

Высота шахты естественной вытяжной вентиляции над кровлей определяется в зависимости от расстояния до оси здания (рис. 7.4). Вытяжные шахты систем вентиляции жилых зданий устраивают с обособленными или объединенными каналами.

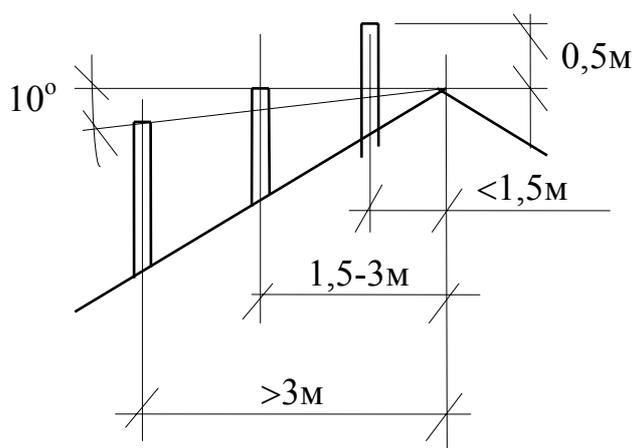


Рисунок 7.4. Высота шахты естественной вытяжной вентиляции над кровлей

7.1. Расчет канальной естественной вытяжной вентиляции

Основы расчета заключаются в определении естественного давления Δp_E , Па, возникающего за счет разности плотности наружного и внутреннего воздуха, и сечений вентиляционных каналов, обеспечивающих заданный расход воздуха. **Естественное давление** определяется по формуле

$$\Delta p_E = h_i g (\rho_n - \rho_b), \quad (7.1)$$

где h_i - высота воздушного столба (рис. 7.2), принимаемая от центра вытяжного отверстия (жалюзийной решетки) до устья вытяжной шахты, м;

ρ_n, ρ_b - плотность соответственно наружного (определяется для температуры + 5 °С) и внутреннего воздуха, кг/м³.

Температура + 5 °С считается критической, так как при более высоких наружных температурах, когда естественное давление становится весьма незначительным, дополнительный воздухообмен можно осуществить простейшими способами: открывая форточки и фрамуги.

Из выражения (7.1) следует, что естественное давление становится большим при понижении наружной температуры воздуха и увеличивается с повышением этажности здания, практически оставаясь неизменным для верхнего этажа. К снижению естественного давления приводит охлаждение воздуха в вертикальных каналах.

Эффективная работа системы естественной вытяжной вентиляции обеспечивается при сохранении равенства

$$\Delta p_E = \alpha \Sigma(Rl\beta + Z), \quad (7.2)$$

где α - коэффициент запаса, равный 1,1...1,15;

R - удельная потеря давления на трение, Па/м;

l - длина воздухопроводов (каналов), м;

Rl - потеря давления на трение расчетной ветви, Па;

β - поправочный коэффициент на шероховатость поверхности (табл. 7.1);

Z - потеря давления на местные сопротивления ($Z = \Sigma \xi h_V$);

$\Sigma \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений;

h_V - динамическое давление.

Значения коэффициентов шероховатости

Скорость движения воздуха, м/с	Материал воздуховода			
	шлакогипс	шлакобетон	кирпич	штукатурка по сетке
0,4	1,08	1,11	1,25	1,48
0,8	1,13	1,19	1,4	1,69
1,2	1,18	1,25	1,5	1,84
1,6	1,22	1,31	1,58	1,95
2	1,25	1,35	1,65	2,04
2,4	1,28	1,38	1,7	2,11
3	1,32	1,43	1,77	2,2
4	1,37	1,49	1,86	2,32
5	1,41	1,54	1,93	2,41
6	1,44	1,58	1,98	2,48
7	1,47	1,61	2,03	2,54
8	1,49	1,64	2,06	2,58

Методика определения сечения каналов вентиляции аналогична применяемой для теплопроводов центрального отопления.

1. Установить назначение и занумеровать все помещения здания.
2. Определить воздухообмен для каждого помещения.
3. Нанести на поэтажных планах и плане чердака расположение каналов, сборных коробов и шахт. Вытяжку из комнат жилого дома с окнами, выходящими на одну сторону, рекомендуется объединять в одну систему.
4. Вычертить аксонометрическую схему каналов-воздуховодов (рис. 7.5). На ней в кружке у выносной черты ставится номер участка, над чертой указывается нагрузка участка L , м³/ч, а под чертой – длина участка, м. Горизонтальные каналы, не оказывая влияния на величину естественного давления, увеличивают сопротивление движению воздуха, поэтому верхние этажи, где наиболее низкое естественное давление, желательно располагать как можно ближе к вентиляционной шахте.

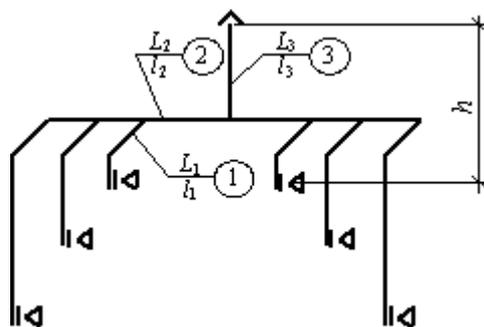


Рис. 7.5. Схема системы естественной канальной вентиляции

Расчет воздуховодов начинают с предварительного определения его сечения по расходу воздуха и принятой скорости. При предварительном определении сечений каналов могут быть заданы следующие скорости движения воздуха, полученные на основе многолетних наблюдений и расчетов: в вертикальных каналах верхнего этажа 0,5...0,6 м/с и далее для нижерасположенного этажа с увеличением на 0,1 м/с, но не выше 1 м/с (2-й этаж - 0,6...0,7 м/с, 1-й - 0,7...0,8 м/с); в сборных горизонтальных воздуховодах обычно принимают скорость 1 м/с и в вытяжных шахтах до 1,5 м/с. Если известен часовой расход воздуха L , м³/ч, то можно рассчитать сечение воздуховода f , м²,

$$f = L/3600v, \quad (7.3)$$

и тогда скорость v , м/с, определится по формуле

$$v = L/3600f. \quad (7.4)$$

Далее по номограммам (приложение К) для участков рассчитываемой ветви сети воздуховодов определяют потери давления на трение и динамическое давление. Коэффициенты местных сопротивлений принимают по приложению Л. Суммарные потери давления на трение и местные сопротивления сравнивают с располагаемым естественным давлением. Если окажется, что это условие не соблюдается, то на некоторых участках ветви следует изменить сечение воздуховода (уменьшить или увеличить) в зависимости от нехватки или превышения располагаемого давления над сопротивлением с запасом до 10...15%.

Рассчитав основную, самую невыгодную по располагаемому давлению и расходу воздуха ветвь воздуховода, сечения других воздуховодов принимаем такие же.

Чтобы пользоваться номограммой при расчете прямоугольных каналов в кирпичных стенах, предварительно определяют диаметр эквивалентного по потерям на трение круглого воздуховода (при той же скорости воздуха, что и в прямоугольном канале):

$$d_{\text{э}} = 2ab/(a+b), \quad (7.5)$$

где a и b - размеры сторон прямоугольного канала, м.

Диаметр эквивалентного по потерям на трение круглого воздуховода можно определить по табл. 7.2.

Таблица 7.2

Эквивалентные по трению диаметры для кирпичных каналов

Размер в кирпичах	Площадь, м ²	$d_{\text{э}}$, мм
½×½	0,02	140
½×1	0,038	180
1×1	0,073	225
1×1 ½	0,11	320
1×2	0,14	375
2×2	0,28	545

8. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Рабочую документацию отопления и вентиляции выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 21.602-2003 «Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования».

В состав основного комплекта рабочих чертежей марки ОВ включают:

- общие данные по рабочим чертежам;
- чертежи (планы, разрезы и схемы) систем;
- чертежи (планы и разрезы) установок систем.

В состав основного комплекта рабочих чертежей марки ОВ допускается включать также рабочие чертежи тепловых пунктов при диаметре ввода теплоносителя до 150 мм.

Каждой системе присваивают обозначение, состоящее из марки (табл. 8.1) и порядкового номера системы в пределах марки (например: ВЕ 1, ВЕ 2). Установкам систем присваивают те же обозначения, что и системам, в которые они входят.

Таблица 8.1

Обозначение систем и установок систем

Наименование систем и установок систем	Марка
С механическим побуждением:	
приточные системы, установки систем	П
вытяжные системы, установки систем	В
воздушные завесы	У
агрегаты отопительные	А
С естественным побуждением:	
приточные системы	ПЕ
вытяжные системы	ВЕ

Элементам систем отопления присваивают обозначения, состоящие из марки (табл. 8.2) и порядкового номера элемента в пределах марки (например: Ст 1, Ст 2). Допускается индексация стояков систем отопления прописными буквами в пределах обозначения стояка (например: Ст 2А, Ст 2Б).

Обозначение элементов системы

Наименование элемента	Марка
Стояк системы отопления	Ст
Главный стояк системы отопления	Гст
Компенсатор	К
Горизонтальная ветвь	ГВ

Графические обозначения документов принимают по ГОСТ 21.205-93 или по приложению Н.

При изображении трубопровода на чертеже (схеме) буквенно-цифровые обозначения указывают на полках линий-выносок (рис. 8.1 а) или в разрывах линий трубопроводов (рис. 8.1 б).

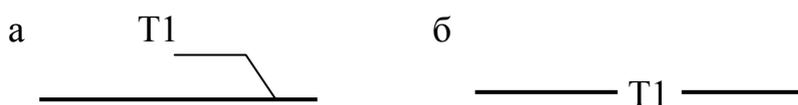


Рис. 8.1. Обозначение трубопровода на чертеже

При указании размера диаметра перед размерным числом следует писать знак « \emptyset ». Размер диаметра трубопровода или воздухопровода наносят на полке линии-выноски (рис. 8.2 а). В том случае, когда на полке линии-выноски наносят буквенно-цифровое обозначение трубопровода, диаметр трубопровода указывают под полкой линии-выноски (рис. 8.2 б, в).

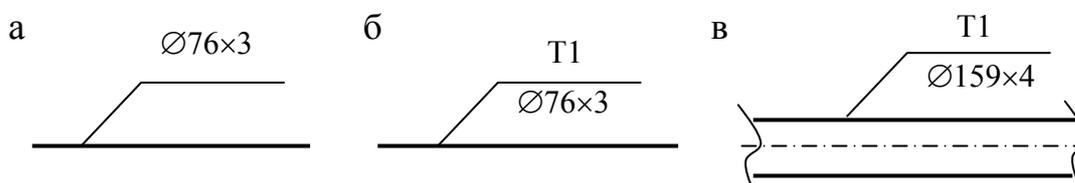


Рис. 8.2. Указания размера диаметра трубопровода

Рекомендуемые масштабы изображений на чертежах приведены в табл. 8.3.

Рекомендуемые масштабы изображений на чертежах

Наименование изображения	Масштаб
1. План-схема размещения установок систем	1:400; 1:800
2. Планы и разрезы чертежей систем	1:50; 1:100; 1:200
3. Схемы систем в аксонометрической проекции	1:50; 1:100; 1:200
4. Планы и разрезы чертежей установок систем	1:50; 1:100
5. Фрагменты планов и разрезов чертежей систем	1:50; 1:100
6. Узлы планов и разрезов чертежей систем	1:20; 1:50
7. Узлы планов и разрезов чертежей установок систем	1:20
8. Узлы при детальном изображении	1:2; 1:5; 1:10
9. Узлы схем систем в аксонометрической проекции	1:10; 1:20; 1:50
10. Эскизные чертежи общих видов нетиповых изделий	1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100

На чертежах и схемах перед размерным числом, определяющим величину уклона, наносят знак « \angle », острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона. Величину уклона наносят непосредственно над линией контура (рис. 8.3 а) или на полке линии-выноски (рис. 8.3 б).



Рис. 8.3. Нанесение величины уклона

8.1. Планы и разрезы чертежей систем

Планы чертежей систем отопления (теплоснабжения установок) допускается совмещать с планами чертежей систем вентиляции и кондиционирования. Разрезы чертежей систем отопления, как правило, следует совмещать с разрезами чертежей систем вентиляции и кондиционирования.

Дефлекторы, крышные вентиляторы и другие элементы систем, расположенные на кровле здания, наносят, как правило, утолщенной штрихпунктирной линией (наложенная проекция) на плане чертежей систем одноэтажного здания или верхнего этажа многоэтажного здания (рис. 8.4). При этом сложные вентиляционные установки (например, кондиционеры, приточные и (или) вытяжные установки), расположенные на кровле здания, следует выполнять на отдельном плане кровли.

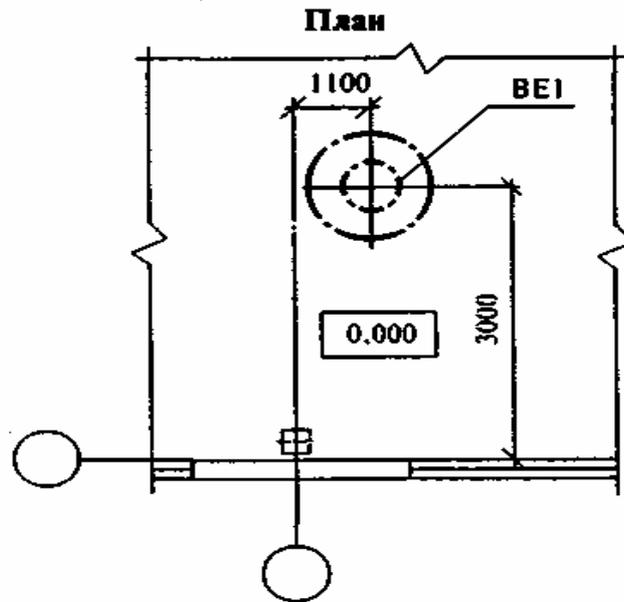


Рис. 8.3. Изображение дефлекторов на плане здания

При сложном многоярусном расположении воздуховодов и других элементов систем вентиляции и кондиционирования в одном этаже для наглядности их взаимосвязей выполняют планы на различных уровнях в пределах этажа.

Трубопроводы, выполненные условными графическими обозначениями (в одну линию) и расположенные друг над другом в одной плоскости (рис. 8.4 а), на планах чертежей систем условно изображают параллельными линиями (рис. 8.4 б).

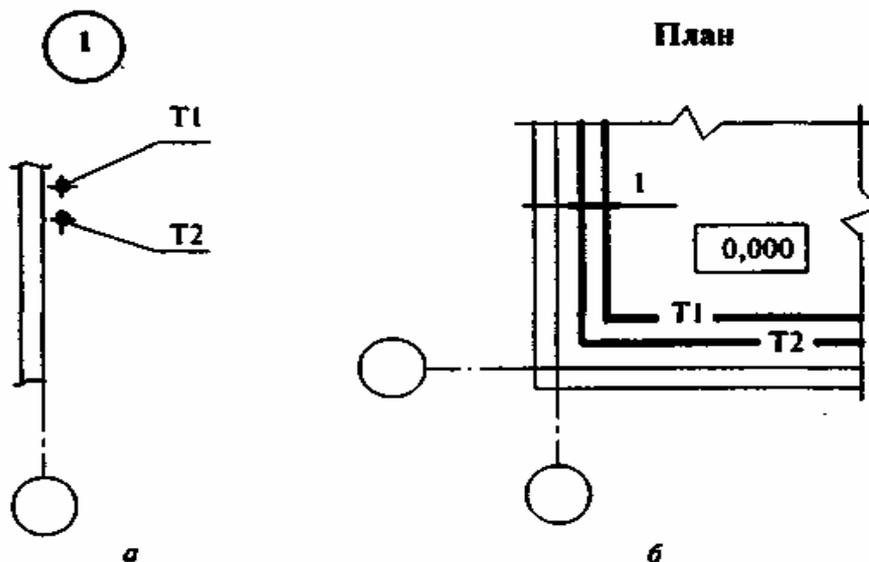


Рис. 8.4. Изображение трубопроводов, расположенных друг над другом в одной плоскости

На фрагментах планов, разрезов и узлах (выносных элементах) трубопроводы, арматуру и другие устройства изображают упрощенно или условными графическими обозначениями в зависимости от масштаба чертежа и диаметра трубопровода. Трубопроводы, у которых на чертеже диаметры равны 2 мм и более, изображают упрощенно двумя линиями. При выполнении трубопровода упрощенно двумя линиями арматуру и другие устройства изображают также упрощенно с учетом их габаритных размеров.

На планах и разрезах чертежей систем наносят и указывают (рис. 8.5):

- координационные оси здания (сооружения) и расстояния между ними (для жилых зданий расстояния между осями секций);
- строительные конструкции, технологическое оборудование, имеющее местные отсосы, также пограничные (соседние) другие инженерные коммуникации и оборудование, влияющие прокладку трубопроводов (воздуховодов) систем;
- отметки чистых полов этажей и основных площадок;
- размерные привязки установок систем, воздуховодов, основных трубопроводов, технологического оборудования, неподвижных опор и компенсаторов к координационным осям или элементам конструкций здания (сооружения);
- обозначения систем (установок систем);
- буквенно-цифровые обозначения трубопроводов;
- диаметры (сечения) воздуховодов и трубопроводов;
- количество секций радиаторов, количество и длину ребристых труб, количество труб в регистре и длину регистра из гладких труб или обозначение регистра, а также обозначение (тип) другим отопительным приборам;
- обозначения стояков, компенсаторов, горизонтальных ветвей систем отопления.

На планах, кроме того, указывают наименования помещений (типы помещений - для жилых зданий) и категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности (в прямоугольнике размером 5x8 мм), а на разрезах - отметки уровней осей трубопроводов и круглых воздуховодов низа прямоугольных воздуховодов, опорных конструкций установок систем, верха выхлопных воздуховодов вытяжных систем.

Допускается наименования помещений и категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности приводить в экспликациях помещений по форме 2 ГОСТ 21.501.

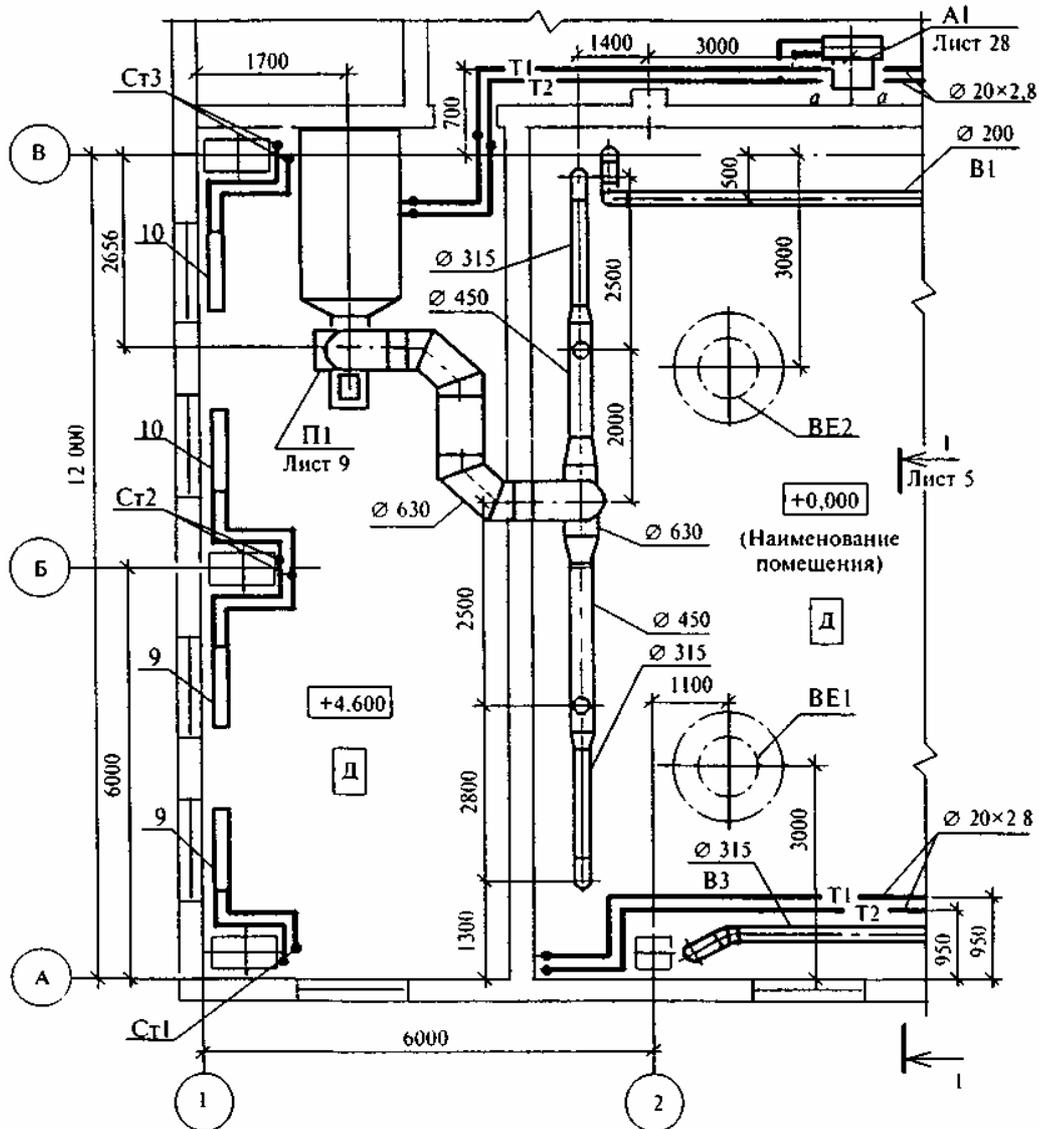


Рис. 8.5. Пример выполнения плана системы отопления

На планах, разрезах и их фрагментах оборудование, установки, воздуховоды, трубопроводы и другие элементы систем изображают толстой основной линией.

Строительные конструкции и технологическое оборудование, а также пограничные (соседние) другие инженерные коммуникации, влияющие на прокладку трубопроводов (воздуховодов) систем на планах, разрезах и их фрагментах

изображают упрощенно тонкой линией.

В наименованиях планов чертежей систем указывают отметку чистого пола этажа или номер этажа (План на отм. 0,000; План на отм. +3,600; План 4 этажа).

8.2. Схемы систем

Схемы систем и узлы (выносные элементы) схем выполняют в аксонометрической фронтальной изометрической проекции.

При большой протяженности и (или) сложном расположении воздухопроводов и трубопроводов допускается изображать их с разрывом в виде пунктирной линии. Места разрывов воздухопроводов и трубопроводов обозначают строчными буквами (рис. 8.6).

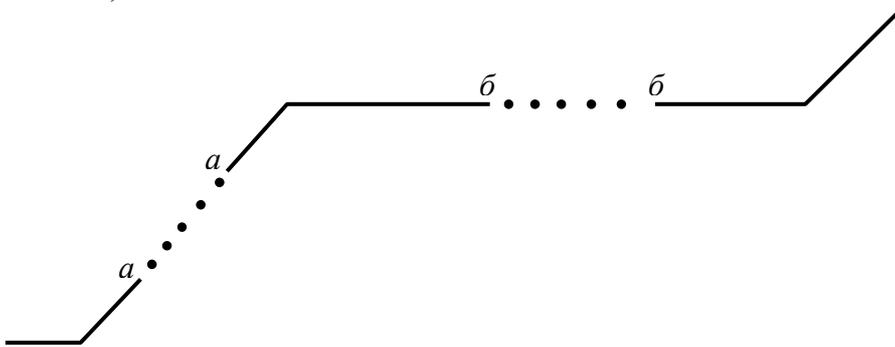


Рис. 8.6. Изображение разрывов воздухопроводов и трубопроводов

На схемах систем отопления (теплоснабжения установок) указывают (рис. 8.7):

- трубопроводы и их диаметры;
- графическое обозначение изолированных участков трубопровода (при необходимости);
- буквенно-цифровые обозначения трубопроводов;
- отметки уровней осей трубопроводов;
- уклоны трубопроводов;
- размеры горизонтальных участков трубопроводов (при наличии разрывов);
- неподвижные опоры, компенсаторы и нетиповые крепления с указанием на полке линии-выноски обозначения элемента и под полкой - обозначения документа;

- запорно-регулирующую арматуру с указанием на полке линии-выноски диаметра (типа) арматуры и под полкой - обозначения арматуры по каталогу (обозначения документа);
- стояки (горизонтальные ветви) систем отопления и их обозначения;
- отопительные приборы;
- количество секций радиаторов, количество и длину ребристых труб, количество труб в регистре и длину регистра из гладких труб или обозначение регистра, а также обозначение (тип) по другим отопительным приборам. Для несложных систем отопления сведения по отопительным приборам на схеме не приводят (например, на схеме системы отопления здания несложной формы с однорядной (в плане и по высоте) установкой отопительных приборов);
- обозначения установок систем;
- закладные конструкции (отборные устройства для установки контрольно-измерительных приборов) с указанием обозначения конструкции и документа. Закладные конструкции на трубопроводах и других элементах систем указывают точками диаметром 2 мм;
- контрольно-измерительные приборы (при необходимости) и другие элементы систем. При этом буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов принимают по ГОСТ 21.404.

Трубопроводы и другие элементы систем отопления (теплоснабжения установок) на схемах изображают толстой основной линией.

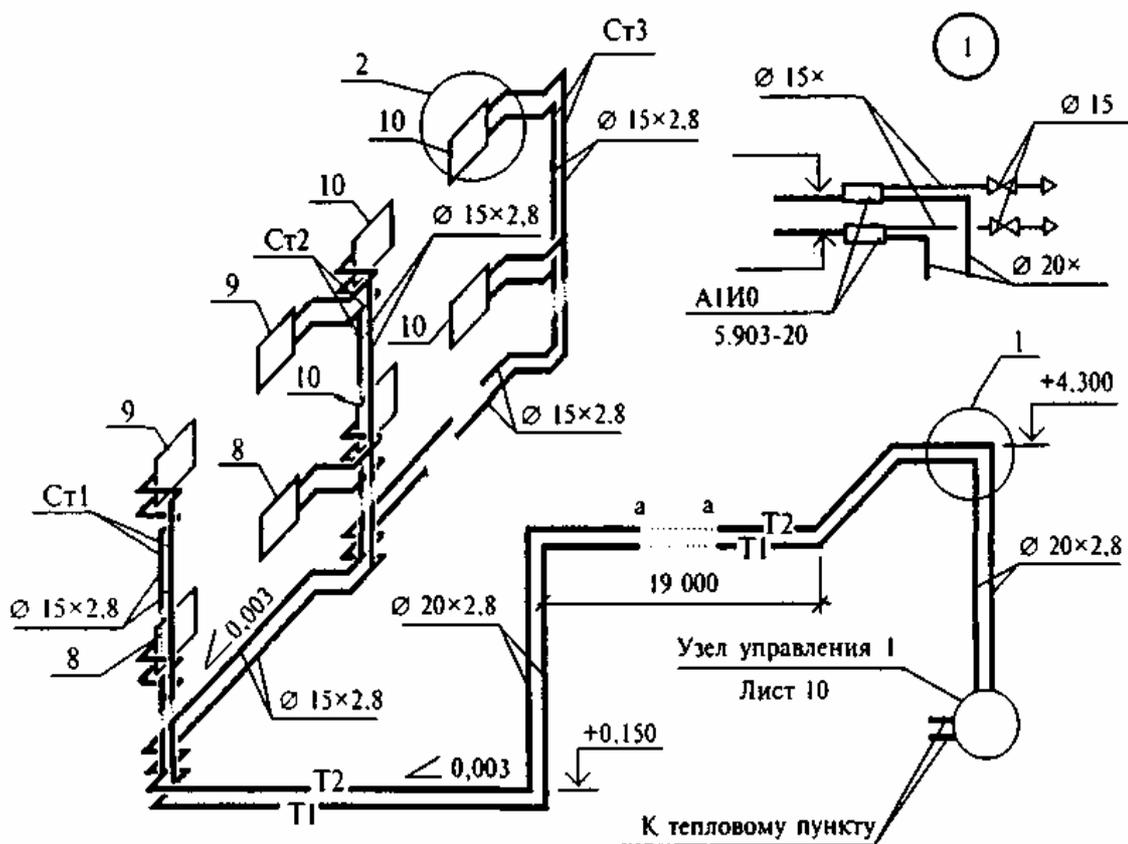


Рис. 8.7. Пример выполнения схемы системы отопления

На схемах систем вентиляции и кондиционирования указывают (рис.8.8):

- воздуховоды, их диаметры (сечения) и количество проходящего воздуха в м³/ч;
- графическое обозначение изолированных участков воздуховода (при необходимости);
- графическое обозначение участков воздуховода с огнезащитным покрытием;
- отметки уровня оси круглых и низа прямоугольных воздуховодов;
- оборудование вентиляционных установок;
- контуры технологического оборудования, имеющего местные отсосы (в сложных случаях);
- лючки для замеров параметров воздуха и чистки воздуховодов с указанием на полке линии-выноски марки лючка и под полкой - обозначения документа;
- местные отсосы, их обозначения и обозначения документов. Для встроенных местных отсосов, поставляемых комплектно с технологическим оборудованием, обозначение местного отсоса и обозначение документа не указывают;

вание каждого раздела записывают в виде заголовка в графе 2 и подчеркивают.

Элементы систем (оборудование, изделия) и материалы в разделах спецификации записывают по группам в следующей последовательности.

В разделах «Отопление» и «Теплоснабжение установок систем»:

- отопительное оборудование;
- трубопроводная арматура;
- другие элементы систем;
- закладные конструкции (отборные устройства для установки контрольно-измерительных приборов);
- трубопроводы;
- конструкции теплоизоляционные;
- материалы.

Трубопроводы в разделах спецификации записывают по каждому диаметру. Элементы трубопровода (отводы, переходы, тройники, крестовины, фланцы, болты, гайки, шайбы, прокладки) в спецификацию не включают.

В разделе «Вентиляция» («Вентиляция и кондиционирование»):

- вентиляционное оборудование;
- другие элементы систем;
- закладные конструкции;
- воздуховоды;
- конструкции теплоизоляционные;
- материалы.

Воздуховоды в разделе спецификации записывают по каждому диаметру (сечению).

Элементы систем (оборудование, изделия) и материалы в пределах указанных групп размещают в порядке возрастания их основных параметров (например, типа, марки, диаметра, сечения).

В графе 2 «Наименование и техническая характеристика» спецификации перед наименованием оборудования, изделий и материалов указывают их порядковый номер записи в спецификацию в пределах раздела. При этом графу 1 «По-

зиция» не заполняют.

Пример составления спецификации оборудования, изделий и материалов приведен в приложении Н.

В спецификации принимают следующие единицы измерений:

- оборудование (установки), арматура, воздухораспределители, заслонки, местные отсосы (укрытия), опоры (крепления) трубопроводов и воздухопроводов, закладные конструкции (отборные устройства для установки контрольно-измерительных приборов) и другие элементы систем — шт.;
- радиаторы — секций/кВт (шт/кВт);
- конвекторы, трубы ребристые, регистры из гладких труб — шт/кВт;
- трубопроводы и воздухопроводы — м;
- материалы изоляционные — м³;
- материалы покрытий и защиты — м²;
- другие материалы — кг.

8.4. Основная надпись строительных чертежей

Выполненные в соответствии с ГОСТ 21.101-97 форма, размеры и содержание граф основной надписи строительных чертежей (рис. 8.9) несколько отличаются от основной надписи, применяемой на машиностроительных чертежах.

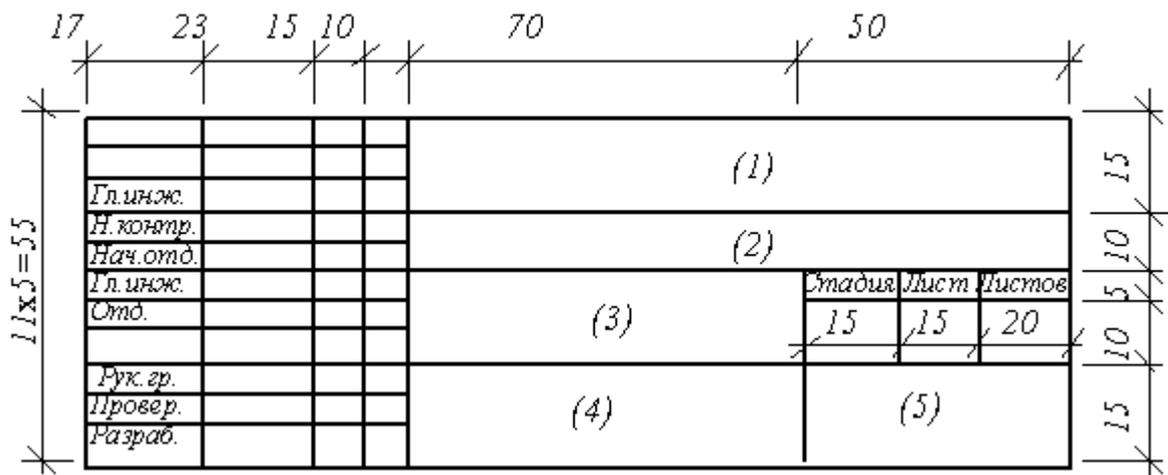


Рис. 8.9. Основная надпись строительных чертежей

В графах основной надписи приводят:

а) в графе 1 – обозначение документа, в том числе раздела проекта, основного комплекта рабочих чертежей. В состав обозначения включают базовое обозначение, устанавливаемое по действующей в организации системе (для студентов – код специальности, через дефис – шифр студента), и через дефис – марку основного комплекта.

Например: 290500 – 415 – ОВ,

где 290500 – код специальности;

415 - шифр студента;

290500 – 415 - базовое обозначение;

ОВ - марка основного комплекта рабочих чертежей.

Устанавливаются следующие марки основных комплектов рабочих чертежей: ВК – внутренние водопровод и канализация; НВК - наружные сети водоснабжения и канализации; ОВ - отопление, вентиляция и кондиционирования воздуха; ТК – технологические коммуникации (трубопроводы) и т.д.;

б) в графе 2 – наименование предприятия, жилищно-гражданского комплекса или другого объекта строительства, в состав которого входит здание (сооружение), или наименование микрорайона;

в) в графе 3 – наименование здания (сооружения) и, при необходимости, вид строительства (реконструкция, расширение, техническое перевооружение, капитальный ремонт);

г) в графе 4 – наименование изображений, помещенных на данном листе, в точном соответствии с их наименованием на чертеже;

д) в графе 5 – наименование организации, разработавшей документ (наименование кафедры, группа).

В графе «Стадия» указывают условное обозначение стадии проектирования зданий: проект – П, рабочий проект – РП, курсовая работа – КР. Обозначение документа включает наименование и маркировку чертежа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: Госстрой России, 2000. – 58 с.
2. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой России, 2004. – 26 с.
3. СП 23-101-2000. Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: Госстрой России, 2001. – 96 с.
4. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Госстрой России, 2004. – 55 с.
5. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М.: Госстрой России, 1999. – 14 с.
6. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. I. Отопление / В.Н.Богословский, Б.А.Крупнов, А.Н.Сканави др.; Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И.Шиллера. – 4-е изд., перераб и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
7. Богословский В.Н. Отопление: Учеб. для вузов / В.Н.Богословский, А.Н.Сканави. – М.: Стройиздат, 1991. – 735 с.
8. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учеб. для вузов / К.В.Тихомиров, Э.С.Сергеенко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 480 с.
9. Отопление и вентиляция жилых зданий: Справочное пособие к СНиП / Центр. науч.-исслед. и проек.-эксперим. ин-т инж. оборуд. – М.: Стойиздат, 1990. – 24 с.
10. ГОСТ 21.602-2003. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. – М.: МНТКС, 2003. – 34 с.
11. ГОСТ 21.205-3. Условные обозначения элементов санитарно-технических систем. Минск: МНТКС, 1993. – 23 с.
12. Флегентов И.В. Задания и исходные данные для выполнения курсовых работ по дисциплинам: «Водоснабжение и водоотведение» и «Теплогазоснабжение и вентиляция» / И.В.Флегентов, И.И.Суханова, Е.В.Куц. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2000. – 29 с.

**Приложение А
(обязательное)**

Формуляр (бланк) для записи расчета теплопотерь

1	2	3	Ограждающие конструкции				8	9	10	Добавочные потери теплоты β				15	16	17	18	19
			4	5	6	7				11	12	13	14					
№ помещения	Назначение помещения	Темпер. внутреннего воздуха $t_p, ^\circ\text{C}$	обозначение	ориент. По сторонам света	размеры $a \times b$, м	площадь A , m^2	Разность температур $t_p - t_{ext}$, $^\circ\text{C}$	Поправочный коэффициент n	Коеф. теплопередачи k , $\text{Вт}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	на ориентацию	на угловые помещения	на поступление холодного	на нагрев инфильтрующей	$(1 + \sum \beta)$	Потери теплоты через ОК, Вт	Потери теплоты помещением $Q_{пот}$	Бытовые тепловыд. $Q_{быт}$, Вт	Тепл. мощность отопительной ус-

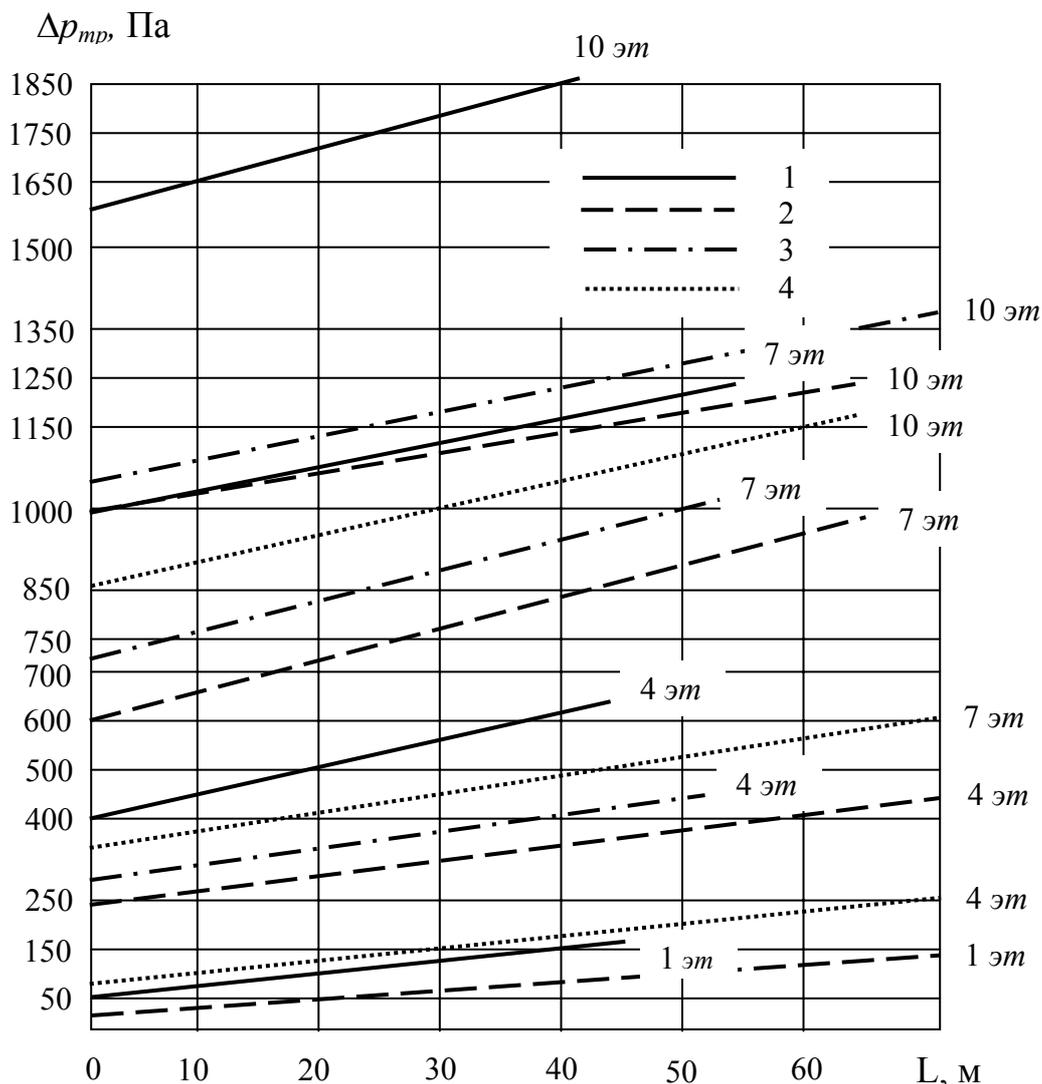


Рис. Б.1. График для определения естественного давления, возникающего за счет остывания воды в трубопроводах:

1 и 2 – двухтрубная система с естественной и искусственной циркуляцией; 3 и 4 – однотрубная система с естественной и искусственной циркуляцией;
L – горизонтальное расстояние от главного стояка до расчетного

Примечания. 1. График составлен для открытой прокладки стояков при изолированных магистральных трубопроводах.

2. При прокладке стояков в бороздах без изоляции вводят поправочный коэффициент 0,75; при прокладке стояков в бороздах с изоляцией дополнительное давление, образующееся вследствие охлаждения воды, не учитывают.

Приложение В
(обязательное)

Таблица В.1

Таблицы для гидравлического расчета систем отопления трубопроводов водяного
отопления при перепадах

температуры воды в системе 95...70 °С

Потери давле- ния на трение 1 м, Па	Количество проходящей воды, кг/ч (верхняя строка), и скорость движения во- ды, м/с (нижняя строка), по трубам стальным водогазопроводным легким ус- ловным проходом, мм						
	10	15	20	25	32	40	50
1	2	3	4	5	6	7	8
0,5	2,3 0,005	5,8 0,008	19 0,014	51,9 0,024	121 0,033	161 0,033	288 0,036
0,55	2,5 0,005	6,4 0,009	20,9 0,016	57,1 0,026	125 0,034	162 0,034	303 0,037
0,6	2,8 0,006	7,0 0,009	22,8 0,017	62,2 0,029	127 0,035	171 0,035	319 0,035
0,65	3,0 0,006	7,6 0,01	24,7 0,019	67,4 0,031	129 0,035	174 0,036	333 0,036
0,7	3,2 0,007	8,1 0,011	26,6 0,020	72,6 0,034	135 0,036	175 0,036	347 0,043
0,75	3,5 0,007	8,7 0,012	28,6 0,022	78,5 0,036	139 0,037	181 0,037	360 0,044
0,8	3,7 0,008	9,3 0,013	30,5 0,023	80,6 0,037	140 0,037	187 0,038	374 0,046
0,85	3,9 0,008	9,9 0,013	32,4 0,025	82,8 0,038	141 0,038	194 0,040	387 0,048
0,9	4,2 0,009	10,5 0,014	34,3 0,026	82,8 0,038	142 0,038	200 0,041	400 0,049
0,95	4,4 0,009	11,1 0,015	36,2 0,027	85,8 0,039	147 0,039	207 0,042	412 0,051
1,00	4,6 0,010	11,6 0,016	38,1 0,029	87,1 0,04	153 0,041	213 0,043	424 0,052
1,10	5,1 0,011	12,8 0,017	41,9 0,032	89,3 0,041	155 0,042	225 0,046	448 0,055

Продолжение табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8
1,2	5,5 0,12	14,0 0,019	45,7 0,035	91,5 0,042	163 0,044	237 0,048	469 0,058
1,3	6,0 0,013	15,1 0,020	49,5 0,037	93,6 0,043	171 0,046	246 0,050	490 0,061
1,4	6,5 0,014	16,3 0,022	53,3 0,040	95,8 0,044	177 0,047	257 0,052	511 0,063
1,5	6,9 0,015	17,5 0,024	57,7 0,044	97,9 0,045	184 0,049	267 0,055	531 0,066
1,6	7,4 0,016	18,6 0,025	59,0 0,045	100 0,046	191 0,051	277 0,057	551 0,068
1,7	7,8 0,017	19,8 0,027	60,3 0,046	102 0,047	198 0,053	287 0,059	570 0,070
1,8	8,3 0,018	20,9 0,028	61,7 0,047	103 0,048	205 0,055	296 0,060	588 0,073
1,9	8,8 0,019	22,1 0,030	63,0 0,048	105 0,049	211 0,056	305 0,062	606 0,075
2,0	9,2 0,020	23,3 0,032	64,3 0,049	107 0,049	217 0,058	314 0,064	623 0,077
2,2	10,1 0,022	25,6 0,035	67,0 0,051	108 0,051	230 0,061	332 0,068	655 0,081
2,4	11,1 0,024	27,9 0,038	68,3 0,052	114 0,053	240 0,064	347 0,071	688 0,085
2,6	12,0 0,026	30,3 0,041	69,9 0,053	118 0,055	251 0,067	363 0,074	718 0,089
2,8	12,9 0,027	32,6 0,044	72,2 0,055	123 0,057	262 0,070	378 0,077	749 0,092
3,0	13,8 0,029	34,9 0,047	73,6 0,059	128 0,059	272 0,073	293 0,080	778 0,096
3,2	14,8 0,031	37,2 0,050	74,9 0,057	133 0,061	282 0,075	407 0,083	805 0,099
3,4	15,7 0,033	39,6 0,054	76,2 0,058	138 0,064	292 0,078	421 0,086	833 0,103

Продолжение табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8
3,6	16,6 0,035	40,8 0,055	78,8 0,060	142 0,066	301 0,080	435 0,089	859 0,106
3,8	17,5 0,037	42,3 0,057	80,2 0,061	146 0,068	310 0,083	448 0,091	885 0,109
4,0	18,4 0,039	43,0 0,058	81,5 0,062	151 0,070	319 0,085	460 0,094	910 0,112
4,5	20,8 0,044	45,3 0,061	82,1 0,062	161 0,074	341 0,091	492 0,100	968 0,119
5,0	23,1 0,049	46,7 0,063	86,7 0,066	171 0,079	360 0,096	519 0,106	1025 0,126
5,5	25,4 0,054	48,2 0,064	91,6 0,069	179 0,083	379 0,101	546 0,112	1079 0,133
6,0	27,7 0,059	49,7 0,067	95,7 0,072	188 0,087	393 0,106	573 0,117	1131 0,140
6,5	30,0 0,064	51,2 0,069	100 0,076	197 0,091	416 0,111	599 0,122	1181 0,146
7,0	31,8 0,068	5,62 0,095	104 0,079	205 0,095	433 0,116	624 0,127	1230 0,152
7,5	32,7 0,070	54,1 0,073	108 0,082	213 0,099	449 0,120	648 0,132	1279 0,158
8,0	33,6 0,072	54,9 0,074	112 0,084	221 0,102	465 0,124	671 0,137	1321 0,163
8,5	34,1 0,073	56,3 0,076	116 0,088	228 0,106	481 0,129	693 0,141	1365 0,168
9,0	35,1 0,075	57,8 0,078	120 0,091	236 0,109	496 0,133	715 0,146	1407 0,174
9,5	36,0 0,077	59,3 0,080	124 0,094	243 0,112	511 0,136	736 0,150	1448 0,179
10,0	36,5 0,078	60,0 0,081	127 0,096	250 0,140	552 0,147	756 0,154	1489 0,184
11,0	37,9 0,081	60,4 0,082	134 0,101	262 0,121	552 0,147	795 0,162	1564 0,193

Продолжение табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8
12,0	38,8 0,083	63,1 0,086	140 0,106	275 0,127	578 0,155	833 0,170	1638 0,202
13,0	40,2 0,086	66,0 0,089	147 0,111	287 0,133	604 0,161	869 0,177	1710 0,211
14,0	41,2 0,088	68,8 0,093	153 0,116	299 0,138	629 0,168	905 0,185	1778 0,219
15,0	42,1 0,090	71,5 0,097	159 0,120	310 0,144	652 0,174	939 0,192	1845 0,228
16,0	43,0 0,092	74,1 0,100	164 0,124	322 0,149	675 0,180	972 0,198	1909 0,236
17,0	44,0 0,094	76,6 0,104	170 0,129	332 0,154	698 0,186	1003 0,205	1971 0,243
18,0	44,9 0,096	79,1 0,107	175 0,133	343 0,158	719 0,192	1034 0,211	2031 0,250
19,0	46,3 0,099	81,5 0,110	180 0,137	353 0,163	740 0,198	1064 0,217	2090 0,258
20,0	46,8 0,100	83,8 0,114	186 0,140	363 0,168	761 0,203	1094 0,223	2147 0,265
22,0	47,3 0,101	88,1 0,119	195 0,148	381 0,176	799 0,214	1149 0,234	2255 0,278
24,0	49,6 0,106	92,4 0,125	204 0,155	399 0,185	837 0,224	1203 0,245	2361 0,291
26,0	51,9 0,110	96,5 0,131	213 0,162	417 0,193	873 0,233	1255 0,256	2462 0,304
28,0	54,0 0,115	100 0,136	222 0,168	434 0,200	908 0,243	1305 0,266	2560 0,316
30,0	56,2 0,120	104 0,141	230 0,175	450 0,208	942 0,252	1354 0,276	2654 0,328
32,0	58,1 0,124	108 0,146	239 0,181	466 0,215	975 0,260	1400 0,286	2745 0,339
34,0	60,1 0,128	112 0,151	246 0,187	481 0,222	1006 0,269	1446 0,295	2833 0,350

Продолжение табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8
36,0	62,0 0,132	115 0,156	254 0,192	496 0,229	1037 0,277	1490 0,304	2919 0,360
38,0	63,9 0,136	119 0,161	262 0,198	510 0,236	1067 0,285	1532 0,313	3003 0,371
40,0	65,7 0,140	122 0,165	269 0,204	524 0,242	1096 0,293	1574 0,321	3084 0,381
45,0	69,8 0,149	130 0,176	286 0,216	557 0,257	1164 0,311	1672 0,341	3274 0,404
50,0	73,9 0,157	137 0,186	302 0,229	589 0,272	1230 0,329	1767 0,360	3459 0,427
55,0	77,9 0,166	144 0,196	317 0,241	619 0,286	1293 0,346	1856 0,376	3634 0,449
60,0	81,6 0,174	151 0,205	333 0,252	648 0,300	1353 0,362	1942 0,396	3802 0,463
65,0	85,2 0,181	157 0,214	347 0,263	675 0,312	1411 0,377	2025 0,413	3963 0,489
70,0	88,7 0,189	164 0,223	361 0,274	702 0,325	1467 0,392	2105 0,430	4118 0,508
75,0	92,0 0,196	170 0,231	374 0,284	728 0,337	1520 0,406	2484 0,445	4267 0,527
80,0	95,3 0,203	176 0,239	387 0,294	753 0,348	1572 0,420	2256 0,460	4411 0,545
85,0	98,4 0,210	182 0,247	400 0,303	777 0,360	1622 0,434	2328 0,475	4551 0,562
90,0	101 0,216	188 0,254	412 0,312	801 0,371	1672 0,447	2397 0,489	4688 0,579
95,0	104 0,222	193 0,262	424 0,321	824 0,381	1719 0,459	2465 0,503	4820 0,595
100	107 0,228	198 0,269	435 0,330	846 0,391	1765 0,472	2517 0,517	4949 0,611
110	113 0,240	208 0,281	457 0,346	889 0,411	1853 0,495	2658 0,542	5194 0,641

Продолжение табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8
120	118 0,251	218 0,296	478 0,363	930 0,430	1938 0,518	2779 0,567	5431 0,670
130	123 0,262	227 0,308	499 0,378	969 0,448	2020 0,540	2897 0,591	5659 0,669
140	128 0,273	236 0,321	519 0,393	1007 0,466	2099 0,561	3009 0,611	5878 0,726
150	132 0,283	245 0,332	538 0,407	1044 0,483	2175 0,581	3118 0,636	6090 0,752
160	137 0,293	254 0,344	556 0,421	1079 0,499	2248 0,601	3223 0,658	6295 0,777
170	142 0,302	262 0,355	574 0,435	1113 0,515	2320 0,620	3325 0,678	6492 0,801
180	146 0,311	269 0,366	591 0,448	1147 0,530	2389 0,638	3424 0,699	6685 0,825
190	150 0,320	277 0,376	608 0,461	1179 0,545	2456 0,656	3520 0,718	6872 0,848
200	154 0,329	285 0,386	624 0,473	1211 0,560	2521 0,674	3614 0,737	7055 0,871
220	162 0,346	299 0,408	655 0,497	1271 0,588	2646 0,707	3792 0,774	7403 0,914
240	169 0,362	313 0,424	685 0,519	1329 0,615	2767 0,740	3965 0,809	7739 0,955
260	177 0,377	326 0,442	714 0,541	1385 0,641	2883 0,770	4131 0,843	8061 0,995
280	184 0,394	339 0,460	742 0,562	1439 0,666	2994 0,800	4290 0,875	8371 1,033
300	190 0,406	351 0,477	769 0,583	1491 0,690	3102 0,829	4444 0,907	8671 1,070
320	197 0,420	363 0,491	795 0,603	1541 0,713	3206 0,857	4593 0,937	3960 1,106
340	203 0,434	375 0,508	820 0,622	1590 0,735	3307 0,884	4737 0,967	9240 1,141

Окончание табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8
360	209 0,447	386 0,524	845 0,640	1637 0,757	3405 0,910	4777 0,995	9513 1,174
380	215 0,460	394 0,539	869 0,658	1683 0,778	3500 0,935	5013 1,023	9936 1,226
400	221 0,472	408 0,553	892 0,676	1728 0,799	3593 0,960	5146 1,050	10194 1,258
450	235 0,501	433 0,587	947 0,717	1834 0,848	3812 1,019	5460 1,114	10813 1,335
500	248 0,529	457 0,620	999 0,757	1935 0,895	4023 1,075	5761 1,176	11397 1,407
550	261 0,556	480 0,651	1049 0,795	2032 0,940	4223 1,128	6145 1,254	11954 1,475
600	273 0,581	502 0,681	1097 0,831	2124 0,982	4414 1,180	6419 1,310	12485 1,541
650	248 0,606	523 0,709	1143 0,866	2212 1,023	4672 1,248	6681 1,363	12995 1,604
700	295 0,629	543 0,737	1187 0,899	2297 1,062	4848 1,096	6933 1,415	13486 1,665
750	306 0,652	563 0,763	1230 0,932	2380 1,100	5018 1,341	7176 1,464	13959 1,723
800	316 0,674	582 0,798	1271 0,963	2459 1,137	5138 1,385	7412 1,512	14417 1,779
850	326 0,695	600 0,814	1311 0,993	2536 1,173	5342 1,428	7640 1,559	14861 1,834
900	336 0,716	618 0,838	1349 0,922	2653 1,227	5497 1,469	7861 1,604	15291 1,887
950	345 0,736	635 0,861	1387 1,051	2726 1,261	5648 1,509	8077 1,648	15710 1,939
1000	354 0,756	652 0,884	1424 1,079	2794 1,293	5794 1,548	8286 1,691	16119 1,989

**Приложение Г
(обязательное)**

Ведомость гидравлического расчета

Данные по схеме				Принято						Потери давления на участке $Rl+Z$, Па
участок	тепловая нагрузка участка Q , Вт	расход воды на участке G , кг/ч	длина участка l , м	диаметр трубопровода d_y , мм	скорость течения воды v , м/с	удельные потери давления на трение R , Па/м	потери давления на трение Rl , Па	сумма коэф. местных сопротивлений $\sum \zeta$	потери давления на местные сопротивления Z , Па	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			$\sum l$				$\sum Rl$		$\sum Z$	$\sum(Rl+Z)$

Приложение Д
(справочное)
Таблица Д.1

Коэффициенты ξ местных сопротивлений (приближенные значения)

Местное сопротивление	Значение ξ при условном проходе труб, мм						
	10	15	20	25	32	40	50
Радиаторы двухколонные	2	2	2	2	2	2	2
Внезапное расширение	1	1	1	1	1	1	1
Внезапное сужение	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Тройники:							
проходные	1	1	1	1	1	1	1
поворотные на ответвление	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
Вентили:							
обыкновенные	20	16	10	9	9	8	7
прямоточные	3	3	3	3	2,5	2,5	2
Краны двойной регулировки: с цилиндрической пробкой шиберного типа	5 3	4 -	2 -	2 -	2 -	- -	- -
Краны трехходовые конструкции треста Сантехдеталь:							
при прямом проходе	2	1,5	2	-	-	-	-
при проходе с поворотом	3	3	4,5	-	-	-	-
Краны трехходовые конструкции Главмосстроя:							
при прямом проходе	3,2	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
при проходе с поворотом	5,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Задвижки параллельные	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5
Отводы 90° и утка	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
Скобы	4	3	2	2	2	2	2

Приложение Е
(справочное)
Таблица Е.1

**Потери давления на местные сопротивления для расчета
трубопроводов водяного отопления**

Скорость дви- жения воды, м/с	Потери давления, Па, при сумме коэф. местных сопротивлений									
	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	0,37	0,88	0,99	1,10
0,020	0,19	0,39	0,59	0,78	0,98	1,17	0,77	1,56	1,76	1,96
0,025	0,30	0,61	0,92	1,22	1,53	1,83	2,14	2,44	2,65	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	12,0	14,4	16,8	19,1	21,6	24,0
0,075	2,75	5,50	8,25	10,1	13,7	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
0,100	4,89	9,78	14,7	19,6	24,4	29,3	34,2	39,1	44,0	48,9
0,105	5,39	10,8	16,2	21,6	26,9	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	92,5	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	105	117
0,160	12,5	25,0	37,5	50,1	62,6	75,1	87,6	100	113	125
0,165	13,3	26,6	40,0	53,2	66,5	79,9	93,2	106	120	133
0,170	14,4	28,3	42,4	56,5	70,6	84,8	98,9	113	127	141
0,175	15,0	30,0	45,0	60,0	75,0	90,0	104	120	135	150
0,180	16,7	33,5	47,5	67,0	83,7	95,0	111	133	150	167
0,185	16,8	31,7	50,2	63,4	88,2	100	117	127	143	158
0,190	17,6	35,3	53,0	70,6	89,2	105	123	141	159	176
0,195	18,6	37,2	55,8	74,3	93,0	111	130	148	167	186
0,200	19,6	39,1	58,7	78,2	97,8	117	136	156	176	195
0,205	20,5	41,1	61,6	82,2	102	123	143	164	184	205
0,210	21,6	43,1	64,7	86,2	107	129	151	172	194	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

Продолжение табл. Е.1

Скорость движения воды, м/с	Потери давления, Па, при сумме коэф. местных сопротивлений									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,240	28,1	56,3	84,5	112	141	169	197	225	253	281
0,245	2903	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	290	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	390	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
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	431	493	554	616
0,360	63,3	127	190	253	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	422	505	589	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	678	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

Скорость движения воды, м/с	Потери давления, Па, при сумме коэф. местных сопротивлений									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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
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	2%	444	591	739	887	1035	1183	1331	1479
0,56	153	306	460	613	766	919	1073	1226	1380	1533
0,57	159	318	47«	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
0,71	246	493	739	985	1232	1478	1725	1971	2218	2464
0,72	253	507	760	1014	1267	1520	1774	2027	2281	2534
0,73	260	521	781	1042	1302	1563	1824	2084	2344	2605
0,74	268	535	803	1071	1338	1606	1873	2141	2409	2677
0,75	275	550	825	1100	1375	1650	1925	2200	2475	2750
0,76	282	564	847	1129	1412	1694	1976	2259	2541	2823
0,77	290	580	869	1159	1449	1759	2029	2319	2609	2898
0,78	297	594	892	1190	1487	1784	2082	2379	2676	2974
0,79	305	610	915	1220	1525	1830	2136	2441	2746	3051
0,80	313	626	939	1251	1564	1877	2190	2503	2816	3129
0,85	353	706	1059	1413	1766	2119	2472	2826	3179	3532
0,90	3%	792	1188	1584	1980	2376	2772	3168	3564	3960
0,95	441	882	1323	1765	2226	2647	3088	3529	3971	4412
1,00	489	978	1466	1955	2444	2933	3422	3911	4400	4888
1,05	539	1078	1617	2156	2695	3234	3773	4311	4850	5390
1,10	592	1183	1775	2366	2958	3549	4141	4732	5324	5915
1,15	646	1293	1939	2586	3232	3879	4526	5172	5818	6465
1,20	704	1408	2112	2816	3520	4224	4928	5631	6335	7039
1,25	764	1528	2292	3055	3819	4583	5347	6111	6874	7638
1,30	826	1652	2478	3304	4131	4957	5783	6609	7435	8261
1,35	891	1782	2673	3564	4455	5346	6237	7127	8018	8909
1,40	958	1916	2874	3832	4791	5749	6707	7665	8623	9581
1,45	1028	2056	3083	4111	5139	6167	7194	8222	9250	10278
1,50	1100	2200	3300	4400	5500	6600	7700	8800	9900	10999
1,55	1174	2349	3523	4698	5872	7047	8221	9396	10570	11744
1,60	1251	2503	3754	5006	6257	7509	8760	10011	11263	12514
1,65	1331	2662	3993	5324	6654	7985	9316	10647	11978	13309
1,70	1413	2826	4238	5651	7064	8477	9889	11302	12715	14127
1,75	1497	2994	4491	5988	7485	8982	10480	11977	13473	14971

Приложение Ж
(справочное)
Таблица Ж.1

Теплоотдача открыто проложенных трубопроводов
(вертикальных – верхняя, горизонтальных – нижняя строка)
систем водяного отопления

$t_T - t_B, ^\circ\text{C}$	Условный диаметр, мм	Теплоотдача 1 м трубы, Вт/м, при $t_T - t_B, ^\circ\text{C}$, через 1 $^\circ\text{C}$									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	10	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>22</u>
		22	23	23	24	25	26	28	28	29	30
	15	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>26</u>	<u>28</u>
		26	28	29	30	31	32	34	35	36	37
	20	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>26</u>	<u>28</u>	<u>29</u>	<u>31</u>	<u>32</u>	<u>34</u>	<u>35</u>
		32	34	35	36	38	39	41	42	43	44
	25	<u>31</u>	<u>32</u>	<u>34</u>	<u>35</u>	<u>36</u>	<u>37</u>	<u>38</u>	<u>41</u>	<u>42</u>	<u>43</u>
		39	41	43	44	45	47	49	57	52	53
32	<u>39</u>	<u>41</u>	<u>43</u>	<u>44</u>	<u>45</u>	<u>47</u>	<u>50</u>	<u>51</u>	<u>52</u>	<u>54</u>	
	47	50	52	54	56	58	60	63	64	67	
40	<u>51</u>	<u>53</u>	<u>56</u>	<u>58</u>	<u>60</u>	<u>63</u>	<u>65</u>	<u>67</u>	<u>69</u>	<u>72</u>	
	53	56	58	60	63	65	67	69	72	74	
50	<u>56</u>	<u>58</u>	<u>60</u>	<u>63</u>	<u>65</u>	<u>67</u>	<u>69</u>	<u>72</u>	<u>74</u>	<u>77</u>	
	65	67	69	73	77	78	81	84	87	90	
40	10	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>25</u>	<u>27</u>	<u>28</u>	<u>28</u>	<u>29</u>
		31	32	32	34	35	36	37	38	39	47
	15	<u>28</u>	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>31</u>	<u>32</u>	<u>34</u>	<u>34</u>	<u>35</u>	<u>36</u>	<u>37</u>
		38	39	41	42	43	44	44	46	47	49
	20	<u>36</u>	<u>37</u>	<u>38</u>	<u>39</u>	<u>41</u>	<u>42</u>	<u>43</u>	<u>44</u>	<u>45</u>	<u>46</u>
		46	47	50	52	53	55	57	58	59	60
	25	<u>44</u>	<u>46</u>	<u>47</u>	<u>49</u>	<u>51</u>	<u>52</u>	<u>53</u>	<u>55</u>	<u>56</u>	<u>58</u>
		57	59	63	65	66	68	71	72	74	75
32	<u>56</u>	<u>58</u>	<u>60</u>	<u>61</u>	<u>64</u>	<u>65</u>	<u>67</u>	<u>68</u>	<u>71</u>	<u>73</u>	
	74	77	79	81	84	86	89	92	94	96	
40	<u>64</u>	<u>66</u>	<u>68</u>	<u>70</u>	<u>72</u>	<u>74</u>	<u>77</u>	<u>78</u>	<u>80</u>	<u>82</u>	
	77	79	80	84	86	88	89	92	94	97	
50	<u>79</u>	<u>82</u>	<u>85</u>	<u>87</u>	<u>88</u>	<u>93</u>	<u>95</u>	<u>97</u>	<u>100</u>	<u>103</u>	
	93	95	99	101	105	107	110	113	115	118	
50	10	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>31</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>34</u>	<u>35</u>	<u>35</u>	<u>36</u>	<u>37</u>
		41	42	43	44	45	46	47	49	50	50
	15	<u>38</u>	<u>38</u>	<u>39</u>	<u>41</u>	<u>41</u>	<u>43</u>	<u>44</u>	<u>44</u>	<u>45</u>	<u>46</u>
		50	51	52	53	56	57	58	59	60	61
	20	<u>47</u>	<u>49</u>	<u>50</u>	<u>51</u>	<u>52</u>	<u>53</u>	<u>54</u>	<u>56</u>	<u>57</u>	<u>58</u>
		60	61	64	65	66	68	70	71	73	74
	25	<u>59</u>	<u>60</u>	<u>62</u>	<u>64</u>	<u>65</u>	<u>67</u>	<u>68</u>	<u>70</u>	<u>72</u>	<u>73</u>
		73	74	76	79	80	82	85	86	88	91
32	<u>74</u>	<u>76</u>	<u>78</u>	<u>80</u>	<u>82</u>	<u>84</u>	<u>86</u>	<u>88</u>	<u>91</u>	<u>92</u>	
	91	92	94	96	99	101	103	106	108	112	
40	<u>85</u>	<u>86</u>	<u>88</u>	<u>91</u>	<u>93</u>	<u>96</u>	<u>97</u>	<u>99</u>	<u>101</u>	<u>103</u>	
	100	102	106	108	110	113	116	118	121	124	
50	<u>106</u>	<u>108</u>	<u>111</u>	<u>114</u>	<u>117</u>	<u>120</u>	<u>123</u>	<u>125</u>	<u>128</u>	<u>131</u>	
	122	125	129	132	135	138	141	144	148	151	

Окончание табл. Ж.1

$t_T - t_B, ^\circ\text{C}$	Условный диаметр, мм	Теплоотдача 1 м трубы, Вт/м, при $t_T - t_B, ^\circ\text{C}$, через 1 $^\circ\text{C}$									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	10	<u>38</u>	<u>38</u>	<u>39</u>	<u>41</u>	<u>42</u>	<u>42</u>	<u>43</u>	<u>44</u>	<u>44</u>	<u>45</u>
		52	52	53	54	56	57	58	59	60	62
	15	<u>47</u>	<u>49</u>	<u>50</u>	<u>51</u>	<u>52</u>	<u>53</u>	<u>55</u>	<u>55</u>	<u>56</u>	<u>57</u>
		63	65	66	67	69	70	71	73	74	75
	20	<u>59</u>	<u>61</u>	<u>63</u>	<u>64</u>	<u>65</u>	<u>66</u>	<u>67</u>	<u>68</u>	<u>70</u>	<u>72</u>
		77	79	80	81	83	85	86	88	89	92
	25	<u>74</u>	<u>76</u>	<u>78</u>	<u>79</u>	<u>81</u>	<u>83</u>	<u>85</u>	<u>86</u>	<u>88</u>	<u>89</u>
		92	94	96	98	100	102	104	106	108	110
32	<u>94</u>	<u>96</u>	<u>98</u>	<u>100</u>	<u>102</u>	<u>105</u>	<u>106</u>	<u>108</u>	<u>110</u>	<u>113</u>	
	114	115	118	121	123	125	128	130	132	135	
40	<u>107</u>	<u>109</u>	<u>111</u>	<u>114</u>	<u>116</u>	<u>119</u>	<u>121</u>	<u>123</u>	<u>125</u>	<u>128</u>	
	127	129	132	135	137	141	143	145	149	151	
50	<u>134</u>	<u>137</u>	<u>141</u>	<u>143</u>	<u>146</u>	<u>149</u>	<u>152</u>	<u>156</u>	<u>158</u>	<u>162</u>	
	155	157	160	164	161	171	174	177	182	185	
70	10	<u>46</u>	<u>48</u>	<u>49</u>	<u>49</u>	<u>50</u>	<u>51</u>	<u>52</u>	<u>52</u>	<u>53</u>	<u>55</u>
		63	64	65	66	67	68	70	71	73	73
	15	<u>59</u>	<u>60</u>	<u>61</u>	<u>63</u>	<u>64</u>	<u>65</u>	<u>66</u>	<u>67</u>	<u>68</u>	<u>70</u>
		77	79	80	81	82	84	86	87	89	91
	20	<u>74</u>	<u>75</u>	<u>77</u>	<u>78</u>	<u>80</u>	<u>81</u>	<u>83</u>	<u>84</u>	<u>86</u>	<u>87</u>
		93	95	96	97	100	102	T3	105	107	108
	25	<u>93</u>	<u>94</u>	<u>96</u>	<u>97</u>	<u>100</u>	<u>101</u>	<u>103</u>	<u>107</u>	<u>107</u>	<u>109</u>
		113	114	116	118	121	123	125	128	128	131
32	<u>117</u>	<u>119</u>	<u>121</u>	<u>123</u>	<u>125</u>	<u>128</u>	<u>130</u>	<u>133</u>	<u>135</u>	<u>137</u>	
	138	141	143	145	148	151	153	156	159	162	
40	<u>132</u>	<u>135</u>	<u>137</u>	<u>140</u>	<u>143</u>	<u>145</u>	<u>148</u>	<u>151</u>	<u>152</u>	<u>154</u>	
	155	157	160	163	166	168	172	174	178	180	
50	<u>165</u>	<u>167</u>	<u>171</u>	<u>174</u>	<u>178</u>	<u>180</u>	<u>185</u>	<u>187</u>	<u>191</u>	<u>194</u>	
	187	191	194	198	202	205	208	213	215	218	
80	10	<u>56</u>	<u>57</u>	<u>58</u>	<u>58</u>	<u>59</u>	<u>60</u>	<u>61</u>	<u>63</u>	<u>64</u>	<u>65</u>
		75	75	78	79	80	81	82	84	85	86
	15	<u>71</u>	<u>72</u>	<u>73</u>	<u>74</u>	<u>75</u>	<u>77</u>	<u>78</u>	<u>79</u>	<u>81</u>	<u>81</u>
		92	93	94	96	98	100	101	101	T2	105
	20	<u>88</u>	<u>89</u>	<u>92</u>	<u>93</u>	<u>94</u>	<u>96</u>	<u>98</u>	<u>99</u>	<u>101</u>	<u>102</u>
		109	111	114	115	117	120	121	123	125	127
	25	<u>110</u>	<u>113</u>	<u>114</u>	<u>116</u>	<u>119</u>	<u>120</u>	<u>122</u>	<u>124</u>	<u>125</u>	<u>128</u>
		134	136	138	147	143	145	146	149	151	153
32	<u>139</u>	<u>142</u>	<u>144</u>	<u>146</u>	<u>149</u>	<u>151</u>	<u>153</u>	<u>156</u>	<u>158</u>	<u>162</u>	
	164	166	170	172	174	178	180	182	186	188	
40	<u>158</u>	<u>160</u>	<u>165</u>	<u>166</u>	<u>169</u>	<u>173</u>	<u>174</u>	<u>177</u>	<u>180</u>	<u>182</u>	
	184	186	189	192	195	198	201	204	208	210	
50	<u>196</u>	<u>200</u>	<u>203</u>	<u>207</u>	<u>210</u>	<u>214</u>	<u>217</u>	<u>221</u>	<u>224</u>	<u>228</u>	
	223	227	230	235	238	242	246	250	253	257	

Приложение И
(справочное)
Таблица И.1

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

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
Конвектор настенный с кожухом типа «Комфорт-20» и конвектор напольный с кожухом типов «Ритм», «Ритм-1500»	—	36-86 90-900	0,35	0,18	1
				0,07	
Конвектор напольный высокий типа «КВ»	—	36-900	0,25	0,1	1
Конвекторы настенные с кожухом типов «Универсал», «Универсал С»	Любое	36-86 90-900	0,3	0,18	1
				0,07	
Конвектор настенный без кожуха типа «Аккорд» однорядный и двухрядный	Любое	36-900	0,2	0,03	1
Радиатор стальной панельный типа РСГ2 однорядный	Сверху-вниз	22-288	0,3	0,025	1
		324-900		0	
	Снизу-вверх	22-288	0,25	0,08	1
		324-900		0	
То же, двухрядный	Сверху-вниз	22-288 324-900	0,3	0,01	1
				0	
То же, двухрядный	Снизу-вверх	22-288 324-900	0,25	0,08	1
				0	
Конвектор отопительный типа «Прогресс 15к»	Любое	36-900	0,2	0,06	1
То же, «Прогресс 20к»	»	36-900	0,14	0,07	1
Труба отопительная чугунная	—	36-900	0,25	0,07	1
Прибор отопительный биметаллический литой типа «Коралл»	—	96-900	0,3	0,04	1
Труба отопительная стальная $D, = 40 \div 100$	Любое	30-900	0,32	0	1

Приложение К
(справочное)

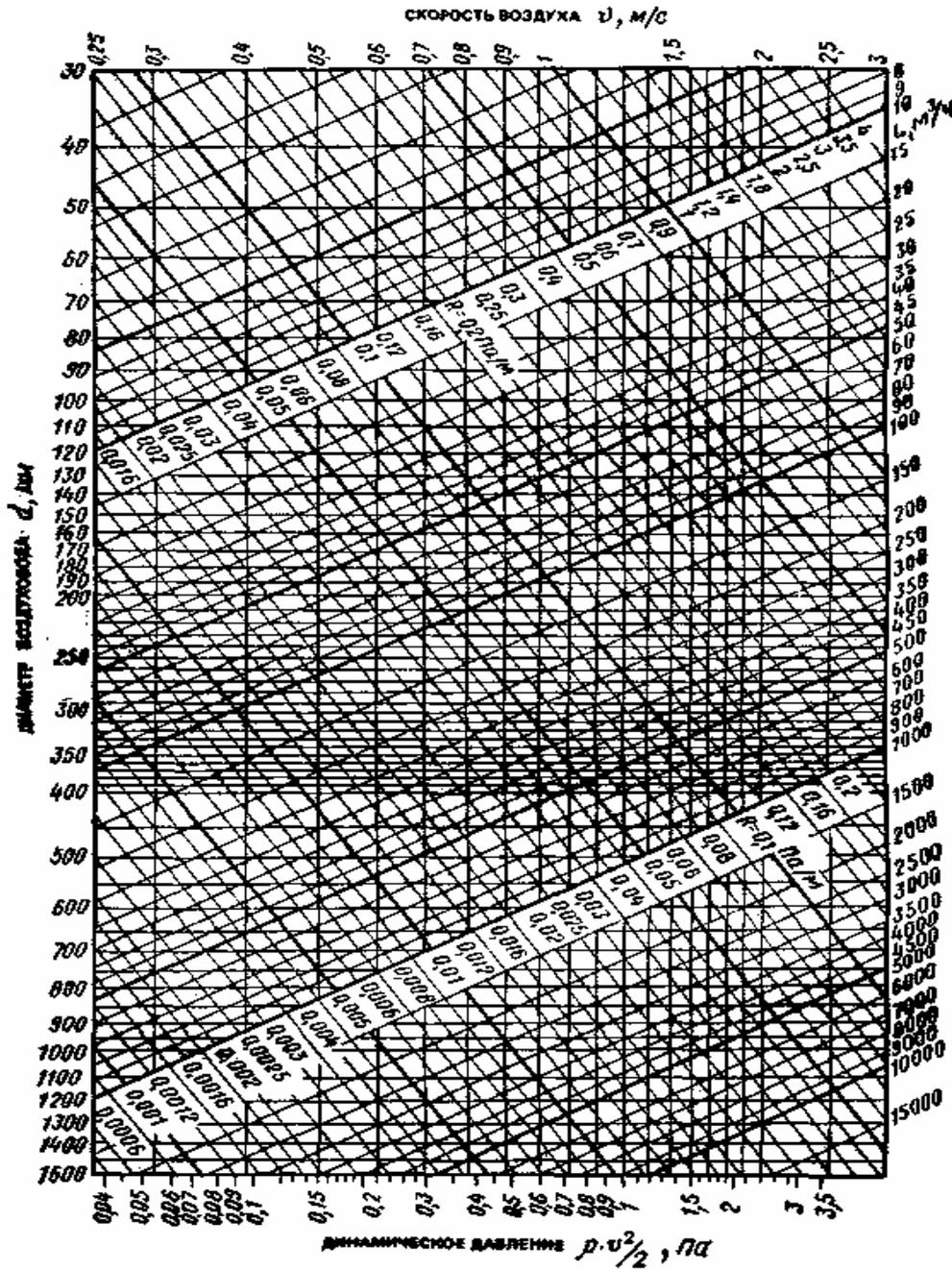


Рис. К.1. Номограмма для расчета круглых стальных воздуховодов

Приложение Л
(справочное)
Таблица Л.1

**Коэффициенты местных сопротивлений некоторых фасонных
частей воздуховодов**

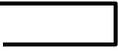
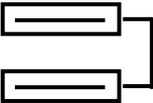
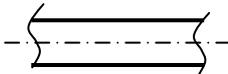
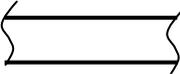
Местное сопротивление	Эскиз	Коэффициент местного сопротивления					
Внезапное расширение		$\zeta = (1-f/F)^2$					
Внезапное сужение		$\zeta = 0,5(1-f/F)$					
Вытяжная шахта с зонтом		$\zeta = 1,3$					
Колено круглое, квадратное, прямоугольное		α	30	45	60	90	
		ζ	0,16	0,32	0,56	1,2	
		Для прямоугольных колен умножить на c					
		b/a	0,25	0,5	1	1,5	
		c	1,1	1,07	1	0,95	
Тройник прямой 90° приточного прямоугольного сечения		$F_n = F_c$					
		v_0/v_c	0,4	0,5	0,6	0,8	1
		ζ_0	9,4	6,2	4,2	2,3	1,6
		ζ_n	0,4	0	-0,1	-0,1	0
		v_0/v_c	1,2	1,4	1,6	1,8	2
		ζ_0	1,2	1	0,8	1,7	0,7
		$F_0 + F_n = F_c (\zeta_0 = (v_c/v_0)^2)$					
		v_n/v_c	0,4	0,5	0,6	0,8	1
		ζ_n	4,4	2,0	0,8	0,1	0
		v_n/v_c	1,2	1,4	1,6	1,8	2
		ζ_n	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
		Тройник прямой 90° вытяжного прямоугольного сечения		F_0/F_n	ζ_0/ζ_n при L_0/L_c		
	0,1			0,2	0,3	0,4	0,5
0,1	0,3/0,2			0,9/0,5	1/0,9	1/1,5	1/2,5
0,2	-1,7/0,2			0,6/0,4	1/0,8	1/1,3	1/2,1
0,4	-2,4/0,2			-0,6/0,4	0,7/0,6	1/1	1,1/1,6
0,6	-21/0,2			-2,7/0,4	0,1/0,6	0,9/0,8	1,1/1,3
0,8	-37/0,8			-5,5/0,4	-0,7/0,5	0,6/0,7	1,1/1,1
1	-50/0,3			-8,8/0,4	-1,7/0,5	0,3/0,7	1,1/1
F_0/F_n	ζ_0/ζ_n при L_0/L_c						
	0,6			0,7	0,8	0,9	1
0,1	1/4,4			1/8,4	1/20	1/82	1/∞
0,2	1/3,7			1/7,1	1/16,7	1/69	1/∞
0,4	1,1/2,8			1,1/5,2	1,1/12,3	1,1/51	1,1/∞
0,6	1,1/2,2			1,2/4,1	1,2/9,5	1,2/39	1,2/∞
0,8	1,2/1,8			1,3/3,3	1,3/7,6	1,2/31	1,2/∞
1	1,3/1,6			1,3/2,8	1,3/6,3	1,3/25	1,3/∞
Жалюзийная решетка				$\zeta = 2$			

Приложение М (справочное)

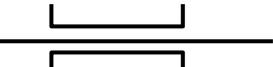
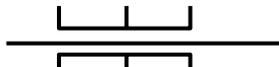
Условные обозначения элементов санитарно-технических систем

Таблица М.1

Графические обозначения элементов системы отопления и вентиляции

Наименование	Условное обозначение	
	на планах	на разрезах и схемах
Труба отопительная гладкая, регистр из гладких труб		
Труба отопительная ребристая, регистр из ребристых труб, конвектор отопительный		
Радиатор отопительный		
Воздуховод		
Воздуховод (при упрощенном графическом изображении двумя линиями) а) круглого сечения		
б) прямоугольного сечения		
Отверстие (решетка) для забора воздуха		
Отверстие (решетка) для выпуска воздуха		
Дефлектор		
Зонт		
Узел прохода вентиляционной шахты		

Графические обозначения элементов трубопроводов, насосов
и вентиляторов

Наименование	Обозначение
Направление потока жидкости	
Направление потока воздуха	
Изолированный участок трубопровода	
Трубопровод в трубе (футляре)	
Трубопровод в сальнике	
Место сопротивления в трубопроводе (шайба дроссельная, устройство расходо- мерное, диафрагма)	
Опора (подвеска) трубопровода: а) неподвижная	
б) подвижная	
Насос струйный (эжектор, инжектор, элеватор)	
Насос центробежный	
Вентилятор: а) радиальный	
б) осевой	

Графические обозначения трубопроводной арматуры

Наименование	Обозначение
Клапан (вентиль) запорный:	
а) проходной	
б) угловой	
Клапан (вентиль) трехходовой	
Клапан (вентиль) регулирующий:	
а) проходной	
б) угловой	
Задвижка	
Клапан:	
а) проходной	
б) угловой	
Кран трехходовой	
Кран двойной регулировки	