

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для выполнения курсовой работы по дисциплине

*“Инженерное оборудование зданий”*

на тему *“Инженерное оборудование жилого здания”*

для студентов специальности

69 01 01 “Архитектура” дневной формы обучения.

Брест 2005

УДК 697.911 (075.8)

Настоящие методические указания для выполнения курсовой работы по инженерному оборудованию жилого здания составлены в соответствии с программой курса "Инженерное оборудование зданий" для студентов специальности 69 01 01 "Архитектура".

В работе использованы действующие нормативные документы, изложены объем работы и последовательность выполнения курсовой работы, основные методики расчетов, примеры расчетов.

Составитель: В.Г. Новосельцев, ст. преподаватель, к.т.н.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
1. Общие требования к оформлению курсовой работы.....	4
1.1 Задание к курсовой работе .....	4
2. Состав курсовой работы .....	4
3. Методические указания к выполнению курсовой работы.....	5
3.1. Внутренний водопровод холодного водоснабжения.....	5
3.1.1 Выбор и обоснование схемы внутреннего водопровода.....	5
3.1.2 Устройство внутреннего водопровода и его трассировка.....	6
3.1.3 Гидравлический расчет внутреннего водопровода.....	7
3.2 Внутренняя канализация.....	11
3.2.1 Трассировка и устройство сети внутренней канализации.....	11
3.2.2 Расчет сети внутренней канализации.....	12
3.2.3 Проектирование и расчет внутренних водостоков.....	15
3.3 Отопление.....	17
3.3.1 Расчет потерь теплоты отдельными помещениями .....	17
3.3.2 Конструирования системы водяного отопления.....	23
3.3.3 Определение поверхности нагрева отопительных приборов.....	28
3.3.4 Оборудование теплового пункта.....	34
3.4 вентилиация.....	34
3.4.1 Конструирование естественной вытяжной канальной вентиляции.....	34
3.4.2 Аэродинамический расчет естественной вытяжной канальной системы вентиляции.....	36
3.5 Приложения.....	39
Литература.....	43

## 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа должна содержать расчетно-пояснительную записку и графический материал. Оформление расчетно-пояснительной записки осуществляется на одной стороне белой писчей бумаги формата А4 (210x297мм). Графический материал выполняется на плотной бумаге формата А1 (594x841мм).

Общие требования и правила оформления изложены в стандарте университета СТ БГТУ 01 – 2002.

## 2. ЗАДАНИЕ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Разработка курсовой работы "Инженерное оборудование жилого здания" имеет целью закрепить теоретические знания студентов, овладение приемами проектирования современных систем водоснабжения, канализации, отопления и вентиляции.

В задании на проектирование указываются: район строительства, план типового этажа здания, ориентация его главного фасада по сторонам света, этажность здания, наличие в здании чердака и подвала, норма водопотребления, гарантийный напор в наружном водопроводе, характеристика наружных ограждающих конструкций здания (толщина конструкций внутренних и наружных несущих стен и межкомнатных, межквартирных перегородок принимаются по усмотрению исполнителя в соответствии с действующими нормативами), термические сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций (наружной стены, чердачного перекрытия, пола 1 этажа, окон), тип системы отопления, схема узла присоединения системы отопления к тепловым сетям, температура воды в системе отопления дома ( $t_{г}$  и  $t_{о}$ , °С), в тепловых сетях ( $T_{г}$  и  $T_{о}$ , °С), давление, передаваемое насосом (элеватором) в систему отопления для обеспечения циркуляции воды в ней ( $P_{нз}$ , кПа).

Задание на проектирование, план типового этажа и генплан с нанесением инженерных уличных сетей водопровода, канализации и теплотрассы выдается руководителем. Размеры здания на генплане принимаются в соответствии с габаритами, заданными планом этажа. Недостающие необходимые дополнительные данные допускаются принять самостоятельно автором работы.

## 3. СОСТАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по инженерному оборудованию жилого здания состоит из расчетно-пояснительной записки (30 ... 35 страниц) и графической части.

**Расчетно-пояснительная записка включает:**

Титульный лист

Задание с исходными данными

Приложение 1 (Генплан участка с коммуникациями (М 1:500))

Реферат

Введение

**1. Внутренний водопровод холодного водоснабжения**

1.1. Выбор и обоснование схемы внутреннего водопровода

1.2. Устройство внутреннего водопровода и его трассировка

1.3. Гидравлический расчет внутреннего водопровода холодного водоснабжения

1.4 Подбор оборудования для повышения напора во внутренней сети водопровода (при необходимости)

## **2. Внутренняя канализация**

2.1. Устройство и трассировка сети внутренней канализации

2.2. Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных стояках и выпусках

2.3. Гидравлический расчет выпусков

## **3. Внутренние водостоки**

3.1 Проектирование и расчет внутренних водостоков

## **4. Отопление**

4.1. Определение потерь теплоты отдельными помещениями

4.2. Конструирование системы водяного отопления

4.3. Определение поверхности нагрева отопительных приборов

4.4. Проектирование теплового пункта

## **5. Вентиляция**

5.1. Конструирование естественной канальной вытяжной системы вентиляции

5.2. Аэродинамический расчет естественной канальной вытяжной системы вентиляции (для 1 помещения - кухни или санузла по выбору автора проекта)

Заключение

## **6. Список использованной литературы.**

Графическая часть (один лист формата А1) содержит:

1. План этажа (половина 1 этажа и половина верхнего этажа), подвала с нанесением элементов водоснабжения, канализации, водостоков, отопления и вентиляции (М 1:100)

2. Схема трубопроводов системы водяного отопления здания (М 1:100)

3. Схема трубопроводов системы холодного водопровода здания (М 1:100)

4. Схема трубопроводов системы канализации здания (М 1:100)

5. План и разрез теплового пункта (М 1:50)

6. Схема естественной вытяжной канальной системы вентиляции (М1:100)

7. Схема внутреннего водостока (М1:100)

## **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

### **3.1 Внутренний водопровод холодного водоснабжения**

#### **3.1.1 Выбор и обоснование схемы внутреннего водопровода**

Системой водоснабжения здания называется совокупность устройств, обеспечивающих получение воды из наружного водопровода и подачу ее под напором к водоразборным устройствам, расположенным внутри здания.

Водопроводные сети бывают тупиковые, кольцевые и комбинированные, по расположению магистральных трубопроводов — с нижней, верхней, горизонтальной и вертикальной разводкой.

Тупиковые водопроводные сети целесообразно предусматривать в зданиях, где допускается перерыв в подаче воды при производстве ремонтных работ на некоторых участках. Эта схема наиболее часто применяется в жилых зданиях.

Кольцевые водопроводные сети применяют в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокую надежность и бесперебойность подачи воды потребителям, а также в зданиях с противопожарным водопроводом. Кольцевые сети присоединяют несколькими вводами к наружному водопроводу, в случае от-

ключения одного из них подача воды в здание не прекращается. Кольцевание сети может быть в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Комбинированные водопроводные сети состоят из кольцевых магистральных и туиковых распределительных трубопроводов. Комбинированные сети применяют в зданиях с противопожарным водопроводом, оборудованным 12 и более пожарными кранами, в зданиях с большим разбросом водоразборных устройств.

Магистральные трубопроводы в сетях с нижней разводкой размещают в подвале или техническом подполье здания, а в сетях с верхней разводкой - под потолком верхнего этажа, на чердаке или в техническом этаже здания. Нижняя разводка предпочтительнее, так как более удобна в эксплуатации, надежнее в работе, чем верхняя.

### **3.1.2 Устройство внутреннего водопровода и его трассировка**

Система водоснабжения здания состоит из ввода, водомерного узла, водопроводной сети, состоящей из магистральных и распределительных трубопроводов и подводок к водоразборной арматуре (в ряде случаев в систему входят местные водонапорные установки, регулирующие и запасные баки).

Вводом внутреннего водопровода считается участок трубопровода, соединяющий наружный водопровод с внутренней водопроводной сетью до водомерного узла или запорной арматуры, размещенной внутри здания. Число вводов зависит от режима подачи воды потребителям (п. 9.1 [1]). В месте присоединения ввода к наружной водопроводной сети устраивают колодец диаметром не менее 1000 мм, в котором размещают запорную арматуру (вентиль или задвижку) для отключения ввода. Проход ввода через отверстие фундамента здания или стены подвала устраивают в стальной гильзе, диаметр которой на 400 мм больше диаметра ввода.

Для устройства вводов (согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 27 июня 2003 года №860) необходимо применять полимерные трубы. Также возможно применение чугунных раструбных водопроводных труб, стальных оцинкованных труб. Глубина заложения труб вводов, считая до низа трубы, зависит от глубины заложения наружной водопроводной сети, т. е. вводы размещают ниже 0,5 м глубины промерзания грунта. Минимальная глубина укладки ввода (при отсутствии промерзания грунта) составляет 1 м. Для возможности опорожнения ввод укладывают с уклоном 0,005 в сторону наружной водопроводной сети.

Для учета количества потребляемой воды в системах водоснабжения зданий устанавливают водосчетчики или расходомеры - контрольно-измерительные приборы. Водосчетчик устанавливают на трубопроводе между двумя задвижками или вентилями, в результате чего образуется водомерный узел. В водомерный узел также входят: контрольно-спускной кран, манометр, фильтр. Водомерный узел монтируют в теплом и сухом помещении в легкодоступном месте вблизи наружной стены здания. Размещают водомерный узел в подвале, в приямке коридора или подъезда здания, в помещении центрального теплового пункта (ЦТП). Также, согласно п.11.1 [1] (изменения), при централизованном водоснабжении следует устанавливать счетчик на каждую квартиру.

Трубопроводы прокладывают открытым или скрытым способом. Скрытую прокладку (в бороздах, шахтах, каналах и др.) применяют при повышенных требованиях к эстетике помещений. При открытой прокладке труб применя-

ют различные способы крепления их к стенам, перегородкам, колоннам с помощью крючьев, хомутов, подвесок, кронштейнов. Трубопроводы с горизонтальными участками прокладывают с уклоном 0,002-0,005. Участки трубопроводов, расположенные вблизи наружных дверей и в неотапливаемых помещениях, покрывают тепловой изоляцией.

Установку запорной арматуры на внутренних водопроводных сетях надлежит предусматривать:

- 1) у основания стояков водопроводной сети в зданиях, имеющих три и более этажей;
- 2) на всех ответвлениях от магистральных трубопроводов;
- 3) на ответвлениях в каждую квартиру;
- 4) на подводках к промывным канализационным устройствам (бачкам, смывным кранам), на подводках к водоподогревателям;
- 5) перед приборами и аппаратами специального назначения;
- 6) на ответвлениях, питающих более пяти водоразборных точек.

### 3.1.3 Гидравлический расчет внутреннего водопровода

Назначением гидравлического расчета внутреннего водопровода является определение наиболее экономичных диаметров труб для пропуска расчетных расходов воды, суммарных потерь напора от наружной сети до диктующего водоразборного устройства, а также требуемого напора для внутреннего водопровода.

Последовательность расчета.

1. Строят аксонометрическую схему внутреннего водопровода здания.
2. Выявляют расчетное направление подачи воды (от ввода до диктующего водоразборного устройства), которое разбивают на расчетные участки и определяют их длины. В качестве диктующей точки принимается такой водоразборный кран, который расположен на верхнем этаже, наиболее удален от ввода и требует наибольшего рабочего напора. Границы расчетных участков назначают в местах изменения: расчетных расходов, материала или диаметров труб (исходя из конструктивных соображений).
3. Определяют расчетные расходы воды на участках.

Сети внутреннего водопровода рассчитывают на пропуск максимальных секундных расходов воды ко всем водоразборным устройствам.

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети, л/с, определяется по формуле:

$$q = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha, \text{ л/с} \quad (1)$$

где  $q_0$  – секунднй расход воды, определяемый по приложению 3 [1]; (для систем с одинаковыми потребителями при установке различных водоразборных устройств значение  $q_0$  принимают по тому из них, расход которого является наибольшим, причем устройств с таким расходом должно быть не менее 10% от общего числа  $N$ );

$\alpha$  – коэффициент, определяемый согласно приложению 4 [1] в зависимости от общего числа приборов  $N$  на расчетном участке сети и вероятности их действия  $P$ . При одинаковых потребителях (расчетный период 3600 с - час макс. водопотребления):

$$P = \frac{q_{\text{нв}} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600} \quad (2)$$

где  $q_{\text{нв}}$  - норма расхода холодной воды, потребителем в час наибольшего потребления, принимаемая по приложению 3 [1], л;

$U$  - число водопотребителей, обслуживаемое расчетным участком.

В зданиях с одинаковыми потребителями на расчетных участках принимают значение  $P$ , определенное для всей системы водоснабжения, т.е. для  $U$ , равного общему числу водопотребителей в здании, и  $N$ , равного общему количеству приборов в здании.

В курсовом проекте численность людей, проживающих в квартире, следует определять по выражению  $U = n + 1$ , где  $n$  - количество комнат в квартире.

4. Назначают диаметры труб на расчетных участках (по таблицам [2] (приложение 1 методических указаний)) исходя из наиболее экономичных скоростей движения воды. При назначении диаметров труб необходимо, чтобы скорости движения воды в магистральных и стояках не превышали 1,5 м/с, а в подводках к санитарным приборам были не более 2,5 м/с. Наиболее экономичны пределы скоростей 0,9 + 1,2 м/с.

5. Определяют потери напора на трение  $h_f$  по длине каждого расчетного участка, м, по формуле:

$$h_f = i \cdot l, \quad (3)$$

где  $i$  - удельные потери напора на трение, м, (определяются по таблицам [2]);

$l$  - длина расчетного участка, м.

6. Вычисляют сумму потерь напора в местных сопротивлениях. Потери напора в местных сопротивлениях принимаются равными 30% от потерь напора по длине (в сетях хозяйственно-питьевых водопроводов жилых и общественных зданий).

7. Подбирают счетчик воды и определяют потери напора в нем  $h_{\text{сч}}$

$$h_{\text{сч}} = S \cdot q^2, \quad (4)$$

где  $S$  - гидравлическое сопротивление счетчика (приложение 2 методических указаний)

$q$  - расчетный (максимальный) расход воды на вводе, л/с.

8. Определяют потери напора на вводе (от наружной сети до водомерного узла) по формуле:

$$h_{\text{вв}} = 1,3 \cdot i_{\text{вв}} \cdot l_{\text{вв}}, \quad (5)$$

где  $l_{\text{вв}}$  - длина ввода, м;

$i_{\text{вв}}$  - удельные потери напора на вводе (уклон прокладки трубопроводов ввода - 0,005).

9. Определяют суммарные потери напора по расчетному направлению

$\sum h_{\text{пот}}$ :

$$\sum h_{\text{пот}} = h_{\text{вв}} + h_{\text{сч}} + \sum h_f + h_m \quad (6)$$

10. Вычисляют величину требуемого напора в точке врезки в городскую водопроводную сеть и сопоставляют с величиной гарантийного напора  $H_{\text{гар}}$ :

$$H_{\text{тр}} = H_r + \sum h_{\text{пот}} + H_f, \quad (7)$$

где  $H_r$  - геометрическая высота подъема воды (разность отметок диктующего водоразборного устройства и ввода), м;



$H_f$  - напор у диктующего водоразборного устройства, м (принимается по приложению 2 [1])

11. Выбирают способ и устройство для повышения напора в сети (при необходимости):

Подбор насоса осуществляется по расчетной подаче, равной расходу воды на вводе ( $m^3/ч$ ), и напору, определяемому по формуле:

$$H = H_{np} - H_{тар} - h_n, \text{ м}, \quad (8)$$

где  $h_n$  - потери напора в насосной установке, м ( $h_n = 1,5-2,5\text{м}$ )

Марка насоса может быть подобрана по приложению 3 методических указаний.

**Пример 1.** Выполнить гидравлический расчет холодного водопровода при следующих исходных данных: количество жителей в доме  $U=16$  чел, длина ввода от колодца наружной водопроводной сети до водомерного узла  $L=8\text{м}$ , норма  $Q_0 = 200$  л/сут на 1 чел, гарантийный напор в наружном водопроводе  $H_{тар}=15,5\text{м}$ . Аксонометрическая схема водопровода показана на рис. 1.

Решение.

В качестве диктующей точки принимаем водоразборный кран ванны со смесителем на втором этаже стояка 1, так как он наиболее удален от ввода и требует наибольшего рабочего напора. Назначаем границы расчетных участков (см. рис. 1).

Вероятность действия приборов по формуле (2) при общем числе приборов во всём доме  $N = 12$  шт:

$$P = \frac{5,6 \cdot 16^2}{0,2 \cdot 12 \cdot 3600} = 0,01$$

Назначаем диаметры труб на расчетных участках (по приложению 1 методических указаний). Определяем потери напора на трение  $h_f$  по длине каждого расчетного участка по формуле (3). Расчет сведен в таблицу 1.

*Определение потерь напора на трение по длине расчетных участков*

Таблица 1

№ расчетных участков	Общее число приборов, N	Вероятность действия приборов, P	N·P	$\alpha$	Расчётный расход, $q_c=5 \cdot q^0 \cdot \alpha$ , л/с	d, мм	Скорость v, м/с	Длина расчетного участка L, м	Удельные потери напора $1000i$ , мм/м	Потери напора на участке $h=i \cdot L$ , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	1	0,01	0,01	0,2	0,2	15	1,18	1,2	360,3	0,432
1-2	2	0,01	0,02	0,215	0,215	15	1,27	3,5	427,3	1,496
2-3	4	0,01	0,04	0,256	0,256	20	0,8	8,2	119	0,976
3-4	6	0,01	0,06	0,289	0,289	20	0,9	1,6	146	0,234
4-5	12	0,01	0,12	0,367	0,367	20	1,15	2,3	229	0,527

$$\Sigma h = 3,664$$

Сумма местных потерь напора  $\Sigma h_m = 0,3 \cdot 3,664 = 1,1\text{м}$ .

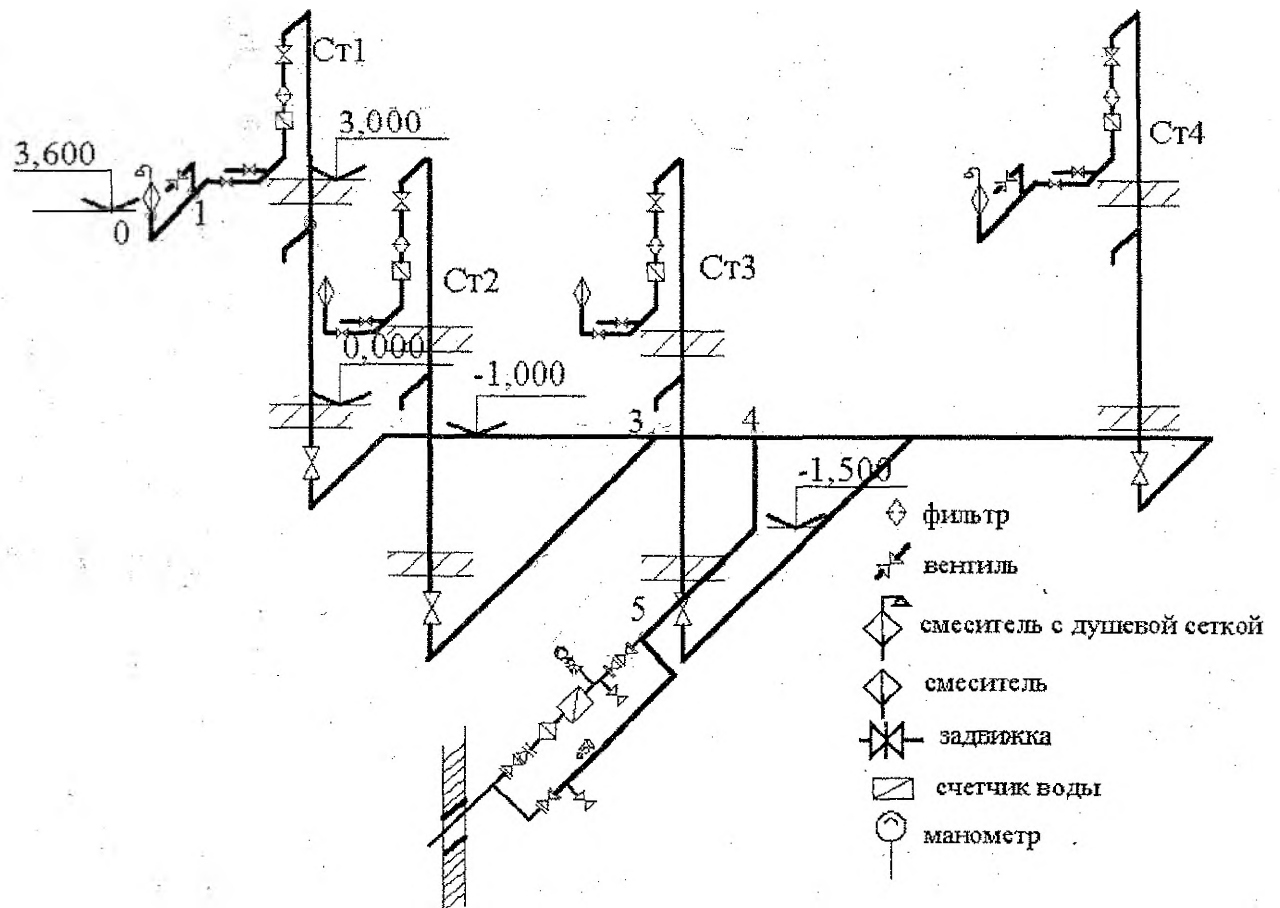


Рис. 1 Аксонометрическая схема системы холодного водопровода

Потери напора в счётчике воды определяем по формуле (4). Для определения величины гидравлического сопротивления счётчика  $S$  необходимо установить диаметр условного прохода счётчика, который выбирают исходя из среднечасового расхода воды за сутки:

$$Q_{ч,ср.} = \frac{0,001 \cdot Q_o \cdot U}{24}, \text{ м}^3/\text{час}$$

$$Q_{ч,ср.} = \frac{0,001 \cdot 200 \cdot 16}{24} = 0,133 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Подбираем приложению 2 методических указаний счетчик диаметром 15мм,  $S=14,5 \text{ м}/(\text{л} \cdot \text{с})^2$ . Порог чувствительности  $0,015 \text{ м}^3/\text{час}$ .

$$h_{сч} = 14,5 \cdot 0,367^2 = 1,95 \text{ м}$$

Величина эксплуатационного расхода выбранного счётчика не должна быть меньше  $Q_{ч,ср.}$ . При этом потери напора в крыльчатых счётчиках не должны превышать 5м, а в турбинных – 2,5м.

Потери напора на вводе по формуле (5):

$$h_{вв} = 13 \cdot 0,005 \cdot 8 = 0,05 \text{ м}$$

Суммарные потери напора по расчетному направлению по формуле (6):

$$\sum h_{\text{пот}} = 0,05 + 1,95 + 3,664 + 1,1 = 6,764 \text{ м}$$

Требуемый напор в точке врезки в городскую водопроводную сеть по формуле (7):

$$H_{тp} = 5,1 + 6,764 + 3 = 14,864 \text{ м,}$$

где:  $H_r = 3,6 - (-1,5) = 5,1 \text{ м}$ .

$H_r$  по приложению 2[1]  $H_r = 3 \text{ м}$  – для смесителей ванн.

Полученную величину требуемого напора сравниваем с величиной гарантийного напора. Так как  $H_{тp} < H_{гар}$  ( $14,864 < 15,5$ ), то результаты расчета удовлетворительные, следовательно, нет необходимости повышения напора в сети.

## 3.2 Внутренняя канализация

### 3.2.1 Трассировка и устройство сети внутренней канализации

Система канализации предназначена для удаления из здания загрязнений, образующихся в процессе санитарно-гигиенических процедур, хозяйственной и производственной деятельности человека, а также для отведения атмосферных и талых вод. Система внутренней канализации состоит из следующих элементов: приемники сточных вод (принимают загрязненную воду и отводят ее в канализационную сеть); гидравлические затворы (предотвращают попадание вредных газов из канализационной сети в помещение); внутренняя канализационная сеть (собирает и отводит сточные воды от приемников в дворовую канализационную сеть).

Трассировка внутренней канализационной сети производится с таким расчетом, чтобы сточные воды удалялись из здания по кратчайшему пути.

Стояки желательно предусматривать в местах сосредоточения приемников сточных вод. Стояки размещают у колонн ограждающих конструкций по возможности ближе к приемникам, в которые поступают наиболее загрязненные стоки (унитазам), и с таким расчетом, чтобы длина отводящих труб была минимальной. Во избежание замерзания не рекомендуется прокладывать стояки около наружных стен, дверей, ворот. Стояки прокладывают вертикально с минимальным числом изгибов, горизон-

ки прокладывают вертикально с минимальным числом изгибов, горизонтальных участков (перекидок) и отступов. Отводные трубопроводы присоединяют к гидрозатворам санитарно-технических приборов и прокладывают к стояку прямолинейно с постоянным уклоном. Санитарные приборы в разных квартирах на одном этаже подключают к отдельным отводным трубопроводам.

В здании трубопроводы прокладывают прямолинейно. Для изменения направления трубопровода и присоединения санитарно-технических приборов применяют соединительные части, называемые фасонными. Трубы прокладывают открыто или скрыто. Прокладка внутренних канализационных сетей не допускается: под потолком, в стенах и в полу жилых комнат; под потолком (открыто или скрыто) кухонь.

Сети бытовой канализации, отводящие сточные воды в наружную канализационную сеть, должны вентилироваться через стояки, вытяжная часть которых выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту: от плоской неэксплуатируемой кровли - 0,3 м, от скатной кровли - 0,5 м. Выводимые выше кровли вытяжные части канализационных стояков следует размещать от открываемых окон и балконов на расстоянии не менее 4 м (по горизонтали). Диаметр вытяжной части канализационного стояка должен быть равен диаметру сточной части стояка. Допускается предусматривать не вентилируемые канализационные стояки в случаях, если имеется не менее одного вентилируемого стояка и расход сточной жидкости в стояках не превышает значений, указанных в табл. 9 [1].

На сетях внутренней бытовой канализации следует предусматривать установку ревизий или прочисток на стояках при отсутствии на них отступов - в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов - также и в вышерасположенных над отступами этажах; в жилых зданиях высотой 5 этажей и более - не реже чем через три этажа; в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединяемых приборов 3 и более, под которыми нет устройств для прочистки; на поворотах сети - при изменении направления движения стоков, если участки трубопроводов не могут быть прочищены через другие участки.

Из канализационных стояков сточная вода попадает в выпуски, которые следует предусматривать с уклоном не менее 0,02 при диаметре 100 мм и 0,03 при диаметре 50 мм. Максимальная длина от стояка или прочистки до оси смотрового колодца принимается по табл. 7 [1]. Наименьшая длина выпуска от наружной стены до смотрового колодца - 3 м.

Для сетей внутренней бытовой канализации необходимо применять полимерные трубы (возможно также применение чугунных).

### 3.2.2 Расчет сети внутренней канализации

Сети внутренней канализации рассчитывают на максимальный секундный расход сточных вод, определяемый по формуле:

при  $q^{tot} \leq 8$  л/с

$$q_s = q^{tot} + q_0^e, \text{ л/с} \quad (9)$$

при  $q^{tot} > 8$  л/с

$$q_s = q^{tot}, \text{ л/с}, \quad (10)$$

где  $q^{tot}$  - общий максимальный расход воды, определяемый по формуле:

$$q^{tot} = 5 \cdot q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л/с}, \quad (11)$$

где  $q_0^{tot}$  - общий секундный расход воды потребителем принимаемый по приложению 3 [1];

$\alpha$  - коэффициент, определяемый в зависимости от  $N$  и  $p^{tot}$  по таблице 2 приложения 4 [1].

$$p^{tot} = \frac{q_{нр,и}^{tot} \cdot U}{q_0^s \cdot N \cdot 3600}, \quad (12)$$

где  $q_{нр,и}^{tot}$  - общая норма расхода воды в час наибольшего водопотребления принимаем по приложению 3[1];

$q_0^s$  - расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, принимаемый по приложению 3 [1];

$U$  - число потребителей, обслуживаемое расчетным участком, чел.;

$N$  - число санитарных приборов, шт.

Диаметр канализационных стояков надлежит принимать по табл. 8 [1] в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку. Диаметр канализационного стояка должен быть не менее наибольшего диаметра поэтажных отводов, присоединенных к этому стояку. По всей высоте канализационные стояки должны иметь одинаковый диаметр.

Расчет канализационных трубопроводов следует производить по таблицам [3] (приложение 4 методических указаний), назначая скорость движения жидкости  $V$ , м/с, и наполнение  $H/d$  таким образом, чтобы было выполнено условие:

$$V \cdot \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K, \quad 0,6 \quad (13)$$

где  $K=0,5$  для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб;

$K=0,6$  для трубопроводов из других материалов.

Скорость движения жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопроводов - не менее 0,3.

В тех случаях, когда выполнить условие (13) не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром 40-50 мм следует прокладывать с уклоном 0,03, а диаметром 85 и 100 мм - с уклоном 0,02.

Наибольший уклон трубопроводов не должен превышать 0,15 (за исключением ответвлений от приборов длиной до 1,5 м).

**Пример 2.** Определить расчетные расходы сточных вод на канализационных стояках и выпуске, диаметры канализационных стояков и произвести расчет выпуска. Аксонометрическая схема системы канализации показана на рис. 2. Количество потребителей  $U=30$  чел.

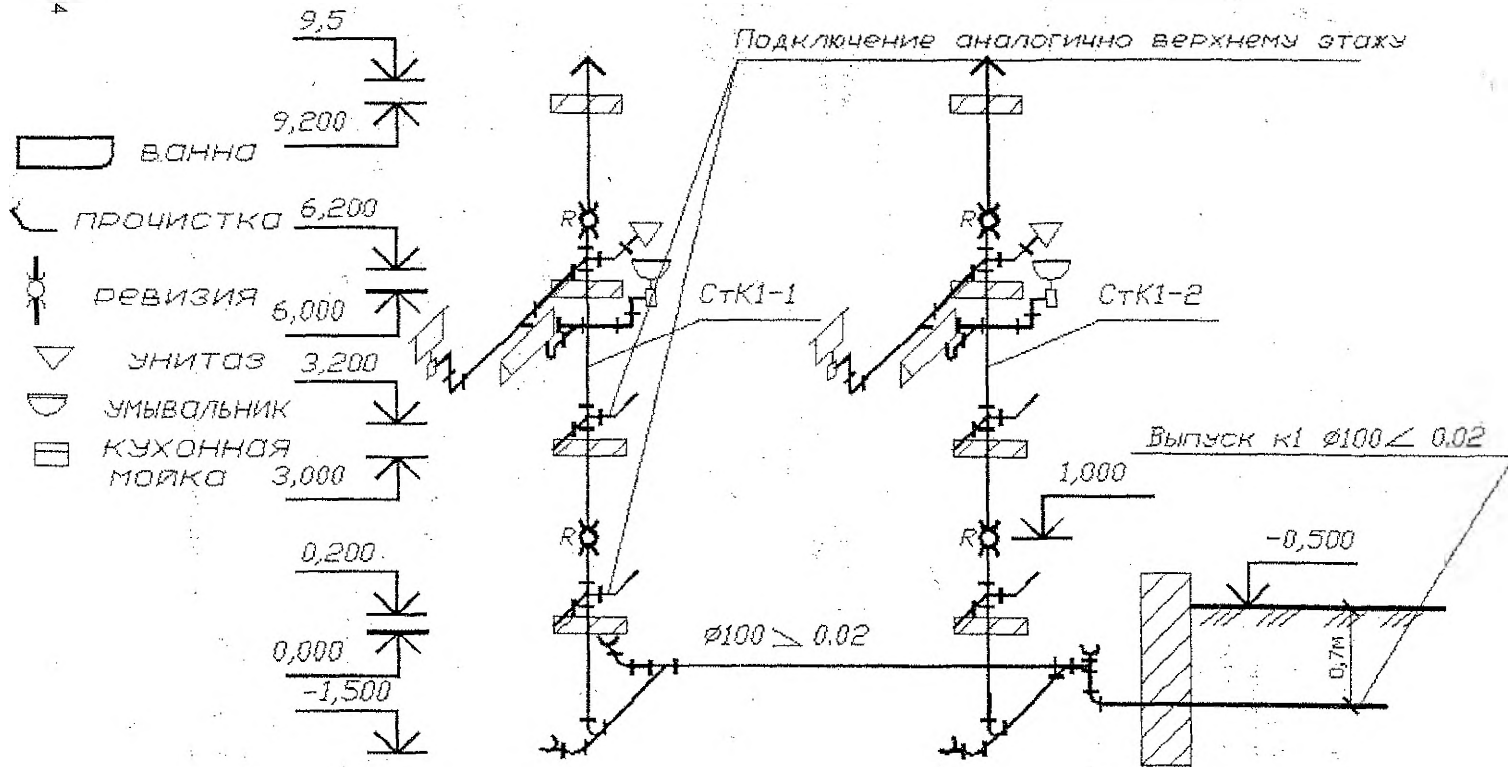


Рис. 2 Аксонометрическая схема системы внутренней канализации

Решение.

Вероятность действия по формуле (12):

$$P^{\text{tot}} = \frac{15,6 \cdot 30}{1,6 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,0034$$

$q^{\text{tot}}_{\text{hr}} = 15,6$  л/с по 3 [1] п.1.8,  $q^{\text{с}}_0 = 1,6$  л/с для унитаза со смывным бачком по приложению 3 [1].

По таблице 2 приложения 4 [1] при  $N \cdot P = 30 \cdot 0,0034 = 0,102$   $\alpha = 0,3454$ .

По приложению 3 [1]  $q^{\text{tot}}_0 = 0,3$  л/с.

Общий максимальный расход воды по формуле (11):

$$q^{\text{tot}} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,3454 = 0,52 \text{ л/с}$$

Максимальный секундный расход сточных вод на выпуске по ф-ле (9):

$$q_s = 0,52 + 1,6 = 2,12 \text{ л/с}$$

Аналогично для стояков 1 и 2 получаем:

$$P^{\text{tot}} = \frac{15,6 \cdot 15}{1,6 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,0017$$

при  $N \cdot P = 15 \cdot 0,0017 = 0,0255$   $\alpha = 0,227$

$$q^{\text{tot}} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,227 = 0,34 \text{ л/с}$$

$$q_s = 0,34 + 1,6 = 1,94 \text{ л/с}$$

По табл. 8 [1] при диаметре отвода от унитаза 100мм принимаем диаметры канализационных стояков равными 100мм.

Проверяем условие для выпуска (формула (13)):

$$V \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K$$

Принимаем к проектированию выпуск из чугунных труб диаметром  $d=100$ мм с уклоном  $i=0,02$ . По приложению 4 методических указаний определяем  $V$  и  $h/d$ , ( $V=0,77$  м/с,  $h/d=0,38$ ). Тогда  $V \cdot \sqrt{h/d} = 0,77 \cdot \sqrt{0,38} = 0,475 < 0,6$ . Условие не выполняется из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод.

### 3.2.3 Проектирование и расчет внутренних водостоков

Внутренние водостоки обеспечивают отвод дождевых и талых вод с кровель зданий. Они состоят из водосточных воронок, отводных трубопроводов (стояков, коллекторов, выпусков) и устройств для осмотра и прочистки (ревизий, прочисток). Из внутренних водостоков вода отводится в наружные сети дождевой канализации (закрытый выпуск) или на тротуары (открытый выпуск). На кровле здания необходимо устанавливать не менее двух водосточных воронок. Максимальное расстояние между водосточными воронками не должно превышать 48 м.

Водосточные стояки прокладывают, как правило, в отапливаемых помещениях лестничных клеток, в коридорах и др. подсобных помещениях зданий. Прокладка может быть открытой и скрытой. Ревизии и прочистки устанавливаются в тех же местах, что и в системе внутренней канализации.

Расчет внутренних водостоков сводится к определению расхода дождевых вод и подбору диаметров водосточных стояков и водосточных воронок.

Расчетный расход дождевых вод следует определять по формулам: для кровель с уклоном до 1,5% включительно

$$Q_{расч} = \frac{F \cdot q_{20}}{10000}, \text{ л/с} \quad (14)$$

для кровель с уклоном свыше 1,5%

$$Q_{расч} = \frac{F \cdot q_5}{10000}, \text{ л/с}, \quad (15)$$

где  $F$  - водосборная площадь,  $\text{м}^2$  (при определении расчетной водосборной площади следует дополнительно учитывать 30% суммарной площади вертикальных стен, примыкающих к кровле и возвышающихся над ней);

$q_{20}$  - интенсивность дождя, л/с с 1 га (для данной местности), продолжительностью 20 мин при периоде однократного превышения расчетной интенсивности, равной 1 году (принимаемая по черт. 1 [4]); (для Беларуси  $q_{20}=90$  л/с с 1 га);

$q_5$  - интенсивность дождя, л/с с 1 га (для данной местности), продолжительностью 5 мин при периоде однократного превышения расчетной интенсивности, равной 1 году, определяемая по формуле:

$$q_5 = 4^n \cdot q_{20}, \text{ л/с}, \quad (16)$$

где  $n$  - параметр, принимаемый согласно табл.4 [4] (для Беларуси  $n=0,7-0,75$ ).

Диаметр водосточного стояка определяется по табл. 10 [1] (табл. 1 приложения 5 методических указаний). Расчетный расход дождевых вод, приходящийся на водосточный стояк, не должен превышать величин, приведенных в табл. 1 приложения 5 методических указаний, а на водосточную воронку – величин, указанных в табл. 2 приложения 5. Для сокращения объема курсовой работы пропускная способность системы при напорном режиме не рассчитывается. Схема водостока показана на рис. 3.

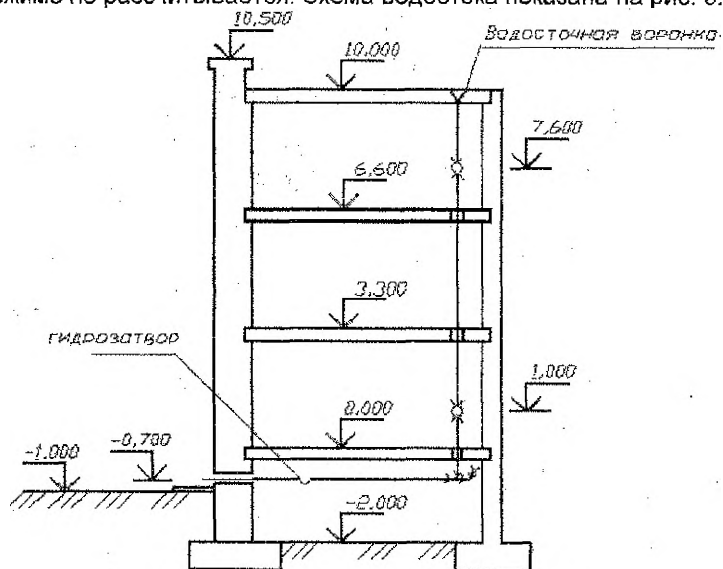


Рис. 3 Схема внутреннего водостока



**Пример 3.** Определить диаметр водосточного стояка и подобрать водосточную воронку для здания с плоской кровлей ( $i=2\%$ ), проектируемого в г.Гродно и имеющего водосборную площадь кровли  $F=425\text{м}^2$ .

Решение.

Интенсивность дождя по формуле (16):

$$q_s = 4^{0,75} \cdot 90 = 254,6 \text{ л/с}$$

По формуле (15) расчетный расход дождевых вод:

$$Q_{\text{расч}} = \frac{425 \cdot 254,6}{10000} = 10,8 \text{ л/с}$$

По табл. 1 приложения 5 методических указаний принимаем диаметр водосточного стояка 100мм. По табл. 2 приложения 5 методических указаний принимаем 2 водосточные воронки марки Вр-9.

### 3.3 Отопление

#### 3.3.1 Расчет потерь теплоты отдельными помещениями

Расчет теплопотерь производят через все ограждающие конструкции для каждого помещения здания в отдельности. Помещения поэтажно пронумеровывают (1-й этаж - помещение № 101, 102; 2-й этаж - № 201, 202 и т.д.). В курсовой работе необходимо произвести расчет тепловых потерь для одного или двух помещений на всех этажах (по заданию руководителя). Теплопотери подсобных помещений (кладовые, коридоры, санузлы, ваннные комнаты и т.п.), не имеющих вертикальных наружных ограждений через полы (нижнего этажа) или потолки (верхнего этажа) обычно относят к смежным с ними помещениям.

Потери тепла помещениями (для жилых зданий):

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{тп}} + Q^{(\text{ИНФ})(\text{ВЕНТ})} - Q_{\text{б}}, \text{ Вт}, \quad (17)$$

где  $Q_{\text{тп}}$  - основные потери теплоты через наружные ограждающие конструкции, Вт;

$Q^{(\text{ИНФ})(\text{ВЕНТ})}$  - добавочные потери тепла на нагревание воздуха инфильтрующегося в помещения; ( $Q^{(\text{ИНФ})}$  - вследствие действия теплового и ветрового давления, а также работы системы вентиляции;  $Q^{(\text{ВЕНТ})}$  - в результате естественной вытяжки, не компенсируемой приточным подогретым воздухом в размере нормативного воздухообмена);

$Q_{\text{б}}$  - бытовые тепловыделения, поступающие в отапливаемые помещения, Вт.

Основные потери теплоты определяют в соответствии с [6, прил.9, п.1] с округлением до 10 Вт путем суммирования потерь тепла через отдельные ограждения для каждого отапливаемого помещения по формуле:

$$Q_{\text{тп}} = \frac{F}{R} (t_s - t_n) \cdot (1 + \Psi) \cdot n, \text{ Вт}, \quad (18)$$

где  $F$  - расчетная площадь ограждения,  $\text{м}^2$ ;

$R$  - сопротивление теплопередаче ограждения, указанные в задании на проектирование,  $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$ ;

$t_n$  - расчетная температура наружного воздуха (температура наиболее холодной пятидневки  $t_5$  обеспеченностью 0,92), °С; [7, табл.4.3] (табл. 1 приложений 6 методических указаний);

$t_B$  - расчетная температура внутреннего воздуха, °С [8, приложение В, табл. В.1], (приложение 7 методических указаний);

$\eta$  - коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху, принимаемый по [7, табл.5.3] (табл.3 приложений 6 методических указаний);

$\Psi$  - добавочные потери теплоты через ограждения, принимаемые в долях от основных потерь для наружных стен и окон, обращенных на север, восток, северо-восток и северо-запад  $\Psi = 0,1$ ; на юго-восток и запад  $\Psi = 0,05$ .

Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха в помещения зданий вследствие действия теплового и ветрового давления, а также работы системы вентиляции:

$$Q^{\text{инф}} = 0,28 \cdot \sum G \cdot c \cdot (t_B - t_n) \cdot A, \text{ Вт}, \quad (19)$$

где  $c$  - удельная теплоемкость воздуха (1 КДж/(кг·°С));

$t_B, t_n$  - расчетные температуры внутреннего в помещении и наружного воздуха ( $t_5$  обеспеченностью 0,92);

$A$  - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в ограждениях ( $A = 0,8$  для окон с раздельными переплетами;  $A = 0,7$  - для окон с тройными переплетами);

$\sum G$  - суммарный расход инфильтрующегося воздуха в помещение через неплотности окон, балконных дверей, внутренних и наружных дверей (без учета инфильтрации воздуха через стыки стеновых панелей), кг/ч:

$$\sum G = \frac{0,216 \cdot \sum F_o \cdot (\Delta P_o)^{2/3}}{R_{\text{до}}} + \frac{\sum F_d \cdot (\Delta P_d)^{2/3}}{R_{\text{уд}}}, \quad (20)$$

где  $F_o, F_d$  - соответственно площадь окон, балконных дверей и других ограждений;

$R_{\text{до}}, R_{\text{уд}}$  - соответственно сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей и других ограждений, ( $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}$ )/кг, определяемое по [7, табл.Д1];

$\Delta P_o, \Delta P_d$  - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях соответственно окон, балконных дверей и других ограждений, Па, определяется по формуле:

$$\Delta P_o = (H - h) \cdot (\gamma_n - \gamma_B) + 0,05 \cdot \gamma_n \cdot w^2 \cdot (C_n - C_B) \cdot K - P_{\text{уп}}, \quad (21)$$

где  $H$  - высота здания, м, от уровня земли до верха карниза или устья вытяжной шахты;

$h$  - расчетная высота, м, от уровня земли до верха окон, балконных дверей;

$\gamma_n, \gamma_B$  - удельный вес, Н/м<sup>3</sup>, соответственно наружного и воздуха помещения, определяемый по формуле:

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t}, \quad (22)$$

$t$  - температура воздуха ( $t = t_5$ , обеспеченностью 0,92 или  $t = t_B$ );

$w$  – максимальная из средних скоростей по румбам за январь, м/с [7, табл.4.5] (табл. 2 приложений 6 методических указаний);

$C_H, C_P$  – аэродинамические коэффициенты, соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждения здания, принимаемые по СНиП 2.01.07-85 ( $C_H = 0,8$  и  $C_P = -0,6$ );

$K$  – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания, принимаемой по СНиП 2.01.07-85.

При высоте здания 10м принимают  $K=0,65$ ; при высоте здания 20м –  $K=0,9$ . Промежуточные значения определяются интерполяцией.

$P_{уп}$  – условно-постоянное давление воздуха в помещении, Па; для жилых зданий с естественной вентиляцией принимают  $P_{уп} = 0$ .

Расход теплоты на нагрев поступающего воздуха в жилые помещения в результате вытяжной вентиляции, не компенсируемого подогретым приточным воздухом:

$$Q^{ВЕНТ} = 0,28 \cdot L \cdot \rho \cdot c \cdot (t_B - t_H), \text{ Вт}, \quad (23)$$

где  $L$  – расход удаляемого воздуха, не компенсируемый подогретым приточным воздухом, м<sup>3</sup>/ч, определяемый по формуле:

$$L = 3 \cdot F_{п} \cdot \rho_0, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (24)$$

$F_{п}$  – площадь пола отапливаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$\rho$  – плотность воздуха в помещении, кг/м<sup>3</sup>;

$c$  – то же, что и в формуле (19);

$t_B, t_H$  – то же, что и в формуле (18);

За расчетный расход теплоты на нагревание воздуха, поступающего в жилые помещения, принимается большая из величин  $Q^{ИНФ}$  или  $Q^{ВЕНТ}$ .

Бытовые тепловыделения, поступающие в отапливаемые помещения:

$$Q_B = 21 \cdot F_{п}, \text{ Вт}, \quad (25)$$

где  $F_{п}$  – то же, что и в формуле (24);

Расчет потерь теплоты сводят в таблицу 2. В графу 3 таблицы записывают условные обозначения наружных ограждений (НС – наружная стена; ТО – окно с тройным остеклением; ПЛ – пол; ПТ – лотолок и т.д.). В графе 4 указывается ориентация ограждающей конструкции по сторонам света (Ю – юг; СВ – северо-восток; и т.д.). В графе 5 записываются размеры поверхности охлаждения по строительным чертежам (рис. 4) [9].

Линейные размеры ограждения определяют следующим образом:

1) площади окон, дверей – по наименьшим размерам строительных проемов в свету;

2) площади полов над холодным пространством и потолков – по размерам между осями внутренних стен или от внутренней поверхности наружных стен до осей внутренних стен;

3) высота стен первого этажа:

- при наличии пола, расположенного непосредственно на грунте, – от уровня чистого пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа;
- при наличии пола, расположенного на лагах по кирпичным столбикам, – от поверхности подготовки под конструкцию пола на лагах до уровня чистого пола второго этажа;

- при наличии пола, расположенного над подвалом, - от нижней поверхности конструкции пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа;
- 4) высота стен промежуточного этажа – между уровнями чистых полов данной и вышележащего этажей;
- 5) высота стен верхнего этажа – от уровня чистого пола до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия или верха бесчердачного покрытия;
- 6) длина наружных стен неугловых помещений – между осями внутренних стен; а угловых помещений – от кромки наружного угла до оси внутренних стен;
- 7) длина внутренних стен – по размерам между осями внутренних стен.

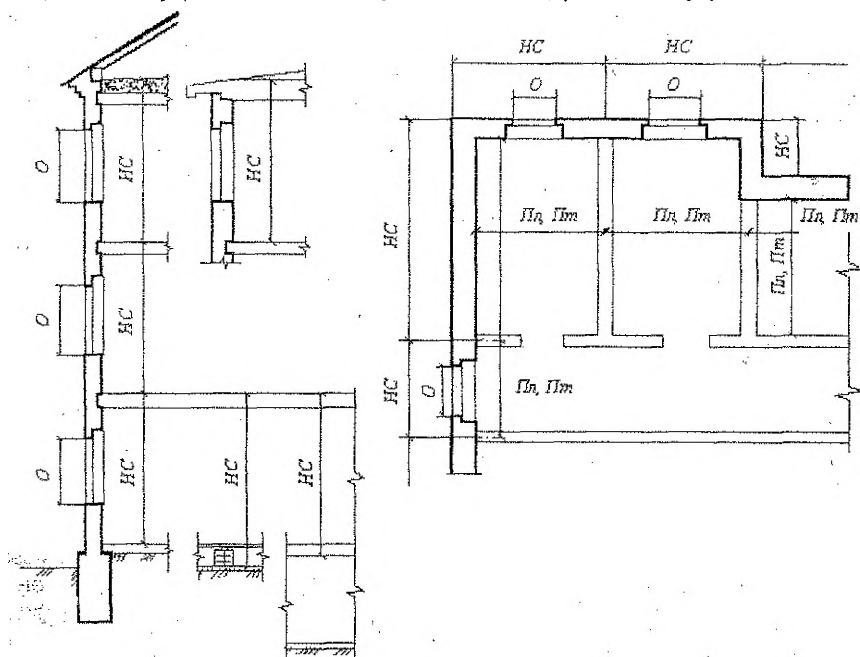


Рис. 4 Правила обмера площадей в плане и по высоте здания

В графу 7 заносят значение коэффициента теплопередачи ( $1/R_0$ ) рассматриваемого ограждения. В графу 8 записывают разность температур ( $t_B - t_n$ ) ( $t_n$  принимается равной  $t_B$  обеспеченностью 0,92). В графу 16 заносятся общие потери теплоты, определяемые суммированием основных потерь теплоты (графа 13) с расчетными потерями теплоты  $Q_{инф}$  или  $Q_{вент}$  (графа 14) за вычетом  $Q_B$  (графа 15).

**ПРИМЕР 4.** Определить тепловые потери для двух помещений (на всех этажах) жилого дома с подвалом, ориентированного главным фасадом на восток, и расположенного в Могилевской области. План 1 этажа здания показан на рис. 5. Основные строительные размеры здания указаны на рис. 5 и рис. 6.

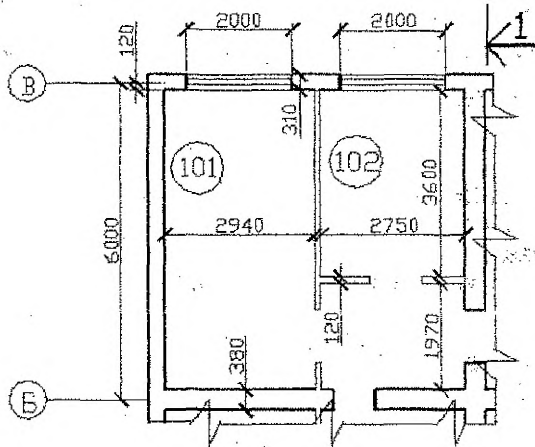


Рис. 5 План части здания к примеру 4

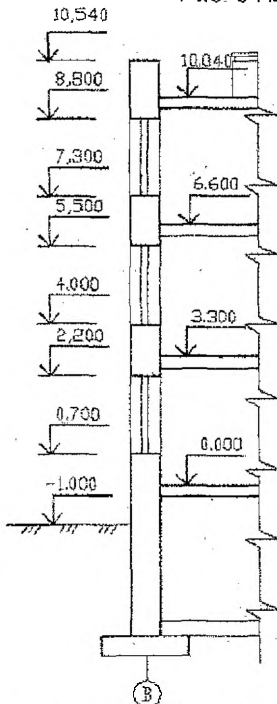


Рис. 6 Разрез здания по 1-1

Исходные данные: высота этажа – 3,3 м. Сопротивление теплопередаче для наружной стены  $R_0=2,0 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ , для чердачного перекрытия  $R_0=3,0 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ , пола 1 этажа над подвалом  $R_0=2,5 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ , окон с тройным остеклением в раздельноспаренных переплетах  $R_0=0,55 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ . Сопротивление воздухопроницанию заполнения светового проема окна  $R_{но}=0,26 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/кг}$ , [7, табл.Д1]; температура воздуха в жилых помещениях 101 –  $t_B=20^\circ\text{C}$ , 102 –  $t_B=18^\circ\text{C}$ , в коридоре  $t_B=18^\circ\text{C}$ .

Решение.

По таблицам приложения 6 методических указаний определяем: средняя скорость ветра за январь  $w=4,9 \text{ м/с}$ , расчетная температура наружного

воздуха  $t_5$  обеспеченностью 0,92  $t_5 = -25^\circ\text{C}$ , принимаем коэффициент  $n$  для стен и покрытия  $n=1$ , для пола 1 этажа  $n=0,75$ .

Удельные веса наружного и внутреннего воздуха по формуле (22):

$$\gamma_{20} = \frac{3463}{273+20} = 11,82 \text{ Н/м}^3, \quad \gamma_{18} = \frac{3463}{273+18} = 11,9 \text{ Н/м}^3,$$

$$\gamma_{-25} = \frac{3463}{273-25} = 13,96 \text{ Н/м}^3,$$

Высота здания  $H = 10,54 - (-1) = 11,54\text{м}$ ;  $h_1 = 2,2 - (-1) = 3,2\text{м}$ ,  $h_2 = 3,2 + 3,3 = 6,5\text{м}$ ,  $h_3 = 6,5 + 3,3 = 9,8\text{м}$ .

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях окон и количество инфильтрующегося воздуха через окна:

1 этаж

$$\Delta P_{101}^O = (11,54 - 3,2) \cdot (13,96 - 11,82) + 0,05 \cdot 13,96 \cdot 4,9^2 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 0,7 = 34,3 \text{ Па},$$

$$G_{101}^{Ж,К} = \frac{0,21 \cdot 3 \cdot (34,3)^{2/3}}{0,26} = 25,6 \text{ кг/ч}$$

$$\Delta P_{102}^O = (11,54 - 3,2) \cdot (13,96 - 11,9) + 0,05 \cdot 13,96 \cdot 4,9^2 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 0,7 = 33,6 \text{ Па},$$

$$G_{102}^{Ж,К} = \frac{0,21 \cdot 3 \cdot (33,6)^{2/3}}{0,26} = 25,2 \text{ кг/ч}$$

2 этаж

$$\Delta P_{201}^O = (11,54 - 6,5) \cdot (13,96 - 11,82) + 0,05 \cdot 13,96 \cdot 4,9^2 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 0,7 = 27,2 \text{ Па},$$

$$G_{201}^{Ж,К} = \frac{0,21 \cdot 3 \cdot (27,2)^{2/3}}{0,26} = 21,9 \text{ кг/ч}$$

$$\Delta P_{202}^O = (11,54 - 6,5) \cdot (13,96 - 11,9) + 0,05 \cdot 13,96 \cdot 4,9^2 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 0,7 = 26,8 \text{ Па},$$

$$G_{202}^{Ж,К} = \frac{0,21 \cdot 3 \cdot (26,8)^{2/3}}{0,26} = 21,7 \text{ кг/ч}$$

3 этаж

$$\Delta P_{301}^O = (11,54 - 9,8) \cdot (13,96 - 11,82) + 0,05 \cdot 13,96 \cdot 4,9^2 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 0,7 = 20,2 \text{ Па},$$

$$G_{301}^{Ж,К} = \frac{0,21 \cdot 3 \cdot (20,2)^{2/3}}{0,26} = 18 \text{ кг/ч}$$

$$\Delta P_{302}^O = (11,54 - 9,8) \cdot (13,96 - 11,9) + 0,05 \cdot 13,96 \cdot 4,9^2 \cdot (0,8 + 0,6) \cdot 0,7 = 20 \text{ Па},$$

$$G_{302}^{Ж,К} = \frac{0,21 \cdot 3 \cdot (20)^{2/3}}{0,26} = 17,9 \text{ кг/ч}$$

$$Q_{101,201,301}^{вент} = 0,28 \cdot 3 \cdot 16,9 \cdot 1,205 \cdot (20 - (-25)) = 762 \text{ Вт}$$

$$Q_{102,202,302}^{вент} = 0,28 \cdot 3 \cdot 9,9 \cdot 1,213 \cdot (18 - (-25)) = 434 \text{ Вт}$$

$$Q_{101}^{инф} = 0,28 \cdot 25,6 \cdot 1 \cdot (20 - (-25)) \cdot 0,7 = 226 \text{ Вт}$$

$$Q_{201}^{инф} = 0,28 \cdot 21,9 \cdot 1 \cdot (20 - (-25)) \cdot 0,7 = 193 \text{ Вт}$$

$$Q_{301}^{инф} = 0,28 \cdot 18 \cdot 1 \cdot (20 - (-25)) \cdot 0,7 = 159 \text{ Вт}$$

$$Q_{192}^{\text{инф}} = 0,28 \cdot 25,2 \cdot 1 \cdot (18 - (-25)) \cdot 0,7 = 212 \text{ Вт}$$

$$Q_{202}^{\text{инф}} = 0,28 \cdot 21,7 \cdot 1 \cdot (18 - (-25)) \cdot 0,7 = 183 \text{ Вт}$$

$$Q_{302}^{\text{инф}} = 0,28 \cdot 17,9 \cdot 1 \cdot (18 - (-25)) \cdot 0,7 = 151 \text{ Вт}$$

Расчет потерь теплоты сведен в таблицу 2.

### 3.3.2 Конструирование системы водяного отопления

Система отопления здания - комплекс оборудования, представляющий собой взаимосвязанные: а) элементы подключения к источнику теплоты; б) сеть распределительных теплопроводов в здании; в) нагревательные приборы; г) вспомогательные механизмы и устройства (автоматика, арматура и т.п.)

В курсовой работе необходимо запроектировать систему водяного отопления с искусственной циркуляцией (двухтрубную или однотрубную) с верхней или нижней разводкой магистралей. Тип системы отопления указан в задании на проектирование.

При проектировании отопления жилых зданий необходимо предусматривать технические решения, обеспечивающие регулирование потребляемой теплоты и учет расхода теплоты на отопление каждой квартиры. Для определения расхода теплоты каждой квартирой в жилых зданиях следует предусматривать устройство квартирных систем отопления с горизонтальной разводкой труб и установкой счетчика расхода теплоты для каждой квартиры или поквартирный учет с применением индивидентов расхода теплоты, устанавливаемых на каждом отопительном приборе (изменения к п.3.15 [6] от 1.07.2003).

Задачей конструирования системы водяного отопления является правильное размещение отопительных приборов, стояков, магистралей и других элементов системы (рис. 7) [9], назначение уклонов труб, выбор способа удаления воздуха из системы, запорно-регулирующей арматуры, места расположения теплового пункта в подвале здания.

В системах с верхней разводкой подающие магистрали прокладываются на чердаке на расстоянии  $1 \div 1,5$  м от наружных стен, обратные – в подвале или подпольном канале. В системах с нижней разводкой прокладка подающих и обратных магистралей осуществляется совместно в подвалах, при их отсутствии – в подпольном канале. Магистрали прокладывают с уклоном не менее 0,002. Главный стояк систем отопления с верхней разводкой размещают во вспомогательных помещениях (например, в коридоре или лестничной клетке). Отопительные стояки, как правило, располагаются у наружных стен. В угловых помещениях их следует располагать в углах, образованных наружными стенами, чтобы предохранить углы от сырости и промерзания. Для выпуска воздуха из системы с верхней разводкой магистралей на подающих магистралях в верхних точках устанавливают проточные воздухоотборники. В системах с нижней разводкой обеих магистралей для этих целей предусматривают краны Маевского, устанавливаемые в верхней пробке прибора верхнего этажа.





Продолжение таблицы 2

201	жилая комната tв=20°C F=16,7 м²	нс	ю	6,48×3,3	21,38	0,5	45	1	0	-	1	481			
		то	з	2×1,5	3	1,32	45	1	0,05	-	1,05	187			
		нс	з	3,6×3,3	11,88	0,4	45	1	0,05	-	1,05	225			
		∑893													
202	жилая комната tв=18°C F=9,9 м²	нс	з	3×3,3	9,9	0,5	43	1	0,05	-	1,05	223			
		то	з	1,5×2	3	1,32	43	1	0,05	-	1,05	179			
		∑402													
301	жилая комната tв=20°C F=16,7 м²	нс	ю	6,48×3,44	22,29	0,5	45	1	0	-	1	502			
		то	з	2×1,5	3	1,32	45	1	0,05	-	1,05	187			
		нс	з	3,6×3,44	12,38	0,5	45	1	0,05	-	1,05	293			
		пт	-	3×5,88	17,64	0,33	45	1	0	-	1	262			
		∑1243													
302	жилая комната tв=18°C F=9,9 м²	нс	з	3×3,44	10,32	0,5	43	1	0,05	-	1,05	233			
		то	з	1,5×2	3	1,32	43	1	0,05	-	1,05	179			
		пт		3,66×3	10,98	0,33	43	1	0	-	1	156			
	Коридор tв=18°C	пт		2,22×3	6,66	0,33	43	1	0	-	1	95			
		∑662													

Примечания:

1. Подсчет площадей наружных стен производят без вычета площади окон, а в графе 7 – из коэффициента теплопередачи окна вычитают коэффициент теплопередачи стены.
2. Основные тепловые потери через ограждения – граф.13 – подсчитываются перемножением данных, занесенных в графы 6, 7, 8, 9, 12.

Тип отопительных приборов, устанавливаемых в отапливаемых помещениях, выбирают в зависимости от назначения помещения с учетом выполнения предъявляемых к приборам теплотехнических, экономических, санитарно-гигиенических, архитектурно-строительных и производственно-монтажных требований.

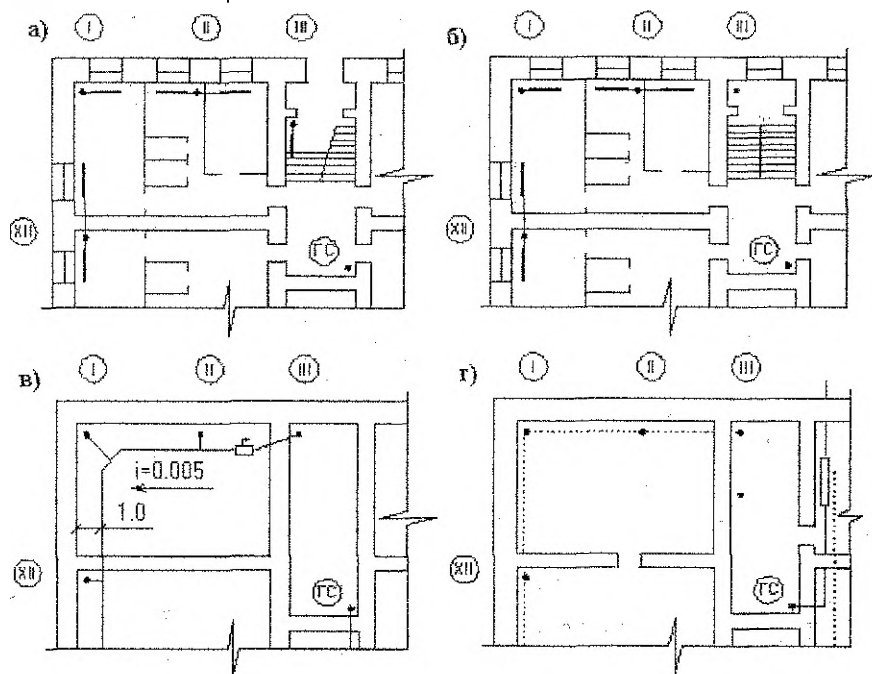


Рис. 7 Фрагменты: а), б) планов этажей, в) чердака, г) подвала с нанесением элементов системы отопления (в кружках обозначены номера стояков).

Отопительные приборы размещают вдоль наружных стен под окнами на высоте 100мм от пола в местах, доступных для осмотра, ремонта и очистки. Вертикальная ось оконного проема должна совпадать с осью отопительного прибора (отклонение не более 5 см). В лестничных клетках двух- и трехэтажных зданий отопительные приборы размещают на первом этаже или в подвальной части лестниц; в тамбуре установка приборов недопустима. Допускается не отапливать лестничные клетки в зданиях, оборудованных системами квартирного отопления (п. 8.7 [8]).

Присоединение отопительных приборов к стоякам системы отопления, располагаемых, прежде всего, у наружных углов помещений и отдельно в лестничных клетках, следует предусматривать одностороннее. Разностороннее присоединение допускается в случаях, когда обратная магистраль находится непосредственно под приборами, а также при вынужденной установке, если в приборе более 15 секций (рис. 8) [10]. Установка двух приборов "на сцепке" допускается в пределах одного помещения или в том случае, когда последующий прибор устанавливается во вспомогательных помещениях (коридорах, кладовых и т.д.).

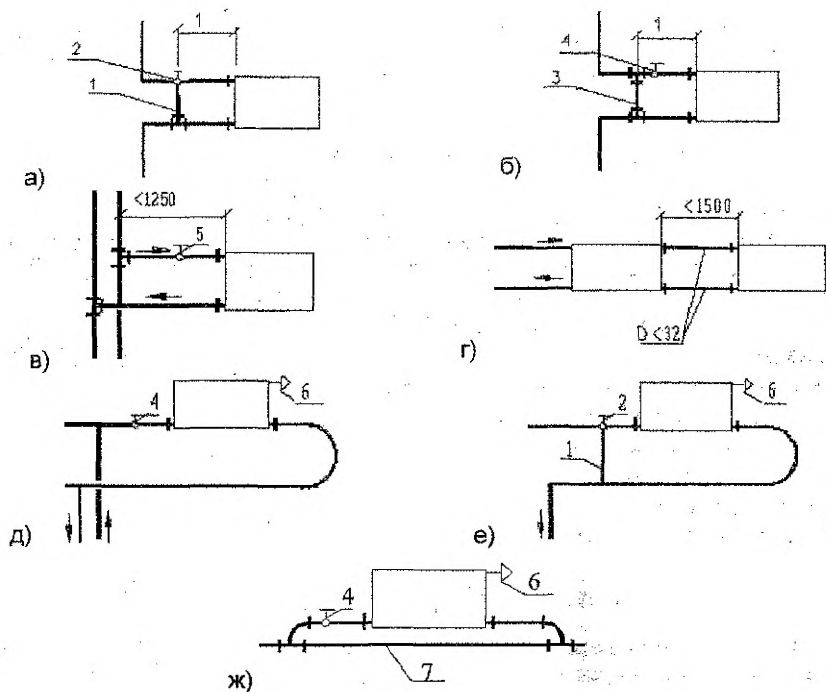


Рис. 8 Присоединение теплопроводов к отопительным приборам вертикальных систем отопления: однотрубных – а) и б), двухтрубных – в). «на сцепке» двух приборов – г), к верхним приборам стояков с нижней разводкой магистралей двухтрубной и однотрубной системы д) и е), в горизонтальной однотрубной ветви ж).

1 – смещенный обходной участок, 2 – кран трехходовой КРТ, 3 – смещенный замыкающий участок, 4 – кран проходной КРП, 5 – кран двойной регулировки КРД, 6 – кран Маевского, 7 – осевой замыкающий участок.

У отопительных приборов устанавливают регулирующие краны, кроме приборов лестничных клеток, душевых, санитарных узлов. В жилых зданиях у отопительных приборов следует устанавливать, как правило, автоматические терморегуляторы (п. 3.59 [6]). Запорную арматуру следует предусматривать для отключения и спуска воды от отдельных колец, ветвей и стояков систем отопления. Установка запорной арматуры не обязательна на стояках в зданиях с числом этажей три и менее (п. 3.61 [6]).

Отопительные приборы на планах здания изображают линией толщиной 1мм и длиной 10мм независимо от количества секций в приборе (рис. 7), а на схеме системы отопления - прямоугольниками, длина которых должна соответствовать принятой на планах, а высота – действительной высоте (в масштабе) приборов (рис. 8). Все подающие трубопроводы изображают сплошной линией, обратные – пунктирной. На схеме условно изображают воздухоотводчики и воздухоотводчики, краны регулирующие, задвижки и другую арматуру.

### 3.3.3 Определение поверхности нагрева отопительных приборов

Расчетная площадь  $F_{\text{пр}}$ , отопительного прибора определяется по формуле:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{пр}}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ м}^2 \quad (26)$$

где  $Q_{\text{пр}}$  - тепловая нагрузка отопительного прибора, Вт.

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{п}} - 0,9 \cdot Q_{\text{тр}}, \text{ Вт} \quad (27)$$

где  $Q_{\text{п}}$  - тепловые потери теплоотдаваемого помещения, Вт;

$Q_{\text{тр}}$  - суммарная теплоотдача открыто проложенных в пределах помещения теплопроводов. В курсовой работе следует считать, что  $Q_{\text{тр}} < 5\% Q_{\text{пр}}$ , поэтому значением  $Q_{\text{тр}}$  можно пренебречь.

$\beta_1$  - коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины принимается в пределах 1,03-1,08 [6, прил. 12, табл. 1].

$\beta_2$  - коэффициент учета дополнительных потерь теплоты приборами у наружных ограждений [6, прил. 12, табл. 2].

$q_{\text{пр}}$  - расчетная плотность теплового потока отопительного прибора в конкретных условиях работы его в системе водяного отопления, Вт/м<sup>2</sup>, определяемая по формуле:

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном}} \cdot \left( \frac{\Delta t_{\text{ср}}^{\text{пр}}}{70} \right)^{1-n} \cdot \left( \frac{G_{\text{пр}}}{0,1} \right)^p \cdot C_{\text{пр}}, \text{ Вт/м}^2 \quad (28)$$

где  $q_{\text{ном}}$  - номинальная плотность теплового потока отопительного прибора, получаемая при тепловых испытаниях прибора для стандартных условий работы прибора в системе отопления (при стандартном температурном напоре  $\Delta t_{\text{ср}}^{\text{ст}} = t_{\text{ср}}^{\text{пр}} - t_{\text{в}} = 0,5(t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}) - t_{\text{в}} = 0,5 \cdot (105 + 70) - 18 = 70^\circ\text{C}$ , расходе воды в приборе  $G_{\text{пр}}^{\text{ст}} = 0,01$  кг/с; атмосферном давлении  $P = 1013,3$  ГПа [11, табл. 8.1]);

$G_{\text{пр}}$  - действительный расход воды в отопительном приборе, кг/с [11, табл. 8.1].

$n, p, C_{\text{пр}}$  - экспериментальные коэффициенты, [11, табл. 8.1].

$\Delta t_{\text{ср}}^{\text{пр}}$  - действительный температурный напор прибора, равный разности средней температуры воды в приборе и температуры воздуха помещения,  $^\circ\text{C}$ .

$$\Delta t_{\text{ср}}^{\text{пр}} = t_{\text{ср}}^{\text{пр}} - t_{\text{в}}, \quad (29)$$

$t_{\text{ср}}^{\text{пр}}$  - средняя температура воды в отопительном приборе [9]:

1) для двухтрубных систем:

$$t_{\text{ср}}^{\text{пр}} = \frac{t_{\text{г}} - t_{\text{о}}}{2}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (30)$$

2) Для определения поверхности нагрева отопительных приборов для однетрубных систем отопления необходимо предварительно определять температуру воды, поступающей в приборы соответствующего этажа, перепады температуры воды в приборах  $\Delta t$ , и среднюю температуру воды

в приборе, так как температура горячей воды, проходящей последовательно по приборам разных этажей, понижается.

Температура воды, поступающей в нагревательный прибор, определяется по формуле:

$$t_{вх} = t_r - \frac{\sum Q_{пр_i}}{Q_{ст}} \cdot \Delta t_{ст}, \quad (31)$$

где  $\sum Q_{пр_i}$  - суммарная тепловая нагрузка всех отопительных приборов стояка, расположенных выше рассматриваемого прибора при подаче воды по схеме "сверху-вниз", а по схеме "снизу-вверх" - ниже рассматриваемого прибора, считая по направлению движения воды; Вт;

$Q_{ст}$  - тепловая нагрузка стояка (сумма тепловых нагрузок всех отопительных приборов, присоединенных к рассматриваемому стояку), Вт;

$\Delta t_{ст} = t_r - t_o$  - температурный перепад воды в стояке, °С.

Перепад температуры в отопительном приборе определяют по формуле:

$$\Delta t = \frac{0,86 \cdot Q_{пр}}{\alpha \cdot G_{ст}}, \quad ^\circ\text{C}, \quad (32)$$

где  $Q_{пр_i}$  - тепловая нагрузка прибора, Вт

$\alpha$  - коэффициент затекания воды в прибор;

$\alpha = 1$  и  $\alpha = 0,5$  для проточно-регулируемой системы с 3<sup>х</sup>-ходовыми кранами КРТ при одностороннем присоединении прибора к стояку и 2-стороннем, соответственно;

$\alpha = 0,5$  и  $\alpha = 0,20$  для систем и проточным краном КРП со смещенным замыкающим участком для тех же вариантов присоединения прибора к стояку; для систем водяного отопления с осевым замыкающим участком при одностороннем присоединении к стояку  $\alpha = 0,33$ ; 2-стороннем -  $\alpha = 0,17$  и кранами КРП.

$G_{ст}$  - расход воды, кг/ч, проходящей по стояку:

$$G_{ст} = \frac{0,86 \cdot Q_{ст}}{\Delta t_{ст}} \quad (33)$$

Средняя температура воды в отопительном приборе:

$$t_{ср}^{пр} = t_{вх} - \frac{\Delta t}{2} \quad (34)$$

Расчетное число секций чугунных радиаторов, шт, определяют по формуле:

$$n_p = \frac{F_{пр} \cdot \beta_4}{f_i \cdot \beta_3} \quad (35)$$

где  $f$  - площадь поверхности нагрева одной секции, м<sup>2</sup>, [11, табл. 8.1];

$\beta_4$  - коэффициент, учитывающий способ установки радиатора в помещении, [11, рис. 8.13], при открытой установке  $\beta_4 = 1,0$ ;

$\beta_3$  - коэффициент, учитывающий число секций в одном радиаторе, определяемый по [11, формула 8.12] или в пределах 0,96 ÷ 1,0 для чугунных радиаторов.

При округлении расчетного числа секций допускается уменьшение теплового потока  $Q_{\text{пр}}$  не более чем на 5 % (но не более чем на 60 Вт).

Расчет поверхности нагрева отопительных приборов производят в табличной форме.

**ПРИМЕР 5.** Рассчитать поверхность нагрева и количество чугунных радиаторов МС-140-108 для стояка №1 (рис. 9) для двухтрубной системы водяного отопления с верхней разводкой и искусственной циркуляцией, установленные открыто у наружной стены под окном в жилой комнате. Температура воды в подающей магистрали  $t_r = 95^\circ\text{C}$ , температура обратной воды  $t_o = 70^\circ\text{C}$ , температура воздуха в комнате 101+301  $t_b = 20^\circ\text{C}$ , в комнате 102+302  $t_b = 18^\circ\text{C}$ .

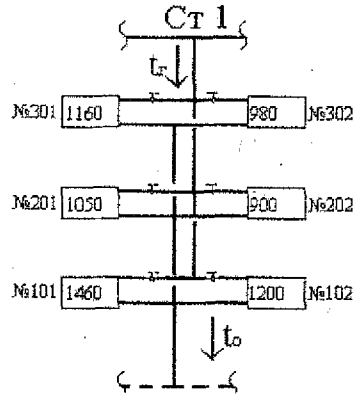


Рис. 9 Схема стояка №1

Решение.

Температурные перепады по формуле (29):

$$\Delta t_{\text{ср}}^{\text{пр}} = t_{\text{ср}}^{\text{пр}} - t_b = 0,5 \cdot (95 + 70) - 20 = 62,5^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{ср}}^{\text{пр}} = t_{\text{ср}}^{\text{пр}} - t_b = 0,5 \cdot (95 + 70) - 18 = 64,5^\circ\text{C}$$

Расчетные плотности теплового потока по формуле (28):

$$q_{\text{пр}} = 758 \cdot \left(\frac{62,5}{70}\right)^{1+0,3} \cdot \left(\frac{0,01}{0,1}\right)^{0,02} \cdot 1,039 = 649,1 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{\text{пр}} = 758 \cdot \left(\frac{64,5}{70}\right)^{1+0,3} \cdot \left(\frac{0,01}{0,1}\right)^{0,02} \cdot 1,039 = 676,2 \text{ Вт/м}^2;$$

где  $q_{\text{норм}} = 758 \text{ Вт/м}^2$ ;  $G_{\text{пр}} = 0,01 \text{ кг/с}$ ;  $n = 0,3$ ;  $P = 0,02$ ;  $C_{\text{пр}} = 1,039$  для радиатора МС-140-108 по табл. 8.1 [11].

Расчетные площади отопительных приборов по формуле (26), где  $\beta_1 = 1,05$ ;  $\beta_2 = 1,02$  [6, прил. 12, табл. 1 и 2]:

$$F_{101} = \frac{1460 \cdot 1,05 \cdot 1,02}{649,1} = 2,409 \text{ м}^2; F_{201} = \frac{1050 \cdot 1,05 \cdot 1,02}{649,1} = 1,773 \text{ м}^2 \text{ и т.д.}$$

Число секций в радиаторе:

$$n_{101} = \frac{2,409 \cdot 1}{0,244 \cdot 1} = 9,87 \text{ шт}; n_{201} = \frac{1,773 \cdot 1}{0,244 \cdot 1} = 7,1 \text{ шт и т.д.}$$

где  $f = 0,244 \text{ м}^2$  - поверхность нагрева одной секции [11, табл. 8.1];  $\beta_3 = 1$ ;  $\beta_4 = 1$ .

Установленное количество секций указано в табл. 3.

# ВЕДОМОСТЬ РАСЧЕТА ПОВЕРХНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

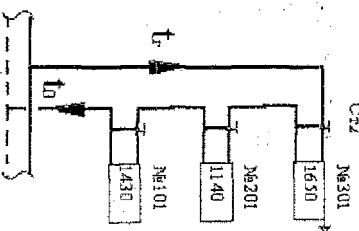
Таблица 3

№ помещения																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
температура воздуха в помещении, °С	101	20	1460	95	70	0,01	62,5	649,1	1,05	1,02	0	-	2,409	1	1	9,87	10
тепловая нагрузка на прибор, Вт	201	20	1050	95	70	0,01	62,5	649,1	1,05	1,02	0	-	1,733	1	1	7,1	7
температура входящей воды в прибор, °С	301	20	1160	95	70	0,01	62,5	649,1	1,05	1,02	0	-	1,914	1	1	7,84	8
температура воды на выходе, °С	102	18	1200	95	70	0,01	64,5	676,2	1,05	1,02	0	-	1,901	1	1	7,79	8
расход воды в приборе, кг/с	202	18	900	95	70	0,01	64,5	676,2	1,05	1,02	0	-	1,425	1	1	5,84	6
температурный напор, °С	302	18	980	95	70	0,01	64,5	676,2	1,05	1,02	0	-	1,552	1	1	6,36	7
расчетная плотность теплового потока, Вт/м <sup>2</sup>																	
поправочный коэффициент β <sub>1</sub>																	
поправочный коэффициент β <sub>2</sub>																	
теплоотдача открыто расположенных трубопроводов, Вт																	
-0,9																	
расчетная площадь прибора, м <sup>2</sup>																	
поправочный коэффициент β <sub>3</sub>																	
поправочный коэффициент β <sub>4</sub>																	
расчетное число секций, шт																	
установочное число секций, шт																	

### ПРИМЕР 6.

Рассчитать поверхность нагрева и количество чугунных радиаторов МС-140-108 для стояка №2 (рис. 10) однотрубной проточно-регулируемой системы водяного отопления с кранами КРТ с нижней разводкой и искусственной циркуляцией, установленны открыто у наружной стены под окном в жилой комнате. Температура воды в подающей магистральной t<sub>г</sub> = 100°С, температура обратной воды t<sub>о</sub> = 70°С, температура воздуха t<sub>в</sub> = 20°С.

Рис. 10 Схема стояка №2



Решение:  
Тепловая нагрузка стояка №2:

$$Q = \sum_{i=1}^3 Q_i = 1650 + 1140 + 1430 = 4220 \text{ Вт}$$

Расход воды по стояку по формуле (33):

$$G_{ст} = \frac{0,86 \cdot 4220}{100 - 70} = 121 \text{ кг/ч}$$

Температура воды, поступающей в приборы стояка 2 на каждом этаже по формуле (36) ( $t_{301} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ):

$$t_{201} = 100 - \frac{1650}{4220} \cdot 30 = 88,3 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_{101} = 100 - \frac{1650 + 1140}{4220} \cdot 30 = 80,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

Температурный перепад воды в отопительном приборе на каждом этаже по формуле (32) при  $\alpha = 1$  (проточно-регулирующий стояк с краном КРТ при одностороннем присоединении прибора к нему):

$$\Delta t_{301} = \frac{0,86 \cdot 1650}{1 \cdot 121} = 11,73 \text{ }^\circ\text{C}; \Delta t_{201} = \frac{0,86 \cdot 1140}{1 \cdot 121} = 8,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{101} = \frac{0,86 \cdot 1430}{1 \cdot 121} = 10,16 \text{ }^\circ\text{C}$$

Средняя температура каждого прибора стояка 1 по формуле (34):

$$t_{\text{cp}}^{301} = 100 - \frac{11,73}{2} = 94,14 \text{ }^\circ\text{C}; \quad t_{\text{cp}}^{201} = 88,3 - \frac{8,1}{2} = 84,22 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_{\text{cp}}^{101} = 80,2 - \frac{10,16}{2} = 75,08 \text{ }^\circ\text{C};$$

Температурный напор по формуле (29):

$$\Delta t_{\text{cp}}^{301} = 94,14 - 20 = 74,14 \text{ }^\circ\text{C}; \quad \Delta t_{\text{cp}}^{201} = 84,22 - 20 = 64,22 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\Delta t_{\text{cp}}^{101} = 75,08 - 20 = 55,08 \text{ }^\circ\text{C};$$

Расчетные плотности теплового потока по формуле (28):

$$q_{\text{пр}}^{301} = 758 \cdot \left(\frac{74,14}{70}\right)^{1+0,3} \cdot \left(\frac{0,01}{0,1}\right)^{0,02} \cdot 1,039 = 810,4 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{\text{пр}}^{201} = 758 \cdot \left(\frac{64,22}{70}\right)^{1+0,3} \cdot \left(\frac{0,01}{0,1}\right)^{0,02} \cdot 1,039 = 672,4 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_{\text{пр}}^{101} = 758 \cdot \left(\frac{55,08}{70}\right)^{1+0,3} \cdot \left(\frac{0,01}{0,1}\right)^{0,02} \cdot 1,039 = 550,8 \text{ Вт/м}^2;$$

где  $q_{\text{норм}} = 758 \text{ Вт/м}^2$ ;  $G_{\text{пр}} = 0,01 \text{ кг/с}$ ;  $n = 0,3$ ;  $P = 0,02$ ;  $C_{\text{пр}} = 1,039$  для радиатора МС-140-108 по табл. 8.1 [11].

Расчетные площади отопительных приборов по формуле (26), где  $\beta_1 = 1,03$ ;  $\beta_2 = 1,02$  [6, прил. 12, табл. 1 и 2]:

$$F_{\text{пр}}^{301} = \frac{1650 \cdot 1,03 \cdot 1,02}{810,4} = 2,14 \text{ м}^2; \quad F_{\text{пр}}^{201} = \frac{1140 \cdot 1,03 \cdot 1,02}{672,4} = 1,78 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{пр}}^{101} = \frac{1430 \cdot 1,03 \cdot 1,02}{550,8} = 2,73 \text{ м}^2;$$

Число секций в радиаторе:

$$N_{301} = \frac{2,14 \cdot 1}{0,244 \cdot 1} = 8,77 \text{ шт.}; \quad N_{201} = \frac{1,78 \cdot 1}{0,244 \cdot 1} = 7,3 \text{ шт.}; \quad N_{301} = \frac{2,73 \cdot 1}{0,244 \cdot 1} = 11,2 \text{ шт.};$$

где  $f = 0,244 \text{ м}^2$  - поверхность нагрева одной секции [11, табл. 8.1];  $\beta_3 = 1$ ;  $\beta_4 = 1$ .

Установленное количество секций указано в табл. 4.



ВЕДОМОСТЬ РАСЧЕТА ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

1	№№ помещения		
2	Температура воздуха в помещении, $t_{в}$ (°C)		
3	Тепловая нагрузка на прибор, $Q_{пр}$ (Вт)		
4	Суммарная тепловая нагрузка приборов, расположенных выше или ниже рассматриваемого $\sum Q_{пр}$ (Вт)		
5	Температура входящей воды в прибор, $t_{вх}$ (°C)		
6	Коэффициент затекания воды, $\alpha$		
7	Температурный перепад в приборе, $\Delta t = 0,86 \cdot Q_{пр} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 / \alpha \cdot G_{ст}$ (°C)		
8	Средняя температура в приборе, $t_{ср}^{пр} = t_{вх} - \Delta t / 2$ (°C)		
9	Температурный напор, $\Delta t_{ср}^{пр} = t_{ср}^{пр} - t_{в}$ (°C)		
10	Расчетная плотность теплового потока, $q_{пр}$ (Вт/м <sup>2</sup> )		
11	Расход воды в приборе, G (кг/с)		
12	Поправочные коэффициенты	$\beta_1$	
13		$\beta_2$	
14	Расчетная площадь прибора, $F = Q_{пр} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 / q_{пр}$ (м <sup>2</sup> )		
15	Поправочные коэффициенты	$\beta_3$	
16		$\beta_4$	
17	пр, (шт.)	Расчетное число секций	
18	пу, (шт.)	Установочное число секций	

Таблица 4

### 3.3.4 Оборудование теплового пункта

Тепловой пункт – узел присоединения системы отопления здания к тепловым сетям. Существуют следующие схемы узлов присоединения [9]: независимая схема присоединения через водоподогреватель; зависимая схема присоединения системы отопления со смешением воды при помощи смесительного насоса, включенного в переемычку между подающей и обратной магистралями системы отопления; зависимая схема присоединения со смешением воды при помощи водоструйного элеватора. Схема с элеватором наиболее распространена.

Элеватор применяют для понижения температуры воды  $T_r$ , поступающей из тепловой сети, до заданной температуры воды  $t_r$  в подающей магистрали системы отопления и обеспечения циркуляции воды в системе путем передачи части давления сетевого насоса, установленного на источнике теплоты (котельной, теплостанции), в систему отопления здания. Один из вариантов схемы теплового пункта с водоструйным элеватором показан на рис. 11.

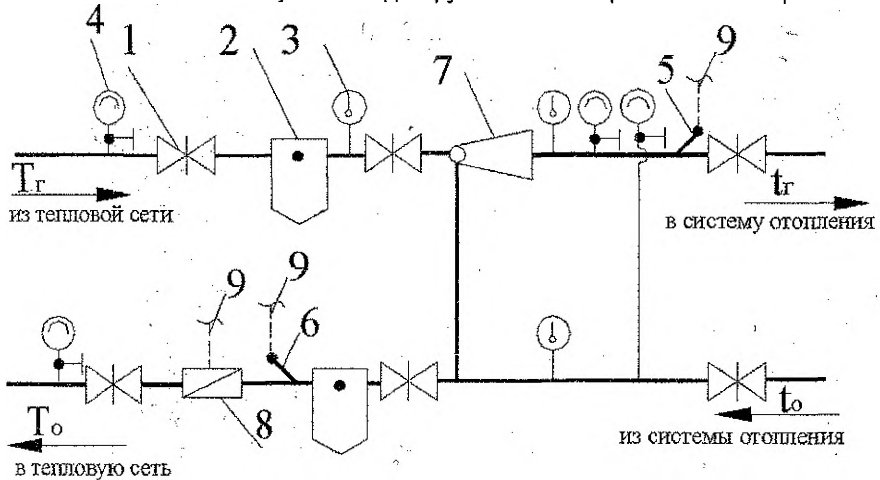


Рис. 11 Схема теплового пункта

1 – задвижка, 2 – грязевик, 3 – термометр, 4 – манометр, 5 – датчик температуры прямого теплоносителя, 6 – датчик температуры обратного теплоносителя, 7 – водоструйный элеватор, 8 – счетчик воды, 9 – линии связи с вычислительным блоком.

В многоквартирных жилых домах следует устанавливать приборы учета теплоты на здание в целом (п. 8.15 [8]). В представленной на рис. 11 схеме теплового пункта прибор учета теплоты (теплосчетчик) состоит из двух датчиков температуры и счетчика воды, которые связаны с вычислительным блоком.

### 3.4 ВЕНТИЛЯЦИЯ

#### 3.4.1 Конструирование естественной вытяжной канальной вентиляции

Вентиляция – это обмен воздуха в помещении для удаления избытков теплоты, влаги, вредных и других веществ с целью обеспечения допустимых метеорологических условий чистоты воздуха. Этот обмен организуется подачей (притоком) чистого атмосферного или специально обработанного воздуха и удалением (вытяжкой) загрязненного сразу в атмосферу или через очистители. В пер-

вом случае система называется приточной, во втором - вытяжной, при одновременном действии - приточно-вытяжной. По способу перемещения воздуха системы вентиляции делятся на естественные и механические (искусственные).

В жилых зданиях массовой застройки традиционно выполняется естественная вытяжная вентиляция, которая работает следующим образом: загрязненный воздух удаляется по вентиляционным каналам в атмосферу, а наружный воздух поступает через неплотности наружных ограждений (в основном через окна).

«Каждое вентилируемое помещение в жилых зданиях высотой до 5 этажей обслуживается самостоятельным вытяжным каналом.»

Система естественной вытяжной вентиляции состоит из вертикальных каналов с отверстиями, закрытыми жалюзийными решетками, сборных горизонтальных воздуховодов, вытяжной шахты с зонтом. На шахте возможна также установка дефлектора - устройства, использующего давление ветра для усиления тяги из вентсистемы. Жалюзийные решетки монтируются для архитектурного оформления входных отверстий вертикальных вентканалов и регулирования расхода воздуха. Вентиляционные каналы устраивают во внутренних кирпичных стенах. Минимальный размер таких каналов  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$  кирпича (140x140) мм. Толщина стенок канала принимается не менее  $\frac{1}{2}$  кирпича (рис. 12) [9].

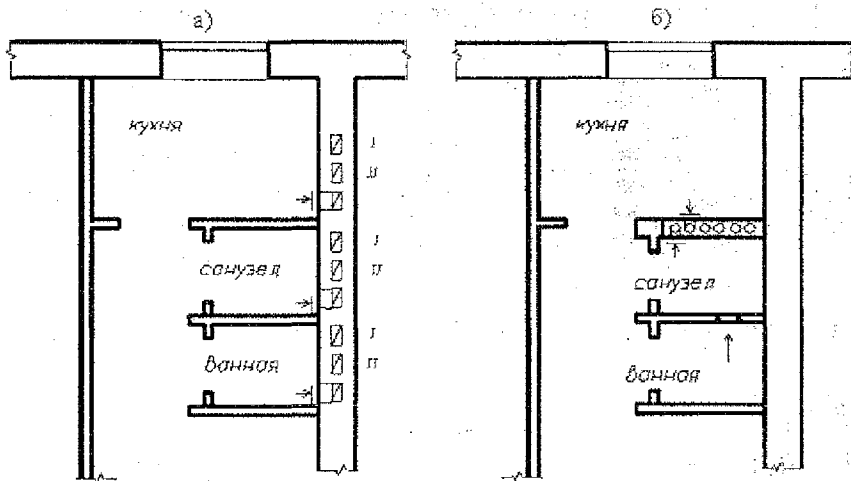


Рис. 12. Устройство вентиляционных каналов: а) во внутренних кирпичных стенах; б) с использованием вентиляционных панелей

В крупнопанельных зданиях вентиляционные каналы изготавливают из специальных блоков или панелей из бетона или железобетона, состоящих из нескольких вертикальных каналов. Вентблоки зданий высотой до 5 этажей изготавливают с индивидуальными каналами круглого, прямоугольного и овального сечения для каждого этажа.

В пределах одной квартиры допускается осуществлять удаление воздуха одним каналом с подключением к нему следующих помещений (п.8.10 [8]):

- кухня, ванная или душевая;
- уборная, ванная или душевая.

Воздухообмен квартиры должен быть не менее одной из двух величин: суммарной нормы вытяжки из туалетов, ванных комнат и кухни, или нормы притока, равной  $3 \text{ м}^3/\text{ч}$  на  $1 \text{ м}^2$  жилой площади квартиры. Нормируемые воздухообмены приведены в [8] приложение В, табл. В.1 (приложение 7 методических указаний).

Радиус действия естественной системы вентиляции (от оси вытяжной шахты до оси наиболее удаленного отверстия) принимают не более 8 м.

В квартирах допускается применять автономные системы вентиляции, которые не должны влиять на работу общей системы вентиляции (п. 8.6 [8]).

Движение воздуха в каналах, воздуховодах и шахте происходит под действием естественного давления, возникающего вследствие разности удельных весов холодного наружного и теплого внутреннего воздуха в помещении:

$$\Delta P_e = h (\gamma_5 - \gamma_B), \text{ Па} \quad (36)$$

где  $h$  - высота воздушного столба, принимаемая от центра вытяжного отверстия (0,2-0,5 м от потолка помещения) до устья вытяжной шахты, м;

$\gamma_5$  - удельный вес наружного воздуха для температуры воздуха  $+5^\circ\text{C}$ ,  $\text{Н}/\text{м}^3$ ;

$\gamma_B$  - удельный вес внутреннего воздуха вентилируемого помещения,  $\text{Н}/\text{м}^3$ .

Величины  $\gamma_5$  и  $\gamma_{\text{вн}}$  определяются по формуле (22).

### 3.4.2 Аэродинамический расчет естественной вытяжной канальной системы вентиляции

Для обеспечения нормальной работы естественной вытяжной системы вентиляции необходимо увязать потери давления на трение и в местных сопротивлениях при движении воздуха с располагаемым естественным давлением, т.е. произвести аэродинамический расчет системы [9].

Сначала определяют воздухообмены  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$  для вентилируемых помещений; предварительные сечения каналов и их количество; комплектуют вентиляционную систему.

Предварительные сечения каналов определяют по формуле:

$$F = \frac{L}{W \cdot 3600}, \text{ м}^2 \quad (37);$$

где  $W$  - скорость воздуха в канале,  $\text{м}/\text{с}$ .

$W = (0,5 - 0,6) \text{ м}/\text{с}$  - для вертикальных каналов верхнего этажа.

Для каждого нижерасположенного этажа  $W$  на  $0,1 \text{ м}/\text{с}$  больше, чем у предыдущего, но не более чем  $1 \text{ м}/\text{с}$ .

*Последовательность расчета.*

1. Выбирают расчетную ветвь системы вентиляции через вентиляционный канал верхнего этажа как наиболее неблагоприятно расположенный по отношению к вытяжной шахте.

2. Определяют естественное давление для расчетной ветви по формуле(36).

3. Уточняют скорость движения воздуха в канале по принятому сечению канала:

$$W = \frac{L}{3600 \cdot F}, \text{ м}/\text{с} \quad (38)$$

4. Находят эквивалентный по трению диаметр канала для прямоугольного сечения:

$$d_{\text{ЭКВ}} = \frac{2 \cdot (ab)}{a+b}, \text{ мм} \quad (39)$$

где  $a$ ,  $b$  - размеры сторон прямоугольного канала, мм.

5. Зная эквивалентный диаметр канала и скорость движения воздуха, определяют потери давления на трение  $R$ , Па на 1 погонный метр и динамическое давление  $h_d$ , Па, используя номограмму для расчета круглых стальных воздуховодов [11, рис. 14.9].

6. Определяют потери давления на трение на участке:

$$P_T = R \cdot l \cdot \beta, \text{ Па}, \quad (40)$$

где  $l$  - длина участка, м;

$\beta$  - коэффициент шероховатости, определяемый [11, табл. 14.3].

7. Определяют потери на трение в местных сопротивлениях, зная  $h_d$  и сумму коэффициентов местных сопротивлений  $\sum \zeta$  (приложение 7 методических указаний) по [11, прил. 9]:

$$Z = \sum \zeta \cdot h_a, \quad (41)$$

8. Находят суммарные потери давления на участке  $P_T + Z$  и сравнивают с естественным давлением. Необходимо, чтобы выполнялось условие:  $P_T + Z \leq P_e$  (запас 10-15%). Если условие выполняется, то предварительные полученные площади сечения каналов принимаются как окончательные, если нет - площадь сечения каналов следует изменить (увеличить или уменьшить) и произвести перерасчет.

Расчет других каналов следует производить с увязкой потерь давления в параллельных участках с учетом разности значений располагаемых давлений для вентканалов, обслуживающих помещения других этажей. Расчет ведут в табличной форме.

**ПРИМЕР 7.** Произвести аэродинамический расчет естественной вытяжной канальной системы вентиляции кухни. Жилая площадь квартиры  $F_{жк} = 25 \text{ м}^2$ . В кухне установлена четырехкомфорочная газовая плита. В квартире имеется ванная и индивидуальная уборная. Схема системы вентиляции изображена на рис. 13. Вентиляционные каналы расположены в кирпичной стене и выводятся на крышу отдельными каналами. Расстояния по вертикали между центром вытяжного отверстия и устьем вытяжной шахты для вентканала на первом этаже  $h_1$  и для вентканала на 2 этаже  $h_2$  показаны на схеме. Температура воздуха в кухне  $t_B = 18^\circ \text{C}$ .

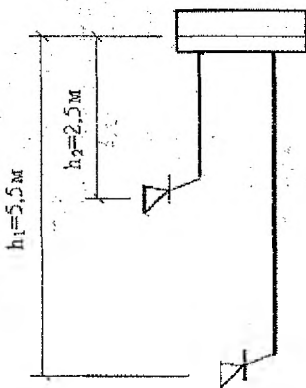


Рис. 13. Схема системы вентиляции

**Решение.**

Необходимые воздухообмены (приложение 7 методических указаний) кухни  $L_K = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$ , санузла  $L_{СУ} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$ , ванной  $L_B = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Воздухообмен по величине жилой площади квартиры:

$$L_{жк} = 3 \cdot F_{жк} = 3 \cdot 25 = 75 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Суммарное количество воздуха, уходящего из кухни  $L_K$ , ванной  $L_B$ , санузла  $L_{СУ}$ , должно быть не менее необходимого воздухообмена жилых комнат квартиры:

$$L_K + L_B + L_{СУ} \geq L_{жк}$$

$$90 + 25 + 25 \geq 75$$

140 ≥ 70 – условие выполняется.

Предварительные сечения каналов по формуле (37):

$$F = \frac{90}{0,6 \cdot 3600} = 0,042 \text{ м}^2$$

Принимаем размер каналов  $\frac{1}{2} \times 1$  кирпича (140x270) мм. Площадь принятого канала  $F=0,14 \cdot 0,27=0,0378 \text{ м}^2$

Действительная скорость в канале:

$$W = \frac{90}{3600 \cdot 0,0378} = 0,66 \text{ м/с}$$

Удельный вес наружного и внутреннего воздуха по формуле (22):

$$\gamma_{15} = \frac{3463}{273+18} = 11,9 \text{ Н/м}^3; \gamma_5 = \frac{3463}{273+5} = 12,46 \text{ Н/м}^3.$$

Естественное давление для каналов каждого этажа по формуле (36).

Для II этажа  $\Delta P_{\text{ед}} = 2,5 \cdot (12,46 - 11,9) = 1,4 \text{ Па}$ .

Для I этажа  $\Delta P_{\text{ед}} = 5,5 \cdot (12,46 - 11,9) = 3,08 \text{ Па}$ .

Расчетную ветвь системы вентиляции выбираем через канал II этажа, как наиболее неблагоприятно расположенного ( $\Delta P_{\text{ед}} < \Delta P_{\text{ед}}$ ). Дальнейший расчет по формулам (38)-(40) сведен в таблицу 5.

Расчет системы вентиляции кухни

Таблица 5

№ участка	Расход воздуха L, м³/ч	Длина участка, h, м	Скорость движения воздуха, W, м/с	Линейные размеры воздуховода, (a×b), мм	Площадь поперечного сечения канала F, м²	Эквивалентный диаметр по трению, d, мм	Удельная потеря давления на трение, R, Па/лм	Коэффициент шероховатости, β	Потери на участке на трение, P <sub>т</sub> , Па	Динамическое давление, h <sub>д</sub> , Па	Сумма коэффициентов местного сопротивления Σξ	Потери давления в местных сопротивлениях, Z, Па	Суммарные потери давления на участке, P <sub>т</sub> + Z, Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Расчет ветви системы через канал кухни 2 этажа														
1	90	2,5	0,66	140 × 270	0,038	180	0,048	1,36	0,163	0,25	4,58	1,145	1,308	Вход в ж.р. с поворотом ξ=2 Колено ξ=1,26 шахта с зонтом ξ=1,3

$$\text{Невязка: } \frac{14 - 1308}{14} \times 100 = 6,6\%$$

Потери давления в вентиляционном канале, обслуживающем кухню 1 этажа, определяют аналогично произведенному выше аэродинамическому расчету.

### 3.5 ПРИЛОЖЕНИЯ

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Данные для гидравлического расчета стальных труб внутренней водопроводной сети  
(ГОСТ 3262-75)

Расход, л/с	Скорость V, м/с, и гидравлический уклон 1000i при диаметре труб									
	15		20		25		32		40	
	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i
0,05	0,29	28,8								
0,1	0,59	100,2	0,31	21,1						
0,15	0,88	211	0,47	43,6	0,28	12,5				
0,2	1,18	360,5	0,62	73,5	0,37	20,9	0,21	5,11		
0,3	1,77	807	0,94	154,9	0,56	43,4	0,31	10,5	0,24	5,39
0,4	2,36	1435	1,25	265,6	0,75	73,5	0,42	17,5	0,32	8,98
0,5	2,95	2242	1,56	414,9	0,93	110,9	0,52	26,2	0,4	13,4
0,6			1,87	597,5	1,12	155,8	0,63	36,5	0,48	18,6
0,7			2,18	813,3	1,31	209,6	0,73	48,4	0,56	24,6
0,8			2,5	1062	1,5	273,8	0,84	61,9	0,64	31,3
0,9			2,81	1344	1,68	346,5	0,94	77	0,72	36,9
1,0			3,12	1660	1,87	427,8	1,05	93,6	0,8	47,2
1,1					2,06	517,6	1,15	111,9	0,88	56,3
1,2					2,24	616	1,25	132	0,95	66,1
1,3					2,43	723	1,36	155	1,03	76,8
1,4					2,62	838,5	1,46	179,7	1,11	88,2
1,5					2,8	962,5	1,57	206,3	1,19	100,3
1,6					2,99	1095	2,67	234,7	1,27	113,7
1,7					1,78	265	1,35	128,4	0,8	34
1,8							1,88	297,1	1,43	143,9
1,9							1,99	331	1,51	160,3
2,0							2,09	366,8	1,59	177,7
2,1							2,2	404,4	1,67	195,9
2,2							2,3	443,8	1,75	215
2,3							2,4	485,1	1,83	235
2,4							2,51	528,2	1,91	255,8
2,5							2,61	573,1	1,99	277,6

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Технические характеристики счетчиков воды

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Параметры					
	расход воды, м <sup>3</sup> /ч			порог чувствительности м <sup>3</sup> /ч, не более	максимальный объем воды за сутки, м <sup>3</sup>	гидравлическое сопротивление счетчика S, м/(л·с <sup>2</sup> )
минимальный	эксплуатационный	максимальный				
15	0,03	1,2	3	0,015	45	14,5
20	0,05	2	5	0,025	70	5,18
25	0,07	2,8	7	0,035	100	2,64
32	0,1	4	10	0,05	140	1,3
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,5
50	0,3	12	30	0,15	450	0,143

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Технические характеристики насосов

Марка насоса	Подача, м <sup>3</sup> /час	Напор, м	Мощность, кВт	Габариты, L×B×H, мм
К 50-32-125	8	15	1,5	792×300×315
К 50-32-125а	8	18	2,2	792×300×315
1 КМ 50-32-125а/2-5	12,5	16	1,5	450×275×281
КМ 80-50-200/4-5	25	12,5	2,2	580×260×360

### ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица для гидравлического расчета канализационных труб  
диаметром d=100мм

Наполнение в долях d (H/d)	Уклоны в тысячных					
	20		25		30	
	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с
0,3	1,34	0,68	1,5	0,76	1,64	0,83
0,35	1,8	0,73	2,01	0,82	2,2	0,9
0,4	2,31	0,79	2,58	0,88	2,82	0,96
0,45	2,85	0,83	3,19	0,93	3,49	1,02
0,5	3,42	0,87	3,83	0,97	4,19	1,07
0,55	4,01	0,9	4,48	1,01	4,91	1,11
0,6	4,6	0,93	5,14	1,05	5,63	1,14

### ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица для подбора диаметра водосточного стояка

Таблица 1

Диаметр водосточного стояка, мм	85	100	150	200
Расчетный расход дождевых вод на водосточный стояк, л/с	10	20	50	80

Таблица для подбора марки водосточной воронки

Таблица 2

Диаметр воронки, мм	85		100	
Марка воронки	Вр-9	ВВ-1	Вр-9	ВВ-1
Расчетный расход дождевых вод на одну водосточную воронку, л/с	3,0	4,5	8,0	12,0

### ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблица 1

Расчетный период	Средние температуры наружного воздуха t <sub>n</sub> , °C, по областям					
	Брест-ская	Витеб-ская	Гомель-ская	Грод-ненская	Мин-ская	Могилев-ская
Наиболее холодная пятидневка обеспеченностью 0,92	-21	-25	-24	-22	-24	-25

Таблица 2

Месяц зимнего периода	Наибольшая средняя скорость ветра w, м/с, по областям					
	Брест-ская	Витеб-ская	Гомель-ская	Гроднен-ская	Минская	Могилев-ская
Январь	3,7	5,4	4,1	5,2	4,0	4,9



Таблица 3

Ограждающие конструкции	Коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, $n$
Наружные стены и покрытия; перекрытия чердачные с кровлей из штучных материалов.	1
Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные с кровлей из рулонных материалов	0,9
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенные ниже уровня земли	0,4

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

## Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий

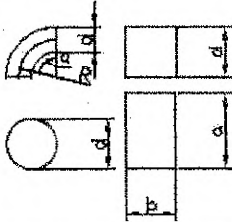
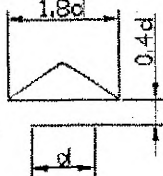
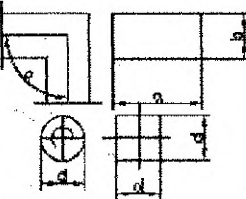
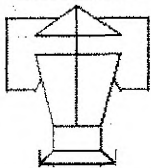


Наименование помещений	Расчетная температура воздуха в холодный период года, °С	Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения	
		приток	вытяжка
Жилая комната в квартире или в общежитии	18	По расчету для компенсации удаляемого воздуха	3 м <sup>3</sup> /ч на 1 м <sup>2</sup> жилых комнат
Кухня в квартире или общежитии: с электроплитами  с газовыми плитами	18	По расчету для приточно-вытяжной механической вентиляции	Не менее 60 м <sup>3</sup> /ч  Не менее: 60 м <sup>3</sup> /ч – при двухконфорочных плитах; 75 м <sup>3</sup> /ч – при трехконфорочных плитах; 90 м <sup>3</sup> /ч – при четырехконфорочных плитах
Банная	25	-	25 м <sup>3</sup> /ч
Уборная индивидуальная	18	-	25 м <sup>3</sup> /ч
Совмещенный санитарный узел	25	-	50 м <sup>3</sup> /ч
Совмещенный санитарный узел с индивидуальным нагревом	18	-	50 м <sup>3</sup> /ч
Вестибюль, лестничная клетка, общий коридор в квартирном доме	16	-	-

## Примечания:

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

### ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Коэффициенты местных сопротивлений некоторых фасонных частей воздуховодов

Отводы круглые, квадратные и прямоугольные		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th><math>a</math></th> <th>30</th> <th>45</th> <th>60</th> <th>90</th> <th>130</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"><math>R/d=1</math></td> </tr> <tr> <td><math>\xi</math></td> <td>0,09</td> <td>0,13</td> <td>0,16</td> <td>0,21</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"><math>R/d=2</math></td> </tr> <tr> <td><math>\xi</math></td> <td>0,07</td> <td>0,09</td> <td>0,12</td> <td>0,15</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">Для прямоугольных отводов необходимо умножить на коэффициент <math>c</math></td> </tr> <tr> <td><math>b/a</math></td> <td>0,25</td> <td>0,5</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td><math>c</math></td> <td>1,3</td> <td>1,17</td> <td>1</td> <td>0,9</td> <td>0,85</td> </tr> </tbody> </table>	$a$	30	45	60	90	130	$R/d=1$						$\xi$	0,09	0,13	0,16	0,21	0,25	$R/d=2$						$\xi$	0,07	0,09	0,12	0,15		Для прямоугольных отводов необходимо умножить на коэффициент $c$						$b/a$	0,25	0,5	1	1,5	2	$c$	1,3	1,17	1	0,9	0,85
		$a$	30	45	60	90	130																																											
		$R/d=1$																																																
		$\xi$	0,09	0,13	0,16	0,21	0,25																																											
		$R/d=2$																																																
		$\xi$	0,07	0,09	0,12	0,15																																												
Для прямоугольных отводов необходимо умножить на коэффициент $c$																																																		
$b/a$	0,25	0,5	1	1,5	2																																													
$c$	1,3	1,17	1	0,9	0,85																																													
Вытяжная шахта с зонтом		$\xi=1,3$																																																
Колено круглое, квадратное и прямоугольное		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th><math>a</math></th> <th>30</th> <th>45</th> <th>60</th> <th>90</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\xi</math></td> <td>0,16</td> <td>0,32</td> <td>0,56</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Для прямоугольных колен умножить на <math>c</math></td> </tr> <tr> <td><math>b/a</math></td> <td>0,25</td> <td>0,5</td> <td>1</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td><math>c</math></td> <td>1,1</td> <td>1,07</td> <td>1</td> <td>0,95</td> </tr> </tbody> </table>	$a$	30	45	60	90	$\xi$	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																							
$a$	30	45	60	90																																														
$\xi$	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																																														
Дефлектор круглый ЦАГИ		$\xi=0,64$																																																
Вход с поворотом потока воздуха (в отверстие с острыми краями)		$\xi=2$																																																
Вход с поворотом потока воздуха		$\xi=2,5$																																																

## ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий. - М., 1986.
2. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. - М.: Стройиздат, 1984.
3. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н.Павловского. - М., Стройиздат, 1974.
4. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. - М., 1986.
5. Кравцов М.В., Лазарчик И.К., Федюкович И.В., Санитарно-техническое оборудование зданий. - Минск, Высшая школа, 1983.
6. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование. - М., 1999.
7. СНБ 2.04.01-97 Строительная теплотехника. - Минск, 1998.
8. СНБ 3.02.04-03 Жилые здания. - Минск, 2003.
9. Горбачева М.Г., Северянин В.С., Новосельцев В.Г., Черников И.А. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине «Инженерные сети и оборудование» на тему «Отопление и вентиляция жилого здания» для студентов специальностей 70 04 03, 70 02 01 для всех форм обучения, Брест, 2004.
10. Крупнов Б. А. Отопительные приборы, производимые в России и ближнем зарубежье. - М., Издательство АСВ, 2002.
11. Тихомиров К.В., Сергеенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. М., Стройиздат, 1991.

## УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составитель: Новосельцев Владимир Геннадьевич

### Методические указания

для курсовой работы по дисциплине  
"Инженерное оборудование зданий"  
на тему "Инженерное оборудование жилого здания"  
для студентов специальности 69 01 01

Ответственный за выпуск: Новосельцев В.Г.

Редактор: Строкач Т.В.

Компьютерный набор: Новосельцев В.Г.

Верстка: Боровикова Е.А.

Корректор: Никитчик Е.В.

---

Подписано к печати 11.01.05 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. п.л. 2,1. Уч.-изд. л. 2,25. Бумага писчая. Тираж 100 экз. Заказ № 204. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет». 224017. Брест, ул. Московская, 267.