

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»

**РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ  
ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ  
НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА  
(курсовое и дипломное проектирование)**

*Рекомендуется федеральным государственным бюджетным  
образовательным учреждением высшего профессионального образования  
«Московский государственный строительный университет»  
в качестве учебного пособия для студентов ВПО,  
обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки  
«Строительство» (профиль «Водоснабжение и водоотведение»*

*Регистрационный № рецензии 2273 от 01.03.13*

Пенза 2013

УДК 628.15 (075.89)

ББК 88.761 я 73

P24

Рецензенты: кафедра «Водоснабжение и водоотведение» Казанского государственного архитектурно-строительного университета (зав. кафедрой доктор технических наук, профессор А.Б. Адельшин); главный специалист отдела ВК ООО «Пензаагропроект» В.П. Пермяков

Авторы: Ишева Н.И., Гришин Б.М.,  
Бикунова М.В., Алексеева Т.В.,  
Ишев С.В., Кусакина С.А.

P24 **Расчет** и конструирование водопроводной сети населенного пункта (курсовое и дипломное проектирование): учеб. пособие /Н.И. Ишева [и др.]. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 220 с.

**ISBN 978-5-8282-0872-1**

Изложены основные вопросы проектирования водопроводных сетей населенных пунктов. Приведена методика определения расходов воды для всех категорий потребителей. Рассмотрен выбор режимов работы всех сооружений системы водоснабжения. Даны методика и пример расчета водопроводных сетей для населенного пункта.

Изложены основные вопросы конструирования водопроводных сетей. Приведена номенклатура существующих водопроводных труб и фасонных частей, а также рассмотрена арматура, устанавливаемая на водопроводной сети.

Учебное пособие подготовлено на кафедре "Водоснабжение, водоотведение и гидротехника" и предназначено для использования студентами, обучающимися по направлению 270800.62 «Строительство» (профиль "Водоснабжение и водоотведение") очной и заочной форм, обучения при разработке как курсовых, так и дипломных проектов.

**ISBN 978-5-9282-0872-1**

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2013

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее учебное пособие подготовлено в соответствии с учебной программой по дисциплине «Водоснабжение».

Данное пособие состоит из четырнадцати разделов и приложений.

В первом разделе дается краткое описание состава курсового проекта. Во втором разделе в полном объеме раскрываются вопросы определения расчетных расходов воды для всех категорий потребителей. Третий раздел посвящен назначению режимов водопотребления для различных групп потребителей и по всему объекту в целом. В четвертом разделе рассматриваются вопросы трассировки водопроводных сетей и выбора состава основных сооружений системы водоснабжения. В пятом разделе даются рекомендации по назначению режима работы насосной станции II подъема. В шестом разделе приводятся методики гидравлического расчета кольцевых водопроводных сетей. В седьмом разделе даются рекомендации по расчету водоводов. Восьмой раздел посвящен определению полной вместимости водонапорной башни и ее высоты. В девятом разделе даются рекомендации по определению полной вместимости резервуаров чистой воды и их количества. В десятом разделе приводится информация, необходимая для построения графиков пьезометрических линий. Одиннадцатый раздел посвящен подбору насосов насосной станции II подъема. В двенадцатом разделе приводится пример расчета водопроводной сети, который может использоваться при оформлении пояснительной записки. В тринадцатом разделе содержится полная информация по устройству водопроводной сети, необходимая для ее конструирования. В четырнадцатом разделе представлены тестовые задания по курсу «Водоснабжение» (водопроводные сети).

## ВВЕДЕНИЕ

Водоснабжение – техническая наука, выявляющая закономерности потребления воды для разнообразных нужд, обобщающая опыт и разрабатывающая теоретические основы проектирования, строительства и эксплуатации сооружений и оборудования для приема воды из источников водоснабжения, ее очистки, транспортирования, хранения и распределения.

В настоящем учебном пособии рассматриваются только вопросы по транспортированию, хранению и распределению воды, которые решаются при выполнении курсового проекта “Водопроводные сети населенного пункта”.

Водопроводная сеть и водоводы являются одними из основных элементов системы водоснабжения, работа которых неразрывно связана с режимом расходования воды и режимом работы других сооружений – насосных станций и регулирующих емкостей.

При проектировании и расчете водопроводной сети следует обратить особое внимание на экономическое обоснование всех принимаемых в проекте решений, которые должны полностью соответствовать техническим условиям на проектирование и строительство, правилам технической эксплуатации и исходным данным задания.

# 1. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В состав курсового проекта входят: графическая часть и пояснительная записка (со всеми необходимыми расчетами).

*Графическая часть* выполняется на чертежном листе формата А1 (841×594 мм), где располагаются:

1. Генеральный план населенного пункта с промышленным предприятием в масштабе 1:10000. На генплане наносятся водоводы, магистральные сети с указанием расчетных диаметров и с расстановкой всех колодцев, а также необходимых регулирующих сооружений.

2. Продольный профиль водопроводной сети (ГОСТ 21.604-82) по участкам, заданным руководителем.

3. Детализация водопроводной сети по профилю с проработкой всех колодцев и определением их размеров.

4. Спецификация на фасонные части, арматуру и трубы в соответствии с разработанной детализацией сети.

5. Разрез колодца в масштабе 1:20.

*Пояснительная записка* оформляется на листах формата А4 (297×210 мм). Объем пояснительной записки составляет 40–45 страниц. В ней приводятся все необходимые формулы и расчеты, схемы, таблицы, графики и пояснения.

Примерное содержание пояснительной записки:

1. Исходные данные на проектирование.
2. Характеристика объекта водоснабжения.
3. Определение расчетных расходов воды.
  - 3.1. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения.
  - 3.2. Расход воды на нужды промышленного предприятия.
  - 3.3. Расход воды на полив в населенном пункте и промышленном предприятии.
  - 3.4. Расход воды на нужды пожаротушения.
4. Определение режимов водопотребления различными группами потребителей и суточной водопотребности всего объекта в целом.
5. Решение схемы водоснабжения и трассировки сети.
6. Назначение режима работы насосной станции II подъема и обоснование необходимости устройства регулирующей емкости на водопроводной сети.
7. Гидравлический расчет кольцевой водопроводной сети.
  - 7.1. Выбор расчетных случаев.
  - 7.2. Определение узловых отборов воды из сети.
  - 7.3. Предварительное потокораспределение воды.

- 7.4. Выбор оптимальных диаметров труб на участках магистральной сети.
  - 7.5. Увязка кольцевой сети по потерям напора.
  8. Расчет водоводов.
  9. Определение полной вместимости водонапорной башни и ее высоты.
  10. Определение полной вместимости и необходимого количества резервуаров чистой воды.
  11. Построение графиков пьезометрических линий.
  12. Подбор насосов насосной станции II подъема.
  13. Конструирование водопроводной сети.
  14. Элементы учебно-исследовательской работы студентов (УИРС).
- Список использованной литературы.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ

Проектирование водопроводной сети начинается с определения требуемого количества воды для каждой группы потребителей, пользующихся городским водопроводом. Вода в городском водопроводе должна соответствовать ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая" и СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества".

Основными потребителями воды хозяйственно-питьевого качества в любом населенном пункте могут быть:

- 1) население;
- 2) промышленные предприятия;
- 3) коммунальные службы, использующие воду для полива и мойки территорий;
- 4) службы пожаротушения.

### 2.1. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения

Расчетный среднесуточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения определяется в м<sup>3</sup>/сут для каждого района, имеющего одинаковую степень благоустройства, по формуле

$$Q_{\text{сут.т}} = \frac{q_{\text{ж}} \cdot N_{\text{ж}}}{1000}, \quad (2.1)$$

где  $q_{\text{ж}}$  – удельное водопотребление на одного жителя, л/сут; в зависимости от степени благоустройства зданий принимается по [1, табл. 1] или по прил. 1;

$N_{\text{ж}}$  – расчетное число жителей, чел, для каждого района определяется по формуле

$$N_{\text{ж}} = pF, \quad (2.2)$$

здесь  $p$  – плотность населения района, чел/га (см. подразд. 12.1, задание на проектирование);

$F$  – площадь района, га, определяется по генплану населенного пункта.

Согласно [1, табл. 1, прим. 2] величина удельного водопотребления  $q_{\text{ж}}$  включает расходы воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды не только в жилых, но и в общественных зданиях; поэтому дополнительно расходы воды для общественных зданий при расчете городских водопроводов не учитываются.

Однако согласно [1, табл. 1, прим. 4] расход воды на неучтенные нужды необходимо учитывать дополнительно в размере 10-20 % от  $Q_{\text{сут.м}}$ . Отсюда среднесуточный расход для каждого района населенного пункта,  $\text{м}^3/\text{сут}$ , корректируется по формуле

$$Q'_{\text{сут.м}} = (1,1 \dots 1,2) \cdot Q_{\text{сут.м}} \quad (2.3)$$

При расчете водопроводной сети необходимо также знать расчетные расходы в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления [1].

$$\begin{aligned} Q_{\text{сут.маx}} &= K_{\text{сут.маx}} \cdot Q'_{\text{сут.м}}, \\ Q_{\text{сут.миn}} &= K_{\text{сут.миn}} \cdot Q'_{\text{сут.м}}, \end{aligned} \quad (2.4)$$

где  $Q_{\text{сут.маx}}$  – максимальный суточный расход,  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;  
 $Q_{\text{сут.миn}}$  – минимальный суточный расход,  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;  
 $K_{\text{сут.маx}}$  – коэффициент максимальной суточной неравномерности, согласно [1] принимается равным 1,1-1,3;  
 $K_{\text{сут.миn}}$  – коэффициент минимальной суточной неравномерности, согласно [1] принимается равным 0,7-0,9.

Коэффициенты суточной неравномерности учитывают уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий.

Условно допускается принимать для районов:

- с жилой застройкой с централизованным горячим водоснабжением (III степень благоустройства)  $K_{\text{сут.маx}}=1,1$ ;  $K_{\text{сут.миn}}=0,9$ ;
- для зданий с местными водонагревателями (II степень благоустройства)  $K_{\text{сут.маx}}=1,2$ ;  $K_{\text{сут.миn}}=0,8$ ;
- для зданий оборудованных только водопроводом и канализацией без ванн (I степень благоустройства)  $K_{\text{сут.маx}}=1,3$ ;  $K_{\text{сут.миn}}=0,7$ .

Все расчеты рекомендуется производить в табличной форме (табл. 2.1).



Таблица 2.1

Определение расходов воды  
на хозяйственно-питьевые нужды населения

№ района	Площадь района $F$ , га	Плотность населения $p$ , чел/га	Расчетное количество жителей $N_{ж}$ , чел	Удельное водопотребление $q_{ж}$ , л/сут на 1 чел	Среднесуточный расход воды $Q_{сут.т}$ , м <sup>3</sup> /сут	Коэффициент неучтенных нужд	Среднесуточный расход с учетом неучтенных нужд $Q'_{сут.т}$ , м <sup>3</sup> /сут	Коэффициент максимальной суточной неравномерности $K_{сут.макс}$	Максимальный суточный расход $Q_{сут.макс}$ , м <sup>3</sup> /сут	Коэффициент минимальной суточной неравномерности $K_{сут.мин}$	Минимальный суточный расход $Q_{сут.мин}$ , м <sup>3</sup> /сут
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Итого	+		+		+		+		+		+

## 2.2. Расход воды на нужды промышленного предприятия

Промышленные предприятия, располагаемые на территории населенного пункта или близко к его границам, для целей водоснабжения используют городской водопровод.

Вода хозяйственно-питьевого качества на промышленном предприятии обычно расходуется:

- на хозяйственно-питьевые нужды работающих;
- на пользование душами в бытовых помещениях;
- на технологические нужды в процессе производства продукции.

Расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды работающих определяется для каждой смены в зависимости от типа цехов. Условно цехи подразделяются на горячие – с тепловыделением более 80 кДж на 1 м<sup>3</sup>/ч и холодные – остальные цехи.

Расход воды на работающих за смену, м<sup>3</sup>/смену, определяется по формулам:

$$Q_{см.х-п}^{хол} = \frac{N_{см}^{хол} \cdot q_{см}^{хол}}{1000}, \quad (2.5)$$

$$Q_{см.х-п}^{гор} = \frac{N_{см}^{гор} \cdot q_{см}^{гор}}{1000},$$

где  $Q_{см.х-п}^{хол}$  – расход воды на хозяйственно-питьевые нужды работающих в холодных цехах, м<sup>3</sup>/смену;

- $Q_{\text{см.х-п}}^{\text{гор}}$  – то же в горячих цехах, м<sup>3</sup>/смену;  
 $N_{\text{см}}^{\text{хол}}$  – количество работающих за смену в холодных цехах, чел. (см. подразд.12.1, задание на проектирование);  
 $N_{\text{см}}^{\text{гор}}$  – то же в горячих цехах, чел;  
 $q_{\text{см}}^{\text{хол}}$  – норма расхода воды на одного работающего в холодных цехах, согласно [2] принимается 25 л/смену;  
 $q_{\text{см}}^{\text{гор}}$  – то же в горячих цехах, принимается 45 л/смену.

Расход воды на пользование душем определяется для каждой смены, при этом душем пользуются в течение 45 минут после каждой смены.

Согласно [2] расход воды на одну душевую сетку независимо от типа цехов составляет 500 л/ч.

Количество душевых сеток, шт., за смену для каждого типа цехов определяется по формулам:

$$m_{\text{душ}}^{\text{хол}} = \frac{N_{\text{душ}}^{\text{хол}}}{n_{\text{душ}}}, \quad (2.6)$$

$$m_{\text{душ}}^{\text{гор}} = \frac{N_{\text{душ}}^{\text{гор}}}{n_{\text{душ}}},$$

- где  $m_{\text{душ}}^{\text{хол}}$  – количество душевых сеток для холодных цехов, шт.;  
 $m_{\text{душ}}^{\text{гор}}$  – то же для горячих цехов, шт.;  
 $N_{\text{душ}}^{\text{хол}}$  – количество людей, пользующихся душем в холодных цехах, чел. (см. подразд.12.1, задание на проектирование);  
 $N_{\text{душ}}^{\text{гор}}$  – то же в горячих цехах, чел;  
 $n_{\text{душ}}$  – количество людей, пользующихся одной душевой сеткой, чел. (см. подразд.12.1, задание на проектирование).

Расход воды на пользование душем за смену определяется по формуле

$$Q_{\text{душ}}^{\text{хол}} = \frac{500 \cdot m_{\text{душ}}^{\text{хол}}}{1000}, \quad (2.7)$$

$$Q_{\text{душ}}^{\text{гор}} = \frac{500 \cdot m_{\text{душ}}^{\text{гор}}}{1000},$$

- где  $Q_{\text{душ}}^{\text{хол}}$  – расход воды на пользование душем в холодных цехах, м<sup>3</sup>/ч;  
 $Q_{\text{душ}}^{\text{гор}}$  – то же в горячих цехах, м<sup>3</sup>/ч;  
 500 – норма расхода воды на одну душевую сетку, л.

Все расчеты рекомендуется производить в табличной форме (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Определение расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды и пользование душем на предприятии

Наименование предприятия	Тип цехов	Номер смены	Количество работающих в смену $N_{\text{раб}}$ , чел.	Хозяйственно-питьевой расход		Расход воды на пользование душем $Q_{\text{душ}}$ , м <sup>3</sup> /ч				
				Норма воды на одного работающего в смену, л/смена	Расход воды за смену, м <sup>3</sup> /смена	Пользуются душем $N_{\text{душ}}$ , чел	Количество людей на одну душевую сетку $n_{\text{душ}}$ , чел	Количество душевых сеток $m_{\text{душ}}$	Норма воды на одну душевую сетку, л/ч	Расход воды за смену $Q_{\text{душ}}$ , м <sup>3</sup> /ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Холодные	I		25					500	
		II		25					500	
		III			25					500
	Итого		+		+					+
	Горячие	I		45					500	
		II		45					500	
		III			45					500
	Итого		+		+					+

Расход воды на технологические нужды обычно задается технологами или рассчитывается на нормам расхода воды на единицу выпускаемой продукции.

В курсовом проекте расход воды на технологические нужды за сутки приводится в задании на проектирование.

### 2.3. Расход воды на полив в населенном пункте

В населенном пункте необходимо предусмотреть расходы воды на полив дорожных покрытий и зеленых насаждений. Данные расходы носят сезонный характер. Полив территорий населенных пунктов осуществляется вручную от поливочных кранов, располагаемых по периметру зданий, и механизированно с помощью машин. Количество поливок в населенном пункте принимается одна или две.

Расход воды на одну поливку в м<sup>3</sup> определяется по формуле

$$\begin{aligned} Q_{\text{пол}}^{\text{вр}} &= 10q_{\text{пол}}^{\text{вр}} F_{\text{пол}}^{\text{вр}}, \\ Q_{\text{пол}}^{\text{мех}} &= 10q_{\text{пол}}^{\text{мех}} F_{\text{пол}}^{\text{мех}}, \end{aligned} \quad (2.8)$$

где  $Q_{\text{пол}}^{\text{вр}}$  – расход воды на полив вручную, м<sup>3</sup>;

$Q_{\text{пол}}^{\text{мех}}$  – расход воды на механизированный полив, м<sup>3</sup>;

$q_{\text{пол}}^{\text{вр}}$  – норма расхода воды на поливку вручную, л/м<sup>2</sup>, принимается по [1, табл. 3] или по прил. 2;

$q_{\text{пол}}^{\text{мех}}$  – то же на механизированный полив, л/м<sup>2</sup>;

$F_{\text{пол}}^{\text{вр}}$  – площадь, поливаемая вручную, га, принимается в соответствии с заданием;

$F_{\text{пол}}^{\text{мех}}$  – то же механизированно, га;

10 – переводной коэффициент, л/м<sup>2</sup> в м<sup>3</sup>/га.

Общая поливаемая площадь указывается в задании в % от общей площади районов населенного пункта. Если в задании на проектирование не указываются размеры поливаемых площадей по видам поливок, то обычно принимается механизированный полив, составляющий 50-80 % от общей площади полива. Две поливки назначаются для районов с жарким климатом.

Расчеты рекомендуется вести в табличной форме (табл.2.3).

Расчет необходимого количества воды на полив территории промышленного предприятия производят аналогично. Если в задании на проектирование не указываются виды поливок на промпредприятии, то обычно производят механизированный полив. При этом следует проверить возможность использования для полива воды непитьевого качества: технической или вод из естественных или искусственных водоемов, располагаемых вблизи промпредприятий (см. рис. 4.1,

генплан). В этом случае расход воды на полив предприятия не учитывают при определении суточной водопотребности населенного пункта.

Т а б л и ц а 2.3

Определение расходов воды на полив в населенном пункте

Номера районов	Площадь районов, га	Вид поливов	Поливаемая площадь, га	Расход воды на одну поливку, л/м <sup>2</sup>	Количество поливов	Расход воды на полив, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7
I	см. табл. 2.1	Вручную				
		Механиз.				
Итого			+			+
II	см. табл. 2.1	Вручную				
		Механиз.				
Итого			+			+

## 2.4. Расход воды на нужды пожаротушения

В населенных пунктах обычно проектируют объединенную систему хозяйственно-питьевого – противопожарного водоснабжения.

Расход воды на пожаротушение складывается из расходов воды на наружное и внутреннее тушение пожаров. Наружное пожаротушение осуществляется из пожарных гидрантов, располагаемых на наружной водопроводной сети, внутреннее – через пожарные краны, располагаемые внутри зданий, и автоматические системы пожаротушения (которые в настоящем проекте не рассматриваются).

*Для населения* количество наружных пожаров и расход воды на один пожар определяются в зависимости от числа жителей, проживающих в населенном пункте и этажности застройки по [1, п. 2.12, табл. 5] или по прил. 3.

Необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода нормируется [2, п. 6.1]. Согласно данным рекомендациям внутренний противопожарный водопровод проектируют в жилых зданиях высотой 12 этажей и более.

*Для промышленного предприятия* количество одновременных пожаров согласно [1, п. 2.22] зависит от площади промпредприятия (см. рис. 4.1) и принимается равным при площади промпредприятия до 150 га включительно – 1 пожару, при большей площади – 2 пожарам.

Расход воды на наружное пожаротушение определяется в зависимости от категории производства по пожарной опасности: А, Б, В, Г, Д; степени огнестойкости зданий: I, II, III, IV, V; а также объема наибольшего здания по [1, табл. 7 или 8] или по прил. 4.

Характеристика зданий промышленного предприятия и категория производства по пожарной опасности приводятся в задании на проектирование.

Необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода в производственных зданиях нормируется [2, п. 6.2-6.5].

Расход воды на внутренний пожар и число струй в производственных зданиях определяется по [2, табл. 2] или по прил. 5.

Если система пожаротушения проектируется единая для населенного пункта и промпредприятия, то общий расход определяется исходя из месторасположения промпредприятия относительно жилой застройки:

- в черте населенного пункта;
- вне населенного пункта, если промпредприятие располагается на расстоянии 500 м и более от жилой застройки.

При расположении промпредприятия в черте населенного пункта общее количество одновременных пожаров и расходы на пожаротушение определяются согласно рекомендациям [1, табл. 5, прим. 5]. Согласно данным рекомендациям количество одновременных пожаров принимается по числу жителей, а расходы воды на пожары должны быть не менее расходов определенных для населения и промпредприятия.

При расположении промпредприятия вне населенного пункта общее количество одновременных пожаров и суммарный расход на пожаротушение определяются на основании рекомендаций [1, п. 2.23].

Согласно [1] при объединенном противопожарном водопроводе населенного пункта и промышленного или сельскохозяйственного предприятия, расположенных вне населенного пункта, расчетное количество одновременных пожаров принимается равным:

- при площади территории предприятия до 150 га с числом жителей в населенном пункте до 10 тыс. чел. – одному пожару (на предприятии или населенном пункте по наибольшему расходу воды); с числом жителей в населенном пункте свыше 10 до 25 тыс. чел. – двум пожарам (один – на территории предприятия и один – в населенном пункте);

- при площади территории предприятия свыше 150 га с числом жителей в населенном пункте до 25 тыс. чел. – двум пожарам (два – на предприятии или два – в населенном пункте по наибольшему расходу);

- при числе жителей в населенном пункте более 25 тыс. чел. – количество пожаров согласно [1, п. 2.22 и табл. 5], при этом расход воды следует определять как сумму потребного большего расхода (на

предприятия или в населенном пункте) и 50 % потребного меньшего расхода (на предприятии или в населенном пункте).

Продолжительность тушения пожара согласно [1, п. 2.24] принимается равной 3 часам, для категории производства по пожарной опасности Г и Д со зданиями I и II степени огнестойкости – 2 часам. Запасы воды на тушение пожаров хранятся в резервуарах чистой воды.

Рассмотрим примеры по определению расходов воды на нужды пожаротушения.

**Пример 1.** Определить расход воды на нужды пожаротушения населенного пункта с промышленным предприятием. В населенном пункте имеются два района, застроенных 5-9-этажными зданиями, в которых проживают 28000 человек. Кроме того, в населенном пункте располагается промышленное предприятие: площадь предприятия 100 га, категория производства А, степень огнестойкости зданий I, объем наибольшего здания 10000 м<sup>3</sup>.

**Решение.** Определяем количество пожаров и расход воды на наружное пожаротушение для населения. Согласно [1, табл. 5] в населенном пункте принимаем 2 наружных пожара с расходом 25 л/с каждый, т.е.

$$Q_{\text{пож.нар}}^{\text{нас}} = 2 \cdot 25 = 50 \text{ л/с.}$$

Внутренний противопожарный водопровод в жилой застройке не предусматривается, так как этажность застройки менее 12.

Количество наружных пожаров на площадке промпредприятия согласно [1, п. 2.22] принимаем 1, расход воды на данный пожар согласно [1, табл. 7] составит  $Q_{\text{пож.нар}}^{\text{п/п}} = 15$  л/с, что менее расхода воды, равного 25 л/с, на пожаротушение для населения. На промпредприятии согласно [2, табл. 2] необходимо запроектировать внутренний противопожарный водопровод, расход воды на тушение пожара составит  $Q_{\text{пож.вн}}^{\text{п/п}} = 2 \cdot 5 = 10$  л/с. Так как промпредприятие располагается в черте города, общее количество пожаров и суммарный расход воды определяется по [1, табл. 5, прим. 5].

$$Q_{\text{пож}} = Q_{\text{пож.нар}} + Q_{\text{пож.вн}} = 2 \cdot 25 + 2 \cdot 5 = 60 \text{ л/с.}$$

**Пример 2.** Берем данные из примера 1, но предприятие по пожароопасности относится к производству В, степень огнестойкости здания II, объем наибольшего здания 60000 м<sup>3</sup>.

**Решение.** Количество пожаров и расход воды на пожаротушение для населения соответствует примеру 1.

Для промпредприятия при той же площади расход воды на наружное пожаротушение составит согласно [1, табл. 7]

$Q_{\text{пож.нар}}^{\text{п/п}} = 1 \cdot 30 = 30$  л/с, что более расхода воды, равного 25 л/с, на пожаротушение для населения.

Расход воды на внутреннее пожаротушение согласно [2, табл. 2]:

$$Q_{\text{пож.вн}}^{\text{п/п}} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ л/с.}$$

Общий расход определяется по [1, табл. 5, прим. 5], а именно: два одновременных наружных пожара по большему расходу (один пожар в населенном пункте, другой – на предприятии).

$$Q_{\text{пож}} = (25 + 30) + 2 \cdot 5 = 65 \text{ л/с.}$$

**Пример 3.** Рассмотрим данные примера 1, но при этом предприятие располагается вне населенного пункта.

**Решение.** Определяем расход воды на нужды пожаротушения для населения:

$$Q_{\text{пож}}^{\text{нас}} = Q_{\text{пож.нар}}^{\text{нас}} + Q_{\text{пож.вн}}^{\text{нас}}$$

Так как внутренний противопожарный водопровод согласно [2, табл. 1] при данной этажности не предусматривается, учитываем расход только на наружное пожаротушение.

Согласно [1, табл. 5]  $Q_{\text{пож}}^{\text{нас}} = 2 \cdot 25 = 50$  л/с.

На предприятии согласно [1, п. 2.22] принимаем 1 пожар:

$$Q_{\text{пож}}^{\text{п/п}} = Q_{\text{пож.нар}}^{\text{п/п}} + Q_{\text{пож.вн}}^{\text{п/п}} = 15 + 2 \cdot 5 = 25 \text{ л/с.}$$

Общий расход воды на нужды пожаротушения определяется по [1, п. 2.23] и при числе жителей более 25000 человек составит:

$$Q_{\text{пож}} = Q_{\text{пож.нар}}^{\text{нас}} + \frac{Q_{\text{пож}}^{\text{п/п}}}{2} = 50 + \frac{25}{2} = 62,5 \text{ л/с.}$$

### Контрольные вопросы

1. По каким параметрам выбирается величина удельного водопотребления на одного жителя?
2. Что учитывает коэффициент суточной неравномерности?
3. Как определить норму расхода воды на одного работающего за смену?
4. Какова норма расхода воды на одну душевую сетку?
5. Как определить расход воды на нужды пожаротушения?



### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫМИ ГРУППАМИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И СУТОЧНОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ ВСЕГО ОБЪЕКТА В ЦЕЛОМ

Определив требуемые расходы в населенном пункте, для каждой группы потребителей необходимо назначить режимы водопотребления. Под режимом водопотребления понимается режим расходования (отбора) воды в течение определенного промежутка времени: года, суток и т.п.

Водопотребление в населенных пунктах на хозяйственно-питьевые нужды является процессом случайным и мало поддается управлению в течение не только года, но и суток. Оно зависит от численности населения, климатических и демографических условий, санитарно-технического оборудования зданий, сезона года и других факторов. Распределение расходов воды по часам суток производится на основании расчетных графиков водопотребления, которые могут быть получены путем изучения и анализа действительных графиков водопотребления населенных пунктов. Для вновь проектируемых систем используются аналоги графиков водопотребления тех городов, которые в наибольшей мере близки (по численности населения, санитарно-техническому оборудованию зданий, климатическим условиям и другим факторам) проектируемому населенному пункту. Если проект разрабатывается для развития существующей сети водоснабжения, то используются данные о фактическом режиме водопотребления этой системы.

Для наиболее точного отображения реального режима водопотребления желательно иметь возможно большее число графиков водопотребления аналогичных объектов за возможно более длительные сроки. Каждый из графиков, зарегистрированный в ходе наблюдений, является лишь одной из возможных реализаций случайного процесса. В современной практике проектирования данные о режиме водопотребления представляются обычно в табличной или графической форме.

В населенном пункте режим водопотребления назначается для каждого района в отдельности.

*Для населения* режим водопотребления всегда неравномерный. Колебания расходов характеризуются коэффициентом часовой неравномерности, который определяется согласно [1] по формуле

$$\begin{aligned} K_{ч.маx} &= \alpha_{маx} \beta_{маx}, \\ K_{ч.мин} &= \alpha_{мин} \beta_{мин}, \end{aligned} \quad (3.1)$$

где  $K_{ч.маx}$  – коэффициент максимальной часовой неравномерности;  
 $K_{ч.мин}$  – то же минимальной часовой неравномерности;

$\alpha_{\max}, \alpha_{\min}$  – коэффициенты, учитывающие степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия; согласно [1] принимаются  $\alpha_{\max}=1,2-1,4$ ;  $\alpha_{\min}=0,4-0,6$ ;

$\beta_{\max}, \beta_{\min}$  – коэффициенты, учитывающие число жителей в населенном пункте, принимаются в зависимости от расчетного числа жителей по [1, табл. 2] или прил. 6.

Коэффициент  $\alpha$  выбирается в основном в зависимости от степени благоустройства зданий, указанной в задании на проектирование. Так, при наличии в зданиях только водопровода и канализации без ванн  $\alpha_{\max}=1,4$ ,  $\alpha_{\min}=0,4$ . Если в зданиях имеются водопровод, канализация, ванны и местные водонагреватели:  $\alpha_{\max}=1,3$ ,  $\alpha_{\min}=0,5$ . Для зданий с централизованным горячим водоснабжением  $\alpha_{\max}=1,2$ ,  $\alpha_{\min}=0,6$ .

Определив коэффициент максимальной часовой неравномерности  $K_{\text{ч.макс}}$ , для каждого района населенного пункта выбирают ближайший типовой график водопотребления. Типовые графики составлены на основе многолетнего анализа расходования воды на действующих водопроводах. Значения часовых расходов в % от суточного расхода для различных коэффициентов часовой неравномерности представлены в прил. 7.

Выбрав типовой график, производят его коррективы. За сутки потребители забирают из городской сети 100 %-й расход –  $Q_{\text{сут.макс}}$ . Среднечасовой расход  $q_{\text{ч.м}}$  за сутки составит

$$q_{\text{ч.м}} = \frac{Q_{\text{сут.макс}}}{24} \text{ или } q_{\text{ч.м}} = \frac{100\%}{24} = 4,17\% \text{ от } Q_{\text{сут.макс}}$$

Тогда максимально часовой расход, %,

$$q_{\text{ч.макс}} = K_{\text{ч.макс}} q_{\text{ч.м}} \text{ или } q_{\text{ч.макс}} = K_{\text{ч.макс}} \cdot 4,17.$$

**Пример.** По расчетам,  $K_{\text{ч.макс}}=1,32$ . Согласно прил. 7 ближайший типовой график 1,3,  $q_{\text{ч.макс}}=5,4\%$  от  $Q_{\text{сут.макс}}$ . Расчетный максимально-часовой расход  $q_{\text{ч.макс}}=1,32 \cdot 4,17=5,5\%$  от  $Q_{\text{сут.макс}}$ , т.е. необходимо в максимальный час увеличить расход на  $5,5-5,4=0,1\%$ . Поэтому принимаем с 9 до 10 часов расход  $5,5\%$  от  $Q_{\text{сут.макс}}$  и уменьшаем на  $0,1\%$  расход воды в часы минимального водопотребления (в нашем случае с 2 до 3 часов вместо  $2,9\%$  принимаем  $2,8\%$ ).

Допустим, по расчетам,  $K_{\text{ч.макс}}=1,29$ . Ближайший типовой график снова 1,3. Расчетный максимально-часовой расход  $q_{\text{ч.макс}}=1,29 \cdot 4,17=5,38\%$  от  $Q_{\text{сут.макс}}$ , т.е. максимальный часовой расход необходимо уменьшить на  $5,4-5,38=0,02\%$ . Поэтому принимаем с 9 до 10 часов расход  $5,38\%$  от  $Q_{\text{сут.макс}}$ , а в часы минимального водопотребления

увеличиваем расход на 0,02 % (в нашем случае с 3 до 4 часов вместо 2,9 % принимаем 2,92 %).

Все расчеты сводятся в табл. 3.1 в следующей последовательности.

График водопотребления населения в % для I района – табл. 3.1, графа 2, для II района – табл. 3.1, графа 7.

Затем необходимо сделать пересчет часового расхода с % в м<sup>3</sup>/ч. Максимальный суточный расход по районам (см. табл. 2.1, графа 10)  $Q_{сут.маx} = 100\%$ , отсюда часовой расход, м<sup>3</sup>/ч:

$$q_{ч} = \frac{Q_{сут.маx} \cdot q_{ч}(\%)}{100\%}. \quad (3.2)$$

Значения часовых расходов в м<sup>3</sup>/ч сводятся в табл. 3.1, графы 3 и 8.

Полив территорий населенных пунктов обычно предусматривается в часы минимального и среднего водопотребления: механизированный – в течение 6-8 ч в ночные, утренние, иногда дневные часы; вручную – в течение 2-4 ч в утренние и вечерние часы. График полива назначают равномерный. Данные расходы фиксируются в м<sup>3</sup>/ч (табл. 3.1, графы 4, 5, 9, 10).

Затем определяется суммарный часовой расход I района (табл. 3.1, графа 6), II района (табл. 3.1, графа 11) и в целом по районам (табл. 3.1, графа 12).

На промышленном предприятии режим водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды работающих неравномерный и принимается по графикам Б.С. Тикунова (прил. 8). Графики в % повторяются для каждой смены, т.е. расход за смену условно приравнивается к 100 %.

Графики сводятся в табл. 3.1, графы 13 и 15.

Затем делают пересчет часового расхода с % в м<sup>3</sup>/ч; при этом расход за смену (см. табл. 2.2, графа 6):  $Q_{см.х-п}^{хол} = 100\%$ ;  $Q_{см.х-п}^{гор} = 100\%$ .

Часовой расход, м<sup>3</sup>/ч, определяют по формуле

$$q_{ч} = \frac{Q_{см.х-п} \cdot q_{ч}(\%)}{100}. \quad (3.3)$$

Расходы воды на пользование душем (см. табл. 2.2, графа 11) предусматриваются после смены: I смена – с 16 до 17 часов; II смена – с 0 до 1; III смена – с 8 до 9 часов и фиксируются в табл. 3.1, графы 17, 18.

Режим водопотребления на технологические нужды промышленного предприятия задается технологами, в курсовом проекте обычно принимается равномерным. Данный расход фиксируется в табл. 3.1, графа 19.



Полив на промпредприятии равномерный и обычно производится в течение 4-6 часов в часы минимального водопотребления (табл. 3.1, графа 20).

Затем определяется суммарный часовой расход, м<sup>3</sup>/ч, по промпредприятию (табл. 3.1, графа 21).

Зная часовые расходы воды по основным потребителям, определяют часовой расход воды, м<sup>3</sup>/ч, в целом по населенному пункту (табл. 3.1, графа 22). Для построения графика водопотребления необходимо сделать пересчет значений расходов с м<sup>3</sup>/ч в % (табл. 3.1, графа 23):

$$q_{\text{ч}} = \frac{q_{\text{ч}}(\text{м}^3/\text{ч})}{Q_{\text{сут.п.}}^{\text{нас.п.}}} \cdot 100\%, \quad (3.4)$$

где  $Q_{\text{сут.п.}}^{\text{нас.п.}}$  – суммарный суточный расход: население, промпредприятие, полив, м<sup>3</sup>/сут (см. табл. 3.1, итоговое значение графы 22).

По полученным значениям строят ступенчатый график водопотребления (рис. 3.1). Данный график позволяет наглядно изобразить величину часового расхода в % в течение суток. По ступенчатому графику выбирается час максимального водопотребления в сутки максимального водопотребления, на который рассчитываются все основные сооружения.

Затем необходимо рассчитать ординаты интегрального графика. По данному графику можно определить суммарный расход воды от начала суток водопотребления. Например, чтобы определить расход, который поступит в городской водопровод с 0 до 2 часов, необходимо к расходу от 0-1 часа прибавить расход с 1-2 часов ( $q_{0-1} + q_{1-2} = \Sigma q_{0-2}$ ). Все расчеты сводятся в табл. 3.1, графа 24. К концу суток с 23 до 24 часов данный суммарный расход будет составлять 100 %.

Интегральный график водопотребления представлен на рис. 3.2. Данный график необходим для назначения режима работы насосной станции II подъема (НС II).

### К о н т р о л ь н ы е   в о п р о с ы

1. Что такое режим водопотребления?
2. Как определить коэффициент часовой неравномерности для населения?
3. Для каких целей строится:
  - а) ступенчатый график водопотребления;
  - б) интегральный график водопотребления?

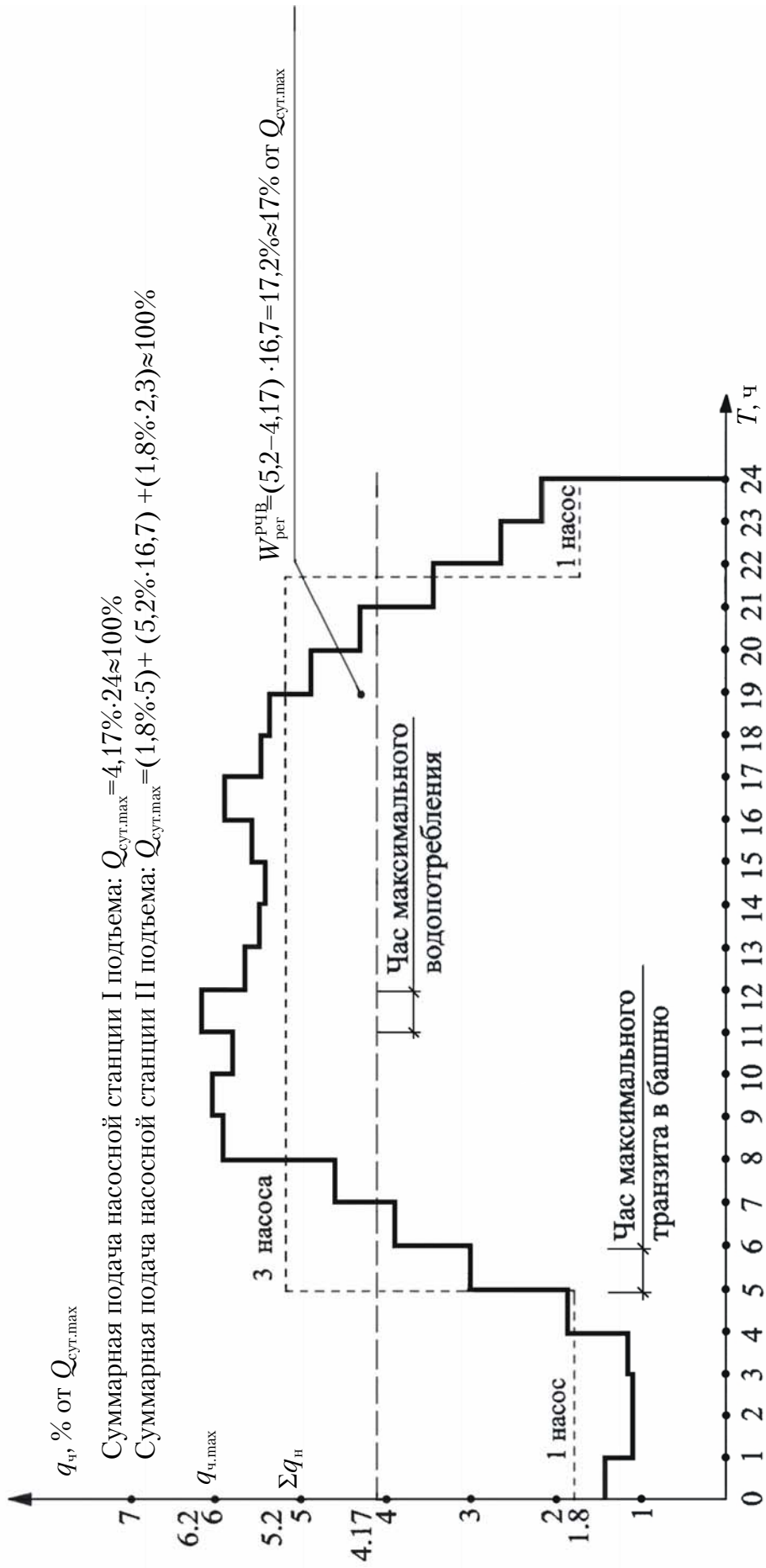


Рис. 3.1. Ступенчатый график:

— график водопотребления; - - - - - график работы насосной станции I подъема;  
 - - - - - график работы насосной станции II подъема;  
 $q_{\text{ч,макс}}$  — максимальный часовой расход;  $\Sigma q_n$  — суммарная подача трех насосов

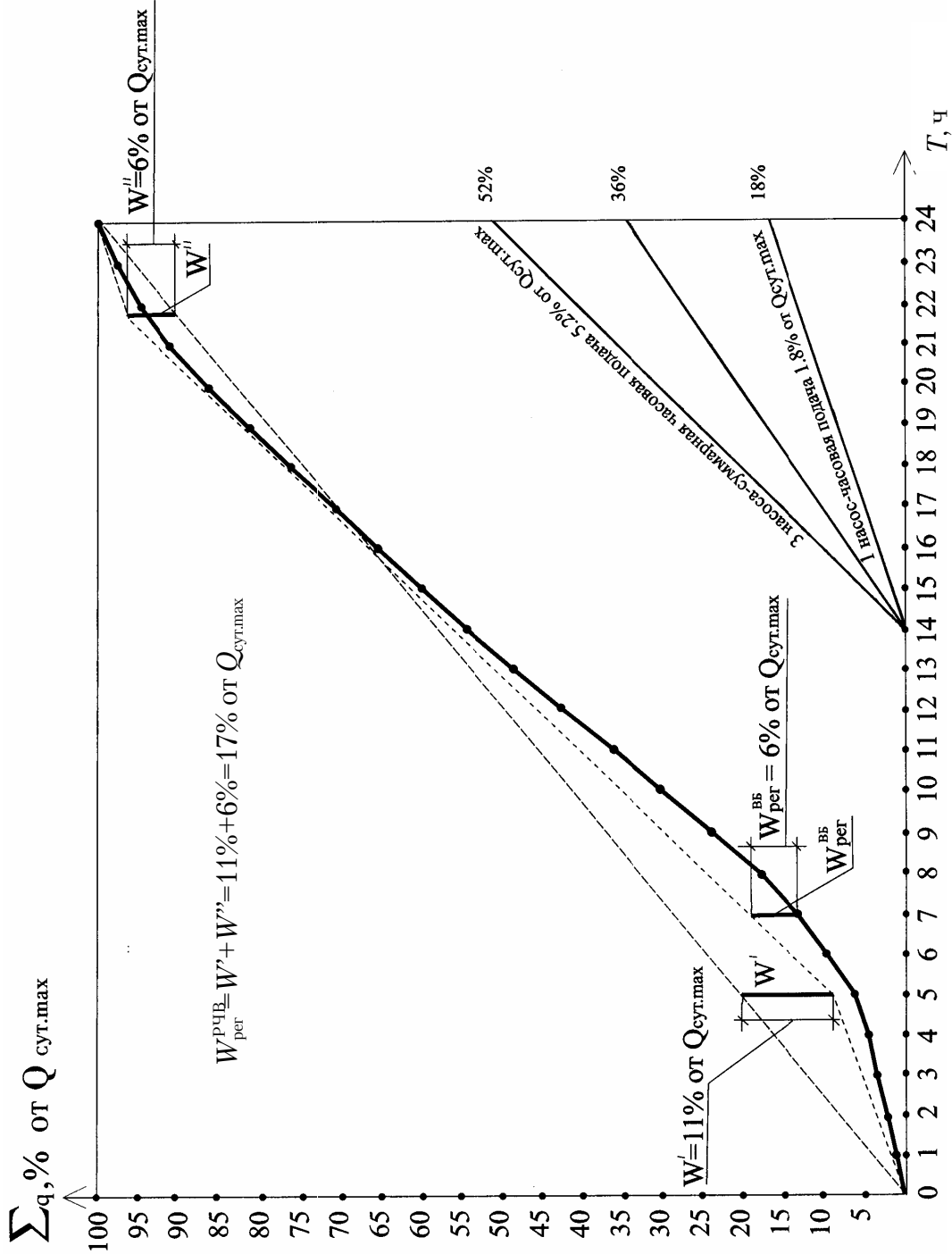


Рис. 3.2. Интегральный график:

— график водопотребления; - - - - - график работы насосной станции I подъема;  
 - - - - - график работы насосной станции II подъема

## 4. РЕШЕНИЕ СХЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ТРАССИРОВКИ СЕТИ

Решение схемы водоснабжения любого объекта должно производиться с учетом охраны и комплексного использования водных ресурсов, а также в соответствии с генпланом развития населенного пункта и промышленных предприятий.

Водопроводные сети являются одним из основных элементов системы водоснабжения. В населенных пунктах обычно проектируют централизованную систему хозяйственно-питьевого – противопожарного водоснабжения.

Чаще всего система централизованного водоснабжения из поверхностного источника проектируется по схеме, представленной на рис. 4.1.

Основными элементами данной системы являются: водозаборные сооружения 1, насосная станция I подъема 2, водопроводные очистные сооружения 3, резервуары чистой воды 4, насосная станция II подъема 5, водоводы 6, кольцевая водопроводная сеть 7, водонапорная башня 8.

Вода из реки поступает в водозаборные сооружения, откуда с помощью насосов насосной станции I подъема (НС I) подается на очистные водопроводные сооружения, где она подвергается очистке и обеззараживанию, затем очищенная вода направляется в резервуары чистой воды, откуда с помощью насосов насосной станции II подъема (НС II) подается водоводами в водопроводную кольцевую сеть потребителей. Необходимость устройства водонапорной башни в схеме водоснабжения населенного пункта устанавливается после определения суточной водопотребности населенного пункта в целом по всем категориям потребителей.

Водонапорная башня располагается на наиболее возвышенной территории населенного пункта, поэтому ее месторасположение относительно водопроводной сети может быть различным, что существенным образом влияет на расчет сети.

Различают схемы водоснабжения с водонапорной башней в начале сети и в конце сети (схема с контррезервуаром).

При расположении башни в начале сети водопроводная сеть всегда питается с одной стороны. В схеме с контррезервуаром в часы максимального водопотребления сеть питается с двух сторон: от насосной станции II подъема и водонапорной башни.



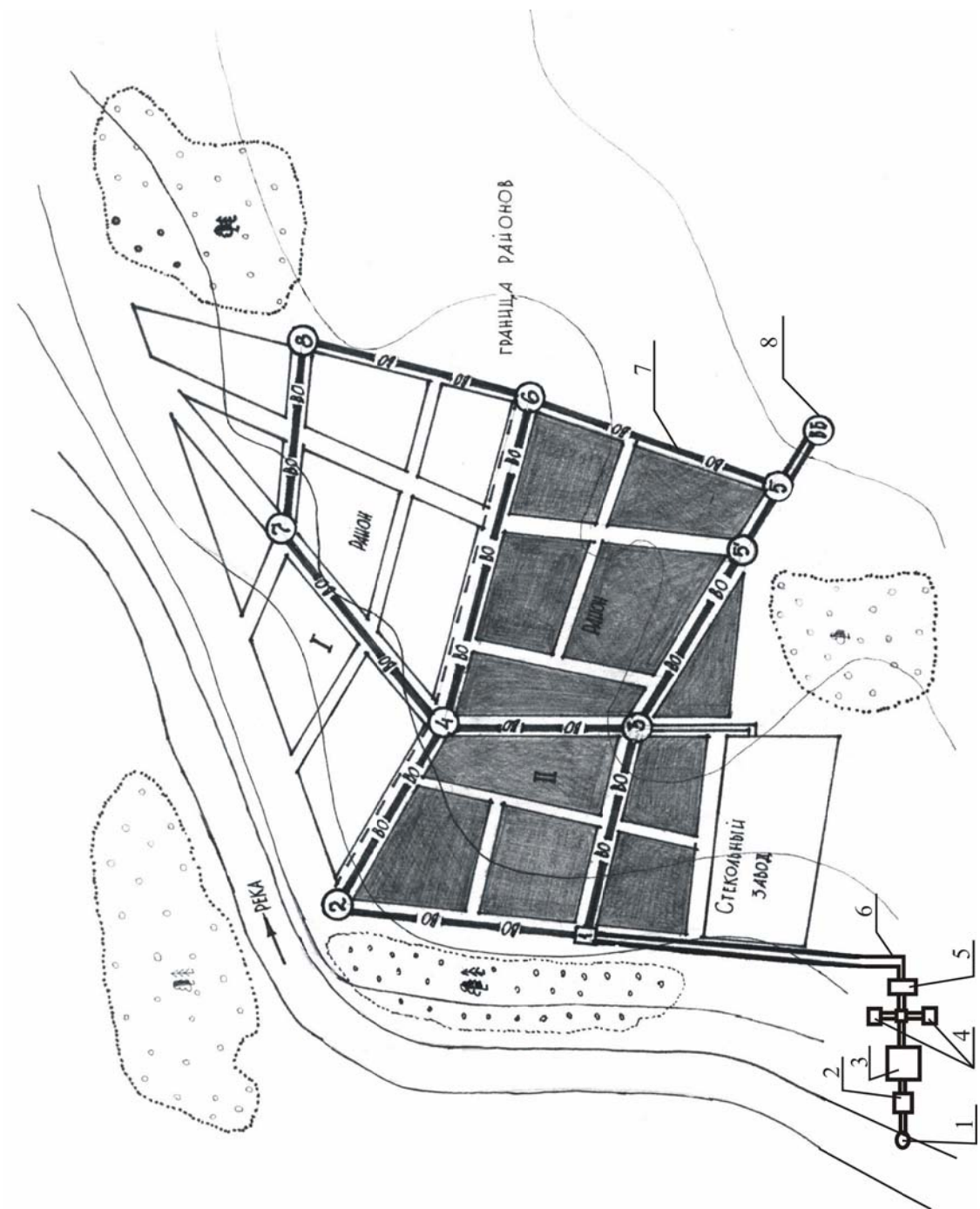


Рис. 4.1. Схема водоснабження населеного пункту

Конфигурация водопроводной сети в плане зависит от многих факторов, основными из которых являются: планировка населенного пункта, места размещения крупных потребителей, наличия естественных и искусственных препятствий. При трассировке сети следует стремиться к тому, чтобы подача воды к отдельным крупным потребителям производилась наиболее кратчайшим путем, при этом водопроводная сеть должна охватывать всех потребителей и обладать достаточной степенью надежности, что достигается устройством кольцевых водопроводных сетей.

В водопроводных сетях направление магистралей должно соответствовать направлению основных потоков воды, как бы обходящих всю территорию населенного пункта. Основные магистральные линии разделяются перемычками, располагаемыми перпендикулярно основному направлению движения воды, на кольца. Внутри каждого кольца проектируются распределительные линии, подводящие воду к домам. Рассчитывают обычно только магистральные линии. Диаметры распределительных линий принимаются конструктивно.

Согласно [1] разделение водопроводной сети перемычками на ремонтные участки должно обеспечивать при выключении одного из участков отключение не более пяти пожарных гидрантов.

Так как расстояние между пожарными гидрантами не должно превышать 150 м, длину магистральных линий рекомендуется принимать 400-800 м. Расстояние между магистральными линиями (длина перемычек) обычно принимается равным 300-600 м. Таким образом, кольца, образованные магистралями и перемычками, должны по возможности иметь форму, вытянутую в направлении основных потоков воды.

#### К о н т р о л ь н ы е   в о п р о с ы

1. Назовите основные элементы системы водоснабжения.
2. Приведите правила трассировки водопроводных сетей.
3. Чем отличаются магистральные линии от распределительных?
4. Какова максимальная протяженность ремонтного участка?

## 5. НАЗНАЧЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ II ПОДЪЕМА

Режим работы НС II зависит от режима водопотребления и наличия на водонапорной сети регулирующей емкости: водонапорной башни (ВБ) или напорно-регулирующего резервуара (НР).

Таким образом, первоочередной задачей при назначении режима работы НС II является обоснование необходимости устройства ВБ или НР, которое можно сделать после определения суточной водопотребности населенного пункта (см. табл. 3.1).

Обычно принято, что ВБ целесообразно проектировать для населенных пунктов, имеющих суточную водопотребность не более 25000-30000 м<sup>3</sup>/сут. При большей водопотребности рекомендуется устраивать НР, но в этом случае рельеф местности в населенном пункте должен быть очень выражен и иметь перепад в отметках земли не менее 20-25 метров.

В том случае, если суточная водопотребность будет более 25000-30000 м<sup>3</sup>/сут, а рельеф местности не допускает строительства НР, целесообразно проектировать безбашенную систему водоснабжения. Тогда максимальная производительность НС II должна соответствовать максимально-часовому расходу в населенном пункте, т.е. режим работы насосов должен соответствовать режиму водопотребления.

Назначение режима работы НС II удобно производить графическим методом, в практике проектирования используется также табличный метод.

График режима работы НС II принимают из условия максимального приближения его к графику водопотребления, но это не значит, что графики должны в точности совпадать. Водопотребление в системах водоснабжения весьма неравномерно, поэтому, если мы примем режим подачи воды насосами в точности соответствующим режиму водопотребления, потребуется очень часто включать и выключать насосные агрегаты, что чрезвычайно усложнит эксплуатацию насосных станций.

При подаче воды насосами НС II больше, чем требуется по водопотреблению, избыток воды направляется в ВБ. В часы, когда водопотребление превышает подачу, недостающее количество воды поступает из ВБ в водопроводную сеть. Следовательно, чем больше разность между подачей и потреблением воды, тем больше должна быть регулирующая емкость ВБ. Можно составить сколько угодно графиков работы НС II, формально обеспечивающих работу водопро-

вода. Однако должен быть выбран оптимальный вариант графика работы НС II и соответствующий ему регулирующий объем ВБ, который давал бы наиболее экономичное решение проектируемого водопровода.

В курсовом проекте при наличии ВБ на водопроводной сети возможны следующие режимы работы НС II:

1) *Равномерный* – в этом случае в каждый час суток насос или насосы подают один и тот же расход, равный  $q_{\text{ч}} = \frac{100\%}{24} = 4,17\%$  от  $Q_{\text{сут. max}}$ . Данный режим работы НС II проектируется только для малых населенных пунктов, так как потребуются большая регулирующая емкость.

2) *Неравномерный* – в этом случае проектируется ступенчатый режим работы НС II. Такой режим предусматривает регулирование подачи воды НС II путем попеременного включения одного или нескольких насосов рабочей группы. Обычно устраиваются две или три ступени. Подбор оптимального режима работы НС II и выбор марки насосных агрегатов обычно осуществляются графическим методом.

В этом случае предварительно задаются величиной регулирующего объема воды ВБ в диапазоне 2-8 % от расчетного максимально-суточного расхода (см табл. 3.1). Назначение предварительной величины регулирующего объема воды производится исходя из полной вместимости ВБ по действующим типовым проектам – 50, 100, 150, 200, 300, 500, 800 м<sup>3</sup>. Регулирующий объем воды обычно занимает не более 70 % полной вместимости ВБ. Затем, приняв величину регулирующего объема воды ВБ в % в виде отрезка ординаты, откладывают его в наиболее вогнутой части графика водопотребления и через полученную точку проводят линию касательно к наиболее выпуклой части графика водопотребления. Полученная линия представляет суммарную подачу параллельно работающих насосов. Для определения необходимого количества рабочих насосов данную линию переносят параллельно на ось абсциссы и изменяя тангенс угла наклона данной линии в два, три и более раз получают линию работы одного однотипного насоса. Линию работы одного насоса переносят в начало и конец координат графика до пересечения с линией работы группы насосов. При этом интегральный график работы насосов НС II совмещают с интегральным графиком водопотребления. Если интегральные графики пересекаются, то величина регулирующего объема воды ВБ увеличивается. Поэтому при построении графика работы НС II необходимо назначить такое количество рабочих насосов (обычно 2-5), чтобы график работы насосов НС II не пересек график водопотребления.

Обычно в ночные часы работает 1-2 насоса, а затем включается максимальное количество рабочих насосов. Более подробно вопросы назначения режима работы НС II рассматривались при изучении дисциплины “Насосы и насосные станции”. Пример построения интегрального графика приведен на рис.3.2.

Табличный способ назначения режима работы НС II основан на совмещении режима водопотребления и водоподачи, при этом значение регулирующей емкости ВБ можно получить с большей точностью. Пример расчета приведен в [5].

Назначив режим работы НС II по интегральному графику, его переносят на ступенчатый график (см. рис. 3.1).

По ступенчатому графику назначается час транзита, т.е. час, когда наибольший избыток воды, подаваемый в водопроводную сеть насосами, направляется в ВБ или НР. Час транзита не всегда совпадает с часом минимального водопотребления.

В схемах водоснабжения с контррезервуаром необходимо учитывать, что максимальный часовой транзит в емкость не должен составлять более 30% от водопотребления в данный час, иначе проектируемая водопроводная сеть окажется неэкономичной.

Если в курсовом проекте возможно запроектировать НР, тогда величина регулирующей емкости не ограничена, и назначается обычно равномерный режим работы НС II (см. рис.3.1 и 3.2).

При невозможности устройства ВБ или НР на водопроводной сети проектируют безбашенную систему. В этом случае необходимо построить графики совместной работы насосов НС II и водоводов (рис. 5.1).

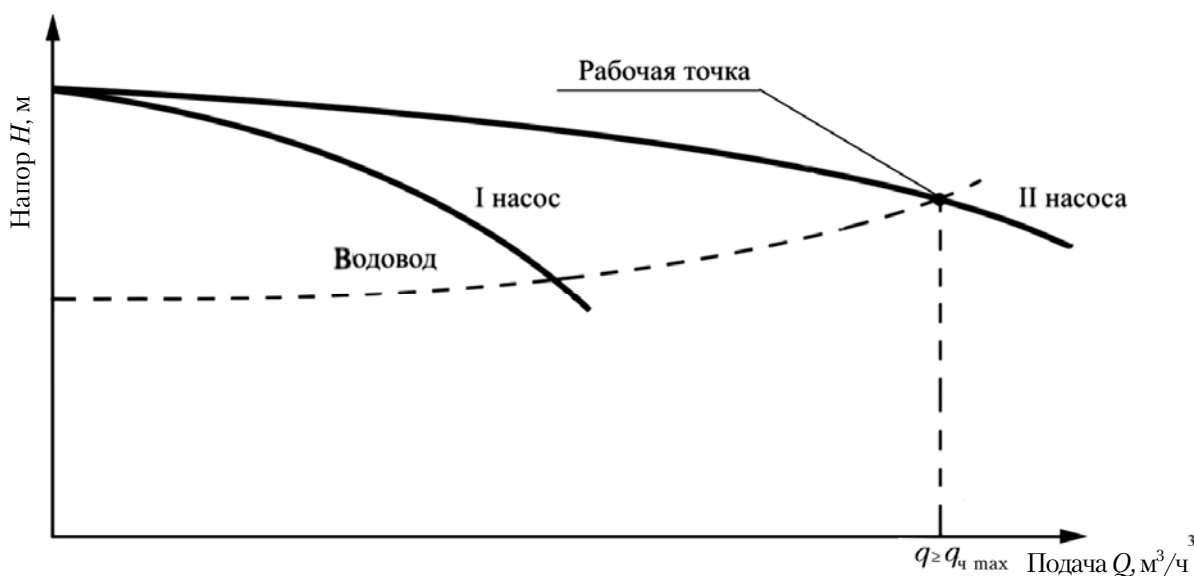


Рис. 5.1. График совместной работы насосов и водоводов

### К о н т р о л ь н ы е   в о п р о с ы

1. В каком режиме всегда работает насосная станция I подъема?
2. Какова оптимальная величина регулирующего объема водонапорной башни?
3. При проектировании безбашенных систем какие необходимо построить графики?

## 6. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОЛЬЦЕВОЙ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

Гидравлический расчет водопроводной сети сводится к подбору экономически наиболее выгодных диаметров труб и определению потерь напора воды на участках водопроводной сети. Вычисленные потери напора затем используются при определении высоты ВБ и требуемого напора насосов, питающих водопроводную сеть.

### 6.1. Выбор расчетных случаев

Расчеты совместной работы водопроводных сетей, водоводов, насосных станций и регулирующих емкостей производятся на основании рекомендаций [1, п. 4.11]. Согласно данным рекомендациям расчетные случаи выбираются после трассировки водопроводной сети, назначения режима работы насосной станции II подъема, а также принятия схемы водоснабжения по всем основным сооружениям.

В курсовом проекте количество расчетных случаев зависит от наличия ВБ или НР в схеме водоснабжения, а также их месторасположения.

1. Если ВБ или НР находятся в начале водопроводной сети, то водопроводная сеть рассчитывается на:

- час максимального водопотребления в сутки максимального водопотребления;
- пожар в час максимального водопотребления.

2. Если ВБ или НР располагаются в конце водопроводной сети, то в этом случае необходимо водопроводную сеть рассчитывать на:

- час максимального водопотребления в сутки максимального водопотребления;
- час транзита в ВБ или НР в сутки максимального водопотребления;
- пожар в час максимального водопотребления.

3. Если проектируется безбашенная система, то необходимо произвести расчеты, указанные в п. 1.

### 6.2. Определение узловых отборов воды из водопроводной сети

При трассировке водопроводную сеть разбивают на расчетные участки. Начало и конец расчетного участка обозначаются узлами, которым присваивается номер. К каждому узлу вода может подаваться не менее чем с двух сторон. Максимальная протяженность расчетного участка составляет 750-800 м. Схема трассировки сети представлена на рис. 6.1.

Фактически отбор воды из сети происходит в огромном числе точек с неизвестной и непрерывно меняющейся интенсивностью. Для упрощения расчетов составляются схемы отбора воды. С этой целью вычисляют удельный, путевые и узловые отборы воды.

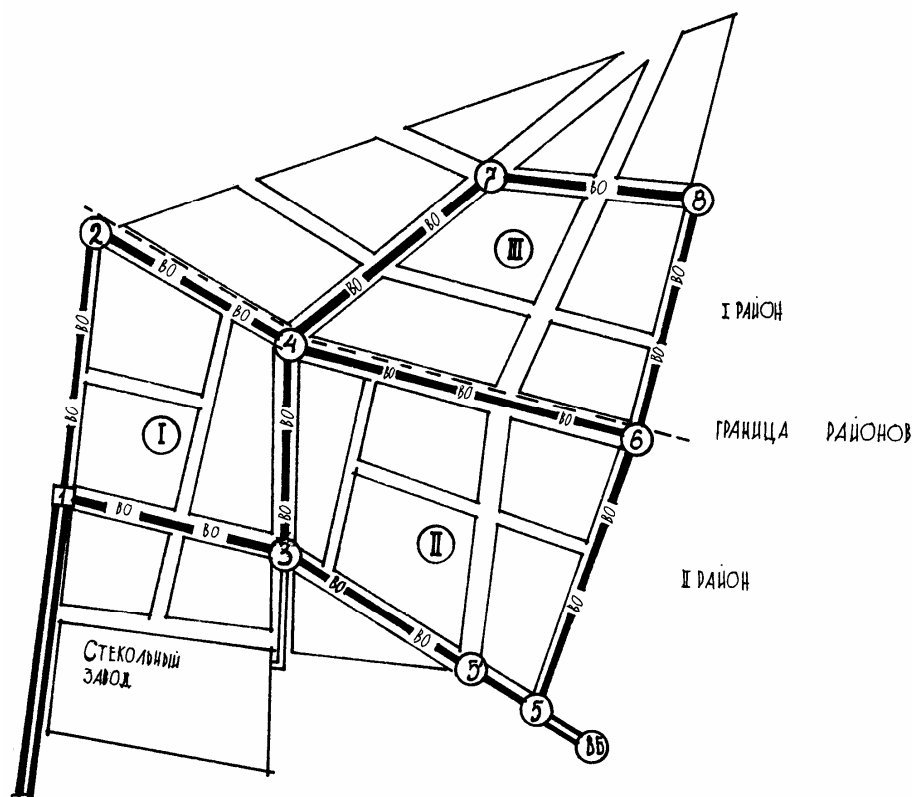


Рис. 6.1. Трассировка магистральной сети населенного пункта

Удельный расход воды – это средний расход воды на единицу длины водопроводной сети  $q_{уд}$ , л/с на 1 пог.м, определяется в час максимального водопотребления для каждого района населенного пункта по формуле

$$q_{уд} = \frac{q_{рас}}{\sum l_p \cdot 3,6}, \quad (6.1)$$

где  $q_{рас}$  – расчетный часовой расход воды по районам населенного пункта, соответствующий часу максимального водопотребления, м<sup>3</sup>/ч (час максимального водопотребления по населенному пункту в целом назначается по табл. 3.1, графа 22, а расчетные часовые расходы по районам в данный час:  $q_{рас}^{Iр-на}$  – см. табл. 3.1, графа 6;  $q_{рас}^{IIр-на}$  – см. табл. 3.1, графа 11).

$\sum l_p$  – сумма расчетных длин всех участков сети района, м (табл. 6.1).



Таблица 6.1

## Определение суммы расчетных длин

Наименование участка	Фактическая длина участка $l_{\phi}$	Расчетная длина участка $l_{\text{рас}}$
1	2	3
I район		
2-4	$l_{\phi_{2-4}}$	$l_{\text{рас}_{2-4}} = \frac{1}{2} l_{\phi_{2-4}}$
4-6	$l_{\phi_{4-6}}$	$l_{\text{рас}_{4-6}} = \frac{1}{2} l_{\phi_{4-6}}$
4-7	$l_{\phi_{4-7}}$	$l_{\text{рас}_{4-7}} = l_{\phi_{4-7}}$
6-8	$l_{\phi_{6-8}}$	$l_{\text{рас}_{6-8}} = \frac{1}{2} l_{\phi_{6-8}}$
7-8	$l_{\phi_{7-8}}$	$l_{\text{рас}_{7-8}} = l_{\phi_{7-8}}$
Итого		$\sum l_{\text{рас}}^{\text{Iр-на}}$
II район		
1-2	$l_{\phi_{1-2}}$	$l_{\text{рас}_{1-2}} = \frac{1}{2} l_{\phi_{1-2}}$
1-3	$l_{\phi_{1-3}}$	$l_{\text{рас}_{1-3}} = l_{\phi_{1-3}}$
2-4	$l_{\phi_{2-4}}$	$l_{\text{рас}_{2-4}} = \frac{1}{2} l_{\phi_{2-4}}$
3-4	$l_{\phi_{3-4}}$	$l_{\text{рас}_{3-4}} = l_{\phi_{3-4}}$
3-5	$l_{\phi_{3-5}}$	$l_{\text{рас}_{3-5}} = l_{\phi_{3-5'}} + \frac{1}{2} l_{\phi_{5'-5}}$
4-6	$l_{\phi_{4-6}}$	$l_{\text{рас}_{4-6}} = \frac{1}{2} l_{\phi_{4-6}}$
5-6	$l_{\phi_{5-6}}$	$l_{\text{рас}_{5-6}} = \frac{1}{2} l_{\phi_{5-6}}$
Итого		$\sum l_{\text{рас}}^{\text{IIр-на}}$
Всего		$\sum l_{\text{рас}}^{\text{Iр-на}} + \sum l_{\text{рас}}^{\text{IIр-на}}$

Так как магистральная сеть отбирает воду по пути следования на различных участках по разному, вводится понятие фактической и расчетной длины. Фактическая длина соответствует действительной протяженности трубопровода (определяется в масштабе по генплану).

Расчетная длина не всегда равна фактической и зависит от конкретного отбора (см. рис. 4.1 и 6.1).

1) Магистраль проходит вдоль зеленой зоны.

$$l_{\text{рас}1-2} = \frac{1}{2}l_{\text{ф}1-2}$$

(если зеленая зона проходит с двух сторон магистрали, то  $l_{\text{рас}}=0$ ).

2) Магистраль проходит вдоль незастроенной территории.

$$l_{\text{рас}5-6} = \frac{1}{2}l_{\text{ф}5-6} \text{ или } l_{\text{рас}6-8} = \frac{1}{2}l_{\text{ф}6-8}$$

(если незастроенная территория проходит с двух сторон магистрали, то  $l_{\text{рас}}=0$ ).

3) Магистраль проходит вдоль промпредприятия.

$$l_{\text{рас}} = \frac{1}{2}l_{\text{ф}}$$

(данный случай на рис.4.1 и 6.1 отсутствует).

4) Магистраль проходит вдоль границы раздела районов: каждый район учитывает только половину фактической длины.

$$l_{\text{рас} \text{ 2-4}}^{\text{Iр-н}} = \frac{1}{2}l_{\text{ф}2-4}; \quad l_{\text{рас} \text{ 2-4}}^{\text{IIр-н}} = \frac{1}{2}l_{\text{ф}2-4}$$

(то же касается участка 4-6).

5) Магистраль проходит только частично вдоль ранее перечисленных позиций, в этом случае корректируется только часть расчетной длины.

Расчеты по определению суммы расчетных длин по районам жилой застройки сводятся в табл. 6.1.

Удельный расход на участках, лежащих на границе раздела районов, определяется как средняя величина:

$$q_{\text{уд}}^{\text{ср}} = \frac{q_{\text{уд}}^{\text{Iр-на}} + q_{\text{уд}}^{\text{IIр-на}}}{2}.$$

Определив удельные расходы воды для каждого района населенного пункта, вычисляют путевые расходы  $q_{\text{пут}}$ , л/с, по формуле

$$q_{\text{пут}} = q_{\text{уд}} l_{\text{рас}}, \quad (6.2)$$

где  $l_{\text{рас}}$  – расчетная длина участка, м, принимается по табл. 6.1.

Затем находят узловые расходы  $q_{\text{узл}}$ , л/с, по формуле

$$q_{\text{узл}} = 0,5 \Sigma q_{\text{пут}}, \quad (6.3)$$

где  $\Sigma q_{\text{пут}}$  – сумма путевых расходов, расчетных участков сети, примыкающих к узлу, л/с.

Отбор воды из городской сети на промпредприятии является сосредоточенным и обычно осуществляется из двух узлов, намечаемых

при трассировке водопроводной сети или из одного ближайшего узла по двум линиям.

Все расчеты производятся в табличной форме (табл. 6.2).

Т а б л и ц а 6.2

Определение путевых и узловых расходов воды  
в час максимального водопотребления

Номера узлов	Участки сети, примыкающие к узлу		Удельный расход $q_{удр}$ л/с·м	Путевой расход $q_{пут}$ , л/с	Узловой расход $q_{узн}$ , л/с	Сосредоточенные расходы, л/с		Полный узловой расход, л/с
	Обозначение	Расчетная длина $l_{рас}$				Наименование	Расход, л/с	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		См. табл. 6.1, графа 3	См. формулу (6.1)	См. формулу (6.2)	См. формулу (6.3)		См. табл. 3.1, графа 21	
		Σ						Σ

П р и м е ч а н и я :

1. Сумма расчетных длин по табл. 6.2 (графа 3) равняется удвоенной сумме расчетных длин, определенных по табл. 6.1 (графа 3).

2. Сумма полных узловых расходов, определенных по табл. 6.2 (графа 9), должна быть равна максимально-часовому расходу (в данный час), указанному в табл. 3.1 (графа 22) и переведенному в л/с.

3. Полученные результаты расходов округляются до десятичных долей единицы.

Определение узловых отборов воды в час транзита производится по формуле

$$q_{узн.тр} = \beta q_{узн.мах} , \quad (6.4)$$

где  $q_{узн.тр}$  – узловой отбор воды в час транзита, л/с;

$q_{узн.мах}$  – узловой отбор воды в час максимального водопотребления (см табл. 6.2, гр. 6);

$\beta$  – коэффициент, определяемый по формуле

$$\beta = \frac{q_{ч.тр}}{q_{ч.мах}} , \quad (6.5)$$

здесь  $q_{ч.тр}$  – часовой расход воды населением в час транзита (см. табл. 3.1, гр. 12), л/с;

$q_{ч.мах}$  – часовой расход воды населением в час максимального водопотребления (см. табл. 3.1, гр. 12), л/с.

Как было указано ранее, часы максимального водопотребления и транзита в башню выбираются по ступенчатому графику (см. рис. 3.1).

Расчеты производятся в табличной форме (табл. 6.3).

Т а б л и ц а 6.3

Определение узловых расходов воды в час транзита

Номера узлов	Узловой расход воды в час максимального водопотребления, л/с	Коэффициент $\beta$	Узловой расход воды в час транзита $q_{\text{узл.гр}}$ , л/с	Сосредоточенные расходы		Полный узловой расход, л/с
				Наименование	Расход, л/с	
1	2	3	4	5	6	7
	См. табл.6.2, гр. 6	См. формулу (6.5)	См. формулу (6.4)		См. табл. 3.1, гр. 21	

П р и м е ч а н и я :

1. Сумма полных узловых расходов, определенных по табл. 6.3 (графа 7) должна быть равна расходу воды в час транзита, указанному в табл. 3.1 (графа 22) и переведенному в л/с.

2. Сосредоточенные расходы принимаются по табл. 3.1 (графа 21) для часа транзита.

Узловые отборы воды при пожаре в час максимального водопотребления должны определяться с учетом рекомендаций [1, п. 2.21].

Поэтому для промышленного предприятия расход, указанный в табл. 6.2 (графа 8), необходимо уменьшить: при пожаре не допускается пользоваться душем, мыть технологическое оборудование и полы, а также осуществлять полив территории.

Все расчеты сводятся в табл. 6.4.

Т а б л и ц а 6.4

Определение узловых расходов воды в час пожара

Номера узлов	Узловой расход воды в час максимального водопотребления, л/с	Сосредоточенные расходы		Расход воды на пожар, л/с	Полный узловой расход, л/с
		Наименование	Расход, л/с		
1	2	3	4	5	6
	См. табл.6.2, гр. 6			См. подразд. 2.4	

П р и м е ч а н и е . Расходы воды на пожар (см. табл. 6.4, гр. 5) фиксируются в наиболее удаленных и высокораспологаемых узлах водопроводной сети относительно первоначального узла подключения водоводов к водопроводной сети.

### 6.3. Предварительное потокораспределение воды

После определения узловых расходов воды для всех расчетных случаев составляются схемы питания сети, на которые наносятся узловые отборы воды. Затем производится предварительное потокораспределение, определяющее направление потоков воды и расчетные расходы на участках сети.

Для кольцевых сетей воду к любому узлу можно подавать по разным направлениям, ввиду этого возникает несколько вариантов распределения расходов воды. От того, насколько удачно намечено начальное потокораспределение, зависит количество гидравлических увязок сети.

Поэтому при потокораспределении необходимо учитывать:

1. Как происходит питание сети (с одной или двух сторон). Двухстороннее питание сети предусматривается в схемах с контррезервуаром для часа максимального водопотребления. В этом случае можно выделить характерные узлы, где встречаются потоки (см. рис.6.2,а), а следовательно проходит граница зон питания.

2. Месторасположение крупных потребителей воды (промпредприятия, ТЭЦ и т.п.), к которым вода должна подаваться наикратчайшим путем.

3. Взаимозаменяемость основных магистральных линий на случай аварии.

Расчетные схемы сети с контррезервуаром представлены на рис. 6.2.

При предварительном потокораспределении используется I закон Кирхгофа, обеспечивающий баланс расходов воды относительно любого узла сети:

$$\sum q_i = 0. \quad (6.6)$$

Согласно данному закону алгебраическая сумма расходов воды в любом узле сети должна быть равна нулю.

Рассмотрим рис. 6.2, а:

В час максимального водопотребления для схем с контррезервуаром подача воды в сеть осуществляется с двух сторон.

$$q_{ч.макс} = q_n + Q_6.$$

Баланс воды, например, относительно узла 5 составит:  
 $q_{3-5} + q_{5-6} + q_5 = Q_6.$

На рис. 6.2, б в час транзита насосы подают бóльший расход, чем требуется населенному пункту, поэтому избыток воды направляется в башню:  $Q_6 = q_n - q_{ч.тр}.$

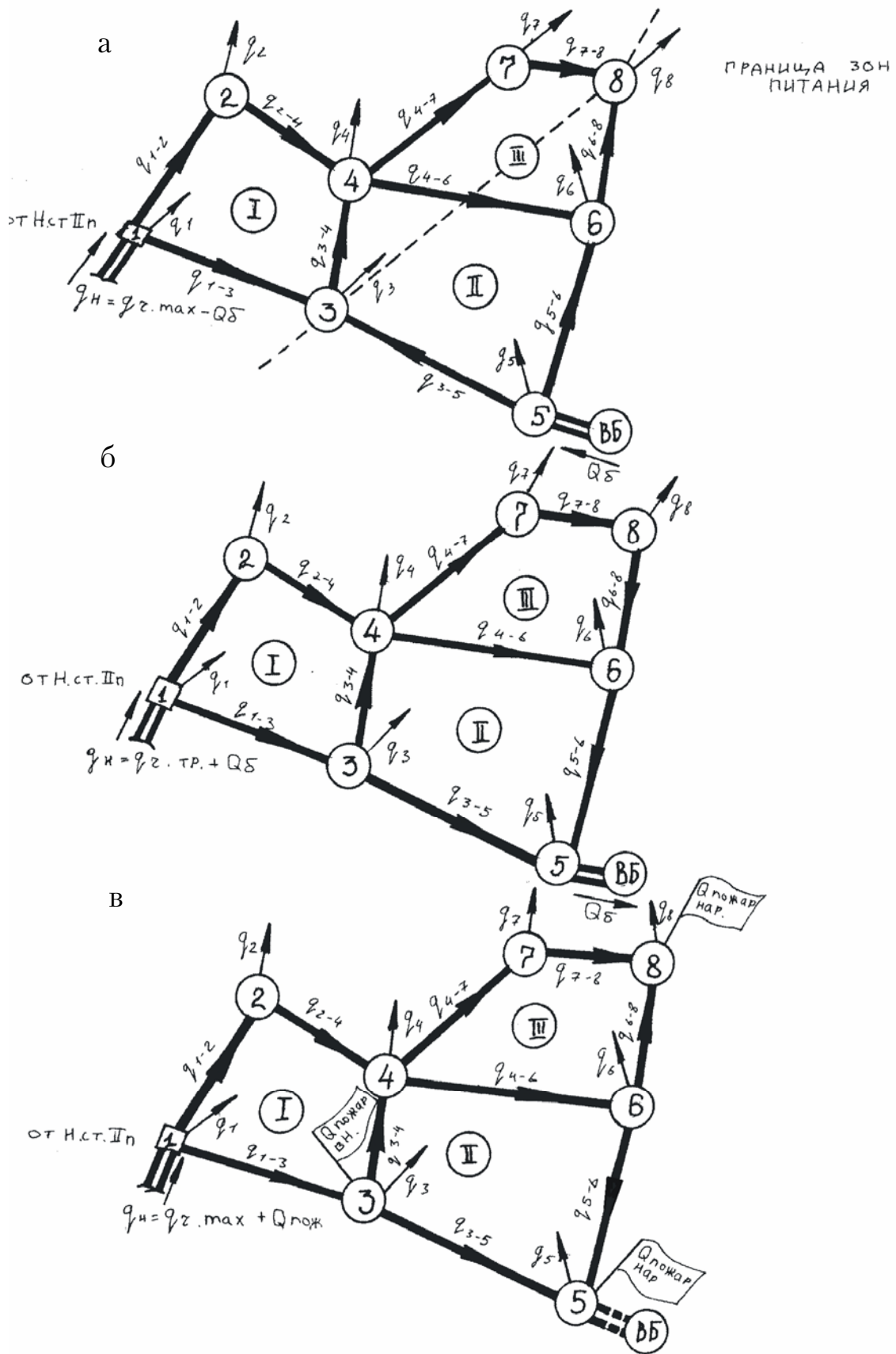


Рис. 6.2. Схемы предварительного потокораспределения:  
 а – в час максимального водопотребления; б – в час транзита;  
 в – пожар в час максимального водопотребления

Баланс воды в час транзита относительно того же узла 5 составит:  
 $q_{3-5} + q_{5-6} = q_5 + Q_6$ .

На рис. 6.2, в при пожаре башня отключается, и весь необходимый расход воды обеспечивают насосы, работающие в усиленном режиме:  
 $q_n = q_{ч.мах} + Q_{пож}$ .

Баланс воды относительно того же узла 5 составит:  
 $q_{3-5} + q_{5-6} = q_5 + Q_{пож}^{нар}$ .

Предварительное потокораспределение воды всегда производится на расчетных схемах (см. рис. 6.2). На схемах при составлении баланса воды относительно любого узла на каждом участке сети стрелкой указывается направление потока.

Подсчет расчетных расходов воды по участкам обычно производится от конечных узлов к первоначальным.

#### 1. Схема с контррезервуаром:

– в часы максимального водопотребления и транзита в башню расчет ведется от узла, к которому подключается ВБ (см. рис. 6.2,а, б, узел 5);

– в час пожара – от наиболее удаленного узла питания сети (см. рис. 6.2, в, узел 8).

2. Схема с ВБ в начале сети. В этом случае расчет ведется от наиболее удаленного узла питания сети.

3. Безбашенная схема – от наиболее удаленного узла питания сети.

### 6.4. Выбор оптимальных диаметров труб на участках магистральной сети

Наметив расходы воды на участках магистральной сети (см. рис. 6.2), для всех расчетных случаев принимают единый диаметр трубопровода. Вначале выбирают материал труб, согласно рекомендациям [1, п. 8.21].

Затем принимают минимально допустимый диаметр магистральной сети. Согласно [1, п. 8.46] для объединенных сетей хозяйственно-питьевого – противопожарного водоснабжения диаметр труб должен быть не менее 100 мм.

Далее, используя таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб [11], с учетом экономичной скорости подбирают диаметр. Экономичная скорость для водопроводных труб обычно находится в пределах 0,7-1,5 м/с. В таблицах [11] диаметры, соответствующие экономичной скорости при пропуске расчетного расхода, указаны в графе, выделенной жирными линиями.

При подборе диаметров на нормальный режим работы в схемах с контррезервуаром диаметр назначается с учетом экономического фактора по большему расходу в час максимального водопотребления

или транзита. Подобрав диаметр на нормальный режим работы, проверяют его на пропуск воды в период тушения пожара. При пожаре допускается увеличить скорость движения воды в трубах до 2,5 м/с. При такой проверке иногда приходится корректировать диаметры, принятые для нормального режима работы сети.

Кроме того, при выборе диаметров труб необходимо соблюдать следующие условия:

1. Диаметры трубопроводов в одном кольце должны отличаться не более чем на два сортамента.

2. Диаметры перемычек принимаются не менее чем на один-два сортамента ниже диаметров прилегающих магистралей.

3. Диаметры магистральных линий должны уменьшаться плавно от участка к участку.

Все расчеты по выбору диаметров труб сводятся в табл. 6.5.

Таблица 6.5

Выбор оптимальных диаметров труб

Номера участков	Час максимального водопотребления			Час транзита			Пожар в час максимального водопотребления			Принятый диаметр, мм
	Расчетный расход, л/с	Скорость, м/с	Диаметр, мм	Расчетный расход, л/с	Скорость, м/с	Диаметр, мм	Расчетный расход, л/с	Скорость, м/с	Диаметр, мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

### 6.5. Увязка кольцевой сети по потерям напора

После назначения диаметров труб для всех участков кольцевой магистральной сети необходимо выполнить так называемую увязку сети, т.е. произвести ее гидравлический расчет при уже заданных диаметрах труб.

Нахождение действительного распределения потоков воды по участкам сети при уже выбранных диаметрах труб и определенных величинах узловых отборов воды из сети и составляет задачу увязки сети.

Эту трудоемкую задачу практически можно решить способом последовательного приближения.



Увязка водопроводной сети производится по потерям напора. В этом случае используется II закон Кирхгоффа: алгебраическая сумма потерь напора в любом замкнутом контуре равна нулю:

$$\Sigma h_i = 0, \quad (6.7)$$

т.е. расходы воды на участках сети должны распределяться таким единственным образом, при котором в каждом кольце будут сбалансированы потери напора.

Как было указано ранее, при предварительном потокораспределении на каждом участке сети стрелкой указывалось предполагаемое направление движения потока. Поэтому условно принимается, что сумма потерь напора на участках с движением воды по часовой стрелке носит положительное значение, а сумма потерь напора воды на участках с движением против часовой стрелки – отрицательное значение. Так как предварительное потокораспределение воды по участкам сети является приближительным, условие баланса по потерям напора обычно оказывается нарушенным, т.е.  $\Sigma h_i \neq 0$ . Следовательно, при несоблюдении условия по формуле (6.7) в любом кольце появляется величина невязки  $\Delta h$ :

$$\Sigma h_i = \pm \Delta h, \quad (6.8)$$

где  $\Delta h$  – величина невязки по замкнутому контуру, м;  
«+» или «-» – знак невязки.

Поэтому гидравлический расчет кольцевых сетей заключается в отыскании истинного распределения расходов воды на участках сети и соответствующих им потерь напора, при которых соблюдалось бы условие баланса потерь напора в кольцах. Чем больше невязка, тем значительнее отличаются первоначально намеченные расходы от истинных расходов.

Допустимая величина невязки, при гидравлическом расчете составляет:

1. Для часа максимального водопотребления или транзита:

– по кольцу  $|\Delta h| \leq 0,5$  м;

– по контуру  $|\Delta h| \leq 1,0$  м.

2. Для часа пожара:

– по кольцу  $|\Delta h| \leq 1,0$  м;

– по контуру  $|\Delta h| \leq 1,5$  м.

Существует несколько методов увязки сети. Для начинающих проектировщиков рекомендуется метод Лобачева – Кросса, основанный на итеративном способе решения системы уравнений.

В этом случае для каждого тура увязки потери на участке сети определяются по формуле

$$h = Sq^2, \quad (6.9)$$

где  $h$  – потери напора, м;

$q$  – расчетный расход на участке, л/с (см. рис. 6.2);

$S$  – сопротивление участка сети,

$$S = S_0 \delta l, \quad (6.10)$$

здесь  $S_0$  – удельное сопротивление, в зависимости от материала труб принимается по [11] или прил. 9;

$\delta$  – поправочный коэффициент на скорость (прил. 9);

$l$  – фактическая длина, м (см. табл. 6.1).

Затем проверяется величина невязки  $\Delta h$  в каждом кольце. Если она недопустимая, то необходимо определить для данного кольца поправочный расход  $\Delta q$ , л/с, по формуле

$$\Delta q = -\frac{\pm \Delta h}{2 \sum S \cdot q}. \quad (6.11)$$

На этот расход корректируются расходы на участках сети. При этом надо учитывать, что поправочные расходы должны иметь знак, противоположный знаку невязки согласно формуле (6.11):

если  $\Delta h = -$ , то  $\Delta q = +$  (так как минус на минус равно плюс);

если  $\Delta h = +$ , то  $\Delta q = -$  (так как минус на плюс равно минус).

Определив величину  $\Delta q$ , делают поправку расходов на участках сети. При этом расчетный расход на участке сети для второго тура увязки  $q_2$ , л/с, составит:

$$q_2 = q_1 \pm \Delta q, \quad (24)$$

где  $q_1$  – расчетный расход, определенный при предварительном потокораспределении, л/с.

Кроме того, необходимо помнить, что для расчетных участков, относящихся к двум кольцам, учитывается влияние поправочных расходов смежных колец. Если в каком-то кольце достигается увязка, то данное кольцо можно не увязывать, но необходимо проверять смежный участок на влияние смежного кольца.

Расчеты производятся в табличной форме (табл. 6.6).

В курсовом проекте один расчетный случай увязывают вручную методом Лобачева – Кросса, а остальные – с помощью ЭВМ. На кафедре ВВиГТ ПГУАС имеется программа “UVS”.

Таблица 6.6

Увязка водопроводной сети по методу В.Г. Лобачева

1	2	3	Предварительное потокораспределение								I исправление								II исправление					
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
Номер кольца	Длина участка $l$ , м	Номер участка	Расход $q$ , л/с	Диаметр $d$ , мм	Скорость $v$ , м/с	$S_0$	$\delta$	$S = S_0 \delta l \cdot 10^{-6}$	$Sq$	$h = Sq^2$ , м	Собственные поправочный расход $\Delta q$ , л/с	Смежный поправочный расход $\Delta q$ , л/с	Суммарный поправочный расход, л/с	Исправленный расход, л/с	$Sq$	$h = Sq^2$ , м	Собственные поправочный расход $\Delta q$ , л/с	Смежный поправочный расход $\Delta q$ , л/с	Суммарный поправочный расход, л/с	Исправленный расход, л/с	$Sq$	$h = Sq^2$ , м		

Исходными данными для увязки сети являются:

1) данные по номерам участков (приводятся по кольцам)

$$U(I,J);$$

2) данные по фактическим длинам участков, м,

$$L(I,J);$$

3) данные по заданным диаметрам, мм,

$$D(I,J);$$

4) данные по предварительно намеченным расходам, при этом расходы приводятся в м<sup>3</sup>/с и при движении потока воды на участке сети против часовой стрелки указывается – (минус).

$$Q(I,J).$$

Затем указываются:

количество колец

$$K;$$

количество линий в каждом кольце

$$IM(1)=...; IM(2)=...; \text{ и т.д.};$$

материал труб

$$T=1 - \text{асбестоцемент};$$

$$T=2 - \text{чугун};$$

$$T=3 - \text{сталь};$$

$$T=4 - \text{железобетон};$$

$$T=5 - \text{пластмасса}.$$

Результаты увязки сети для всех расчетных случаев наносятся на схемы окончательного распределения расходов (см. рис. 10.2).

#### К о н т р о л ь н ы е   в о п р о с ы

1. Укажите цель гидравлического расчета водопроводной сети.
2. Чем отличается расчетная длина участка водопроводной сети от фактической?
3. Как определить удельные, путевые и узловые расходы?
4. В каких узлах водопроводной сети намечаются расчетные точки пожаров?
5. Какие рекомендации используются при предварительном поточном распределении воды на участках сети?
6. Выбор экономически наиболее выгодных диаметров труб на участках водопроводной сети.
7. Сущность увязки кольцевых водопроводных сетей.

## 7. РАСЧЕТ ВОДОВОДОВ

Водоводы – это трубопроводы, служащие только для транспортирования воды, они всегда присутствуют в схемах водоснабжения (см. рис. 4.1). Для населенных пунктов I и II степени надежности водоводы должны прокладываться не менее чем в две нитки.

Количество водоводов зависит от наличия ВБ на сети и ее месторасположения.

1. Схема с контррезервуаром (см. рис 4.1). Водоводы прокладываются от НС II до магистральной сети и от магистральной сети до ВБ.

2. Схема с ВБ в начале сети. Водоводы прокладываются только от НС II до магистральной сети. При этом ВБ подключается непосредственно к водоводам.

3. Безбашенная схема. Водоводы прокладываются от НС II до магистральной сети. Обязательно строится график совместной работы НС II и водоводов (см. рис. 5.1).

Гидравлический расчет водоводов заключается в определении экономически наиболее выгодных диаметров труб и потерь напора в них. Водоводы должны быть рассчитаны на все основные случаи работы системы и проверены на пропуск расхода воды при тушении пожара, на случай аварии на одном из водоводов.

Подбор диаметров водоводов производится по тем же критериям, что и для участков водопроводной сети (см. подразд. 6.4).

Необходимые величины расчетных расходов воды для выбора диаметра водоводов приводятся в табл. 7.1.

Т а б л и ц а 7.1

Выбор диаметра водовода.

Расчетные случаи	Расчетные расходы по 1 водоводу, л/с	D, мм	v, м/с	1000i
1	2	3	4	5
Час максимального водопотребления	$\frac{q_{НС II}^{ч.мах}}{2}$	CONST		
Час транзита в ВБ	$\frac{q_{НС II}^{ч.тр}}{2}$			
Пожар в час максимального водопотребления	$\frac{q_{ч.мах} + Q_{пож}}{2}$			
Авария на водоводе	$0,7 \cdot Q_{х.-п.}^{нас} + Q_{п/п}^{ав}$			

П р и м е ч а н и я :

1.  $q_{НС II}^{ч.мах}$  – подача насосов в час максимального водопотребления (см. рис. 3.1 и 6.2,а).

2.  $q_{НС II}^{ч.тр}$  – подача насосов в час транзита (см. рис. 3.1 и 6.2,б).
3. Расход, подаваемый насосами при пожаре в час максимального водопотребления (см. рис. 6.2,в).
4.  $Q_{х.-п.}^{нас}$  – расход воды, забираемый из сети населением в час максимального водопотребления (см. табл. 3.1, гр. 12). При этом при аварии подача снижается на 30 %, что учитывает коэффициент 0,7.
5.  $Q_{п/п}^{ав}$  – подача воды на промпредприятие при аварии (см. подразд. 12.1, задание на проектирование).
6. Диаметр водовода для всех расчетных случаев принимается единый.
7. Скорость движения воды для часа максимального водопотребления и транзита соответствует экономическому фактору, а при пожаре и аварии возрастает до 2,5 м/с, а иногда и до 3,5 м/с.

Выбор диаметров водоводов от магистральной сети до ВБ в схемах с контррезервуаром производится по расходам:

- в час максимального водопотребления (см. рис. 6.2, а);
- в час транзита в ВБ (см. рис. 6.2, б).

За расчетный расход принимается наибольший из двух. Затем, приняв диаметр, уточняют скорость  $v$  и гидравлический уклон  $i$  по [11] для каждого из двух случаев.

Подобрав диаметры водоводов, определяют потери напора в них по формуле

$$h_{вод} = (1,05...1,1) il, \quad (7.1)$$

где  $h_{вод}$  – потери напора, м;

$i$  – гидравлический уклон;

$l$  – длина водоводов, м [от НС II до магистральной сети (см. подразд.123.1, задание на проектирование) и от магистральной сети до ВБ (см. рис.4.1)];

1,05...1,1 – коэффициент, учитывающий потери напора на местные сопротивления.

### К о н т р о л ь н ы е   в о п р о с ы

1. Расскажите о назначении водоводов.
2. Каким должно быть количество линий водоводов?
3. Как определить потери напора в водоводах?

## 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОЙ ВМЕСТИМОСТИ ВОДОНАПОРНОЙ БАШНИ И ЕЕ ВЫСОТЫ

ВБ является одним из основных элементов системы водоснабжения. Она располагается на наиболее высокой отметке поверхности земли относительно населенного пункта (см. рис. 4.1).

Основным назначением ВБ является регулирование режимов водопотребления и подачи воды в сеть насосами НС II. Кроме того, согласно [1, п. 9.5], в ВБ должен храниться 10-минутный пожарный запас воды на тушение одного наружного и одного внутреннего пожаров при максимальном расходе воды на другие нужды.

ВБ должна также создавать и поддерживать на сети необходимые напоры.

Полная вместимость ВБ  $W_{ВБ}$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$W_{ВБ} = W_{рег}^{ВБ} + W_{пож}^{ВБ}, \quad (8.1)$$

где  $W_{рег}^{ВБ}$  – регулирующий объем воды, определенный при назначении режима работы НС II (см. рис.3. 2 и разд. 5), м<sup>3</sup>;

$W_{пож}^{ВБ}$  – неприкосновенный пожарный объем воды, м<sup>3</sup>.

В курсовом проекте регулирующий объем воды  $W_{рег}^{ВБ}$  рекомендуется определять графическим методом при назначении режима работы НС II (см. рис.3.2) в процентах от  $Q_{сут.мах}$ , а затем переводить в м<sup>3</sup>.

Регулирующий объем воды  $W_{рег}^{ВБ}$  можно также определять аналитически [1, форм 33] или табличным методом [5].

Неприкосновенный пожарный объем воды  $W_{пож}^{ВБ}$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$W_{пож}^{ВБ} = 0,6 \cdot \left( Q_{пож.нар} + Q_{пож.вн} + \frac{q_{ч.мах}}{3,6} \right), \quad (8.2)$$

где  $Q_{пож.нар}$  – расход воды на тушение одного наружного пожара, л/с (см. подразд. 2.4);

$Q_{пож.вн}$  – расход воды на тушение одного внутреннего пожара, л/с (см. подразд. 2.4);

$q_{ч.мах}$  – максимально-часовой расход по населенному пункту, м<sup>3</sup>/ч (см. табл. 3.1, гр. 22);

0,6 – переводной коэффициент из л/с в м<sup>3</sup>/за 10 мин.

Затем, определив  $W_{ВБ}$ , привязывают его к типовому проекту (см. прил. 11). Максимальная (полная) вместимость ВБ по типовым проектам составляет 800 м<sup>3</sup>.

Окончательные размеры бака ВБ определяются по данным типовых проектов. При отсутствии в типовых проектах данных о размерах бака можно исходить из соотношения высоты  $H_6$  и диаметра  $D_6$  бака. Условно задаются  $\frac{H_6}{D_6}=0,5-1$ . Допустим  $\frac{H_6}{D_6}=1$ , тогда  $H_6=D_6$ .

Вместимость бака ВБ условно принимаем как произведение площади бака  $F_6$  на высоту  $H_6$ :  $W_{ВБ} = F_6 H_6 = \frac{\pi D_6^2}{4} \cdot H_6$  или  $W_{ВБ} = \frac{\pi D_6^3}{4}$ .

$$\text{Отсюда } D_6 = \sqrt[3]{\frac{4W_{ВБ}}{\pi}}.$$

В каждом типовом проекте указывается определенная высота ствола, на котором установлен бак ВБ.

Так как ВБ на водопроводной сети должна создавать и поддерживать требуемые напоры, необходимо определить высоту водонапорной башни  $H_{ВБ}$ .

Высоту ВБ определяют в час максимального водопотребления:

$$H_{ВБ} = \Pi + h_b - Z_6, \quad (8.3)$$

где  $\Pi$  – пьезометрическая отметка в узле присоединения ВБ к водопроводной сети, м (см. рис. 10.2,а);

$h_b$  – потери напора в водоводах от ВБ до магистральной сети, м;

$Z_6$  – отметка поверхности земли в месте расположения ВБ, м.

Затем делают привязку ВБ по высоте ствола (см. прил. 11). Ствол устраивают из сборных железобетонных элементов. Высота каждого элемента 6 м. Поэтому высота ВБ, определенная по формуле (8.3), должна быть кратна 6, т.е. допустим  $H_{ВБ}=28,4$  м, принимаем  $H_{ВБ}=30$  м и уточняем отметку  $Z_6$ :

$$Z_6 = \Pi + h_b - H_{ВБ}.$$

Так как полная вместимость ВБ  $W_{ВБ}$ , рассчитанная по формуле (8.1), меньше объема, принятого по типовому проекту, необходимо определить, м:

– слой воды  $H_0$  в баке ВБ

$$H_0 = \frac{W_{ВБ}}{F_{т.п}}, \quad (8.4)$$

где  $F_{т.п}$  – площадь бака ВБ, определяется по типовому проекту или по

$$\text{формуле } F_{ВБ} = \frac{\pi D_6^2}{4}, \text{ м}^2;$$



– отметку максимального уровня воды  $Z_6^{ур.мах}$  в баке ВБ

$$Z_6^{ур.мах} = Z_6 + H_{ВБ} + H_0. \quad (8.5)$$

Основные расчетные параметры проставляются на схеме ВБ (рис. 8.1).

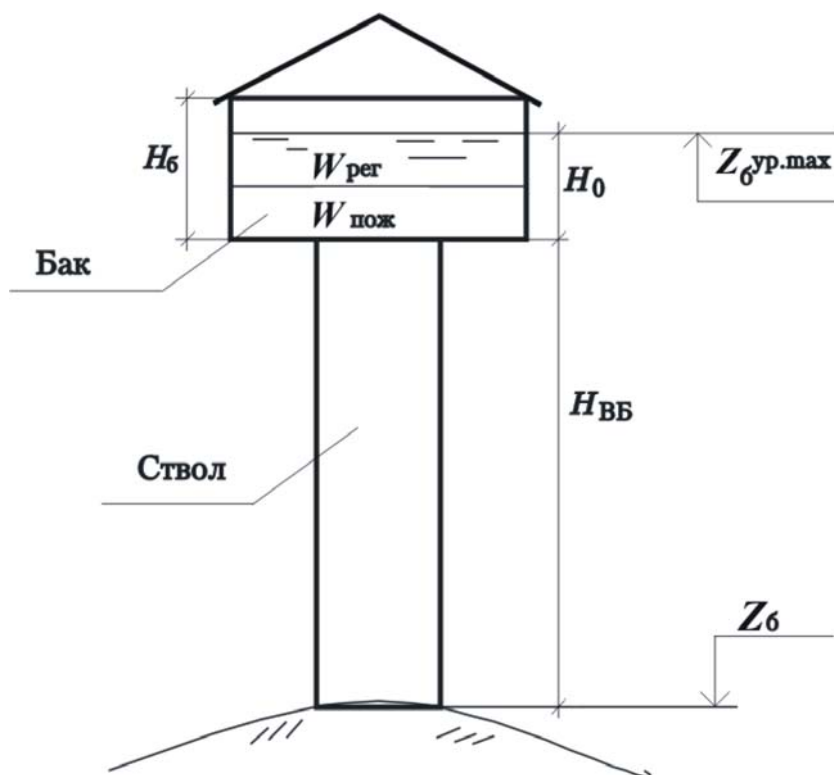


Рис. 8.1. Схема водонапорной башни

Если высота ВБ, определенная по формуле (8.3), будет иметь отрицательное значение, то вместо ВБ устанавливается НР.

#### Контрольные вопросы

1. Назначение водонапорной башни в системе водоснабжения.
2. Как определяется регулирующий объем водонапорной башни?
3. На какое время рассчитывается неприкосновенный пожарный запас в водонапорной башне?

## 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОЙ ВМЕСТИМОСТИ И НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ЧИСТОЙ ВОДЫ

Резервуары чистой воды (РЧВ) всегда присутствуют в схеме водоснабжения населенного пункта. Они располагаются на площадке водопроводных очистных сооружений вблизи НС II.

РЧВ служат для регулирования работы насосных станций I и II подъемов, а также для создания необходимых запасов воды, используемых в случае возникновения пожаров и на собственные нужды водопроводных очистных сооружений.

Полная вместимость РЧВ  $W_{\text{РЧВ}}$ , м<sup>3</sup>, определяется согласно рекомендациям [1, п. 9.1] по формуле

$$W_{\text{РЧВ}} = W_{\text{рег}}^{\text{РЧВ}} + W_{\text{нпз}}^{\text{РЧВ}} + W_{\text{соб}}^{\text{РЧВ}}, \quad (9.1)$$

где  $W_{\text{рег}}^{\text{РЧВ}}$  – регулирующий объем воды, м<sup>3</sup>;

$W_{\text{нпз}}^{\text{РЧВ}}$  – неприкосновенный пожарный запас воды, м<sup>3</sup>;

$W_{\text{соб}}^{\text{РЧВ}}$  – объем воды на собственные нужды водопроводных очистных сооружений, м<sup>3</sup>.

Регулирующий объем воды обычно определяется графическим методом, путем совмещения интегральных графиков работы НС I и НС II (см. рис.3.2).

Работа насосов НС I всегда принимается равномерной, а работа НС II – обычно неравномерной (см. рис. 3.1, 3.2 и разд. 5). Поэтому график работы НС I почти что всегда пересекает график работы НС II, так как в равномерном режиме насосы НС II работают крайне редко. Согласно рис.3.2 регулирующий объем равен сумме двух максимальных отрезков ординат между интегральными графиками. Отсюда регулирующий объем  $W_{\text{рег}}^{\text{РЧВ}}$ , м<sup>3</sup>, составит:

$$W_{\text{рег}}^{\text{РЧВ}} = \frac{(W' + W'') \cdot Q_{\text{сут.макс}}}{100}, \quad (9.2)$$

где  $W'$  и  $W''$  – максимальные отрезки ординат между интегральными графиками, % (см. рис. 3.2);

$Q_{\text{сут.макс}}$  – максимально-суточный расход, м<sup>3</sup>/сут (см. табл.3.1, итоговое значение гр. 22).

Неприкосновенный пожарный запас воды в РЧВ согласно [1, п. 2.24] рассчитывается на 3 часа, а для зданий I и II степени огнестойкости с категорией производства по пожарной опасности Г и Д – 2 часа.

Неприкосновенный пожарный запас воды, хранящийся в РЧВ, должен включать расходы воды на нужды пожаротушения при максимальном расходе воды на другие нужды [1, п. 9.4].

Данный запас воды  $W_{\text{нпз}}^{\text{РЧВ}}$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$W_{\text{нпз}}^{\text{РЧВ}} = 3 \cdot 3,6 \cdot Q_{\text{пож}} + 3 \cdot (q_{\text{ч.макс}} - q') - 3q_{\text{ч.м}}, \quad (9.3)$$

где  $Q_{\text{пож}}$  – расчетный расход воды на тушение пожаров из наружных гидрантов и внутренних пожарных кранов, л/с, (см. подразд. 2,4);

$q_{\text{ч.макс}}$  – максимально-часовой расход, м<sup>3</sup>/ч (см. табл. 3.1, гр. 22);

$q'$  – расход воды на прием душа, мойку технологического оборудования, полив территории промпредприятия, если данные расходы совпадают с часами максимального водопотребления [1, п. 2.21], м<sup>3</sup>/ч;

$q_{\text{ч.м}} = \frac{Q_{\text{сут.макс}}}{24}$  – среднечасовой расход воды, подаваемый насосами НС I на водопроводные очистные сооружения, а затем в РЧВ, согласно [1, п. 9.4] учитывается для систем водоснабжения I и II категории надежности, м<sup>3</sup>/ч;

3 – три часа;

3,6 – переводной коэффициент л/с в м<sup>3</sup>/ч.

Объем воды на собственные нужды очистных сооружений с повторным использованием воды после промывки фильтров согласно [1, п. 6,6] принимается равным 3-4% от  $Q_{\text{сут.макс}}$ , без повторного использования воды – 10-14 % от  $Q_{\text{сут.макс}}$ .

После определения полной вместимости РЧВ необходимо решить вопрос о количестве резервуаров. Согласно [1, п. 9.21] общее количество резервуаров в одном узле должно быть не менее двух. Используя данные по типовым проектам (прил. 11), определяют общее количество РЧВ.

Если суммарный объем двух типовых резервуаров намного больше требуемого  $W_{\text{РЧВ}}$ , то увеличивают их количество.

Н а п р и м е р .  $W_{\text{РЧВ}}=5280$  м<sup>3</sup>, ближайшие размеры двух типовых резервуаров  $2 \times 2500$  м<sup>3</sup> и  $2 \times 3200$  м<sup>3</sup>.  $W_{\text{т.п}} = 2 \times 2500 = 5000$  м<sup>3</sup> не обеспечивает требуемый объем  $W_{\text{РЧВ}}=5280$  м<sup>3</sup>, а  $W_{\text{т.п}}=2 \times 3200=6400$  м<sup>3</sup> намного превышает требуемый. Можно запроектировать 4 резервуара по 1400 м<sup>3</sup> каждый, общий объем составит  $W_{\text{т.п}}=4 \times 1400=5600$  м<sup>3</sup>.

Приняв объем и количество типовых резервуаров, делают привязку расчетных РЧВ по уровням воды.

Высоту слоев воды в РЧВ, м, определяют исходя из размеров типовой площади  $F_{т.п}$  и общего количества  $n$  резервуаров чистой воды.

Регулирующий объем

$$h_{\text{рег}} = \frac{W_{\text{рег}}^{\text{РЧВ}}}{nF_{\text{т.п}}}.$$

Неприкосновенный пожарный запас

$$h_{\text{нпз}} = \frac{W_{\text{нпз}}^{\text{РЧВ}}}{nF_{\text{т.п}}}. \quad (9.4)$$

Объем на собственные нужды водопроводных очистных сооружений

$$h_{\text{соб}} = \frac{W_{\text{соб}}^{\text{РЧВ}}}{nF_{\text{т.п}}}.$$

Определив высоту слоев воды, рассчитывают необходимые расчетные отметки в РЧВ (рис. 9.1).

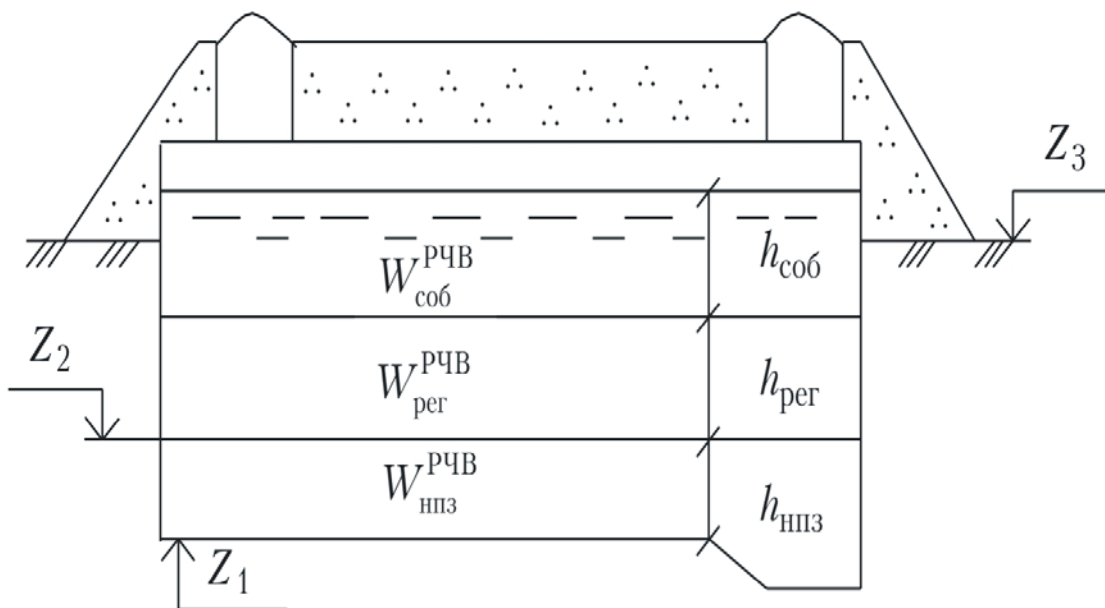


Рис. 9.1. Схема резервуара чистой воды:  
 $Z_1$  – отметка дна;  $Z_2$  – отметка верхнего уровня неприкосновенного пожарного запаса;  $Z_3$  – отметка поверхности земли у РЧВ

РЧВ всегда заглубляют в землю. Обычно РЧВ выступают над поверхностью земли на 0,5-1 м. Приняв размеры типового резервуара, определяют отметки, м:

$$\begin{aligned}Z_1 &= Z_3 - [h_{\text{РЧВ}} - (0,5...1)], \\Z_2 &= Z_1 + h_{\text{НПЗ}}, \\Z_4 &= Z_3 + (0,5...1),\end{aligned}\tag{9,5}$$

где  $Z_3$  – отметка поверхности земли у РЧВ, м (см. рис. 4.1);

$h_{\text{РЧВ}}$  – типовая высота РЧВ, м (см. прил. 11).

Расчетные отметки  $Z_1$  и  $Z_2$  необходимы при определении напоров насосов НС II.

### К о н т р о л ь н ы е   в о п р о с ы

1. Назначение резервуаров чистой воды в системе водоснабжения.
2. Каково минимальное количество резервуаров?
3. Как определить регулирующий объем резервуаров чистой воды?
4. На какое время рассчитывается неприкосновенный пожарный запас?

## 10. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

После гидравлического расчета водопроводной сети и водоводов необходимо определить пьезометрические отметки для всех узлов сети и построить графики пьезометрических линий. Расчет и построение графиков для всех расчетных случаев производится в следующей последовательности:

1. Чертятся схемы окончательного потокораспределения. На схемы по всем участкам сети наносятся данные результатов увязки и направления потоков воды (рис. 10.1).

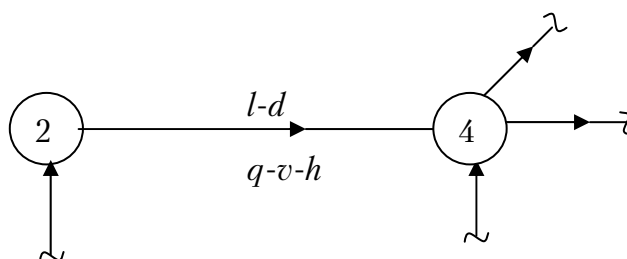


Рис. 10.1. Размещение результатов увязки сети на схеме окончательного потокораспределения:  
 $l$  – фактическая длина, м;  $d$  – принятый диаметр, мм;  $q$  – окончательно распределенный расход, л/с;  $v$  – расчетная скорость, м/с;  
 $h$  – потери напора на участке сети, м

2. Определяется величина требуемого свободного напора.

Согласно [1, п. 2.26] величина требуемого минимального свободного напора  $H_{\text{св.тр}}$ , м, в населенном пункте зависит от этажности здания и определяется для каждого района по формуле

$$H_{\text{св.тр}} = 10 + 4(n - 1), \quad (10.1)$$

где  $n$  – этажность застройки (см. подразд. 12.1, задание на проектирование).

При пожаре во всех узлах сети для систем противопожарного водопровода низкого давления величина минимального свободного требуемого напора должна быть не менее 10 м [1, п. 2.30].

3. Для каждого расчетного случая выбирается диктующая точка, относительно которой начинается расчет по определению пьезометрических отметок.

*В схемах с контррезервуаром:*

а) в час максимального водопотребления диктующая точка обычно располагается в одном из узлов на границе зон питания, на наиболее высокой отметке, имеющей больший требуемый напор; иногда в узле присоединения ВБ к магистральной сети (в этом случае характерная граница зон питания отсутствует);

б) в час транзита диктующая точка соответствует отметке  $Z_6$  расположения ВБ на генплане населенного пункта;

в) в час пожара диктующая точка находится в наиболее удаленном и высокорасположаемом узле от НС II.

*В схемах с ВБ в начале сети, а также для безбашенных схем.*

а) в час максимального водопотребления диктующая точка располагается в наиболее удаленном узле относительно НС II для района с большей этажностью;

б) в час пожара диктующая точка располагается в узле – наиболее удаленном от НС II, иногда она совпадает с диктующей точкой в час максимального водопотребления.

В диктующей точке расчет начинается с предположения, что фактический напор равняется требуемому. Если в результате расчета окажется, что фактический напор меньше требуемого, то за диктующую точку принимают другой узел.

4. Определяются пьезометрические отметки в диктующей точке  $\Pi_{д.т}$ , м:

а) для часа максимального водопотребления

$$\Pi_{д.т}^{ч.макс} = Z_{д.т}^{ч.макс} + H_{св.тр}, \quad (10.2)$$

где  $Z_{д.т}^{ч.макс}$  – отметка поверхности земли в диктующей точке, м (см. рис. 4.1, рис.10.2,а);

$H_{св.тр}$  – свободный требуемый напор, определяемый по формуле (10.1), м;

б) для часа транзита в башню пьезометрическая отметка соответствует максимальному уровню воды в баке ВБ (см. рис. 8.1 и 10.2,б), а также формулу (8.5)

$$\Pi_{д.т}^{ч.тр} = Z_6^{УР}.$$

в) для часа пожара

$$\Pi_{д.т}^{ч.пож} = Z_{д.т}^{ч.пож} + 10, \quad (10.3)$$

где  $Z_{д.т}^{ч.пож}$  – отметка поверхности земли в диктующей точке, м (см. рис. 4.1, генплан и рис.10.2,в);

10 – минимальный требуемый свободный напор при пожаре, м.

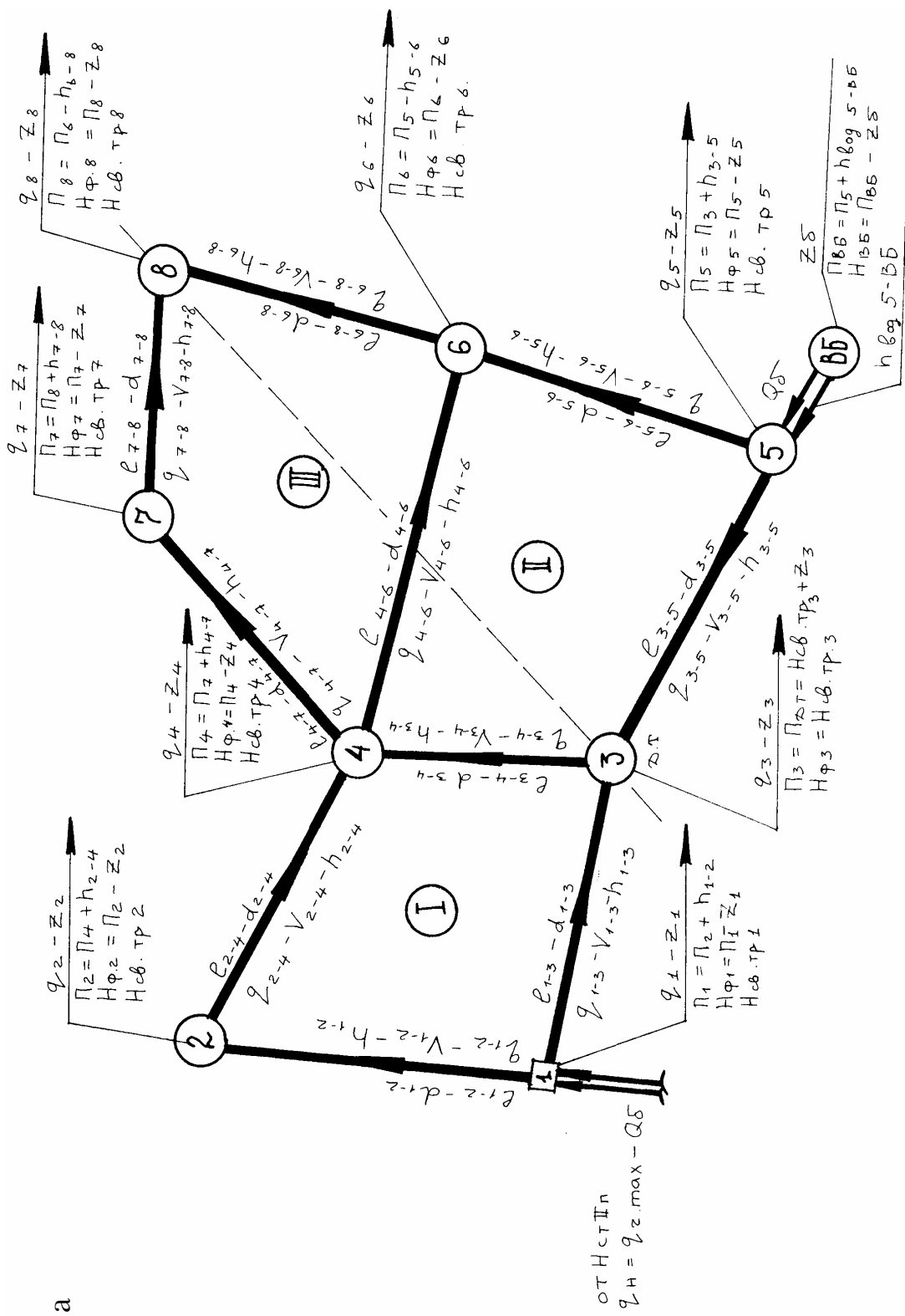


Рис. 10.2. Схемы окончательного поточкораспределения (начало):  
 а – в час максимального водопотребления



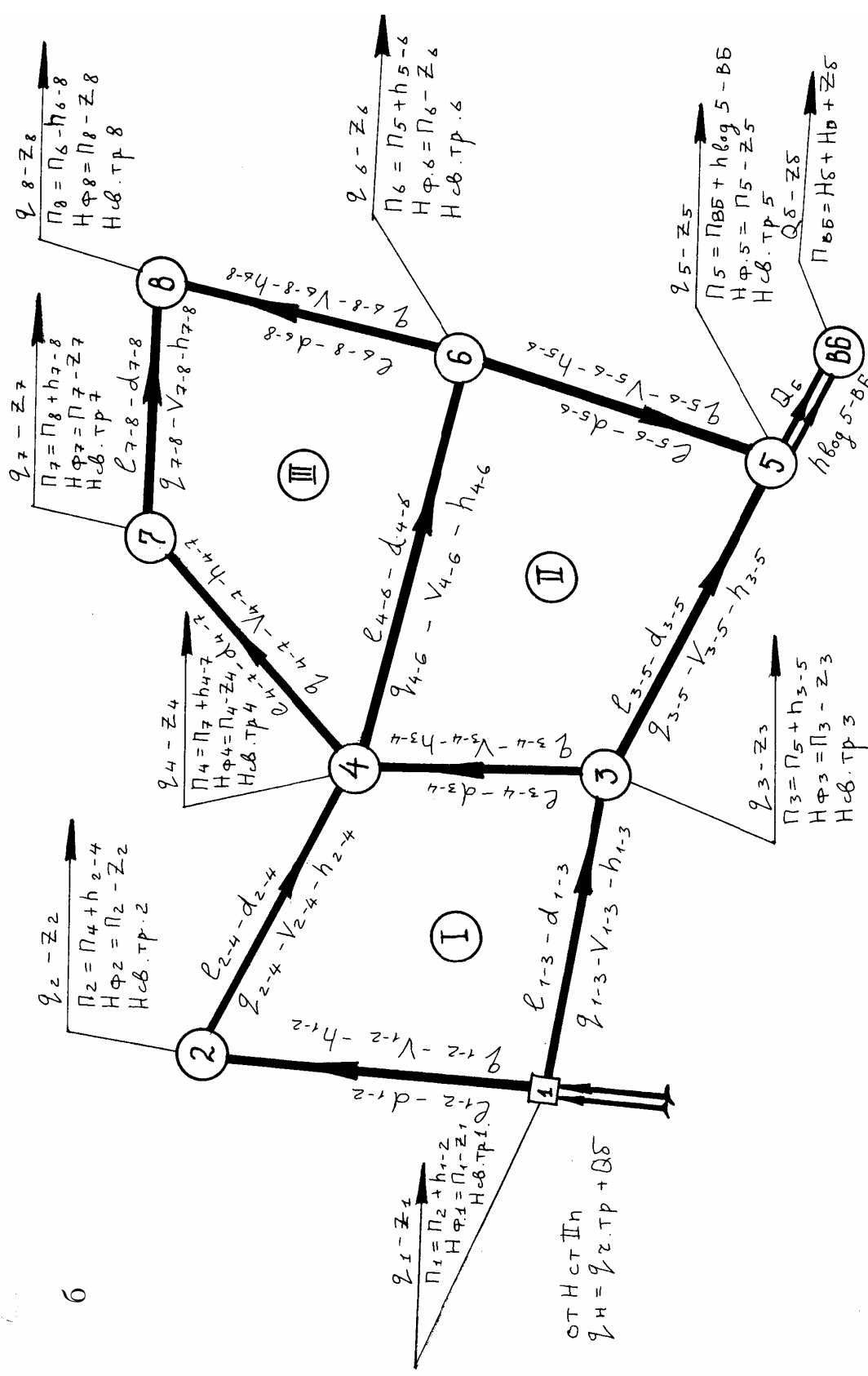


Рис. 10.2. Схемы окончательного потокораспределения (продолжение):  
 б – в час транзита

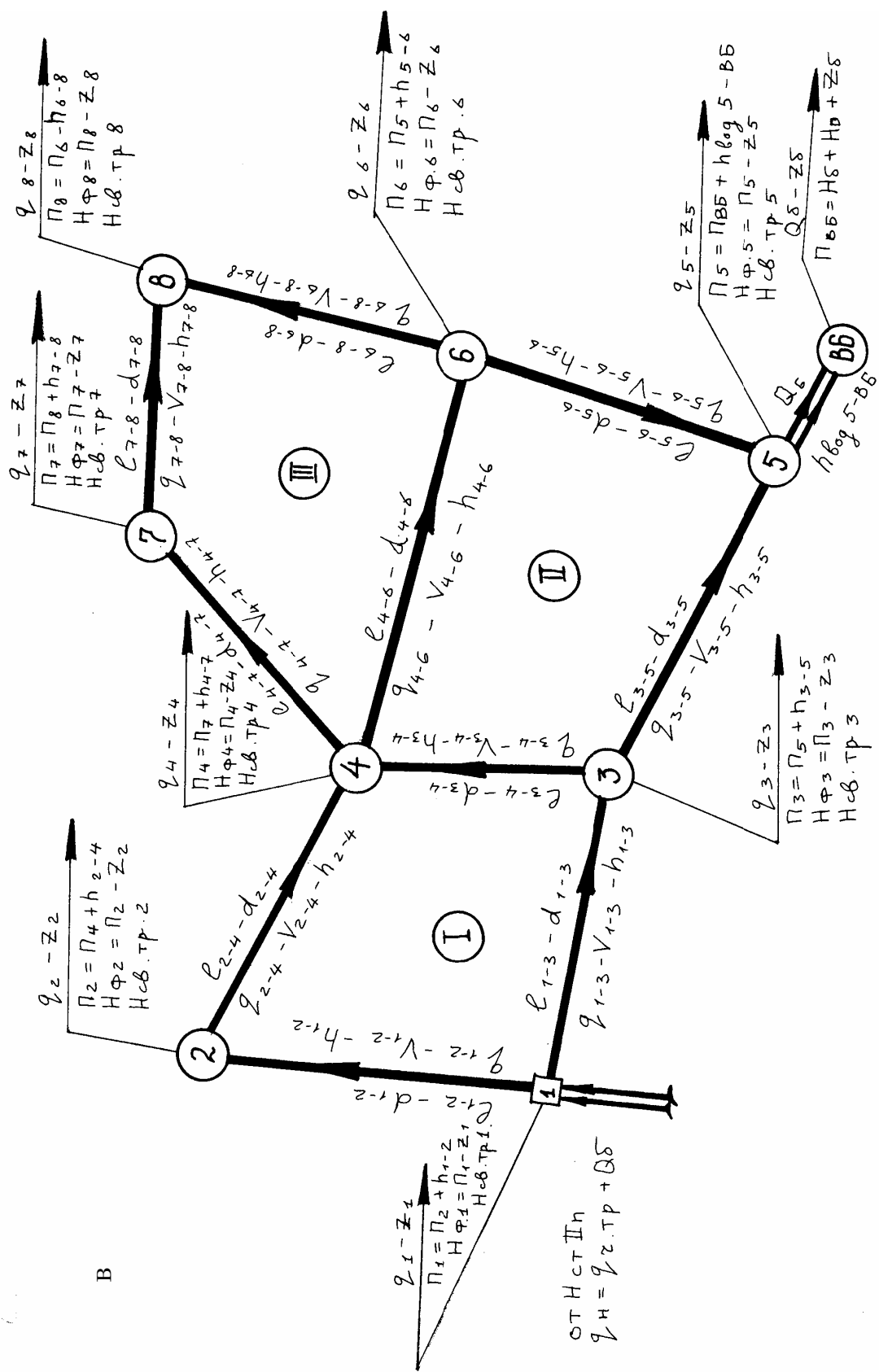


Рис. 10.2. Схемы окончательного потокораспределения (окончание):  
 в – в час пожара

5. Вычисляются пьезометрические отметки в любом последующем узле сети.

$$\Pi_{i+1} = \Pi_i \pm h_{i-(i+1)}, \quad (10.4)$$

где  $\Pi_{i+1}$  – пьезометрическая отметка в последующем узле, м;

$\Pi_i$  – пьезометрическая отметка в диктующей точке или в любой другой точке, для которой эта отметка уже определена, м;

$h_{i-(i+1)}$  – потери напора на участке между рассматриваемыми узлами (см. рис. 10.2,а,б,в).

Потери напора  $h_{i-(i+1)}$  принимаются со знаком “+”, когда движение воды, указанное стрелкой, на участке осуществляется к узлу, где пьезометрическая отметка уже определена, и со знаком “-”, когда движение воды осуществляется от узла, где уже определена пьезометрическая отметка.

Рассмотрим узел 4 (см. рис. 10.2,а).

Если расчет ведется от узла 6, то согласно рис. 10.2,а:

$$\Pi_4 = \Pi_6 + h_{4-6}.$$

При расчете от узла 3:

$$\Pi_4 = \Pi_3 - h_{3-4}.$$

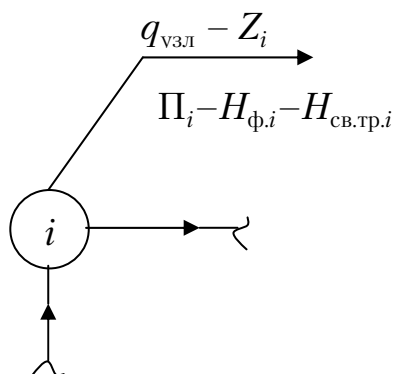
6. Определяются величины фактических напоров  $H_{\phi}$ , м, для каждого узла сети по формуле

$$H_{\phi} = \Pi_i - Z_i, \quad (10.5)$$

где  $\Pi_i$  – пьезометрическая отметка в расчетном узле, м;

$Z_i$  – отметка поверхности земли в расчетном узле, м.

Результаты расчета наносятся на схемы окончательного потокораспределения в узлах сети.



$q_{\text{узл}}$  – узловой отбор воды, л/с (см. рис. 6.2);

$Z_i$  – отметка поверхности земли, м (см. рис.4.1);

- $\Pi_i$  – пьезометрическая отметка, м, определенная по формулам (10.2 -10.4);
- $H_{ф.i}$  – фактический напор, м (см. формулу 10.5);
- $H_{св.тр}$  – требуемый свободный напор, м (для каждого района населенного пункта имеется своя величина: если узел находится на границе раздела районов, то принимается бóльшая величина, при пожаре для всех узлов сети – 10 м).

7. Сравняется величина фактического напора с допустимым  $H_{доп}$ . Согласно [1, п. 2.28, 2.30] максимальный свободный напор на сети не должен превышать 60 м.

Если на основании расчетов оказалось, что  $H_{ф} > H_{доп}$ , то необходимо предусмотреть зонирование, а при высотной застройке можно установить в здании местные повысительные установки.

В результате расчетов также необходимо проверить условие:

$$H_{ф} \geq H_{св.тр}.$$

Если условие не соблюдается, то следует передвинуть диктующую точку на более высокую отметку и пьезометрический расчет сделать заново.

Результаты пьезометрических расчетов наносятся на схемы окончательного потокораспределения (см. рис. 10.2,а, б, в). На основании данных схем строится график пьезометрических линий от диктующей точки до НС II (рис. 10.3).

### К о н т р о л ь н ы е   в о п р о с ы

1. Как определить величину требуемого свободного напора в любой точке водопроводной сети?
2. Какова величина максимально допустимого напора на водопроводной сети?
3. Как определить величину фактического напора?

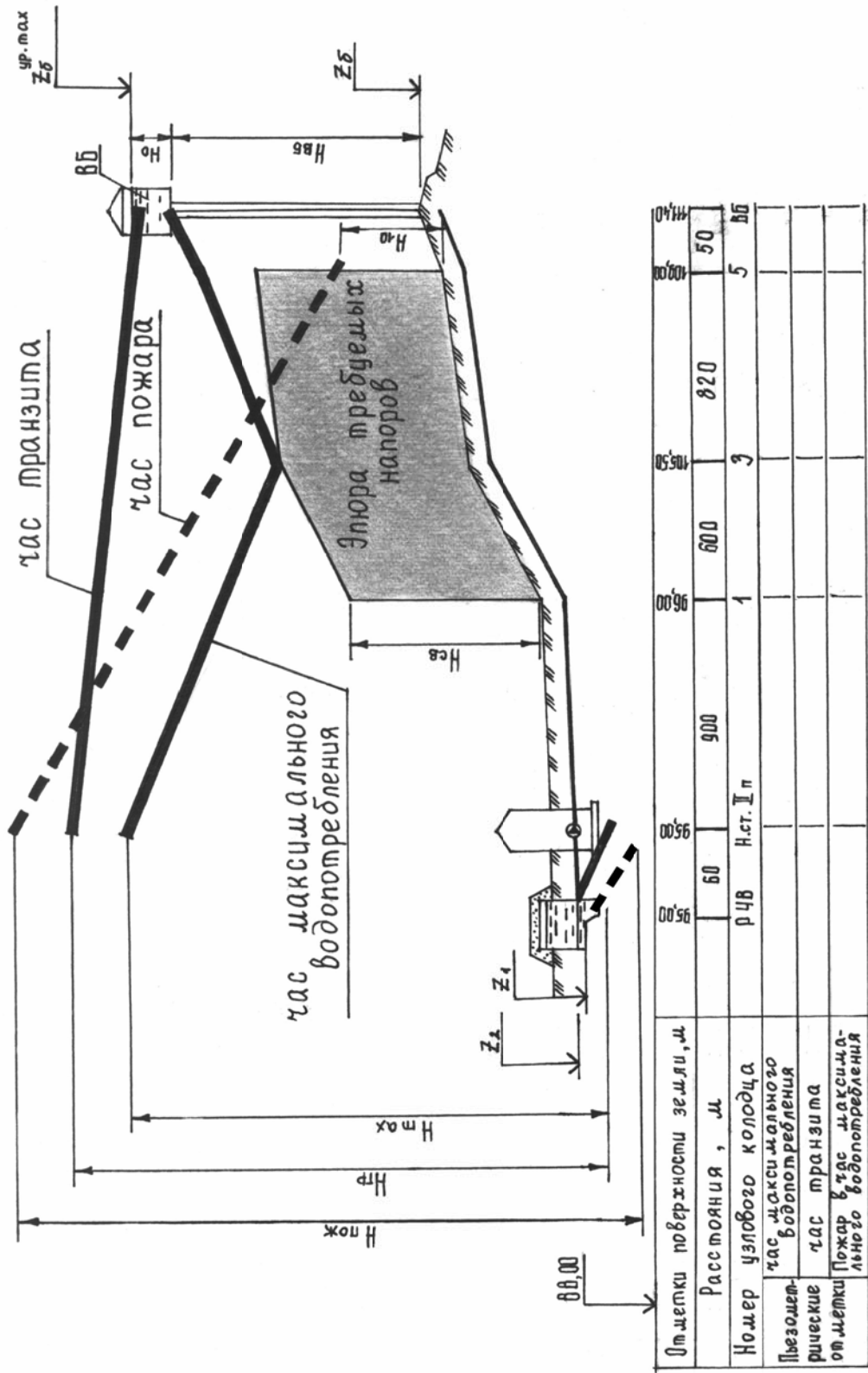


Рис. 10.3. График пьезометрических линий

## 11. ПОДБОР НАСОСОВ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ II ПОДЪЕМА

Насосы, устанавливаемые на НС II, подбираются по двум параметрам: подаче и напору.

Необходимая подача воды для насосов, подающих воду по водоводам в магистральную сеть, была задана при назначении режима работы НС II (см. рис. 3.1 и 3.2).

На основании ступенчатого графика (см. рис. 3.1) были составлены схемы питания сети для всех расчетных случаев (см. рис. 6.2,а,б,в).

Согласно интегральному графику (см. рис.3.2) были выбраны количество параллельно работающих насосов и производительность одного насоса в % от  $Q_{\text{сут.макс}}$ .

В час пожара в схемах с контррезервуаром ВБ отключается и весь расход, необходимый для населенного пункта, подается насосами НС II (см. рис. 6.2,в).

Суммарная подача насосов при пожаре

$$\sum q_{\text{н}}^{\text{пож}} = q_{\text{ч.макс}} + Q_{\text{пож}}.$$

Подача одного насоса

$$q_{\text{н}}^{\text{пож}} = \frac{\sum q_{\text{н}}^{\text{пож}}}{N}, \quad (11.1)$$

где  $N$  – максимальное количество насосов, принятое по интегральному графику (см. рис.3.2).

Необходимый напор насосов  $H$ , м, для всех расчетных случаев определяется на основании графика пьезометрических линий по формуле

$$H = \Pi_{\text{н.ст}} - Z + h_{\text{н.ст}}, \quad (11.2)$$

где  $\Pi_{\text{н.ст}}$  – пьезометрическая отметка в месте расположения НС II, м;

$Z$  – отметка расчетного уровня в РЧВ, м (см. рис.9.1 : для часа пожара  $Z_1$ , для остальных случаев –  $Z_2$ );

$h_{\text{н.ст}}$  – потери напора во всасывающей линии и в коммуникациях внутри НС II; ориентировочно принимаются для часа максимального водопотребления и часа транзита – 2 м, для часа пожара – 3 м.

Пьезометрическая отметка у НС II определяется по формуле

$$\Pi_{\text{н.ст}} = \Pi_1 + h_{\text{вод}}, \quad (11.3)$$

где  $\Pi_1$  – пьезометрическая отметка в узле подключения водоводов к магистральной сети, м (см. рис.10.2,а,б,в);

$h_{\text{вод}}$  – потери напора в водоводах, определяемые по формуле (7.1), м.

В схемах с ВБ в начале сети  $\Pi_{\text{н.ст}}$  определяется относительно ВБ с учетом высоты  $H_{\text{ВБ}}$  и слоя воды  $H_0$  в ней по формуле

$$\Pi_{\text{н.ст}} = Z_6 + H_{\text{ВБ}} + H_0 + h_{\text{вод}}. \quad (11.4)$$

Определив производительность и необходимый напор насосов для всех расчетных случаев, по каталогу подбирают наиболее подходящий для данных условий тип насосов.

При резком увеличении напора насосов в случае транзита воды в башню иногда приходится изменить график водоподачи для уменьшения величины расхода, подаваемого в башню в часы наибольшего транзита.

Кроме того, в час пожара намеченное количество насосов (см. рис.3.2) может не обеспечивать необходимый напор. В этом случае на НС II устанавливается дополнительный рабочий насос, подключаемый в момент возникновения пожара.

Определив общее количество рабочих насосов, принимают по [1, табл. 32] количество резервных агрегатов.

### К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. По каким параметрам подбирается насос?
2. Что увеличивается при параллельной работе насосов – подача или напор?
3. Как графически определить подачу одного насоса?
4. Что такое геометрическая высота подъема воды насосами?
5. Как определить количество резервных насосных агрегатов?

## 12. ПРИМЕР РАСЧЕТА ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Рассматриваемый пример может служить основой при выполнении пояснительной записки к курсовому проекту “Водопроводная сеть населенного пункта”.

### 12.1. Исходные данные для проектирования

Исходными данными для проектирования являются: генплан населенного пункта (рис.12.1) и задание на проектирование.

*Задание на курсовой проект “Водопроводная сеть населенного пункта”.*

И с х о д н ы е   д а н н ы е :

1. План населенного пункта в масштабе М 1:10000.
2. Месторасположение населенного пункта – Владимирская область.
3. Глубина промерзания грунта – 1,4 м.
4. Грунты – супеси.
5. Средняя глубина до уровня грунтовых вод – 4,5 м.
6. Степень благоустройства зданий:

І район – здания, оборудованные внутренним водопроводом и канализацией, с ваннами и местными водонагревателями;

ІІ район – здания, оборудованные внутренним водопроводом и канализацией с централизованным горячим водоснабжением.

7. Этажность застройки:

І район – 2-3 этажа;

ІІ район – 5 этажей.

8. Плотность населения:

І район – 65 чел./га;

ІІ район – 140 чел./га.

9. Поливаемая площадь – 6 % от полной площади населенного пункта и 9 % от площади промышленного предприятия. Вручную поливается 30 %, а механизированно – 70 %.

10. Расстояние от насосной станции ІІ подъема до населенного пункта – 900 м;



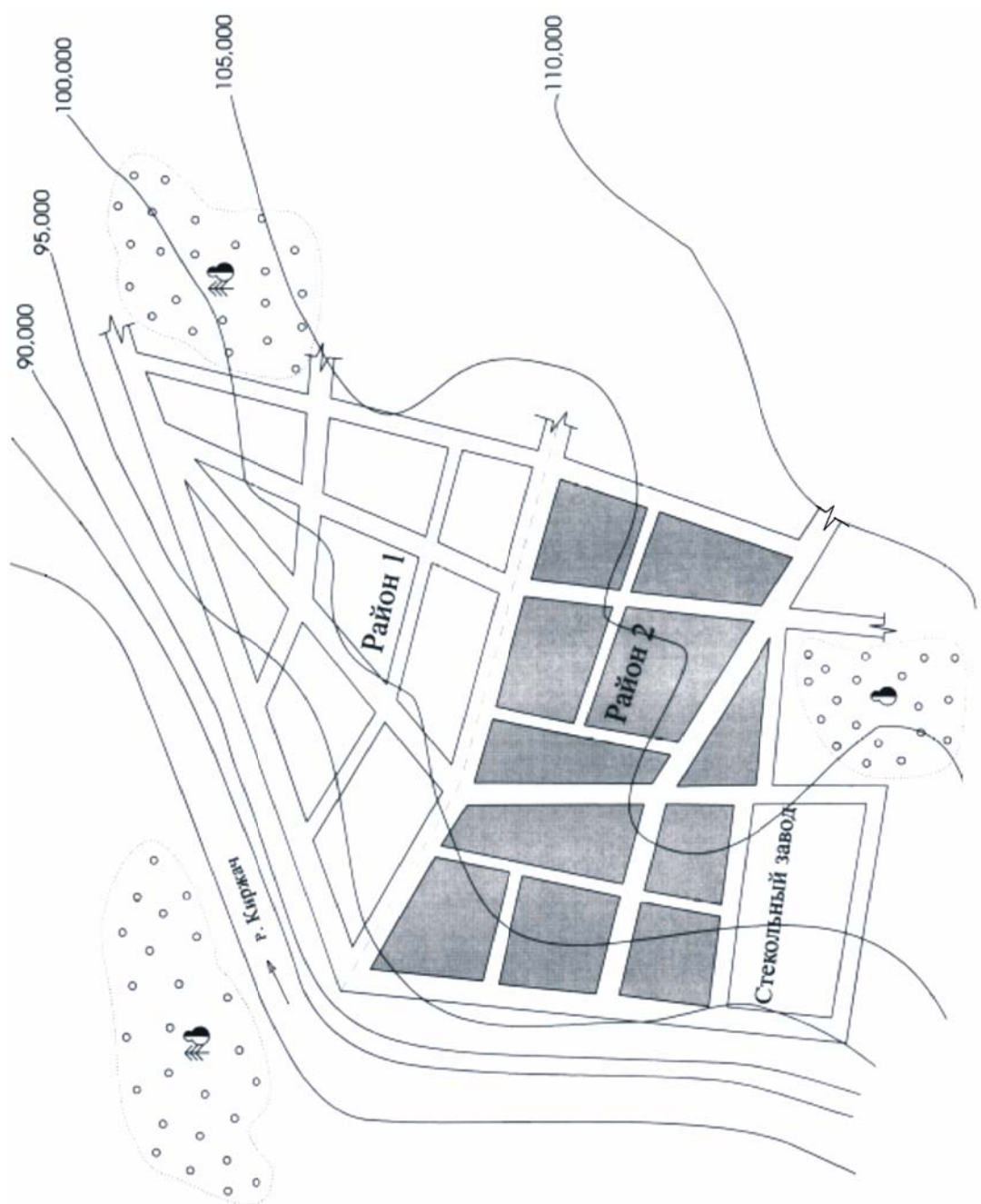


Рис. 12.1. Генплан населенного пункта

## 11. Сведения по промпредприятию:

	Наименование	Номера смен	Часы работы смен	Расход питьевой воды на технологические нужды, м <sup>3</sup> /сут	$K_{\text{час}}$	Требуемый напор на вводе, м
1	2	3	4	5	6	7
	Стекольный завод	1	8-16	1800	1,0	18,0
		2	16-24			

Количество трудящихся, чел.			% принимающих душ		Объем наибольшего здания, м <sup>3</sup>	Площадь промплощадки, га	Категория производства по пожарной опасности	Степень огнестойкости зданий
Всего	В холодных цехах	В горячих цехах	В холодных цехах	В горячих цехах				
8	9	10	11	12	13	14	15	16
1000	800	200	20%	80%	19000	18	В	V
1000	800	200	20%	80%				

12. Одной душевой сеткой на промпредприятии пользуются 5 чел.;

13. При аварийном графике работы предприятие расходует 30 % расхода воды на технологические нужды.

### 12.2. Характеристика объекта водоснабжения

Населенный пункт располагается в северо-западной части Владимирской области, на берегу реки Киржач. Рельеф холмистый, перепад в отметках составляет 20 м. На всей территории населенного пункта преобладают легкие супесчаные почвы различного механического состава. Глубина промерзания грунта составляет 1,4 м. Грунтовые воды залегают на глубине 4,5 м.

Климат умеренно-континентальный. Средняя температура января  $-12^{\circ}\text{C}$ , июля  $+18^{\circ}\text{C}$ . Источником водоснабжения является река Киржач. Забор воды осуществляется выше населенного пункта. Площадка водопроводных очистных сооружений располагается на расстоянии 900 м от юго-западной части населенного пункта. В населенном пункте имеются два района с разной степенью благоустройства, а также территория стекольного завода.

## 12.3. Определение расчетных расходов воды

В населенном пункте вода хозяйственно-питьевого качества используется на:

- нужды населения;
- нужды промпредприятия;
- полив территорий;
- нужды пожаротушения.

### 12.3.1. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения

Среднесуточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения, м<sup>3</sup>/сут, для каждого района населенного пункта определяется по формуле

$$Q_{\text{сут.м}} = \frac{q_{\text{ж}} N_{\text{ж}}}{1000}, \quad (12.1)$$

где  $q_{\text{ж}}$  – удельное водопотребление на одного жителя, л/сут на 1 чел.;

$N_{\text{ж}}$  – расчетное число жителей, чел.,

$$N_{\text{ж}} = pF, \quad (12.2)$$

здесь  $p$  – плотность населения района, чел./га;

$F$  – площадь района, га.

Максимальный и минимальный суточные расходы, м<sup>3</sup>/сут, определяются по формулам:

$$\begin{aligned} Q_{\text{сут.макс}} &= K_{\text{сут.макс}} Q'_{\text{сут.м}}, \\ Q_{\text{сут.мин}} &= K_{\text{сут.мин}} Q'_{\text{сут.м}}, \end{aligned} \quad (12.3)$$

где  $Q_{\text{сут.макс}}$  – максимальный суточный расход, м<sup>3</sup>/сут;

$Q_{\text{сут.мин}}$  – минимальный суточный расход, м<sup>3</sup>/сут;

$K_{\text{сут.макс}}$  – коэффициент максимальной суточной неравномерности согласно [1];

$K_{\text{сут.мин}}$  – коэффициент минимальной суточной неравномерности, согласно [1].

$Q'_{\text{сут.м}}$  – среднесуточный расход с учетом неучтенных нужд, м<sup>3</sup>/сут.

Все расчеты сводятся в табл. 12.1.

Таблица 12.1

**Определение расходов воды  
на хозяйственно-питьевые нужды населения**

№ района	Площадь района $F$ , га	Плотность населения $p$ , чел./га	Расчетное количество жителей $N_{ж}$ , чел.	Удельное водопотребление $q_{ж}$ л/сут на 1 чел.	Среднесуточный расход воды $Q_{сут.т}$ , м <sup>3</sup> /сут	Коэффициент неучтенных нужд	Среднесуточный расход с учетом неучтенных нужд $Q'_{сут.т}$ , м <sup>3</sup> /сут	Коэффициент максимальной суточной неравномерности $K_{сут.макс}$	Максимальный суточный расход $Q_{сут.макс}$ , м <sup>3</sup> /сут	Коэффициент минимальной суточной неравномерности $K_{сут.мин}$	Минимальный суточный расход $Q_{сут.мин}$ , м <sup>3</sup> /сут
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	137	65	8900	200	1780	1,1	1958	1,2	2350	0,8	1566
II	117	140	16380	300	4914	1,1	5405	1,1	5946	0,9	4865
Итого	254		25280		6694		7363		8296		6431

### 12.3.2. Расход воды на нужды промышленного предприятия

На промышленном предприятии вода хозяйственно-питьевого качества используется на:

- 1) хозяйственно-питьевые нужды работающих;
- 2) пользование душами в бытовых помещениях;
- 3) технологические нужды.

Согласно заданию на проектирование, на промпредприятии имеются холодные и горячие цехи. Количество работающих по типам цехов также указано в задании на проектирование: 800 человек – в холодных, 200 человек – в горячих цехах в каждую смену.

Расходы воды, м<sup>3</sup>/смена, на нужды работающих определяются по формулам:

$$Q_{см.х-п}^{хол} = \frac{N_{см}^{хол} q_{см}^{хол}}{1000}, \quad (12.4)$$

$$Q_{см.х-п}^{гор} = \frac{N_{см}^{гор} q_{см}^{гор}}{1000},$$

где  $N_{см}^{хол}$  – количество работающих за смену в холодных цехах, чел.;

$N_{см}^{гор}$  – то же в горячих цехах, чел.;

$q_{см}^{хол}$  – норма расхода воды на одного работающего в холодных цехах, согласно [2] принимается 25 л/смену;

$q_{см}^{гор}$  – то же в горячих цехах, принимается 45 л/смену.

Расход воды на пользование душем за смену определяется по формуле

$$Q_{душ}^{хол} = \frac{500m_{душ}^{хол}}{1000},$$

$$Q_{душ}^{гор} = \frac{500m_{душ}^{гор}}{1000},$$
(12.5)

где  $m_{душ}^{хол}$  – количество душевых сеток для холодных цехов, шт.;

$m_{душ}^{гор}$  – то же для горячих цехов, шт.

Количество душевых сеток, шт., за смену для каждого типа цехов определяется по формуле

$$m_{душ}^{хол,гор} = \frac{N_{душ}^{хол,гор}}{n_{душ}},$$
(12.6)

где  $N_{душ}^{хол,гор}$  – количество людей, пользующихся душем в холодных и горячих цехах, чел;

$n_{душ}$  – количество людей, пользующих одной душевой сеткой, чел.

Все расчеты сводятся в табл. 12.2.

Таблица 12.2

Определение расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды и пользование душем на промпредприятии

Наименование промпредприятия	Тип цехов	Номер смены	Кол-во работающих в смену	Хоз.-питьевой расход		Расход воды на пользование душем $Q_{душ}$ , м <sup>3</sup> /ч				
				Норма воды на одного работ. в смену, л/смена	Расход воды за смену, м <sup>3</sup> /смена	Пользуются душем $N_{душ}$ чел.	Кол-во людей на одну душевую сетку $n_{душ}$ чел.	Кол-во душевых сеток $m_{душ}$	Норма воды на одну душевую сетку, л/ч	Расход воды за смену $Q_{душ}$ , м <sup>3</sup> /ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Стекольный завод	Холодные	I	800	25	20	160	5	32	500	16
		II	800	25	20	160	5	32	500	16
	Итого		1600		40					32
	Горячие	I	200	45	9	160	5	32	500	16
		II	200	45	9	160	5	32	500	16
	Итого		400		18					32

Расход воды на технологические нужды, согласно заданию на проектирование, за две смены составляет  $1800 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

### 12.3.3. Расход воды на полив в населенном пункте и промышленном предприятии

В населенном пункте полив территорий осуществляется, согласно заданию на проектирование, из городского водопровода. Площадь полива составляет 6 % от площади каждого района. При этом 30 % площади поливается вручную, а 70 % – механизированно. Количество поливок в течение суток – одна.

Расход воды на одну поливку,  $\text{м}^3/\text{сут}$ , определяем по формуле

$$Q_{\text{пол}} = 10q_{\text{пол}}F_{\text{пол}}, \quad (12.7)$$

где  $q_{\text{пол}}$  – норма расхода воды на поливку,  $\text{л}/\text{м}^2$ ;

$F_{\text{пол}}$  – поливаемая площадь, га.

Все расчеты сводятся в табл. 12.3.

Т а б л и ц а 1 2 . 3

Определение расходов воды на полив в населенном пункте

Номер района	Площадь районов, га	Вид поливок	Поливаемая площадь, га	Расход воды на одну поливку, $\text{л}/\text{м}^2$	Количество поливок	Расход воды на полив, $\text{м}^3$
1	2	3	4	5	6	7
I	137	Вручную	2,5	0,5	1	12,5
		Механиз.	5,7	0,4	1	23,0
Итого			8,2			35,5
II	117	Вручную	2,1	0,5	1	10,5
		Механиз.	4,9	0,4	1	19,6
Итого			7			30,1

Согласно заданию на проектирование, полив на промпредприятии осуществляется вручную и механизировано. Так как промпредприятие располагается вблизи реки, механизированный полив осуществляется с помощью машин из реки, а из городского водопровода вода отбирается только на полив вручную. Площадь промпредприятия  $F_{\text{п/п}}=18$  га. Согласно заданию на проектирование, поливается 9 % площади промпредприятия, что составляет 1,6 га, при этом вручную поливается 0,48 га.

Расход воды,  $\text{м}^3/\text{сут}$ , на полив промпредприятия

$$Q_{\text{пол}}^{\text{п/п}} = 10q_{\text{пол}}F_{\text{пол}} = 10 \cdot 0,5 \cdot 0,48 = 2,4 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

#### 12.3.4. Расход воды на нужды пожаротушения

В населенном пункте предусматривается единая система пожаротушения для населения и промпредприятия.

Расход воды на пожаротушение складывается из расходов воды на наружное и внутреннее тушение пожаров.

Для населения при общем числе жителей  $N_{\text{ж}}=25280$  чел. при 3-5-этажной застройке согласно [1, табл. 5] в населенном пункте принимаем 2 наружных пожара с расходом 25 л/с каждый:

$$Q_{\text{пож.нар}}^{\text{нас}} = 2 \cdot 25 = 50 \text{ л/с.}$$

Согласно [2] при 3-5-этажной застройке внутренние пожарные краны не предусматриваются.

Для промпредприятия расчетное количество одновременных пожаров – один. Расход воды на данный пожар при категории производства по пожарной опасности В, степени огнестойкости зданий V и объеме наибольшего здания 19000 м<sup>3</sup>, согласно [1,2], составит  $Q_{\text{пож.нар}}^{\text{п/п}} = 25$  л/с;  $Q_{\text{пож.вн}}^{\text{п/п}} = 2 \cdot 5 = 10$  л/с. Так как промпредприятие располагается в черте населенного пункта, то согласно [1] общий расход воды на нужды пожаротушения составит:

$$Q_{\text{пож}}^{\text{п/п}} = Q_{\text{пож.нар}} + Q_{\text{пож.вн}} = 2 \cdot 25 + 2 \cdot 5 = 60 \text{ л/с.}$$

#### 12.4. Определение режимов водопотребления различными группами потребителей и суточной водопотребности всего объекта в целом

В населенном пункте вода из городской сети расходуется на нужды населения, на полив территорий и на нужды промпредприятия.

Режим водопотребления для населения неравномерный. Коэффициент часовой неравномерности для каждого района определяется по формуле

$$K_{\text{ч.мах}} = \alpha_{\text{мах}} \beta_{\text{мах}}, \quad (12.8)$$

где  $\alpha_{\text{мах}}$  – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий и другие местные условия;

$\beta_{\text{мах}}$  – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте.

Для I района:  $K_{\text{ч.мах}}^{\text{I}} = 1,3 \cdot 1,39 = 1,81.$

Для II района:  $K_{\text{ч.мах}}^{\text{II}} = 1,2 \cdot 1,24 = 1,49.$

Подбираем ближайшие типовые графики: для I района –  $K_{ч.маx}^I = 1,8$ , для II района –  $K_{ч.маx}^{II} = 1,5$ .

Максимальный расход, %, корректируется по формуле

$$q_{ч.маx} = K_{ч.маx} \cdot 4,17,$$

где 4,17 – среднечасовой расход, %.

Для I района:  $q_{ч.маx} = 1,81 \cdot 4,17 = 7,55$  %.

Для II района:  $q_{ч.маx} = 1,49 \cdot 4,17 = 6,21$  %.

Полив территорий населенного пункта предусматривается равномерный: вручную – в утренние и вечерние часы, а механизированный – в ночное время.

На промпредприятии режим водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды работающих – неравномерный и принимается для каждой смены по графику Б.С. Тикунова.

Расход воды на пользование душем предусматривается после каждой смены.

Режим водопотребления на технологические нужды, согласно заданию на проектирование, принимается равномерный.

Полив вручную на территории промпредприятия назначается равномерный. Все расчеты сводятся в табл. 12.4. На основании расчетных данных табл. 12.4 строятся интегральный и ступенчатый графики водопотребления (рис. 12.2 и 12.3).

## 12.5. Решение схемы водоснабжения и трассировки сети

В населенном пункте необходимо запроектировать централизованную систему хозяйственно-питьевого – противопожарного водоснабжения.

Водозаборные сооружения располагаются на реке Киржач выше населенного пункта. С помощью насосной станции I подъема вода подается на очистку на водопроводные очистные сооружения, а затем в резервуары чистой воды. Откуда насосами НС II по двум водоводам вода подается в магистральную сеть. Сеть запроектирована из трех колец. В наиболее высокой точке населенного пункта располагается ВБ (см. рис.12.1 и 12.4).



Таблица 12.4

## Сводная таблица водопотребления по часам суток в населенном пункте

Часы суток	Хоз.-питьевые и коммунальные расходы городом								Расходы воды на предприятии								Суммарный часовой расход		Суммарный расход воды от начала суток, %				
	I район				II район				Общий расход по городу, м <sup>3</sup> /ч				на технологические нужды, м <sup>3</sup> /ч							полivочный расход, м <sup>3</sup> /ч			
	хоз.-питьевой		поли-вочный		хоз.-питьевой		поли-вочный		Итого, м <sup>3</sup> /ч		Итого, м <sup>3</sup> /ч		на хоз.-питьевые нужды		на технологические нужды, м <sup>3</sup> /ч		полivочный расход, м <sup>3</sup> /ч			общий расход от предприятия, м <sup>3</sup> /ч			
	хоз.-питьевой	поли-вочный	хоз.-питьевой	поли-вочный	хоз.-питьевой	поли-вочный	хоз.-питьевой	поли-вочный	Итого, м <sup>3</sup> /ч	Итого, м <sup>3</sup> /ч	Итого, м <sup>3</sup> /ч	Итого, м <sup>3</sup> /ч	хоз.-питьевые	технологические	полivочный	общий	м <sup>3</sup> /ч	% от суточного		м <sup>3</sup> /ч	% от суточного		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0-1	0,85	20		2	22	1,5	89,2		3,2	92,4	114,4	18,75	3,75	15,65	1,44	16	16			37,5	151,9	1,47	1,47
1-2	0,9	21,2		3	24,2	1,5	89,2		3,2	92,4	116,6										116,6	1,13	2,6
2-3	0,9	21,2		3	24,2	1,5	89,2		3,2	92,4	116,6										116,6	1,13	3,73
3-4	1,00	23,5		3	26,5	1,5	89,2		3,2	92,4	118,9										118,9	1,16	4,89
4-5	1,35	31,7		3	34,7	2,54	151			151	185,7										185,7	1,81	6,7
5-6	5,55	130,5	3,1	3	136,6	4,56	271,3	3,5		274,8	411,4										411,4	4	10,7
6-7	5,78	135,9	3,1		139	4,54	270	3,5		273,5	412,5										412,5	4,01	14,71
7-8	5,62	132,03			132	5,54	329,4			329,4	461,4										461,4	4,49	19,2
8-9	5,5	129,3			129,3	6,21	369,2			369,2	498,5	0		0				112,5		112,5	611	5,94	25,14
9-10	5,85	137,5			137,5	6,21	369,2			369,2	506,7	6,25	1,25	12,05	1,08			112,5	0,8	112,5	622,33	6,05	31,19
10-11	5,00	117,5			117,5	6,21	369,2			369,2	486,7	12,5	2,5	12,05	1,08			112,5		112,5	602,78	5,86	37,05
11-12	6,5	152,8			152,8	6,21	369,2			369,2	522	12,5	2,5	12,05	1,08			112,5		112,5	638,08	6,2	43,25

Окончание табл. 12.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
12-13	7,55	177			177	5,0	297,3			297,3	474,3	18,75	3,75	12,05	1,08			112,5		117,33	591,63	5,75	49
13-14	6,7	157,5			157,5	5,0	297,3			297,3	454,8	6,25	1,25	12,05	1,08			112,5	0,8	115,63	570,43	5,55	54,55
14-15	4,3	101,1			101,1	5,17	307,4			307,4	408,5	12,5	2,5	12,05	1,08			112,5		116,08	524,58	5,1	59,65
15-16	4,0	93,4			93,4	5,31	316,1			316,1	409,5	12,5	2,5	12,05	1,08			112,5		116,08	525,58	5,11	64,76
16-17	4,5	105,8			105,8	6	356,8			356,8	462,6	18,75	3,75	15,65	1,44	16	16	112,5		149,69	612,29	5,95	70,71
17-18	5,5	1290,3			129,3	5,5	327			327	456,3	6,25	1,25	12,05	1,08			112,5	0,8	115,63	571,93	5,56	76,27
18-19	6,3	148,1			148,1	5	297,3			297,3	445,4	12,5	2,5	12,05	1,08			112,5		116,08	561,48	5,46	81,73
19-20	5,35	125,7	3,1		128,8	4,5	267,6			267,6	36,4	12,5	2,5	12,05	1,08			112,5		116,08	512,48	4,98	86,71
20-21	5,00	117,5	3,2		120,7	4	237,8	3,5		241,3	362	18,75	3,75	12,05	1,08			112,5		117,33	479,33	4,66	91,37
21-22	3,00	70,5			70,5	3	178,4			178,4	248,9	6,25	1,25	12,05	1,08			112,5		114,83	363,73	3,54	94,91
22-23	2	47		3	50	2	119		3,4	122,4	172,4	12,5	2,5	12,05	1,08			112,5		116,08	288,48	2,8	97,71
23-24	1	23,5		3	26,5	1,5	89,2		3,4	92,6	119,1	12,5	2,5	12,05	1,08			112,5		116,08	235,18	2,29	100
Итого	100	2350	12,5	23	2385,5	100	5946	10,5	19,6	5976,1	8361,6	200	40	200	18	32	32	1800	2,4	1924,4	10286	100	

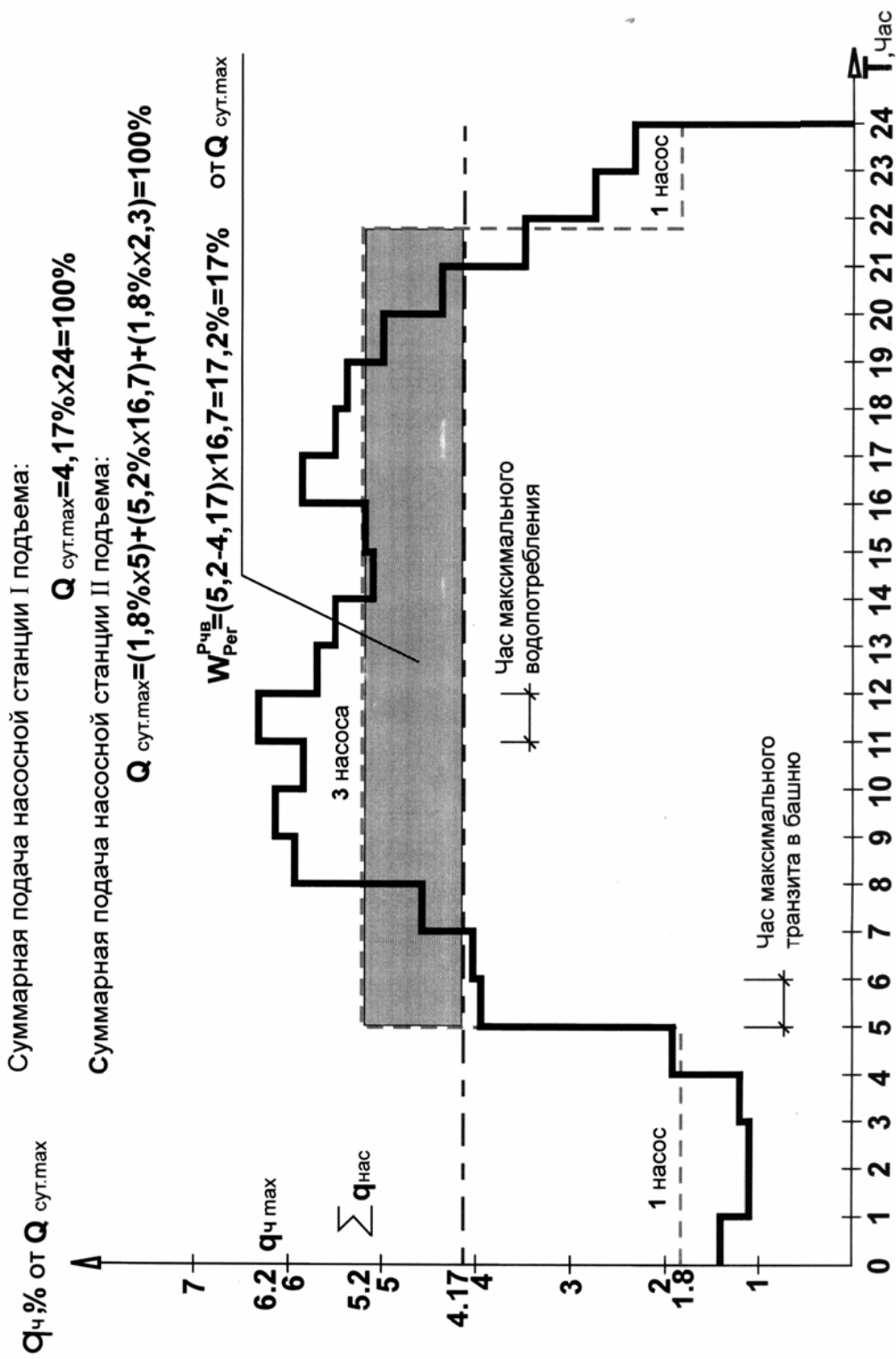


Рис. 12.2. Ступенчатый график  
 — график водопотребления; - - - - - график работы насосной станции I подъема;  
 - - - - - график работы насосной станции II подъема;  
 $q_{\text{ч,max}}$  – максимальный часовой расход;  $\sum q_{\text{ч}}$  – суммарная подача трех насосов

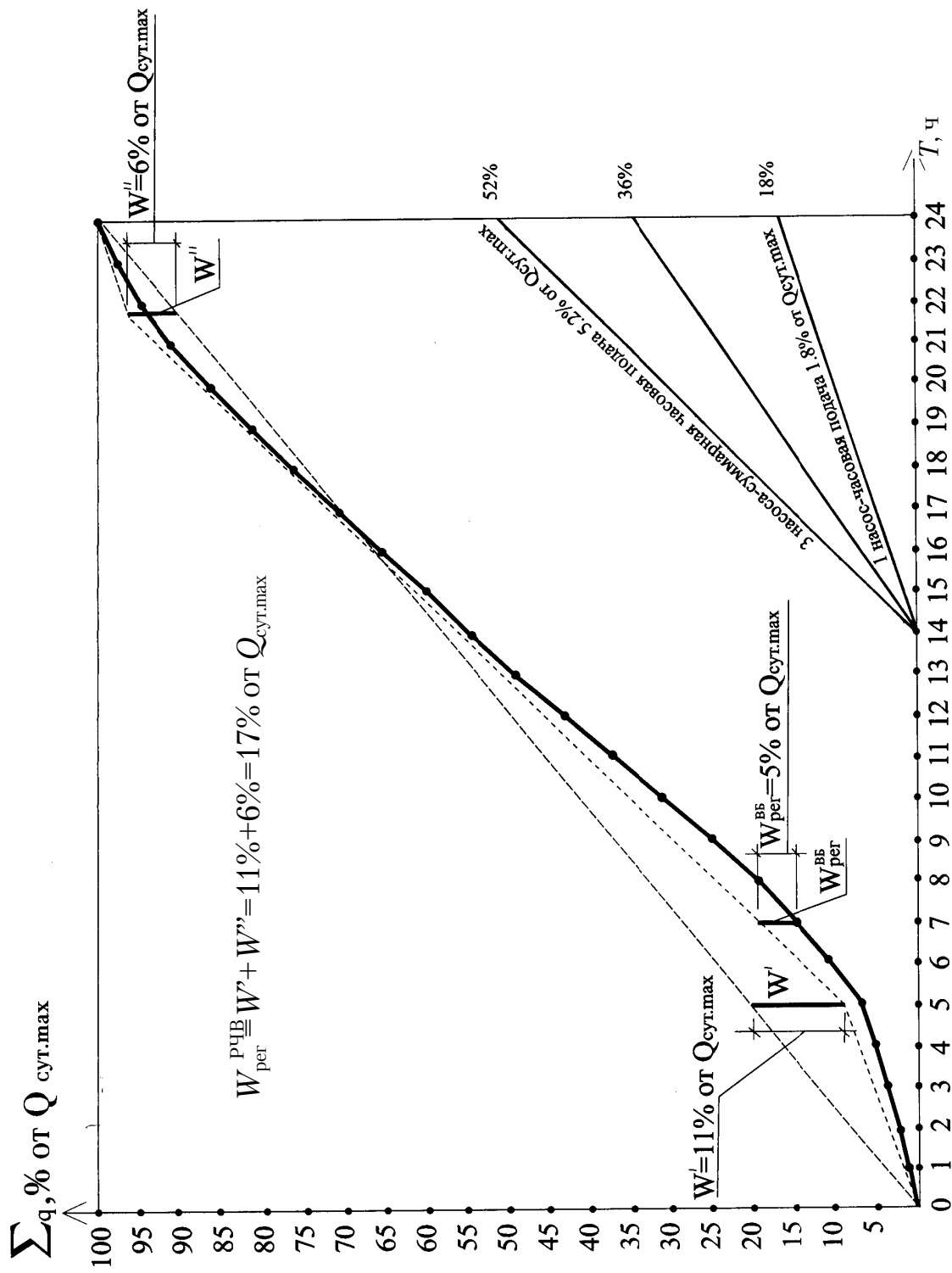


Рис. 12.3. Интегральный график

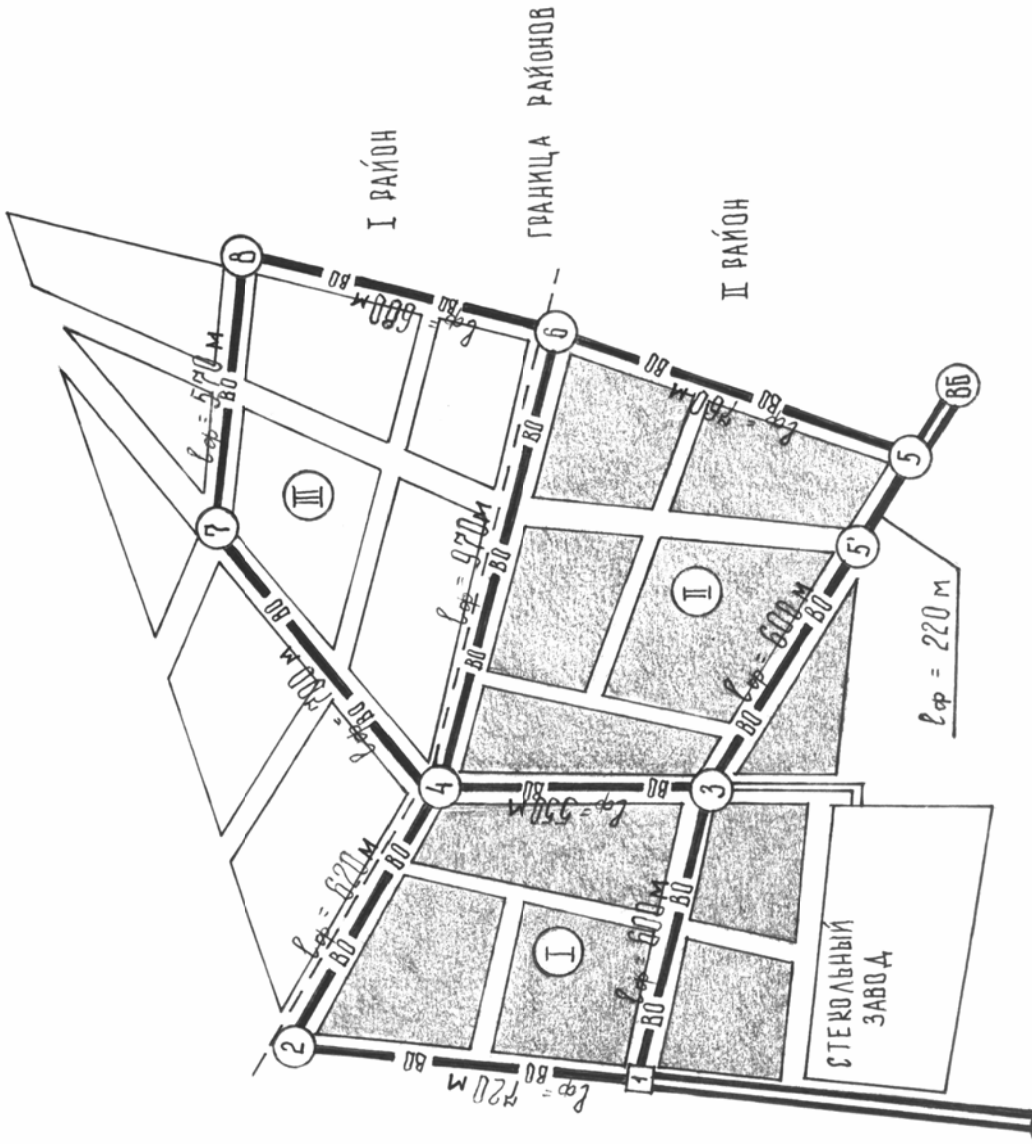


Рис. 12.4. Трассировка магистральной сети населенного пункта

## 12.6. Назначение режима работы насосной станции II подъема

Так как суточная водопотребность населенного пункта составляет  $Q_{\text{сут}} \approx 10290 \text{ м}^3/\text{сут}$  (см. табл. 12.4), на сети проектируется водонапорная башня.

Поэтому режим работы НС II предусматривается неравномерный. В часы максимального водопотребления сеть питается с двух сторон: от НС II и от водонапорной башни.

Для назначения режима работы НС II задаемся величиной регулирующей емкости ВБ:  $W_{\text{рег}}^{\text{ВБ}} = 5\%$  от  $Q_{\text{сут, max}}$ , что составляет  $\approx 515 \text{ м}^3$ .

Режим работы НС II назначаем графическим методом, используя интегральный график водопотребления (см. рис.12.3): от 0 до 5 часов работает 1 насос, подающий 1,8% от  $Q_{\text{сут, max}}$ ; с 5 до 21,7 часа работают параллельно 3 насоса, подающих в сеть 5,2% от  $Q_{\text{сут, max}}$ ; с 21,7 до 24 часов – 1 насос, подающий 1,8% от  $Q_{\text{сут, max}}$ .

Полученный график работы НС II наносят на ступенчатый график водопотребления (см. рис. 12.2).

## 12.7. Гидравлический расчет кольцевой водопроводной сети

Гидравлический расчет кольцевой сети производится с целью выбора экономически наиболее выгоднейших диаметров труб и определения потерь напора в них.

### 12.7.1. Выбор расчетных случаев

При трассировке водопроводной сети была принята схема с контррезервуаром, при котором ВБ располагается в конце сети на наиболее высокой отметке населенного пункта.

Согласно [1, п. 4.11] водопроводную сеть необходимо рассчитать на три случая:

- час максимального водопотребления в сутки максимального водопотребления с 11 до 12 часов;
- час максимального транзита в башню с 5 до 6 часов;
- пожар в час максимального водопотребления с 11 до 12 часов.

### 12.7.2. Определение узловых отборов воды из водопроводной сети

При трассировке магистральной сети водопроводную сеть разбили на три кольца (см. рис. 12.4). В каждом кольце были намечены основные узлы отбора, относительно которых водопроводную сеть разделили на расчетные участки. Длина расчетных участков определена в табл. 12.5.

Таблица 12.5

Определение суммы расчетных длин

Наименование участка	Фактическая длина участка $l_{ф}$ , м	Расчетная длина участка $l_{р}$ , м
1	2	3
I район		
2-4	620	310
4-6	970	485
4-7	700	700
6-8	680	340
7-8	570	570
Итого		2405
II район		
1-2	720	360
1-3	600	600
2-4	620	310
3-5'	600	600
5'-5	220	110
3-4	550	550
4-6	970	485
5-6	760	380
Итого		3395
Всего		5800

Определение расходов на участках сети производилось методом длин. Для этого рассчитывается удельный расход, л/с на 1 п.м, для каждого района населенного пункта, а также средний удельный расход для участков сети, проходящих по границе раздела районов (см. рис. 12.4, участки 2-4 и 4-6).

В час максимального водопотребления (см. табл. 12.4) – с 11 до 12 часов – расход для населения I района  $Q=152,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ , для населения II района  $Q=369,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Удельный расход в этот час определяется по формуле

$$q_{\text{уд}} = \frac{q_{\text{рас}}}{\Sigma l_{\text{рас}} \cdot 3,6}, \quad (12.9)$$

где  $q_{\text{рас}}$  – расчетный часовой расход воды для населения, м<sup>3</sup>/ч;

$\Sigma l_{\text{рас}}$  – сумма расчетных длин всех участков сети района, м.

Удельный расход воды:

для I района

$$q_{\text{уд}}^{\text{I}} = \frac{152,8}{2405 \cdot 3,6} = 0,01765 \text{ л/с на 1 пог.м};$$

для II района

$$q_{\text{уд}}^{\text{II}} = \frac{369,2}{3395 \cdot 3,6} = 0,0302 \text{ л/с на 1 пог.м.}$$

Средний удельный расход

$$q_{\text{уд}}^{\text{ср}} = \frac{q_{\text{уд}}^{\text{Iр-на}} + q_{\text{уд}}^{\text{IIр-на}}}{2} = \frac{0,01765 + 0,0302}{2} = 0,023393 \text{ л/с на 1 пог.м.}$$

Путевой расход воды, отбираемой из сети на каждом участке, л/с, определяется по формуле

$$q_{\text{пут}} = q_{\text{уд}} l_{\text{рас}}. \quad (12.10)$$

Отбор воды в каждом намеченном узле сети, л/с, вычисляется по формуле

$$q_{\text{узел}} = 0,5 \Sigma q_{\text{пут}}. \quad (12.11)$$

Все расчеты для часа максимального водопотребления сводятся в табл. 12.6.

Определение узловых отборов воды в час максимального транзита, л/с, производится по формуле

$$q_{\text{узел.тр}} = \beta q_{\text{узел.мах}}, \quad (12.12)$$

где  $\beta$  – коэффициент, учитывающий соотношение расходов в час транзита и в час максимального водопотребления,

$$\beta = \frac{q_{\text{ч.тр}}}{q_{\text{ч.мах}}}, \quad (12.13)$$

Здесь  $q_{\text{ч.тр}}$  – часовой расход воды населением для всех районов в час транзита, м<sup>3</sup>/ч;

$q_{\text{ч.мах}}$  – отбор воды населением в час максимального водопотребления, м<sup>3</sup>/ч.

$$\beta = \frac{411,4}{522} = 0,788.$$



Таблица 12.6

Определение путевых и узловых расходов воды  
в час максимального водопотребления с 11 до 12 часов

Номер узла	Участки сети, примыкающие к узлу		Удельный расход $q_{уд}$ л/с·м	Путевой расход $q_{пут}$ л/с	Узловой расход $q_{узл}$ л/с	Сосредоточенные расходы, л/с		Полный узловой расход, л/с
	Обозначение	Расчетная длина, $l_{рас}$				Наименование	Расход, л/с	
1	1-2	360	0,0302	10,87	14,50			14,50
	1-3	600	0,0302	18,12				
2	2-1	360	0,0302	10,87	12,86			12,86
	2-4	620	0,02393	14,84				
3	3-1	600	0,0302	18,12	28,09	Сте- кольный завод	32,24	60,33
	3-4	550	0,0302	16,61				
	3-5	710	0,0302	21,44				
4	4-2	620	0,02393	14,84	33,51			33,51
	4-3	550	0,0302	16,61				
	4-6	970	0,02393	23,21				
	4-7	700	0,01765	12,36				
5	5-3	710	0,0302	21,44	16,46			16,46
	5-6	380	0,0302	11,48				
6	6-4	970	0,02393	23,21	20,35			20,35
	6-5	380	0,0302	11,48				
	6-8	340	0,01765	6,0				
7	7-4	700	0,01765	12,36	11,21			11,21
	7-8	570	0,01765	10,06				
8	8-6	340	0,01765	6,0	8,03			8,03
	8-7	570	0,01765	10,06				
	Всего	11600			145,01			177,25 (638,1 м <sup>3</sup> /ч)

Все расчеты для часа транзита сводятся в табл. 12.7.

Согласно расчетам в населенном пункте одновременно могут возникнуть два наружных пожара и один внутренний. Внутренний пожар намечен в узле подключения промпредприятия (см. рис. 12.4, узел 3), два наружных пожара – в наиболее удаленных и высокорасполагаемых узлах (узлы 5 и 8). Все расчеты по определению узловых отборов в час пожара сведены в табл. 12.8.

Таблица 12.7

Определение узловых расходов воды  
в час транзита с 5 до 6 часов

Номера узлов	Узловой расход воды в час максимального водопотребления	Коэффициент $\beta$	Узловой расход воды в час транзита $q_{\text{узл.тр}}$ , л/с	Сосредоточенные расходы		Полный узловой расход, л/с
				Наименование	Расход, л/с	
1	2	3	4	5	6	7
1	14,5	0,788	11,43			11,43
2	12,86		10,13			10,13
3	28,09		22,14			22,14
4	33,51		26,41			26,41
5	16,46		12,97			12,97
6	20,35		16,04			16,04
7	11,21		8,83			8,83
8	8,03		6,33			6,33
Всего	145,01		114,28			114,28

Таблица 12.8

Определение узловых расходов воды в час пожара

Номера узлов	Узловой расход воды в час максимального водопотребления	Сосредоточенные расходы		Расход воды на пожар, л/с	Полный узловой расход, л/с
		Наименование	Расход, л/с		
1	2	3	4	5	6
1	14,5	—	—	—	14,5
2	12,86	—	—	—	12,86
3	28,09	п/п	32,24	10	70,33
4	33,51	—	—	—	33,51
5	16,46	—	—	25	41,46
6	20,35	—	—	—	20,35
7	11,21	—	—	—	11,21
8	8,03	—	—	25	33,03
Всего	145,01			60	237,25

### 12.7.3. Предварительное потокораспределение

Определив узловые отборы воды, для всех расчетных случаев составляют схемы питания сети. На данные схемы наносят все узловые отборы воды, а также указывают, какой расход подается насосами НС II к 1 узлу, какой расход подается из ВБ в сеть в час максимального водопотребления и какой расход поступает в бак ВБ в час транзита.

1. В час максимального водопотребления (с 11 до 12 часов) работают три насоса, подающих в сеть 5,2 % от  $Q_{\text{сут.макс}}$ :  $q_{\text{н}} = 534,82 \text{ м}^3/\text{ч} = 148,58 \text{ л/с}$ . В данный час населенному пункту требуется  $q_{\text{ч.макс}} = 638,08 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Из ВБ поступает в сеть:

$$Q_{\text{б}} = q_{\text{ч.макс}} - q_{\text{н}} = 638,08 - 534,82 = 103,26 \text{ м}^3/\text{ч} = 28,67 \text{ л/с}.$$

2. В час транзита (с 5 до 6 часов) работают три насоса, подающих в сеть 5,2 % от  $Q_{\text{сут.макс}}$ :  $q_{\text{н}} = 534,82 \text{ м}^3/\text{ч} = 148,58 \text{ л/с}$ . Населенному пункту требуется только  $q_{\text{ч.тр}} = 411,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ , поэтому избыток воды направляется в бак ВБ:

$$Q_{\text{б}} = q_{\text{н}} - q_{\text{ч.тр}} = 534,82 - 411,4 = 123,42 \text{ м}^3/\text{ч} = 34,3 \text{ л/с}.$$

3. В час пожара ВБ отключается и весь расход, необходимый населенному пункту, подается насосами насосной станции II подъема:

$$q_{\text{н}} = q_{\text{ч.макс}} + Q_{\text{пож}} = 177,25 + 60 = 237,25 \text{ л/с}.$$

При предварительном потокораспределении были намечены расходы для каждого участка сети, при этом использовался I закон Кирхгоффа:

$$\sum q_i = 0 \quad (12.14)$$

Алгебраическая сумма расходов воды в любом узле сети должна быть равна нулю.

Схемы с предварительно намеченными расходами представлены на рис. 12.5.

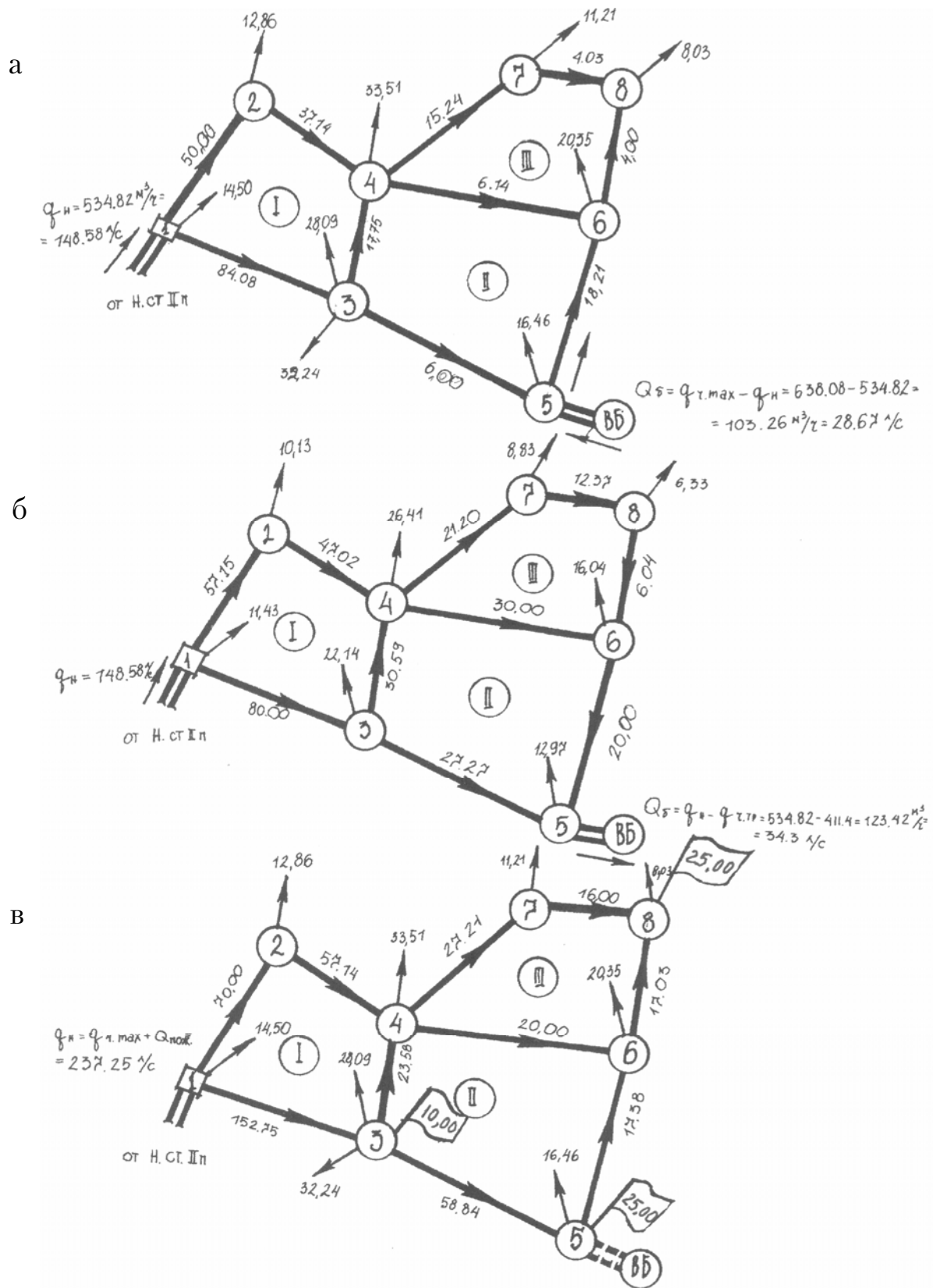


Рис. 12.5. Схемы предварительного потокораспределения:  
 а – в час максимального водопотребления;  
 б – в час транзита;  
 в – пожар в час максимального водопотребления

#### 12.7.4. Выбор оптимальных диаметров труб на участках магистральной сети

Предварительно наметив расходы воды на всех участках магистральной сети, для всех расчетных случаев принимают единый диаметр трубопровода.

Согласно [1, п. 8,21] в примере расчета приняты асбестоцементные трубы.

Выбор оптимального диаметра труб представлен в табл. 12.9.

Подбор диаметров в час максимального водопотребления и в час транзита осуществляют с учетом экономической скорости.

При пропуске пожарного расхода учитывают увеличение скорости: для больших диаметров до 2,5 м/с, для малых диаметров до 2 м/с.

#### 12.7.5. Увязка кольцевой водопроводной сети по потерям напора

Увязка кольцевой сети производится для нахождения действительного распределения потоков воды при уже выбранных диаметрах труб.

При увязке используется II закон Кирхгоффа: алгебраическая сумма потерь напора в любом кольце равна нулю.

$$\sum h_i = 0. \quad (12.15)$$

Увязка сети в час максимального водопотребления производилась по методу Лобачева – Кросса.

Потери напора, м, определялись по формуле

$$h = Sq^2, \quad (12.16)$$

где  $S$  – сопротивление участка сети,

$$S = S_0 \delta l, \quad (12.17)$$

здесь  $S_0$  – удельное сопротивление;

$\delta$  – поправочный коэффициент;

$l$  – фактическая длина участка, м.

Так как с I тура увязки равенство (12.15) не соблюдалось, определялся поправочный расход  $\Delta q$ , л/с, по формуле

$$\Delta q = -\frac{\pm \Delta h}{2 \sum Sq}, \quad (12.18)$$

где  $\Delta h$  – величина невязки,  $\Delta h > \pm 0,5$  м.

Для участка сети, являющегося общим для смежных колец, учитывался собственный и смежный поправочные расходы.

Расчет выполнялся в табличной форме (табл. 12.10).

Таблица 12.9

## Выбор оптимальных диаметров труб

Номера участков	Час максимального водопотребления			Час транзита			Пожар в час максимального водопотребления			Принятый диаметр, мм
	Расход, л/с	Скорость, м/с	Диаметр, мм	Расход, л/с	Скорость, м/с	Диаметр, мм	Расход, л/с	Скорость, м/с	Диаметр, мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-2	50,00	1,15	250	57,15	1,31	250	70,00	1,61	250	250
1-3	84,08	1,37	300	80,00	1,31	300	152,75	2,5	300	300
2-4	37,14	0,85	250	47,02	1,08	250	57,14	1,31	250	250
3-4	17,75	0,63	200	30,59	1,09	200	23,58	0,84	200	200
3-5	6,00	0,19	200	27,27	0,97	200	58,84	2,09	200	200
4-6	6,14	0,19	200	30,00	1,07	200	20,00	1,28	200	200
4-7	15,24	0,97	150	21,20	1,36	150	27,21	1,75	150	150

Окончание табл. 12.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5-6	18,21	1,16	150	20,00	1,28	150	17,38	1,11	150	150
6-8	4,00	0,51/0,26	100/150	6,04	0,77/0,39	100/150	17,03	2,17/1,09	100/150	150
7-8	4,03	0,26	150	12,37	0,8	150	16,00	1,02	150	150

П р и м е ч а н и е : На участке 6-8 принять диаметр равным 150 мм, так как при пропуске пожарного расхода через диаметр 100 мм потери на данном участке могут достигать 33 м ( $i=0,049$ ) [11].

Таблица 12.10  
Увязка водопроводной сети по методу В.Г. Лобачева (час максимального водопотребления)

Номер кольца	Номер участка	Предварительное погокораспределение								I исправление					$h=Sq^2, м$	
		Длина участка $l, м$	Расход $q, л/с$	Диаметр $d, мм$	Скорость $v, м/с$	$S_0$	$\delta$	$S=S_0\delta/10^6$	$Sq$	$h=Sq^2, м$	Собственный поправочный расход $\Delta q, л/с$	Смежный поправочный расход, $\Delta q, л/с$	Суммарный поправочный расход, $л/с$	Исправленный расход, $л/с$		$Sq$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
I	1-2	720	50	250	1.15	2.227	0.98	0.00157	0.0785	+3.93	-1.8	-	-1.8	48.2	0.0757	+3.65
	1-3	600	84.08	300	1.37	0.914	0.956	0.000524	0.044	-3.71	+1.8	-	+1.8	85.88	0.045	-3.86
	2-4	620	34.17	250	0.85	2.227	1.025	0.001415	0.0526	+1.95	-1.8	-	-1.8	35.34	0.05	+1.77
	3-4	550	17.75	200	0.63	6.898	1.074	0.00408	0.0723	-1.28	+1.8	+5.38	+7.18	24.93	0.1017	-2.54
$\Delta q = -\frac{+0.89}{2 \cdot 0.2474} = -1,8 л/с$										$\Delta q = -\frac{-0.98}{2 \cdot 0.2724} = +1,8 л/с$					$\Delta h = -0.98$	
II	3-4	550	17.75	200	0.63	6.898	1.074	0.00408	0.0723	+1.28	+5.38	+1.80	+7.18	24.93	0.1017	+2.54
	3-5	820	6	200	0.19	6.898	1.308	0.074	0.0444	-0.27	-5.38	-	-5.38	0.62	0.0046	-0.003
	4-6	970	6.14	200	0.19	6.898	1.308	0.00875	0.0537	+0.33	+5.38	+4.04	+9.42	15.56	0.1362	+2.12
	5-6	760	18.21	150	1.16	31.55	0.977	0.0234	0.427	-7.77	-5.38	-	-5.38	12.83	0.3002	-3.85
$\Delta q = -\frac{-6,43}{2 \cdot 0.5974} = +5,38 л/с$										$\Delta q = -\frac{+0.8}{2 \cdot 0.5427} = -0.74 л/с$					$\Delta h = +0.807$	
III	4-6	970	6.14	200	0.19	6.898	1.308	0.00875	0.0537	-0.33	+4.04	+5.38	+9.42	15.56	0.1362	-2.12
	4-7	700	15.24	150	0.97	31.55	1.006	0.0222	0.338	+5.16	-4.04	-	-4.04	11.2	0.2486	+2.78
	6-8	680	4	150	0.26	31.55	1.249	0.0268	0.107	-0.43	+4.04	-	+4.04	8.04	0.2154	-1.73
	7-8	570	4.03	150	0.26	31.55	1.249	0.0225	0.091	+0.37	-4.04	-	-4.04	-0.01	0.0002	-0.000002
$\Delta q = -\frac{+4,77}{2 \cdot 0.5897} = -4,04 л/с$										$\Delta q = -\frac{-1,07}{2 \cdot 0.60} = +0,89 л/с$					$\Delta h = -1.07$	
															$\Delta h = -1.07$	



Окончание табл. 12.10

II исправление						III исправление					
Собственный поправочный расход $\Delta q$ , л/с	Смежный поправочный расход $\Delta q$ , л/с	Суммарный поправочный расход, л/с	Исправленный расход, л/с	$Sq$	$h = Sq^2$ , м	Собственный поправочный расход $\Delta q$ , л/с	Смежный поправочный расход $\Delta q$ , л/с	Суммарный поправочный расход, л/с	Исправленный расход, л/с	$Sq$	$h = Sq^2$ , м
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
+1,80	-	+1,80	50	0,0785	+3,93	-	-	-	-	-	+3,93
-1,80	-	-1,80	84,08	0,044	-3,70	-	-	-	-	-	-3,70
+1,80	-	+1,80	37,14	0,0526	+1,95	-	-	-	-	-	+1,95
-1,80	-0,74	-2,54	22,39	0,0913	-2,04	-	+0,54	+0,54	22,93	0,0936	-2,14
						$\Delta h = +0,14$					
-0,74	-1,80	-2,54	22,39	0,0913	+2,04	+0,54	-	+0,54	22,93	0,0936	+2,14
+0,74	-	+0,74	1,36	0,0101	-0,01	-0,54	-	-0,54	0,82	0,0061	-0,01
-0,74	-0,89	+1,63	13,93	0,1219	+1,70	+0,54	-	+0,54	14,47	0,1266	+1,83
+0,74	-	+0,74	13,57	0,3175	-4,31	-0,54	-	-0,54	13,03	0,3049	-3,97
$\Delta q = -\frac{-0,58}{2 \cdot 0,5408} = +0,54$ л/с						$\Delta h = -0,01$					
-0,89	-0,74	-1,63	13,93	0,1219	-1,70	-	+0,54	+0,54	14,47	0,1266	-1,83
+0,89	-	+0,89	12,09	0,2684	+3,24	-	-	-	-	-	+3,24
-0,89	-	-0,89	7,15	0,1916	-1,37	-	-	-	-	-	-1,37
-0,89	-	-0,89	-0,9	0,0198	+0,02	-	-	-	-	-	+0,02
						$\Delta h = +0,19$					

Увязка водопроводной сети в час транзита и в час пожара производилась с помощью ЭВМ.

**Увязка сети в час транзита.**

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**

Материал – асбестоцемент

U	L	D	Q
12	720,0000	250,0000	0,0571
13	600,0000	300,0000	-0,0800
24	620,0000	250,0000	0,0470
34	550,0000	200,0000	-0,0306
-----			
34	550,0000	200,0000	0,0306
35	820,0000	200,0000	-0,0273
46	970,0000	200,0000	0,0300
56	760,0000	150,0000	0,0200
-----			
46	970,0000	200,0000	-0,0300
47	700,0000	150,0000	0,0212
68	680,0000	150,0000	0,0060
78	570,0000	150,0000	0,0124

$$K=3, IM(1)=4, IM(2)=4, IM(3)=4.$$

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:**

Узел – Узел	Расход Q	Потери h	Скорость v
-----			
12	0,0503	2,96	1,03
13	-0,0868	2,76	1,23
24	0,0402	1,68	0,82
34	-0,0252	1,87	0,80
-----			
34	0,0252	1,867	0,80
35	-0,0395	6,42	1,26
46	0,0254	3,36	0,81
56	0,007	1,19	0,44
-----			
46	-0,0254	3,36	0,81
47	0,0135	3,08	0,77
68	-0,00165	0,06	0,1
78	0,00468	0,35	0,36

**Увязка сети в час пожара.**

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Материал – асбестоцемент

U	L	D	Q
12	720,0000	250,0000	0,0700
13	600,0000	300,0000	-0,1528
24	620,0000	250,0000	0,0571
34	550,0000	200,0000	-0,0236
-----			
34	550,0000	200,0000	0,0236
35	820,0000	200,0000	-0,0588
46	970,0000	200,0000	0,0200
56	760,0000	150,0000	-0,0174
-----			
46	970,0000	200,0000	-0,0200
47	700,0000	150,0000	0,0272
68	680,0000	150,0000	-0,0170
78	570,0000	150,0000	0,0160
-----			

$$K=3, IM(1)=4, IM(2)=4, IM(3)=4.$$

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

Узел – Узел	Расход $Q$	Потери $h$	Скорость $v$
-----			
12	0,07555	6,28	1,54
13	-0,1472	7,37	2,08
24	0,06269	3,83	1,28
34	-0,03095	2,74	0,99
-----			
34	0,03095	2,740	0,99
35	-0,04593	8,48	1,46
46	0,03530	6,17	1,12
56	-0,00447	0,43	0,25
-----			
46	-0,03531	6,17	1,12
47	0,02482	9,47	1,4
68	-0,0194	5,84	1,1
78	0,0136	2,54	0,770
-----			

## 12.8. Расчет водоводов

Согласно принятой схеме водоснабжения запроектированы два участка водоводов:

1. От НС II до водопроводной сети.
2. От водопроводной сети до ВБ.

Водоводы прокладываются в две нитки; каждая нитка рассчитывается на пропуск 50 % расчетного расхода, а при аварии на одном водоводе по другому пропускается 70 % расхода воды для населения, а для предприятия аварийный расход составляет 30 % на технологические нужды (см. в задании на проектирование).

Расчеты по выбору диаметров сведены в табл. 12.11 и 12.12.

Т а б л и ц а 1 2 . 1 1

Выбор диаметра водовода от НС II до водопроводной сети

Расчетные случаи	Расчетные расходы по 1 водоводу, л/с	D, мм	v, м/с	1000i
1	2	3	4	5
Час максимального водопотребления	$\frac{148,58}{2} = 74,3$	300	0,97	4,8
Час транзита в ВБ	$\frac{148,58}{2} = 74,3$	300	0,97	4,8
Пожар в час максимального водопотребления	$\frac{237,25}{2} = 118,63$	300	1,55	12
Авария на водоводе	$0,7 \frac{522}{3,6} + 0,3 \frac{112,5}{3,6} = 110,9$	300	2,03	20

П р и м е ч а н и е . Трубы приняты стальные.

Т а б л и ц а 1 2 . 1 2

Выбор диаметра водовода от водопроводной сети до ВБ

Расчетные случаи	Расчетные расходы по 1 водоводу, л/с	D, мм	v, м/с	1000i
1	2	3	4	5
Час максимального водопотребления	$\frac{28,67}{2} = 14,34$	150	0,92	6,6
Час транзита в ВБ	$\frac{34,3}{2} = 17,15$	150	1,1	9,2

П р и м е ч а н и е . Трубы приняты асбестоцементные.

Потери напора в водоводах, м, определяются по формуле

$$h_{\text{вод}} = (1,05 \dots 1,1) \cdot il, \quad (12.19)$$

где  $l$  – протяженность водовода, м.

1. Участок водовода от НС II до водопроводной сети.

1.1. Час максимального водопотребления и транзита

$$h_{\text{вод}} = 1,1 \cdot 0,0048 \cdot 900 = 4,75 \text{ м.}$$

1.2. Пожар в час максимального водопотребления

$$h_{\text{вод}}^{\text{пож}} = 1,1 \cdot 0,012 \cdot 900 = 11,9 \text{ м.}$$

1.3. Авария

$$h_{\text{вод}}^{\text{ав}} = 1,1 \cdot 0,0104 \cdot 900 = 10,3 \text{ м.}$$

2. Участок водовода от водопроводной сети до ВБ.

2.1. Час максимального водопотребления

$$h_{\text{вод}}^{\text{max}} = 1,1 \cdot 0,0066 \cdot 50 = 0,4 \text{ м.}$$

2.2. Час транзита

$$h_{\text{вод}}^{\text{тр}} = 1,1 \cdot 0,0092 \cdot 50 = 0,5 \text{ м.}$$

## 12.9. Определение полной вместимости водонапорной башни и ее высоты

ВБ располагается на наиболее высокой отметке относительно населенного пункта, вблизи узла 5 (см. рис. 12.1 и 12.4).

Полная вместимость ВБ,  $\text{м}^3$ , определяется по формуле

$$W_{\text{ВБ}} = W_{\text{рег}}^{\text{ВБ}} + W_{\text{пож}}^{\text{ВБ}}, \quad (12.20)$$

где  $W_{\text{рег}}^{\text{ВБ}}$  – регулирующий объем воды,  $\text{м}^3$ ;

$W_{\text{пож}}^{\text{ВБ}}$  – неприкосновенный пожарный объем воды,  $\text{м}^3$ .

Регулирующий объем воды был задан при назначении режима работы НС II (см. рис. 12.3) и составил  $W_{\text{рег}}^{\text{ВБ}} = 5\%$  от  $10286 \text{ м}^3/\text{сут} = 515 \text{ м}^3$ .

Неприкосновенный пожарный объем воды определяется на основании рекомендаций [1, п. 9,5] по формуле

$$W_{\text{пож}}^{\text{ВБ}} = 0,6 \cdot \left( Q_{\text{пож.нар}} + Q_{\text{пож.вн}} + \frac{q_{\text{ч.макс}}}{3,6} \right), \quad (12.21)$$

где  $Q_{\text{пож.нар}}$  – расход воды на тушение одного наружного пожара, л/с;

$Q_{\text{пож.вн}}$  – расход воды на тушение одного внутреннего пожара, л/с;

$q_{\text{ч.мах}}$  – максимально-часовой расход по населенному пункту, м<sup>3</sup>/ч.

$$W_{\text{пож}}^{\text{ВБ}} = 0,6 \cdot \left( 25 + 10 + \frac{638,08}{3,6} \right) = 127,35 \text{ м}^3.$$

Полная вместимость ВБ:  $W_{\text{ВБ}} = 515 + 127,35 = 642,35 \text{ м}^3$ .

Данной вместимости соответствует типовой проект 901-5-49.90 “Водонапорные башни со стальным баком  $W_{\text{ВБ}} = 800 \text{ м}^3$  и стволами из сборных железобетонных элементов”.

По данным типового проекта, высота максимального слоя воды в баке ВБ приблизительно составляет 8 м. Для типовой ВБ с вместимостью бака  $800 \text{ м}^3$  площадь ВБ будет приблизительно составлять  $100 \text{ м}^2$ .

Поэтому высота максимального уровня воды в баке ВБ, по расчетам, составит:

$$H_0 = \frac{W_{\text{ВБ}}}{F_{\text{т.п}}} = \frac{642}{100} = 6,42 \text{ м}.$$

Ориентировочно высоту бака ВБ можно определить, приняв соотношение  $\frac{H_6}{D_6} = 0,7$ . Тогда  $D_6$  составит 11,3 м, высота бака

$$H_6 = 11,3 \times 0,7 = 8 \text{ м}$$

Высота ВБ рассчитывается по формуле

$$H_{\text{ВБ}} = \Pi + h_{\text{в}} - Z_6, \quad (12.22)$$

где  $\Pi$  – пьезометрическая отметка в узле присоединения ВБ к водопроводной сети в час максимального водопотребления (см. рис. 12.9, узел 5), м;

$h_{\text{в}}$  – потери напора в водоводах от водопроводной сети до ВБ, м;

$Z_6$  – отметка поверхности земли в месте расположения ВБ, м.

$$H_{\text{ВБ}} = 135 + 0,4 - 111,4 = 24 \text{ м}.$$

Типовая высота ствола ВБ составляет 42 м. По расчетам, ее необходимо уменьшить на 18 м, что кратно 6. Окончательные размеры ВБ представлены на рис. 12.6.

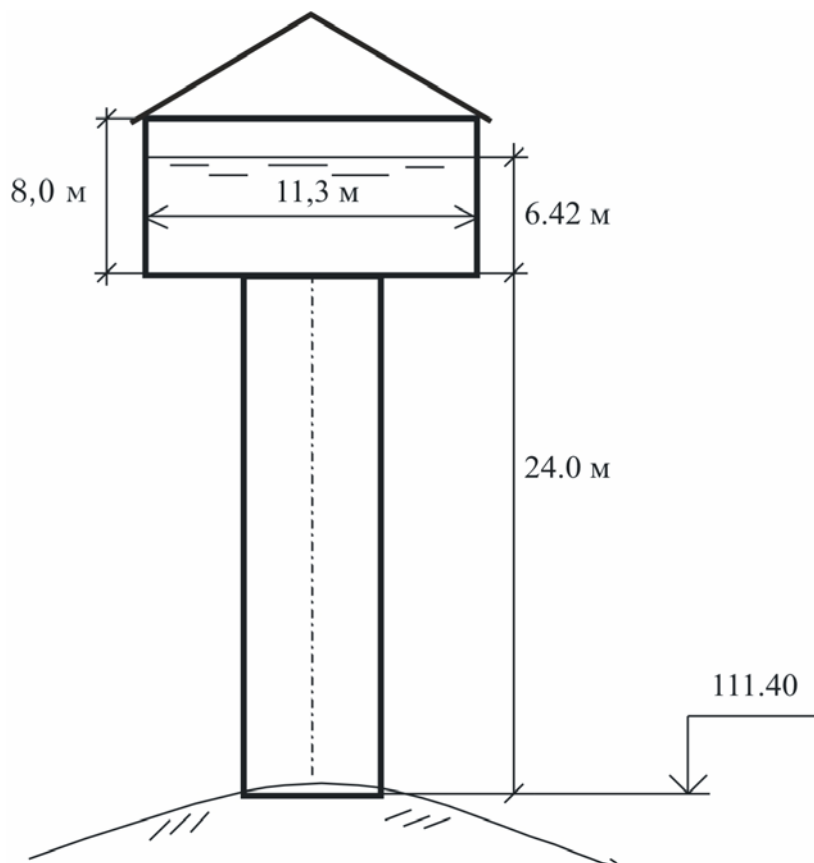


Рис. 12.6. Схема водонапорной башни

### 12.10. Определение полной вместимости и необходимого количества РЧВ

РЧВ располагаются на территории водопроводных очистных сооружений, вблизи НС II.

Полный объем РЧВ определяется согласно рекомендациям [1, п. 9.1]:

$$W_{\text{РЧВ}} = W_{\text{рег}}^{\text{РЧВ}} + W_{\text{низ}}^{\text{РЧВ}} + W_{\text{соб}}^{\text{РЧВ}}, \quad (12.23)$$

где  $W_{\text{рег}}^{\text{РЧВ}}$  – регулирующий объем воды, м<sup>3</sup>;

$W_{\text{низ}}^{\text{РЧВ}}$  – неприкосновенный пожарный запас воды, м<sup>3</sup>;

$W_{\text{соб}}^{\text{РЧВ}}$  – объем воды на собственные нужды водопроводных очистных сооружений, м<sup>3</sup>.

Регулирующий объем определяется графическим методом по рис. 12.3 и составляет  $W_{\text{рег}}^{\text{РЧВ}} = 17\%$  от  $Q_{\text{сут.макс}} = 1749 \text{ м}^3$ .

Неприкосновенный пожарный запас, согласно [1, п. 2.24], рассчитывается на три часа.

$$W_{\text{НПЗ}}^{\text{РЧВ}} = 3 \cdot 3,6 \cdot Q_{\text{пож}} + \sum q_{\text{ч.макс}} - 3q_{\text{ч.м}}, \quad (12.24)$$

где  $Q_{\text{пож}}$  – расчетный расход воды на тушение пожаров, л/с;

$\sum q_{\text{ч.макс}}$  – сумма максимальных часовых расходов за три часа тушения пожара, м<sup>3</sup>/ч.

$$W_{\text{НПЗ}}^{\text{РЧВ}} = 3 \cdot 3,6 \cdot 60 + (622,33 + 602,78 + 638,08) - 3 \cdot \frac{10286}{24} = 1226 \text{ м}^3.$$

Объем воды на собственные нужды ВОС, согласно [1, п. 6.6], принимается 3 % от  $Q_{\text{сут.макс}}$ .

$$W_{\text{соб}}^{\text{РЧВ}} = 309 \text{ м}^3.$$

Полная вместимость РЧВ

$$W_{\text{РЧВ}} = 1749 + 1226 + 309 = 3284 \text{ м}^3.$$

Принимаем два резервуара вместимостью 1900 м<sup>3</sup> каждый по типовому проекту 901-4-63.83.

Размеры резервуара по типовому проекту:

– в плане 18×24 м<sup>2</sup>;

– по высоте 4,84 м.

Зная площадь РЧВ по типовому проекту  $F_{\text{т.п}} = 18 \times 24 = 432 \text{ м}^2$  и количество РЧВ ( $n=2$ ), определяем высоту слоя воды, занимаемую каждым объемом.

Регулирующий объем воды

$$h_{\text{рег}} = \frac{W_{\text{рег}}^{\text{РЧВ}}}{n \cdot F_{\text{т.п}}} = \frac{1749}{2 \cdot 432} = 2,02 \text{ м}.$$

Неприкосновенный пожарный запас

$$h_{\text{НПЗ}} = \frac{W_{\text{НПЗ}}^{\text{РЧВ}}}{n \cdot F_{\text{т.п}}} = \frac{1226}{2 \cdot 432} = 1,42 \text{ м}.$$

Объем воды на собственные нужды

$$h_{\text{соб}} = \frac{W_{\text{соб}}^{\text{РЧВ}}}{n \cdot F_{\text{т.п}}} = \frac{309}{2 \cdot 432} = 0,36 \text{ м}.$$



Находим отметки расчетных уровней воды РЧВ, м:

1) для дна резервуара

$$Z_1 = Z_3 - [h_{\text{РЧВ}} - (0,5...1)],$$

где  $Z_3$  – отметка поверхности земли в месте расположения РЧВ, м.

$h_{\text{НПЗ}}$  – высота РЧВ по типовому проекту, м;

$$Z_1 = 95 - (4,84 - 0,84) = 91,00 \text{ м.}$$

2) для верхнего уровня неприкосновенного пожарного запаса

$$Z_2 = Z_1 + h_{\text{НПЗ}} = 91 + 1,42 = 92,42 \text{ м.}$$

Все расчетные параметры наносятся на схему (рис. 12.7).

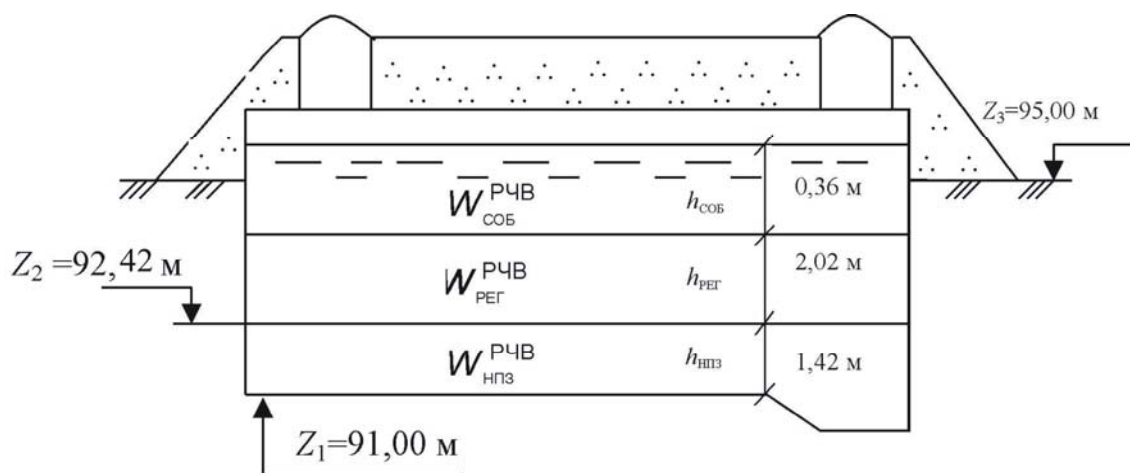


Рис. 12.7. Схема резервуара чистой воды

## 12.11. Определение пьезометрических отметок и фактических напоров в узловых точках сети

В каждой точке водопроводной сети необходимо обеспечивать требуемые напоры  $H_{\text{св.тр}}$ . Согласно [1, п. 2.26] величина минимального требуемого напора, м, зависит от этажности здания и определяется по формуле

$$H_{\text{св.тр}} = 10 + 4(n - 1), \quad (12.25)$$

где  $n$  – этажность застройки.

I район:  $H_{\text{св.тр}}^{\text{I}} = 10 + 4(3 - 1) = 18 \text{ м};$

II район:  $H_{\text{св.тр}}^{\text{II}} = 10 + 4(5 - 1) = 26 \text{ м.}$

Фактический напор в любой точке водопроводной сети должен быть не меньше требуемого и не больше 60 м.

Фактические напоры, м, определяются по формуле

$$H_{\phi i} = \Pi_i - Z_i, \quad (12.26)$$

где  $\Pi_i$  – пьезометрическая отметка в узле сети, м;

$Z_i$  – отметка поверхности земли в данном узле, м.

Расчеты для всех расчетных случаев производятся на схеме окончательного потокораспределения. На схемах участков сети приводятся данные гидравлического расчета сети, а в узлах сети определяются пьезометрические отметки и фактические напоры (рис. 12.8).

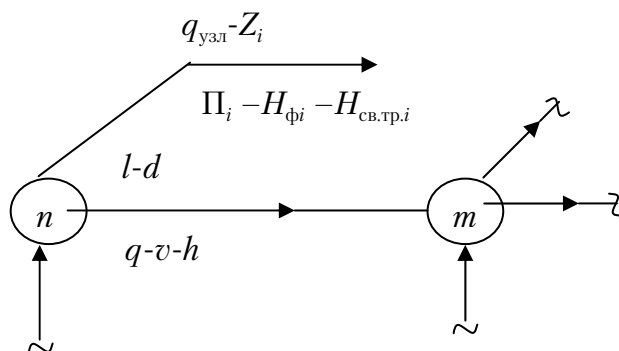


Рис. 12.8. Размещение результатов расчета:

$L$  – длина, м;  $d$  – диаметр, мм;  $q$  – расход, л/с;  $v$  – скорость, м/с;  
 $h$  – потери напора, м;  $q_{узн}$  – узловой отбор воды, л/с;  $Z_i$  – отметка поверхности земли, м;  $\Pi_i$  – пьезометрическая отметка, м;  
 $H_{\phi i}$  – фактический напор, м;  $H_{св.тр.i}$  – требуемый свободный напор, м

Схемы окончательного потокораспределения представлены на рис. 12.9; 12.10; 12.11.

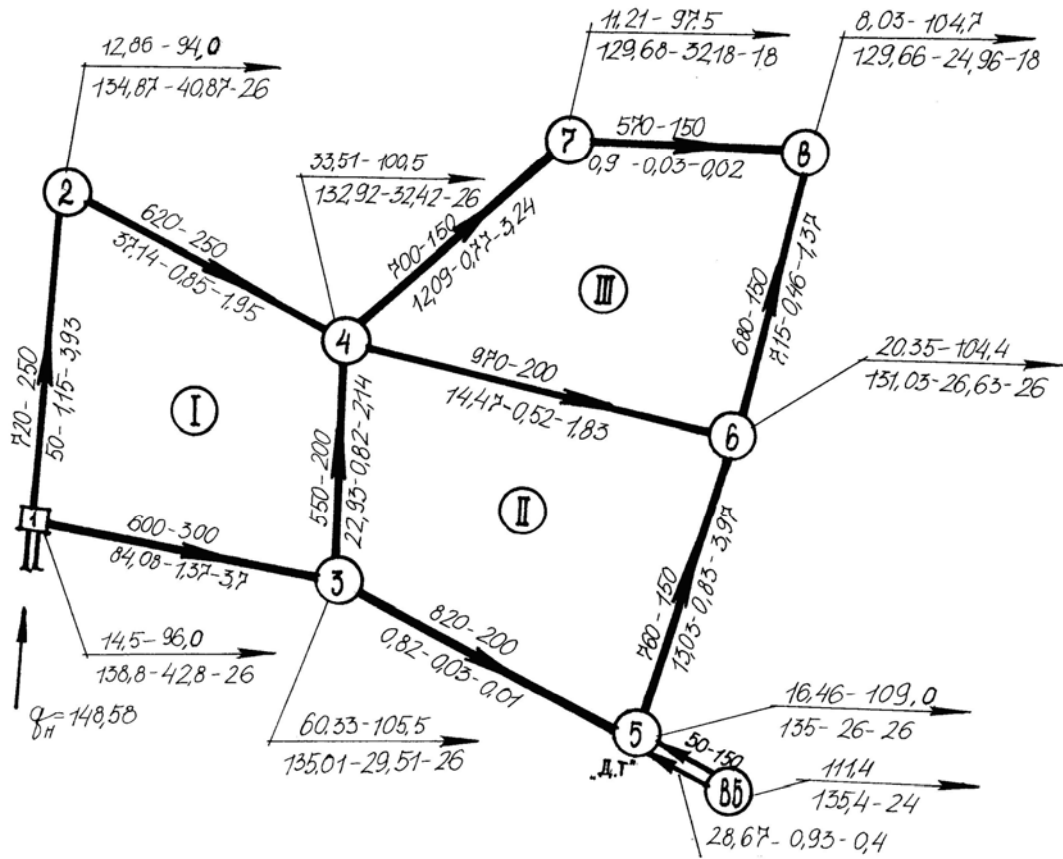


Рис. 12.9. Схема окончательного потокораспределения в час максимального водопотребления

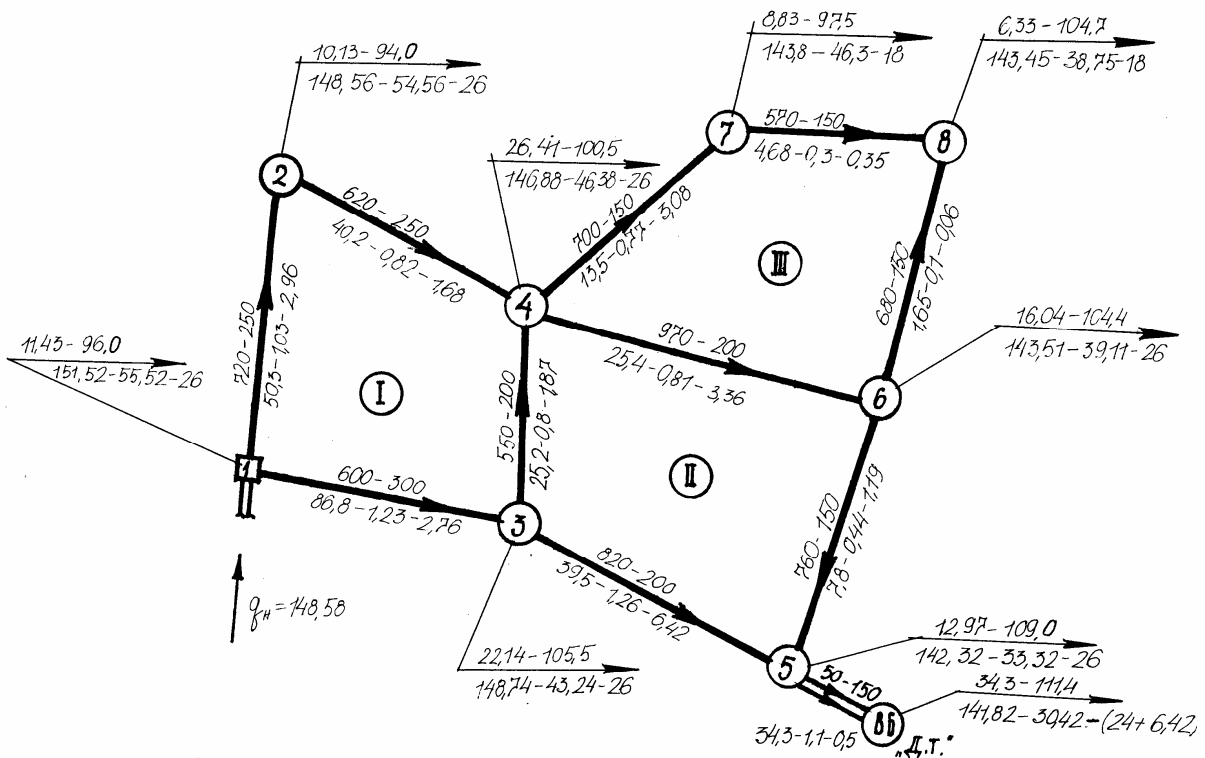


Рис. 12.10. Схема окончательного потокораспределения в час транзита

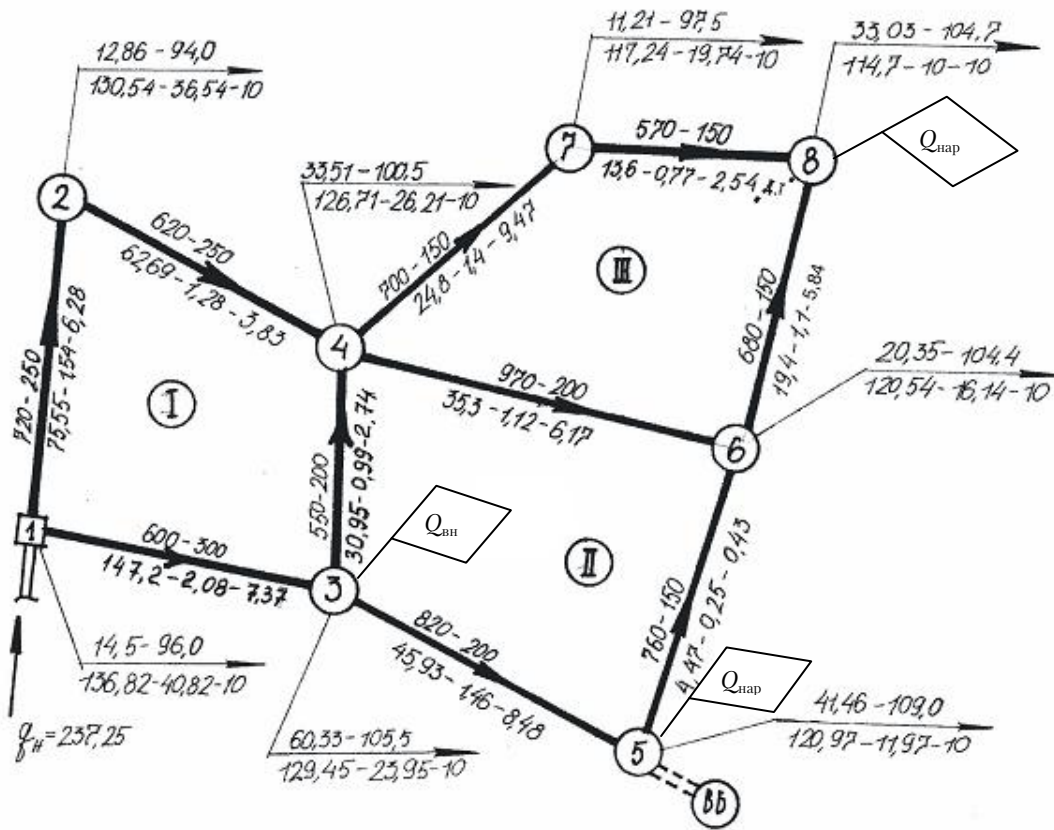


Рис. 12.11. Схема окончательного потокораспределения в час пожара

По данным расчета строятся графики пьезометрических линий. Для всех расчётных случаев графики выполняются от РЧВ и до НС II, по водоводам, характерным участкам магистральной сети, включающих обязательно диктующие точки, а также до ВБ (рис. 12.12). Характерное направление выполняется по участкам: РЧВ – НС II – 1 – 2 – 4 – 7 – 8 – 6 – 5 – ВБ. Графическое изображение со всеми диктующим точками представлено на рис. 12.12.

Для часа максимального водопотребления диктующей точкой является 5 узел, для час транзита – верхний слой воды в ВБ, для часа пожара в час максимального водопотребления диктующей точкой является узел 8.

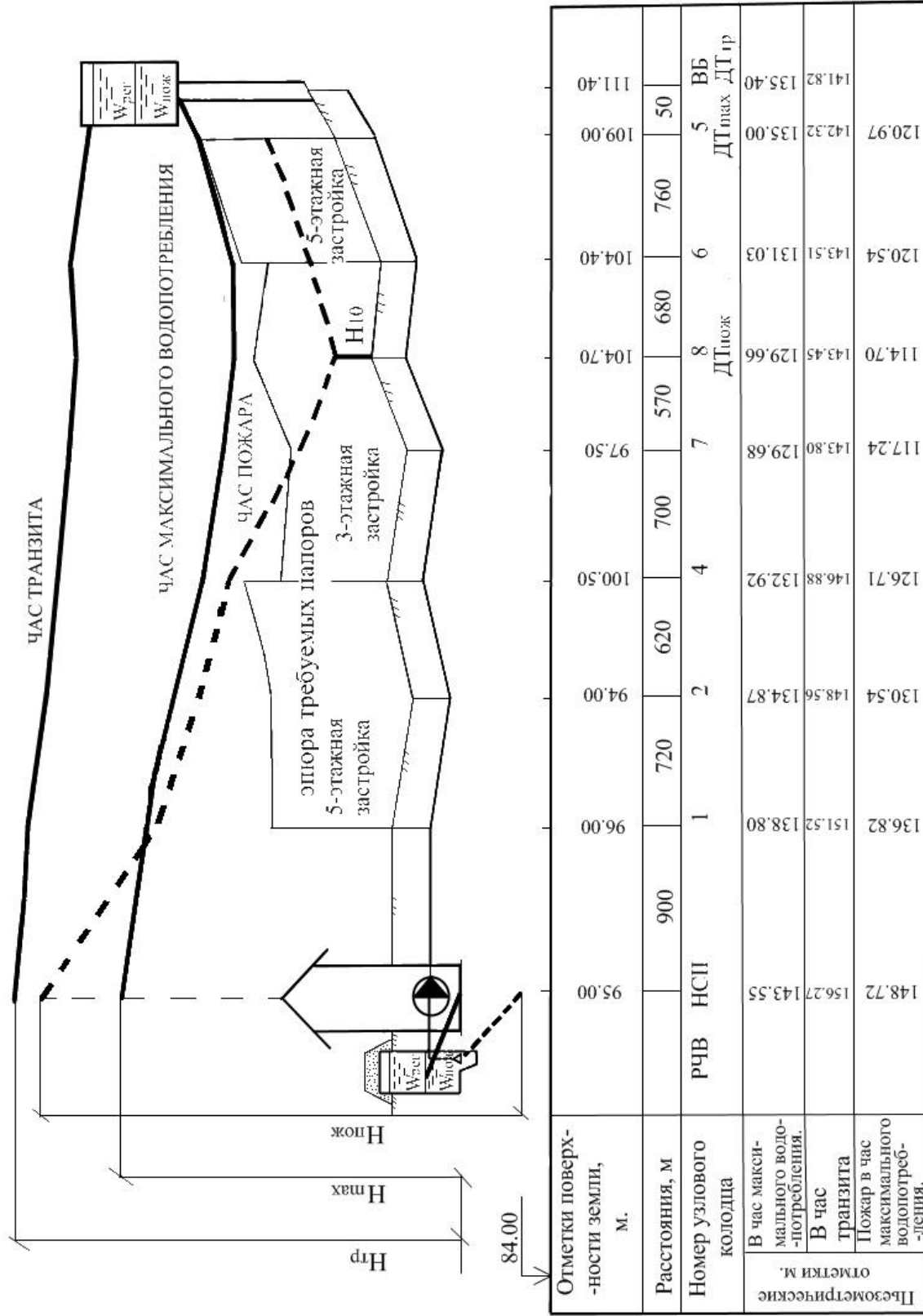


Рис. 12.12. График пьезометрических линий

## 12.12. Подбор насосов насосной станции II подъема

Для подбора насосов НС II необходимо определить подачу насосов и напор.

Согласно ступенчатому графику (см. рис. 12.2), в час максимального водопотребления на НС II работает три насоса.

Подача одного насоса (см. рис.12.3) составляет 1,8% от  $Q_{сут\ max}$   
 $q_H^I \approx 185 \text{ м}^3/\text{ч} = 51,4 \text{ л/с}$ .

При параллельной работе трех насосов подача одного насоса возрастает на 20%, т. е.  $q_H^I = 220 \text{ м}^3/\text{ч} = 62 \text{ л/с}$ . При пожаре расход НС II увеличивается и составляет  $854 \text{ м}^3/\text{ч} = 237,25 \text{ л/с}$  (см. рис.12.11).

Следовательно, при работе трех насосов в случае пожара подача одного насоса составит:

$$q_H^{\text{пож}} = 1,2 \cdot \frac{854}{3} = 342 \text{ м}^3/\text{ч} = 95 \text{ л/с}.$$

Поэтому при пожаре дополнительно включается еще один насос, тогда подача одного насоса при пожаре составит

$$q_H^{\text{пож}} = 1,25 \cdot \frac{854}{4} = 267 \text{ м}^3/\text{ч} = 74 \text{ л/с}.$$

Напор насосов определяется по формуле

$$H = \Pi_{\text{н.ст}} - Z + h_{\text{н.ст}}, \quad (12.27)$$

где  $\Pi_{\text{н.ст}}$  – пьезометрическая отметка в месте расположения НС II, м;

$Z$  – отметка расчетного уровня в РЧВ, м;

$h_{\text{н.ст}}$  – потери напора во всасывающей линии и в коммуникациях внутри НС II.

Пьезометрическая отметка у НС II определяется по формуле

$$\Pi_{\text{н.ст}} = \Pi_1 + h_{\text{вод}}, \quad (12.28)$$

где  $\Pi_1$  – пьезометрическая отметка в узле 1 (см. рис.12.9 – 12.11), м;

$h_{\text{вод}}$  – потери напора в водоводах, м.

Пьезометрические отметки у НС II:

в час максимального водопотребления  $\Pi_{\text{н.ст}}^{\text{max}} = 138,8 + 4,75 = 143,55 \text{ м}$ ;

в час транзита  $\Pi_{\text{н.ст}}^{\text{TP}} = 151,52 + 4,75 = 156,27 \text{ м}$ ;

в час пожара  $\Pi_{\text{н.ст}}^{\text{max}} = 136,82 + 11,9 = 148,72 \text{ м}$ .

## 13. КОНСТРУИРОВАНИЕ СЕТИ

В этом разделе рассматривается устройство водопроводной сети. Обосновываются глубина заложения труб, а также расстановка необходимой запорной, водоразборной, регулирующей и предохранительной арматуры.

При проектировании водопроводной сети после определения диаметров труб производится детализация сети, то есть составляется её монтажная схема.

На схеме в условных обозначениях наносятся фасонные части и арматура, а также определяются размеры колодцев.

На основании детализации сети составляется спецификация – перечень количества труб каждого размера, задвижек, пожарных гидрантов и другой арматуры, типов и количества фасонных частей, размеров и количества колодцев. По спецификации определяются затраты на строительство водопроводной сети.

### 13.1. Трубы и фасонные части, используемые при устройстве водопроводной сети

Основным элементом водопроводной сети являются трубы. От правильного выбора материала труб зависят стоимость строительства и эксплуатация сети.

Выбор материала труб следует производить на основании рекомендаций [1, п.8. 21].

При устройстве водопроводной сети могут использоваться чугунные, стальные, асбестоцементные, железобетонные и пластмассовые напорные трубы.

*Чугунные* трубы выпускают по ГОСТ 9583–75\* диаметром 65–1000 мм, длиной 2–6 м, они имеют раструбное соединение (раструб одной трубы соединяется с гладким концом другой трубы). В зависимости от толщины стенок и испытательного давления чугунные трубы подразделяются на три класса – ЛА, А и Б.

Размеры и масса труб представлены в табл. 13.1.

Таблица 13.1

Размеры и масса чугунных труб и раструбов

Условный проход, мм	Размеры цилиндрической части, мм,				Масса, кг			
	Наружный диаметр	Толщина стенки			1 м трубы (без раструба) класса			раструба
		ЛА	А	Б	ЛА	А	Б	
65	81	6,7	7,4	8	11,3	12,4	13,3	4,1
80	98	7,2	7,9	8,6	14,9	16,2	17,5	4,9
100	118	7,5	8,3	9	18,9	20,8	22,3	6,3
125	144	7,9	8,7	9,5	24,5	26,8	29,1	7,8
150	170	8,3	9,2	10	30,5	33,7	36,4	10,2
200	222	9,2	10,1	11	44,6	48,7	52,9	14,6
250	274	10	11	12	60,1	65,9	71,6	20
300	326	10,8	11,9	13	77,6	85,2	92,7	26
350	378	11,7	12,8	14	97,6	106,5	116,1	31,9
400	429	12,5	13,8	15	118,5	130,5	141,4	40,9
500	532	14,2	15,6	17	167,5	183,5	199,4	59,6
600	635	15,8	17,4	19	222,9	244,8	266,6	79,5
700	738	17,5	19,3	21	287,2	316	342,9	102
800	842	19,2	21,1	23	359,8	394,6	429	136
900	945	20,8	22,9	25	437,8	480,9	523,9	174
1000	1048	22,5	24,8	27	525,6	578	627,9	222

Достоинствами чугунных труб являются большой срок службы, так как они менее подвержены коррозии по сравнению со стальными; простота монтажа благодаря наличию широкого ассортимента чугунных фасонных частей. К основным недостаткам чугунных труб относятся: большая масса, пониженная сопротивляемость динамическим нагрузкам.

Монтаж водопроводных сетей из чугунных труб производится с помощью чугунных фасонных частей, выпускаемых по ГОСТ 5525–88.

Фасонные части позволяют изменять направление труб как в горизонтальной, так и вертикальной плоскости. С их помощью на водопроводных сетях в колодцах устанавливают необходимую арматуру.

Наиболее распространённые фасонные части и их условные обозначения представлены в табл. 13.2.

Для определения размеров водопроводных колодцев необходимо знать размеры фасонных частей.

Эскизы фасонных частей представлены на рис.13.1-13.11.

На данных рисунках в условных обозначениях показаны основные размеры фасонных частей.

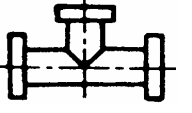



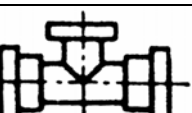

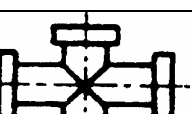

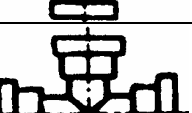

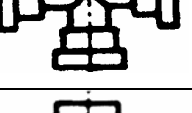



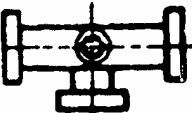





Для каждой фасонной части в соответствии с ГОСТ 5525–88 в табл. 13.3-13.6 указаны размеры фасонных частей в мм и масса в кг.





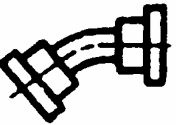













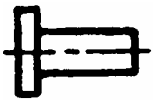



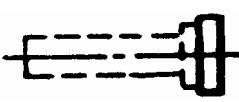

Данные чугунные фасонные части применяются для соединения чугунных, стальных и асбестоцементных трубопроводов.

Таблица 13.2



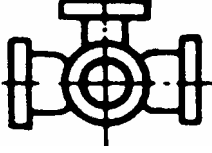

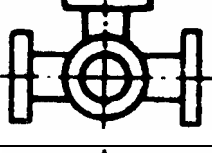

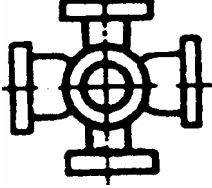
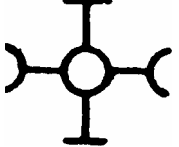
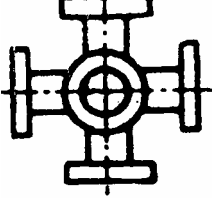
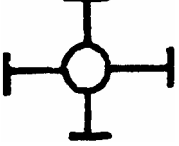
Фасонные части чугунных водопроводных труб

Наименование	Эскиз	Обозначение на схемах	Обозначение в документах
1	2	3	4
1. Тройник фланцевый			ТФ
2. Тройник раструбный			ТР
3. Тройник раструб – фланец			ТРФ
4. Крест фланцевый			КФ
5. Крест раструбный			КР
6. Крест раструб – фланец			КРФ
7. Выпуск фланцевый			ВФ
8. Выпуск раструбный			ВР
9. Колено фланцевое			УФ

Продолжение табл. 13.2

1	2	3	4
10. Колено рас- трубное			УР
11. Колено рас- труб – гладкий конец			УРГ
12. Отвод рас- трубный			ОР
13. Отвод раструб – гладкий конец			ОРГ
14. Переход флан- цевый			ХФ
15. Переход рас- труб – фланец			ХРФ
16. Переход рас- трубный			ХР
17. Переход рас- труб – гладкий конец			ХРГ
18. Патрубок фланец – раструб			ПФР
19. Патрубок фла- нец – гладкий конец			ПФГ
20. Двойной рас- труб			ДР
21. Заглушка фланцевая			ЗФ

Окончание табл. 13.2

1	2	3	4
22. Пожарная подставка раструбная			ППР
23. Тройник раструб – фланец с пожарной подставкой			ППТРФ
24. Тройник фланцевый с пожарной подставкой			ППТФ
25. Крест фланец – раструб с пожарной подставкой			ППКРФ
26. Крест фланцевый с пожарной подставкой			ППКФ

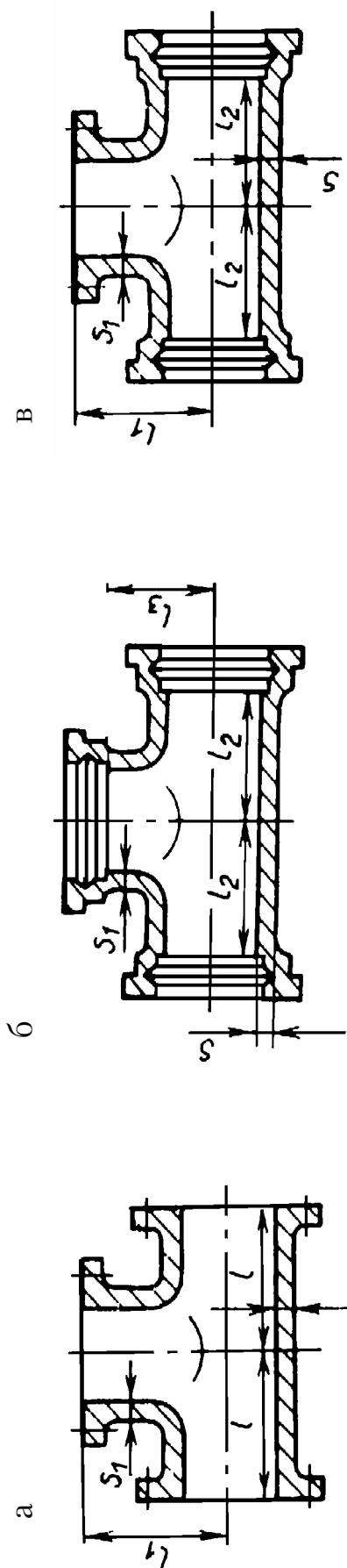


Рис. 13.1. Условные размеры тройников:  
 а – фланцевый; б – раструбный; в – раструб–фланец

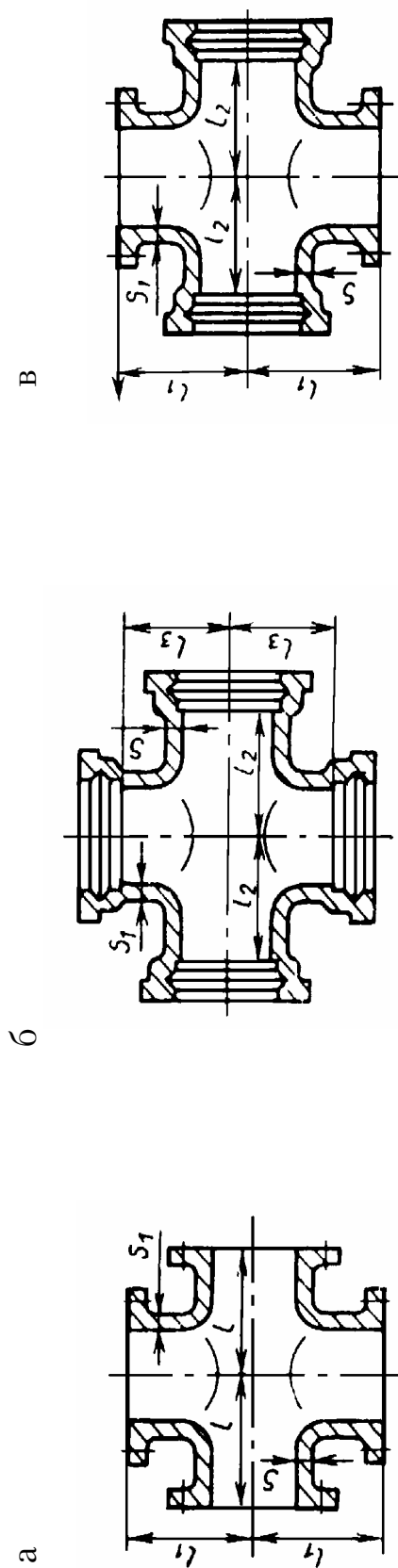


Рис. 13.2. Условные размеры крестов:  
 а – фланцевый; б – раструбный; в – раструб – фланец

Таблица 13.3

## Размеры тройников и крестов

1	Условный проход $D_0$ , мм		Условный проход отрезка $d_0$ , мм																Наружный диаметр $D_n$ ствола		Толщина стенки $S$ ствола				
	2	Обозначение размеров	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
65	$l$		140																						
	$l_1$		140																						
	$l_2$		115																						
	$l_3$		115																						
	$S_1$		9																						
80	$l$		150	150																					
	$l_1$		150	150																					
	$l_2$		125	125																					
	$l_3$		115	125																					
	$S_1$		9	10																					
100	$l$		200	200	200																				
	$l_1$		150	175	200																				
	$l_2$		125	125	150																				
	$l_3$		125	125	150																				
	$S_1$		9	10	10																				

Продолжение табл. 13.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
125	$l$	225	225	225	225																
	$l_1$	175	175	175	225															144	11
	$l_2$	140	150	150	200																
	$l_3$	140	150	150	200																
	$S_1$	9	10	10	11																
150	$l$	250	250	250	250	250															
	$l_1$	200	200	200	200	250														170	11
	$l_2$	140	150	150	200	200															
	$l_3$	150	150	150	200	200															
	$S_1$	9	10	10	11	11															
200	$l$	300	300	300	300	300	300														
	$l_1$	225	225	225	225	225	300													222	13
	$l_2$	140	150	200	200	200	250														
	$l_3$	200	200	200	200	200	250														
	$S_1$	9	10	10	11	11	13														
250	$l$		300	300	300	300	300	300													
	$l_1$		250	250	250	250	275	300													
	$l_2$		150	200	200	200	250	250												274	14
	$l_3$		200	200	250	250	250	250													
	$S_1$		10	10	11	11	13	14													
300	$l$		300	300	300	300	300	300	300												
	$l_1$		275	275	275	275	300	300													
	$l_2$		150	200	200	200	250	250												326	15
	$l_3$		250	250	250	250	250	250													
	$S_1$		10	10	11	11	13	14													

Продолжение табл. 13.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
350	$l$			300	300	300	300	300	350	350												
	$l_1$			300	300	300	300	325	325	350											378	
	$l_2$			200	200	200	250	250	300	300												16
	$l_3$			250	300	300	300	300	300	300												
	$S_1$			10	11	11	13	14	15	16												
400	$l$			300	300	300	300	300	400	400	400											
	$l_1$			325	325	325	350	350	350	375	400										429	17
	$l_2$			200	200	250	250	250	300	300	300											
	$l_3$			300	300	300	300	300	300	350	350											
	$S_1$			10	11	11	13	14	15	16	17											
450	$l$			300	300	300	300	300	400	400	400	450										
	$l_1$			350	350	350	375	375	400	400	400	450									480	18
	$l_2$			200	200	250	250	250	300	300	400	400										
	$l_3$			300	350	350	350	350	350	350	350	400										
	$S_1$			10	11	11	13	14	15	16	17	18										
500	$l$			300	300	300	300	400	400	400	400	500	500									
	$l_1$			375	375	375	400	400	425	425	425	450	500								532	19
	$l_2$			200	200	250	250	250	300	300	400	400	400									
	$l_3$			350	350	350	350	350	350	400	400	400	400									
	$S_1$			12	12	12	13	14	15	16	17	18	19									
600	$l$					300	300	400	400	400	400	500	500	550								
	$l_1$					450	450	450	475	475	475	500	500	550							635	21
	$l_2$					250	250	300	300	400	400	400	400	450								
	$l_3$					400	400	400	400	450	450	450	450	450								
	$S_1$					14	14	14	15	16	17	18	19	21								

Окончание табл. 13.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
700	$l$	400	400	400	400	400	400	400	400	400	500	500	500	600	600							
	$l_1$	500	500	525	525	500	500	500	525	525	500	550	550	550	600	600				738		
	$l_2$	250	300	300	300	400	400	300	300	400	400	450	400	400	500	550						24
	$l_3$	450	450	450	450	500	500	450	450	500	500	500	500	500	500	550						
	$S_1$	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	18	19	21	24						
800	$l$	400	400	400	400	500	400	400	400	500	500	500	500	500	700	700						
	$l_1$	550	550	575	575	500	500	550	575	575	575	600	600	600	625	700						
	$l_2$	300	300	300	300	400	300	300	300	400	400	400	500	500	500	600					842	26
	$l_3$	500	500	550	550	500	500	500	550	550	550	550	550	550	550	600						
	$S_1$	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	19	19	21	24						
900	$l$	400	400	400	400	500	400	400	400	500	500	500	500	500	700	700						
	$l_1$	600	625	625	625	625	650	625	625	625	650	650	650	650	675	700						
	$l_2$	300	300	300	300	400	300	300	300	400	400	400	500	500	500	600					945	28
	$l_3$	550	550	600	600	600	600	550	600	600	600	600	600	600	600	600						
	$S_1$	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21	24						
1000	$l$							500	500	500	500	500	700	700	700	700						
	$l_1$							675	675	675	700	700	700	700	725	750						
	$l_2$							400	400	400	400	400	500	500	600	600					1048	30
	$l_3$							600	650	650	650	650	650	650	650	700						
	$S_1$							21	21	21	21	21	21	21	21	24						
1200	$l$								500	500	500	700	700	700	700	800						
	$l_1$								800	800	800	800	825	825	850	900						
	$l_2$								400	400	400	400	500	500	600	600						
	$l_3$								750	750	750	750	750	750	750	800						
	$S_1$								24	24	24	24	24	24	24	26						

Примечания: 1. Размеры тройников и крестов указаны в мм.

2. Обозначения размеров следует увязывать с рис. 13.1 и 13.2.



Таблица 13.4

## Масса тройников и крестов

1	2	Масса тройников и крестов, кг, при условном проходе отрезка $d_0$ , мм																			
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
65	ТФ	15,2																			
	ТРФ	16,7																			
	ТР	17,4																			
	КФ	19,7																			
	КРФ	21,2																			
80	КР	22,6																			
	ТФ	18,6	20,0																		
	ТРФ	19,9	21,3																		
	ТР	20,5	22,0																		
	КФ	23,1	25,9																		
100	КРФ	24,4	27,2																		
	КР	25,6	28,8																		
	ТФ	23,5	25,0	26,6																	
	ТРФ	23,7	25,4	28,3																	
	ТР	24,5	25,6	29,1																	
1200	КФ	27,4	31,2	34,3																	
	КРФ	28,1	31,6	36,0																	
	КР	29,6	31,9	37,6																	

Продолжение табл. 13.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
125	ТФ	31,5	32,8	33,6	37,6														
	ТРФ	31,7	33,6	34,4	41,7														
	ТР	32,3	34,3	35,9	43,8														
	КФ	36,1	38,7	40,4	48,3														
	КРФ	36,3	39,5	41,2	52,4														
150	КР	37,4	40,8	44,1	56,6														
	ТФ	39,2	40,8	41,7	44,0	48,0													
	ТРФ	37,2	39,4	40,3	46,6	50,6													
	ТР	37,6	39,5	41,1	49,5	51,9													
	КФ	44,1	46,8	48,6	53,3	59,0													
200	КРФ	42,0	45,4	47,2	55,9	63,9													
	КР	42,7	45,8	48,9	61,7	66,6													
	ТФ	62,4	63,6	64,4	66,7	68,5	78,3												
	ТРФ	51,2	53,6	60,6	62,9	64,7	80,7												
	ТР	51,9	54,4	62,5	65,4	67,5	81,9												
250	КФ	67,1	69,6	71,3	75,7	79,4	98,9												
	КРФ	55,9	59,6	67,5	71,9	75,6	101												
	КР	57,4	61,0	70,4	76,1	80,2	104												
	ТФ		82,2	83,0	85,1	86,9	93,2	101											
	ТРФ		71,5	80,6	82,8	83,6	99,1	107											
300	ТР		71,7	81,4	85,7	87,8	102	110											
	КФ		88,1	89,7	94,0	97,5	110	125											
	КРФ		77,4	86,5	91,4	94,0	116	132											
	КР		77,7	88,4	97,4	102	122	137											
	ТФ		100	101	103	105	111	116	120										
300	ТРФ		90,7	102	105	106	123	128	143										
	ТР		91,7	104	107	109	124	131	155										
	КФ		106	108	112	115	127	137	147										
	КРФ		96,9	108	113	116	139	149	169										
	КР		98,2	112	117	121	142	155	192										

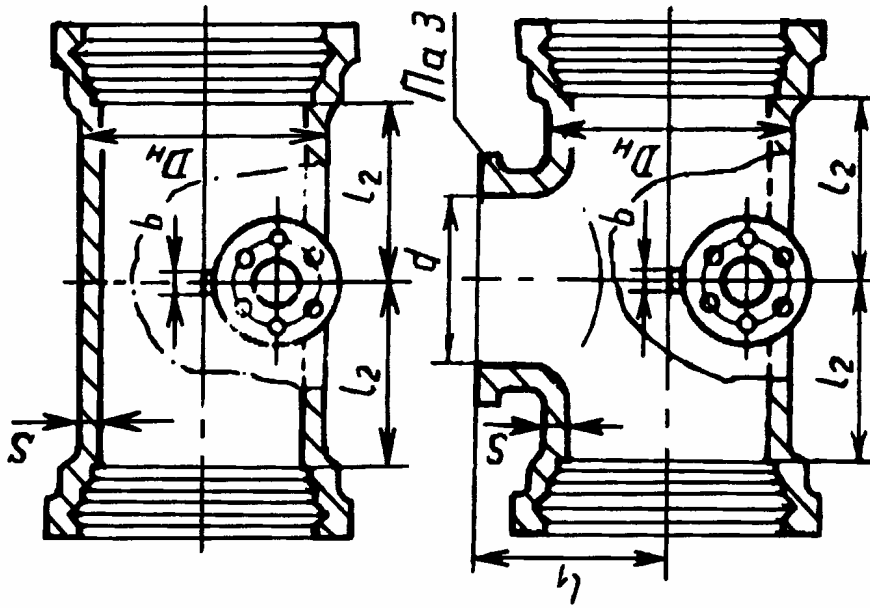
Продолжение табл. 13.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
350	ТФ			126	128	130	134	140	157	168										
	ТРФ			127	129	130	148	154	172	183										
	ТР			128	132	134	153	160	181	190										
	КФ			132	136	140	148	161	182	204										
	КРФ			134	138	141	162	175	196	216										
400	КР			135	143	148	171	185	214	233										
	ТФ			153	156	157	162	167	202	213	226									
	ТРФ			155	156	174	179	185	204	214	243									
	ТР			156	157	175	180	186	209	224	252									
	КФ			159	163	166	178	187	226	247	273									
450	КРФ			160	164	184	195	204	228	247	290									
	КР			162	167	186	196	208	239	267	307									
	ТФ			175	177	179	184	188	233	240	248	283								
	ТРФ			182	184	204	210	214	238	246	294	308								
	ТР			182	186	207	212	219	245	253	301	321								
500	КФ			182	186	188	200	208	258	273	289	340								
	КРФ			188	192	214	223	234	265	279	334	364								
	КР			188	192	220	229	243	276	292	348	389								
	ТФ			206	208	209	214	261	272	274	283	337	359							
	ТРФ			217	219	243	247	251	280	286	339	349	370							
600	ТР			219	221	245	249	254	283	297	351	362	376							
	КФ			213	216	219	229	281	293	306	322	386	430							
	КРФ			224	228	253	263	271	305	318	378	398	442							
	ТФ					273	277	338	343	353	357	425	434	498						
	ТРФ					324	328	360	365	430	437	448	455	520						
600	ТР					329	334	367	374	446	453	462	477	525						
	КФ					285	287	357	367	379	394	470	489	583						
	КРФ					336	343	378	388	440	474	490	510	609						
600	КР					338	345	384	395	481	499	517	544	630						

Окончание табл. 13.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
700	ТФ					440	442	447	451	455	539	548	555	649	699				
	ТРФ					431	435	476	481	563	569	578	585	679	768				
	ТР					432	435	479	484	574	582	590	602	704	803				
800	КФ					453	459	465	473	482	572	588	603	713	814				
	КРФ					443	450	495	503	590	603	618	633	743	883				
	КР					445	452	500	510	611	627	644	667	794	952				
900	ТФ						562	566	570	672	675	681	689	901	930	1003			
	ТРФ						592	595	597	701	705	707	812	833	960	1033			
	ТР						592	597	608	712	718	724	831	853	985	1048			
1000	КФ						579	585	594	700	708	719	731	966	1024	1171			
	КРФ						609	615	617	729	738	739	857	897	1054	1201			
	КР						609	618	641	750	762	774	891	935	1103	1230			
1200	ТФ						672	678	680	801	809	811	814	1064	1090	1134	1254		
	ТРФ						737	744	745	867	874	876	996	1013	1155	1199	1320		
	ТР						736	742	753	876	881	888	1012	1030	1180	1214	1352		
1000	КФ						689	702	705	830	847	850	857	1123	1177	1262	1445		
	КРФ						755	768	770	896	912	915	1039	1071	1239	1327	1500		
	КР						753	764	786	916	927	939	1072	1107	1289	1357	1560		
1000	ТФ							956	958	962	971	972	1253	1264	1297	1351	1523	1570	
	ТРФ							1056	1058	1062	1071	1073	1214	1225	1397	1451	1623	1670	
	ТР							1054	1065	1071	1079	1083	1230	1243	1412	1467	1655	1725	
1000	КФ							980	983	990	1010	1011	1295	1317	1392	1491	1695	1784	
	КРФ							1080	1083	1090	1110	1111	1256	1278	1481	1591	1794	1882	
	КР							1076	1097	1110	1124	1134	1288	1314	1511	1621	1860	1984	
1200	ТФ								1311	1314	1318	1698	1707	1712	1729	1966	1989	2409	2603
	ТРФ								1427	1430	1434	1435	1633	1638	1844	1885	2105	2146	2624
	ТР								1430	1434	1440	1444	1640	1654	1860	1908	2137	2196	2935
1200	КФ								1343	1348	1357	1736	1755	1765	1798	2085	2130	2591	2960
	КРФ								1459	1464	1473	1473	1681	1691	1914	2012	2246	2328	3001
	КР								1464	1472	1484	1494	1695	1721	1944	2042	2311	2428	2998

б



а

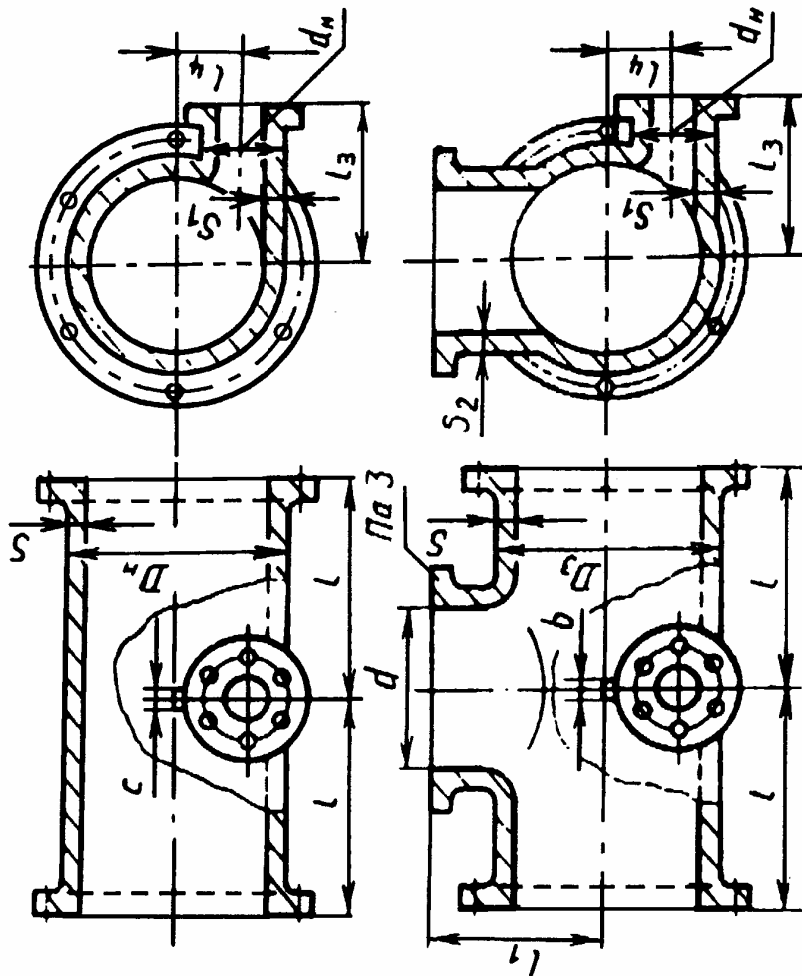


Рис. 13.3. Условные размеры выпусков:  
а – фланцевого; б – раструбного

Таблица 13.5

## Размеры и масса выпусков

Условный проход, мм		Размеры выпуска, мм													Масса выпуска, кг	
стволов $D_0$	отростка $d_0$	$d$	$D_n$	$d_n$	$S$	$S_1$	$S_2$	$l$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$b$	фланцевого	раструбного	
250	100 150	-	274 274	118 170	14 14	10 11	-	300 300	-	250 250	250 250	75 50	14 14	83,1 86,8	80,6 84,2	
300	100 150	-	326 326	118 170	15 15	10 11	-	300 300	-	250 250	275 275	100 75	15 15	101 104	103 107	
350	100 150	-	378 378	118 170	16 16	10 11	-	300 300	-	250 250	300 300	124 99	16 16	125 128	128 131	
400	100 150	-	429 429	118 170	17 17	10 11	-	300 300	-	250 250	325 325	149 124	17 17	153 156	153 172	
450	100 150	-	480 480	118 170	18 18	10 11	-	300 300	-	250 250	350 375	174 149	18 18	175 178	182 203	
500	100 150	500 500	532 532	118 170	19 19	12 12	19 19	500 500	500 500	400 400	375 425	201 175	19 19	264 267	276 301	
600	150 200	600 600	635 635	170 222	21 21	14 14	21 21	550 550	550 550	450 450	425 450	227 201	20 20	331 334	382 385	
700	150 200	600 600	738 738	170 222	24 24	16 16	21 21	600 600	550 550	500 500	450 500	279 253	20 20	475 478	467 471	
800	200 300	600 600	842 842	222 326	26 26	18 18	21 21	700 700	625 625	500 500	525 575	305 353	22 25	580 585	617 624	
900	200 300	600 600	945 945	222 326	28 28	20 20	21 21	700 700	675 675	500 500	575 625	356 304	24 26	670 675	751 756	
1000	300 400	600 600	1048 1048	326 429	30 30	21 21	21 21	700 700	725 725	500 500	675 700	326 304	26 26	918 927	1047 1055	
1200	300 400	600 600	1256 1256	326 429	34 34	24 24	24 24	700 700	825 825	500 500	750 800	460 408	26 28	1215 1221	1388 1394	

Примечание. Обозначения размеров выпусков следует увязывать с рис. 13.3.

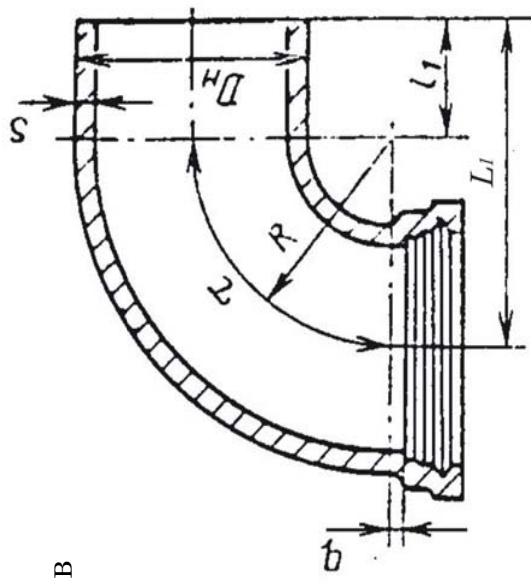
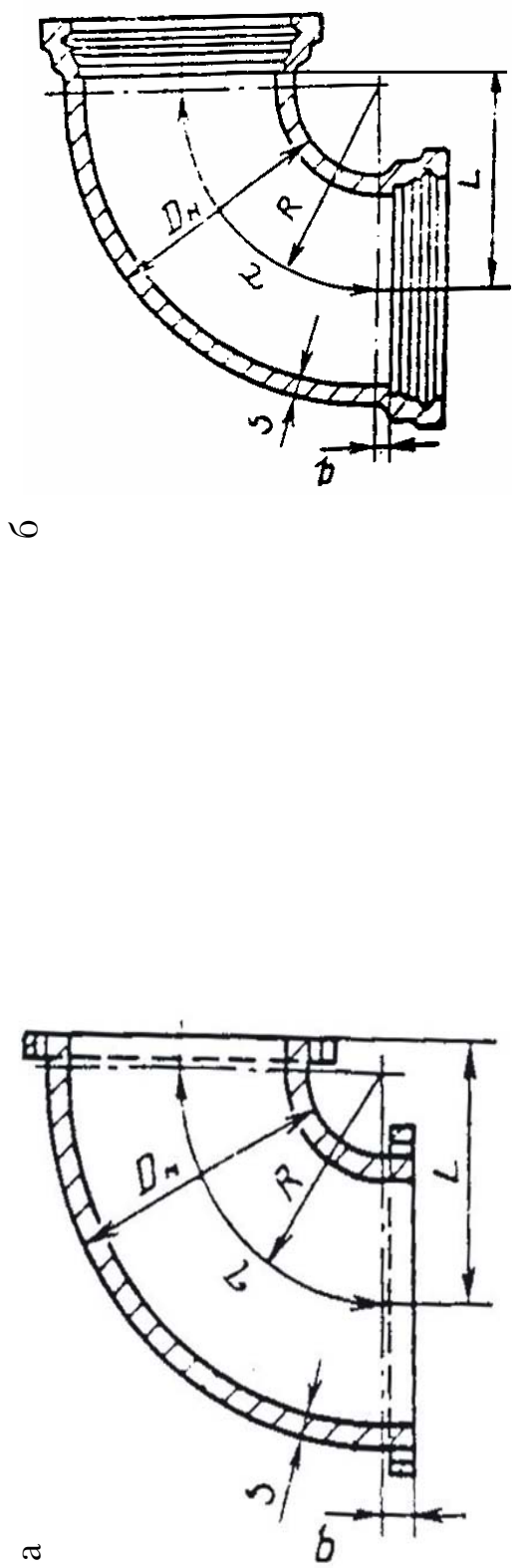


Рис. 13.4. Условные размеры колен: а – колено фланцевое; б – колено раструбное; в – колено раструб – гладкий конец

Таблица 13.6

## Размеры и масса колен

Условный проход $D_{ор}$ мм	Размеры колена, мм										Масса колена, кг		
	$S$	$D_n$	$r$	$q$	$L$	$L_1$	$l$	$l_1$	$2q+l$	$q+l+l_1$	флан- цевого	раструб- ного	раструба - гладкого конца
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
65	9	81	108	30	138	338	168	230	228	428	10,4	12,6	11,3
80	10	98	120	30	150	350	188	230	248	448	13,0	15,5	14,2
100	10	118	160	40	200	400	251	240	331	531	17,2	21,4	19,6
125	11	144	185	40	225	425	291	240	371	571	24,3	30,1	27,9
150	11	170	210	40	250	450	330	240	410	610	31,1	37,7	35,0
200	13	222	260	40	300	500	408	240	488	688	50,8	59,4	57,2
250	14	275	260	40	300	500	408	240	488	688	67,1	81,3	77,5
300	15	326	260	40	300	500	408	240	488	688	82,5	105	99,8
350	16	378	300	50	350	550	471	250	571	771	115	143	136
400	17	429	350	50	400	600	550	250	650	850	155	188	178
450	18	480	400	50	450	650	628	250	728	928	193	237	226
500	19	532	450	50	500	700	707	250	807	1007	245	301	284
600	21	635	490	60	550	850	770	360	890	1190	347	427	432
700	24	738	540	60	600	900	848	360	968	1268	494	602	607
800	26	842	640	60	700	1000	1005	360	1125	1425	704	831	830
900	28	945	680	70	750	1050	1068	370	1208	1508	893	1076	1067
1000	30	1048	730	70	800	1100	1147	370	1287	1587	1133	1872	1340
1200	34	1256	920	80	1000	1300	1445	380	1605	1905	1852	2137	2121

Примечание. Обозначения размеров колен следует увязывать с рис. 13.4.



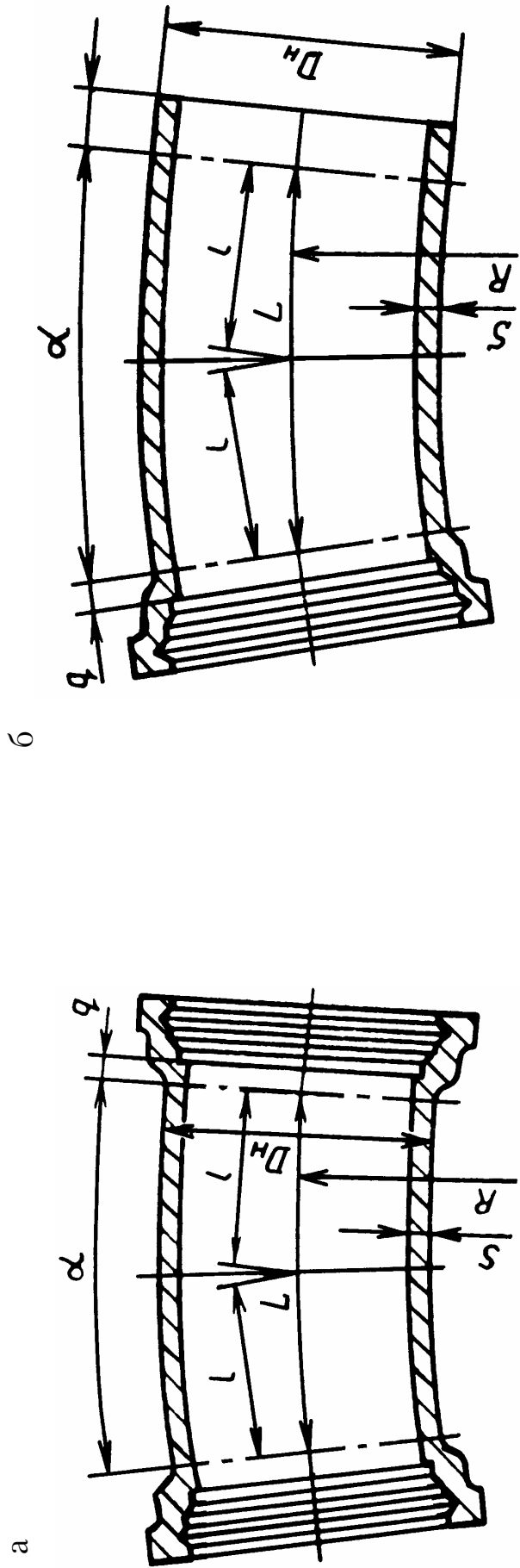


Рис. 13.5. Условные размеры отводов:  
 а – раструбный; б – раструб – гладкий конец

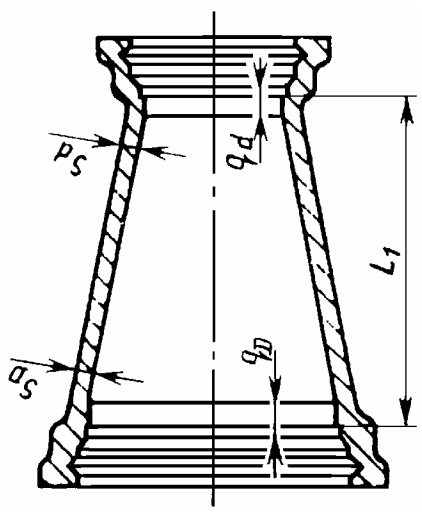
Таблица 13.7

## Размеры и масса отводов

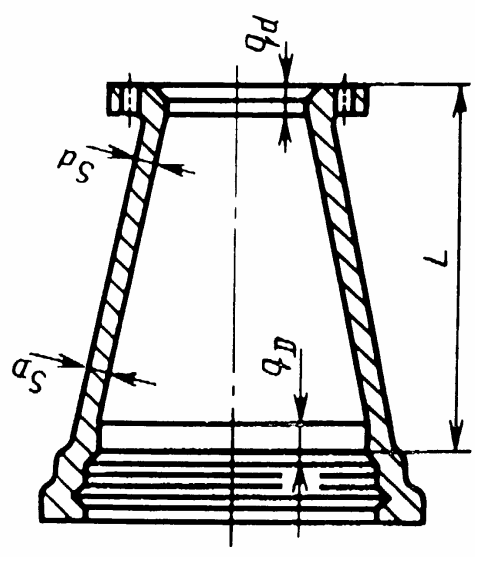
Условный проход $D_o$ , мм	Размеры отвода, мм												Масса отвода, кг					
	$S$	$D_n$	$q$	$l_1$	Отвод $\alpha=10^\circ$		Отвод $\alpha=15^\circ$		Отвод $\alpha=30^\circ$		Отвод $\alpha=45^\circ$		$L$	$2q+L$	$q+L+l_1$	раструбного	раструба - гладкого конца	
					$r$	$l$	$r$	$l$	$r$	$l$	$r$	$l$						
65	9	81	30	75	918	85	85	645	85	323	86	215	89	168	228	278	12,6	8,9
80	10	98	30	75	1080	95	95	720	96	360	96	240	99	188	248	293	15,4	11,1
100	10	118	40	80	1440	126	127	960	129	480	129	320	132	251	331	371	21,4	15,7
125	11	144	40	80	1665	146	147	1110	149	555	149	370	153	291	371	411	30,1	22,6
150	11	170	40	85	1890	165	166	1260	169	630	169	420	174	330	410	455	37,7	28,8
200	13	222	40	85	2340	205	206	1560	209	780	209	520	215	408	488	533	59,4	47,5
250	14	274	40	90	2340	205	206	1560	209	780	209	520	215	408	488	538	81,3	65,0
300	15	326	40	95	2340	205	206	1560	209	780	209	520	215	408	488	543	105	84,4
350	16	378	50	100	2700	236	238	1800	241	900	241	600	248	471	571	621	143	116
400	17	429	50	100	3150	276	277	2100	281	1050	281	700	290	550	650	700	188	154
450	18	480	50	105	3600	315	317	2400	322	1200	322	800	331	628	728	783	237	198
500	19	532	60	105	4050	354	356	2700	362	1350	362	900	373	707	807	862	301	252
600	21	635	60	115	4410	386	388	2940	394	1470	394	980	406	770	890	945	427	360
700	24	738	60	120	4860	425	428	3240	434	1620	434	1080	447	848	968	1028	602	513
800	26	842	60	130	5750	504	507	3840	515	1920	515	1280	530	1005	1125	1195	831	720
900	28	945	70	135	6120	536	539	4080	547	2040	547	1360	563	1068	1208	1273	1076	930
1000	30	1048	70	145	6570	575	578	4380	587	2190	587	1460	604	1147	1287	1362	1372	1186
1200	34	1256	80	155	8280	725	729	5520	740	2760	740	1840	762	1445	1605	1680	2157	1910

Примечание. Обозначения размеров отводов следует увязывать с рис. 13.5.

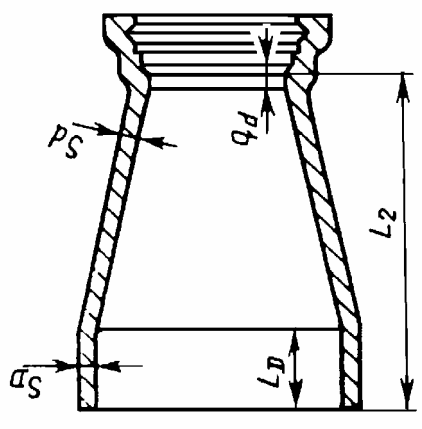
а



в



б



г

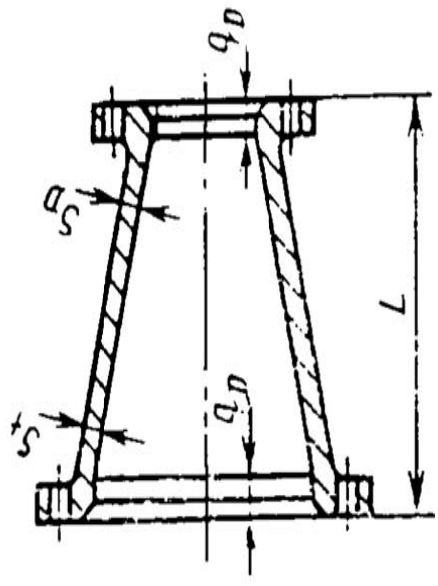


Рис. 13.6. Условные размеры переходов:  
 а – переход раструбный; б – переход раструб – гладкий конец; в – переход раструб – фланец;  
 г – переход фланцевый

Таблица 13.8

## Размеры переходов

		Условный проход $d_0$ , мм																	
Условный проход $D_0$ , мм	Обозначение размеров	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1000
1	2																		
80	$L$	200																	
	$L_1$	200																	
	$L_2$	250																	
100	$L$	250	200																
	$L_1$	250	200																
	$L_2$	300	250																
125	$L$	300	250	200															
	$L_1$	300	250	200															
	$L_2$	350	300	250															
150	$L$		300	250	200														
	$L_1$		300	250	200														
	$L_2$		350	300	250														
200	$L$		400	350	300	250													
	$L_1$		400	350	300	250													
	$L_2$		450	400	350	300													
250	$L$			450	400	350	250												
	$L_1$			450	400	350	250												
	$L_2$			500	450	400	300												

Продолжение табл. 13.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
300	<i>L</i>				500	450	350	250										
	<i>L</i> <sub>1</sub>				500	450	350	250										
	<i>L</i> <sub>2</sub>				550	500	400	300										
350	<i>L</i>					550	450	350	250									
	<i>L</i> <sub>1</sub>					550	450	350	250									
	<i>L</i> <sub>2</sub>					600	500	400	300									
400	<i>L</i>						550	450	350	250								
	<i>L</i> <sub>1</sub>						550	450	350	250								
	<i>L</i> <sub>2</sub>						600	500	400	300								
450	<i>L</i>						650	550	450	350	250							
	<i>L</i> <sub>1</sub>						700	600	500	400	300							
	<i>L</i> <sub>2</sub>						750	650	550	450	350							
500	<i>L</i>							650	550	450	350	250						
	<i>L</i> <sub>1</sub>							700	600	500	400	300						
	<i>L</i> <sub>2</sub>							750	650	550	450	350						
600	<i>L</i>								750	650	550	450	350					
	<i>L</i> <sub>1</sub>								800	700	600	500	400					
	<i>L</i> <sub>2</sub>								850	750	650	500	450					
700	<i>L</i>									850	750	650	550	350				
	<i>L</i> <sub>1</sub>									900	800	700	600	400				
	<i>L</i> <sub>2</sub>									950	850	750	650	450				

Окончание табл. 13.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
800	$L$										950	850	750	550	350			
	$L_1$										1000	900	800	600	400			
	$L_2$										1050	950	850	650	450			
900	$L$												950	750	550	350		
	$L_1$												1000	800	600	400		
	$L_2$												1050	850	650	450		
1000	$L$													950	750	550	350	
	$L_1$													1000	800	600	400	
	$L_2$													1050	850	650	450	
1200	$L$															950	750	550
	$L_1$															1000	800	600
	$L_2$															1050	850	650

Примечания: 1. Размеры переходов указаны в мм.

2. Обозначения размеров переходов следует увязывать с рис. 13.6.

Таблица 13.9

## Масса переходов

Словный проход $D_0$ , мм	Обозначение перехода	Масса переходов, кг, при условном проходе $d_0$ , мм																	
		65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
80	ХРФ	11,35																	
	ХФ	11,25																	
	ХРГ	8,3																	
	ХР	12,5																	
100	ХРФ	14,05	15,1																
	ХФ	11,95	13,0																
	ХРГ	9,9	10,9																
	ХР	15,2	16,3																
125	ХРФ	18,65	19,6	19,2															
	ХФ	15,75	16,7	16,3															
	ХРГ	12,6	13,6	14,1															
	ХР	19,8	20,8	21,3															
150	ХРФ		23,7	23,2	23,9														
	ХФ		20,3	19,9	20,6														
	ХРГ		16,2	16,7	18,2														
	ХР		24,8	25,3	26,8														
200	ХРФ		34,5	33,9	34,7	34,6													
	ХФ		30,2	29,6	30,4	30,3													
	ХРГ		24,6	25,1	26,3	26,6													
	ХР		35,7	36,0	37,6	37,9													

Продолжение табл. 13.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
250	XPФ			48,1	49,1	48,9	48,8											
	XФ			41,0	42,0	41,8	42,7											
	XPI			35,0	36,2	36,4	37,0											
	XP			50,2	52,0	52,2	53,1											
300	XPФ				66,4	66,0	66,2	63,6										
	XФ				55,0	54,6	54,8	52,2										
	XPI				48,4	48,5	49,4	49,1										
	XP				69,3	69,3	70,5	70,7										
350	XPФ					86,1	87,4	84,4	79,2									
	XФ					72,3	73,6	71,0	65,4									
	XPI					63,2	64,9	65,5	63,4									
	XP					89,4	91,7	91,9	90,6									
400	XPФ						112	109	104	98								
	XФ						94,4	92,6	87,2	81,9								
	XPI						83,0	83,3	81,5	78,5								
	XP						116	116	115	112								
450	XPФ						138	137	131	126	119							
	XФ						116	115	109	104	96,6							
	XPI						115	115	113	110	105							
	XP						149	151	150	148	144							
500	XPФ							172	165	160	153	140						
	XФ							144	138	132	125	112						
	XPI							142	139	136	131	124						
	XP							186	186	183	179	173						
600	XPФ								244	238	232	219	206					
	XФ								204	199	192	179	166					
	XPI								205	202	196	189	181					
	XP								266	263	265	253	247					



Окончание табл. 13.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
700	ХРФ ХФ ХРГ ХР									346 292 294 373	338 284 285 368	325 271 277 361	312 257 269 354	275 220 243 331				
800	ХРФ ХФ ХРГ ХР										463 400 388 494	449 385 380 487	434 371 372 480	397 334 346 457	364 291 314 430			
900	ХРФ ХФ ХРГ ХР												589 498 492 620	552 461 471 613	508 417 441 588	452 361 390 542		
1000	ХРФ ХФ ХРГ ХР													740 620 617 804	700 581 589 780	642 522 539 734	556 436 480 679	
1200	ХРФ ХФ ХРГ ХР															1073 920 917 1169	984 831 956 1112	889 787 788 1060

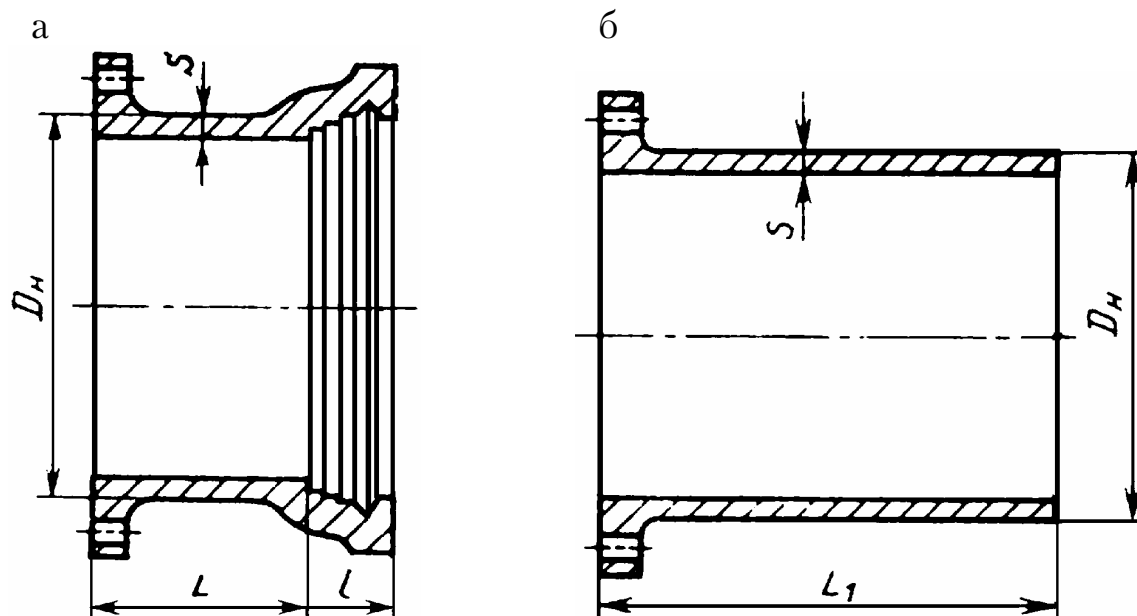


Рис. 13.7. Условные размеры патрубков:  
 а – патрубок фланец – раструб; б – патрубок фланец – гладкий конец

Т а б л и ц а 13.10

Размеры и масса патрубков

Условный проход $D_o$ , мм	Размеры патрубков, мм					Масса патрубка, кг	
	$S$	$D_n$	$l$	$L$	$L_1$	фланца - раструба	фланца - гладкого конца
65	9	81	75	100	300 и 1200	9,2	8,1 и 22,5
80	10	98	75	100	300 и 1200	11,2	10,0 и 28,1
100	10	118	80	100	350 и 1200	13,6	13,1 и 34,0
125	11	144	80	100	350 и 1200	18,2	17,7 и 46,0
150	11	170	85	100	350 и 1200	22,1	21,3 и 55,2
200	13	222	85	100	350 и 1200	31,1	32,0 и 84,5
250	14	274	90	150	350 и 1200	46,2	42,3 и 113
300	15	326	95	150	400 и 1200	58,0	57,8 и 143
350	16	378	100	150	400 и 1200	73,8	72,8 и 178
400	17	429	100	150	400 и 1200	91,2	89,2 и 217
450	18	480	105	150	450 и 1200	106	113 и 255
500	19	532	105	150	450 и 1200	127	133 и 299
600	21	635	115	250	500 и 1200	200	190 и 395
700	24	738	120	250	500 и 1200	268	253 и 526
800	26	842	130	250	600 и 1200	345	370 и 660
900	28	945	135	300	600 и 1200	453	444 и 795
1000	30	1048	145	300	600 и 1200	566	536 и 953
1200	34	1256	155	300	600 и 1200	770	734 и 1302

П р и м е ч а н и е . Обозначения размеров следует увязывать с рис. 13.7.

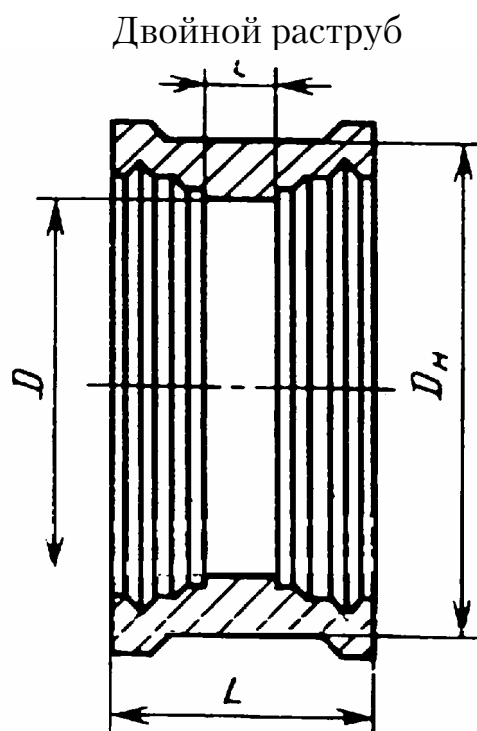


Рис. 13.8. Условные размеры двойного раструба

Т а б л и ц а 13.11

Размеры и масса двойного раструба

Условный проход $D_0$ , мм	Размеры двойного раструба, мм				Масса, кг
	$D$	$D_n$	$l$	$L$	
65	71	122	20	170	9,5
80	85	140	20	170	11,0
100	106	163	20	180	14,8
125	130	194	20	180	18,9
150	156	220	20	190	23,2
200	206	276	20	190	31,7
250	260	330	20	200	42,5
300	310	385	20	210	55,1
350	360	438	20	220	66,0
400	410	492	20	220	76,0
450	460	546	20	230	93,8
500	510	600	30	240	115
600	600	710	30	260	156
700	710	822	30	270	210
800	810	930	30	290	259
900	920	1040	40	310	345
1000	1020	1150	40	330	415
1200	1230	1370	50	350	658

П р и м е ч а н и е . Обозначения размеров следует увязывать с рис. 13.8.

Пожарная подставка раструбная

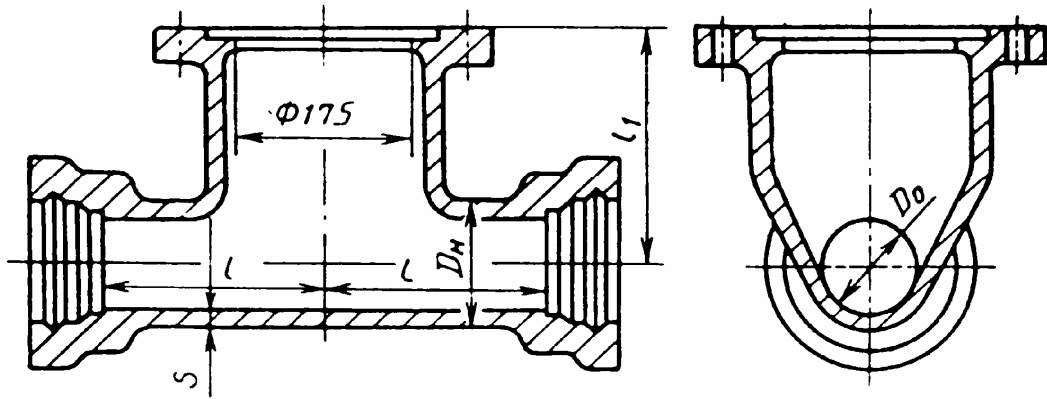


Рис. 13.9. Условные размеры пожарной подставки

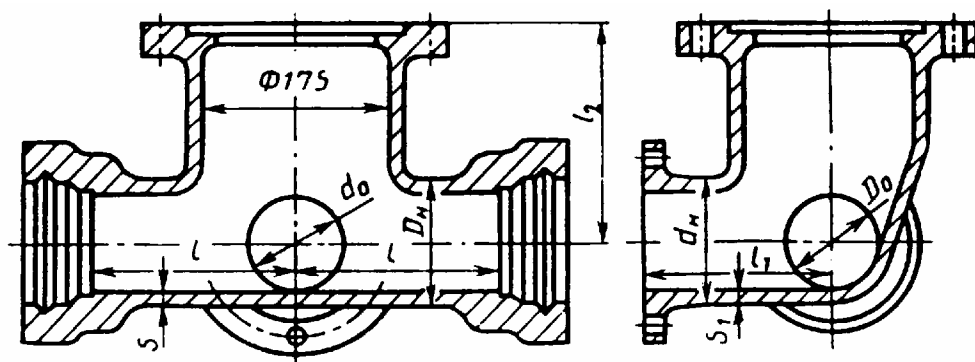
Таблица 13.12

Размеры и масса пожарной подставки

Условный проход ствола $D_o$ , мм	Размеры пожарной подставки, мм				Масса, кг
	$D_n$	$S$	$l$	$l_1$	
100	118	10	200	225	38,0
125	144	11	200	250	48,0
150	170	11	200	250	52,5
200	222	13	250	275	75,0
250	274	14	250	300	97,0
300	326	15	250	325	121

Примечание. Обозначения размеров следует увязывать с рис.13.9.

а



б

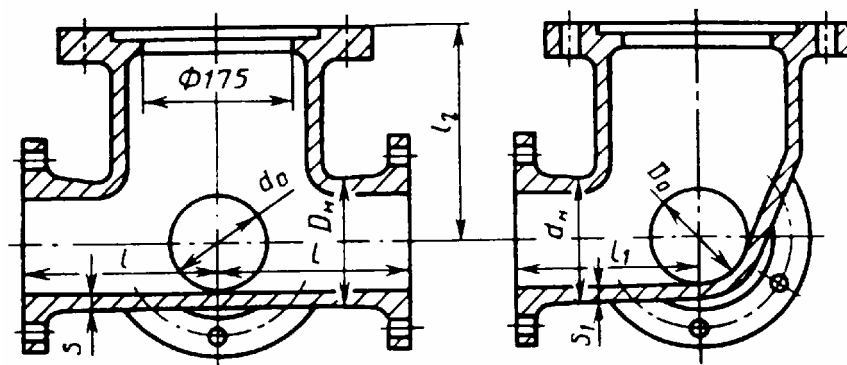


Рис. 13.10. Условные размеры тройников с пожарной подставкой:  
а – тройник раструб – фланец с пожарной подставкой;  
б – тройник фланцевый с пожарной подставкой

Т а б л и ц а 13.13

Размеры и масса тройника раструб – фланец с пожарной подставкой

Условный проход, мм		Размеры, мм							Масса, кг
ствола $D_o$	отростка $d_o$	$D_n$	$d_n$	$S$	$S_1$	$l$	$l_1$	$l_2$	
100	100	118	118	10	10	200	200	225	46,0
150	100	170	118	11	10	200	200	250	55,5
150	150	170	170	11	11	200	250	250	65,0
200	100	222	118	13	10	200	225	275	76,0
200	150	222	170	13	11	200	225	275	79,0
200	200	222	222	13	13	250	300	275	94,0
250	150	274	170	14	11	200	250	300	99,0
250	200	274	222	14	13	250	275	300	112
250	250	274	274	14	14	250	300	300	127
300	200	326	222	15	13	250	300	325	137
300	250	326	274	15	14	250	300	325	141
300	300	326	326	15	15	300	300	325	154

П р и м е ч а н и е . Обозначения размеров следует увязывать с рис. 13.1, а.

Т а б л и ц а 13.14

Размеры и масса тройника фланцевого с пожарной подставкой

Условный проход, мм		Размеры, мм							Масса, кг
ствола $D_o$	отростка $d_o$	$D_n$	$d_n$	$S$	$S_1$	$l$	$l_1$	$l_2$	
100	100	118	118	10	10	200	200	225	42
150	100	170	118	11	10	250	200	250	57
150	150	170	170	11	11	250	250	250	62
200	100	222	118	13	10	300	225	275	79
200	150	222	170	13	11	300	225	275	83
200	200	222	222	13	13	300	300	275	92
250	150	274	170	14	11	300	250	300	103
250	200	274	222	14	13	300	275	300	108
250	250	274	274	14	14	300	300	300	111
300	200	326	222	15	13	300	300	325	124
300	250	326	274	15	14	300	300	325	128
300	300	326	326	15	15	300	300	325	131

П р и м е ч а н и е . Обозначения размеров следует увязывать с рис. 13.10, б.

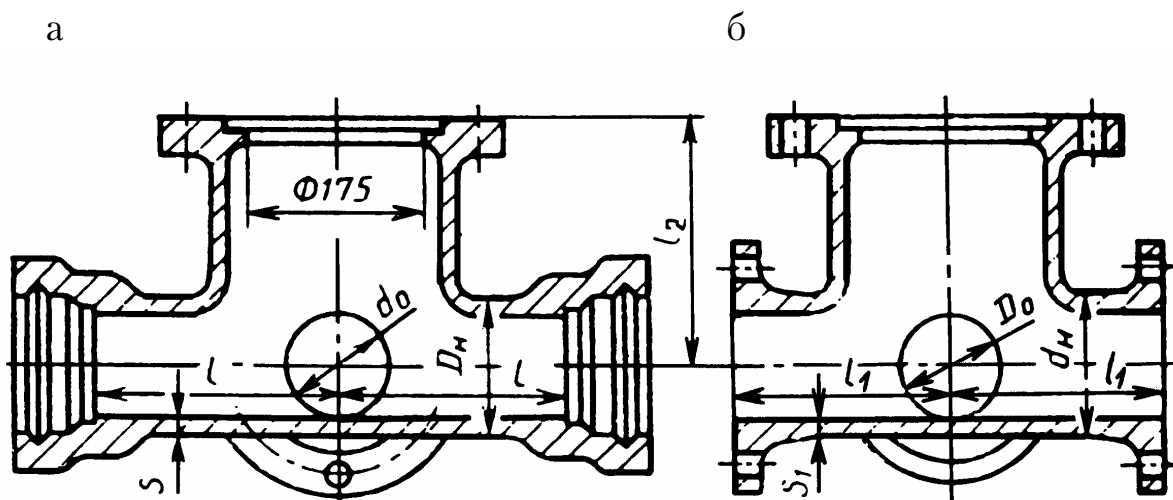


Рис. 13.11. Условные размеры крестов с пожарной подставкой:  
а – крест фланец – раструб с пожарной подставкой;  
б – крест фланцевый с пожарной подставкой

Таблица 13.15

Размеры и масса креста фланец – раструб с пожарной подставкой

Условный проход, мм		Размеры, мм							Масса, кг
ствола $D_o$	отростка $d_o$	$D_n$	$d_n$	$S$	$S_1$	$l$	$l_1$	$l_2$	
100	100	118	118	10	10	200	200	225	50,5
150	100	170	118	11	10	200	200	250	62,5
150	150	170	170	11	11	200	250	250	77,5
200	100	222	118	13	10	200	225	275	83,0
200	150	222	170	13	11	200	225	275	90,0
200	200	222	222	13	13	250	300	275	113
250	150	274	170	14	11	200	250	300	100
250	200	274	222	14	13	250	275	300	128
250	250	274	274	14	14	250	300	300	137
300	200	326	222	15	13	250	300	325	137
300	250	326	274	15	14	250	300	325	160
300	300	326	326	15	15	300	300	325	177

Примечание. Обозначения размеров следует увязывать с рис. 13.11,а.

Таблица 13.16

## Размеры и масса креста фланцевого с пожарной подставкой

Условный проход, мм		Размеры, мм							Масса, кг
ствола $D_o$	отростка $d_o$	$D_n$	$d_n$	$S$	$S_1$	$l$	$l_1$	$l_2$	
100	100	118	118	10	10	200	200	225	53
125	125	144	144	11	11	225	225	250	75
150	100	170	118	11	10	250	200	250	63
150	150	170	170	11	11	250	250	250	79
200	150	222	170	13	11	300	225	275	94
200	200	222	222	13	13	300	300	275	111
250	150	274	170	14	11	300	250	300	111
250	200	274	222	14	13	300	275	300	124
250	250	274	274	14	14	300	300	300	131
300	200	326	222	15	13	300	300	325	140
300	250	326	274	15	14	300	300	325	148
300	300	326	326	15	15	300	300	325	154

Примечание. Обозначения размеров следует увязывать с рис. 13.11,б.

*Стальные трубы* применяют главным образом для устройства высоконапорных водоводов и трубопроводов, подвергающихся воздействию динамических нагрузок, а также на участках водопроводной сети, работающих при повышенном давлении.

Стальные трубы используют при прокладке на ответственных участках: под дорогами, в дюкерах, в насосных станциях, в водоводах с высоким давлением, в сейсмических районах, в просадочных грунтах, в местах пересечения водопровода с канализацией и т.п. Наибольшее распространение получили стальные электросварные, прямошовные трубы, выпускаемые по ГОСТ 10704-91, диаметром от 10 до 1400 мм. Трубы имеют мерную длину от 5 до 12 м и немерную длину – 2, 3, 4, 5 м. Трубы соединяются между собой сваркой, а присоединение арматуры осуществляется с помощью приварных фланцев. Размеры и масса труб представлены в табл. 13.17.





Продолжение табл. 13.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
351										59,39	67,67	75,91											
377										63,87	72,8	81,68											
402										68,19	77,13	87,23											
402										68,19	77,13	87,23											
426										72,33	82,47	92,56											
(478)							58,32	64,09	69,84	81,31	92,73	104,1											
480							58,57	64,36	70,14	81,65	93,12	104,51											
530									77,54	90,28	102,99	115,6											
630										107,55	122,72	137,83											
720										123,09	140,5	157,8											
(810)										138,6	158,2	177,8											
820										140,3	160,2	180											
920										157,6	179,9	202,2											
1020											199,7	224,4											
1120											219,4	246,6											
1220												268,8											
1320												291											
1420																							
351													84,1										
377													90,51										
402													96,67	106,07	115,48								
426													102,59	112,58	122,52								
(478)													115,42	126,69	137,91								
480													115,91	127,23	138,5								
530													128,24	140,79	153,3								
630													152,9	167,92	182,89								
720													175,1	192,3	209,5	226,7	243,8	260,8	277,8	294,7	311,6	328,5	
(810)													197,3	216,8	236,2	255,5	274,8	294,1	313,3	332,5	351,6	370,6	
820													199,8	219,5	239,1	258,7	278,3	297,8	317,2	336,7	356	375,3	394,5
920													224,4	246,6	268,7	290,8	312,8	334,8	356,7	378,6	400,4	422,2	443,9
1020													249,1	273,7	298,3	322,8	347,3	371,8	396,2	420,5	444,8	469	493,2

Окончание табл. 13.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1120													273,7	300,8	327,9	354,9	381,9	408,8	435,6	462,2	489,2	515,9	542,6	
1220													298,4	328	357,5	387	416,4	445,8	475,1	504,3	533,6	562,8	591,9	
1320													323,1	355,1	387,1	419	450,9	482,8	514,5	546,3	578	609,6	641,2	
1420													347,7	382,2	416,7	451,1	485,4	519,7	554	588,2	622,4	656,5	690,5	

Примечания: 1. Размеры труб, заключенные в скобки, при новом проектировании применять не рекомендуется.

2. По согласованию изготовителя с потребителем допускается выпускать трубы со стенками толщиной, не предусмотренной табл. 13.17.

Достоинствами стальных труб являются высокая прочность (позволяющая выдерживать внутреннее давление до 2,5-3,0 МПа), хорошая сопротивляемость динамическим нагрузкам, меньшая масса по сравнению с чугунными трубами.

К основным недостаткам следует отнести подверженность их значительной коррозии, как внутренней со стороны транспортируемой жидкости, так и внешней – со стороны грунтовых вод.

Для изменения направления и разделения потоков воды используются стальные фасонные приварные части. Технические условия на изготовление фасонных частей определены ГОСТ 17380-83, типы и основные параметры – ГОСТ 17374-83, конструкции и размеры – ГОСТ 17375-83\*, ГОСТ 17376-83\*, ГОСТ 17377-83\*, ГОСТ 17379-83\*.

Также при монтаже можно использовать для стальных труб ранее рассмотренные чугунные фасонные части по ГОСТ 5525-88.

При установке арматуры к концам стальных труб приваривают фланцы.

*Асбестоцементные трубы* применяют при устройстве наружных водопроводных сетей, их изготавливают по ГОСТ 539-80\* диаметром 100-500 мм, длиной 2-6 м. В зависимости от величины рабочего давления асбестоцементные трубы выпускаются четырех классов: ВТ6–0,6 МПа; ВТ9–0,9 МПа; ВТ12–1,2 МПа; ВТ15–1,5 МПа. Трубы каждого класса в зависимости от диаметра и выпускаемой длины подразделяются на три типа.

Трубы имеют гладкие концы и соединяются между собой асбестоцементными или чугунными муфтами. Размеры и масса труб представлены в табл. 13.18.

К достоинствам данных труб относятся: малая теплопроводность, высокая диэлектричность, слабая коррозионная активность, низкие гидравлические сопротивления, меньшая масса (по сравнению с чугунными и стальными), хорошая эластичность стыковых соединений.

Недостатками асбестоцементных труб являются их малая сопротивляемость динамическим нагрузкам, сложность и относительно высокая стоимость стыковых соединений.

При монтаже трубопроводов используются ранее рассмотренные чугунные фасонные части по ГОСТ 5525-88.

Таблица 13.18

## Размеры и масса асбестоцементных труб

Условный проход, мм	Внутренний диаметр, мм, труб классов			Наружный диаметр обточенных концов, мм	Толщина стенок обточенных концов труб, мм, классов			Длина, мм	Масса 1 м труб, кг, классов				
	ВТ6	ВТ9	ВТ12		ВТ15	ВТ6	ВТ9		ВТ12	ВТ15	ВТ6	ВТ9	ВТ12
<i>Трубы первого типа</i>													
100	104	100	96	122	9	11	13	2950	7,8	9,2	10,4		
150	146	141	135	169	11	13,5	16,5		12,9	15,2	17,9		
200	196	189	181	221	14	17,5	21,5	3950	22,1	26,4	31,2		
250	244	235	228	273	15	19,5	23		28,4	35,9	41,1		
300	289	279	270	325	17,5	22,5	27		40,2	49,4	57,4		
350	334	322	312	376	19,5	25,5	30,5		50,9	63,7	74		
400	381	368	356	428	23	29,5	35,5		68,8	84,7	98,7		
500	473	465	441	532	27,5	36	43,5	101,6	127,3	149,2			
<i>Трубы второго типа</i>													
200		196	188	224		14	18	22	24,5	30	35,3		
250		242	234	274		16	20					24	33,8
300		286	276	324		19	24	28,5	-	47,7	57,9	66,7	
350	-	329	317	373	-	22	28						33
400		377	363	427		25	32	37,5	81,8	100,6	114,8		
500		466	450	528		31	39					46	124,7
<i>Трубы третьего типа</i>													
200		198	192	224		13	16	25	22,7	26,7	37,7		
300	-	279	270	324	-	22,5	27					34	49,4

Примечание. Длина обточенных концов всех труб должна быть не менее 200 мм.

*Железобетонные трубы* применяют в основном для строительства водоводов и в отдельных случаях для монтажа участков магистральной водопроводной сети большого диаметра. Железобетонные трубы выпускаются по ГОСТ 12586.0-83, диаметром 500-1600 мм, длиной 5 м. В зависимости от расчетного давления они бывают трех классов: I – 1,5 МПа; II – 1 МПа; III – 0,5 МПа. Железобетонные трубы имеют раструбные соединения. Герметичность стыкового соединения обеспечивается применением резинового уплотнительного кольца. Масса труб представлена в табл. 13.19.

Таблица 13.19

Масса железобетонных труб

Условный проход	Марка трубы	Масса трубы (справочная), т
500	ТН50-0 ТН50-I ТН50-II	1,32
600	ТН60-0 ТН60-I ТН60-II	1,89
800	ТН80-I ТН80-II ТН80-III	2,48
1000	ТН100-I ТН100-II ТН100-III	3,55
1200	ТН120-I ТН120-II ТН120-III	4,95
1400	ТН140-I ТН140-II ТН140-III	6,65
1600	ТН160-I ТН160-II ТН160-III	8,20

Примечания:

1. Обозначения: ТН – труба напорная; арабские цифры – диаметр условного прохода трубы, см; римские цифры – класс трубы.
2. Длина труб  $L = 5$  м.

Данные трубы обладают следующими достоинствами: долговечностью, высокой диэлектричностью, низкими гидравлическими сопротивлениями.

Основными недостатками данных труб являются: большая масса, возможная агрессивность воды по отношению к бетону.

*Пластмассовые трубы* в последнее время нашли широкое применение при строительстве наружных сетей водоснабжения.

Использование таких труб позволяет экономить металл, сокращать продолжительность монтажа трубопроводов, а также удлинять срок их службы.

Пластмассовые трубы выпускаются по ГОСТ 18599-83\*, бывают низкого давления (высокой плотности) ПНД диаметром 10-1200 мм и высокого давления (низкой плотности) ПВД диаметром 10-160 мм.

В зависимости от внутреннего давления пластмассовые трубы бывают четырех типов:

Л – легкий – 0,25 МПа;

СЛ – среднелегкий – 0,4 МПа;

С – средний – 0,6 МПа;

Т – тяжелый – 1 МПа.

Трубы изготовляют в отрезках длиной 6, 8, 10 и 12 м; трубы диаметром до 160 мм могут изготавливаться на катушках.

Трубы могут поставляться со следующими конструктивными исполнениями концов: без раструбов; с раструбами для клеевого соединения; с раструбами для соединения с помощью резиновых уплотнительных колец. Размеры и масса труб представлены в табл. 13.20, 13.21.

К достоинствам данных труб относятся: малая масса, высокая противокоррозионная устойчивость, низкие гидравлические сопротивления, простота монтажа.

Недостатками пластмассовых труб являются: высокий коэффициент линейного расширения, невысокое сопротивление раздавливанию.

При монтаже пластмассовых труб применяются фасонные части из полиэтилена и винипласта.

Номенклатура соединительных деталей представлена в [15].

Таблица 13.20  
 Размеры и масса 1 м напорных труб из полиэтилена низкого давления (высокой плотности) ГОСТ 18599-83\*

Средний наружный диаметр, мм		Толщина стенки, мм, и масса, кг, для труб типов											
		Л			СЛ			С			Т		
Номинальное значение	Пределные отклонение	Номинальное значение	Пределные отклонение	Масса	Номинальное значение	Пределные отклонение	Масса	Номинальное значение	Пределные отклонение	Масса	Номинальное значение	Пределные отклонение	Масса
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10	+0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,4	0,052
12	+0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,4	0,065
16	+0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,4	0,092
20	+0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,4	0,118
25	+0,3	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,4	0,151	2,3	+0,5	0,172
32	+0,3	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,4	0,197	3,0	+0,5	0,280
40	+0,4	-	-	-	2,0	+0,4	0,249	2,3	+0,5	0,286	3,7	+0,6	0,432
50	+0,5	-	-	-	2,0	+0,4	0,315	2,9	+0,5	0,443	4,6	+0,7	0,669
63	+0,6	2,0	+0,4	0,401	2,5	+0,5	0,497	3,6	+0,6	0,691	5,8	+0,8	1,06
75	+0,7	2,0	+0,4	0,480	2,9	+0,5	0,678	4,3	+0,7	0,981	6,9	+0,9	1,49
90	+0,9	2,2	+0,5	0,643	3,5	+0,6	0,982	5,1	+0,8	1,39	8,2	+1,1	2,13
110	+1,1	2,7	+0,5	0,946	4,3	+0,7	1,47	6,3	+0,9	2,09	10,0	+1,2	3,16
125	+1,2	3,1	+0,6	1,24	4,9	+0,7	1,89	7,1	+1,0	2,69	11,4	+1,4	4,10
140	+1,3	3,5	+0,6	1,55	5,4	+0,8	2,33	8,0	+1,0	3,35	12,8	+1,5	5,14
160	+1,5	3,9	+0,6	1,96	6,2	+0,9	3,06	9,1	+1,2	4,37	14,6	+1,7	6,70



Окончание табл. 13.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
180	+1,7	4,4	+0,7	2,50	7,0	+0,9	3,85	10,2	+1,3	5,50	16,4	+1,9	8,46
200	+1,8	4,9	+0,7	3,26	7,7	+1,0	4,71	11,4	+1,4	6,81	18,2	+2,1	10,4
225	+2,1	5,5	+0,8	3,88	8,7	+1,1	4,98	12,8	+1,5	8,59	20,5	+2,3	13,2
250	+2,3	6,1	+0,9	4,19	9,7	+1,2	7,40	14,2	+1,7	10,6	22,8	+2,5	16,3
280	+2,6	6,9	+0,9	6,01	10,8	+1,3	9,22	15,9	+1,8	13,3	25,5	+2,8	20,4
315	+2,9	7,7	+1,0	7,04	12,2	+1,5	11,7	17,9	+2,0	16,8	28,7	+3,1	25,1
355	+3,2	8,7	+1,1	9,59	13,7	+1,6	14,8	20,1	+2,3	21,3	32,3	+3,5	32,8
400	+3,6	9,8	+1,2	12,1	15,4	+1,8	18,7	22,7	+2,5	27,0	36,4	+3,9	41,8
450	+3,8	11,0	+1,3	15,3	17,4	+2,0	23,8	25,5	+2,8	34,1	41,0	+4,3	52,6
500	+4,0	12,2	+1,5	18,8	19,3	+2,2	29,11	28,3	+3,1	42,1	45,5	+4,8	64,8
560	+4,2	13,7	+1,6	23,7	21,6	+2,4	36,7	31,7	+3,4	52,7	-	-	-
630	+4,5	15,4	+1,8	30,0	24,3	+2,7	46,5	35,7	+3,8	66,8	-	-	-
710	+4,9	17,4	+2,0	38,1	27,4	+3,0	59,0	40,2	+4,3	84,7	-	-	-
800	+5,0	19,6	+2,2	48,3	30,8	+3,3	74,6	45,3	+4,8	108,0	-	-	-
900	+5,0	22,0	+2,4	61,0	34,7	+3,7	94,6	-	-	-	-	-	-
1000	+5,0	24,4	+2,7	75,2	38,5	+4,1	117,0	-	-	-	-	-	-
1200	+8,0	29,3	+3,3	108,0	46,2	+4,9	168,0	-	-	-	-	-	-

Таблица 13.2.1

Размеры и масса 1 м напорных труб из полиэтилена высокого давления (низкой плотности)  
ГОСТ 18599-83\*

Средний наружный диаметр, мм		Толщина стенки, мм, и масса, кг, для труб типов											
		Л			СЛ			С			Т		
Номинальное значение	Пределное отклонение	Номинальное значение	Пределное отклонение	Масса	Номинальное значение	Пределное отклонение	Масса	Номинальное значение	Пределное отклонение	Масса	Номинальное значение	Пределное отклонение	Масса
10	+0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,4	0,051
12	+0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,4	0,063
16	+0,3	-	-	-	-	-	-	2,0	+0,4	0,089	2,7	+0,5	0,112
20	+0,3	-	-	-	-	-	-	2,2	+0,4	0,125	3,4	+0,6	0,176
25	+0,3	-	-	-	2,0	+0,4	0,146	2,7	+0,5	0,189	4,2	+0,7	0,271
32	+0,3	2,0	+0,4	0,190	2,4	+0,5	0,226	3,5	+0,6	0,311	5,4	+0,8	0,441
40	+0,4	2,0	+0,4	0,241	3,0	+0,5	0,364	4,3	+0,7	0,477	6,7	+0,9	0,682
50	+0,5	2,4	+0,5	0,364	3,7	+0,6	0,534	5,4	+0,8	0,745	8,4	+1,1	1,07
63	+0,6	3,0	+0,5	0,564	4,7	+0,7	0,850	6,8	+0,9	1,17	10,5	+1,3	1,68
75	+0,7	3,6	+0,6	0,805	5,6	+0,8	1,20	8,1	+1,1	1,67	12,5	+1,5	2,38
90	+0,9	4,3	+0,7	1,15	6,7	+0,9	1,72	9,7	+1,2	2,38	15,0	+1,7	3,42
110	+1,0	5,3	+0,8	1,73	8,1	+1,1	2,54	11,8	+1,4	3,54	18,4	+2,1	5,11
125	+1,2	6,0	+0,8	2,20	9,3	+1,2	3,31	13,4	+1,6	4,56	20,9	+2,3	6,71
140	+1,3	6,7	+0,9	2,76	10,4	+1,3	4,14	-	-	-	-	-	-
160	+1,5	7,7	+1,0	3,61	11,9	+1,4	5,39	-	-	-	-	-	-

## 13.2. Арматура, устанавливаемая на водопроводной сети

Для правильной эксплуатации водопроводной сети и обеспечения её надёжности наружные сети водоснабжения оборудуются различного рода арматурой.

По назначению трубопроводная арматура подразделяется на следующие виды: *запорная* – для включения и отключения насосов и трубопроводов; *запорно-предохранительная* – для автоматического перекрытия потока воды; *регулирующая* – для поддержания заданного давления на выходе из насосной станции и в диктующих точках сети; *аэрационная* – для впуска и удаления воздуха из трубопроводов; *предохранительная* – для предотвращения повышения давления в сети сверх определённого предела; *водоразборная* – для отбора воды из сети.

В качестве *запорной* арматуры применяют задвижки и поворотные затворы. Задвижки служат для отключения отдельных участков сети при аварии на ней и для регулирования расходов воды на отдельных участках сети .

По конструктивным особенностям задвижки подразделяются на параллельные (с параллельно расположенными запорными дисками) и клиновые (с одним запорным диском клинообразной формы). По способу движения шпинделя задвижки бывают с выдвигным или невыдвигным шпинделем, имеющим ручной, электрифицированный или гидравлический привод.

Задвижки выпускают на давление 0,25–6,4 МПа, диаметром 50–2000 мм. Строительная длина задвижек представлена в табл. 13.22, а эскиз задвижки – на рис. 13.12.

Таблица 13.2.2  
Строительная длина литых задвижек из чугуна и стали по ГОСТ 3706-83\*

$D_y$ , мм	Строительная длина $L$ задвижек, мм											
	чугунных						стальных					
	при $P_y$ , МПа											
0,1; 0,25	0,6	1	1,6	2,5	1	1,6	2,5	1	1,6	2,5	4	6,4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
50	150 (180)	180	250	250	180	180 (250)	250	250	250	250	250	250
65	170	200	270	270	200	200 (270)	290	270	290	270	290	290
80	180	210	280	280	210	210 (280)	300	280	310	280	310	310
100	190	230	330	330	-	230 (300)	-	300	350	300	350	350
125	200	255	360	360	-	255 (325)	-	325	400	325	400	400
150	210	280	400	400	-	280 (350)	-	350	450	350	450	450
200	230	330	460	460	-	330 (400)	-	400	550	400	550	550
250	250	450	530	530	-	450	-	450	650	450	650	650
300	270	500	630	630	-	500	-	500	750	500	750	750
350	290	550	700	700	-	550	-	550	850	550	850	850
400	310	600	750	750	-	600	-	600	950	600	950	950
500	350	700	800	800	-	700	-	700	1150	700	1150	1150
600	390	800	1000	1000	-	800	-	800	1350	800	1350	1350
800	470	1000	1250	1250	-	1000	-	1000	1750	1000	1750	-
1000	550	1200	1500	1500	-	1200	-	1200	2150	1900	2150	-
1200	700 630**	1400	-	-	-	1400	-	1400	-	2200	-	-

Окончание табл. 13.2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1400	900 710**	1600	1900	-	-	1600	1600	2500	-	-
1600	1000 790**	1800	2200	-	-	1800	1800	-	-	-
2000	1500 950**	2200	2900	-	-	2900	-	-	-	-

Примечания: 1. Длины, указанные в скобках, при новом проектировании не применять.

2. Длины, отмеченные одной звездочкой, принимаются только для задвижек с круглым корпусом, двумя звездочками – для задвижек с сужением в затворе.

3. Допускается применять строительные длины стальных задвижек на  $P_y < 1,6$  МПа по данным, установленным для чугунных фланцевых задвижек на то же давление.

4. По ГОСТ 3706-83\* не нормируются задвижки для трубопроводов специального назначения.

5. Строительные длины задвижек на  $P_y = 2,5$  МПа из высокопрочного чугуна (ГОСТ 7293-85) допускаются принимать равными строительным длинам стальных фланцевых задвижек на  $P_y = 2,5$  МПа.

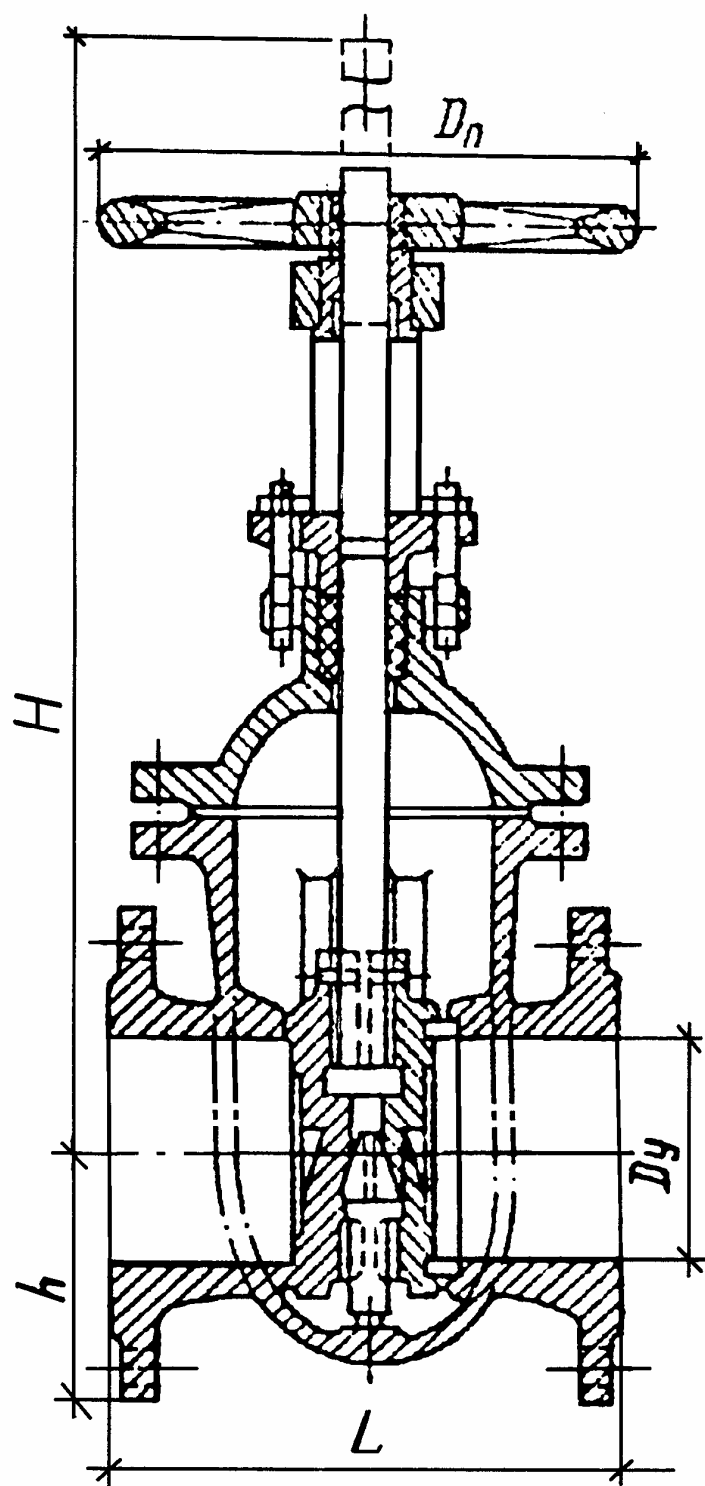


Рис. 13.12. Условные размеры задвижки

Кроме того, в табл. 13.23-13.28 представлены размеры и масса некоторых видов задвижек.

Т а б л и ц а 13.23

Размеры и масса чугунных задвижек параллельных с выдвигным шпинделем 30ч6бк и 30ч6бр (см. рис. 13.12) на  $P_y = 1$  МПа по ГОСТ 8437-875\*

$D_y$ , мм	$H$ , мм	$D_o$ , мм	Размеры присоединительных фланцев, мм			Масса, кг
			$D$	$D_1$	$D_2$	
50	350	160	160	125	102	18,4
80	440	160	195	160	138	29
100	525	200	215	180	158	39,5
125	635	240	245	210	188	58,5
150	720	240	280	240	212	77
200	900	280	335	295	268	129
250	1090	320	390	350	320	179
300	1285	360	440	400	370	253
350	1480	400	500	460	430	344
400	1660	500	565	515	482	460

Обозначения размеров задвижек:

$D$  – наружный диаметр фланца;  $D_y$  – условный проход задвижки;  $D_{y1}$  – то же обвода (см. табл.13.24);  $D_o$  – диаметр маховика;  $D_1$  – диаметр окружности, по которой расположены болты;  $D_2$  – диаметр соединительного выступа;  $d$  – диаметр отверстий для болтов;  $B$  – толщина фланца;  $H$  – высота от оси задвижки до верха шпинделя;  $h$  – расстояние от оси задвижки до низа фланца;  $L$  – длина задвижки (см. табл. 13.22);  $L_1$  – расстояние от оси задвижки до оси обвода (см. табл. 13.24).

Условное обозначение арматуры: первые две цифры соответствуют номеру таблицы по каталогу Главармалита для данного вида изделий (для задвижек 30 и 31); следующая за первыми цифрами буква (ч) указывает на материал корпуса; следующие за буквой цифры (6) обозначают номер фигуры по каталогу, характеризующей конструктивные особенности изделия (при наличии привода перед номером фигуры ставится цифра, обозначающая вид привода); последние две буквы (бк, бр) указывают на примененный для уплотнения материал.

Таблица 13.24

Размеры и масса задвижек  
параллельных с невыдвижным шпинделем

$D_v$ , мм	$H$ , мм	$D_o$ , мм	Размеры присоединительных фланцев, мм		Размеры обвода, мм		Масса, кг
			$D$	$D_1$	$L$	$D_{v1}$	
Задвижки 30ч14бр на $P_v = 1$ МПа							
500	1350	600	670	620	560	100	882
Задвижки 30ч514бр на $P_v = 0,6$ МПа							
600	1513	600	755	705	625	100	1535
800	1994	900	975	920	765	100	3405
1000	2324	900	1175	1120	880	100	5135

Таблица 13.25

Размеры и масса чугунных задвижек клиновых  
с выдвигаемым шпинделем

$D_v$ , мм	$H$ , мм	$D_o$ , мм	Размеры присоединительных фланцев, мм			Масса, кг
			$D$	$D_1$	$D_2$	
Задвижки на $P_v = 0,25$ МПа (ГОСТ 12673-71*); фланцы на $P_v = 0,25$ МПа						
500	2120	400	640	600	570	594
600	2530	500	755	705	670	928
Задвижки на $P_v = 0,16$ МПа (ГОСТ 12673-71*); фланцы на $P_v = 0,25$ МПа						
800	3174	400	1075	990	-	1768
Задвижки на $P_v = 0,4$ МПа (ГОСТ 12010-75)						
40	235	85	-	-	-	3,8
50	260	100	130	101	75	6,3
65	320	100	150	120	95	9,3
80	340	135	165	134	105	12
Задвижки 30ч21бк и 30ч21бр на $P_v = 0,4$ МПа; фланцы на $P_v = 0,6$ МПа						
80	486	120	185	150	128	22
100	568	120	205	170	148	32
Задвижки 30ч27бр и 30ч27бк на $P_v = 0,4$ МПа; фланцы на $P_v = 0,6$ МПа						
150	810	280	260	225	202	68
200	1005	360	315	280	258	115
250	1225	400	370	335	312	155



Таблица 13.26

Размеры и масса чугунных задвижек клиновых  
с неподвижным шпинделем

$D_y$ , мм	$H$ , мм	$h$ , мм	$D_o$ , мм	Размеры присоединительных фланцев, мм		Масса, кг
				$D$	$D_1$	
Задвижки на $P_y = 1$ МПа (ГОСТ 9919-75)						
500	1350	-	450	670	620	820
600	1575	-	640	780	725	1160
800	2060	-	800	1010	950	2600
1000	2305	-	1000	1220	1160	4190
1200	2720	-	800	1450	1380	7935
Задвижки 30ч256р на $P_y = 0,25$ МПа (ГОСТ 10042-75)						
500	1265	370	400	640	600	595
600	1420	420	450	755	705	765
800	1740	545	640	975	920	1810
Задвижки 30ч5306р на $P_y = 1$ МПа						
600	1575	405	640	780	725	1170
1000	3413	622	1000	1220	1160	3320
Задвижки 30ч3306р на $P_y = 1$ МПа						
1200	3393	775	800	1455	1380	6836

Таблица 13.27

Размеры и масса стальных задвижек клиновых  
с выдвижным шпинделем на  $P_y = 1,6$  МПа по ГОСТ 10194-78\*

$D_y$ , мм	$H$ , мм	$D_o$ , мм	Размеры присоединительных фланцев, мм			Масса, кг (не более)
			$D$	$D_1$	$D_2$	
Тип I, исполнение А, Б, В, Г; привод – маховик						
50	480	240	160	125	102	25
80	600	240	195	160	138	38
100	680	240	215	180	158	55
150	920	400	280	240	212	100
200	1220	400	335	295	268	140
250	1540	450	405	355	320	290
300	1700	450	460	410	378	370
350	1870	500	520	470	438	487
Тип II, исполнение А, Б, В, Г; привод – конический редуктор						
350	1950	450	520	470	438	560
400	2060	560	580	525	490	660
500	2480	900	710	650	610	1260
600	3000	900	840	770	720	1750

Таблица 13.28

Размеры и масса стальных задвижек клиновых  
с невыдвижным шпинделем на  $P_y = 2,5$  МПа

$D_y$ , мм	$H$ , мм	$D_o$ , мм	Размеры присоединительных фланцев, мм			Масса, кг (не более)
			$D$	$D_1$	$D_2$	
Задвижки (ГОСТ 10738-76*); фланцы (ГОСТ 12821-80*)						
50	400	200	160	125	102	23
80	550	240	195	160	122	43
100	645	280	230	190	138	58
150	780	320	300	250	212	117
200	1040	450	360	310	268	210
250	1280	500	425	370	320	330
300	1410	450	485	430	378	472
400	1655	560	610	550	490	840
Задвижки 30с64нж						
150	895	320	300	250	212	115
200	1140	450	360	310	268	230
Задвижки 30с564нж						
300	1787	450	485	430	390	434

В качестве *запорно-предохранительной* арматуры применяют обратные клапаны, которые устанавливают на насосных станциях. Обратные клапаны выпускаются различных конструкций диаметром 50 – 2000 мм на давление 0,25 – 4,0 МПа.

*Регулирующая* арматура предназначена для поддержания требуемого расхода или давления на водопроводной сети. Необходимость регулирования возникает при ограничении подачи насосов, при перераспределении нагрузки между совместно работающими насосами для регулирования режима работы водовода. Регулирование давления возникает в тех случаях, когда напор в распределительных и магистральных линиях значительно отличается от требуемой величины. Регулируют давление с помощью специальных клапанов (рычажных, пружинных), а также регуляторов давления.

*Аэрационная* арматура устанавливается для выпуска воздуха, скапливающегося в повышенных точках водоводов и магистральных сетей, при плановом и аварийном опорожнении трубопроводов, а также при их заполнении.

Наличие воздуха снижает пропускную способность трубопроводов, может привести к гидравлическим ударам и авариям. Иногда необходимо обеспечить выпуск воздуха, когда имеется опасность образования вакуума или разрыва сплошности воды. Для выпуска и впуска воздуха применяют вантузы, которые монтируют в возвышенных точках сети

при уклоне прокладки сети более 0,005. Вантузы размещают в колодцах на вертикальном фланцевом отростке тройника, устанавливаемом после задвижки.

*Предохранительная* арматура используется для предотвращения повышения давления в трубопроводах выше расчётного при возникновении гидравлического удара.

*Водоразборная* арматура предназначена для отбора воды из наружной водопроводной сети. К ней относятся водоразборные колонки, пожарные гидранты и краны.

Водоразборные колонки применяются в случае отсутствия в зданиях внутреннего водопровода. Они устанавливаются непосредственно на сети, на расстоянии не более 200 м друг от друга.

В случае возникновения пожара отбор воды осуществляется через пожарные гидранты, устанавливаемые на сети. Пожарные гидранты бывают подземными и наземными (последние не получили большого распространения).

Подземные пожарные гидранты размещают в водопроводных колодцах. Они устанавливаются на специальные фасонные части – пожарные подставки. Существуют чугунные пожарные подставки диаметром 100–300 мм, номенклатура которых представлена на рис. 13.9–13.11 и в табл. 13.12–13.16.

Подземный пожарный гидрант полностью размещается в колодце. Высота гидранта зависит от глубины укладки труб и колеблется в пределах от 500 до 2500 мм.

### 13.3. Детализировка водопроводной сети

Составной частью каждого проекта является детализировка водопроводной сети.

Детализировкой сети называется монтажная схема наружной водопроводной сети, на которой в условных обозначениях наносятся арматура, все необходимые фасонные части, указываются размеры колодцев и число колодцев, а также диаметр и протяжённость трубопроводов между колодцами. К детализировке водопроводной сети можно приступить, когда принята окончательная схема трассировки сети (рис. 13.13), сделан гидравлический расчёт водопроводной сети и выбран материал труб.

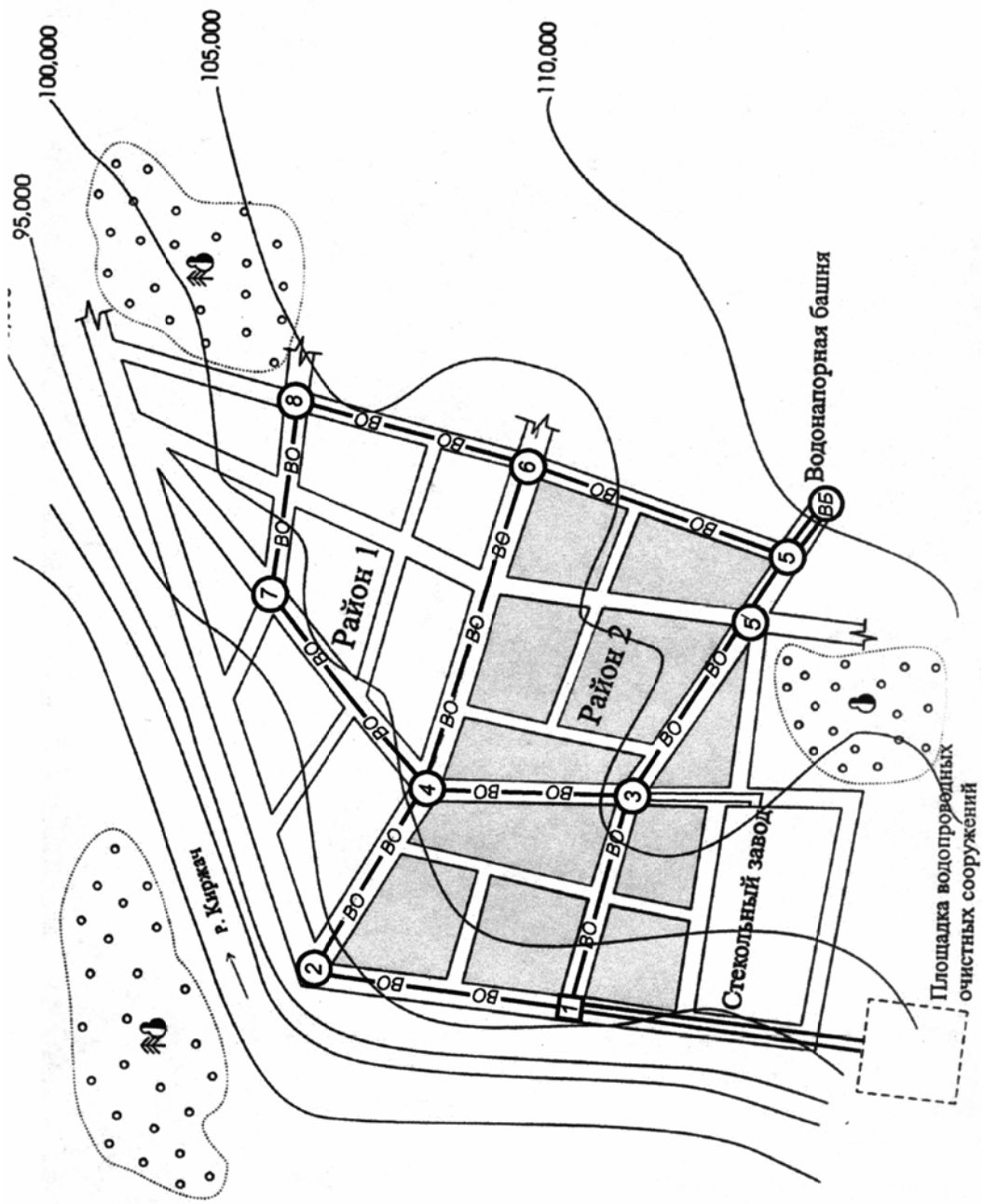


Рис. 13.13. Трассировка водопроводной сети

Детализировка сети выполняется в следующей последовательности.

1. Производят расстановку колодцев.

Вначале на основании трассировки сети осуществляют расстановку задвижек на магистральной сети во всех узловых точках (см. рис. 13.13, узлы 1, 2, 3, 4 ...). Колодец водопроводной сети обозначается на генплане определенным знаком –О–.

Затем намечают распределительные линии (рис. 13.14, пунктирные линии).

Распределительные линии подключают к магистральным сетям вдоль квартальной застройки как внутри кольцевой магистральной сети, так и по внешнему контуру. Иногда распределительные линии создают свои контуры, но чаще бывают тупиковыми. Диаметр распределительных линий назначается конструктивно.

Для объединённых сетей хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода диаметр распределительных линий должен быть не менее 100 мм; при больших диаметрах магистральных линий он условно принимается из соотношения

$$\frac{d_m}{d_p} \leq 2, \quad (13.1)$$

где  $d_m$  – диаметр магистрали, мм;

$d_p$  – диаметр распределительной линии, мм.

В местах присоединения распределительных линий к магистральным всегда устанавливают задвижки.

Если протяженность магистрали превышает 750 м, то устраивают дополнительный колодец с задвижками на магистральной сети (см. рис. 13.13, участки 3-5 и 4-6). Данный колодец обычно располагается в местах подключения распределительных линий к магистральным сетям (см. рис. 13.14, колодцы ПГ – 32 и ПГ – 47).

Затем производят расстановку пожарных гидрантов, которые на генпланах обозначаются –●– ПГ.

Максимально допустимое расстояние между пожарными гидрантами 150 м. Пожарные гидранты могут располагаться в ранее намеченных колодцах. Если расстояние между колодцами с задвижками превышает 150 м, то устраивают дополнительный колодец только с пожарным гидрантом. Кроме того, в случае возникновения аварии можно отключать не более 5 пожарных гидрантов. Поэтому, как было указано ранее (см. рис. 13.13, 13.14) участки сети с протяжённостью более 750 м разбивают с помощью задвижек на два ремонтных участка.

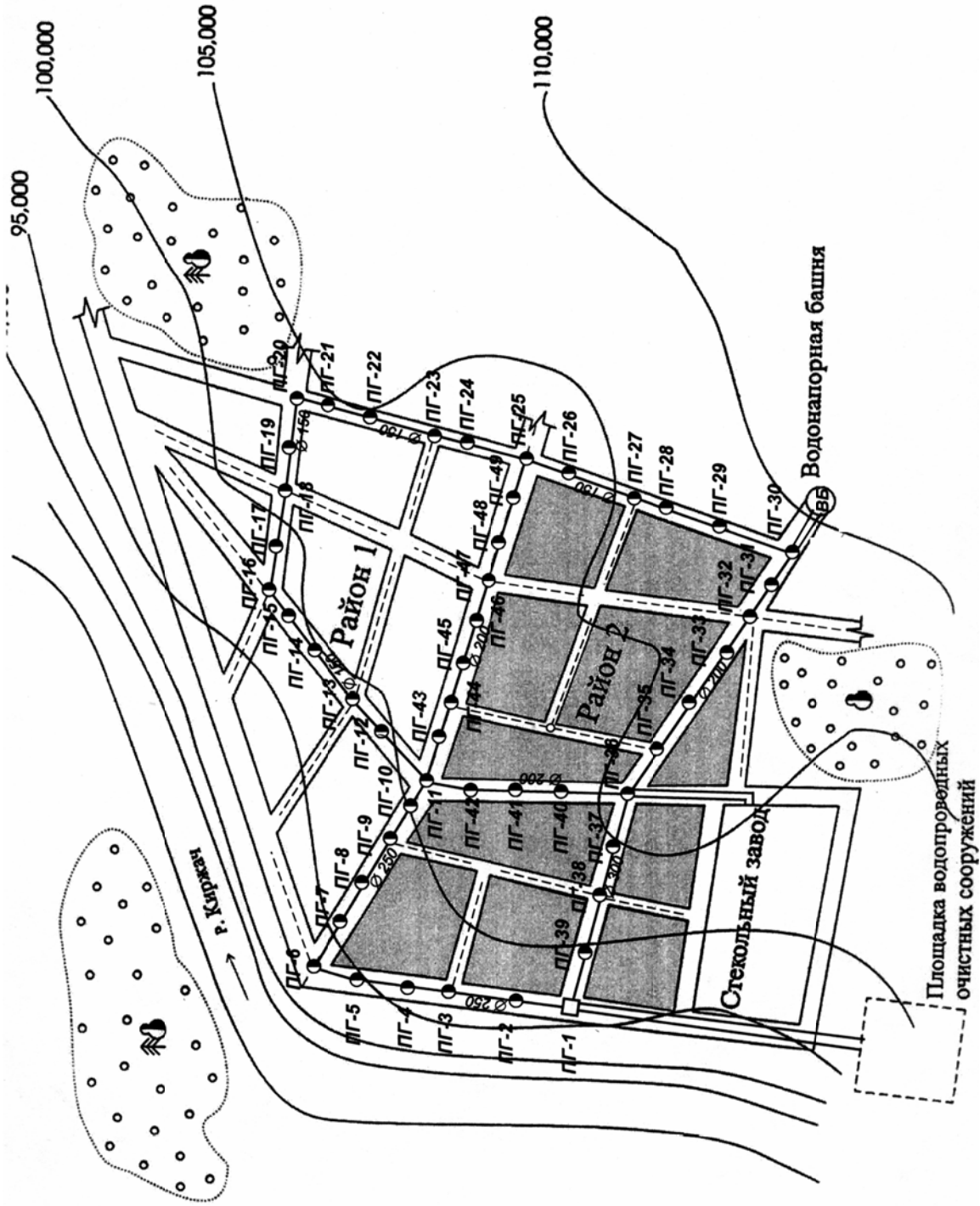


Рис. 13.14. Наружные сети водоснабжения

После расстановки колодцев производят их нумерацию (в курсовом проекте только на магистральной сети). Если в колодце располагается пожарный гидрант, то его обозначают буквами ПГ и присваивают номер. При отсутствии пожарного гидранта в колодце указывается только его номер. Нумерация колодцев является сквозной, независимо от вида устанавливаемой арматуры.

Пример расстановки колодцев на магистральной сети представлен на рис. 13.14.

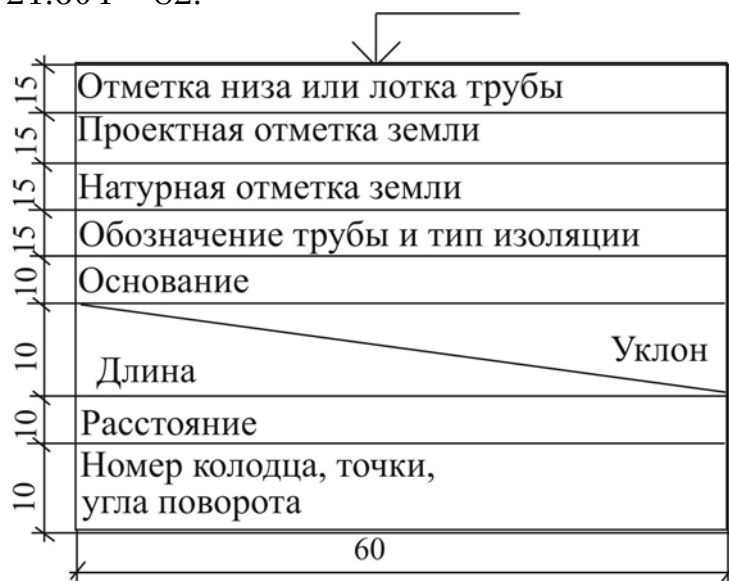
## 2. Строят продольный профиль водопроводной сети.

Продольный профиль водопроводной сети строится по ГОСТ 21.604–82 «Водоснабжение и канализация. Наружные сети».

В курсовом проекте допускается построить профиль по двум-трем магистральным участкам.

Профиль строится в двух масштабах: горизонтальном, соответствующем масштабу генплана, и вертикальном  $M_v$  1:100 (иногда  $M_v$  1:200).

Размеры шапки, мм, для построения профиля принимаются согласно ГОСТ 21.604 – 82.

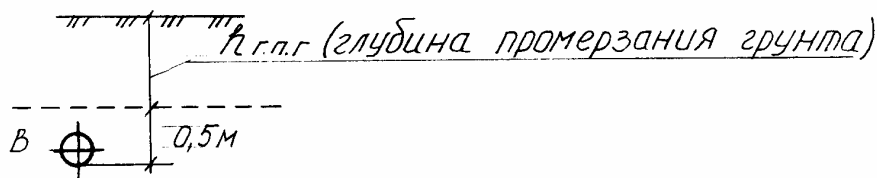


Над шапкой указывается условная отметка принятого горизонта.

Построение профиля начинается с расстановки номеров колодцев и указания расстояний, м, между ними.

Затем по генплану определяются натурные отметки земли в местах расположения колодцев и принимаются проектные отметки земли. При этом проектные отметки на профиле обозначаются сплошной линией, а натурные – пунктиром. Если эти отметки совпадают, то на профиле показывается только сплошная линия.

Построив профиль земли, намечают прокладку водопроводной сети. Согласно [1, п. 8.44] глубина прокладки до низа трубы принимается на 0,5 м больше глубины промерзания грунта.



Затем определяют уклоны прокладки труб:

$$i_{\text{тр}} = \frac{z_{\text{п.з}}^{\text{ВН}} - z_{\text{п.з}}^{\text{БК}}}{L}, \quad (13.2)$$

где  $z_{\text{п.з}}^{\text{ВН}}$  – проектная отметка земли в начале участка, м;

$z_{\text{п.з}}^{\text{БК}}$  – проектная отметка земли в конце участка, м;

$L$  – расстояние между колодцами, м.

Согласно [1, п. 8.13] водопроводные сети необходимо прокладывать с уклоном не менее 0,001 по направлению к выпуску воды, при плоском рельефе местности допускается принимать уклон прокладки 0,0005.

Уклон указывается в промилях (0,001=1‰); направление линии прокладки трубопровода соответствует линии его прокладки на профиле.

Протяжённость участков, прокладываемых с единым уклоном, суммируется и указывается на профиле.

Если в проекте используются трубы, имеющие раструбное соединение, то направление раструбов на профиле указывают с учётом рельефа местности, т. е. раструбами вверх по профилю.

Во всех пониженных точках ремонтных участков предусматриваются выпуски. Колодцы с выпусками указываются на профиле.

В повышенных точках сети, при уклоне прокладки трубопровода более 0,005, согласно [1, п.8.12, примеч.] необходимо производить установку вантузов. Колодцы с вантузом также указываются на профиле.

Кроме того, на профиле наносится колонка грунта и показывается глубина колодцев.

Обозначение профиля соответствует обозначению сетей на генплане: В0, В1, В2, В3 ...

Пример построения профиля по участкам ПГ6–ПГ11–ПГ25–ПГ20 представлен на рис. 13.15.



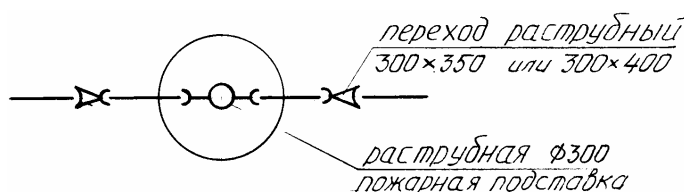
3. Делают детализировку водопроводной сети.

При составлении монтажной схемы водопроводной сети детально разрабатываются все колодцы, намеченные на генплане.

Если в колодце устанавливается пожарный гидрант, то необходимо учитывать следующие рекомендации.

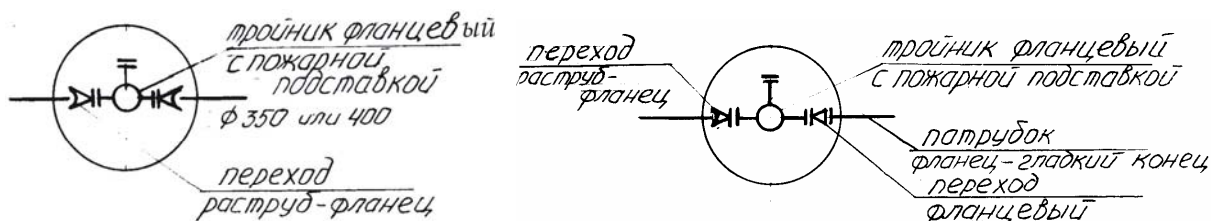
- Максимальный диаметр пожарной подставки 300 мм;
- При диаметре магистрали до 400 мм включительно для соединения магистрального трубопровода с пожарной подставкой можно устанавливать переходы:

1. За пределами колодца



В этом случае, если в колодце устанавливается только пожарный гидрант, используется пожарная подставка.

2. В колодце



В этом случае, так как нет пожарной подставки фланцевой, необходимо использовать тройник фланцевый с пожарной подставкой и переход раструб – фланец с двух сторон, а для чугунных труб фланец пожарной подставки с одной стороны соединяется с переходом раструб – фланец, а с другой – с переходом фланцевым и патрубком.

ВО

М 1:10000 по горизонтали,  
 М 1:100 по вертикали.

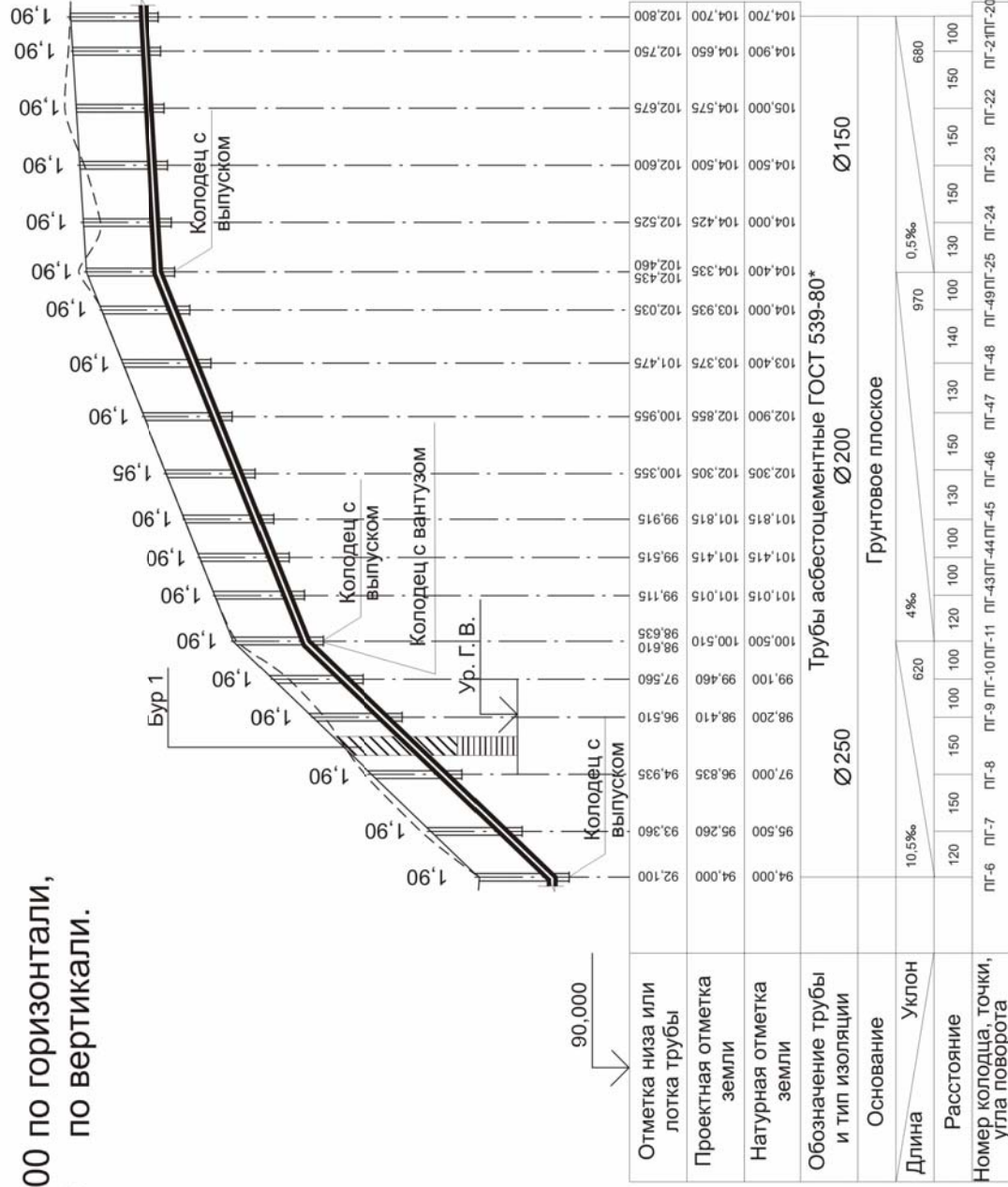
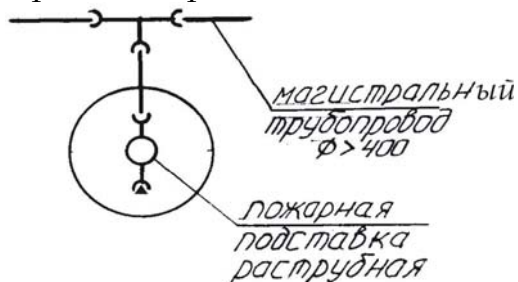
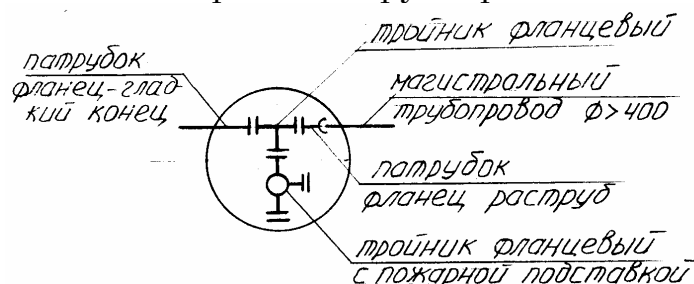


Рис. 13.15. Продольный профиль водопроводной сети

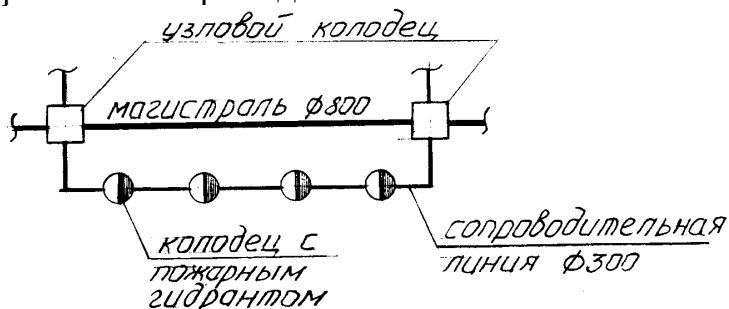
- При диаметре магистрали более 400 мм, но менее 800 мм пожарный гидрант выносится за пределы магистрали.



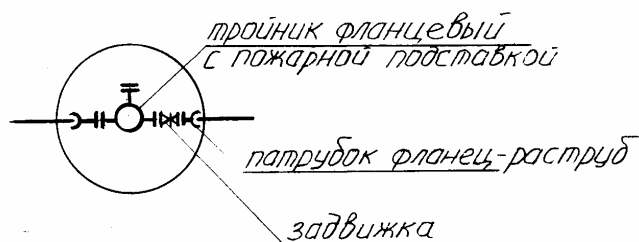
При использовании фланцевых соединений колодец устраивается непосредственно на магистральном трубопроводе.



- При диаметре магистрали 800 мм и более необходимо устраивать сопроводительные линии.

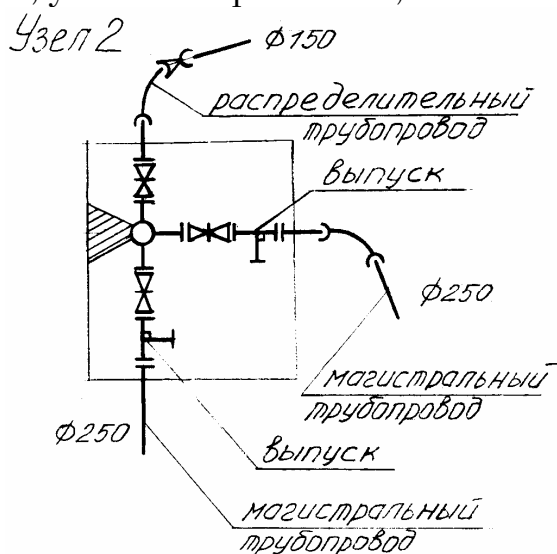


- Каждые пять пожарных гидрантов обязательно отключаются задвижкой.



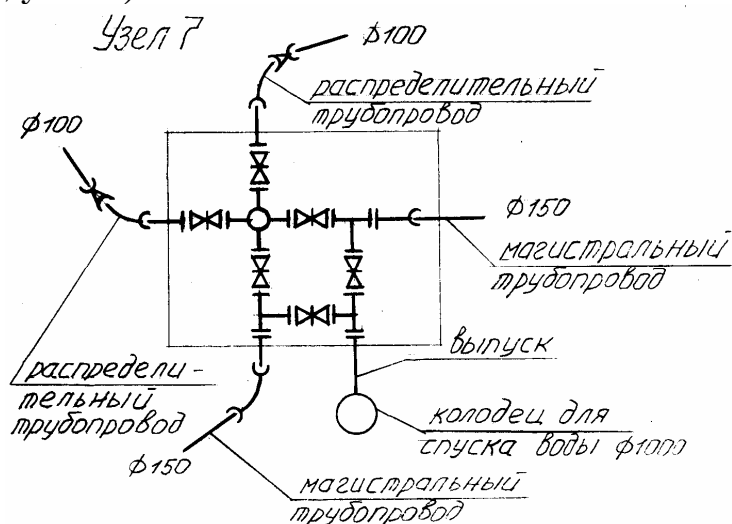
Как было указано ранее, при построении продольных профилей намечаются колодцы с выпусками в пониженных точках ремонтных участков. Необходимость устройства выпусков проверяется для всех участков магистралей, соединяемых в данном колодце. По конструктивным особенностям монтаж выпусков зависит от количества задвижек, располагаемых в колодце.

Если в колодце устанавливается не более трёх задвижек, то выпуск предусматривается в самом колодце (мокрый колодец). Глубина мокрого колодца на 50 – 60 см больше основного. Колодец такого типа показан на рис. 13.13, узел 2 или рис. 13.14, ПГ – 6.



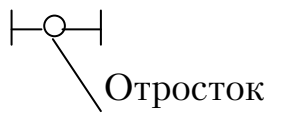
Если диаметр магистрального трубопровода  $d \geq 250$  мм, то можно использовать специальную чугунную фасонную часть (выпуск фланцевый), выпускаемую по ГОСТ 5525 – 88, в противном случае выпуск монтируется с помощью тройника фланцевого и задвижки (см. рис. 13.16, В, колодец ПГ – 25).

В остальных случаях выпуск делается в отдельный колодец диаметром 1000 мм. Задвижки устанавливаются в основном колодце (см. рис. 13.13, узел 7).



При построении продольного профиля намечаются колодцы с установкой вантузов в повышенных точках магистральной сети, если уклон прокладки трубопровода превышает 0,005. При разработке колодца проверяется необходимость устройства вантуза на всех участках магистрали, соединяемых в данном колодце.

Для монтажа вантуза в колодце предусматривается тройник фланцевый, устанавливаемый перед задвижкой отрезком в вертикальной плоскости.



Детализировка колодца с вантузом показана на рис. 13.16,А, колодец ПГ–11.

Произведя детализировку всех колодцев, на монтажной схеме водопроводной сети определяют их размеры и конфигурацию в плане. Определение размеров колодцев производится согласно [1, п. 8.63].

Минимальные расстояния до внутренних поверхностей колодца надлежит принимать:

– от стенок труб при диаметре труб до 400 мм – 0,3 м; от 500 до 600 мм – 0,5 м; более 600 мм – 0,7 м;

– от плоскости фланца при диаметре труб до 400 мм – 0,3 м; более 400 мм – 0,5 м;

– от края раструба, обращённого к стене, при диаметре труб до 300 мм – 0,4 м; более 300 мм – 0,5 м;

– от низа трубы до дна при диаметре труб до 400 мм – 0,25 м; от 500 до 600 мм – 0,3 м; более 600 мм – 0,35 м;

– от верха штока задвижки с выдвигным шпинделем – 0,3 м; от маховика задвижки с невыдвигным шпинделем – 0,5 м.

Высота рабочей части колодцев должна быть не менее 1,5 м.

По форме в плане колодцы бывают круглыми и прямоугольными. Имеется типовый проект 901 – 09.11 – 84 «Колодцы водопроводные».

Круглые колодцы в основном монтируются из железобетона. Детали колодцев выпускаются по ГОСТ 8020–90 «Конструкции бетонные и железобетонные для канализационных, водопроводных и газопроводных сетей».

Минимальный диаметр колодцев 1000 мм. Выпускаются готовые детали колодцев диаметром 1000, 1500, 2000 мм.

Если на монтажной схеме общий размер колодца оказался меньше стандартного, то увеличивают расстояние до внутренних стенок колодца путём использования патрубка фланец – гладкий конец длиной 1200 мм или же увеличивают протяжённость трубы в колодце до фасонной части, имеющей раструбное соединение (например любой пожарный гидрант с пожарной подставкой раструбной).

Если же на монтажной схеме общий размер колодца оказался больше стандартного, то для уменьшения его размера можно заменить патрубков фланец – раструб на патрубок фланец – гладкий конец. Тогда размер патрубка не входит в размер колодца, а расстояние до внутренней поверхности колодца учитывается только до фланца.

Кроме того, для уменьшения размеров колодца можно вынести за его пределы фасонные части: переходы, отводы, колена. В этом случае за пределами колодца фланцевые соединения не используются.

Если размер колодца оказывается больше 2000 мм, то проектируют квадратный или прямоугольный колодец (камеру), в основном из кирпича или бетона. Камеры из бетона проектируют по ТП 901–09–11.84. Размеры прямоугольных колодцев в плане принимаются от 2000×2500 до 4000×4500 мм.

В кирпичных колодцах размер сторон должен быть кратен кирпичу – 250 мм (размер кирпича 250×125×65). Для этого делается привязка фасонных частей до внутренних стен колодца. При детализовке на монтажной схеме показывается форма колодца и указываются его размеры.

Для круглых колодцев можно показывать только основной размер и диаметр колодца. Для прямоугольных колодцев дается привязка по осям труб и указывается основной размер колодца. Кроме того, на монтажной схеме условно изображаются упоры.

Упоры устраиваются в отдельных точках напорной сети для восприятия растягивающих усилий: при изменении направления напорных трубопроводов в горизонтальной и вертикальной плоскостях, а также на концевых участках. Они могут располагаться как в колодцах, так и вне колодцев. В основном упоры выполняются из бетона по серии 4.901–7 «Упоры на наружных напорных трубопроводах водопровода и канализации».

Пример расположения упоров показан на рис. 13.16,А (колодцы ПГ-6, ПГ-9); на рис. 13.16,Б (колодец ПГ-44); на рис. 13.16,В (колодцы ПГ-25, ПГ-23, ПГ-20).

В курсовом проекте детализовка водопроводной сети выполняется только по профилю. Детализовка водопроводной сети для участков сети ПГ-6 – ПГ-20 приведена на рис. 13.16,А, Б, В.

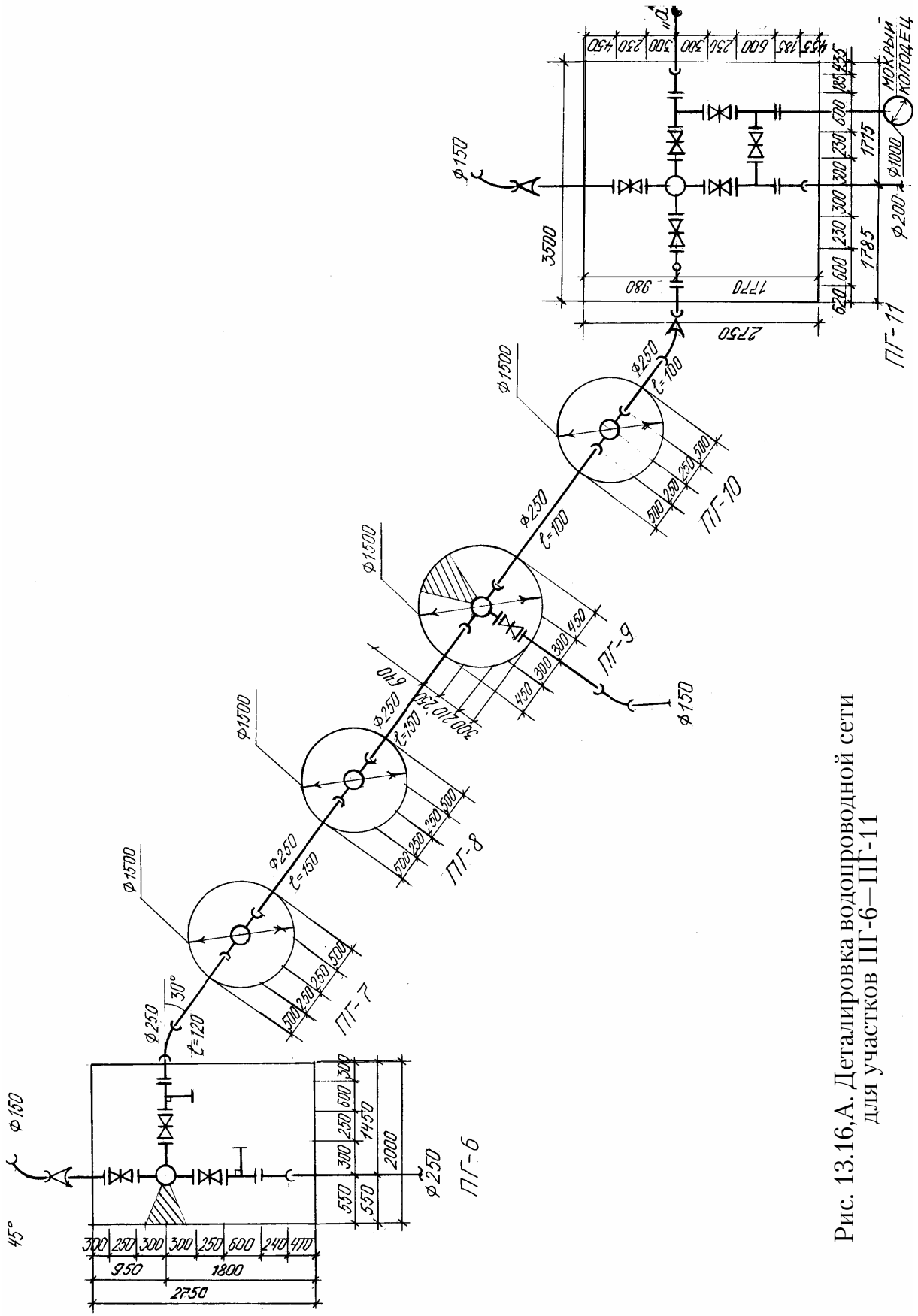


Рис. 13.16, А. Деталировка водопроводной сети для участков ПП-6—ПП-11





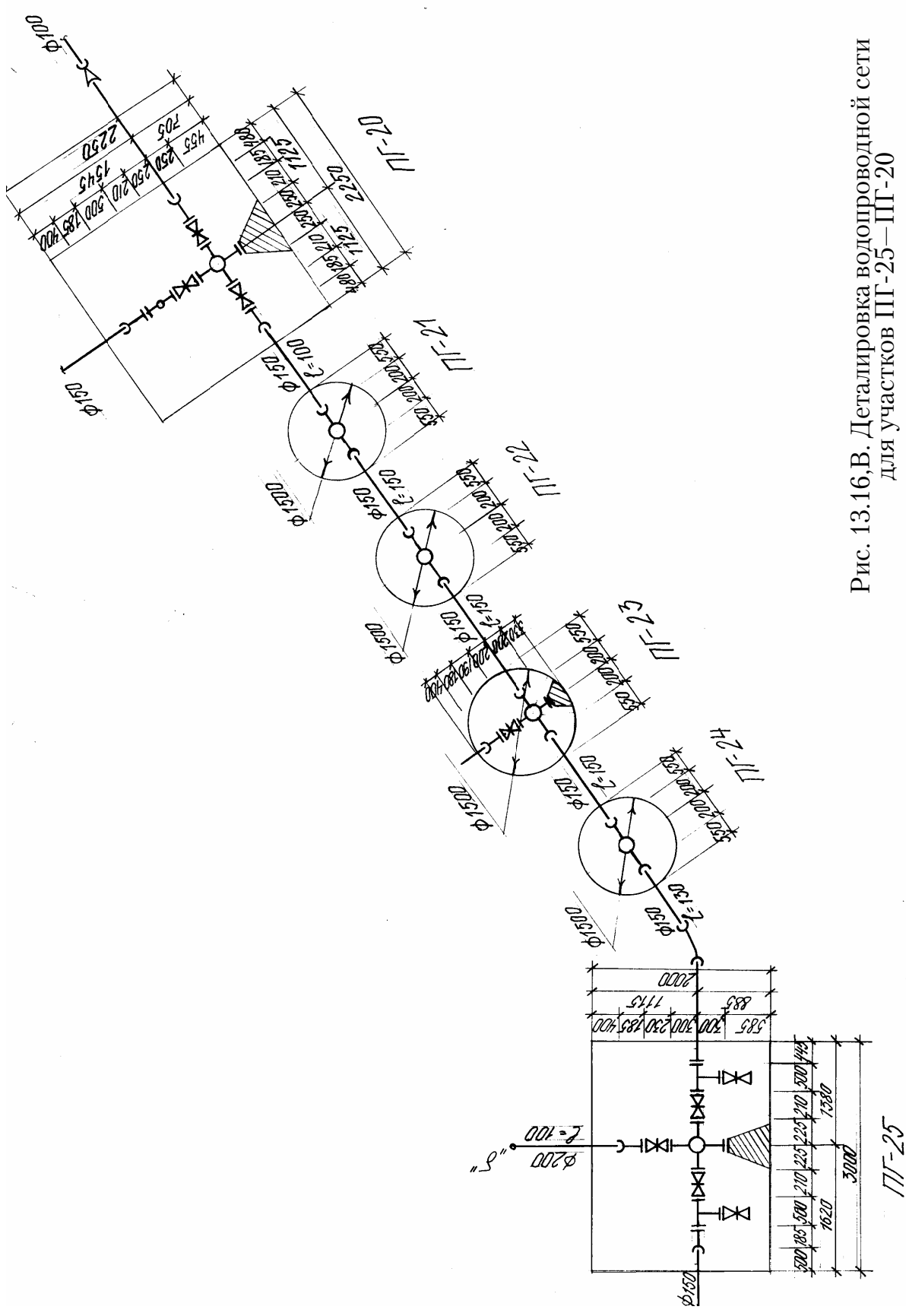


Рис. 13.16, В. Детализовка водопроводной сети для участков ПП-25—ПП-20

4. Составляют спецификацию на трубы, фасонные части и арматуру.

На основании разработанной детализовки сети составляется спецификация, которая оформляется в табличной форме (табл. 13.29).

	20	60	65	10	15	20
15	Марка, позиция	Обозначение	Наименование	Кол- во	Масса ед, кг	Примеча- ние
8						
8						

Если спецификация располагается на чертёжном листе вместе с монтажной схемой, то всем фасонным частям, арматуре и другим элементам на схеме присваиваются номера позиций, под которыми они (марки, позиции) заносятся в спецификацию.

При расположении спецификации в пояснительной записке графа (марка, позиция) не заполняется.

Ниже приводится спецификация, составленная по детализовке рис. 13.16, Б.

Т а б л и ц а 13.29

Спецификация

Марка, позиция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
1	2	3	4	5	6
В0					
1	ГОСТ 539 – 80 *	Трубы асбестоцементные напорные, ВТ – 6, Ø200	970	22,1	м
2	ГОСТ 5525 – 88	Пожарная подставка раструбная, ППР Ø200	5	75,0	
3	ГОСТ 5525 – 88	Тройник раструб – фланец с пожарной подставкой ППТРФ Ø200 × 100	1	76,0	
4	ГОСТ 5525 – 88	Крест фланцевый с пожарной подставкой ППКФ Ø200 × 150	1	94,0	

Окончание табл. 13.29

1	2	3	4	5	6
5	ГОСТ 5525 – 88	Тройник фланцевый ТФ Ø200 × 100	1	62,5	
6	ГОСТ 5525 – 88	Патрубок фланец – гладкий конец ПФГ Ø100	2	34,0	
7	ГОСТ 5525 – 88	То же Ø150	2	55,2	
8	ГОСТ 5525 – 88	Патрубок фланец – раструб ПФР Ø200	2	31,1	
9	ГОСТ 5525 – 88	Отвод раструбный 10°, ОР Ø100	1	21,4	
10	ГОСТ 5525 – 88	Отвод раструб- гладкий конец 10°, ОРГ Ø150	2	28,8	
11	ГОСТ 5525 – 88	Переход раструбный ХР, Ø150 × 100	2	25,3	
12	30ч6бр	Задвижка парал- лельная с выдвиг- ным шпинделем Ø200	2	129,0	
13	30ч6бр	То же Ø150	2	77,0	
14	30ч6бр	То же, Ø100	2	39,5	
15	ТП 901 – 09- 11.84	Колодец из сборных ж/б элементов Ø1500 (H <sub>р</sub> = 1,8 м)	6		
		То же, Ø1000	1		
16	ГОСТ 3634 – 2000	Люк типа "Т"	8	132	
17	Серия 3.001.1 – 3	Бетон на упоры	0,9		м <sup>3</sup>
18		Камера кирпичная 3000 × 1500 (H <sub>р</sub> = 1,8 м)	1		

## 14. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ»

### 1. Системы водоснабжения и режим их работы

1. Система водоснабжения – это:
  - 1) комплекс инженерных сооружений и устройств, предназначенных для снабжения водой потребителей;
  - 2) виды потребителей воды;
  - 3) сооружения кондиционирования воды.
  
2. Необходимое количество воды для систем водоснабжения определяется:
  - 1) гидравлическим расчетом;
  - 2) теплотехническим расчетом;
  - 3) аэродинамическим расчетом.
  
3. Необходимый напор для систем водоснабжения определяется:
  - 1) гидравлическим расчетом;
  - 2) теплотехническим расчетом;
  - 3) аэродинамическим расчетом.
  
4. Требуемое качество воды систем водоснабжения нормируется:
  - 1) СанПиНом и ГОСТом;
  - 2) СНиПом;
  - 3) Справочниками.
  
5. Может ли использоваться вода производственной системы водоснабжения на хозяйственно-питьевые цели?
  - 1) да;
  - 2) нет;
  - 3) иногда.
  
6. Могут ли классифицироваться системы хозяйственно-питьевого водоснабжения по кратности использования воды?
  - 1) да;
  - 2) нет;
  - 3) при обосновании.

7. Какие системы водоснабжения можно классифицировать по кратности использования воды?

- 1) хозяйственно-питьевые;
- 2) противопожарные;
- 3) производственные.

8. На сколько категорий надежности использования воды подразделяются централизованные системы водоснабжения?

- 1) десять;
- 2) две;
- 3) три.

9. На какое время допускается снижение подачи воды для централизованных систем водоснабжения для I категории надежности?

- 1) на 10 суток;
- 2) на 3 суток;
- 3) на 15 суток.

10. На какое время допускается снижение подачи воды для централизованных систем водоснабжения для II категории надежности?

- 1) на 10 суток;
- 2) на 3 суток;
- 3) на 15 суток.

11. На какое время допускается снижение подачи воды для централизованных систем водоснабжения для III категории надежности?

- 1) на 10 суток;
- 2) на 3 суток;
- 3) на 15 суток.

12. На какую величину допускается снижение подачи воды для централизованных систем водоснабжения на производственные нужды?

- 1) на 50 %;
- 2) по аварийному графику;
- 3) на 100 %.

13. Что понимается под схемой водоснабжения?

- 1) графическое изображение выбранной системы водоснабжения;
- 2) графики подачи воды;
- 3) перечень состава сооружений.

14. Какие сооружения системы водоснабжения относятся к головным?

- 1) водозабор, насосная станция I подъема, водопроводные очистные сооружения;
- 2) водопроводные очистные сооружения;
- 3) насосная II подъема, резервуары чистой воды.

15. Какие сооружения относятся к сетевым?

- 1) насосная II подъема, водоводы, водопроводные сети, регулирующие емкости;
- 2) водопроводные колодцы;
- 3) водопроводные сети.

16. Что понимается под режимом водопотребления?

- 1) режим расходования воды по часам суток;
- 2) время отбора воды из сети отдельными потребителями;
- 3) режим работы регулирующих сооружений.

17. Можно ли для населения предусмотреть равномерный режим водопотребления?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) только в зимний период.

18. Головные сооружения системы водоснабжения всегда работают в:

- 1) равномерном режиме;
- 2) неравномерном режиме;
- 3) комбинированном режиме.

19. На какие цели используется вода в населенном пункте?

- 1) хозяйственно-питьевые, производственные, противопожарные и полив территорий;
- 2) хозяйственно-питьевые и полив территорий;
- 3) хозяйственно-питьевые, производственные и полив территорий.

20. Можно ли в населенном пункте проектировать единую систему хозяйственно-питьевого противопожарного водоснабжения?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) только при поверхностном источнике водоснабжения.

21. Что учитывает коэффициент часовой неравномерности?

- 1) отношение максимального часового расхода к среднечасовому расходу;
- 2) отношение среднечасового расхода к максимально часовому расходу;
- 3) отношение среднечасового расхода к минимально часовому расходу.

22. При определении режима водопотребления населенного пункта учитываются:

- 1) все потребители;
- 2) только потребители по жилой зоне;
- 3) только коммунальные службы.

23. В какие часы назначается полив территории в населенных пунктах?

- 1) в любые;
- 2) в часы минимального водопотребления;
- 3) в часы максимального водопотребления.

24. В какие часы работы промышленных предприятий назначается отбор воды на пользование душем?

- 1) в первый час после окончания смены;
- 2) в последний час работы смены;
- 3) по решению администрации.

25. Категория надежности централизованных систем водоснабжения принимается в зависимости:

- 1) от числа жителей;
- 2) от источника водоснабжения;
- 3) от площади застройки.

26. Для каких целей строится ступенчатый график водопотребления в течение суток?

- 1) для определения часовых расходов воды;
- 2) для определения суточного расхода воды;
- 3) для определения суммарного расхода воды от начала суток водопотребления.

27. Для каких целей строится интегральный график водопотребления в течение суток?

- 1) для определения часовых расходов воды;
- 2) для определения суточного расхода воды;
- 3) для определения суммарного расхода воды от начала суток водопотребления.

28. Безбашенную систему водоснабжения в населенных пунктах применяют:

- 1) при спокойном рельефе местности;
- 2) при суточной водопотребности более 30000 м<sup>3</sup>/сут;
- 3) при числе жителей до 10000 человек.

29. Для каких целей в населенных пунктах применяют водонапорную башню?

- 1) для регулирования работы насосной станции II подъема и режима водопотребления населенного пункта;
- 2) для хранения аварийного запаса;
- 3) для регулирования режимов водопотребления и подачи воды насосами насосной станции II подъема, а также 10-минутного противопожарного запаса воды.

30. Всегда ли час транзита в башню совпадает с часом минимального водопотребления?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании режима работы насосной станции II подъема.

31. По какому графику водопотребления определяется час транзита?

- 1) по ступенчатому;
- 2) по интегральному;
- 3) путем совмещения интегрального и ступенчатого графиков.

32. Можно ли определить час транзита по интегральному графику водопотребления?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

33. Можно ли определить час транзита по ступенчатому графику водопотребления?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.



34. Можно ли определить величину регулирующего объема водонапорной башни по интегральному графику?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

35. Можно ли определить величину регулирующего объема водонапорной башни по ступенчатому графику?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

36. Можно ли определить величину регулирующего объема воды в резервуарах чистой воды по интегральному графику?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

37. Можно ли определить величину регулирующего объема воды по ступенчатому графику?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

38. Имеются ли ограничения по регулируемому объему для водонапорных башен?

- 1) нет;
- 2) имеются: 2-8 % от суточной водопотребности;
- 3) для малых объектов.

39. Имеются ли ограничения по регулируемому объему для резервуаров чистой воды?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) для малых объектов.

40. Где располагаются резервуары чистой воды?

- 1) на площадке водозаборных сооружений;
- 2) на площадке водопроводных очистных сооружений;
- 3) около узла подключения водоводов к магистральной водопроводной сети.

41. Где располагается водонапорная башня для обслуживания населенных пунктов?

- 1) на самой высокой отметке поверхности земли относительно населенного пункта;
- 2) вблизи водопроводных очистных сооружений;
- 3) в центральной части населенных пунктов.

42. На какое время допускается перерыв в подаче воды для I категории централизованных систем водоснабжения?

- 1) 10 минут;
- 2) 6 часов;
- 3) 24 часа.

43. На какое время допускается перерыв в подаче воды для II категории централизованных систем водоснабжения?

- 1) 10 минут;
- 2) 6 часов;
- 3) 24 часа.

44. На какое время допускается перерыв в подаче воды для III категории централизованных систем водоснабжения?

- 1) 10 минут;
- 2) 6 часов;
- 3) 24 часа.

45. При каком числе жителей централизованные системы водоснабжения относятся к I категории надежности подачи воды?

- 1) более 50000 жителей;
- 2) от 5000 до 50000 жителей;
- 3) менее 5000 жителей.

46. При каком числе жителей централизованные системы водоснабжения относятся ко II категории надежности подачи воды?

- 1) более 50000 жителей;
- 2) от 5000 до 50000 жителей;
- 3) менее 5000 жителей.

47. При каком числе жителей централизованные системы водоснабжения относятся к III категории надежности подачи воды?

- 1) более 50000 жителей;
- 2) от 5000 до 50000 жителей;
- 3) менее 5000 жителей.

48. Можно ли определить величину противопожарного запаса воды в резервуарах чистой воды графическим методом?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

49. Можно ли определить величину противопожарного запаса воды в водонапорной башне графическим методом?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

50. Что обозначает ордината на ступенчатом графике водопотребления?

- 1) часовой расход воды в %;
- 2) напор насоса в метрах;
- 3) время суток в часах.

51. Что обозначает ордината на интегральном графике водопотребления?

- 1) суммарный расход воды от начала суток водопотребления в %;
- 2) часовой расход воды в %;
- 3) продолжительность водопотребления в часах.

52. По какому графику водопотребления целесообразно назначать режим работы насосной станции II подъема?

- 1) по интегральному;
- 2) по ступенчатому;
- 3) по графикам квадратичной функции.

53. По каким показателям определяется количество резервных насосов насосной станции II подъема?

- 1) по категории надежности системы и количеству рабочих агрегатов;
- 2) по назначению системы водоснабжения;
- 3) по аварийному графику.

54. Может ли использоваться вода производственной системы водоснабжения на противопожарные нужды?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) иногда.

55. Может ли использоваться вода системы хозяйственно-питьевого водоснабжения на противопожарные нужды?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) иногда.

56. Допускается ли объединять системы хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) иногда.

57. На какое время допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды в случае аварии для централизованных систем водоснабжения I категории надежности?

- 1) не более 10 суток;
- 2) не более 3 суток;
- 3) не более 5 суток.

58. Централизованные системы водоснабжения проектируют:

- 1) для населенных пунктов;
- 2) для промышленных предприятий;
- 3) для спортивных комплексов.

59. Если в населенном пункте проживает 52000 человек, к какой категории надежности относится централизованная система водоснабжения?

- 1) к I категории;
- 2) ко II категории;
- 3) к III категории.

60. Если в населенном пункте проживает 46000 человек, к какой категории надежности относится централизованная система водоснабжения?

- 1) к I категории;
- 2) ко II категории;
- 3) к III категории.

61. Если в населенном пункте проживает 4000 человек, к какой категории надежности относится централизованная система водоснабжения?

- 1) к I категории;
- 2) ко II категории;
- 3) к III категории.

62. Централизованные системы водоснабжения всегда ли имеют единые водопроводные очистные сооружения?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

63. Водозаборные сооружения из поверхностного источника, подающие воду на хозяйственно-питьевые нужды, всегда ли располагаются выше населенного пункта?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

64. Водозаборные сооружения из поверхностного источника, подающие воду на производственные нужды промпредприятия, всегда ли располагаются выше населенного пункта?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

65. Относится ли насосная станция II подъема к сетевым сооружениям?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

66. Относится ли насосная станция I подъема к сетевым сооружениям?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

67. На какой расход рассчитываются водопроводные сети?

- 1) средний;
- 2) максимальный;
- 3) минимальный.

68. Поступает ли вода в башню в час максимального водопотребления?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

69. Поступает ли вода в башню в час транзита?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

70. Если водонапорная башня располагается в начале сети, необходимо ли рассчитывать водопроводную сеть на час транзита?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

71. Если водонапорная башня находится в конце сети, необходимо ли рассчитывать водопроводную сеть на час транзита?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

72. Когда производится расчет водопроводной сети на пропуск противопожарного расхода?

- 1) в час среднечасового водопотребления;
- 2) в час минимального водопотребления;
- 3) в час максимального водопотребления.

73. Могут ли совпадать режимы работы насосных станций I и II подъемов?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

## **2. Системы подачи и распределения воды**

74. Что такое величина удельного водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды населения?

- 1) средний расход, приходящийся на одного жителя;
- 2) средний расход по жилой зоне;
- 3) максимально допустимый расход.

75. В зависимости от каких факторов выбирается величина удельного водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды населения?

- 1) в зависимости от времени года;
- 2) в зависимости от степени благоустройства жилой застройки;
- 3) в зависимости от числа жителей.

76. Необходимо ли учитывать в населенных пунктах дополнительный расход воды на неучтенные нужды?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при числе жителей более 5000 человек.

77. На сколько степеней благоустройства делятся здания, оборудованные водопроводом и канализацией в жилой застройке?

- 1) две;
- 2) три;
- 3) десять.

78. Какова величина дополнительного расхода воды на неучтенные нужды населенного пункта?

- 1) 10–20 % суммарного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населенного пункта;
- 2) 30 % суммарного расхода воды промышленного предприятия;
- 3) 30 % расхода воды на полив территорий.

79. Для определения среднесуточного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте необходимо знать:

- 1) величину удельного водопотребления и расчетное число жителей;
- 2) площадь населенного пункта;
- 3) месторасположение населенного пункта.

80. Какова величина коэффициента максимальной суточной неравномерности для районов жилой застройки, оборудованных внутренним водопроводом и канализацией без ванн?

- 1) 1,3;
- 2) 1,5;
- 3) 2.

81. Какова величина коэффициента максимальной суточной неравномерности для районов жилой застройки, оборудованных водопроводом, канализацией с ванными и местными водонагревателями?

- 1) 1,3;
- 2) 1,2;
- 3) 1,5.

82. Какова величина коэффициента максимальной суточной неравномерности для районов жилой застройки, оборудованных водопроводом, канализацией с централизованным горячим водоснабжением?

- 1) 1,1;
- 2) 1,2;
- 3) 1,3.

83. По каким критериям определяется количество одновременных наружных пожаров в населенном пункте?

- 1) по числу районов;
- 2) по числу жителей;
- 3) по площади населенного пункта.

84. По каким критериям определяется количество одновременных наружных пожаров на промпредприятии?

- 1) по площади промпредприятия;
- 2) по числу работающих;
- 3) по виду выпускаемой продукции.

85. На какое время рассчитывается запас воды на тушение пожара?

- 1) на 1 час;
- 2) на 3 часа;
- 3) на 10 часов.

86. На какое время рассчитывается пожарный объем воды в баках водонапорных башен?

- 1) на 1 час;
- 2) на 30 мин;
- 3) на 10 мин.

87. Общее количество резервуаров в одном узле:

- 1) не менее двух;
- 2) три;
- 3) один.

88. Каким методом определяются расходы воды при расчете наружных сетей?

- 1) методом длин;
- 2) методом площадей;
- 3) итерационным методом.



89. Какова величина экономической скорости при расчете водопроводных сетей?

- 1) 0,7–1,5 м/с;
- 2) 1–2 м/с;
- 3) 1–1 м/с.

90. Всегда ли расчетная длина равна фактической длине водопроводной сети при определении попутных расходов?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) для малых населенных пунктов.

91. При расположении водонапорной башни вначале сети необходимо ли производить расчет водопроводной сети на час транзита:

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

92. Какова величина допустимой невязки по кольцу при нормальном режиме работы водопроводной сети?

- 1) 0,5 м;
- 2) 1 м;
- 3) 1,5 м.

93. Какова величина допустимой невязки по кольцу при пропуске пожарного расхода?

- 1) 1 м;
- 2) 2 м;
- 3) 3 м.

94. Какова величина максимально допустимого свободного напора в наружной сети хозяйственно-питьевого водоснабжения?

- 1) 10 м;
- 2) 60 м;
- 3) 100 м.

95. Какова величина минимально допустимого свободного напора в сети противопожарного водопровода низкого давления:

- 1) 10 м;
- 2) 15 м;
- 3) 30 м.

96. Какова величина требуемого свободного напора для 6-этажного здания?

- 1) 14 м;
- 2) 30 м;
- 3) 33 м.

97. При определении пьезометрических отметок в диктующей точке совпадут ли фактический и требуемый напоры?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

98. На основании какого закона осуществляется распределение расходов относительно узлов кольцевой водопроводной сети?

- 1) закона Фарадея;
- 2) закона Кирхгофа;
- 3) закона Ома.

99. Допускается ли сети хозяйственно-питьевого водопровода проектировать тупиковыми?

- 1) не допускается;
- 2) допускается при диаметре труб не более 100 мм;
- 3) допускается, если протяженность сети не свыше 1 км.

100. Допускается ли сети производственного водоснабжения проектировать тупиковыми?

- 1) не допускается;
- 2) всегда проектируются тупиковыми;
- 3) проектируются при допустимости перерыва в водоснабжении на время ликвидации аварии.

101. Могут ли водоводы прокладывать в одну линию?

- а) да;
- б) нет;
- в) можно, если предусматривается объем воды на время ликвидации аварии.

102. При гидравлическом расчете водопроводных сетей необходимо ли учитывать местные потери?

- 1) нет;
- 2) да;
- 3) учитывают только для коротких трубопроводов.

103. На какую величину допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды?

- 1) на 30%;
- 2) на 50%;
- 3) на 10%.

104. Для чего надо знать величину удельного водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды населения?

- 1) для определения среднесуточного расхода;
- 2) для определения режима работы сооружений;
- 3) для определения числа жителей.

105. Зависит ли величина удельного водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды населения от степени благоустройства жилой застройки?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

106. На какой промежуток времени рассчитывается величина удельного водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды населения?

- 1) на год;
- 2) на сутки;
- 3) на час.

107. Какова величина удельного водопотребления на одного жителя для зданий с водопользованием из водоразборных колонок?

- 1) 100 л/сут;
- 2) 80 л/сут;
- 3) 30-50 л/сут.

108. Для определения расчетного числа жителей в населенном пункте необходимо знать:

- 1) плотность населения и площадь жилой зоны;
- 2) количество зданий и их этажность;
- 3) месторасположение населенного пункта.

109. Необходимо ли учитывать число жителей в населенном пункте при определении коэффициента часовой неравномерности?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

110. Необходимо ли учитывать степень благоустройства зданий при определении коэффициента часовой неравномерности?

- 1) нет;
- 2) да;
- 3) при обосновании.

111. При отсутствии данных по поливаемым площадям в населенном пункте норму воды на полив в расчете на одного жителя принимают:

- 1) 10 л/сут;
- 2) 20 л/сут;
- 3) 30-50 л/сут.

112. По каким критериям определяют расход воды на тушение наружного пожара в населенном пункте?

- 1) в зависимости от числа жителей и этажности застройки;
- 2) в зависимости от месторасположения населенного пункта;
- 3) в зависимости от производительности системы водоснабжения.

113. По каким критериям определяют расход воды на тушение внутреннего пожара в населенном пункте?

- 1) по числу жителей;
- 2) по этажности зданий;
- 3) по месторасположению населенного пункта.

114. При какой этажности жилых зданий необходимо проектировать внутренние противопожарные краны?

- 1) от 12 этажей и более;
- 2) от 5 этажей и более;

115. По каким критериям определяют расход воды на тушение наружного пожара на площадке промпредприятия?

- 1) по категории производства по пожарной опасности;
- 2) по объему наибольшего здания;
- 3) по категории производства по пожарной опасности, по степени огнестойкости зданий и объему наибольшего здания.

116. По каким критериям определяют расход воды на тушение внутреннего пожара на площадке промпредприятия?

- 1) по этажности зданий;
- 2) по объему наибольшего здания;
- 3) по категории производства по пожарной опасности, по степени огнестойкости зданий и объему наибольшего здания.

117. При какой площади промпредприятия расчетное количество пожаров принимается равным одному?

- 1) при площади промпредприятия до 150 га включительно;
- 2) при площади промпредприятия до 100 га включительно;
- 3) при любой площади.

118. Какое количество одновременных пожаров может возникнуть на площадке промпредприятия согласно рекомендациям СНиП 2.04.02-84?

- 1) два пожара;
- 2) три пожара;
- 3) четыре пожара.

119. При возникновении пожара на площадке промпредприятия учитывается ли подача воды на пользование душами в бытовых помещениях?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

120. Пожарный объем в баке водонапорной башни рассчитывается:

- 1) на весь пожарный запас;
- 2) на тушение одного наружного, одного внутреннего пожаров при наибольшем расходе воды на другие нужды;
- 3) на половину пожарного запаса воды.

121. При выключении одного резервуара какое количество пожарного объема воды должно храниться в остальных?

- 1) не менее 50%;
- 2) на основании расчетов;
- 3) не менее 70%.

122. При расчете наружных сетей водоснабжения как определяется узловой отбор воды в населенном пункте?

- 1) как полусумма путевых расходов, приходящихся на данный узел;
- 2) как сумма путевых расходов, приходящихся на данный узел;
- 3) как часть путевых расходов, приходящихся на данный узел.

123. Может ли промпредприятие отбирать воду из городской сети из одного узла?

- 1) нет;
- 2) может, если подключение осуществляется в две нитки;
- 3) только для предприятий машиностроительного профиля.

### 3. Устройство водопроводной сети

124. Какова величина минимально допустимого диаметра труб водопровода объединенного с противопожарным?

- 1) 100 мм;
- 2) 50 мм;
- 3) 150 мм.

125. Какова величина минимально допустимого уклона прокладки наружных водопроводных сетей?

- 1) 0,01;
- 2) 0,001;
- 3) 0,1.

126. При каком уклоне прокладки водопроводной сети на восходящих участках устанавливаются вантузы?

- 1) более 0,005;
- 2) менее 0,005;
- 3) более 0,1.

127. В водопроводных колодцах высота рабочей камеры должна быть:

- 1) 1 м;
- 2) не менее 1,5 м;
- 3) не менее 2 м.

128. На поворотах трубопроводов водопроводных сетей обязательно ли устройство колодцев:

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) если есть отбор воды.

129. Каково максимально-допустимое расстояние между пожарными гидрантами?

- 1) 100 м;
- 2) 150 м;
- 3) 200 м.

130. Какова глубина заложения водопроводных труб?

- 1) на 0,5 м ниже глубины промерзания грунта;
- 2) на 0,5 м выше глубины промерзания грунта;
- 3) на глубине промерзания грунта.

131. Каково минимально-допустимое расстояние прокладки водопроводных сетей от стен зданий?

- 1) 3 м;
- 2) 5 м;
- 3) 10 м.

132. При определении размеров водопроводных колодцев каково минимальное расстояние от плоскости фланца до внутренней поверхности колодца:

- 1) при диаметре труб до 400 мм – 0,3 м; более 400 мм – 0,5 м;
- 2) при диаметре труб до 300 мм – 0,5 м; более 300 мм – 0,7 м;
- 3) не нормируется.

133. При определении размеров водопроводных колодцев каково минимальное расстояние от края раструба, обращенного к стене, до внутренней поверхности колодца?

- 1) не нормируется;
- 2) при диаметре труб до 300 мм – 0,4 м; более 300 мм – 0,5 м;
- 3) при диаметре труб до 500 мм – 0,5 м; более 500 мм – 0,7 м.

134. Для восприятия растягивающих усилий всегда ли в колодцах устанавливаются упоры?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

135. Какое соединение применяется при использовании асбестоцементных труб?

- 1) раструбное;
- 2) фланцевое;
- 3) с помощью муфт.

136. Какое соединение применяется при использовании чугунных труб?

- 1) раструбное;
- 2) фланцевое;
- 3) муфтовое.

137. Какие трубы применяются при устройстве дюкеров?

- 1) стальные;
- 2) чугунные;
- 3) асбестоцементные.

138. Какие устройства предусматриваются в пониженных узлах колодцев?

- 1) выпуски;
- 2) вантузы;
- 3) патрубки.

139. Сколько пожарных гидрантов, расположенных на участке магистральной сети, можно отключить при аварии?

- 1) не более 5;
- 2) не более 3;
- 3) не ограничено.

140. Каков максимальный диаметр пожарной подставки, выпускаемой промышленностью?

- 1) 300 мм;
- 2) 50 мм;
- 3) 700 мм.

141. Может ли в населенных пунктах диаметр труб хозяйственно-питьевого водопровода, объединенного с противопожарным, быть менее 100 мм?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

142. Для каких хозяйственно-питьевых – противопожарных водопроводов допускается принимать минимальный диаметр 75 мм?

- 1) для сельских населенных пунктов;
- 2) для промышленных предприятий;
- 3) для любых водопроводов.

143. Могут ли водопроводные сети прокладываться с уклоном, равным 0?

- 1) да;
- 2) нет;
- 3) при обосновании.

144. Для каких целей прокладываются водопроводные трубы с уклоном?

- 1) для спуска воды в случае возникновения аварии;
- 2) для учета потерь напора в трубах;
- 3) для прохождения через препятствия.



145. При каких диаметрах магистральных трубопроводов необходимо устройство сопроводительных линий?

- 1) при диаметрах более 500 мм;
- 2) при диаметрах 800 мм и более;
- 3) при диаметрах 1000 мм и более.

146. На каком расстоянии от проезжей части дорог допускается устанавливать пожарные гидранты?

- 1) не более 2,5 м;
- 2) не более 5 м;
- 3) не более 1 м.

147. Какова величина минимального диаметра пожарной установки?

- 1) 100 мм;
- 2) 50 мм;
- 3) 150 мм.

148. Если изменение направления водопроводных сетей осуществляется вне колодца, что необходимо предусмотреть при строительстве?

- 1) упоры;
- 2) компенсаторы;
- 3) выпуски.

149. Из какого материала устраивают упоры?

- 1) из кирпича;
- 2) из дерева;
- 3) из бетона.

150. При подключении распределительных линий к магистральным сетям где необходима установка задвижек?

- 1) только на распределительных линиях;
- 2) только на магистральных линиях;
- 3) на магистральных и распределительных линиях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном учебном пособии рассмотрены основные вопросы по расчету и устройству наружных водопроводных сетей коммунальных водопроводов. В теоретической части приводится последовательность расчета водопроводных сетей и всех необходимых сооружений на них; подробно освещаются вопросы конструирования водопроводных сетей, связанные с их детализацией. Рассмотренный пример выполнения курсового проекта «Водопроводная сеть населенного пункта» приводится вначале в виде оформления пояснительной записки, а затем в разделе «Конструирование водопроводной сети» в виде разработки графической части проекта.

Наличие в учебном пособии большого количества подсобного материала в приложениях позволит студентам (особенно заочной формы обучения) самостоятельно решать все необходимые вопросы при проектировании водопроводных сетей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.04.02-84\*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Текст]. – М.: Стройиздат, 1996.
2. СНиП 2.04.01-85\*. Внутренний водопровод и канализация зданий [Текст]. – М.: Стройиздат, 1996.
3. СНиП 2.01.01-82\*. Строительная климатология и геофизика [Текст]. – М.: Стройиздат, 1983.
4. Сомов, М.А. Водоснабжение. Том 1. Системы забора, подачи и распределения воды [Текст]: учебник для вузов / М.А. Сомов, М.Г. Журба. – М.: Издательство АСВ., 2008.
5. Сомов, М.А. Водопроводные системы и сооружения [Текст] / М.А. Сомов. – М.: Стройиздат, 1988.
6. Белан, А.Е. Проектирование и расчет устройств водоснабжения [Текст] / А.Е. Белан [и др.]. – Киев: Будивельник, 1981.
7. Смагин, В.Н. Курсовое и дипломное проектирование по сельскохозяйственному водоснабжению [Текст] / В.Н. Смагин [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1990.
8. Карелин, В.Я. Насосы и насосные станции [Текст] / В.Я. Карелин [и др.]. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2009.
9. Иванов, Е.Н. Противопожарное водоснабжение [Текст] / Е.Н. Иванов. – М.: Стройиздат, 1986.
10. Монтаж систем внешнего водоснабжения и водоотведения [Текст]: справочник строителя / А.К. Перешивкин, С.А. Никитин, В.П. Алимов и др. Под. ред. А.К. Перешивкина. – М.: ОАО «ЦПП», 2008.
11. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных и пластмассовых водопроводных труб [Текст] / Ф.А. Шевелев. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007.
12. Федоровский, А.Г. Проектирование водопроводной сети города [Текст]: метод. указания / А.Г. Федоровский, В.В. Селиманов, В.Н. Серебряков. – Пенза: ПИСИ, 1982.
13. Гришин, Б.М. Использование ЭВМ при расчете кольцевой водопроводной сети [Текст]: метод. указания / Б.М. Гришин, Н.И. Ишева, Т.А. Белова. – Пенза: ПИСИ, 1988.
14. Таубе, Е.П. Проектирование водопроводной сети города [Текст]: метод. указания / Е.П. Таубе [и др.]. – Пенза: ПГАСА, 1994.
15. Проектирование, строительство и эксплуатация трубопроводов из полимерных материалов [Текст] / А.Н. Шестопап [и др.]. – М.: Стройиздат, 1985.

16.Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: в 3 т. Т.3. Системы распределения и подачи воды [Текст]: учеб. пособие / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – 3-е изд., перераб. и доп.. – М.: Изд-во АСВ, 2010.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление  
в населенных пунктах

Степень благоустройства районов жилой застройки	Удельное (за год) среднесуточное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя $q_{ж}$ , л/сут
Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией:	
I – без ванн	125-160
II – с ваннами и местными водонагревателями	160-230
III – с централизованным горячим водоснабжением	230-350

**П р и м е ч а н и я :**

1. Для районов застройки зданиями с водопользованием из водоразборных колонок удельное (за год) водопотребление на одного жителя следует принимать 30-50 л/сут.

2. Удельное водопотребление включает расходы воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды в общественных зданиях (по классификации, принятой в СНиП 2.08.02-89\*), за исключением расходов воды для домов отдыха, санаторно-туристических комплексов и пионерских лагерей, которые должны приниматься согласно СНиП 2.04.01-85\* и технологическим данным.

3. Выбор удельного водопотребления должен производиться в зависимости от климатических условий, степени благоустройства, этажности застройки и местных условий.

4. Количество воды на нужды пищевой промышленности и неучтенные расходы при соответствующем обосновании допускается принимать дополнительно в размере 10-20 % от суммарного расхода воды на хоз.-питьевые нужды населенного пункта.

5. Для районов, застроенных зданиями с централизованным горячим водоснабжением, следует принимать непосредственный отбор за сутки равным 40 % от общего расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды и в час максимального водоразбора – 55 % этого расхода. При смешанной застройке следует исходить из численности населения, проживающего в указанных зданиях.

6. Удельное водопотребление в населенных пунктах с числом жителей свыше 1 млн. чел. допускается увеличивать.

## Приложение 2

### Расход воды на поливку

Назначение воды	Измеритель	Расходы воды на поливку, л/м <sup>2</sup>
Механизированная мойка усовершенствованных покрытий проездов и площадей	1 мойка	1,2-1,5
Механизированная поливка усовершенствованных покрытий проездов и площадей	1 поливка	0,3-0,4
Поливка вручную (из шлангов) усовершенствованных покрытий тротуаров и проездов	То же	0,4-0,5
Поливка городских зеленых насаждений	-"	3-4
Поливка газонов и цветников	-"	4-6
Поливка посадок в грунтовых зимних теплицах	1 сутки	15
Поливка посадок в стеллажных зимних и грунтовых весенних теплицах, парниках всех типов, утепленном грунте	То же	6
Поливка посадок на приусадебных участках:		
овощных культур	-"	3-15
плодовых деревьев	-"	10-15

#### Примечания:

1. При отсутствии данных о площадях по видам благоустройства (зеленые насаждения, проезды и т.п.) удельное среднесуточное за поливочный сезон потребление воды на поливку в расчете на одного жителя следует принимать 50-90 л/сут, в зависимости от климатических условий, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства пунктов и других местных условий.

2. Количество поливок надлежит принимать 1-2 в сутки, в зависимости от климатических условий.

Приложение 3

**Расход воды на наружное пожаротушение  
в населенном пункте**

Число жителей в населенном пункте, тыс.чел.	Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на наружное пожаротушение в населенном пункте на один пожар, л/с	
		Застройка зданиями высотой до двух этажей включительно независимо от степени их огнестойкости	Застройка зданиями высотой в три этажа и выше независимо от степени их огнестойкости
До 1	1	5	10
Св. 1 до 5	1	10	10
5-10	1	10	15
10-25	2	10	15
25-50	2	20	25
50-100	2	25	35
100-200	3	-	40
200-300	3	-	55
300-400	3	-	70
400-500	3	-	80
500-600	3	-	85
600-700	3	-	90
700-800	3	-	95
800-1000	3	-	100

**Примечания:**

1. Расход воды на наружное пожаротушение в населенном пункте должен быть не менее расхода воды на пожаротушение жилых и общественных зданий, указанных в [1, табл. 6].

2. При зонном водоснабжении расход воды на наружное пожаротушение и количество одновременных пожаров в каждой зоне следует принимать в зависимости от числа жителей, проживающих в зоне.

3. Количество одновременных пожаров и расход воды на один пожар в населенных пунктах с числом жителей более 1 млн.чел. надлежит принимать согласно требованиям органов Государственного пожарного надзора.

4. Для группового водопровода количество одновременных пожаров надлежит принимать в зависимости от общей численности жителей в населенных пунктах, подключенных к водопроводу.

Расход воды на восстановление пожарного объема по групповому водопроводу следует определять как сумму расходов воды для населенных пунктов (соответственно количеству одновременных пожаров), требующих наибольших расходов на пожаротушение согласно [1, пп.2.24 и 2.25].

5. В расчетное количество одновременных пожаров в населенном пункте включены пожары на промышленных предприятиях, расположенных в пределах населенного пункта. При этом в расчетный расход воды следует включать соответствующие расходы воды на пожаротушение на этих предприятиях, указанных в [1, табл. 5].



Приложение 4

Расход воды на наружное пожаротушение  
производственных зданий с фонарями

Степень огнестойкости зданий	Категория производства по пожарной опасности	Расходы воды на наружное пожаротушение производственных зданий с фонарями, а также без фонарей шириной до 60 м на один пожар, л/с, при объемах зданий, тыс.м <sup>3</sup>						
		До 3	Св. 3 до 5	Св. 5 до 20	Св. 20 до 50	Св. 50 до 200	Св. 200 до 400	Св. 400 до 600
I,II	Г,Д,Е	10	10	10	10	15	20	25
I,II	А,Б,В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г,Д	10	10	15	25	35	-	-
III	В	10	15	20	30	40	-	-
IV,V	Г,Д	10	15	20	30	-	-	-
IV,V	В	15	20	25	40	-	-	-

Расход воды на наружное пожаротушение  
производственных зданий без фонарей

Степень огнестойкости зданий	Категория производства по пожарной опасности	Расходы воды на наружное пожаротушение производственных зданий без фонарей шириной до 60 м на один пожар, л/с, при объемах зданий, тыс.м <sup>3</sup>								
		До 50	Св. 50 до 100	Св. 100 до 200	Св. 200 до 300	Св. 300 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 600	Св. 600 до 700	Св. 700 до 800
I,II	А,Б,В	20	30	40	50	60	70	80	90	100
I,II	Г,Д,Е	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Расход воды на внутреннее пожаротушение  
в производственных зданиях

Степень огнестойкости и зданий	Категория зданий по пожарной опасности	Число струй и минимальный расход воды, л/с на одну струю, на внутреннее пожаротушение в производственных и складских зданиях высотой до 50 м и объемом, тыс. м <sup>3</sup>				
		От 0,5 до 5	Св. 5 до 50	Св. 50 до 200	Св. 200 до 400	Св. 400 до 800
I и II	А, Б, В	2·2,5	2·5	2·5	3·5	4·5
III	В	2·2,5	2·5	2·5	-	-
III	Г, Д	-	2·2,5	2·2,5	-	-
IV и V	В	2·2,5	2·5	-	-	-
IV и V	Г, Д	-	2·2,5	-	-	-

Примечания:

1. Для фабрик-прачечных пожаротушение следует предусматривать в помещениях обработки и хранения сухого белья.

2. Расход воды на внутреннее пожаротушение в зданиях или помещениях объемом свыше величин, указанных в прил. 5, следует согласовывать в каждом конкретном случае с территориальными органами пожарного надзора.

3. Количество струй и расход воды на одну струю для зданий степени огнестойкости: IIIб – здания преимущественно каркасной конструкции; элементы каркаса из цельной и клееной древесины и другие горючие материалы ограждающих конструкций (преимущественно из древесины), подвергшиеся огнезащитной обработке; IIIа – здания преимущественно с незащищенным металлическим каркасом и ограждающими конструкциями из негорючих листовых материалов с трудногорючим утеплителем; IVа – здания преимущественно одноэтажные с металлическим незащищенным каркасом и ограждающими конструкциями из листовых негорючих материалов с горючим утеплителем – принимаются по прил. 5, в зависимости от размещаемых в них категорий производства, как для зданий II и IV степеней огнестойкости с учетом требований пункта 6.3 СНиП 2.04.01-85 (приравниваем степени огнестойкости IIIа к II, IIIб и IVа к IV).

## Приложение 6

Коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте

Коэффициент	Число жителей, тыс. чел.																
	До 0,1	0,15	0,2	0,3	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 и более
$\beta_{\max}$	4,5	4	3,5	3	2,5	2,2	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1
$\beta_{\min}$	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1

Коэффициенты часовой неравномерности

Часы суток	Водопотребление населением по часам суток в % от суточного расхода													
	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,60	1,70	1,80	2,0	2,5	
0-1	3,6	3,5	3,35	3,2	3,0	2,5	2,0	1,5	1,25	1,0	0,9	0,75	0,6	
1-2	3,6	3,45	3,25	3,25	3,2	2,65	2,1	1,5	1,25	1,0	0,9	0,75	0,6	
2-3	3,6	3,45	3,3	2,9	2,5	2,2	1,85	1,5	1,25	1,0	0,9	1,0	1,2	
3-4	3,6	3,4	3,2	2,9	2,6	2,25	1,9	1,5	1,25	1,0	1,0	1,0	2,0	
4-5	3,6	3,4	3,25	3,35	3,5	3,2	2,85	2,5	2,25	2,0	1,35	3,0	3,5	
5-6	3,7	3,55	3,4	3,75	4,1	3,9	3,7	3,5	3,25	3,0	3,85	5,5	3,5	
6-7	4,1	4,0	3,85	4,15	4,5	4,5	4,6	4,5	4,8	5,0	5,2	5,5	4,5	
7-8	4,3	4,4	4,45	4,65	4,9	5,1	5,3	5,5	6,0	6,5	6,2	5,5	10,2	
8-9	4,8	5,0	5,2	5,05	4,9	5,35	5,8	6,25	6,6	6,5	5,5	3,5	8,8	
9-10	4,7	4,8	5,05	5,4	5,6	5,85	6,05	6,25	5,6	5,5	5,85	3,5	6,5	
10-11	4,6	4,7	4,85	4,85	4,9	5,35	5,8	6,25	5,4	4,5	5,0	6,0	4,1	
11-12	4,5	4,55	4,6	4,6	4,7	5,25	5,7	6,25	5,85	5,5	6,5	8,5	4,1	
12-13	4,5	4,55	4,6	4,5	4,4	4,6	4,8	5,0	6,0	7,0	7,5	8,5	3,5	
13-14	4,4	4,45	4,55	4,3	4,1	4,4	4,7	5,0	6,0	7,0	6,7	6,0	3,5	
14-15	4,5	4,6	4,75	4,4	4,1	4,6	5,05	5,5	5,5	5,5	5,35	5,0	4,7	
15-16	4,5	4,6	4,7	4,55	4,4	4,6	5,3	6,0	5,25	4,5	4,65	5,0	6,2	
16-17	4,5	4,6	4,65	4,5	4,3	4,9	5,45	6,0	5,5	5,0	4,5	3,5	10,4	
17-18	4,2	4,3	4,35	4,25	4,1	4,6	5,05	5,5	6,0	6,5	5,5	3,5	9,4	
18-19	4,3	4,35	4,4	4,45	4,5	4,7	4,85	5,0	5,75	6,5	6,3	6,0	7,3	
19-20	4,2	4,25	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6	4,5	4,75	5,0	5,35	6,0	1,6	
20-21	4,2	4,25	4,3	4,4	4,5	4,4	4,0	4,0	4,25	4,5	5,0	6,0	1,6	
21-22	4,1	4,15	4,2	4,5	4,8	4,2	3,6	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	
22-23	4,0	3,9	3,75	4,2	4,6	3,7	2,85	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	0,6	
23-24	3,9	3,8	3,7	3,5	3,3	2,7	2,1	1,7	1,25	1,0	1,0	1,0	0,6	

Приложение 8  
 Распределение хозяйственно-питьевых расходов воды, %, по часам смены на промпредприятиях

Часы смены	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-8,5
Горячие цехи (K=2,5)	0	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	12,05	15,65
Холодные цехи (K=3,0)	0	6,25	12,5	12,5	18,75	6,25	12,5	12,5	18,75

Приложение 9  
 Значение удельных сопротивлений для всех видов труб

Значение удельных сопротивлений  $S_0$  и поправочные коэффициенты  $\delta$  для асбестоцементных труб (ГОСТ 539-80)

Условный проход, мм	Значение $S_0$ при $v=1$ м/с	$v$ , м/с	$\delta$	$v$ , м/с	$\delta$
	ВТ-6, ВТ-9				
100	187,7	0,20	1,308	2,1	0,905
150	31,55	0,25	1,257	2,2	0,900
200	6,898	0,30	1,217	2,3	0,895
250	2,227	0,35	1,185	2,4	0,891
300	0,9140	0,40	1,158	2,5	0,887
350	0,4342	0,45	1,135	2,6	0,883
400	0,2171	0,50	1,115	2,7	0,880
500	0,07138	0,55	1,098	2,8	0,876
		0,60	1,082	2,9	0,873
		0,65	1,069	3,0	0,870
		0,70	1,056	3,2	0,864
		0,75	1,045	3,4	0,859
		0,80	1,034	3,6	0,855
		0,85	1,025	3,8	0,850
		0,90	1,016	4,0	0,846
		1	1,0	4,2	0,843
		1,1	0,986	4,4	0,840
		1,2	0,974	4,6	0,836
		1,3	0,963	4,8	0,834
		1,4	0,953	5,0	0,831
		1,5	0,944	5,5	0,825
		1,6	0,936	6	0,820
		1,7	0,928	6,5	0,815
		1,8	0,922	7	0,811
		1,9	0,916	7,5	0,808
		2	0,910	7,8	0,806

Продолжение прил. 9  
Значение удельных сопротивлений  $S_o$  и поправочные коэффициенты  $\delta$   
для стальных и чугунных водопроводных труб

Условный проход $d$	Трубы стальные электросварные ГОСТ 10704-91			Трубы чугунные напорные ГОСТ 9583-75*		$v$ , м/с	Значение $\delta$ для новых труб	
	Наружный диаметр $d_n$	Толщина стенки	$S_o$ (для $Q$ , м <sup>3</sup> /с)	Класс ЛА	Класс А		стальных	чугунных
				$S_o$ (для $Q$ , м <sup>3</sup> /с)	$S_o$ (для $Q$ , м <sup>3</sup> /с)			
100	121	3,0	119,8	276,1	-	0,20	1,244	1,462
125	140	3,0	53,88	83,61	-	0,25	1,198	1,380
150	168	4,5	22,04	34,09	-	0,30	1,163	1,317
175	180	4,5	15,09	-	-	0,35	1,138	1,267
200	219	4,5	5,149	7,399	-	0,40	1,113	1,226
250	273	6,0	1,653	2,299	-	0,45	1,095	1,192
300	325	7,0	0,6619	0,8336	-	0,50	1,081	1,163
350	377	7,0	0,2948	-	0,4151	0,55	1,067	1,138
400	426	6,0	0,1483	-	0,2085	0,60	1,057	1,115
450	480	7,0	0,08001	-	0,1134	0,65	1,046	1,096
500	530	7,0	0,04692	-	0,06479	0,70	1,039	1,078
600	630	7,0	0,01859	-	0,02493	0,75	1,029	1,062
700	720	7,0	0,009119	-	0,01111	0,80	1,021	1,047
800	820	8,0	0,004622	-	0,005452	0,85	1,016	1,034
900	920	8,0	0,002504	-	0,002937	0,90	1,011	1,021
1000	1020	8,0	0,001447	-	0,001699	1,0	1,0	1,0
1200	1220	9,0	0,0005651	-	0,0006430	1,1	0,993	0,988
1400	1420	10,0	0,0002547	-	-	1,2	0,986	0,965
1500	1520	10,0	0,0001776	-	-	1,3	0,979	0,951
1600	1620	10,0	0,0001268	-	-	1,4	0,972	0,938
						1,5	0,968	0,927
						1,6	0,965	0,917
						1,7	0,961	0,907
						1,8	0,958	0,899
						1,9	0,954	0,891
						2,0	0,951	0,884
						2,1	0,947	0,878
						2,2	0,946	0,871
						2,3	0,943	0,866
						2,4	0,941	0,861
						2,5	0,939	0,856
						2,6	0,937	0,851
						2,7	0,936	0,847
						2,8	0,934	0,843
						2,9	0,933	0,839
						3,0	0,932	0,836

Окончание прил. 9

Значение удельных сопротивлений  $S_o$   
и поправочные коэффициенты  $\delta$   
для пластмассовых водопроводных труб

Наружный диаметр $d$	Среднелегкий тип "СЛ"	Средний тип "С"	Тяжелый тип "Т"	$v$ , м/с	$\delta$
	$S_o$ (для $Q$ , м <sup>3</sup> /с)	$S_o$ (для $Q$ , м <sup>3</sup> /с)	$S_o$ (для $Q$ , м <sup>3</sup> /с)		
16	-	-	12120000	0,2	1,439
20	-	-	2695000	0,25	1,368
25	-	-	757600	0,3	1,313
32	-	-	204800	0,35	1,268
40	-	-	65350	0,4	1,230
50	-	-	20230	0,45	1,198
63	-	-	6051	0,5	1,170
75	-	-	2431	0,55	1,145
90	-	-	926,9	0,6	1,123
110	-	-	323,9	0,65	1,102
125	-	-	166,7	0,7	1,084
140	-	-	92,47	0,75	1,067
160	-	-	45,91	0,8	1,052
180	-	-	24,76	0,85	1,043
200	-	-	14,26	0,9	1,024
225	-	-	7,715	1	1,0
250	-	-	4,454	1,1	0,991
280	-	-	2,459	1,2	0,960
315	-	0,8761	-	1,3	0,943
355	-	0,4662	-	1,4	0,926
400	-	0,2502	-	1,5	0,912
450	-	0,1351	-	1,6	0,899
500	0,06322	-	-	1,7	0,887
560	0,03495	-	-	1,8	0,876
630	0,01889	-	-	1,9	0,865
				2,0	0,855
				2,1	0,846
				2,2	0,837
				2,3	0,828
				2,4	0,821
				2,5	0,813
				2,6	0,806
				2,7	0,799
				2,8	0,792
				2,9	0,786
				3,0	0,780

Приложение 10

Водонапорные башни

№ п/п	Типы башен	Вместимость бака, м <sup>3</sup>	Диаметр бака, м	Высота ствола башни отметка максимального уровня, м	Номер типового проекта		
1	2	3	4	5	6		
1	Бесшатровая водонапорная башня со стальным баком с применением стволов из унифицированных сборных железобетонных элементов	50	4,6	<u>12.000</u> 16.200	901-5-37.87		
		50	4,8	<u>18.000</u> 22.200	901-5-38.87		
		100	5,4	<u>18.000</u> 23.800	901-5-39.87		
		100	5,7	<u>24.000</u> 29.800	901-5-40.87		
		200	6,3	<u>24.000</u> 30.980	901-5-41.87		
		200	6,9	<u>30.000</u> 36.980	901-5-42.87		
		300	7,5	<u>30.000</u> 38.230	901-5-43.87		
		300	8,1	<u>36.000</u> 43.380	901-5-44.87		
		2	Водонапорные башни со стальными баками и стволами из сборных железобетонных элементов	500		<u>36.000</u> 43.410	901-5-47.90
				500		<u>42.000</u> 49.410	901-5-48.90
800				<u>42.000</u> 50.150	901-5-49.90		
800				<u>48.000</u> 56.150	901-5-50.90		
3	Водонапорные башни со сборным железобетонным стволом и стальным баком цилиндрической формы			50		<u>12.000</u> 15.700 <u>15.000</u> 18.700 <u>18.000</u> 21.700 <u>21.000</u> 24.700 <u>24.000</u> 27.700 <u>27.000</u> 30.700 <u>30.000</u> 33.700	901-5-33.85
100			<u>12.000</u> 18.700 <u>15.000</u> 21.700 <u>18.000</u> 24.700	901-5-35.85			



Продолжение прил. 10

1	2	3	4	5	6
4	Водонапорные башни со сборным железобетонным стволом и стальным баком конической формы	50		<u>12.000</u>	901-5-34.85
				13.800	
				<u>15.000</u>	
				16.800	
				<u>18.000</u>	
				19.800	
				<u>21.000</u>	
				22.800	
				<u>24.000</u>	
				25.800	
		<u>27.000</u>			
		28.800			
		<u>30.000</u>			
		31.800			
		100		<u>12.000</u>	905-5-36.85
				15.000	
				<u>15.000</u>	
				18.000	
				<u>18.000</u>	
				21.000	
<u>21.000</u>					
24.000					
<u>24.000</u>					
27.000					
<u>27.000</u>					
30.000					
<u>30.000</u>					
33.000					
5	Водонапорные бесшатровые кирпичные башни со стальным баком	50		<u>9.000</u>	905-5-21.70
				15.960	
				<u>12.000</u>	
				18.960	
				<u>15.000</u>	
				21.960	
				<u>18.000</u>	
				24.960	
				<u>21.000</u>	
				27.960	
		<u>24.000</u>			
		30.960			
		100		<u>12.000</u>	901-5-22.70
				18.680	
				<u>15.000</u>	
				21.680	
				<u>18.000</u>	
				24.680	
				<u>21.000</u>	
				27.680	
<u>24.000</u>					
30.680					

Окончание прил. 10

1	2	3	4	5	6
		150	6,0	<u>18.000</u>	901-5-9/70
				25.180	
				<u>24.000</u>	
				31.180	
		200		<u>12.000</u>	901-5-23/70
				20.140	
				<u>15.000</u>	
				23.140	
				<u>18.000</u>	
				26.140	
				<u>21.000</u>	
				29.140	
				<u>24.000</u>	
				32.140	
		300		<u>15.000</u>	90-5-24/70
				21.840	
				<u>18.000</u>	
				24.840	
				<u>21.000</u>	
				27.840	
				<u>24.000</u>	
				30.840	
				<u>30.000</u>	
				36.840	
				<u>36.000</u>	
				42.840	

Резервуары железобетонные прямоугольные ТП 901-4-63.83

Высота, м	Вместимость, м <sup>3</sup>	Размеры основания, м
3,64	50	6×3
	100	6×6
	150	6×9
	200	6×12
	250	6×15
	500	12×12
	700	12×18
	1000	12×24
	1200	12×30
4,84	1400	18×18
	1900	18×24
	2400	18×30
	2500	24×24
	3200	24×30
	3900	24×36













## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА .....	5
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ .....	7
2.1. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения.....	7
2.2. Расход воды на нужды промышленного предприятия .....	9
2.3. Расход воды на полив в населенном пункте.....	12
2.4. Расход воды на нужды пожаротушения .....	13
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫМИ ГРУППАМИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И СУТОЧНОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ ВСЕГО ОБЪЕКТА В ЦЕЛОМ.....	17
4. РЕШЕНИЕ СХЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ТРАССИРОВКИ СЕТИ .....	22
5. НАЗНАЧЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ II ПОДЪЕМА.....	27
6. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОЛЬЦЕВОЙ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ.....	31
6.1. Выбор расчетных случаев .....	31
6.2. Определение узловых отборов воды из водопроводной сети.....	31
6.3. Предварительное потокораспределение воды.....	37
6.4. Выбор оптимальных диаметров труб на участках магистральной сети.....	39
6.5. Увязка кольцевой сети по потерям напора.....	40
7. РАСЧЕТ ВОДОВОДОВ .....	45
8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОЙ ВМЕСТИМОСТИ ВОДОНАПОРНОЙ БАШНИ И ЕЕ ВЫСОТЫ .....	47

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОЙ ВМЕСТИМОСТИ И НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА РЕЗЕРВУАРОВ ЧИСТОЙ ВОДЫ .....	50
10. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИХ ЛИНИЙ .....	54
11. ПОДБОР НАСОСОВ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ II ПОДЪЕМА .....	62
12. ПРИМЕР РАСЧЕТА ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА .....	64
12.1. Исходные данные для проектирования .....	64
12.2. Характеристика объекта водоснабжения .....	66
12.3. Определение расчетных расходов воды .....	67
12.3.1. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения .....	67
12.3.2. Расход воды на нужды промышленного предприятия ....	68
12.3.3. Расход воды на полив в населенном пункте и промышленном предприятии .....	70
12.3.4. Расход воды на нужды пожаротушения.....	71
12.4. Определение режимов водопотребления различными группами потребителей и суточной водопотребности всего объекта в целом.....	71
12.5. Решение схемы водоснабжения и трассировки сети .....	72
12.6. Назначение режима работы насосной станции II подъема .....	78
12.7. Гидравлический расчет кольцевой водопроводной сети .....	78
12.7.1. Выбор расчетных случаев .....	78
12.7.2. Определение узловых отборов воды из водопроводной сети .....	79
12.7.3. Предварительное потокораспределение .....	83
12.7.4. Выбор оптимальных диаметров труб на участках магистральной сети .....	85
12.7.5. Увязка кольцевой водопроводной сети по потерям напора.....	85
12.8. Расчет водоводов .....	92

12.9. Определение полной вместимости водонапорной башни и ее высоты .....	93
12.10. Определение полной вместимости и необходимого количества РЧВ.....	95
12.11. Определение пьезометрических отметок и фактических напоров в узловых точках сети .....	97
12.12. Подбор насосов насосной станции II подъема.....	103
13. КОНСТРУИРОВАНИЕ СЕТИ.....	103
13.1. Трубы и фасонные части, используемые при устройстве водопроводной сети.....	103
13.2. Арматура, устанавливаемая на водопроводной сети .....	147
13.3. Детализовка водопроводной сети.....	155
14. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ» .....	172
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	194
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	195
П Р И Л О Ж Е Н И Я .....	197

Учебное издание

Ишева Наталья Игоревна  
Гришин Борис Михайлович  
Бикунова Марина Викторовна  
Алексеева Татьяна Викторовна  
Ишев Станислав Валерьевич  
Кусакина Светлана Александровна

## РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

(курсовое и дипломное проектирование)

Учебное пособие

Редактор М.А. Сухова  
Верстка Н.А. Сазонова



---

Подписано в печать 27.06.13. Формат 60×84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 12,79. Уч.-изд. л. 13,75. Тираж 500 экз. 1-й завод 100 экз.

Заказ №122.

---

Издательство ПГУАС.  
440028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28.