

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»
Кафедра водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения

Методические указания

к выполнению курсового проекта по дисциплине
«Водопроводные сети и сооружения» для студентов специальности
700403 – «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»
специализаций:
70040301 «Системы водоснабжения и водоотведения»,
70040303 «Очистка природных и сточных вод»,
70040304 «Рациональное использование и охрана водных ресурсов».

УДК 628.1(078.8)

В методических указаниях приведен пример расчета системы водоснабжения населенного пункта для характерных режимов функционирования, рассмотрен вопрос ее реконструкции с учетом развития населенного пункта.

Составители: Гуринович А.Д., профессор, д.т.н.
Житенёв Б.Н., доцент, к.т.н.
Белоглазова О.П., доцент
Сторожук Н.Ю., ассистент
Шейна Л.Е., ассистент

Содержание

	стр.
Введение	5
1 Характеристика населенного пункта (приложение)	6
2 Водохозяйственные расчеты	7
2.1 Расчет суточных хозяйственно-питьевых расходов воды населения	7
2.2 Расчет суточных объемов на поливку	8
2.3 Расчет потребления воды промышленными предприятиями и предприятиями местной промышленности	9
2.3.1 Хозяйственно-питьевое водоснабжение на промышленных предприятиях	9
2.3.2 Душевые расходы	9
2.3.3 Расходы воды на производственные процессы	10
2.3.4 Расчет суточного объема воды на нужды бани	12
2.3.5 Объем воды, необходимый на нужды прачечной	12
2.3.6 Расчет суточного объема воды на нужды столовой	12
2.4 Расчет сводного суточного графика почасового водопотребления. Определение часовых расходов	12
2.4.1 Определение максимальных и минимальных часовых расходов воды населенным пунктом	13
3 Гидравлический расчет водопроводной сети на случай максимального водопотребления	14
3.1 Выбор системы водоснабжения	14
3.2 Трассирование водопроводной сети населенного пункта	15
3.3 Определение удельных расходов	20
3.4 Определение расходов, отбираемых на участках магистральных трубопроводов (путевые расходы)	20
3.5 Вычисление узловых расходов	22
3.6 Расчет режима работы насосных станций второго подъема	23
3.7 Расчет производительности водопитателей	24
3.8 Предварительное потокораспределение	25
3.9 Подбор материала и диаметров труб	25
3.10 Увязка водопроводной сети на случай макс. водопотребления	25
3.11 Расчет пьезометрических отметок. Построение карт пьезолиний и карт свободных напоров (максимальное водопотребление)	31
3.12 Проектирование водонапорной башни	35
3.13 Определение размеров РЧВ	35
3.14 Определение напоров насосных станций второго подъема	36
4 Гидравлический расчет водопроводной сети на случай максимального водопотребления с учетом пожара	37
4.1 Определение количества одновременных пожаров и расчетных расходов воды на тушение пожаров	37
4.2 Предварительное потокораспределение на случай пожара	38
4.3 Увязка водопроводной сети на случай пожара	38
4.4 Расчет пьезометрических отметок. Построение карт пьезолиний и карт свободных напоров при пожаре	43
4.5 Определение напоров насосных станций второго подъема при пожаре	43
5 Гидравлический расчет водопроводной сети на случай максимального транзита воды в водонапорную башню	43

5.1	Определение удельных расходов	43
5.2	Расчет пьезометрических отметок. Построение карт пьезолиний и карт свободных напоров	49
5.3	Определение напоров насосных станций второго подъема при транзите	54
6	Реконструкция водопроводной сети	54
6.1	Определение объемов водопотребления по второй очереди строительства	54
6.2	Предварительное потокораспределение	55
6.3	Гидравлический расчет сети с учетом второй очереди строительства	56
6.4	Построение карт пьезолиний и карт свободных напоров	61
7	Основные показатели по системе водоснабжения	64
8	Составление детализации водопроводной сети	65
9	Технико-экономические расчеты	67
9.1	Определение стоимости водопроводной сети и водоводов II подъема	67
9.2	Определение стоимости насосной станции	68
9.3	Определение стоимости водонапорной башни	68
9.4	Определение стоимости резервуаров чистой воды	68
9.5	Определение стоимости строительства системы водоснабжения	68
	Заключение	69
	Литература	78

ВВЕДЕНИЕ

Система водоснабжения представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных инженерных сооружений, предназначенных для захвата воды, улучшения ее качества, транспортирования и распределения среди потребителей. Экономичность, надежность функционирования этой системы во многом определяется качеством проектных решений.

Курсовой проект выполняется в VI семестре на тему: "Водопроводная сеть города или поселка". Целью проекта является приобретение навыков у студентов самостоятельно проводить водохозяйственные расчеты и расчеты отдельных элементов системы водоснабжения, принимать проектные решения с учетом экономических факторов, выполнять гидравлический расчет водопроводной сети на ЭВМ. В проекте предусматривается выполнение следующих расчетов и графических работ:

- определение суточных объемов и часовых расходов различными потребителями; гидравлический расчет систем транспортирования и распределения воды на ЭВМ на характерные расчетные режимы;

- определение высоты водонапорной башни. Проектирование бака башни и резервуаров чистой воды;

- расчет напоров насосных станций при различных режимах функционирования системы;

- реконструкция системы с учетом развития населенного пункта;

- проектирование I, II пояса зон санитарной охраны сооружений второго подъема.

Графическая часть проекта выполняется на листе формата A1(24) или двух листах формата A2(22). На листе представляется: генплан по ГОСТ 21.604-82 в масштабе 1:10000 с нанесением магистральных трубопроводов систем транспортирования и распределения воды; детализованная схема одного кольца с составлением спецификации; ситуационный план с нанесением насосных станций, зон санитарной охраны; профиль от насосной № 1- диктующая точка - насосная станция № 2 с нанесением требуемых напоров, пьезометрических линий для всех расчетных режимов.

В настоящих методических указаниях приведен пример расчета системы водоснабжения населенного пункта. Предусматривается две очереди строительства, на первой стадии проектируется система водоснабжения населенного пункта с тремя водопотребителями: двумя насосными станциями и водонапорной башней. На второй стадии решается вопрос реконструкции системы с учетом развития населенного пункта.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Населенный пункт расположен в Республике Беларусь, строительство системы водоснабжения предусматривается в две очереди.

Первая очередь строительства

Населенный пункт состоит из двух зон застройки. Генплан в масштабе 1:20000 представлен на рис 1.1.

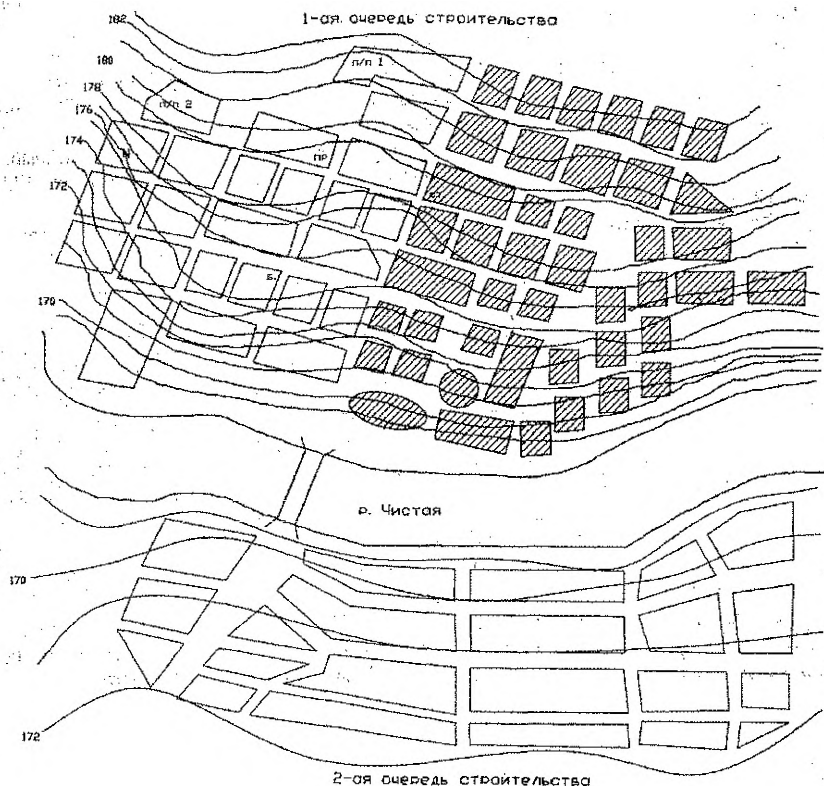


Рис 1.1. Генплан города.

Характеристика первой зоны застройки:

расчетная этажность застройки – 4 этажа

степень благоустройства зданий – 6, (Здания, оборудованные внутренним водопроводом, канализацией (умывальниками, мойками, ванными и душами) с централизованным горячим водоснабжением), см. приложение №1 настоящих методических указаний.

расчетное количество населения – 56 170 человек

Характеристика второй зоны застройки:

расчетная этажность застройки – 3 этажа;

степень благоустройства зданий – 4 (Здания, оборудованные внутренним водопроводом, канализацией, ванными и газовыми водонагревателями);
 расчетное количество населения – 22 500 человек

Данные по коммунальным предприятиям:

Баня 615 посетителя в смену (1 район);
 Прачечная 1598 кг сухого белья в сутки (1 район);
 Столовая 659 посетителей (1 район).

Таблица 1. Исходные данные по промышленным предприятиям

Данные по промышленным предприятиям	Предприятие № 1	Предприятие № 2
Количество смен	3	2
Кол-во выпускаемой продукции в сутки, ед.	156	184
Кол-во выпускаемой продукции в шах смену, ед.	62	110
Норма расхода воды на единицу выпускаемой продукции, м ³	9	7
Количество работающих в сутки, чел.	824	561
Количество работающих в 1-ю смену, чел.	330	308
Работает в горячих цехах, %	41	42
Санитарная характеристика производственных процессов	Ia	Ia
Характеристика производственного процесса по пожарной опасности	Б	В
Степень огнестойкости здания	II	III
Объем здания, тыс. м ³	200	50

Вторая очередь строительства

- расчетная этажность застройки – 2 этажа
- степень благоустройства зданий – 4, (Здания, оборудованные внутренним водопроводом, канализацией, ванными и газовыми водонагревателями);
- расчетное количество населения – 15000 человек

В качестве водопитателей в проекте приняты насосная станция № 1 и насосная станция № 2, которые подают в сеть по 50% требуемого расхода воды. Третьим водопитателем является водонапорная башня.

2. ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСЧЕТЫ

2.1 Расчет суточных хозяйственно-питьевых расходов воды населением

С учетом степени благоустройства районов жилой застройки принимаются нормы водопотребления на одного жителя:

для первой зоны $q_1=235$ л/сут

для второй зоны $q_2=160$ л/сут

Нормы водопотребления следует определять по таблице А1 приложения А СНБ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ПИТЬЕВОЕ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ или приложения №1 настоящих методических указаний.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения 1-го и 2-го района в сутки среднего водопотребления соответственно составит:

для 1-го района

$$Q_{\text{сут.р.1}} = \frac{(q_1 * N_1)}{1000} = \frac{(235 * 56170)}{1000} = 13200 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

для 2-го района

$$Q_{сут.ср.2} = \frac{(q_2 * N_2)}{1000} = \frac{(160 * 22500)}{1000} = 3600 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Водопотребление в максимальные сутки определяется по формуле:

$$Q_{сут.макс.} = K_{сут.макс.} * Q_{сут.ср.}$$

В минимальные сутки водопотребление рассчитывается из зависимости:

$$Q_{сут.мин.} = K_{сут.мин.} * Q_{сут.ср.}$$

где $K_{сут.макс.}$ и $K_{сут.мин.}$ – соответственно максимальный и минимальный коэффициенты неравномерности, которые принимаются, в соответствии с рекомендациями [2], равными:

$$K_{сут.макс.} = 1,1 \dots 1,3$$

$$K_{сут.мин.} = 0,7 \dots 0,9$$

Коэффициенты принимаются в зависимости от степени благоустройства районов жилой застройки населенного пункта:

$$1\text{-й район: } K_{сут.макс.} = 1,1 \quad K_{сут.мин.} = 0,9$$

$$2\text{-й район: } K_{сут.макс.} = 1,2 \quad K_{сут.мин.} = 0,8$$

Расчет суточных расходов сведён в таблицу 2.2

Расходы воды на нужды местной промышленности, обслуживающей население, и неучтенные расходы дополнительно рекомендуется принимать в размере до 20% от суммарного среднесуточного расхода на хозяйственно-питьевые нужды населения [1].

Для рассматриваемого случая расходы на нужды местной промышленности и неучтенные расходы принимаются:

для 1-го района – 10% для 2-го района – 10%

Таблица 2.2. Суточные объемы воды на хозяйственно-питьевые расходы населением города

Район и виды расходов	Расчетное число жителей	Норма водопотребления, л/сут	Коэффициент суточной неравномерности водопотребления		Суточные расходы, м ³ /сут		
			$K_{сут.макс.}$	$K_{сут.мин.}$	Средн.	Макс.	Мин.
1-район							
Расход населением	56170	235	1,1	0,9	13200	14520	11880
Неучтенные расходы 10%					1320	1452	1188
Итого по 1 району					14520	15972	13068
2-й район							
Расход населением	22500	160	1,2	0,8	3600	4320	2880
Неучтенные расходы 10%					360	432	288
Итого по 2 району					3960	4752	3168
Всего по городу					18480	20724	16236

2.2 Расчет суточного объема воды на полив

Удельное среднесуточное за поливочный сезон потребление воды на поливку при отсутствии данных о площадях по видам благоустройства (зеленые насаждения, проезды и т.п.) в расчете на одного жителя следует принимать 50-90 л/сут в зависимости от климатических условий, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства населенных пунктов и других условий. В зависимости от местных условий удельное

среднесуточное за поливочный сезон потребление воды на поливку в расчете на одного жителя можно принять в размере $q_{\text{пол}} = 4 \dots 10$ л/сут.

Количество поливок надлежит принимать 1—2 в сутки в зависимости от климатических условий.

Удельное среднесуточное за поливочный сезон потребление на поливку в расчете на одного жителя с учетом местных условий принимается: $q_{\text{пол}} = 4$ л/сут чел:

$$Q_{\text{пол}} = \frac{(N_1 + N_2) \cdot q_{\text{пол}}}{1000}, \text{ м}^3 / \text{сут}$$

$$Q_{\text{пол}} = \frac{(56170 + 22500) \cdot 4}{1000} = 310 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Полив предусматривается в течение 5 часов:

$$Q_{\text{час.полива}} = 310/5 = 62 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Полив осуществляется в часы минимального водопотребления.

2.3 Расчет потребления воды предприятием

2.3.1 Хозяйственно-питьевое водоснабжение на промпредприятиях

Нормы водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды и души на промышленных предприятиях принимают дополнительно к хозяйственно-питьевому водопотреблению населением города. Их рассчитывают на время пребывания рабочих и служащих на производстве. Приведенные в таблице 2.3. нормы не включают расход воды на пользование душами.

Таблица 2.3. Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления и коэффициенты неравномерности расходов воды

Виды цехов	Нормы расхода воды на 1 человека в смену, л	Коэффициенты часовой неравномерности водопотребления, $K_{\text{час}}$
Цехи с тепловыделением более 20 ккал на 1 м ³ /ч	45	2,5
Остальные цехи	25	3

В соответствии с таблицей 4 [1] для холодных цехов принята норма водопотребления на одного работающего $q_x = 25$ л/смену; для горячих цехов $q_x = 45$ л/смену:

Количество работающих на промпредприятии №1 по сменам составит:

смена № 1 — 330 чел.

смена № 2 — $(824 - 330) : 2 = 247$ чел.

смена № 3 — 247 чел.

На промпредприятии № 2:

смена № 1 — 308 чел.

смена № 2 — $(561 - 308) = 253$ чел.

Расчет расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды работающих сведены в таблицу 2.2.

2.3.2 Душевые расходы

Количество человек на одну душевую сетку принимается по табл. 2.4. в соответствии с группой производственных процессов по санитарной характеристике.

Для санитарной характеристики производственных процессов Ia, на одну душевую сетку приходится 15 человек. Количество одновременно работающих сеток:

промышленное предприятие № 1:

$$N_{S1}^{\text{max}} = 330 / 15 = 22 \text{ шт.}$$

$$N_{S1}^{\text{III}} = 247 / 15 = 17 \text{ шт.}$$

промышленное предприятие № 2:

$$Ns_{\text{max}} = 308 / 15 = 21 \text{ шт.}$$

$$Ns_{\text{II}} = 253 / 15 = 17 \text{ шт.}$$

Таблица 2.4. Расчетные показатели душевых сеток

Группы производственных процессов по санитарной характеристике	Расчетное количество человек на одну душевую сетку	Расход воды на 1 принимающего душ, л/смену
Ia (отсутствие загрязнения одежды и рук)	15	25
Iб (загрязнение одежды и рук)	7	53,5
IIв (использование воды)	5	75
IIг (выделение больших количеств пыли и загрязняющих веществ)	3	125

Норма на одну душевую составляет 500 л/ч, а продолжительность работы душа 45 минут. Количество воды, расходуемой за 45 минут одной душевой сеткой, составит:

$$Q_s = (500 \cdot 45) / 60 = 375 \text{ литров}$$

Расход воды на одного рабочего за смену: $375 / 15 = 25 \text{ л/смену}$.

Промышленное предприятие № 1:

На всю смену (330 рабочих в первую смену) расход воды составит:

$$Q_{\text{см.1}} = 330 \cdot 25 = 8250 \text{ л/смену} = 8,25 \text{ м}^3/\text{смену}$$

За вторую (третью) смену: $247 \cdot 25 = 6125 \text{ л/смену} = 6,125 \text{ м}^3/\text{смену}$

Промышленное предприятие № 2:

На всю смену (308 рабочих в первую смену) расход воды составит:

$$Q_{\text{см.1}} = 308 \cdot 25 = 7700 \text{ л/смену} = 7,7 \text{ м}^3/\text{смену}$$

За вторую смену: $253 \cdot 25 = 6325 \text{ л/смену} = 6,325 \text{ м}^3/\text{смену}$

2.3.3 Расход воды на производственные процессы

Предприятие № 1 работает в три смены, а предприятие № 2 – в две смены.

Количество выпускаемой продукции по сменам составляет:

Промышленное предприятие № 1:

1-ая смена 62 т;

2-ая смена 47 т;

3-ая смена 47 т.

Промышленное предприятие № 2:

1-ая смена 110 т;

2-ая смена 74 т.

Откуда расходы на производственные нужды по сменам:

Промышленное предприятие № 1:

1-ая $62 \cdot 9 = 558 \text{ м}^3/\text{смену}$;

2-ая $47 \cdot 9 = 423 \text{ м}^3/\text{смену}$;

3-ая $47 \cdot 9 = 423 \text{ м}^3/\text{смену}$.

Промышленное предприятие № 2:

1-ая $110 \cdot 7 = 770 \text{ м}^3/\text{смену}$;

2-ая $74 \cdot 7 = 514 \text{ м}^3/\text{смену}$.

Расходы воды на промышленном предприятии сводятся в таблицу 2.5.

Таблица 2.5. Расходы воды на промышленном предприятии

Пред- приятие	№№ смен	Наимено- вание цехов	Хозяйственно-питьевые нужды			Расход на душевые нужды			Производственные нужды			Всего м ³ /см
			Коли- чество Рабо- таю- щих, чел.	Норма водо- по- треб- ления, л/см.	Расход воды за смену, м ³ /см	Кол-во рабо- таю- щих, чел. N	Норма водо- потре- бле- ния, л/см. Q _{душ.}	Расх м ³ /см Q _{душ.}	К-во про- дук- ции, т	Удель- ный Рас- ход, м ³ /т	Расход, м ³ /см Q _{пр.}	
П/П №1	1	холодный	196	25	4,875	330	25	8,25	62	9	558	577,2
		горячий	135	45	6,075							
		общий	330		10,95							
2	2	холодный	146	25	3,65	247	25	6,175	47	9	423	437,37
		горячий	101	45	4,575							
		общий	247		8,125							
3	3	холодный	146	25	3,65	247	25	6,175	47	9	423	437,37
		горячий	101	45	4,575							
		общий	247		8,125							
Всего сутки	в	холодный	487	25	12,175	824		20,6	156		1404	1451,94
		горячий	337	45	15,225							
		общий	824		27,34							
П/П №2	1	холодный	178	25	4,45	308	25	7,7	110	7	770	788
		горячий	130	45	5,58							
		общий	308		10,3							
2	2	холодный	178	25	3,68	253	25	6,325	74	7	518	532,775
		горячий	130	45	4,77							
		общий	308		8,45							
Всего сутки	в	холодный	325	25	8,13	561		14,025	184		1288	1320,775
		горячий	236	45	10,62							
		общий	561		18,75							

2.3.4 Расчет суточного объема воды для нужд бани

Объем воды, необходимый для нужд бани:

$$Q_{\text{бани}} = \frac{N_1 \cdot q_{\text{бани}}}{1000}, \text{ м}^3 / \text{сут},$$

где N – количество посетителей в смену; $q_{\text{бани}}$ – норма расхода воды на одного моющегося $q_{\text{бани}} = 180 \text{ л/сут}$, табл.3[2]

$$Q_{\text{бани}} = \frac{615 \cdot 180}{1000} = 110,7 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

2.3.5 Объем воды, необходимый для нужд прачечной

$$Q_{\text{прач}} = \frac{n \cdot q_{\text{прач}}}{1000}, \text{ м}^3 / \text{сут},$$

где n – расчетная производительность прачечной – количество килограмм сухого белья в сутки, $n = 1598 \text{ кг}$;

$q_{\text{прач}}$ – норма расхода воды на стирку одного килограмма белья, $q_{\text{прач}} = 75 \text{ л/сут}$, табл.3[2]

$$Q_{\text{прач}} = \frac{1598 \cdot 75}{1000} = 119,83 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

2.3.6 Расчет суточного объема воды на нужды столовой

Суточный объем воды на нужды столовой:

$$Q_{\text{стол}} = \frac{N \cdot q_{\text{стол}}}{1000}, \text{ м}^3 / \text{сут},$$

где N – количество блюд, приготовляемых в столовой за сутки.

$$N = N_{\text{обед}} \cdot 3$$

$N_{\text{обед}}$ – количество человек, обедающих в столовой за сутки;

3 – количество блюд, употребляемых одним обедающим;

$q_{\text{стол}}$ – норма расхода воды для приготовления одного блюда.

$q_{\text{стол}} = 12 \text{ л/блюдо}$, табл.3[2].

$$Q_{\text{стол}} = \frac{3 \cdot 659 \cdot 12}{1000} = 23,74 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

2.4 Расчет сводного суточного графика почасового водопотребления. Определение часовых расходов

Коэффициенты часовой неравномерности водопотребления вычисляются по формулам:

$$K_{\text{ч, max}} = \alpha_{\text{max}} \cdot \beta_{\text{max}},$$

$$K_{\text{ч, min}} = \alpha_{\text{min}} \cdot \beta_{\text{min}};$$

где: α_{max} , α_{min} – коэффициенты, учитывающие степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие условия. В соответствии со СНиП 2.04.02-84 принимаются для первого района:

$\alpha_{\text{max}} = 1,2$ (рекомендуется 1,2...1,4); $\alpha_{\text{min}} = 0,6$ (рекомендуется 0,4...0,6);

для второго района:

$\alpha_{\text{max}} = 1,3$; $\alpha_{\text{min}} = 0,5$

β_{max} , β_{min} – коэффициенты, учитывающие количество жителей в населенном пункте, табл. 2.6.

для первого района:

$\beta_{\text{max}} = 1,15$; $\beta_{\text{min}} = 0,6$;

для второго района:

$\beta_{\text{max}} = 1,2$; $\beta_{\text{min}} = 0,5$.

Таблица 2.6.

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
β_{\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
β_{\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

Тогда коэффициенты часовой неравномерности водопотребления для первого района:

$$K_{ч,\max} = 1,2 \cdot 1,15 = 1,38 \approx 1,4;$$

$$K_{ч,\min} = 0,6 \cdot 0,6 = 0,36;$$

для второго района:

$$K_{ч,\max} = 1,3 \cdot 1,2 = 1,56 \approx 1,5;$$

$$K_{ч,\min} = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25.$$

По максимальным коэффициентам часовой неравномерности принимаются соответствующие типовые графики распределения расходов по часам суток, табл. 14 [2].

2.4.1 Определение максимальных и минимальных часовых расходов воды населенным пунктом

Водопроводная сеть должна быть рассчитана на максимальный часовой расход в сутки наибольшего водопотребления:

$$Q_{ч,\max} = \frac{K_{ч,\max} \cdot Q_{сут,\max}}{24}$$

Для первого района:

$$Q_{ч,\max 1} = 1,4 \cdot \frac{14520}{24} = 847 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для второго района:

$$Q_{ч,\max 2} = 1,5 \cdot \frac{4320}{24} = 270 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Наименьший водоотбор из водопроводной сети будет в час минимального водопотребления в сутки наименьшего водопотребления:

$$Q_{ч,\min} = \frac{K_{ч,\min} \cdot Q_{сут,\min}}{24}, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для первого района:

$$Q_{ч,\min 1} = 0,36 \cdot \frac{11880}{24} = 178,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для второго района:

$$Q_{ч,\min 2} = 0,25 \cdot \frac{2880}{24} = 30 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Промышленные предприятия работают в три и две смены:

1-я смена с 8 до 16 ч

2-я смена с 16 до 24 ч

3-я смена с 0 до 8 ч

Режим водопотребления на производственные цели принимается равномерным в течение смены.

Графики распределения хозяйственно-питьевых расходов воды по часам смены на промпредприятиях принимаются в соответствии с характером цехов (горячие, холодные) по табл. 2.7.

Таблица 2.7. Распределение расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды на предприятиях по часам смены, % водопотребления за смену

8-часовая смена в цехах		
Часы смен	Горячих (K = 2,5)	Холодных (K = 3)
0-1	0	0
1-2	12,5	6,25
2-3	12,5	12,5
3-4	12,5	12,5
4-5	12,5	18,75
5-6	12,5	6,25
6-7	12,5	12,5
7-8	12,5	12,5
8-8,5	15,65	18,75
Итого	100	100

Пользование душем предусматривается после окончания смены в течение 45 минут.

Режимы потребления воды на нужды бани, прачечной, столовой, а также расходы воды населенным пунктом принимаются в соответствии с табл. 2.8.

Расходы всеми категориями водопотребителей заносятся в сводную таблицу 2.9. почасового водопотребления. Для автоматизации расчетов используется электронная таблица Wds.xls. Для расчета вводятся типовые графики в соответствии с коэффициентами часовой неравномерности (см. табл. 2.8.) (диапазон ячеек B5:B29 – I район и D5:D29 – II район). В ячейки C31 и F31 заносятся значения максимального суточного водопотребления I и II районов соответственно. Для промышленного предприятия вводятся расходы воды на технологические, хозяйственно-питьевые и душевые нужды по сменам, а для бани, прачечной и столовой заносятся суточные объемы водопотребления. В результате автоматического пересчета наибольший водоотбор с учетом всех потребителей наблюдается в 10 часов и составляет 1418,06 м³/ч. или 393,9 л/с.

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

3.1 Выбор системы водоснабжения

В рассматриваемом примере с учетом природных условий, принята система водоснабжения с забором воды из поверхностного и подземного источников. Водопроводная сеть проектируется кольцевой, с водонапорной башней, расположенной в наиболее возвышенной точке населенного пункта.

Водозаборное сооружение из поверхностного источника, согласно ситуационного плана, расположено на расстоянии 2600 м, а из подземного – на расстоянии 3150 м. от распределительных камер водопроводной сети.

3.2 Трассирование водопроводной сети населенного пункта

При трассировании водопроводной сети населенного пункта следует соблюдать следующие основные рекомендации:

- главные магистральные линии надо направлять по кратчайшему расстоянию к наиболее крупным водопотребителям, а также к водонапорной башне;

Таблица 2.8. Распределение суточного расхода воды по часам суток, %

Часы суток	Расходы по населенным пунктам при коэффициенте часовой неравномерности водопотребления												Расходы по отдельным зданиям							Расходы по животноводческим фермам		
	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,7	1,8	1,9	2	2,5	Жилой дом	Больница, гостиница	Общественные здания	Банк, торговля	Столовые	Дачные сады	Молочной	Свиноводческой	Овцеводческой	
0-1	3,5	3,35	3,2	3	2,5	2	1,5	1	0,9	0,85	0,75	0,6	0,6	0,2	0,15	-	-	-	0,5	0,9	-	
1-2	3,45	3,25	3,25	3,2	2,65	2,1	1,5	1	0,9	0,85	0,75	0,6	0,5	0,2	0,15	-	-	-	1	0,5	-	
2-3	3,45	3,3	2,9	2,5	2,2	1,85	1,5	1	0,9	0,85	1	1,2	0,5	0,2	0,15	-	-	-	0,5	0,5	-	
3-4	3,4	3,2	2,9	2,6	2,25	1,9	1,5	1	1	1	1	2	0,5	0,2	0,15	-	-	-	0,5	0,5	-	
4-5	3,4	3,25	3,35	2,5	3,2	2,85	2,5	2	1,35	2,7	3	3,5	0,4	0,5	0,15	-	-	-	2,2	10,2	16,5	
5-6	3,55	3,4	3,75	4,1	3,9	3,7	3,5	3	3,85	4,7	5,5	3,5	2	0,5	0,25	-	-	-	2,2	9,5	16,5	
6-7	4,00	3,85	4,15	4,5	4,5	4,5	4,5	5	5,2	5,35	5,5	4,5	8	3	0,3	-	-	12	5	4,7	6,5	-
7-8	4,4	4,45	4,65	4,9	5,1	5,3	5,5	6,5	6,2	5,85	5,5	10,2	11	5	30	-	3	3	4,7	3,2	-	
8-9	5,00	5,2	5,05	4,9	5,35	5,8	6,25	6,5	5,5	4,5	3,5	8,8	11	8,0	6,8	6,25	1	15	10,2	3,2	-	
9-10	4,8	5,05	5,4	5,6	5,85	6,05	6,25	5,5	5,85	4,2	3,5	6,5	7,5	10	4,6	6,25	18	5,5	5,4	2	-	
10-11	4,7	4,85	4,85	4,9	5,35	5,8	6,25	4,5	5	5,5	6	4,1	2,5	6	3,6	6,25	18	3,4	7,2	3,3	-	
11-12	4,55	4,6	4,6	4,7	5,25	5,7	6,25	5,5	6,5	7,5	8,5	4,1	5	10	2	6,25	2	7,4	6,1	3,3	16,7	
12-13	4,55	4,6	4,5	4,4	4,6	4,8	5	7	7,5	7,9	8,5	3,5	8	10	3	6,25	1	21	4,2	7,4	16,7	
13-14	4,45	4,55	4,3	4,1	4,4	4,7	5	7	6,7	6,35	6	3,5	5	6	3	6,25	1	2,8	9,1	5,3	-	
14-15	4,6	4,75	4,4	4,1	4,6	5,05	5,5	5,5	5,35	5,2	5	4,7	2	5	3	6,25	4	2,4	6,8	3,4	-	
15-16	4,6	4,7	4,55	4,4	4,6	5,3	6	4,5	4,65	4,8	5	6,2	2	8,5	3	6,25	4	4,5	2	3,4	-	
16-17	4,6	4,65	4,5	4,3	4,9	5,45	6	5	4,5	4	3,5	10,4	3	5,5	4	6,25	4	4	4,2	5,2	-	
17-18	4,3	4,35	4,25	4,1	4,6	5,05	5,5	6,5	5,5	4,5	3,5	9,4	3	5	3,6	6,25	6	16	3,6	6,9	-	
18-19	4,35	4,4	4,45	4,5	4,7	4,85	5	6,5	6,3	6,2	6	7,3	12	5	3,3	6,25	3	3	8,2	9,2	16,8	
19-20	4,25	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	5	5,35	5,7	6	1,6	12	5	5	6,25	6	2	7,2	7,4	16,8	
20-21	4,25	4,3	4,4	4,5	4,4	4,2	4	4,5	5	5,5	6	1,6	0,5	2	2,6	6,25	7	2	3,5	4,3	-	
21-22	4,15	4,3	4,5	4,8	4,2	3,6	3	3	3	3	3	1	1	0,7	18,6	6,25	10	3	4,6	1,3	-	
22-23	3,9	4,2	4,2	4,6	3,7	2,85	2	2	2	2	2	0,6	1	3	1,6	6,25	-	-	0,8	1,3	-	
23-24	3,8	3,75	3,5	3,3	2,7	2,1	1,5	1	1	1	1	0,6	1	0,5	1	6,25	-	-	0,8	1,3	-	
Итого	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	100	100	100	100	100	

Таблица 2.9. Сводная таблица водопотребления

ЧАСЫ СУТОК	ХОЗ. ПИТЬЕВОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ				ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ №1						
	1 РАЙОН		2 РАЙОН		ТЕХНОЛ.НУЖДЫ		ХОЗ. ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ				ДУШЕВЫЕ
	%	м3/ч	%	м3/ч	%	м3/ч	%	м3/ч	%	м3/ч	
1,00	2,50	399,30	1,50	71,28	12,50	52,88	18,75	0,68	15,65	0,72	6,18
2,00	2,65	423,26	1,50	71,28	12,50	52,88	6,25	0,23	12,05	0,55	
3,00	2,20	351,38	1,50	71,28	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
4,00	2,25	359,37	1,50	71,28	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
5,00	3,20	511,10	2,50	118,80	12,50	52,88	18,75	0,68	12,05	0,55	
6,00	3,90	622,91	3,50	166,32	12,50	52,88	6,25	0,23	12,05	0,55	
7,00	4,50	718,74	4,50	213,84	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
8,00	5,10	814,57	5,50	261,36	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
9,00	5,35	854,50	6,25	297,00	12,50	69,75	18,75	0,92	15,65	0,95	6,18
10,00	5,85	934,36	6,25	297,00	12,50	69,75	6,25	0,31	12,05	0,73	
11,00	5,35	854,50	6,25	297,00	12,50	69,75	12,50	0,61	12,05	0,73	
12,00	5,25	836,53	6,25	297,00	12,50	69,75	12,50	0,61	12,05	0,73	
13,00	4,60	734,71	5,00	237,60	12,50	69,75	18,75	0,92	12,05	0,73	
14,00	4,40	702,77	5,00	237,60	12,50	69,75	6,25	0,31	12,05	0,73	
15,00	4,60	734,71	5,50	261,36	12,50	69,75	12,50	0,61	12,05	0,73	
16,00	4,60	734,71	6,00	286,12	12,50	69,75	12,50	0,61	12,05	0,73	
17,00	4,90	782,63	6,00	286,12	12,50	52,88	18,75	0,68	15,65	0,72	8,25
18,00	4,60	734,71	5,50	261,36	12,50	52,88	6,25	0,23	12,05	0,55	
19,00	4,70	750,68	5,00	237,60	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
20,00	4,50	718,74	4,50	213,84	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
21,00	4,40	702,77	4,00	190,08	12,50	52,88	18,75	0,68	12,05	0,55	
22,00	4,20	670,82	3,00	142,66	12,50	52,88	6,25	0,23	12,05	0,55	
23,00	3,70	590,96	2,00	95,04	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
24,00	2,70	431,24	1,50	71,28	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
100,00	15972,00	100,00	4752,00	300,00	1404,00	300,00	12,18	300,00	15,23	20,61	
Q х.п.1=	15972,00	Qх.п.2=	4752,00	Q сут.=	1404,00	Q сут.=	12,18	Q сут.=	15,23	20,61	
				Q см1=	558,00	Q см1=	4,88	Q см1=	6,08		
				Q см2=	423,00	Q см2=	3,65	Q см2=	4,58		
				Q см3=	423,00	Q см3=	3,65	Q см3=	4,58		

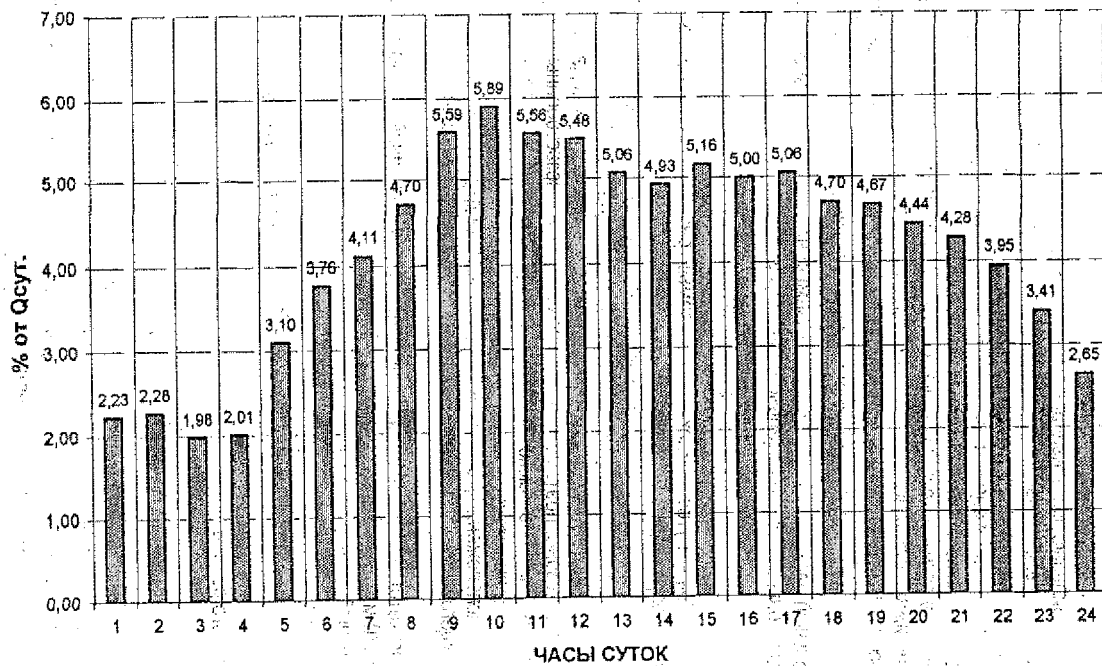
Продолжение таблицы 2.9.

ЧАСЫ СУТОК	ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ №2							БАНЯ		ПРАЧЕЧНАЯ	
	ТЕХНОЛ.НУЖДЫ		ХОЗ.ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ				ДУШЕВЫЕ				
			ХОЛОД.ЦЕХА		ГОРЯЧ.ЦЕХА						
	%	м3/ч	%	м3/ч	%	м3/ч	м3/ч	%	м3/ч	%	м3/ч
1	12,50	0,00	18,75	0,00	15,65	0,00	6,33				
2	12,50	0,00	6,25	0,00	12,05	0,00					
3	12,50	0,00	12,50	0,00	12,05	0,00					
4	12,50	0,00	12,50	0,00	12,05	0,00					
5	12,50	0,00	18,75	0,00	12,05	0,00					
6	12,50	0,00	6,25	0,00	12,05	0,00					
7	12,50	0,00	12,50	0,00	12,05	0,00					
8	12,50	0,00	12,50	0,00	12,05	0,00					
9	12,50	96,25	18,75	0,83	15,65	0,92		6,25	6,92	6,25	7,49
10	12,50	96,25	6,25	0,28	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49
11	12,50	96,25	12,50	0,56	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49
12	12,50	96,25	12,50	0,56	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49
13	12,50	96,25	18,75	0,83	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49
14	12,50	96,25	6,25	0,28	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49
15	12,50	96,25	12,50	0,56	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49
16	12,50	96,25	12,50	0,56	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49
17	12,50	64,75	18,75	0,69	15,65	0,75	7,70	6,25	6,92	6,25	7,49
18	12,50	64,75	6,25	0,23	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49
19	12,50	64,75	12,50	0,46	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49
20	12,50	64,75	12,50	0,46	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49
21	12,50	64,75	18,75	0,69	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49
22	12,50	64,75	6,25	0,23	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49
23	12,50	64,75	12,50	0,46	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49
24	12,50	64,75	12,50	0,46	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49
	300,00	1288,00	300,00	8,13	300,00	10,62	14,03	100,00	110,70	100,00	119,83
	Q сут.=	1288,00	Q сут.=	8,13	Q сут.=	10,62		Qсут.=	110,70	Qсут.=	119,83
	Q см1=	770,00	Q см1=	4,45	Q см1=	5,85					
	Q см2=	518,00	Q см2=	3,68	Q см2=	4,77					
	Q см3=	0,00	Q см3=	0,00	Q см3=	0,00					

Продолжение таблицы 2.9.

СТОЛОВАЯ		ВСЕГО	ПОЛИВ	ВСЕГО С ПОЛИВОМ		ЧАСЫ СУТОК
%	м3/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	%	
		537,37		537,37	2,23	1
		546,19		546,19	2,28	2
		476,55		476,55	1,98	3
		484,53		484,53	2,01	4
		684,02	62,00	746,02	3,10	5
		842,88	62,00	904,88	3,76	6
12,00	2,85	989,31		989,31	4,11	7
3,00	0,71	1130,53		1130,53	4,70	8
1,00	0,24	1344,01		1344,01	5,59	9
18,00	4,27	1418,06		1418,06	5,89	10
19,00	4,27	1338,79		1338,79	5,56	11
2,00	0,47	1319,02		1319,02	5,48	12
1,00	0,24	1156,14	62,00	1218,14	5,06	13
1,00	0,24	1123,03	62,00	1185,03	4,93	14
4,00	0,95	1180,03	62,00	1242,03	5,16	15
4,00	0,95	1203,79		1203,79	5,00	16
4,00	0,95	1217,45		1217,45	5,06	17
6,00	1,42	1131,11		1131,11	4,70	18
3,00	0,71	1123,07		1123,07	4,67	19
6,00	1,42	1068,08		1068,08	4,44	20
7,00	1,66	1029,04		1029,04	4,28	21
10,00	2,37	949,38		949,38	3,95	22
		820,08		820,08	3,41	23
		636,60		636,60	2,65	24
100,00	23,74	23761,08	310,00	24061,08	100,00	
Сум.=	23,74			24061,08		

СУТОЧНЫЙ ГРАФИК ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ С УЧЕТОМ ПОЛИВА



- для обеспечения надежности водоснабжения, основных магистралей должно быть не менее 2-х, соединенных перемычками;
 - водопроводные линии должны быть распределены равномерно по территории объекта водоснабжения;
 - водопроводные линии следует располагать по проездам или обочинам дорог, параллельно линиям застройки;
 - автомобильные железные дороги, а также естественные преграды (реки, овраги и т.д.) трубопроводы должны пересекать под прямым углом.
- Водопроводная сеть чаще рассчитывается на следующие характерные случаи:
- максимальное водопотребление из сети (максимальный часовой расход в сутки наибольшего водопотребления);
 - тушение расчетного количества пожаров при максимальном водопотреблении;
 - максимальный транзит воды в водонапорную башню.
- Трассировка водопроводной сети на 1-ой очереди строительства приведена на рис. 3.1.

3.3 Определение удельных расходов воды

Удельный расход воды (расход, отбираемый на единицу длины сети) определяется для каждой зоны застройки отдельно по формуле:

$$q_{уд} = \frac{Q_{пут}}{L}, \text{ л/с м},$$

где $Q_{пут}$ – путевой расход, отбираемый равномерно из всех участков магистральных трубопроводов.

L – сумма приведенных длин линий, из которых вода отбирается с расходом $Q_{пут}$, м.

При вычислении приведенной длины руководствуются следующим:

- в L включаются участки магистральных линий, из которых вода отбирается с двух сторон в данной зоне, поэтому участки, проходящие по незастроенным территориям, зеленым насаждениям, а также через реки, озера, овраги, не включаются в суммарную приведенную длину сети;

- при расположении данного участка на границе двух районов с разной плотностью проживающего населения, в L включается половина длины данного участка для каждой зоны.

В соответствии с генпланом, длина магистральных линий в 1-ом районе составляет: $L_1 = 6470$ м, а во 2-ом районе: $L_2 = 10200$ м.

Удельный расход воды:

для 1-ого района:

$$q_{уд.1} = \frac{Q_{пут.1}}{L_1} = \frac{934,36}{3,6 \cdot 6430} = 0,04036461 \text{ л/с} \cdot \text{м}$$

для 2-ого района:

$$q_{уд.2} = \frac{Q_{пут.2}}{L_2} = \frac{297}{3,6 \cdot 10200} = 0,008088235 \text{ л/с} \cdot \text{м}$$

3.4 Определение расходов воды, отбираемых на участках магистральных трубопроводов (путевых расходов)

Расходы воды, отбираемые на участках магистральных трубопроводов (путевые расходы), определяются из выражения:

$$Q_{пут.i} = q_{уд} \cdot L_i, \text{ л/с},$$

где $q_{уд}$ – удельный расход, л/с м;

L_i – длина участка, м.

Результаты расчетов путевых расходов сведены в таблицу 3.1.

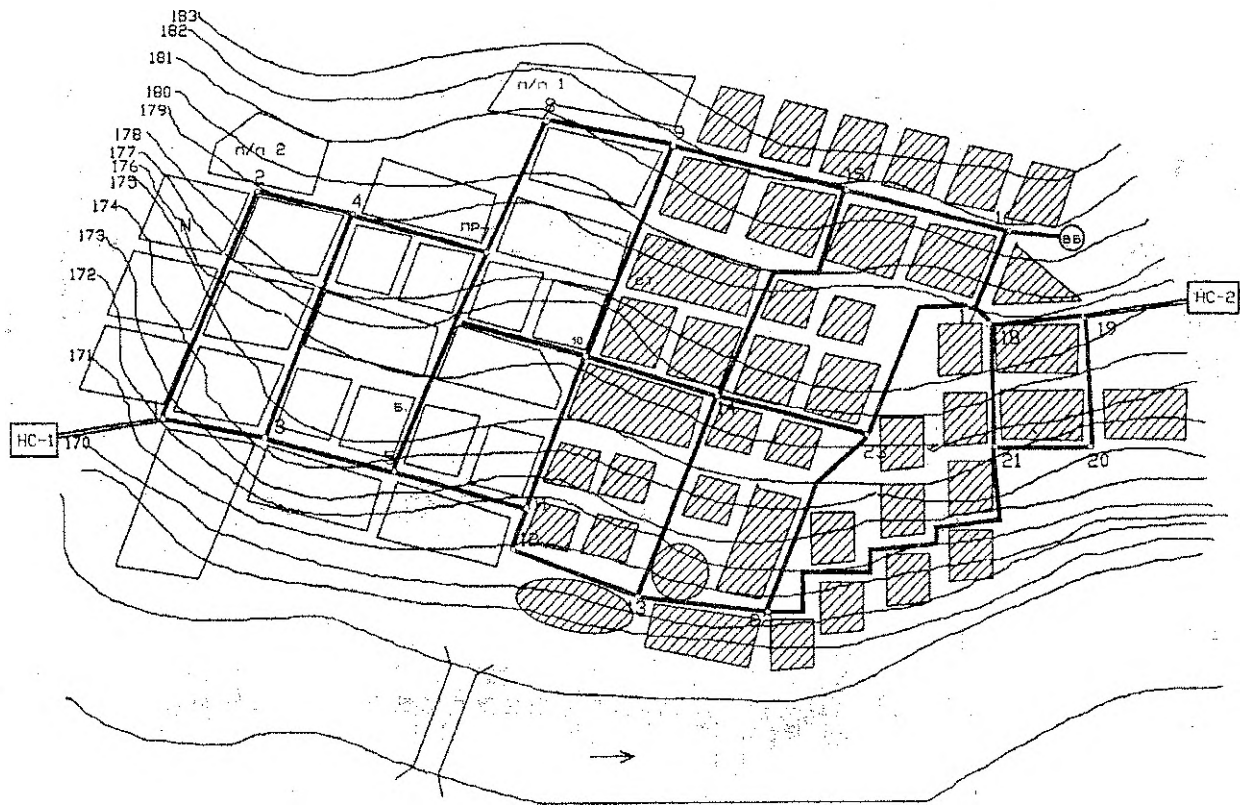


Рис. 3.1. Трассировка водопроводной сети I очереди строительства

Таблица 3.1. Вычисление путевых расходов.

Участок	Приведенная длина, м	Расход $q_{\text{пут}}$, л/с
1-район		
1-2	800	32,09
2-4	330	13,24
3-4	770	30,89
3-1	330	13,24
3-5	460	18,45
4-7	460	18,45
5-6	570	21,26
6-7	230	9,23
7-8	450	18,05
8-9	480	19,26
5-11	450	18,05
(11-10)/2	275	14,64
6-10	460	18,05
(9-10)/2	365	14,64
ИТОГО	6430	259,54
2-район		
12-13	420	3,43
13-22	430	3,51
22-21	890	7,27
21-20	540	4,41
12-11	170	1,39
(10-11)/2	275	2,245
10-14	460	3,76
14-23	490	4,00
22-23	700	5,72
(10-9)/2	365	2,245
23-17	760	6,13
14-15	900	7,35
16-17	280	2,29
15-16	560	4,57
15-9	580	4,74
17-18	270	2,21
18-19	360	2,94
19-20	440	3,59
18-21	610	4,98
13-14	700	5,72
ИТОГО	10200	82,50

3.5 Вычисление узловых расходов воды

Узловые расходы условно принимаются фиксированными, не зависящими от напора в водопроводной сети, и определяются по формуле:

$$q_{\text{уз.к}} = 0,5 \sum q_{\text{пут}} + Q_{\text{кр.п.к.}}; \text{ л/с,}$$

где $q_{\text{уз.к}}$ – водоотбор из узла, л/с;

$\Sigma Q_{пут}$ – сумма путевых расходов воды на участках, примыкающих к рассматриваемому узлу, л/с

$Q_{кр.п.к}$ – отбор воды крупными водопотребителями из узла (сосредоточенные расходы), л/с.

В час максимального водопотребления сосредоточенные расходы составляют:

- промышленное предприятие № 1 – $Q_{мп1} = 70,78 \text{ м}^3/\text{ч} = 19,66 \text{ л/с}$;

- промышленное предприятие № 2 – $Q_{мп2} = 97,23 \text{ м}^3/\text{ч} = 27,01 \text{ л/с}$;

- баня – $Q_{б} = 6,92 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,92 \text{ л/с}$;

- прачечная – $Q_{пр} = 7,48 \text{ м}^3/\text{ч} = 2,081 \text{ л/с}$;

- столовая – $Q_{ст} = 4,27 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,19 \text{ л/с}$.

Расчет узловых расходов воды сведен в таблицу 3.2.

Таблица 3.2. Значения узловых расходов

Номер узловой точки	Номера прилегающих к узловой точке участков	$\Sigma Q_{пут}$, л/с	$Q_{кр.п}$	$Q_{узл}$, л/с
1	1-2, 1-3	45,33		22,66
2	2-1, 2-4	45,33	27,01	49,67
3	1-3, 3-4, 3-5	62,58		31,29
4	4-7, 2-4, 3-4	62,58		31,29
5	5-6, 5-3, 5-11	57,76	1,92	30,8
6	6-7, 6-10, 6-5	48,54		24,27
7	7-4, 7-6, 7-8	45,73	2,08	24,94
8	8-7, 8-9	37,31	19,66	38,32
9	9-8, 9-15, (9-10)/2, (10-9)/2	53,28		26,64
10	(10-9)/2, 10-6, 10-14, (10-11)/2, (9-10)/2, (11-10)/2	55,58	1,19	28,98
11	(11-10)/2, (10-11)/2, 11-5, 11-12	23,93		11,96
12	12-11, 12-13	4,82		2,41
13	13-14, 12-13, 13-22	12,66		6,33
14	13-14, 14-10, 14-15, 14-23	20,83		10,41
15	15-9, 15-16, 15-14	16,66		8,33
16	16-15, 16-17	6,86		3,43
17	17-23, 17-16, 17-18	10,63		5,32
18	18-17, 18-19, 18-21	10,13		5,07
19	19-18, 19-20	6,53		3,27
20	20-19, 20-21	8,00		4,00
21	21-20, 21-18, 21-22	16,66		8,33
22	22-13, 22-23, 22-21	16,55		8,25
23	23-17, 23-22, 23-14	15,85		7,93
	Итого	684,09	51,86	393,90

3.6 Расчет режима работы насосной станции второго подъема

Поскольку в примере расчета принята трехсторонняя схема питания, в час максимального водопотребления (подача воды в сеть в этот час осуществляется от двух насосных станций и от водонапорной башни), то необходимо вычислить, сколько воды будет поступать от насосных станций и сколько от водонапорной башни. Это можно определить путем совмещения графиков водопотребления и работы насосной станции 2-го подъема.

Режим работы насосной станции 2-го подъема чаще принимается в 2 ступени, в дневное время, включены все рабочие насосы, в ночное часть агрегатов выключают, это позволяет уменьшить регулирующий объем водонапорной башни и снизить избыточные напоры в водопроводной сети. Назначение графика работы насосных станций второго подъема является многовариантной задачей, поэтому для ее решения целесообразно использовать ЭВМ. Расчет оптимального режима работы насосной станции 2-го подъема выполняется по программе NS1-2F.BAS в среде QBASIC.

Результаты расчетов приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Результаты расчета режима работы насосных станций второго подъема

Часы суток	Водопотребление, %	Подача насосной станции, %		Расход воды, л/с	
		I подъема	II подъема	Из башни	В башню
1	2,23	4,17	2,82		39,36
2	2,28	4,17	2,82		36,02
3	1,98	4,17	2,82		56,07
4	2,01	4,17	2,82		36,69
5	3,10	4,17	2,82	18,79	
6	3,76	4,17	2,82	45,52	
7	4,11	4,17	4,98		57,83
8	4,70	4,17	4,98		18,40
9	5,59	4,17	4,98	41,08	
10	5,89	4,17	4,98	61,13	
11	5,56	4,17	4,98	45,76	
12	5,48	4,17	4,98	33,73	
13	5,06	4,17	4,98	5,66	
14	4,93	4,17	4,98		9,71
15	5,16	4,17	4,98	12,34	
16	5,00	4,17	4,98	1,65	
17	5,06	4,17	4,98	5,66	
18	4,70	4,17	4,98		18,40
19	4,67	4,17	4,98		20,41
20	4,44	4,17	4,98		35,78
21	4,28	4,17	4,98		46,47
22	3,95	4,17	2,82	75,60	
23	3,41	4,17	2,82	39,51	
24	2,65	4,17	2,82		11,29
Регулирующий объем РЧВ – 2918,26 м³ или 12,13%					
Регулирующий объем бака водонапорной башни – 710,27 м³ или 2,95%					

3.7 Расчет производительности водопитателей

В соответствии с заданием насосные станции подают по 50% расчетного расхода, суммарная подача Н.С. II на второй ступени, согласно расчету на ЭВМ, составит:

$$\sum Q_{н.с. II} = \frac{Q_{сут} \cdot 4,98}{100} = \frac{24061,8 \cdot 4,98}{100} = 1198,23 \text{ м}^3 / \text{ч} = 332,8 \text{ л/с}$$

Тогда подача Н.С. II №1:

$$q_{н.с.1} = 0,5 \sum Q_{н.с. II} = 0,5 \cdot 332,8 = 166,4 \text{ л/с}$$

Подача Н.С. II №2:

$$q_{н.с.2} = 0,5 \sum Q_{н.с.И} = 0,5 \cdot 332,8 = 166,4 \text{ л/с}$$

Расход воды из башни:

$$Q_б = q_{ч.маx} - \sum Q_{н.с.И}, \text{ л/с}$$

$$q_{ч.маx} = 1418,05 \text{ м}^3/\text{ч} = 393,9 \text{ л/с}$$

$q_б = 393,9 - 332,8 = 61,1 \text{ л/с}$ (см. табл. 3.3. для часа максимального потребления).

3.8 Предварительное потокораспределение

После вычисления узловых расходов и определения подачи водопитателей осуществляется предварительное потокораспределение, целью которого является назначение желательных направлений движения воды в линиях сети и определение линейных расходов. Очевидно, что количество воды, подаваемое в водопроводную сеть водопитателями, должно быть равно количеству воды, отбираемой потребителями.

Перед распределением намечается точка схода потоков. Выбор этой точки зависит от взаимного расположения водопитателей. За точку схода потоков принимается наиболее удаленный от водопитателей и высоко расположенный узел (в данном примере узел № 8). Для всех линий сети намечается направление движения воды к точке схода потоков, затем участки сети нумеруются.

Предварительное потокораспределение расходов воды начинается с ближайшего к главному водопитателю узла, затем намечаются линейные расходы таким образом, чтобы для каждого узла было справедливо тождество:

$$\sum q_i = 0;$$

где $\sum q_i$ – сумма поступающих в i -тый узел и уходящих из него расходов воды.

Поступающие в узел расходы принимаются со знаком "+", уходящие – со знаком "-".

Данные предварительного потокораспределения приведены на рис. 3.2.

3.9 Подбор материала и диаметров труб

В пределах населенного пункта принимаются чугунные напорные трубы по ГОСТ 9583-75, для водоводов 2-го подъема – стальные, по ГОСТ 10704-76. Диаметры труб на расчетных участках принимаются по значениям линейных расходов по приложению 1а настоящих методических указаний.

3.10 Увязка водопроводной сети

Гидравлическая увязка водопроводной сети выполняется с помощью ЭВМ. Расчет осуществляется по программе "WODSFF.BAS", в среде QBASIC.

Программой предусматривается два режима ввода исходных данных: диалоговый и из файла.

В диалоговом режиме (рекомендуется для расчета небольших кольцевых водопроводных сетей) пользователь вводит исходные данные в следующем порядке:

- количество колец (кольца сети нумеруются в произвольном порядке, два параллельных участка, например, водоводы рассматриваются как кольцо);
- количество участков (участки сети нумеруются в любой последовательности);
- описание участков водопроводной сети (каждый участок сети описывается одной строкой и включает: номер кольца, расположенного слева от участка по ходу движения воды; номер кольца, расположенного справа от участка; диаметр трубопровода на участке, мм; длину участка, м; линейный расход, л/с; код материала труб). Если участок расположен во внешнем контуре, то с одной стороны он будет ограничен кольцом с номером «0».

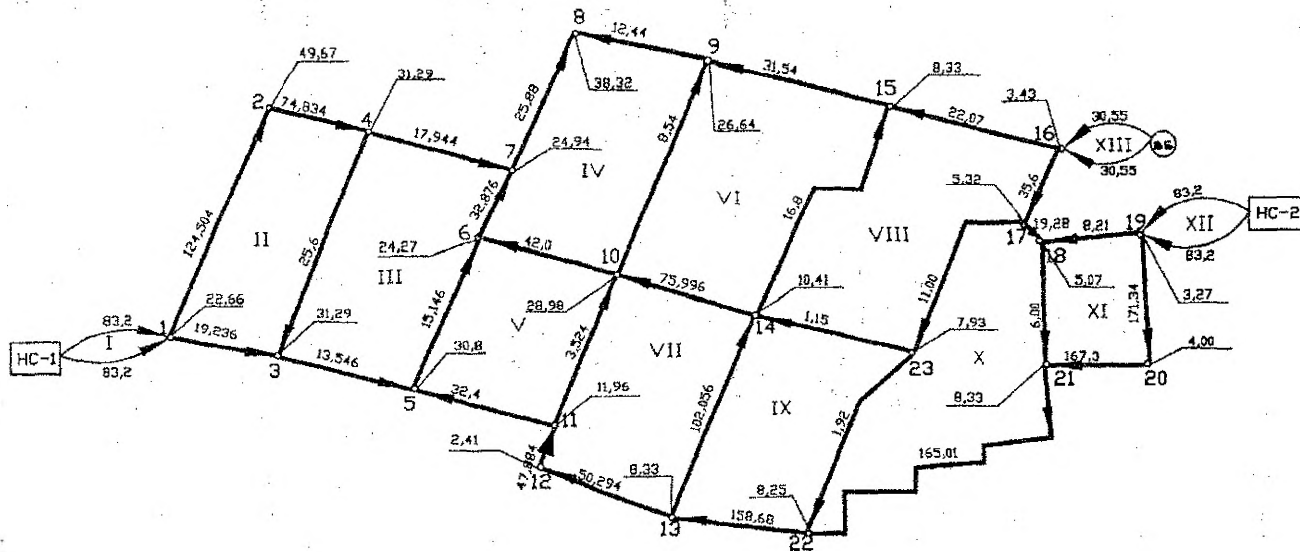


Рис. 3.2. Предварительное поточераспределение на случай максимального водопотребления

Расчетная схема водопроводной сети первой очереди строительства приведена на рис. 3.3

В рассматриваемом примере рассчитывается водопроводная сеть, состоящая из 13 колец и 38 расчетных участков. Ввод исходных данных осуществляется из файла, записанного заблаговременно на диск. Файл представляет описание участков водопроводной сети, каждый участок сети описывается одной строкой и включает: номер кольца, расположенного слева от участка по ходу движения воды; номер кольца, расположенного справа от участка; диаметр трубопровода на участке, мм; длину участка, м; линейный расход, л/с; код материала труб. Указанные величины разделяются запятыми. Номера участков не вводятся.

Исходные данные по описанию участков приведены в таблице 3.4.

Результаты гидравлического расчета для случая максимального водопотребления приведены в таблице 3.5. и на рис.3.4.

Таблица 3.4. Исходные данные для гидравлического расчета на случай максимального водопотребления.

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Тип труб
	слева	справа				
1	1	0	350	3150	83,1	1
2	0	1	350	3150	83,1	1
3	0	2	500	800	124,5	2
4	0	2	400	330	74,8	2
5	0	3	400	460	17,9	2
6	0	4	250	450	25,8	2
7	4	0	300	480	12,4	2
8	6	0	300	580	30,5	2
9	8	0	350	560	22	2
10	0	8	200	280	35,5	2
11	0	10	300	270	19,2	2
12	0	11	300	360	8,2	2
13	0	11	400	440	171,3	2
14	0	11	400	540	167,3	2
15	0	10	400	890	165,3	2
16	0	9	350	430	158,6	2
17	0	7	250	420	50,2	2
18	0	5	200	450	32,4	2
19	3	0	300	460	13,5	2
20	2	0	350	330	19,2	2
21	3	2	400	770	25,6	2
22	3	5	400	570	15,1	2
23	3	4	300	230	32,8	2
24	4	6	200	730	8,5	2
25	6	8	250	900	16,7	2
26	10	8	400	760	11	2
27	11	10	300	610	6	2
28	10	9	250	700	1,9	2
29	7	9	300	700	102	2
30	5	7	150	550	3,5	2
31	0	7	250	170	47,8	2

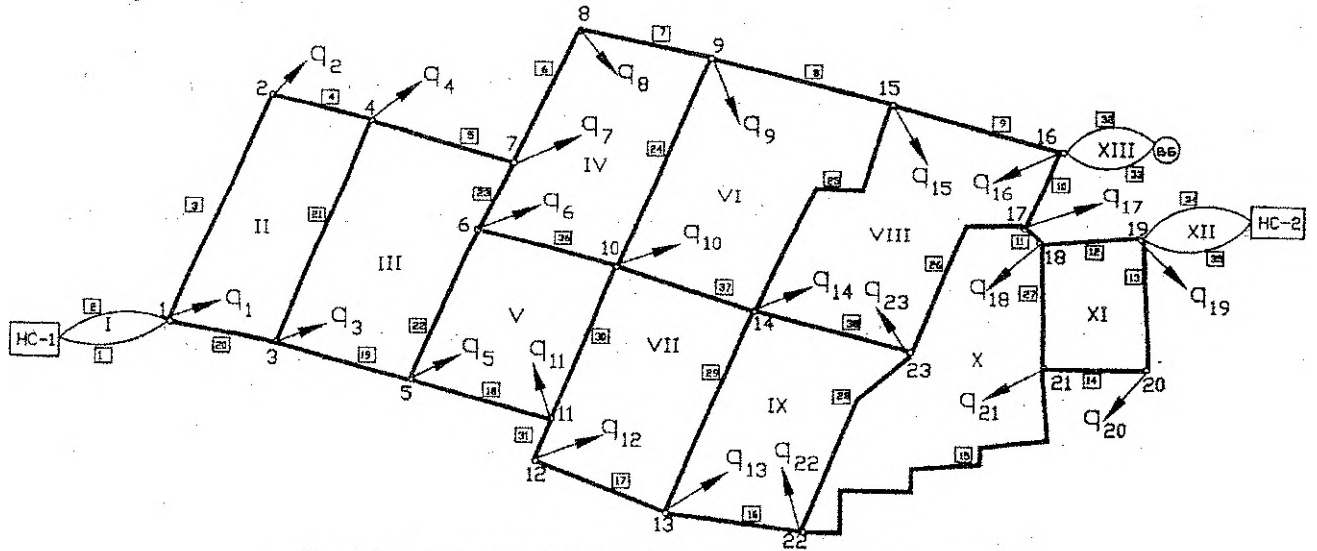


Рис. 3.3. Расчетная схема водопроводной сети I очереди строительства

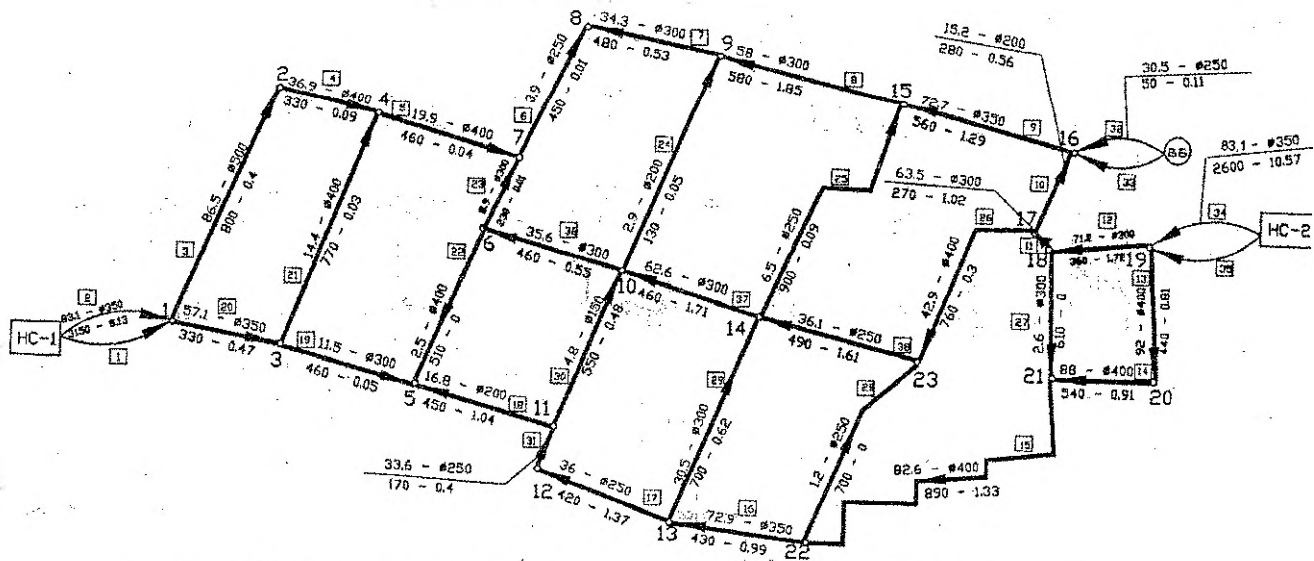


Рис. 3.4. Результаты гидравлического расчета для случая максимального водопотребления

Продолжение табл. 3.4.

32	13	0	250	50	30,5	2
33	0	13	250	50	30,5	2
34	12	0	350	2600	83,11	1
35	0	12	350	2600	83,11	1
36	5	4	300	460	42	2
37	7	6	300	460	75,9	2
38	9	8	250	490	1,1	2

Таблица 3.5. Результаты гидравлического расчета на случай максимального водопотребления

№ участ ка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Скорость воды, м/с	Потери напора, м
	Слева	Справа					
1	1	0	350	3150	83,1	0,8	8,13
2	0	1	350	3150	83,1	0,8	8,13
3	0	2	500	800	86,5	0,43	0,4
4	0	2	400	330	36,9	0,29	0,09
5	0	3	400	460	19,9	0,15	0,04
6	0	4	250	450	3,9	0,07	0,01
7	4	0	300	480	34,3	0,47	0,53
8	6	0	300	580	58	0,79	1,85
9	8	0	350	560	72,8	0,74	0,29
10	0	8	200	280	-15,2	-0,48	0,52
11	0	10	300	270	-63,5	-0,88	1,02
12	0	11	300	360	-71,2	-0,98	1,72
13	0	11	400	440	92	0,72	0,81
14	0	11	400	540	88	0,69	0,91
15	0	10	400	890	82,6	0,65	1,33
16	0	9	350	430	72,9	0,74	0,99
17	0	7	250	420	36	0,71	1,37
18	0	5	200	450	16,8	0,52	1,04
19	3	0	300	460	11,5	0,15	0,05
20	2	0	350	330	57,1	0,58	0,47
21	3	2	400	770	-14,4	-0,12	0,03
22	3	5	400	570	-2,5	-0,02	0
23	3	4	300	230	8,9	0,12	0,01
24	4	6	200	730	2,9	0,09	0,05
25	6	8	250	900	-6,5	-0,13	0,09
26	10	8	400	760	42,9	0,33	0,3
27	11	10	300	610	2,6	0,03	0
28	10	9	250	700	-1,2	-0,03	0
29	7	9	300	700	30,5	0,42	0,62
30	5	7	150	550	4,8	0,26	0,48
31	0	7	250	170	33,6	0,66	0,48
32	13	0	250	50	30,5	0,6	0,11
33	0	13	250	50	30,5	0,6	0,11
34	12	0	350	2600	83,1	1	10,57

Продолжение таблицы 3.5.

35	0	12	350	2600	83,1	1	10,57
36	5	4	300	460	35,6	0,49	0,55
37	7	6	300	460	62,6	0,86	1,71
38	9	8	250	490	36,1	0,71	0,61

Примечание

Если в результате гидравлической увязки водопроводной сети расходы, скорости, потери получились со знаком "минус", это свидетельствует о том, что на этих участках поменялось направление движения воды на противоположное по сравнению с предварительным потокораспределением.

3.11 Построение карт пьезолиний и карт свободных напоров

В результате гидравлического расчета водопроводной сети определяются потери напора на участках. Водопровод должен подавать воду не только в нужном количестве, но и под необходимым напором, поэтому выполняется расчет свободных напоров во всех узлах распределительной сети.

Для всех узлов должно соблюдаться условие:

$$H_{св} \geq H_{тp}$$

Для вычисления свободных напоров, предварительно определяются пьезометрические отметки в узлах. Вычисления начинаются с диктующей точки, для которой:

$$Z_{п.л.(0,м.)} = Z_{з.д.т} + H_{тp}, м,$$

где $Z_{д.т.}$ – пьезометрическая отметка в диктующей точке, м; $Z_{з.д.т.}$ – отметка земли в диктующей точке, определяется по генплану интерполяцией, м.; $H_{тp}$ – требуемый напор в диктующей точке:

$$H_{тp} = 10 + 4(n-1), м$$

n – расчетная этажность застройки, для первого района $n = 4$ этажа, для второго $n = 3$ этажа, откуда требуемые напоры соответственно составят 22 и 18 м.

Отметки пьезолиний прочих узлов вычисляются при обходе сети по формуле:

$$Z_{п.л.(i+1)} = Z_{п.л.(i)} \pm h_{[(i+1)-i]} (*),$$

где $Z_{п.л.(i+1)}$ – пьезометрическая отметка последующего узла водопроводной сети, м.;

$Z_{п.л.(i)}$ – пьезометрическая отметка предыдущего узла сети, м.;

$h_{[(i+1)-i]}$ – потери напора на участке между $(i+1)$ и i -ым узлами.

(*) Примечание. Знак принимается по следующему правилу: если при обходе направление обхода совпадает с направлением движения воды, то берется знак "–", если нет, то "+".

Свободный напор в i -ом узле вычисляется по формуле:

$$H_{св.(i)} = Z_{п.л.(i)} - Z_з(i)$$

$Z_з(i)$ – отметка земли в узле, определяется по генплану интерполяцией.

Результаты расчета пьезометрических отметок и свободных напоров для случая максимального водопотребления приведены на рис. 3.5.

Для построения карт пьезолиний и свободных напоров в масштабе вычерчивается схема водопроводной сети, затем интерполяцией определяются точки с одинаковыми значениями отметок, соединяя эти точки, получается карта пьезолиний. Аналогично строится карта свободных напоров. Карта пьезолиний приведена на рис. 3.6, а свободных напоров – на рис. 3.7.

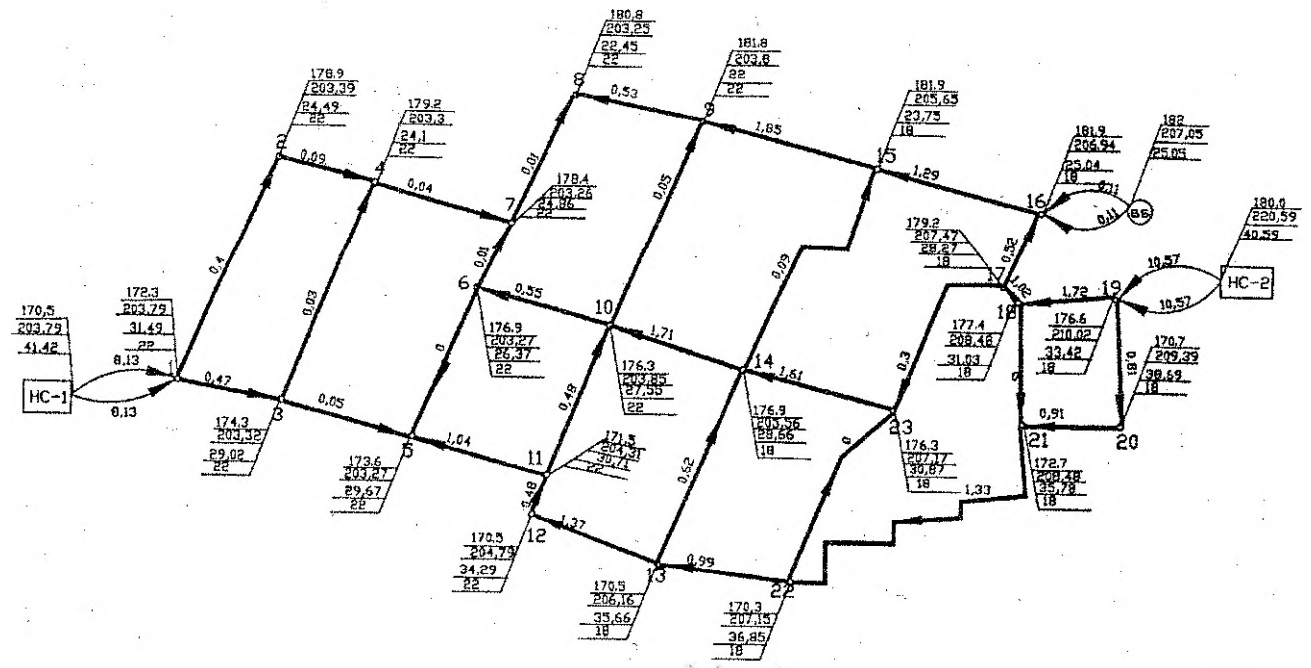


Рис. 3.5. Расчет пьезометрических отметок и свободных напоров на случай максимального водопотребления

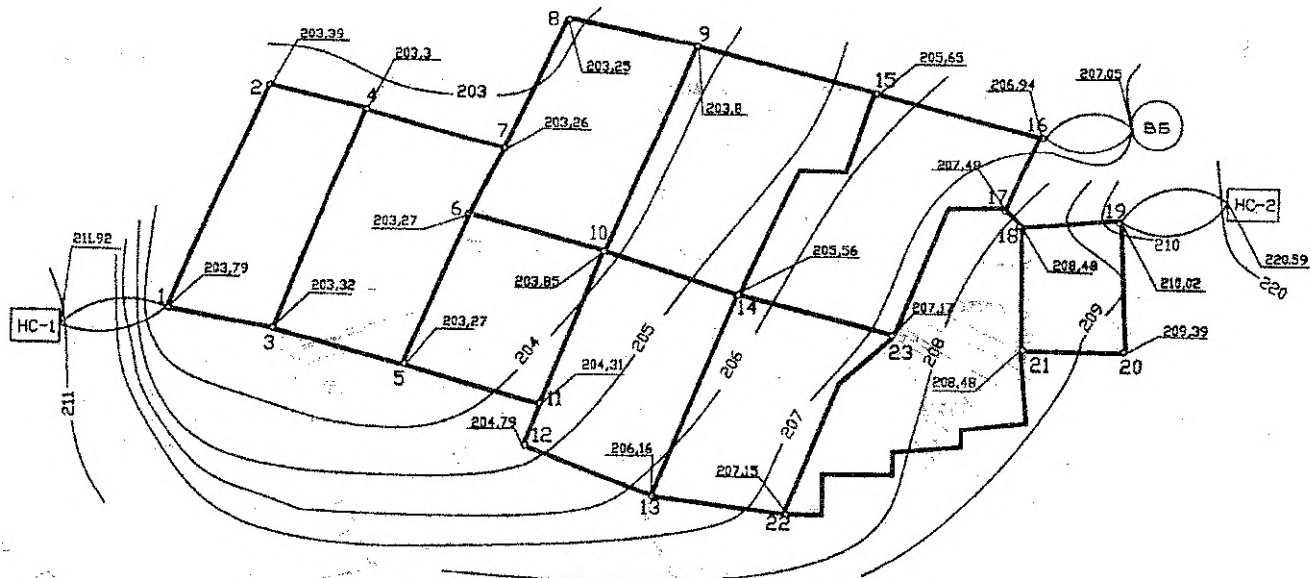


Рис. 3.6. Карта пьезопиний на случай максимального водопотребления

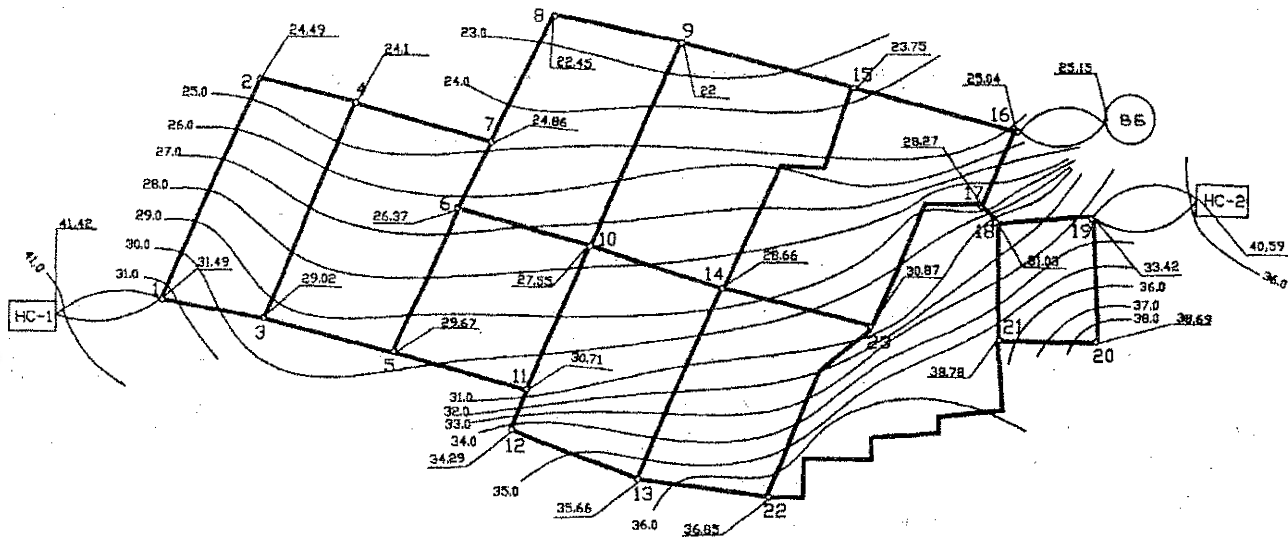


Рис. 3.7. Карта свободных напоров на случай максимального водопотребления

3.12 Проектирование водонапорной башни

Бак водонапорной башни хозяйственно-противопожарного водопровода должен содержать объем воды для регулирования неравномерности водопотребления и неприкосновенный противопожарный запас: для населенных мест на 10-минутную продолжительность тушения одного внутреннего и одного наружного пожаров при одновременном наибольшем расходе воды на другие нужды.

Полный объем водонапорной башни определяется по формуле:

$$W_{n(б)} = W_{рез(б)} + W_{нп}, \text{ м}^3,$$

где $W_{пж}$ – неприкосновенный противопожарный запас воды в баке башни:

$$W_{нп} = 0,6 (Q_{р.с.} + Q_n), \text{ м}^3,$$

где $Q_{р.с.}$ – расчетный расход воды из водопроводной сети в час максимального водопотребления ($Q_{р.с.} = 1418,06 \text{ м}^3/\text{ч} = 393,9 \text{ л/с}$); Q_n – расход воды на 10-ти минутную продолжительность одного внутреннего и одного наружного пожара. Внутреннее пожаротушение предусмотрено двумя струями по 2,5 л/с, наибольший расход на наружное пожаротушение составляет 35 л/с. (см. п.4).

Откуда:

$$Q_n = 2 \cdot 2,5 + 35 = 40 \text{ л/с}$$

$$W_{нп} = 0,6 \cdot (393,3 + 40) = 260 \text{ м}^3$$

Регулирующий объем бака принимается из табл. 3.3, $W_{рег} = 710,27 \text{ м}^3$.

С учетом способности центробежных насосов к саморегулированию (увеличение подачи при снижении напора и наоборот), регулирующая емкость бака может быть уменьшена по сравнению с расчетным значением для системы с проходной башней на 10..15%, а в системе водоснабжения с контррезервуаром на 30...40%:

$$W_{рез} = 710,27 - 0,3 \cdot 710,27 = 497,2 \text{ м}^3$$

$$W_{n(б)} = 260,00 + 497,2 = 757,20 \text{ м}^3$$

Для дальнейших расчетов принимается типовая водонапорная башня вместимостью 800 м³. (Разработаны типовые проекты водонапорных башен вместимостью 100, 150, 200, 300, 500, 800 м³, с высотой ствола 12...42 м.)

$$W_{n(б)} = \frac{\pi \cdot D_б^2}{4} h_{б.б.}$$

$$D_{б.б.} = h_{б.б.} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot W_{n(б)}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 800}{3,14}} = 10 \text{ м}$$

Высота противопожарной призмы:

$$h_{н.п.} = \frac{4 \cdot W_{н.п.}}{\pi \cdot D_б^2} = \frac{4 \cdot 260,00}{3,14 \cdot 10^2} = 3,31 \text{ м}$$

Высота ствола водонапорной башни:

$$H_{ствол} = H_{св(б)} - h_{н.п.} = 25,05 - 3,31 = 21,74 = 22 \text{ м}$$

где $H_{св(б)}$ – свободный напор в узле, в котором расположена водонапорная башня, м.

3.13 Определение размеров резервуаров чистой воды (РЧВ)

Резервуары предназначены для хранения хозяйственных, противопожарных, технологических и аварийных запасов воды. В зависимости от конструкции и принципа работы они бывают: по форме – круглые и прямоугольные; по степени заглубления – подземные и полуподземные; по материалу – железобетонные и бетонные.

Резервуары должны быть надежны в работе, экономичны и удобны в эксплуатации; материал, из которого они выполнены, не должен ухудшать качество воды.

Для обеспечения надежности водоснабжения в системах крупных водопроводов необходимо устраивать несколько резервуаров (не менее 2-х), дающих в сумме расчетную емкость. Это позволяет выключать на ремонт или промывку отдельные резервуары.

Объем РЧВ определяется по формуле:

$$W_{\text{полн(РЧВ)}} = W_{\text{рег(РЧВ)}} + W_{\text{в/с}} + W_{\text{пн}}, \text{ м}^3,$$

где $W_{\text{рег(РЧВ)}}$ - регулирующая емкость, м^3 ; $W_{\text{пн}}$ - неприкосновенный противопожарный запас воды, м^3 ; $W_{\text{в/с}}$ - объем воды на нужды водоочистной станции, м^3 .

$$W_{\text{рег(РЧВ)}} = 2918,26 \text{ м}^3 \text{ (см. табл.3.3)}$$

$$W_{\text{пн}} = \frac{3 \cdot 3600}{1000} \cdot Q_{\text{пож}} + W_{\text{х-п}} - 3Q_{\text{нст}}, \text{ м}^3,$$

где $Q_{\text{пож}}$ - расход воды на тушение расчетного количества одновременных пожаров, л/с;

$$Q_{\text{пож}} = Q_{\text{max}} + 50\%Q_{\text{min}} = (35 + 35) + 35 = 105 \text{ л/с}$$

$W_{\text{х-п}}$ - объем воды, используемой на хозяйственно-питьевые нужды в течение 3-х смежных часов с максимальным водопотреблением. (См. сводную таблицу почасового водопотребления, табл. 2.3.)

$$W_{\text{х-п}} = 1344,0 + 1418,0 + 1338,8 = 4100,8 \text{ м}^3$$

$Q_{\text{нст}}$ - подача насосной станции 1-го подъема, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$$Q_{\text{нст}} = Q_{\text{сут,max}}/24$$

$$W_{\text{пн}} = \frac{3 \cdot 3600}{1000} \cdot 105 + 4100,8 - 3 \cdot 24060,84/24 = 2227,195 \text{ м}^3$$

$W_{\text{в/с}}$ - расход воды на собственные нужды водоочистной станции:

$$W_{\text{в/с}} = (0,01 \dots 0,015) \cdot Q_{\text{сут,max}}, \text{ м}^3$$

$$W_{\text{в/с}} = 0,01 \cdot 24060,84 = 240,61 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{полн(РЧВ)}} = 2918,26 + 240,61 + 2227,195 = 5386,065 \text{ м}^3$$

Поскольку подача насосных станций равна по 50%, то вместимость РЧВ принимается одинаковой, в противном случае емкость резервуаров принимается пропорциональной подаче насосных станций.

Объем одного РЧВ (на каждой насосной станции II подъема принимается по два РЧВ):

$$W_{\text{полн(РЧВ)}} = W_{\text{полн(РЧВ)}}^1 = \frac{W_{\text{п(РЧВ)}}}{4} = \frac{5386,065}{4} = 1346,52 \text{ м}^3$$

$$S_{\text{РЧВ}} = \frac{W_{\text{полн(РЧВ)}}^1}{H_{\text{РЧВ}}} = \frac{1346,52}{3,5} = 384,72 \text{ м}^2,$$

где $H_{\text{РЧВ}}$ - высота РЧВ, принимается 3...4 м;

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 384,72}{3,14}} = 22 \text{ м}$$

$$W_{\text{пн}}^1 = \frac{W_{\text{пн}}}{4} = \frac{2227,195}{4} = 556,8 \text{ м}^3$$

Высота противопожарного объема:

$$h_{\text{пн}} = \frac{W_{\text{пн}}^1}{S} = \frac{556,8}{384,72} = 1,45 \text{ м}$$

3.14 Определение напора насосной станции II подъема

Система водоснабжения должна обеспечивать требуемые напоры в сети. Напоры насосных станций определяем по формуле:

$$H_{ис} = Z_{пл.н.с} - Z_{вод.рчв} + h_k, \text{ м,}$$

где $Z_{пл.н.с}$ – отметка пьезометрической линии насосной станции II подъема, м (см.п.3.11);
 h_k – потери во всасывающих линиях, коммуникациях и измерительном устройстве насосной станции (принимается 3...4 метра), $h_k = 3,5$ м

$Z_{водаРЧВ}$ – отметка уровня воды в РЧВ, соответствующая противопожарному объему, м
 $h_{п.п}$ – высота противопожарного объема, м

$$Z_{водаРЧВ} = Z_{з.н.с} - 0,5 + h_{п.п}, \text{ м,}$$

где $Z_{з.н.с}$ – отметка земли возле насосной станции, м;
 0,5 – заглубление дна РЧВ на площадке водоочистной станции, м.

Напор Н.С. II №1:

$$Z_{водаРЧВ} = 170,5 - 0,5 + 1,45 = 171,45 \text{ м.}$$

$$H_{ис\ №1} = 211,92 - 171,45 + 3,5 = 43,97 = 44,0 \text{ м}$$

Напор Н.С. II №2:

$$Z_{водаРЧВ} = 180,0 - 0,5 + 1,45 = 180,95 \text{ м.}$$

$$H_{ис\ №2} = 220,59 - 180,95 + 3,5 = 43,14 \text{ м}$$

4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ НА СЛУЧАЙ МАКСИМАЛЬНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ С УЧЕТОМ ПОЖАРА

4.1 Определение количества одновременных пожаров и расчетных расходов воды на тушение пожаров

Для населенного пункта расчетный расход воды на наружное пожаротушение принимается в зависимости от общего количества жителей и расчетной этажности жилой застройки.

Общее количество жителей в городе:

$$N_1 + N_2 = 56170 + 22500 = 78670 \text{ чел.}$$

Большая этажность застройки по районам $n = 4$ этажа.

Подбор расчетного расхода воды на тушение пожара осуществляется по таблице 4.1.

Таблица 4.1. Расчетный расход воды на наружное пожаротушение и расчетное количество одновременных пожаров в населенных пунктах.

Кол-во жителей в населенном пункте, тыс.чел. (до)	Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на 1 пожар, л/с, для зданий (независимо от степени огнестойкости) высотой		Кол-во жителей в населенном пункте, тыс.чел. (до)	Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на 1 пожар, л/с, для зданий (независимо от степени огнестойкости) высотой	
		до 2 этажей включительно	3 этажа и более			до 2 этажей включительно	3 этажа и более
5	1	10	10	400	3	–	70
10	1	10	15	500	3	–	80
25	2	10	15	600	3	–	85
50	2	20	25	700	3	–	90
100	2	25	35	800	3	–	95
200	3	–	40	1000	3	–	100
300	3	–	55	2000	4	–	100

Для объединенного хозяйственно-противопожарного водопровода при количестве жителей в городе более 25 тыс. человек к расчету принимается расход воды на пожаротушение как сумма максимального расхода (для города или промпредприятий) и половины минимального расхода (для города или промпредприятий).

Подбираем расчетный расход на тушение пожара по таб. 4.1.: $Q_{\text{пож}} = 35$ л/с, количество одновременных пожаров – 2.

На промышленных предприятиях расчетный расход воды на наружное пожаротушение определяется по таблице 4.2.

Таблица 4.2. Расход воды на наружное пожаротушение для производственных зданий с фонарями и без фонарей шириной до 60 м

Степень огнестойкости здания	Категория производства по пожарной опасности	Расход воды на 1 пожар, л/с, при объеме здания, тыс. м ³						
		До 3	3–5	5–20	20–50	100–200	200–400	Более 400
I и II	Г, Д	10	10	10	10	15	20	25
	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г, Д	10	10	15	25	-	-	-
	В	10	15	20	30	-	-	-
IV и V	Г, Д	10	15	20	30	-	-	-
	В	15	20	25	40	-	-	-

По табл. 4.2. принимаем для предприятия № 1 - при объеме здания 200 тыс.м³, степени огнестойкости II и категории Б – $Q_{\text{пож. н/п}} = 35$ л/с; для предприятия № 2 - при объеме здания 50 тыс.м³, степени огнестойкости III и категории В – $Q_{\text{пож. н/п}} = 30$ л/с.

Для объединенного водопровода, обслуживающего промышленное предприятие и город, принимается к расчету 3 одновременных пожара.

Общий расход воды на пожаротушение: $\sum q_{\text{пож.}} = 35 \cdot 2 + 35 = 105$ л/с

4.2 Предварительное потокораспределение на случай пожара

На генплане намечаются узлы предположительного возникновения пожара (на предприятии № 1 и в населенном пункте). При выборе мест возникновения пожаров следует принимать узлы наиболее удаленные от водопитателей. К узловым расходам в этих точках прибавляются расходы на пожаротушение.

Противопожарный расход добавляется к подаче насосных станций 2-го подъема. Подача насосных станций при пожаре составит:

$$Q_{\text{н.с.}\#1}^{\text{пож}} = q_{\text{н.с.}\#1} + 0,5 \sum q_{\text{пож.}} = 166,4 + 0,5 \cdot 105 = 218,9 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{н.с.}\#2}^{\text{пож}} = q_{\text{н.с.}\#2} + 0,5 \sum q_{\text{пож.}} = 166,4 + 0,5 \cdot 105 = 218,9 \text{ л/с}$$

В данном случае насосные станции подают по 50% расчетного расхода воды, поэтому и противопожарный расход разделен между ними поровну, в противном случае подача противопожарного расхода осуществляется пропорционально подаче при нормальной работе насосных станций.

4.3 Увязка водопроводной сети на случай пожара

Выполняется предварительное потокораспределение с учетом новых значений узловых расходов, см. рис. 4.1., и осуществляется гидравлическая увязка сети при новых значениях линейных расходов. Следует иметь в виду, что расчет на случай возникновения пожара является проверочным, поэтому диаметры труб на участках остаются неизменными.

По результатам проверочного гидравлического расчета вычисляются пьезометрические отметки и свободные напоры, строятся карты пьезолиний и карты свободных напоров. Требуемые напоры во всех узлах водопроводной сети при возникновении пожара принимаются равными 10 м, независимо от расчетной этажности застройки.

Таблица 4.3. Исходные данные для гидравлического расчета на случай максимального водопотребления с учетом пожара

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Тип труб
	слева	справа				
1	1	0	350	3150	109,45	1
2	0	1	350	3150	109,45	1
3	0	2	500	800	115	2
4	0	2	400	330	30,33	2
5	0	3	400	460	11,64	2
6	0	4	250	450	48,96	2
7	4	0	300	480	24,36	2
8	6	0	300	580	70,7	2
9	8	0	350	560	37,67	2
10	0	8	200	280	20	2
11	0	10	300	270	6,08	2
12	0	11	300	360	61	2
13	0	11	400	440	154,8	2
14	0	11	400	540	150,63	2
15	0	10	400	890	169,31	2
16	0	9	350	430	103,86	2
17	0	7	250	420	40,58	2
18	0	5	200	450	16,02	2
19	3	0	300	460	37,35	2
20	2	0	350	330	81,24	2
21	3	2	400	770	12,6	2
22	3	5	400	570	22,57	2
23	3	4	300	230	62,26	2
24	4	6	200	730	19,7	2
25	6	8	250	900	41,36	2
26	10	8	400	760	8,6	2
27	11	10	300	610	62,01	2
28	10	9	250	700	57,2	2
29	7	9	300	700	56,95	2
30	5	7	150	550	10,19	2
31	0	7	250	170	47,88	2
32	13	0	250	50	30,55	2
33	0	13	250	50	30,55	2
34	12	0	350	2600	109,45	2
35	0	12	350	2600	109,45	1
36	5	4	300	460	63,96	1
37	7	6	300	460	63,05	2
38	9	8	250	490	57,87	2

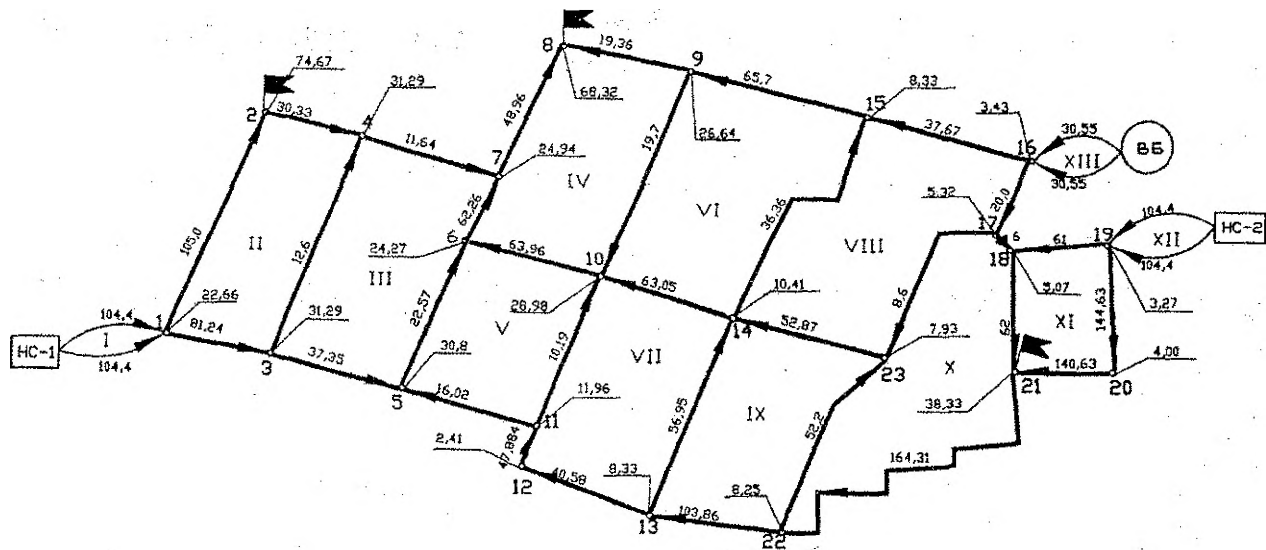


Рис. 4.1. Предварительное потокораспределение на случай максимального водопотребления с учетом пожара

Таблица 4.4. Результаты гидравлического расчета на случай
максимального водопотребления с учетом пожара

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Скорость, м/с	Потери напора, м
	слева	справа					
1	1	0	350	3150	109,4	1,05	14,07
2	0	1	350	3150	109,4	1,05	14,07
3	0	2	500	800	121,9	0,61	0,8
4	0	2	400	330	37,2	0,29	0,1
5	0	3	400	460	31,5	0,24	0,1
6	0	4	250	450	25,1	0,49	0,71
7	4	0	300	480	48,2	0,66	1,05
8	6	0	300	580	67	0,92	2,47
9	8	0	350	560	77,9	0,79	1,48
10	0	8	200	280	-20,4	-0,64	0,94
11	0	10	300	270	-72,9	-1,01	1,35
12	0	11	300	360	93,2	1,28	2,96
13	0	11	400	440	122,5	0,96	1,44
14	0	11	400	540	118,3	0,93	1,65
15	0	10	400	890	90,3	0,71	1,59
16	0	9	350	430	80,4	0,82	1,21
17	0	7	250	420	37,8	0,75	1,52
18	0	5	200	450	18,1	0,56	1,21
19	3	0	300	460	17,4	0,23	0,13
20	2	0	350	330	74,3	0,76	0,79
21	3	2	400	770	25,5	0,2	0,11
22	3	5	400	570	4,7	0,03	0
23	3	4	300	230	18,5	0,25	0,07
24	4	6	200	730	-7,8	-0,25	0,36
25	6	8	250	900	-2,6	-0,06	0,01
26	10	8	400	760	47,2	0,37	0,37
27	11	10	300	610	15,3	0,21	0,13
28	10	9	250	700	1,6	0,03	0
29	7	9	300	700	36,2	0,49	0,87
30	5	7	150	550	5,3	0,29	0,58
31	0	7	250	170	45,1	0,89	0,87
32	13	0	250	50	30,5	0,6	0,11
33	0	13	250	50	30,5	0,6	0,11
34	12	0	350	2600	109,4	1,05	11,61
35	0	12	350	2600	109,4	1,05	11,61
36	5	4	300	460	38	0,52	0,63
37	7	6	300	460	69,3	0,95	2,1
38	9	8	250	490	40,9	0,81	2,08

Результаты гидравлического расчета представлены на рис. 4.2.

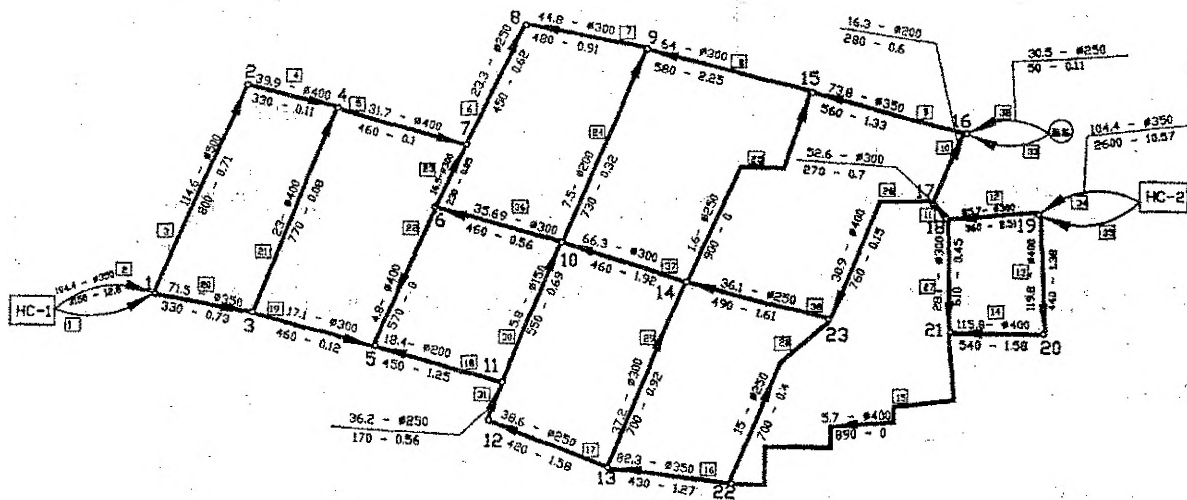


Рис. 4.2. Результаты гидравлического расчета для случая максимального водопотребления с учетом пожара

4.4 Расчет пьезометрических отметок. Построение карт пьезолиний и карт свободных напоров при пожаре

Расчет пьезометрических отметок и свободных напоров выполняется аналогично расчету при максимальном водопотреблении с разницей в том, что свободный напор в диктующей точке принимается равным 10 м. Результаты расчета пьезометрических отметок и свободных напоров для случая «максимального водопотребления + пожар» приведены на рис. 4.3.

Карты пьезолиний и свободных напоров приведены на рис. 4.4. и рис. 4.5 соответственно.

4.5 Определение напоров насосных станций второго подъема при пожаре

Требуемый напор насосных станций 2-го подъема на случай «максимального водопотребления + пожар» рассчитываем аналогично п. 3.14.:

Система водоснабжения должна обеспечивать требуемые напоры (10 м.) во всех узлах сети. Напоры насосных станций при пожаре:

$$H_{ис} = Z_{пл.н.с.пож.} - Z_{на.РЧВ} + h_k, м,$$

где $Z_{пл.н.с.пож.}$ – отметка пьезометрической линии насосной станции II подъема, при пожаре, м. (см.п.3.11);

h_k – потери во всасывающих линиях и коммуникациях Н.С. (принимается 2...4 метра), $h_k=3,5$ м;

$Z_{на.РЧВ}$ – отметка уровня воды в РЧВ, соответствующая противопожарному объему, м;

$h_{п.п.}$ – высота противопожарной призмы, м

$$Z_{на.РЧВ} = Z_{з.н.с.} - 0,5, м$$

Напор Н.С. II №1

$$Z_{на.РЧВ1} = 170,5 - 0,5 = 170,0 м$$

$$H_{ис№1} = 206,55 - 170,0 + 3,5 = 40,05 м = 40 м$$

Напор Н.С. II №2

$$Z_{на.РЧВ2} = 180,0 - 0,5 = 179,5 м$$

$$H_{ис№2} = 212,66 - 179,5 + 3,5 = 36,66 м$$

5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ НА СЛУЧАЙ МАКСИМАЛЬНОГО ТРАНЗИТА ВОДЫ В ВОДОНАПОРНУЮ БАШНЮ

5.1 Определение удельных расходов воды

Для гидравлического расчета водопроводной сети на случай транзита за расчетный принимается час, в который в водонапорную башню поступает максимальный расход, т.е. разница между подачей насосной станции и водопотреблением в этот час максимальная. Согласно таблице 3.3, в седьмой час в водонапорную башню поступает наибольший расход воды – 57,83 л/с. Для 7-го часа выполняются расчеты, аналогичные расчету на случай максимального водопотребления. Вычисляются удельные, путевые (см. табл. 5.1), узловые расходы (табл. 5.2) и выполняется предварительное поточкораспределение (рис.5.1).

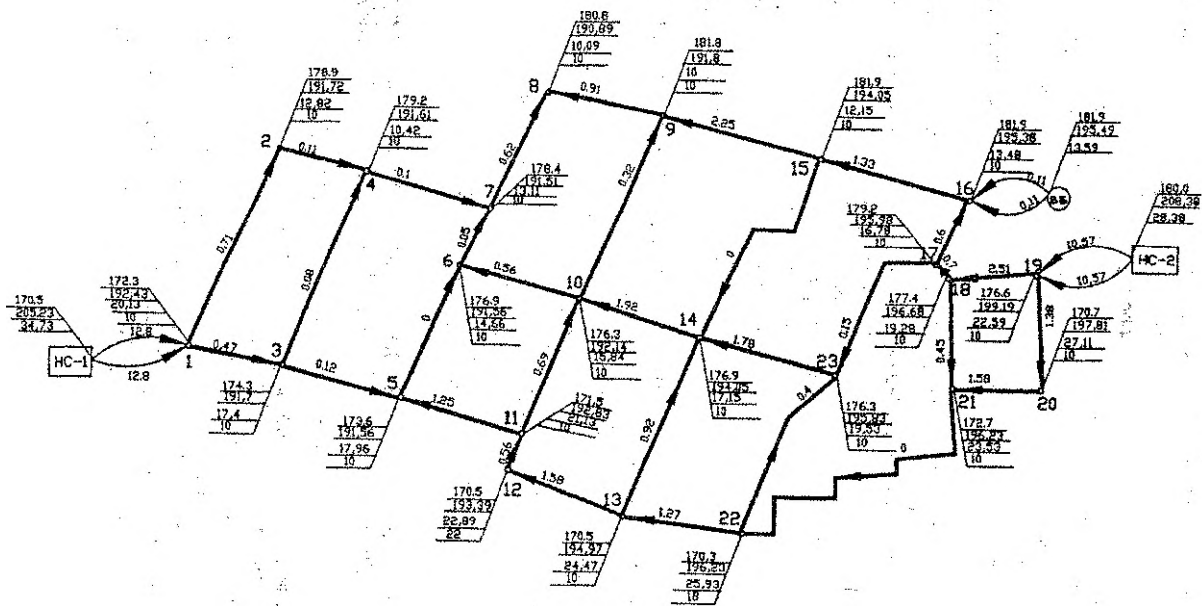


Рис. 4.3. Расчет пьезометрических отметок и свободных напоров для случая максимального водопотребления с учетом пожара

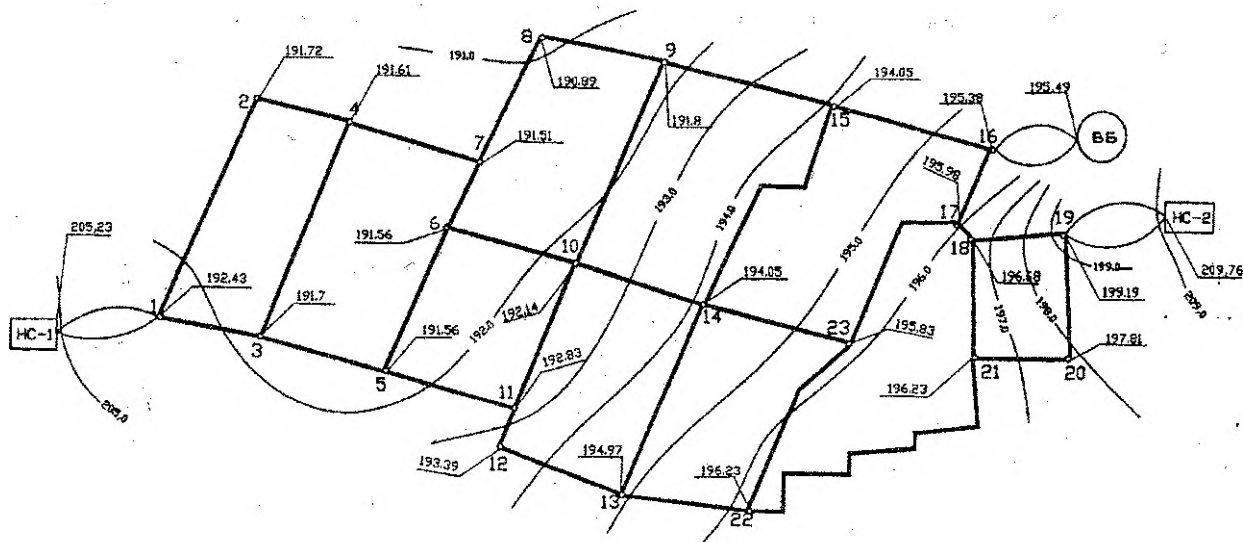


Рис. 4.4. Карта пъезолиний на случай максимального водопотребления с учетом пожара

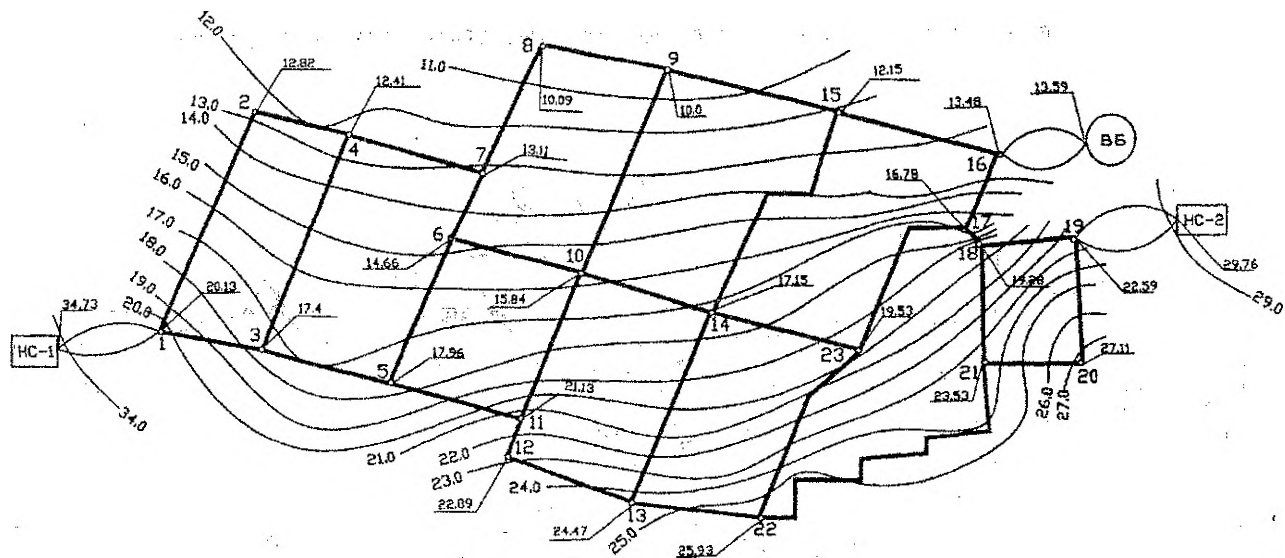


Рис. 4.5. Карта свободных напоров на случай максимального водопотребления с учетом пожара

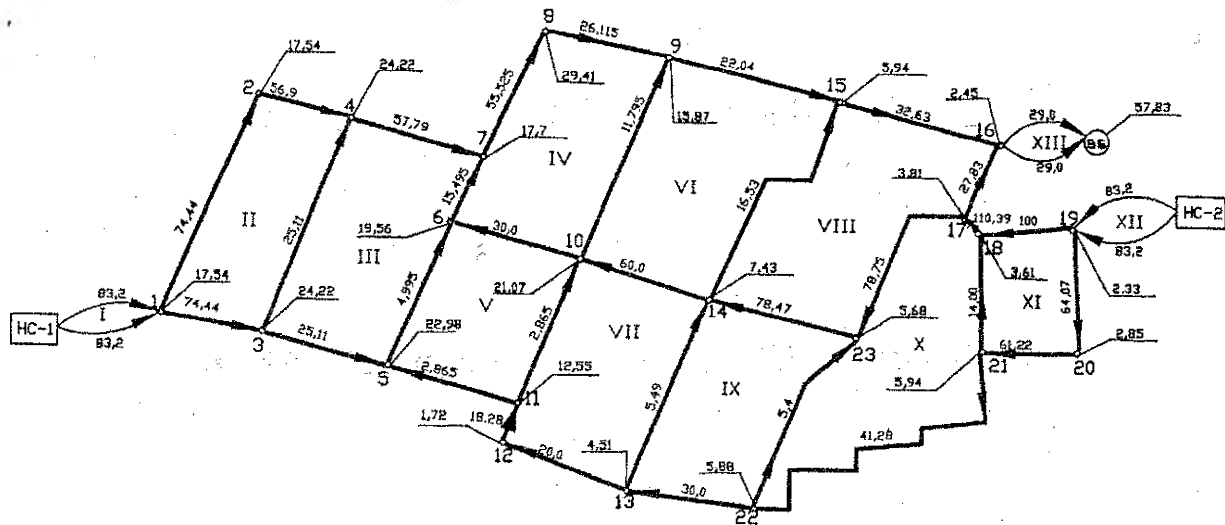


Рис. 5.1 Предварительное потокораспределение на случай максимального транзита в башню

Таблица 5.1. Вычисление путевых расходов на участках магистральных трубопроводов.

Участок	Приведенная длина, м	Расход $q_{пут.}$, л/с
1-район		
1-2	800	24,84
2-4	330	10,25
3-4	770	23,91
3-1	330	10,25
3-5	460	14,28
4-7	460	14,28
5-6	570	17,70
6-7	230	7,14
7-8	450	13,97
8-9	480	14,90
5-11	450	13,97
(10-11)/2	275	8,54
6-10	450	14,28
(9-10)/2	365	11,33
ИТОГО	6430	199,65
2-район		
12-13	420	2,45
13-22	430	2,50
22-21	890	5,18
21-20	540	3,14
12-11	170	0,99
(11-10)/2	275	1,60
10-14	460	2,68
14-23	490	2,85
22-23	700	4,08
(10-9)/2	365	2,13
23-17	760	4,43
14-15	900	5,24
16-17	280	1,63
15-16	560	3,26
5-9	580	3,38
17-18	270	1,57
18-19	360	2,10
19-20	440	2,56
18-21	610	3,55
13-14	700	4,08
ИТОГО	10200	69,40

Таблица 5.2. Результаты гидравлического расчета системы водоснабжения на случай максимального транзита воды в водонапорную башню.

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Тип труб	Скорость, м/с	Потери напора, м
	слева	справа						
1	1	0	350	3150	83,2	1	0,8	8,13
2	0	1	350	3150	83,2	1	0,8	8,13
3	0	2	500	800	82,4	2	0,41	0,36

Продолжение таблицы 5.2.

4	0	2	400	330	64,8	2	0,51	0,3
5	0	3	400	460	55,3	2	0,43	0,3
6	0	4	250	450	32,4	2	0,64	1,19
7	0	4	300	480	3	2	0,04	0
8	0	6	300	580	1,2	2	0,01	0
9	0	8	350	560	22,4	2	0,23	0,12
10	8	0	200	280	38	2	1,17	3,32
11	10	0	300	270	71	2	0,97	1,29
12	11	0	300	360	71,9	2	0,98	1,76
13	0	11	400	440	92,1	2	0,72	0,81
14	0	11	400	540	89,3	2	0,7	0,94
15	0	10	400	890	80,6	2	0,63	1,26
16	0	9	350	430	64,7	2	0,66	0,78
17	0	7	250	420	26,1	2	0,52	0,72
18	0	5	200	450	8,2	2	0,25	0,25
19	0	3	300	460	27,5	2	0,37	0,33
20	0	2	350	330	66,4	2	0,68	0,63
21	2	2	400	770	14,7	2	0,11	0,03
22	3	5	400	570	12,7	2	0,1	0,02
23	3	4	300	230	-5,3	2	-0,08	0
24	4	6	200	730	14	2	0,43	1,19
25	6	8	250	900	27,1	2	0,53	1,67
26	10	8	400	760	29,2	2	0,23	0,14
27	10	11	300	610	2,7	2	0,03	0
28	9	10	250	700	9,9	2	0,19	0,17
29	7	9	300	700	34,1	2	0,46	0,77
30	5	7	150	550	3,6	2	0,2	0,27
31	0	7	250	170	24,4	2	0,48	0,25
32	0	13	250	50	29	2	0,57	0,1
33	13	0	250	50	29	2	0,57	0,1
34	12	0	350	2600	83,2	1	0,8	6,71
35	0	12	350	2600	83,2	1	0,8	6,71
36	5	4	300	460	1,5	2	0,02	0
37	7	6	300	460	33	2	0,45	0,47
38	9	8	250	490	33,4	2	0,66	1,38

5.2 Расчет пьезометрических отметок. Построение карт пьезолиний и карт свободных напоров

Расчет пьезометрических отметок выполняется аналогично режиму максимального водопотребления с той лишь разницей, что за диктующую точку принимается водонапорная башня, требуемый напор при этом равен сумме высоты ствола и высоты бака. Карты пьезолиний и карты свободных напоров строятся аналогично рассмотренным ранее расчетным режимам. Результаты гидравлического расчета, расчета пьезометрических отметок, карты пьезолиний и свободных напоров представлены на рис. 5.2., 5.3., 5.4., 5.5.

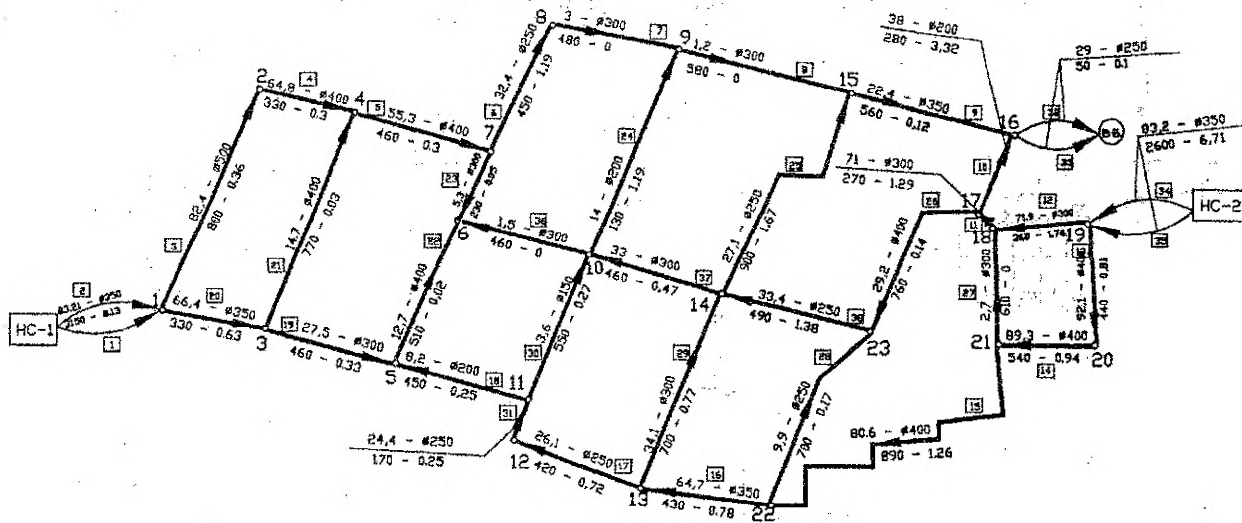


Рис. 5.2 Результаты гидравлического расчета для случая максимального транзита в башню

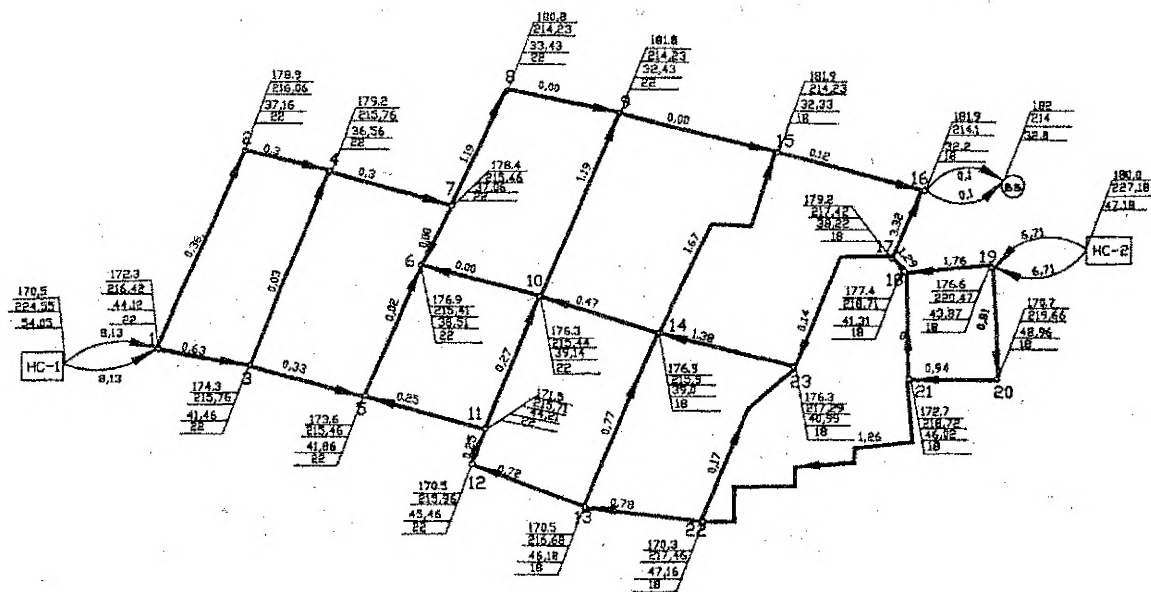


Рис. 5.3. Расчет пьезометрических отметок и свободных напоров на случай максимального транзита в башню

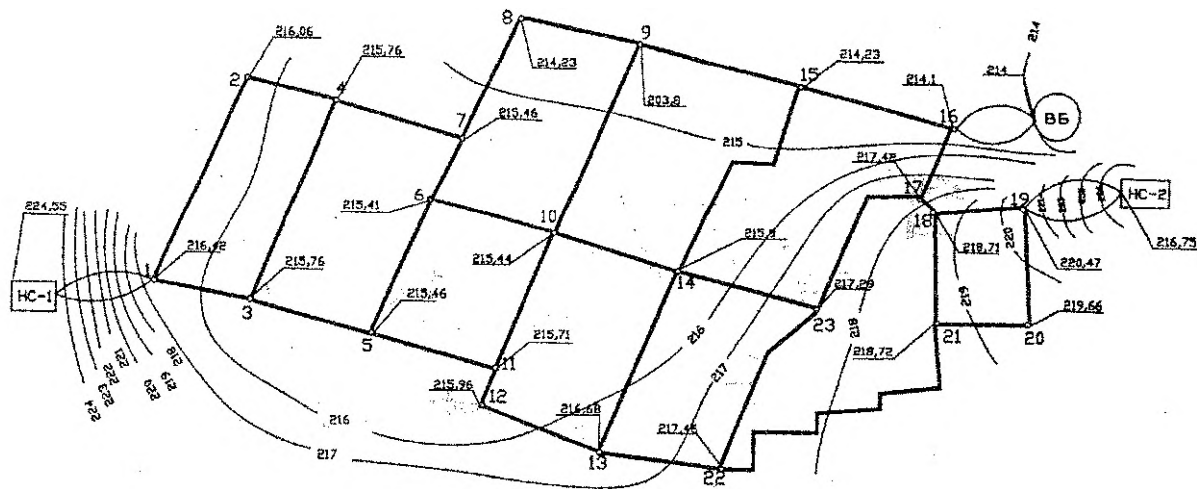


Рис. 5.4. Карта пьезолиний на случай максимального транзита в башню

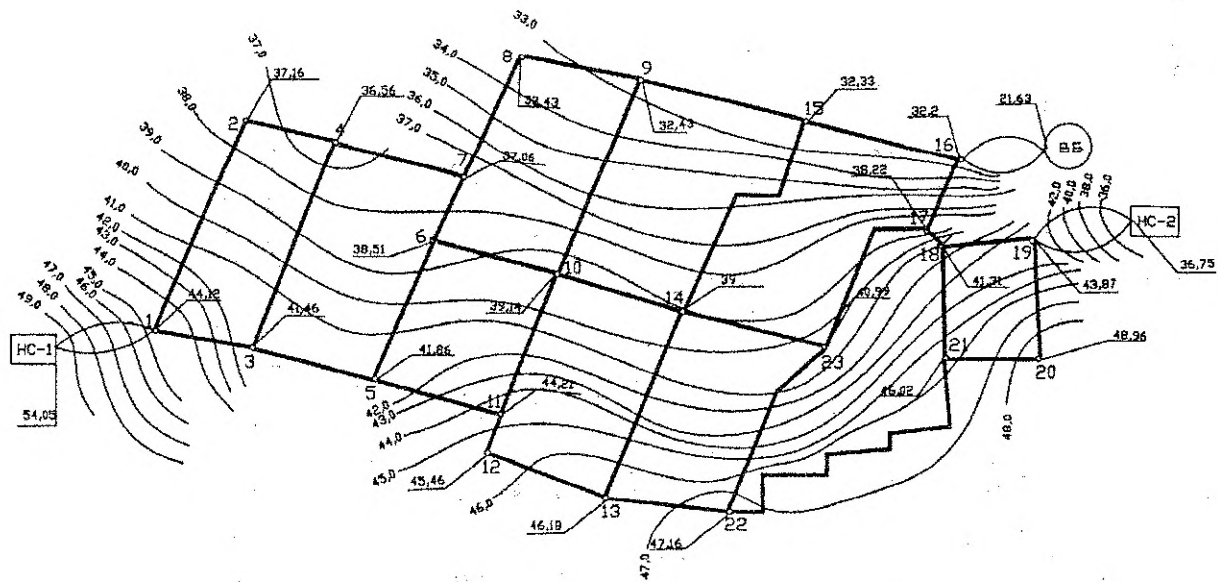


Рис. 5.5. Карта свободных напоров на случай максимального транзита в башню

5.3 Определение напоров насосных станций второго подъема при транзите

Насосные станции второго подъема при транзите должны обеспечить восполнение запаса воды в водонапорной башне до максимального уровня. Система водоснабжения должна обеспечивать требуемые напоры в сети. Напоры насосных станций при транзите определяются из зависимости:

$$H_{ис} = Z_{пл.н.с} + h_k - Z_{водаРЧВ}, \text{ м,}$$

где $Z_{пл.н.с}$ — отметка пьезометрической линии насосной станции II подъема, м (см. п. 3.11);
 h_k — потери во всасывающих линиях и коммуникациях насосной станции (принимается 3...4 метра); $h_k = 3,5 \text{ м}$;

$Z_{водаРЧВ}$ — отметка уровня воды в РЧВ, соответствующая противопожарному объему, м.

Напор насосной станции №1:

$$Z_{водаРЧВ} = 171,45 \text{ м}$$

$$H_{ис№1} = 224,55 + 3,5 - 171,45 = 56,60 \text{ м}$$

Напор насосной станции II №2:

$$Z_{водаРЧВ} = 180,95 \text{ м}$$

$$H_{ис№2} = 227,18 + 3,5 - 180,95 = 49,73 \text{ м}$$

6. РЕКОНСТРУКЦИЯ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

6.1 Определение объемов водопотребления по второй очереди строительства

В соответствии с генеральным планом развития города на правом берегу реки Чистая проектируется третья зона жилой застройки:

– расчетная этажность – 2 этажа;

– степень благоустройства зданий – 2 (внутренний водопровод и канализация с ваннами и местными водонагревателями);

– расчетное количество населения – 15 000 чел.

Для третьей зоны норма водопотребления принимается $q_3 = 160 \text{ л/сут чел.}$

6.1.1 Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения третьего района

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения третьего района в сутки среднего водопотребления соответственно составит:

$$Q_{сут.ор.3} = \frac{(q_3 \cdot N_3)}{1000} = \frac{(160 \cdot 15000)}{1000} = 2400 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Водопотребление в максимальные сутки:

$$Q_{сут.макс.} = K_{сут.макс.3} \cdot Q_{сут.ор.3} = 1,2 \cdot 2400 = 2880 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

Таблица 6.1. Суточные объемы воды на хозяйственно-питьевые расходы населением города

Район и виды расходов	Расчетное число жителей	Норма, л/сут. чел.	Коэффициент суточной неравномерности водопотребления		Суточные расходы, м ³ /сут		
			$K_{сут.макс.}$	$K_{сут.мин.}$	Средн.	Макс.	Мин.
3-район							
Расход населением	15000	160	1,2	0,8	2400	2880	1920
Неучтенные расходы 10%					240	288	192
Итого по 3 району					2640	3168	2112

6.1.2 Расчет суточного объема воды на полив

Удельное среднесуточное потребление за поливочный сезон на поливку в расчете на одного жителя с учетом местных условий принимается: $Q_{\text{пол}} = 5,6$ л/сут чел.

$$Q_{\text{полз}} = \frac{15000 \cdot 5,6}{1000} = 84 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Полив осуществляется в течение 4-х часов.

6.1.3 Определение максимальных часовых расходов воды населением третьего района

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления для третьего района:

$$K_{\text{ч. max}} = 1,3 \cdot 1,2 \approx 1,5$$

Максимальный часовой расход воды населением 3-го района в сутки наибольшего водопотребления:

$$Q_{\text{ч. max3}} = 1,5 \cdot \frac{3168}{24} = 198 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

6.1.4. Составление сводной таблицы почасового водопотребления с учетом 2-ой очереди строительства

Сводная таблица почасового водопотребления составляется с учетом всех потребителей воды, в том числе и населения третьего района (2-ая очередь строительства), табл. 6.3.

6.2 Расчет производительности водопитателей

В результате реконструкции предусматривается расширение насосных станций второго подъема и возведение водонапорной башни на правом берегу р. Чистая. Результаты расчета производительности водопитателей приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2. Расчет производительности водопитателей.

Часы суток	Водопотр., %	Подача насосной станции, %		Расход воды, л/с	
		I подъема	II подъема	Из башни	В башню
1	2,13	4,17	2,72		44,9
2	2,17	4,17	2,72		41,85
3	1,91	4,17	2,72		61,64
4	1,94	4,17	2,72		59,36
5	3,01	4,17	2,72	22,07	
6	3,71	4,17	2,72	75,34	
7	4,21	4,17	5,04		63,16
8	4,84	4,17	5,04		15,22
9	5,84	4,17	5,04	45,66	
10	5,92	4,17	5,04	66,97	
11	5,63	4,17	5,04	44,9	
12	5,56	4,17	5,04	39,57	
13	5,12	4,17	5,04	6,09	
14	5,00	4,17	5,04		3,04
15	5,19	4,17	5,04	11,41	
16	5,11	4,17	5,04	5,33	
17	5,16	4,17	5,04	9,13	
18	4,78	4,17	5,04		19,79
19	4,70	4,17	5,04		25,87
20	4,44	4,17	5,04		45,66
21	4,24	4,17	5,04		60,88

Продолжение таблицы 6.2.

22	3,83	4,17	2,72	84,47	
23	3,24	4,17	2,72	39,57	
24	2,52	4,17	2,72		15,22
Регулирующий объем РЧВ – 3572,37 м ³ или 13,04 %					
Регулирующий объем бака водонапорной башни – 895,41 м ³ или 3,27 %					

Подача насосных станций составит:

$$\sum Q_{н.с.л} = \frac{Q_{сут} - 5,04}{100} = \frac{27395,45 - 5,04}{100} = 1380,7 \text{ м}^3 / \text{ч} = 383,54 \text{ л/с}$$

Расход воды из проектируемой башни:

$$Q_{башни2} = 66,97 - 61,13 = 5,84 \text{ л/с}$$

6.3 Гидравлический расчет сети с учетом второй очереди строительства

Трассирование водопроводной сети 3-го района осуществляется в соответствии с рекомендациями, изложенными выше, подключение к сети 1-го и 2-го районов осуществляется двумя магистральными трубопроводами, один из которых прокладывается по существующему мосту через р. Чистая, второй проектируется в виде дюкера, прокладываемого по дну реки. Дюкер проектируется из стальных труб в две нитки. Нумерация участков и колец 1-ой очереди строительства сохраняется, вновь проектируемые участки и кольца нумеруются аналогично рассмотренным выше правилам. Результаты гидравлического расчета приведены в табл. 6.4. Расчетная схема водопроводной сети с учетом второй очереди строительства приведена на рисунке 6.1.

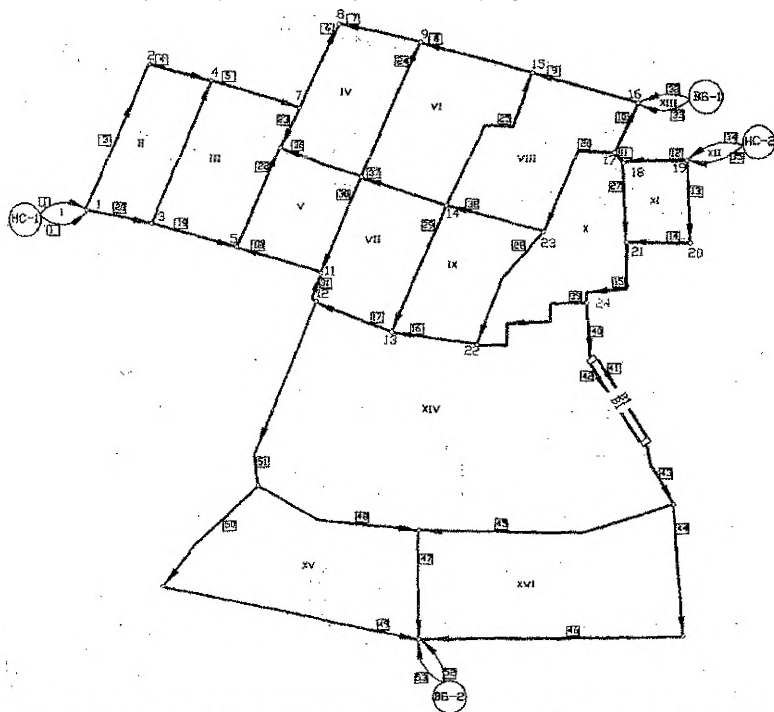


Рис. 6.1. Расчетная схема водопроводной сети с учетом второй очереди строительства.

Таблица 6.3.

ЧАСЫ СУТОК	ХОЗ. ПИТЬЕВОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ						ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ №1						
	1 РАЙОН		2 РАЙОН		3 район		ТЕХНОЛ.НУЖДЫ		ХОЗ. ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ				ДУШЕВЫЕ м3/ч
									ХОЛОД.ЦЕХА		ГОРЯЧ.ЦЕХА		
	%	м3/ч	%	м3/ч	%	м3/ч	%	м3/ч	%	м3/ч	%	м3/ч	
1.00	2,50	399,30	1,50	71,28	1,50	47,52	12,50	52,88	18,75	0,68	15,65	0,72	6,18
2.00	2,65	423,26	1,50	71,28	1,50	47,52	12,50	52,88	6,25	0,23	12,05	0,55	
3.00	2,20	351,38	1,50	71,28	1,50	47,52	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
4.00	2,25	359,37	1,50	71,28	1,50	47,52	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
5.00	3,20	511,10	2,50	118,80	2,50	79,20	12,50	52,88	18,75	0,68	12,05	0,55	
6.00	3,90	622,91	3,50	166,32	3,50	110,88	12,50	52,88	6,25	0,23	12,05	0,55	
7.00	4,50	718,74	4,50	213,84	4,50	142,56	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
8.00	5,10	814,57	5,50	261,36	5,50	174,24	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
9.00	6,35	854,50	6,25	297,00	6,25	198,00	12,50	69,75	18,75	0,92	15,65	0,95	6,18
10.00	6,85	934,36	6,25	297,00	6,25	198,00	12,50	69,75	6,25	0,31	12,05	0,73	
11.00	5,35	854,50	6,25	297,00	6,25	198,00	12,50	69,75	12,50	0,61	12,05	0,73	
12.00	5,25	838,53	5,25	297,00	6,25	198,00	12,50	69,75	12,50	0,61	12,05	0,73	
13.00	4,60	734,71	5,00	237,60	5,00	158,40	12,50	69,75	18,75	0,92	12,05	0,73	
14.00	4,40	702,77	5,00	237,60	5,00	158,40	12,50	69,75	6,25	0,31	12,05	0,73	
15.00	4,60	734,71	5,50	261,36	5,50	174,24	12,50	69,75	12,50	0,61	12,05	0,73	
16.00	4,60	734,71	5,00	285,12	5,00	190,08	12,50	69,75	12,50	0,61	12,05	0,73	
17.00	4,90	782,63	6,00	285,12	6,00	190,08	12,50	62,88	18,75	0,68	15,65	0,72	8,26
18.00	4,60	734,71	5,50	261,36	5,50	174,24	12,50	52,88	6,25	0,23	12,05	0,55	
19.00	4,70	750,88	5,00	237,60	5,00	158,40	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
20.00	4,50	718,74	4,50	213,84	4,50	142,56	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
21.00	4,40	702,77	4,00	190,08	4,00	126,72	12,50	52,88	18,75	0,68	12,05	0,55	
22.00	4,20	670,82	3,00	142,56	3,00	95,04	12,50	52,88	6,25	0,23	12,05	0,55	
23.00	3,70	590,96	2,00	95,04	2,00	63,36	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
24.00	2,70	431,24	1,50	71,28	1,50	47,52	12,50	52,88	12,50	0,46	12,05	0,55	
100.00	15972,00	100.00	4752,00	100.00	3168,00	300.00	1404,00	300.00	12,18	300.00	15,23	20,61	20,61
Q х п.1=	15972,00	Q х п.2=	4752,00	Q х п.3=	3168,00	Q с.т.=	1404,00	Q с.т.=	12,18	Q с.т.=	15,23	20,61	
						Q см1=	558,00	Q см1=	4,89	Q см1=	5,08		
						Q см2=	423,00	Q см2=	3,65	Q см2=	4,58		
						Q см3=	423,00	Q см3=	3,65	Q см3=	4,58		

Продолжение таблицы 6.3.

ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ №2												
ТЕХНОЛ.НУЖДЫ		ХОЗ.ЛИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ				ДУШЕВЫЕ	БАНЯ		ПРАЧЕЧНАЯ		ПРАЧЕЧНАЯ (2-ая очередь)	
%	м3/ч	ХОЛОД.ЦЕХА		ГОРЯЧ.ЦЕХА			%	м3/ч	%	м3/ч	%	м3/ч
12,50	0,00	18,75	0,00	15,65	0,00	6,33						
12,50	0,00	6,25	0,00	12,05	0,00							
12,50	0,00	12,50	0,00	12,05	0,00							
12,50	0,00	12,50	0,00	12,05	0,00							
12,50	0,00	18,75	0,00	12,05	0,00							
12,50	0,00	6,25	0,00	12,05	0,00							
12,50	0,00	12,50	0,00	12,05	0,00							
12,50	0,00	12,50	0,00	12,05	0,00							
12,50	96,25	18,75	0,83	15,65	0,92		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	96,25	6,25	0,28	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	96,25	12,50	0,56	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	96,25	12,50	0,56	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	96,25	18,75	0,83	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	96,25	6,25	0,28	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	96,25	12,50	0,56	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	96,25	12,50	0,56	12,05	0,70		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	64,75	18,75	0,69	15,65	0,75	7,70	6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	64,75	6,25	0,23	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	64,75	12,50	0,46	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	64,75	12,50	0,46	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	64,75	18,75	0,69	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	64,75	6,25	0,23	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	64,75	12,50	0,46	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
12,50	64,75	12,50	0,46	12,05	0,57		6,25	6,92	6,25	7,49	6,25	5,15
300,00	1288,00	300,00	8,13	300,00	10,62	14,03	100,00	110,70	100,00	119,83	100,00	119,83
Q суг.=	1288,00	Q суг.=	8,13	Q суг.=	10,62		Qсуг.=	110,70	Qсуг.=	119,83	Qсуг.=	82,37
Q см1=	770,00	Q см1=	4,45	Q см1=	5,85							
Q см2=	518,00	Q см2=	3,68	Q см2=	4,77							
Q см3=	0,00	Q см3=	0,00	Q см3=	0,00							

Продолжение таблицы 6.3.

СТОЛОВАЯ		ВСЕГО	ПОЛИВ	ПОЛИВ	ВСЕГО С ПОЛИВОМ		ЧАСЫ СУТОК
%	м3/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	%	
		584,89			584,89	2,13	1
		595,71			595,71	2,17	2
		524,07			524,07	1,91	3
		532,05			532,05	1,94	4
		763,22	62,00		825,22	3,01	5
		963,76	62,00		1015,76	3,71	6
12,00	2,85	1131,87		21,00	1152,87	4,21	7
3,00	0,71	1304,77		21,00	1325,77	4,84	8
1,00	0,24	1545,09			1545,09	5,64	9
18,00	4,27	1621,21			1621,21	5,92	10
18,00	4,27	1541,94			1541,94	5,63	11
2,00	0,47	1522,16			1522,16	5,56	12
1,00	0,24	1319,69	62,00	21,00	1402,69	5,12	13
1,00	0,24	1286,58	62,00	21,00	1369,58	5,00	14
4,00	0,95	1359,42	62,00		1421,42	5,19	15
4,00	0,95	1399,02			1399,02	5,11	16
4,00	0,95	1414,75			1414,75	5,16	17
6,00	1,42	1310,50			1310,50	4,78	18
3,00	0,71	1286,62			1286,62	4,70	19
6,00	1,42	1215,79			1215,79	4,44	20
7,00	1,66	1160,91			1160,91	4,24	21
10,00	2,37	1049,56			1049,56	3,83	22
		888,59			888,59	3,24	23
		689,27			689,27	2,52	24
100,00	23,74	27001,45	310,00	84,00	27395,45	100,00	
Сум.=	23,74				27395,45		

Таблица 6.4. Результаты гидравлического расчета водопроводной сети с учетом второй очереди строительства.

№ участка	№№ колец		Диаметр, мм	Длина, м	Расход, л/с	Скорость, м/с	Потери напора, м
	слева	справа					
1	1	0	350	3150	95,9	0,91	10,62
2	0	1	350	3150	95,9	0,91	10,62
3	0	2	500	800	99,8	0,5	0,54
4	0	2	400	330	50,2	0,39	0,18
5	0	3	400	460	38,6	0,3	0,15
6	0	4	250	450	6,4	0,12	0,04
7	4	0	300	480	31,7	0,43	0,45
8	6	0	300	580	54,2	0,74	1,61
9	8	0	350	560	71,5	0,73	1,25
10	8	0	200	280	14	0,43	0,45
11	10	0	300	270	68	0,93	1,18
12	11	0	400	360	81,3	1,11	2,25
13	0	11	400	440	105,6	0,83	1,07
14	0	11	400	540	101,6	0,8	1,22
15	0	10	400	400	101,8	0,8	0,9
16	0	9	350	430	78,1	0,8	1,14
17	0	7	250	420	40,6	0,8	1,75
18	0	5	200	450	5,5	0,17	0,1
19	3	0	300	460	16,5	0,22	0,11
20	2	0	350	330	67,5	0,69	0,65
21	2	3	400	770	19,8	0,15	0,06
22	3	5	400	570	29,7	0,23	0,11
23	4	3	300	230	7,4	0,11	0,01
24	6	4	200	730	1,6	0,05	0,01
25	6	8	250	900	3,8	0,07	0,03
26	10	8	400	760	48,6	0,38	0,39
27	11	10	300	610	8,1	0,11	0,03
28	10	9	250	700	8,6	0,18	0,13
29	9	7	300	700	2,5	0,04	0
30	7	5	150	550	2,9	0,16	0,18
31	0	7	250	170	14,5	0,29	0,08
32	13	0	250	50	31	0,61	0,12
33	0	13	250	50	30	0,59	0,11
34	12	0	350	2600	95,9	0,91	8,77
35	0	12	350	2600	95,9	0,91	8,77
36	5	4	300	460	30,5	0,41	0,4
37	7	6	300	460	61,7	0,84	1,66
38	9	8	250	490	32	0,63	1,27
39	14	10	400	590	76,9	0,6	0,76
40	0	14	200	260	24,8	0,77	1,31
41	0	13	200	500	12,4	0,36	0,54
42	13	14	200	500	12,3	0,36	0,53
43	0	14	200	340	24,8	0,77	1,72
44	0	16	150	660	9,6	0,52	2,28

Продолжение таблицы 6.3.

45	16	14	150	1300	7,1	0,39	2,49
46	0	16	100	1340	1,4	0,18	0,9
47	16	15	100	540	2	0,24	0,69
48	14	15	150	860	7,3	0,4	1,7
49	15	0	100	1340	0,8	0,1	0,3
50	15	0	150	680	9,1	0,49	2,09
51	14	0	200	1000	22,7	0,66	3,59
52	0	17	100	30	2,83	0,47	0,14
53	17	0	100	30	2,83	0,47	0,14

Результаты гидравлического расчета водопроводной сети с учетом второй очереди строительства представлены на рис. 6.2.

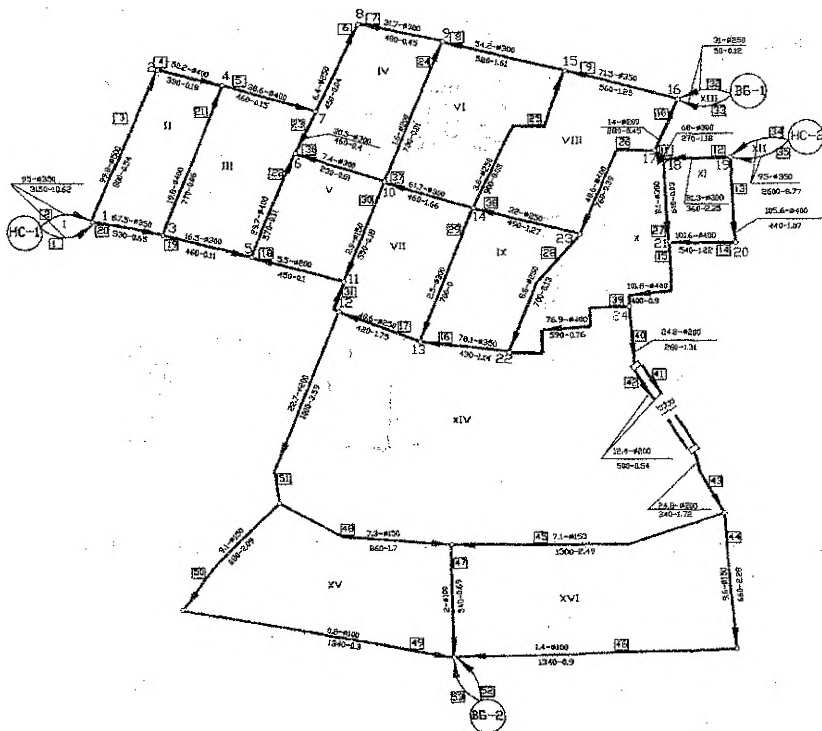


Рис. 6.2. Результаты гидравлического расчета водопроводной сети с учетом второй очереди строительства.

6.4 Построение карт пьезолиний и карт свободных напоров

Результаты расчета пьезометрических отметок и свободных напоров для случая максимального водопотребления приведены на рис. 6.3.

Для построения карт пьезолиний и свободных напоров в масштабе вычерчивается схема водопроводной сети, затем интерполяцией определяются точки с одинаковыми значениями отметок, при соединении этих точек получается карта пьезолиний.

Аналогично строится карта свободных напоров. Карта пьезолиний приведена на рис. 6.4, а свободных напоров – на рис. 6.5.

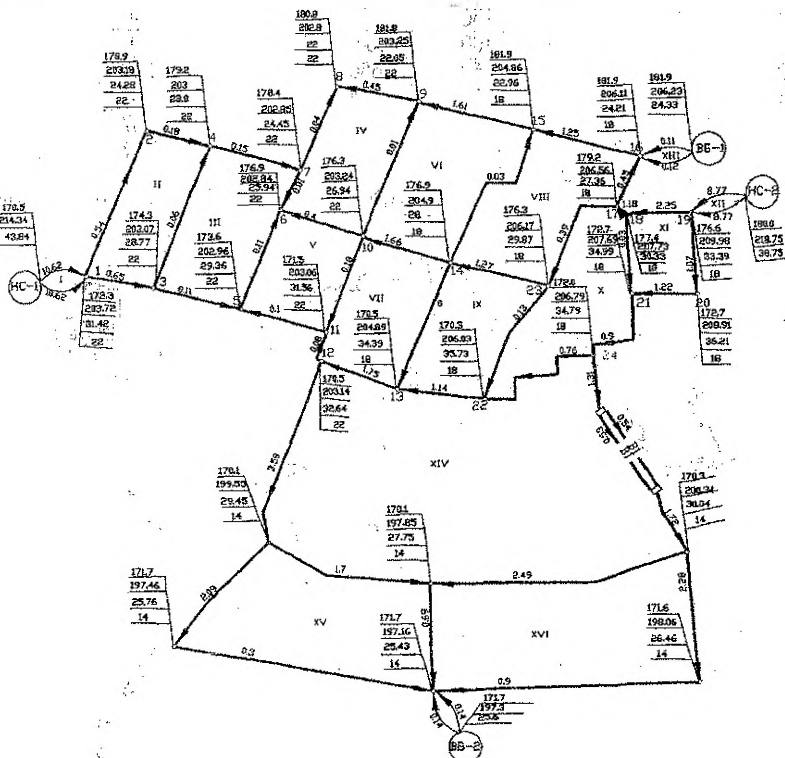


Рис. 6.3. Результаты расчета пьезометрических отметок и свободных напоров.

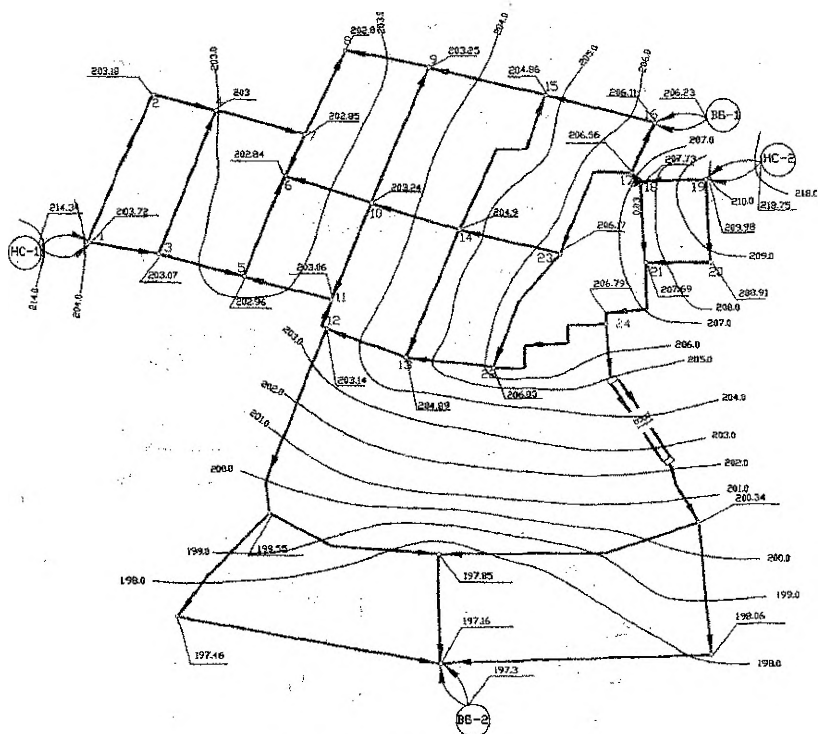


Рис. 6.4. Карта пьезолиний.

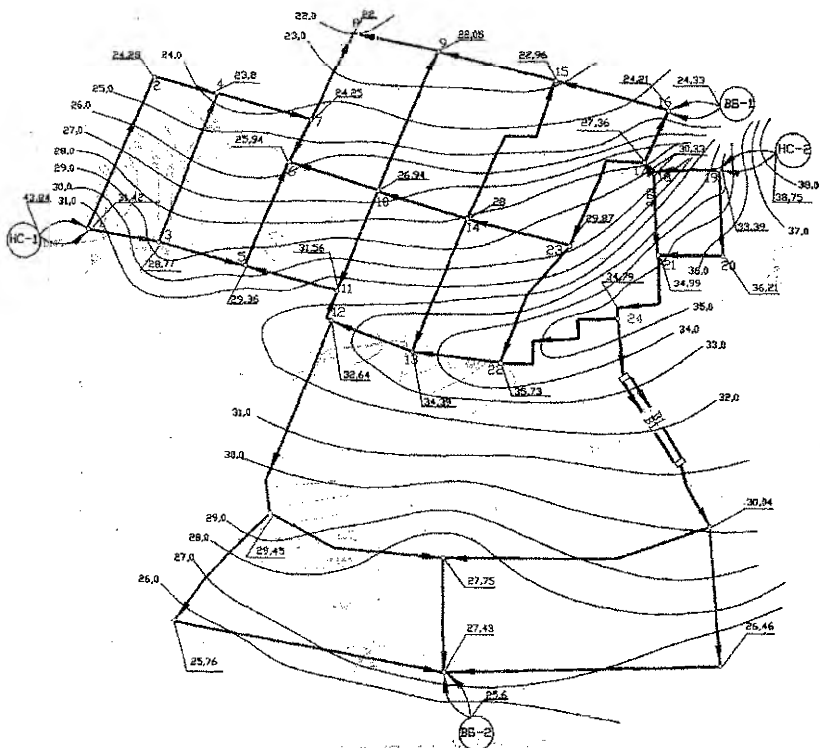


Рис. 6.5. Карта свободных напоров

7. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПО СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Таблица 7.1. Основные показатели по системе водоснабжения

Наименование системы	Расчетный расход воды			Примечание
	м ³ /сут	м ³ /ч	л/с	
Объединенная система водоснабжения	24061,08	1418,06	393,91	
Н.С. №1 Режим максимального водопотребления			166,4	Напор 44 м
Режим максимального водопотребления + пожар			218,9	Напор 40 м
Н.С. №2 Режим максимального водопотребления			166,4	Напор 43,14 м
Режим максимального водопотребления + пожар			218,9	Напор 36,66 м

8. СОСТАВЛЕНИЕ ДЕТАЛИРОВКИ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ

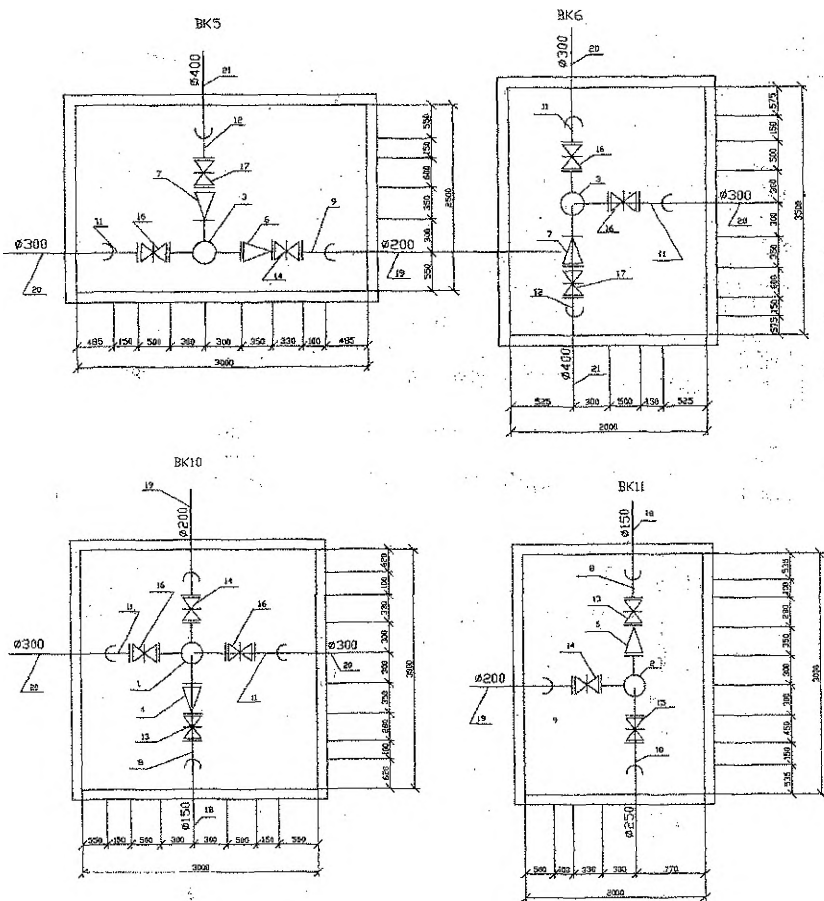


Рис. 8.1. Деталировка водопроводных колодцев (кольцо №5).

Таблица 8.1. Спецификация фасонных частей

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Прим.
1	ППКФ 300x200	Крестовина фланцевая с пожарной подставкой	1 шт.	140	
2	ППТФ 250x200	Тройник фланцевый с пожарной подставкой	1 шт.	108	
3	ППТФ 300x300	Тройник фланцевый с пожарной подставкой	2 шт.	131	
4	ХФ 200x150	Переход фланцевый	1 шт.	30,3	
5	ХФ 250x150	Переход фланцевый	1 шт.	41,8	
6	ХФ 300x200	Переход фланцевый	1 шт.	54,8	
7	ХФ 400x300	Переход фланцевый	2 шт.	87,2	

Продолжение таблицы 8.1.

8	ПФР 150	Патрубок фланец-раструб	2 шт.	22,1	
9	ПФР 200	Патрубок фланец-раструб	3 шт.	31,1	
10	ПФР 250	Патрубок фланец-раструб	1 шт.	46,2	
11	ПФР 300	Патрубок фланец-раструб	4 шт.	58,0	
12	ПФР 400	Патрубок фланец-раструб	2 шт.	91,2	
13	ЗСс14нж1	Задвижка Ø 150	2 шт.	77	
14	ЗСс14нж1	Задвижка Ø 200	3 шт.	129,0	
15	ЗСс14нж1	Задвижка Ø 250	1 шт.	179,0	
16	ЗСс14нж1	Задвижка Ø 300	4 шт.	253,0	
17	ЗСс14нж1	Задвижка Ø 400	2 шт.	460,0	
18	ЧНР150ЛАх6000 ГОСТ 9583-75	Трубы чугунные Ø 150	92 шт.	193	
19	ЧНР200ЛАх6000 ГОСТ 9583-75	Трубы чугунные Ø 200	75 шт.	282	
20	ЧНР300ЛАх6000 ГОСТ 9583-75	Трубы чугунные Ø 300	77 шт.	492	
21	ЧНР400ЛАх6000 ГОСТ 9583-75	Трубы чугунные Ø 400	85 шт.	752	

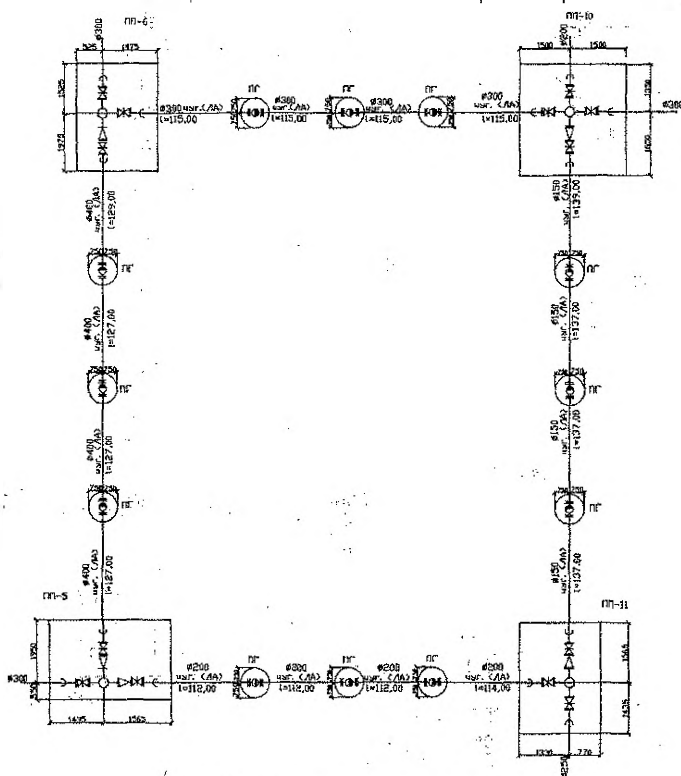


Рис. 8.2. Детализовка кольца № 5.

9. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Для определения стоимости прокладки сети и сооружений использованы укрупненные показатели, приведенные в [8] и Приложениях 2-10 настоящих методических указаний. Укрупненные показатели позволяют определить ориентировочную стоимость и применяются на стадии технико-экономического обоснования при проектировании.

Использование укрупненных показателей при выполнении курсового проекта позволит определить стоимость нескольких вариантов водоснабжения и выбрать из них наиболее приемлемый с точки зрения экономической целесообразности.

9.1 Определение стоимости водопроводной сети и водоводов II подъема

Расчет выполнен с использованием данных Приложений 2 и 3 и сведен в таблицу 9.1.

Таблица 9.1. Расчет стоимости прокладки водоводов II подъема и водопроводной сети в ценах 1991 года

№ участка	Обоснование	Диаметр, мм	Длина, м	Материал, труб	Стоимость прокладки (тыс. руб.)	
					1 м	всего
1	Прил.3	350	3150	сталь	73,61	231,88
2	Прил.3	350	3150	сталь	73,61	231,88
3	Прил.2	500	800	чугун	131,67	105,34
4	Прил.2	400	330	чугун	100,05	33,02
5	Прил.2	400	460	чугун	100,05	46,02
6	Прил.2	250	450	чугун	57,02	25,66
7	Прил.2	300	480	чугун	69,47	33,34
8	Прил.2	300	580	чугун	69,47	40,29
9	Прил.2	350	560	чугун	84,24	47,17
10	Прил.2	200	280	чугун	46,14	12,92
11	Прил.2	300	270	чугун	69,47	18,76
12	Прил.2	300	360	чугун	69,47	25,01
13	Прил.2	400	440	чугун	100,05	44,02
14	Прил.2	400	540	чугун	100,05	54,03
15	Прил.2	400	890	чугун	100,05	89,05
16	Прил.2	350	430	чугун	84,24	36,22
17	Прил.2	250	420	чугун	57,02	23,95
18	Прил.2	200	450	чугун	46,14	20,76
19	Прил.2	300	460	чугун	69,47	31,95
20	Прил.2	350	330	чугун	84,24	27,80
21	Прил.2	400	770	чугун	100,05	77,04
22	Прил.2	400	570	чугун	100,05	57,03
23	Прил.2	300	230	чугун	69,47	15,98
24	Прил.2	200	730	чугун	46,14	33,68
25	Прил.2	250	900	чугун	57,02	51,32
26	Прил.2	400	760	чугун	100,05	76,04
27	Прил.2	300	610	чугун	69,47	42,37
28	Прил.2	250	700	чугун	57,02	39,92
29	Прил.2	300	700	чугун	69,47	48,63
30	Прил.2	150	550	чугун	36,81	20,24
31	Прил.2	250	170	чугун	57,02	9,69
32	Прил.2	250	50	чугун	57,02	2,85

Продолжение таблицы 9.1.

33	Прил.2	250	50	чугун	57,02	2,85
34	Прил.2	350	2600	чугун	84,24	219,02
35	Прил.3	350	2600	сталь	47,95	124,68
36	Прил.3	300	460	сталь	59,10	27,18
37	Прил.2	300	460	чугун	69,47	31,95
38	Прил.2	250	490	чугун	57,02	27,94
Всего стоимость						2087,50

9.2 Определение стоимости насосной станции

Стоимость насосных станций II-го подъема № 1 и № 2 определяется по методике, изложенной в [8, стр.4-5].

Расчет сводится в таблицу 9.2.

Таблица 9.2. Расчет стоимости насосных станций

Обоснование	Наименование объекта	Единица измерения	Количество единиц измерения	Цена единицы измерения, руб.			Стоимость объекта, тыс. руб.		
				СМР	Оборудов.	Всего	СМР	Оборудов.	Всего
табл. 36	Насосная станция № 1	м³/сут.	12030,45	16,30	4,29	20,59	196,09	61,61	247,7
табл. 36	Насосная станция № 2	м³/сут.	12030,45	16,30	4,29	20,59	196,09	61,61	247,7

9.3 Определение стоимости водонапорной башни

Стоимость водонапорной башни (высота ствола 22 м, полный объем бака 800 м³) определяется по Приложению 7 и составляет:

всего - 84,65 тыс. руб.,
 в том числе: строительно-монтажные работы - 83,36 тыс. руб.;
 оборудование - 1,29 тыс. руб.

9.4 Определение стоимости резервуаров чистой воды

Согласно выполненным расчетам вместимость резервуара составляет 1346,52 м³. Принимается резервуар т.п., № 901-4-65.83 по Приложению 10, стоимость которого составляет:

всего - 80,41 тыс. руб.,
 в том числе: строительно-монтажные работы - 79,83 тыс. руб.;
 оборудование - 0,57 тыс. руб.

9.5 Определение стоимости строительства системы водоснабжения

По ранее полученным данным составляется сводная таблица.

Таблица 9.3. Сводный расчет стоимости строительства системы водоснабжения

№ п.п.	Наименование объекта	Стоимость, тыс. руб.		
		Всего	в том числе	
			строительно-монтажные работы	оборудование
1	Водоводы II-го подъема и водопроводная сеть	2087,5	2087,5	-
2	Насосная станция II-го подъема № 1	247,7	196,09	51,61

Продолжение таблицы 9.3.

3	Насосная станция II-го подъема № 1	247,7	196,09	51,61
4	Водонапорная башня	84,65	83,36	1,29
5	Резервуар чистой воды (2 шт.) - для НС № 1	160,82	159,66	1,14
6	Резервуар чистой воды (2 шт.) - для НС № 2	160,82	159,66	1,14

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В методических указаниях приведена последовательность расчета вновь проектируемой водопроводной сети (1-ая очередь) и расчет сети при ее реконструкции (2-ая очередь строительства). Для 2-ой очереди расчет выполнен для режима максимального водопотребления. Проверка функционирования сети при пожаротушении и при максимальном транзите воды в водонапорные башни выполняется аналогично примеру, рассмотренному при проектировании 1-ой очереди. Расчетное количество одноэтажных пожаров и расход воды на их тушение определяется для всего населенного пункта. При проектировании РЧВ второй очереди из общего регулирующего объема РЧВ следует вычесть регулируемую вместимость существующих резервуаров и произвести расчет полного объема с учетом противопожарного запаса воды и собственных нужд водоочистной станции. Башня № 2 проектируется аналогично примеру, рассмотренному выше.

Приложение 1.

Нормы питьевого водопотребления жилых зданий

Степень санитарно-технического оборудования жилых зданий	Норма питьевого водопотребления (среднесуточная за год) на одного жителя, л/сут
1. Здания, оборудованные внутренним водопроводом и канализацией без ванн и душей	85-105
2. Здания, оборудованные внутренним водопроводом канализацией и газоснабжением без ванн и душей	100-120
3. Здания, оборудованные внутренним водопроводом, канализацией, ванными и водонагревателями, работающими на твердом топливе	115-140
4. То же, с газовыми водонагревателями	140-180
5. Здания, оборудованные внутренним водопроводом, канализацией (умывальниками, мойками и душами) с централизованным горячим водоснабжением,	180-220
в том числе:	
- холодной воды;	95-135
- горячей воды	85
6. То же, с ванными, оборудованными душами,	210-260
в том числе:	
- холодной воды;	105-155
- горячей воды	105
7. Здания, не подключенные к централизованной системе водоснабжения:	
- при наличии водопроводного ввода;	50-80
- при пользовании уличными водоразборными колонками	30-50

Приложение 1а.

Предельные экономические расходы

Диаметр условного прохода, мм	Экономический фактор $\Theta \approx 0,75$			
	Трубы стальные	Трубы чугунные	Трубы асбестоцементные	Трубы пластмассовые
100	11,7	9,4	9,1	8,7
	1,15	1,15	1,17	1,37
125	16,6	15,0	13,8	13,8
	1,19	1,18	1,23	1,35
150	21,8	25,3	23,6	25,9
	1,12	1,40	1,50	1,92
175	29,2	-	-	-
	1,30	-	-	-
200	46,0	45,8	44,0	61,0
	1,34	1,42	1,57	1,95
250	71,0	73,5	71,0	97,7
	1,34	1,46	1,64	1,87
300	103	108	103	241
	1,35	1,48	1,68	3,64
350	140	149	144	-
	1,35	1,53	1,77	-
400	184	197	217	-
	1,36	1,56	2,05	-
500	315	352	505	-
	1,50	1,79	3,09	-

Примечание: Цифры в числителе означают расход воды Q в л/с, цифры в знаменателе – скорость движения воды v в м/с.

Приложение 2.

Водоводы из чугунных труб

на 1 км трубопровода

№ пп	Диаметр трубопровода, мм	Цены на единицу измерения, тыс.руб. трубопровода, прокладываемого в грунтах					
		сухих			мокрых		
		при глубине заложения, м					
		2	3	4	2	3	4
1	100	24,62	28,77	37,07	4,92	8,55	16,85
2	125	28,77	32,92	41,47	4,92	8,55	16,85
3	150	32,40	36,81	45,10	4,92	8,81	17,11
4	200	41,99	46,14	54,69	4,92	8,81	17,11
5	250	52,88	57,02	65,32	4,92	8,81	17,11
6	300	65,58	69,47	78,02	4,92	8,81	17,11
7	350	80,61	84,24	92,79	5,44	9,07	17,88
8	400	96,16	100,05	108,60	5,44	9,07	18,40
9	500	127,53	131,67	139,45	5,70	9,07	18,40
10	600	171,33	175,22	183,25	7,78	11,40	18,40
11	700	205,29	208,40	218,25	7,78	11,40	18,40
12	800	250,91	257,13	263,87	8,04	11,66	18,40
13	900	296,27	303,00	309,48	8,55	11,92	18,66
14	1000	351,73	358,21	364,69	9,85	13,74	20,48

Приложение 3.

Водоводы из стальных труб

на 1 км трубопровода

№ пп	Диаметр трубопровода, мм	Толщина стенок труб, учтенная в преискуранте	Цены на единицу измерения, тыс.руб. трубопровода, прокладываемого в грунтах					
			сухих			мокрых		
			при глубине заложения, м					
			2	3	4	2	3	4
1	100	4	19,70	24,11	32,40	3,89	6,48	15,29
2	150	5	27,48	31,88	40,18	3,89	6,48	15,29
3	200	6	36,81	40,95	49,51	3,89	6,48	15,29
4	250	6	43,80	47,95	56,51	3,89	6,48	15,29
5	300	7	55,47	59,10	67,65	3,89	6,74	15,55
6	350	8	69,72	73,61	81,91	4,15	7,26	15,81
7	400	9	88,39	92,28	100,83	4,15	7,26	15,81
8	500	9	123,12	127,27	134,78	5,44	8,81	16,33
9	600	9	148,00	151,89	160,19	6,48	9,33	16,59
10	700	9	163,81	167,44	175,74	6,48	9,33	16,59
11	800	10	202,18	208,14	214,36	6,48	9,33	16,59
12	900	10	225,76	231,98	238,46	6,48	9,33	16,59
13	1000	10	249,61	255,83	262,31	7,78	10,89	18,14
14	1200	11	324,78	331,26	340,85	10,37	13,48	21,51
15	1400	12	417,05	423,79	432,86	11,66	15,03	23,85
16	1500	14	493,52	500,00	509,33	11,66	15,55	24,62
17	1600	14	522,29	529,03	538,10	12,18	16,07	25,66

Приложение 4.

Водоводы из железобетонных напорных труб

на 1 км трубопровода

№ пп	Диаметр трубопровода, мм	Цены на единицу измерения, тыс.руб. трубопровода, прокладываемого в грунтах					
		сухих			мокрых		
		при глубине заложения, м					
		2	3	4	2	3	4
1	300	72,06	76,98	85,28	7,78	12,18	20,74
2	400	93,83	98,24	106,79	9,07	13,22	20,74
3	500	125,71	130,12	138,15	9,33	13,22	21,00
4	600	147,23	151,37	160,19	12,70	17,11	24,62
5	700	177,03	181,70	190,25	12,70	17,11	24,62
6	800	208,92	215,91	222,65	14,26	18,14	25,40
7	900	226,02	232,76	239,76	15,03	19,70	26,18
8	1000	291,08	297,82	304,82	17,37	21,77	29,29
9	1200	410,83	417,57	424,57	21,51	26,44	33,96
10	1400	564,80	571,80	578,53	24,11	29,55	37,32
11	1600	705,54	712,28	719,02	26,44	32,40	40,44

Примечание. Ценами учтена укладка железобетонных напорных труб с расчетным давлением 1 МПа. При укладке труб с расчетным давлением 1,5 МПа к показателям по гр. 3-5 следует применять надбавку 4% с расчетным давлением 0,5 МПа – скидку в размере 5%.

Приложение 5.

Водоводы из асбестоцементных напорных труб

на 1 км трубопровода

№ пп	Диаметр трубопровода, мм	Цены на единицу измерения, тыс.руб, трубопровода из труб класса ВТ-6, прокладываемого в сухих грунтах при глубине заложения, м			Надбавка к ценам, тыс.руб. на трубопроводы из труб класса	
		2	3	4	ВТ-9	ВТ-12
1	100	15,81	20,22	29,29	0,78	1,56
2	150	19,96	24,88	33,18	1,04	2,07
3	200	23,85	28,25	36,55	2,33	4,15
4	250	27,73	32,14	41,21	3,11	5,18
5	300	33,70	37,58	46,66	3,37	6,74
6	350	41,99	46,40	55,21	5,18	9,33
7	400	50,80	54,69	63,50	5,70	11,66
8	500	65,84	70,24	78,28	9,33	17,88

Примечание. При прокладке водоводов из асбестоцементных напорных труб в мокрых грунтах следует - применять надбавки, приведенные в гр.7-9 таб.3.

Приложение 6.

Бесшатровые водонапорные башни кирпичные со стальными баками

Емкость, м3	Высота ствола, м	Стоимость, тыс.руб. 1991 г.			Номер типового проекта
		всего	в том числе		
			строительно-монтажные работы	оборудование	
15	6	8,64	7,87	0,77	901-5-14/70 ¹
15	9	9,55	8,78	0,77	
25	9	12,02	11,24	0,77	
25	12	12,90	12,13	0,77	901-5-20/70 ¹
25	15	14,20	13,43	0,77	
25	18	15,52	14,75	0,77	
25	21	20,29	19,52	0,77	
50	9	14,66	13,88	0,77	901-5-21/70 ¹
50	12	15,90	15,13	0,77	
50	15	17,78	17,00	0,77	
50	18	24,63	23,86	0,77	
50	21	28,97	28,20	0,77	
50	24	32,40	31,62	0,77	
100	12	24,89	23,76	1,13	901-5-22/70 ²
100	15	27,04	25,91	1,13	
100	18	31,23	30,10	1,13	
100	21	33,69	32,56	1,13	
100	24	36,08	34,95	1,13	901-5-9/70 ²
150	18	34,24	32,71	1,53	
150	24	38,43	36,90	1,53	
200	12	30,03	28,65	1,37	901-5-23/70 ²

Продолжение приложения 6.

200	15	32,16	30,79	1,37	
200	18	37,49	36,12	1,37	
200	21	42,36	40,99	1,37	
200	24	44,65	43,27	1,37	
300	15	44,17	43,04	1,13	901-5-24/70 ²
300	18	48,54	47,41	1,13	
300	21	51,23	50,10	1,13	
300	24	55,44	54,31	1,13	
300	30	67,24	66,11	1,13	
300	36	81,36	80,23	1,13	

Примечания: 1 – бак цилиндрической формы с плоским дном,
2 – бак цилиндрической формы с коническим дном.

Приложение 7.

Бесшатровые водонапорные башни железобетонные со стальными баками

Измеритель – 1 башня

Емкость, м ³	Высота ство- ла, м	Стоимость, тыс.руб. 1991 г.			Номер типового проекта
		всего	в том числе		
			строительно- монтажные работы	Оборудование	
50	12	20,15	19,29	0,86	901-5-37.87
50	18	24,21	23,35	0,86	901-5-38.87
100	18	28,17	28,17	0,00	901-5-39.87
100	24	31,57	30,71	0,86	901-5-40.87
200	24	42,37	41,37	1,00	901-5-41.87
200	30	48,21	47,21	1,00	901-5-42.87
300	30	58,61	57,61	1,00	901-5-43.87
300	36	63,44	62,43	1,00	901-5-44.87
500	30	80,39	79,13	1,26	[2], таблица 40.27
500	36	89,33	88,19	1,14	
500	42	98,40	97,25	1,14	
800	24	84,65	83,36	1,29	
800	30	92,20	90,91	1,29	
800	36	101,26	99,97	1,29	

Приложение 8.

Водонапорные башни стальные

Измеритель – 1 башня

Емкость, м3	Высота ствола, м	Стоимость, тыс.руб. 1991 г.			Номер типового проекта	Форма бака
		всего	в том числе			
			строительно- монтажные работы	Оборудование		
50	12	18,99	18,68	0,31	901-5-33.85	Цилиндрическая
50	15	21,30	20,99	0,31		
50	18	23,26	22,94	0,31		
50	21	26,02	25,71	0,31		
50	24	27,85	27,54	0,31		
50	27	30,80	30,48	0,31		
50	30	32,88	32,56	0,31		
50	12	21,48	21,17	0,31	901-5-34.85	Коническая
50	15	23,69	23,37	0,31		
50	18	25,64	25,33	0,31		
50	21	28,38	28,07	0,31		
50	24	30,49	30,18	0,31		
50	27	33,21	32,89	0,31		
50	30	35,24	34,92	0,31		
100	12	21,02	20,71	0,31	901-5-35.85	Цилиндрическая
100	15	23,54	23,22	0,31		
100	18	27,04	26,73	0,31		
100	12	22,85	22,54	0,31		
100	15	25,11	24,80	0,31		
100	18	27,04	26,73	0,31		
100	21	29,86	29,54	0,31		
100	24	31,99	31,67	0,31		
100	27	34,53	34,21	0,31		
100	30	36,66	36,34	0,31		

Приложение 9.

Унифицированные стальные водонапорные башни заводского изготовления
(системы Рожновского)

Измеритель – 1 башня

Емкость, м3	Высота ствола, м	Стоимость, тыс.руб. 1991 г.			Номер типового проекта
		всего	в том числе		
			строительно- монтажные работы	Оборудование	
50	12	7,16	7,03	0,13	901-5-29
50	12	9,16	9,04	0,13	
50	15	9,67	9,54	0,13	
50	15	11,85	11,73	0,13	
50	18	12,72	12,59	0,13	
50	18	15,61	15,48	0,13	
50	18	19,34	19,21	0,13	

Приложение 10.

Резервуары прямоугольные железобетонные сборные

Измеритель – 1 сооружение

Ем- кость, м3	Стоимость, тыс.руб. 1991 г.			Номер типового проекта	Примечание
	всего	в том числе			
		строит.- монт. работ	оборудования		
5	3,40	3,11	0,29	901-4-55	
10	5,33	5,18	0,14		
15	6,88	6,74	0,14		
20	8,70	8,55	0,14		
25	10,25	10,11	0,14		
50	10,51	10,37	0,14	901-4-57.83	
50	10,89	10,89	0,00	901-4-64.83	Резервуары с применением стеновых панелей с опорной плитой
150	16,07	16,07	0,00		
200	21,25	21,25	0,00		
250	26,96	26,96	0,00		
300	32,40	32,40	0,00	901-4-58.83	Резервуары с применением изделий промзданий
100	15,32	15,03	0,29		
150	19,47	19,18	0,29		
200	23,61	23,33	0,29		
250	27,65	27,22	0,43		
500	35,28	34,99	0,29	901-4-72.83	
600	43,05	42,77	0,29		
700	49,27	48,99	0,29		
900	55,64	55,21	0,43		
1000	61,86	61,43	0,43		
1100	68,08	67,65	0,43		
1200	74,30	73,87	0,43		
1400	80,41	79,83	0,57	901-4-59.83	Резервуары с применением изделий промзданий
500	38,25	38,10	0,14		
700	51,21	51,06	0,14		
1000	62,12	61,69	0,43		
1200	77,41	76,98	0,43	901-4-65.83	Резервуары с применением стеновых панелей с опорной плитой
500	32,92	32,92	0,00		
600	38,88	38,88	0,00		
800	44,84	44,84	0,00		
900	51,06	51,06	0,00		
1000	56,76	56,76	0,00		
1200	62,73	62,73	0,00		
1400	74,65	74,65	0,00	901-4-60.83	Резервуары с применением изделий промзданий
1400	87,92	87,35	0,57		
1900	109,29	108,86	0,43		
2400	131,75	130,90	0,86		

1500	83,40	82,68	0,72	901-4-73.83	
1700	93,39	92,53	0,86		
2000	103,50	102,64	0,86		
2200	113,47	112,75	0,72		
2500	123,46	122,60	0,86		
1600	75,43	75,43	0,00	901-4-66.83	Резервуары с применением стеновых панелей с опорной плитой
1800	84,24	84,24	0,00		
2000	93,05	93,05	0,00		
2400	102,12	102,12	0,00		
2600	110,94	110,94	0,00		
2500	129,68	128,82	0,86	901-4-61.83	Резервуары с применением изделий промзданий
3200	154,19	153,19	1,00		
3900	178,70	177,55	1,14		
2800	121,56	121,56	0,00	901-4-67.83	Резервуары с применением стеновых панелей с опорной плитой
3000	132,71	132,71	0,00		
3400	143,60	143,60	0,00		
3600	153,96	153,96	0,00		
4200	165,89	165,89	0,00		
4600	178,07	178,07	0,00	901-4-74.83	
2600	133,05	132,19	0,86		
3000	145,49	144,63	0,86		
3300	158,59	157,59	1,00		
3600	171,30	170,29	1,00		
4000	184,80	183,51	1,29		
4300	197,24	195,96	1,29		
5000	222,55	220,84	1,72	901-4-75.83	
6000	259,24	257,39	1,86		
7000	295,16	293,16	2,00		
8000	331,47	329,18	2,29		
9000	367,24	364,95	2,29		
10000	403,15	400,72	2,43		
11000	439,07	436,49	2,57		
5000	195,70	195,70	0,00	901-4-68.83	Резервуары с применением стеновых панелей с опорной плитой
6000	227,06	227,06	0,00		
7000	257,90	257,90	0,00		
8000	290,82	290,82	0,00		
9000	321,67	321,67	0,00		
10000	352,77	352,77	0,00	901-4-62.83	Резервуары с применением изделий промзданий
11000	383,62	383,62	0,00		
5000	243,55	241,83	1,72		
6000	282,69	280,97	1,72		
7000	323,79	321,93	1,86		
8000	360,76	358,47	2,29		
9000	399,38	397,09	2,29		
10000	425,70	423,27	2,43		
11000	477,80	475,37	2,43		

Продолжение приложения 10.

13000	435,72	435,72	0,00	901-4-69.83	Резервуары с применением стеновых панелей с опорной плитой
14000	454,38	454,38	0,00		
16000	498,44	498,44	0,00		
17000	541,21	541,21	0,00		
19000	585,79	585,79	0,00		
20000	629,34	629,34	0,00	901-4-63.83	Резервуары с применением изделий промзданий
12000	513,48	510,62	2,86		
13000	568,55	565,83	2,72		
15000	624,99	621,56	3,43		
16000	681,10	677,81	3,29		
18000	736,88	733,02	3,86		
20000	792,37	788,23	4,15	901-4-76.83	
12000	471,49	468,63	2,86		
14000	522,82	519,96	2,86		
15000	574,45	571,02	3,43		
17000	626,29	622,86	3,43		
18000	677,92	673,92	4,00		
20000	729,13	724,98	4,15		

Литература

1. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М, 1985. – 138с.
2. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – 6-е изд. доп. и перераб. – М.: Стройиздат, 1984 г.
3. Белан А.Е., Хоружий П.Д. Проектирование и расчет устройств водоснабжения. – К.: Будівельник, 1981. – 192 с.
4. Карасев Б.В. "Насосные и воздуходувные станции." Учебник для ВУЗов. – Мн.: Выш.шк., 1990. – 326с.
5. Житенёв Б.Н., Карасев Б.В. Методическое руководство к расчету кольцевой водопроводной сети населенного пункта на ЭВМ. – Брест, БПИ, 1996. – 40 с.
6. Рекомендации по расчету технико-экономических показателей научно-исследовательских разработок в области водоснабжения. - М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1988. - 411 с.
7. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий. Под ред. И.И.Назарова. Изд 2-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1977. – 288 с.
8. Методические указания для определения стоимости объектов водоснабжения и канализации при выполнении курсовых и дипломных проектов для студентов спец. 70 04 03 дневной и заочной форм обучения. – Брест, 2004.
9. СНБ. Водоснабжение питьевое. Общие положения и требования.

Составители: Гуринович Анатолий Дмитриевич
Житенев Борис Николаевич
Сторожук Наталья Юрьевна
Шейна Людмила Евгеньевна
Белоглазова Ольга Петровна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового проекта по дисциплине
«Водопроводные сети и сооружения» для студентов специальности
700403 – «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»
специализаций:

70040301 «Системы водоснабжения и водоотведения»,

70040303 «Очистка природных и сточных вод»,

70040304 «Рациональное использование и охрана водных ресурсов».

Ответственный за выпуск: Житенев Б.Н.

Редактор: Строчак Т.В.

Корректор: Никитчик Е.В.

Компьютерная верстка: Кармаш Е.Л.

Подписано к печати 22.03.2005 г. Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Бумага «Снегурочка». Усл.п.л. 4,6.
Уч.изд.л. 5,0. Тираж 150 экз. Заказ № 378. Отпечатано на ризографе учреждения
образования «Брестский государственный технический университет». 224017, г. Брест,
ул. Московская, 267.