

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового проектирования по дисциплине

«ТЕОРИЯ СЕТЕЙ

ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТПВЕДЕНИЯ»

(для студентов 3 курса дневной и заочной форм обучения
по направлению подготовки 0926 – «Водные ресурсы»)

Харьков
ХНАГХ
2009

Методические указания к выполнению курсового проектирования по дисциплине «Теория сетей водоснабжения и водоотведения» (для студентов 3 курса дневной и заочной форм обучения по направлению подготовки 0926 – «Водные ресурсы») / Харьк. нац. акад. город. хоз-ва; состав.: Душкин С.С., Крамаренко Л.В, Солодовник М.В., Ковалёва А.А.- Х.: ХНАГХ, 2009.- 38 с

Составители: С.С. Душкин,
Л.В. Крамаренко,
М.В. Солодовник,
А.А. Ковалёва

Рецензент: доц. В.А.Ткачев

Рекомендовано кафедрой водоснабжения, водоотведения и очистки вод,
протокол №1 от 28.08.2009 г.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Учебная дисциплина «Теория сетей водоснабжения и водоотведения» принадлежит к циклу профессиональных дисциплин обучения по направлениям подготовки, 0926 – «Водные ресурсы» специальности «Водоснабжение и водоотведение».

Предметом изучения дисциплины являются теория, методы, расчет и устройства сетей водоснабжения и водоотведение населенных городов и промпредприятий.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

- нормативные документы по организации систем водоснабжения, водоотведение и улучшение качества воды;
- теоретические основы, методы расчета, проектирование и устройство систем водоснабжения, водоотведение и улучшение качества воды;
- общие экологические аспекты проектирования и эксплуатации систем водоснабжения, водоотвод и улучшение качества воды.

УМЕТЬ:

- анализировать и принимать решение по выбору технологических решений систем водоснабжения, водоотвод и улучшение качества воды в зависимости от конкретных условий;
- давать экологическую оценку эффективности работы систем водоснабжения, водоотвод и улучшение качества воды;
- выполнять расчет и обоснование систем водоснабжения, водоотвод и улучшение качества воды.

Учитывая, что учебная дисциплина «Теория сетей водоснабжения и водоотведение» читается студентам 3 курса, весь материал согласуется с ранее полученными знаниями по курсам «Основы водоснабжения, водоотведение и экологии», «Металловедение и сварка», «Городские инженерные сети», «Техническая механика жидкости и газа», «Гидравлические и аэродинамические машины», «Технология заготовительных работ водно-

канализационных систем». Знания и навыки, полученные при выполнении курсового проекта используются в дальнейшем учебном процессе при изучении дисциплин: «Водоснабжение», «Эксплуатация ВК систем» и др.

Цель проекта - проектирование водопроводной и канализационной сети, закрепление и углубление студентами знаний, полученных во время изучения теоретической части соответствующего курса, а также приобретение практических навыков проектирования и расчета систем водоснабжения и водоотведения, определение расчетных расходов водопроводной и канализационной сети города, овладение навыками работы с научно-технической и справочной литературой.

Курсовой проект выполняется в 6 семестре, приблизительный объем расчетно-пояснительной записки 25 стр, запланированный объем 40 часов.

Согласно программе и рабочей программе по данной дисциплине на самостоятельную работу студентов приходится 80 часов для дневной формы обучения и 128 часов для студентов заочной формы обучения, из которых выделяется 40 и 60 часов соответственно для выполнения курсового проекта.

Порядок оценивания выполнения курсового проекта приведен в таблице:

Таблица – Порядок оценивания выполнения курсового проекта.

Виды и способы контроля	Распределение баллов, %
Текущий контроль по выполнению курсового проекта	
1 раздел - Водоснабжение	30
2 раздел –Водоотведение	30
Итоговый контроль выполнения курсового проекта	
Защита курсового проекта	40
Всего	100%

I. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЁТНОГО РАСХОДА ВОДЫ ОТДЕЛЬНЫМИ КАТЕГОРИЯМИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

1.1. Определение расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населения города

Студентам выдается задание, в котором приведенные исходные данные для проектирования согласно вариантам (табл.1.1). Для примера рассмотрим выполнение задания со следующими исходными данными:

- генплан города с горизонталями (рис.1.1);
- плотность населения – $P=295$ чел/га;
- суммарная площадь застройки $F=146,2$ га
- норма водопотребления – $q_{\max}^{сум}=350$ л/сут·чел;
- производительность предприятия – $П=120$ т/сут;
- количество работающих на предприятии – $N=5000$ чел, в том числе в максимальную смену $N_{\max}=2600$ чел;
- удельный расход воды на единицу продукции или сырья – $q_{уд}=5$ м³/т.

При определении расходов воды, на хозяйственно-питьевые нужды населения города необходимо определить его количество по отношению

$$N = F \cdot P, \quad (1.1)$$

где N - численность населения, чел;

F - площадь части города, га;

P - плотность населения, чел/га.

Площадь той или иной части города определяем после тщательного изучения характера планировки города: результаты подсчётов территории жилых кварталов, которые предварительно нумеруем, сводим в табл. 1.1.

$$N = 146,2 \cdot 295 = 43130 \text{ чел.}$$

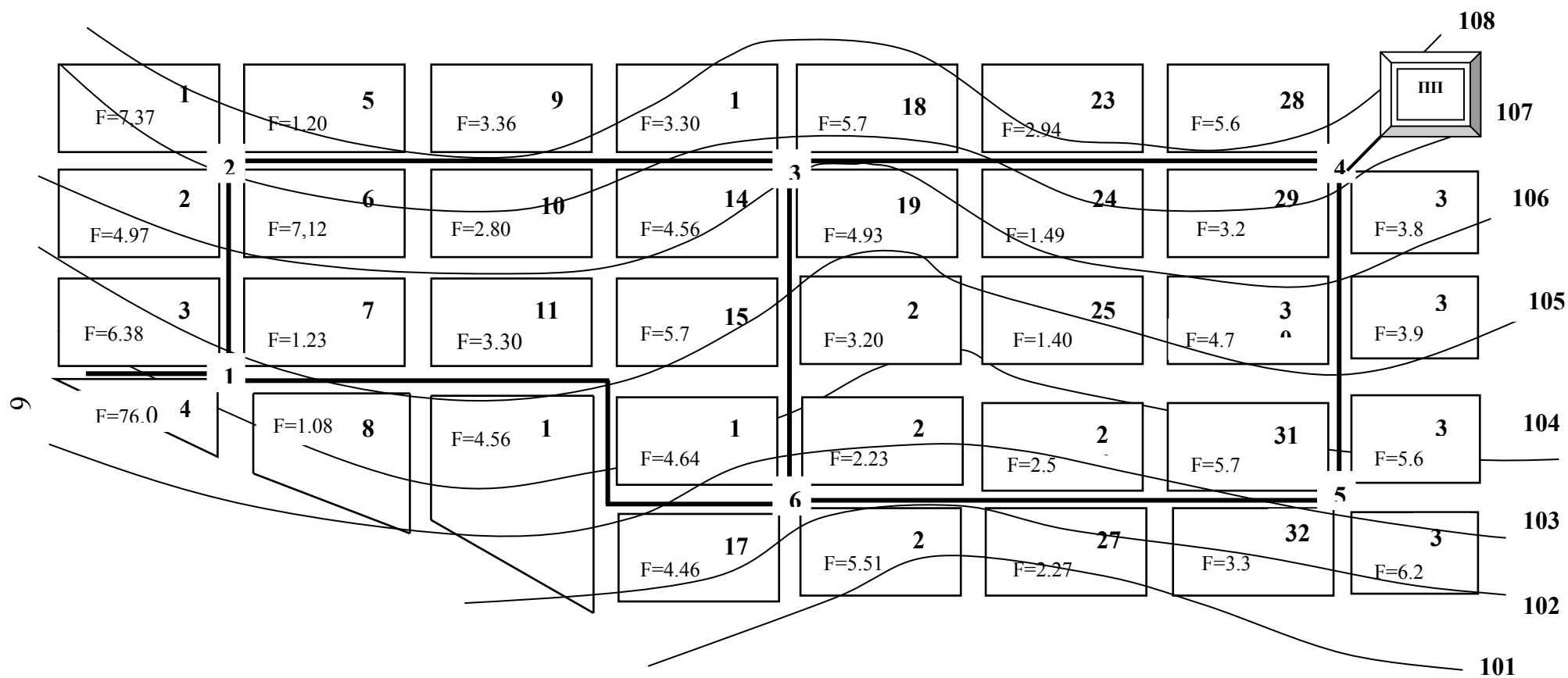


Рис.1.1 - План города с горизонталями с нанесением магистральных водопроводных сетей

Таблица 1.1 - Площадь территории кварталов города.

№ кварталов	Площадь, га	№ кварталов	Площадь, га
1	7,37	19	4,93
2	4,97	20	3,20
3	6,38	21	2,23
4	6,0	22	5,51
5	1,20	23	2,94
6	7,12	24	1,49
7	1,23	25	1,40
8	1,08	26	2,50
9	3,36	27	2,27
10	2,80	28	5,60
11	3,30	29	3,20
12	4,56	30	4,70
13	3,30	31	5,70
14	4,56	32	3,30
15	5,70	33	3,8
16	4,64	34	3,90
17	4,46	35	5,60
18	5,70	36	6,20
$F = \Sigma 146,2$ га			

Параллельно подсчёту площади кварталов определяется площадь территории города, занятые под зелёные насаждения и площадь улиц и площадей:

- площадь территории города, занятая под зелёные насаждения:

$$F_{\text{зел.нас.}} = 0,08 \cdot F = 0,08 \cdot 146,2 = 11,7 \text{ га,}$$

- площадь улиц и площадей:

$$F_{\text{ул}} = 0,15 \cdot F = 0,15 \cdot 146,2 = 21,9 \text{ га.}$$

При определении расходов воды, на хозяйственно-питьевые нужды учитывают население города, исходя из площади города и плотности населения, чел/га. Таким образом, максимальный суточный расход воды населением города определяем по формуле:

$$Q_{\text{max}}^{\text{сут}} = \frac{N \cdot q_{\text{max}}^{\text{сут}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут,} \quad (1.2)$$

где N - количество населения в городе, чел;

$q_{\text{max}}^{\text{сут}}$ - норма максимального суточного водопотребления, л/сут·чел.

$$Q_{\max}^{cym} = \frac{43130 \cdot 350}{1000} = 15095,5 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Средний часовой расход определяем по формуле:

$$Q_{\text{ср}}^x = \frac{Q_{\max}^{cym}}{24} = \frac{15095,5}{24} = 628,98, \text{ м}^3/\text{ч.} \quad (1.3)$$

Максимальный часовой расход определяем по формуле:

$$Q_{\max}^u = \frac{0,0417 \cdot N \cdot q_{\max}^{cym} \cdot K_q}{1000} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.4)$$

где K_q - коэффициент часовой неравномерности водопотребления:

$$K_q^{\max} = \alpha_{\max} \cdot \beta_{\max}, \quad (1.5)$$

где α_{\max} – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимаемый $\alpha_{\max}=1,2-1,4$;

β_{\max} - коэффициент, учитывающий число жителей в населённом пункте, принимаемый по табл. 2 СНиПа - 2.04.02.84 – Водоснабжение. Наружные сети и сооружения путём интерполяции приведенных в таблице значений ($\beta_{\max}=1,16$).

$$K_q^{\max} = 1,3 \cdot 1,16 = 1,51.$$

$$Q_{\max}^u = \frac{0,0417 \cdot 43130 \cdot 350 \cdot 1,51}{1000} = 950,52 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Максимальный секундный расход воды:

$$Q_{\max}^c = \frac{Q_{\max}^u}{3,6} = \frac{950,52}{3,6} = 264,03, \text{ л/с.} \quad (1.6)$$

1.2 Расход воды на коммунальные нужды города

1.2.1. Расход воды на поливку зелёных насаждений

Максимальный суточный расход:

$$Q_{\max}^{\text{сут}} = \frac{F_{\text{зел.нас.}} \cdot q \cdot n \cdot 0,1}{1000} \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.7)$$

где $F_{\text{зел.нас.}}$ - площадь территории города, занятая под зелёные насаждения (обратить внимание на то, что площадь нужно перевести в другие единицы измерения – из гектар в м^2 , где $1\text{га} = 10^4 \text{ м}^2$), м^2 ;

q - норма расхода воды на поливку городских зелёных насаждений (табл. 3 СНиПа 2.04.02.84 – Водоснабжение. Наружные сети и сооружения).

Принимается $q = 3\text{-}4 \text{ л}/\text{м}^2$;

n - число поливок, принимается 1-2 в зависимости от режима поливки;

0,15 - в долях единицы % поливаемых территорий от общей суммы площади зелёных насаждений.

$$Q_{\max}^{\text{сут}} = \frac{117000 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0,1}{1000} = 93,6 \text{ м}^3/\text{сут},$$

Средний часовой расход

$$Q_{\text{ср}}^{\text{ч}} = \frac{Q_{\max}^{\text{сут}}}{24} = \frac{93,6}{24} = 3,9 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.8)$$

Максимальный часовой расход

$$Q_{\max}^{\text{ч}} = \frac{0,0417 \cdot F_{\text{зел.нас.}} \cdot k_{\text{ч}} \cdot q \cdot n \cdot 0,15}{1000} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.9)$$

где $k_{\text{ч}}$ - коэффициент часовой неравномерности расхода воды на поливку зелёных насаждений, для средних городов принимается $k_{\text{ч}} = 4$.

$$Q_{\max}^{\text{ч}} = \frac{0,0417 \cdot 117000 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 0,15}{1000} = 17,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Максимальный секундный расход воды:

$$Q_{\max}^{\text{с}} = \frac{Q_{\max}^{\text{ч}}}{3,6} = \frac{17,6}{3,6} = 4,9 \text{ л/с} \quad (1.10)$$

1.2.2. Расход воды на поливку улиц и площадей

Максимальный суточный расход:

$$Q_{\max}^{\text{сут}} = \frac{F_{\text{ул}} \cdot q \cdot n \cdot 0,1}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.11)$$

где $F_{\text{ул}}$ - площадь улиц и площадей, м^2 ;

q - норма расхода воды на поливку, которая принимается в зависимости от типа покрытия и условий поливки (табл. 3 СНиПа - 2.04.02.84 – Водоснабжение. Наружные сети и сооружения). Для механизированной поливки усовершенствованных покрытий улиц и площадей $q = 0,3-0,4 \text{ л/м}^2$;

n - число поливок, принимается 1-2 в зависимости от режима поливки;

0,1 - в долях единицы % поливаемых территорий от общей суммы площади зелёных насаждений.

$$Q_{\max}^{\text{сут}} = \frac{219000 \cdot 0,3 \cdot 2 \cdot 0,1}{1000} = 13,14 \text{ м}^3/\text{сут},$$

Средний часовой расход

$$Q_{\text{ср}}^{\text{ч}} = \frac{Q_{\max}^{\text{сут}}}{24} = \frac{13,14}{24} = 0,5 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.12)$$

Максимальный часовой расход

$$Q_{\max}^{\text{ч}} = \frac{0,0417 \cdot F_{\text{ул}} \cdot k_{\text{ч}} \cdot q \cdot n \cdot 0,1}{1000} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.13)$$

где $k_{\text{ч}}$ - коэффициент часовой неравномерности расхода воды на поливку улиц и площадей, для средних городов принимается $k_{\text{ч}}=4$.

$$Q_{\max}^{\text{ч}} = \frac{0,0417 \cdot 219000 \cdot 4 \cdot 0,3 \cdot 2 \cdot 0,1}{1000} = 2,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Максимальный секунднй расход воды:

$$Q_{\max}^{\text{с}} = \frac{Q_{\max}^{\text{ч}}}{3,6} = \frac{2,20}{3,6} = 0,6 \text{ л/с} \quad (1.14)$$

1.3. Расход воды для промышленных предприятий

Расход воды для промышленных предприятий состоит из расхода воды на хозяйственно-питьевые и коммунальные нужды, расхода воды на душ и расхода воды на производственные нужды.

1.3.1. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды предприятия

На машиностроительном заводе работает 5000 человек, в том числе в максимальную смену 2600 человек.

Завод работает в три смены со следующим распределением работающих по сменам:

1 смена максимальная – 2600 чел – 52% от всего количества работающих, тогда во 2 и 3 смену работает по 24% от всего количества работающих, т.е. по 1200 человек.

В холодных цехах работает 30% от общего количества работающих, а в горячих цехах 70% что составляет:

хол. цеха 30% - 1500 человек,

гор. цеха 70% - 3500 человек.

В максимальную смену, с количеством работающих 2600 чел.:

хол. цеха 30% - 780 человек,

гор. цеха 70% - 1820 человек.

Средний часовой расход:

$$Q_{\text{ср}}^{\text{ч}} = \frac{0,045 \cdot N_{\text{г}} + 0,025 \cdot N_{\text{х}}}{24} \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.15)$$

где 0,045 и 0,025 - соответственно нормы водопотребления на 1 рабочего в горячих и холодных цехах;

$N_{\text{г}}$ и $N_{\text{х}}$ - соответственно количество работающих на предприятии в горячих и холодных цехах.

$$Q_{\text{ср}}^{\text{ч}} = \frac{0,045 \cdot 3500 + 0,025 \cdot 1500}{24} = 8,13 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчётные максимальный часовой и секунднй расходы в разрезе суток должны приниматься по смене, в которой работает наибольшее количество рабочих, т. е. в 1 смену.

Максимальный часовой расход:

$$Q_{\max}^{\text{ч}} = \frac{0,045 \cdot n_{\text{г}} \cdot K_{\text{г}} + 0,025 \cdot n_{\text{х}} \cdot K_{\text{х}}}{t_{\text{см}}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.16)$$

где $n_{\text{г}}$ и $n_{\text{х}}$ - соответственно количество работающих на предприятии в горячих и холодных цехах в максимальную смену;

$K_{\text{г}}$ и $K_{\text{х}}$ - коэффициенты часовой неравномерности соответственно в горячих и холодных цехах $K_{\text{г}}=2,5$, $K_{\text{х}}=3$;

$t_{\text{см}}$ - продолжительность рабочей смены в часах, 8 часов.

$$Q_{\max}^{\text{ч}} = \frac{0,045 \cdot 1820 \cdot 2,5 + 0,025 \cdot 780 \cdot 3}{8} = \frac{204,75 + 58,5}{8} = 32,91 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Максимальный секунднй расход воды:

$$Q_{\max}^{\text{с}} = \frac{Q_{\max}^{\text{ч}}}{3,6} = \frac{32,91}{3,6} = 9,14 \text{ л/с}. \quad (1.17)$$

1.3.2. Расход воды на производственные нужды промпредприятия

Расход воды на производственные нужды промпредприятий должен приниматься по данным технологов предприятий.

Максимальный суточный расход воды предприятий на производственные нужды:

$$Q_{\max}^{\text{сут}} = \Pi \cdot q_{\text{уд}}, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.18)$$

где Π - суточная продукция предприятия;

$q_{\text{уд}}$ - средний удельный расход на производство единицы продукции, м^3 .

$$Q_{\max}^{\text{сут}} = 120 \cdot 5 = 600 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

При отсутствии данных о расходах воды на производственные нужды по отдельным сменам потребление воды принимается равным в течение всего времени работы предприятия.

Максимальный часовой расход при этом равен:

$$Q_{\max}^q = \frac{Q_{\max}^{cym}}{t} = \frac{600}{24} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.19)$$

где t - продолжительность работы предприятия в течение суток, ч.

Максимальный секундный расход воды на производственные нужды:

$$Q_{\max}^c = \frac{Q_{\max}^q}{3,6} = \frac{25}{3,6} = 6,9 \text{ л/с} \quad (1.20)$$

1.3.3. Расход воды на душ на предприятии

Количество работающих, пользующихся душами, устанавливается для каждого предприятия с соблюдением санитарных норм проектирования промышленных предприятий. На машиностроительном заводе количество работающих, пользующихся душами, составляет 30% от общего числа работающих, т.е. 1500 человек, с распределением по цехам:

в холодных цехах 5% - 250 человек,

в горячих цехах 25% - 1250 человек.

В максимальную смену, с количеством работающих 2600 чел. Душем пользуется 30%, т.е. 780 чел:

в холодных цехах 5% - 130 человек,

в горячих цехах 25% - 650 человек.

По нормам пользование душем принимается в течение 45 мин. после окончания каждой смены, а поэтому максимальный часовой расход воды на души составляет:

$$Q_{\max}^q = \frac{Q_{cm}}{0,75}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.21)$$

$$\text{где } Q_{cm} = (0,06 \cdot n_r + 0,04 \cdot n_x) \text{ м}^3; \quad (1.22)$$

0,06 и 0,04 - соответственно нормы расхода на один душ в горячих и холодных цехах.

$$Q_{cm} = 0,06 \cdot 650 + 0,04 \cdot 130 = 44,2 \text{ м}^3.$$

$$Q_{\max}^q = \frac{44,2}{0,75} = 58,93 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Максимальный секундный расход воды:

$$Q_{\max}^c = \frac{Q_{\max}^u}{3,6} = \frac{58,93}{3,6} = 16,37 \text{ л/с.} \quad (1.23)$$

Результаты расчетов по расходам воды для промышленных предприятий сведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2 - Расход воды для промышленных предприятий

№	Характер расхода воды	$Q_{\max}^{c_{\text{сум}}}$, м³/сут	$Q_{\text{ср}}^u$, м³/ч	Q_{\max}^u , м³/сут	Q_{\max}^c , л/с
1	Хозяйственно- питьевые нужды промпредприятия		8,13	32,91	9,14
2	Расход воды на души			58,93	16,37
3	Расход воды на производственные нужды	600		25	6,9
	ИТОГО:			116,84	32,41

Целесообразно составить сводную таблицу расходов воды, куда вносятся все расходы по категориям потребителей (табл.1.3).

Таблица 1.3 – Сводная таблица расходов воды

№	Характер расхода воды	$Q_{\max}^{c_{\text{сум}}}$, м³/сут	$Q_{\text{ср}}^u$, м³/ч	Q_{\max}^u , м³/сут	Q_{\max}^c , л/с
1	Хозяйственно- питьевые нужды населения	15095,5	628,98	950,52	264,03
2	Коммунальные нужды города	106,74	4,4	19,8	5,5
3	Расход воды на предприятия			116,84	32,41
4	Неучтённые расходы (5-10% от хозяйственно-питьевых расходов)	754,8	31,4	47,53	13,2
	ИТОГО:			1134,69	315,14

1.4. Трассировка водопроводной сети

На генеральном плане выполняют трассировку водопроводной сети. При проектировании (трассировке) водопроводной сети необходимо руководствоваться следующими положениями:

- ☼ Для обеспечения надежности и бесперебойности снабжения потребителей сеть должна быть кольцевой;

- ☼ Каждая водопроводная сеть состоит из магистральных и распределительных линий;
- ☼ Магистраль проектируют в направлении движения основных масс воды;
- ☼ Основные транзитные магистральные линии соединяют перемычками также магистрального значения, в результате образуется кольцевая сеть;
- ☼ Длина расчетных участков колец магистральной сети находится в пределах от 400 до 1000 м;
- ☼ Магистральные линии не рекомендуется трассировать по периметру застройки, т.к. они будут при этом недостаточно загружены.

Узловые точки сети нумеруются, проставляются длины каждого участка между узловыми точками, а также намечается место сосредоточенного расхода воды - промпредприятия. На схеме указывают расходы воды, направление потока по кольцам (рис. 1.1).

При расчете предполагается, что водоразбор из сети на хозяйственно – питьевые нужды происходит равномерно по длине трубопровода, исключением являются лишь сосредоточенные расходы (пром. предприятие).

Определяем удельный расход воды по формуле:

$$q_{y\partial} = \frac{Q - q_{\text{сопр}}}{\sum l}, \text{ л/с}\cdot\text{м} \quad (1.24)$$

где Q - общий секундный расход воды по населённому пункту, л/с;

$q_{\text{сопр}}$ - расход воды на промпредприятии (согласно данным таблицы 1.2), л/с;

$\sum l$ - суммарная длина участков магистральной сети, м.

$$q_{\text{уд}} = \frac{315,14 - 32,41}{6865} = 0,0412 \text{ л/с}\cdot\text{м}$$

Для каждого участка магистральной сети определяем путевые расходы по формуле:

$$Q_n = q_{y\partial} \cdot l, \text{ л/с}\cdot\text{м} \quad (1.25)$$

где $q_{y\partial}$ - удельный расход, л/с м;

l - расчётная длина участка сети, м.

Согласно схемы 1.1.

$l_{1-2}=800$ м	$Q_{\Pi}^{1-2} = 0,0412 \cdot 800 = 32,91$ л/с;
$l_{2-3}=995$ м	$Q_{\Pi}^{2-3} = 0,0412 \cdot 995 = 40,98$ л/с;
$l_{3-4}=845$ м	$Q_{\Pi}^{3-4} = 0,0412 \cdot 845 = 34,82$ л/с;
$l_{4-5}=1050$ м	$Q_{\Pi}^{4-5} = 0,0412 \cdot 1050 = 43,21$ л/с;
$l_{5-6}=860$ м	$Q_{\Pi}^{5-6} = 0,0412 \cdot 860 = 35,43$ л/с;
$l_{6-1}=1115$ м	$Q_{\Pi}^{6-1} = 0,0412 \cdot 1115 = 45,97$ л/с;
$l_{3-6}=1200$ м	$Q_{\Pi}^{3-6} = 0,0412 \cdot 1200 = 49,41$ л/с;
$\sum l = 6865$ м	$\sum Q_{\Pi} = 282,73$ л/с;

$$\sum Q_{\Pi} = 282,73 \text{ л/с, что равно } Q - q_{\text{сост}} = 282,73 \text{ л/с}$$

Таким образом, сумма путевых расходов всех расчетных участков сети должна равняться полному секундному расходу воды для населения города.

На основании значений путевых расходов определяют узловые расходы в расчетных точках сети. Следовательно, узловой сосредоточенный расход в каждом узле сети равняется полусумме путевых расходов всех участков сети, примыкающих к данному узлу.

Вычисленные путевые расходы воды отдельных участков заменяем узловыми расходами по формуле:

$$Q_{\text{узн}} = 0,5 \sum Q_{\Pi}, \text{ л/с,} \quad (1.26)$$

$$Q_{\text{узн}}^1 = \frac{Q_{\Pi}^{(1-2)} + Q_{\Pi}^{(6-1)}}{2} = \frac{32,91 + 45,97}{2} = 39,53 \text{ л/с;}$$

$$Q_{\text{узн}}^2 = \frac{Q_{\Pi}^{(1-2)} + Q_{\Pi}^{(2-3)}}{2} = \frac{32,91 + 40,98}{2} = 36,90 \text{ л/с;}$$

$$Q_{\text{узн}}^3 = \frac{Q_{\Pi}^{(2-3)} + Q_{\Pi}^{(3-4)} + Q_{\Pi}^{(3-6)}}{2} = \frac{40,98 + 34,82 + 49,41}{2} = 62,55 \text{ л/с;}$$

$$Q_{\text{узн}}^4 = \frac{Q_{\Pi}^{(3-4)} + Q_{\Pi}^{(4-5)}}{2} = \frac{34,82 + 43,21}{2} = 39,02 \text{ л/с;}$$

$$Q_{\text{узн}}^5 = \frac{Q_{\Pi}^{(4-5)} + Q_{\Pi}^{(5-6)}}{2} = \frac{43,21 + 35,43}{2} = 39,42 \text{ л/с;}$$

$$Q_{\text{узн}}^6 = \frac{Q_{\Pi}^{(5-6)} + Q_{\Pi}^{(3-6)} + Q_{\Pi}^{(6-1)}}{2} = \frac{35,43 + 49,41 + 45,97}{2} = 65,31 \text{ л/с;}$$

$$\sum Q_{\text{узн}} = 282,73 \text{ л/с.}$$

1.5. Гидравлический расчёт кольцевой водопроводной сети

1.5.1. Подготовка сети к расчёту

Вычисленные путевые и узловые расходы выписываем на расчётную схему (рис. 1.2). На расчётной схеме указываем стрелками направления движения воды, с целью подачи её по кратчайшему расстоянию к наиболее отдалённым точкам сети, а затем предварительно намечаем количество воды, которое должен пропустить каждый расчётный участок магистральной сети.

За расчетный участок принимают участок магистральной линии между узловыми точками 1-2, 2-3, 3-4 и т.д. Распределение расчётных расходов выполняется с соблюдением следующих правил:

- распределение расчётных расходов начинается от диктующей точки сети (наиболее неблагоприятно расположенная точка сети: наиболее высоко расположенная, наиболее удалённая и т.п.) – в рассматриваемом примере т.4;

- определение значения расчётного расхода производится с учётом одного из законов Кирхгофа $\sum q = 0$, характеризующий баланс расхода воды в узле: алгебраическая сумма расходов в узле равна нулю, т.е. сумма приходящих в узел расходов равна сумме уходящих расходов.

Таким образом, на расчётную схему надо нанести:

1. узловые расходы $Q_{узн}$;
2. длины расчётных участков l ;
3. сосредоточенные расходы отдельных крупных потребителей $q_{соср}$;
4. предварительно намеченные расчётные расходы $Q_{расч}$;
5. общий расход, который подаётся в сеть $Q_{общ}$.

Примечание: цифрами в кружках обозначены номера узлов, а римскими цифрами – номера колец.

В основе гидравлического расчёта кольцевой водопроводной сети положено два закона движения воды

- первый закон: устанавливает зависимость расходов, приходящих к узлу и уходящих от него. Согласно этому закону алгебраическая сумма расходов в каждом узле равна нулю $\sum q = 0$,

где $\sum q$ -сумма узлового и сосредоточенного в нём расходов;

- второй закон: устанавливает зависимость между потерями напора в каждом замкнутом контуре. Согласно этому закону алгебраическая сумма потерь напора в каждом замкнутом контуре сети равна нулю $\sum h = 0$.

При выполнении гидравлического расчёта допускается невязка потерь напора $\Delta h \leq \pm 0,5$.

По намеченным приближённым расчётным расходам каждого участка, пользуясь таблицами Шевелева Ф.А. подбирается диаметр участков сети и скорость движения воды на нём. Удельное сопротивление труб находится по табл. 1.4.

Таблица 1.4 - Удельное сопротивление труб

$D, \text{мм}$	Величина удельного сопротивления A для q , л/с	$D, \text{мм}$	Величина удельного сопротивления A для q , л/с
50	$13360 \cdot 10^{-6}$	450	$0,119 \cdot 10^{-6}$
80	$1044 \cdot 10^{-6}$	500	$0,068 \cdot 10^{-6}$
100	$399 \cdot 10^{-6}$	600	$0,026 \cdot 10^{-6}$
125	$103,5 \cdot 10^{-6}$	700	$0,012 \cdot 10^{-6}$
150	$39,54 \cdot 10^{-6}$	800	$0,0057 \cdot 10^{-6}$
200	$8,608 \cdot 10^{-6}$	900	$0,0031 \cdot 10^{-6}$
250	$2,638 \cdot 10^{-6}$	1000	$0,0018 \cdot 10^{-6}$
300	$0,986 \cdot 10^{-6}$	1100	$0,001048 \cdot 10^{-6}$
350	$0,437 \cdot 10^{-6}$	1200	$0,00066 \cdot 10^{-6}$
400	$0,219 \cdot 10^{-6}$		

Имея для каждого участка длину l , удельное сопротивление α и поправочный коэффициент k на скорость находим сопротивление расчётной линии

$$S = A \cdot k \cdot l. \quad (1.27)$$

Поправочный коэффициент k к значениям A для новых чугунных труб выбирается согласно табл. 1.5 путём интерполяции.

Таблица 1.5 - Поправочный коэффициент k к значениям A для новых чугунных труб.

v , м/с	Значения k	v , м/с	Значения k
0,50	1,163	1,3	0,951
0,55	1,138	1,4	0,938
0,60	1,115	1,5	0,927
0,65	1,096	1,6	0,917
0,70	1,078	1,7	0,907
0,75	1,062	1,8	0,899
0,80	1,047	1,9	0,891
0,85	1,034	2,0	0,884
0,90	1,021	2,1	0,878
1,0	1,0	2,2	0,871
1,1	0,988	2,3	0,866
1,2	0,965	2,4	0,861

Потери напора на каждом участке определяются по формуле

$$h = S \cdot q^2. \quad (1.28)$$

Знак потерь напора определяется за следующим правилом:

- если направление движения воды на участке совпадает с ходом часовой стрелки, то потери напора принимаются со знаком «+»;
- если направление движения воды на участке не совпадает с ходом часовой стрелки, то потери напора принимаются со знаком «-»;

Суммарные потери напора в замкнутом контуре (кольце) получаем путём алгебраического суммирования всех потерь напора в нём. Обычно намеченное предварительное распределение расходов кольцевой сети бывает неправильным, поэтому в каждом кольце сети сумма потерь напора не удовлетворяет заданную точность $\Delta h = \pm 0,5$, поэтому необходимо произвести перераспределение ранее намеченных расходов. Для этого понадобится выполнить промежуточные вычисления:

- путём арифметического суммирования определяем для каждого кольца ΣSQ .

Для увязки сети предложено много способов, из которых широкое применение получил метод увязочного расхода проф. В.Г.Лобачёва – Х. Кросса по которому

$$\Delta q = -\frac{\pm \Delta h}{2 \sum S \cdot Q}, \quad (1.29)$$

где Δh - невязка кольца;

S - сопротивление участка;

Q - расчётный расход участка.

Полученное значение Δq указывает на направление поправочного расхода в кольце:

- если $+\Delta q$, то поправочный расход направляется по ходу часовой стрелки, а
- если $-\Delta q$, то поправочный расход направляется против часовой стрелки.

Затем сравниваем направление движения воды на участке и направление поправочного расхода:

- если их направление совпадает, то получаем значение поправочного расхода на этом участке со знаком «+», а
- если направления расходов не совпадают, то на этом участке знак «-».

Расчёт производится до тех пор, пока во всех кольцах не достигается заданная точность невязок потерь напора, т.е. $\Delta h \leq \pm 0,5$. Если хотя бы в одном из колец Δh выше заданной величины – необходимо выполнить перераспределение расходов во всех кольцах.

Расчёт сети по методу проф. В.Г. Лобачёва-Кросса производится в табличной форме (табл.1.6).

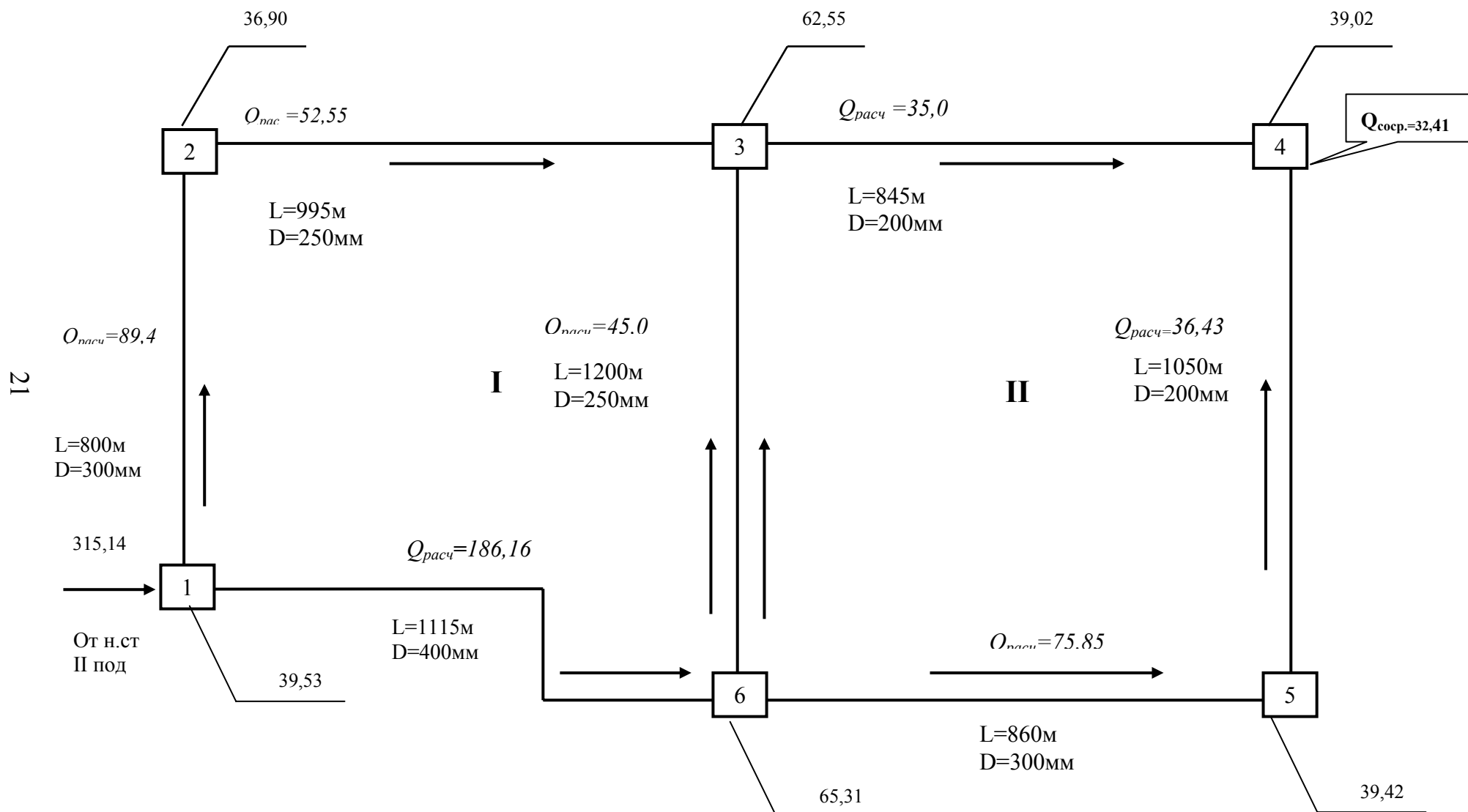


Рис. 1.2 -Схема расчета водопроводной сети

Таблица 1.6- Гидравлический расчёт сети по методу В.Г.Лобачёва - Х. Кросса

№ коль ца	№ уч- ка	Дли на уч- ка <i>l</i> , м	Диа- метр <i>D</i> , мм	Уд. сопро- тивл. <i>A</i> · 10 ⁻⁶	Предварительное распределение расходов						1 исправление			
					<i>q</i> , л/с	<i>v</i> , м/с	<i>k</i>	$S = A \cdot k \cdot l \cdot 10^{-3}$	$h = S \cdot q^2$	$S \cdot q \cdot 10^{-3}$	Δq , л/с	<i>q</i> , л/с	$h = S \cdot q^2$	$S \cdot q \cdot 10^{-3}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	1-2	800	300	0,986	89,45	1,24	0,959	0,7565	+6,05	67,67	+1,48	90,93	+6,25	68,79
	2-3	995	250	2,638	52,55	1,05	0,994	2,6091	+7,21	137,11	+1,48	54,03	+7,62	140,97
	3-6	1200	250	2,638	45,00	0,90	1,021	3,2321	-6,55	145,44	-1,48-2,19	41,33	-5,52	133,58
	6-1	1115	400	0,219	186,16	1,47	0,930	0,2271	-7,87	42,28	-1,48	184,68	-7,75	41,94
									-1,16	392,50			+0,60	385,28
		$\Delta h = -1,16$ $\sum S \cdot q = 392,50 \cdot 10^{-3}$ $\Delta q_1 = -\frac{-1,16}{2 \cdot 392,5 \cdot 10^{-3}} = +1,48$									$\Delta h = +0,60$ $\sum S \cdot q = 385,28 \cdot 10^{-3}$ $\Delta q_1 = -\frac{+0,60}{2 \cdot 385,28 \cdot 10^{-3}} = -0,79$			
II	3-4	1200	200	8,608	35,00	1,09	0,990	10,2263	+12,53	357,92	-2,19	32,81	+11,09	335,52
	4-5	845	200	8,608	36,43	1,13	0,981	7,1356	-9,47	259,95	+2,19	38,62	-10,64	275,58
	5-6	1050	300	0,986	75,85	1,04	0,995	1,0301	-5,93	78,13	+2,19	78,04	-6,27	80,39
	6-3	1200	250	2,638	45,00	0,90	1,021	3,2321	+6,55	145,44	-2,19-1,48	41,33	+5,52	133,58
									+3,68	841,44				825,07
		$\Delta h = +3,68$ $\sum S \cdot q = 841,44 \cdot 10^{-3}$ $\Delta q_2 = -\frac{+3,68}{2 \cdot 841 \cdot 10^{-3}} = -2,19$									$\Delta h = -0,30$ $\sum S \cdot q = 825,07 \cdot 10^{-3}$ $\Delta q_2 = -\frac{-0,30}{2 \cdot 825,07 \cdot 10^{-3}} = +0,18$			

продолжение таблицы 1.7.

№ коль ца	№ уч- ка	II исправление				III исправление				IV исправление			
		$\Delta q, \text{ л/с}$	$q, \text{ л/с}$	$h = S \cdot q^2$	$S \cdot q \cdot 10^{-3}$	$\Delta q, \text{ л/с}$	$q, \text{ л/с}$	$h = S \cdot q^2$	$S \cdot q \cdot 10^{-3}$	$\Delta q, \text{ л/с}$	$q, \text{ л/с}$	$h = S \cdot q^2$	$S \cdot q \cdot 10^{-3}$
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
I	1-2	-0,79	90,14	+6,15	68,19	+0,05	90,19	+6,15	68,23	-0,43	89,76	+6,10	
	2-3	-0,79	53,24	+7,40	138,91	+0,05	53,29	+7,41	139,04	-0,43	52,86	+7,29	
	3-6	+0,79+0,1 8	42,30	-5,78	136,72	-0,05-1,30	40,95	-5,42	132,35	+0,43+1,24	42,62	-5,87	
	6-1	+0,79	185,47	-7,81	42,12	-0,05	185,42	-7,81	42,11	+0,43	185,85	-7,84	
				-0,04	385,94			+0,33	381,73			-0,32	
		$\Delta h = -0,04 \quad \sum S \cdot q = 385,94 \cdot 10^{-3}$ $\Delta q_1 = -\frac{-0,04}{2 \cdot 385,94 \cdot 10^{-3}} = +0,05$				$\Delta h = +0,33 \quad \sum S \cdot q = 381,73 \cdot 10^{-3}$ $\Delta q_1 = -\frac{+0,33}{2 \cdot 381,73 \cdot 10^{-3}} = -0,43$				$\Delta h = -0,32$			
II	3-4	+0,18	32,99	+11,13	337,37	-1,30	31,69	+10,27	324,07	+1,24	32,93	+11,09	
	4-5	-0,18	38,44	-10,54	274,29	+1,30	39,74	-11,27	283,57	-1,24	38,50	-10,58	
	5-6	-0,18	77,86	-6,24	80,20	+1,30	79,16	-6,45	81,54	-1,24	77,92	-6,25	
	6-3	+0,18+0,7 9	42,30	+7,81	136,72	-1,30-0,05	40,95	+5,42	132,35	+1,24+0,43	42,62	+5,87	
				+2,16	828,58			-2,03	821,53			+0,13	
		$\Delta h = +2,16 \quad \sum S \cdot q = 828,58 \cdot 10^{-3}$ $\Delta q_2 = -\frac{+2,16}{2 \cdot 828,58 \cdot 10^{-3}} = -1,30$				$\Delta h = -2,03 \quad \sum S \cdot q = 821,53 \cdot 10^{-3}$ $\Delta q_2 = -\frac{-2,03}{2 \cdot 821,53 \cdot 10^{-3}} = +1,24$				$\Delta h = +0,13$			

1.4. Построение линии пьезометрического давления

В любой точке наружной водопроводной сети напор должен быть достаточным для того, чтобы вода под его действием могла поступать из наружной по внутренней водопроводной сети до самого верхнего и наиболее отдаленного водоразборного прибора.

Пьезометрическую линию обычно строят исходя из величины напора в характерных узловых точках, поэтому пьезометрическая линия представляет собой максимальную линию. При построении пьезометрической линии исходят из условия, что в диктующей точке, т.е. в точке, наиболее удалённой от источника и имеющую наибольшую отметку, напор должен быть не ниже нормативного.

Величину требуемого свободного напора в сети водопровода населённых мест вычисляют исходя из следующих условий: 10 м принимается на первый этаж и по 4 м на каждый последующий:

$$H_{св} = 10 + 4(n - 1), \quad (1.30)$$

где n - количество этажей.

Построение пьезометрической линии начинаем с выбора на генплане диктующей точки, свободный напор которой равен принимаемому в зависимости от этажности застройки.

Таким образом, давление в начале сети, принимая этажность равную 6, находим следующим образом:

$$H_{св} = 10 + 4(6 - 1) = 30 \text{ м}$$

Пьезометрическую отметку для первой точки (т.4) находят путем суммирования соответствующей отметки земли и свободного напора в данной точке:

$$П = z + H_{св} \quad (1.31)$$

Пьезометрическая отметка каждой последующей точки равна пьезометрической отметке предыдущей точки плюс потери напора на участке

между этими узловыми точками. Свободный напор последующей точки равен пьезометрической отметке минус отметка поверхности.

$$H_{св} = \Pi_{n-1} - z \quad (1.32)$$

Пьезометрические отметки в последующих точках находят путем суммирования отметки земли и потерь напора на данном участке:

$$\Pi = \Pi_{n-1} + h$$

Далее приведены расчёты, связанные с построением линии пьезометрического давления, которые в итоге сводим в табл. 1.6.

$$\Pi_4 = 107,5 + 30 = 137,5\text{м}$$

$$\Pi_3 = 137,5 + 11,09 = 148,59\text{м}$$

$$H_3 = 148,59 - 106,0 = 42,59\text{м}$$

$$\Pi_2 = 148,59 + 7,29 = 155,88\text{м}$$

$$H_2 = 155,88 - 107,0 = 48,88\text{м}$$

$$\Pi_1 = 155,88 + 6,10 = 161,98\text{м}$$

$$H_1 = 161,98 - 104,5 = 57,48\text{м}$$

На основании расчётных данных производим построение линии пьезометрического давления (рис. 1.3.)

Таблица 1.8 - Расчетные данные для построения линии пьезометрического давления.

№ точки	№ Участка	Длина участка, м.	Потери напора, м	Свободный напор, м	Отметки поверхности земли	Пьезометрические отметки
4				30	107,5	137,5
3	3-4	845	11,09	42,59	106,0	148,59
2	2-3	995	7,29	48,88	107,0	155,88
1	1-2	800	6,10	57,48	104,5	161,98

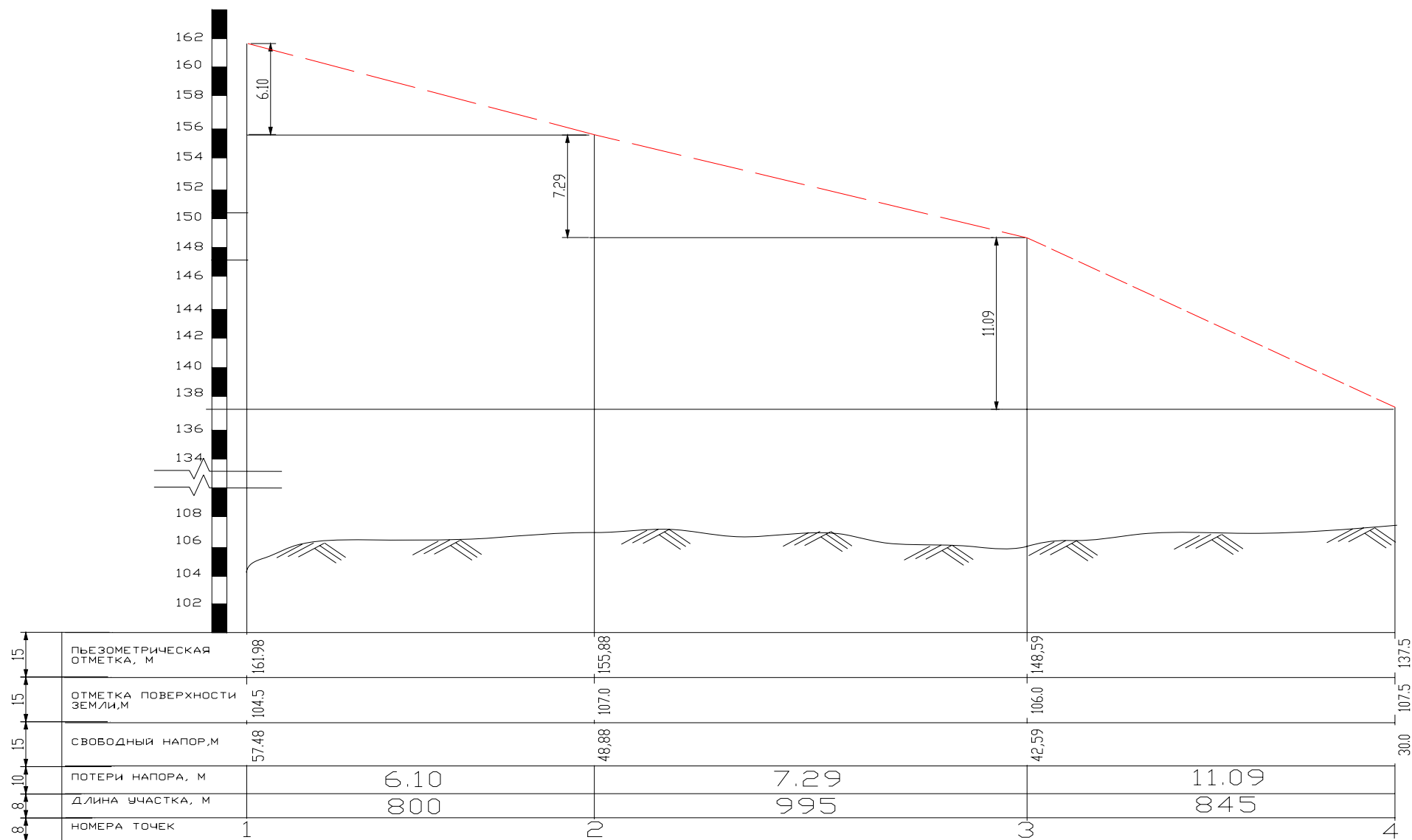


Рис. 1.3. - Линия пьезометрического давления. Мг 1:10000. Мв 1:200.

II. ВОДООТВЕДЕНИЕ

2. РАСХОДЫ СТОЧНЫХ ВОД

Пользуясь планом в горизонталях (рис.2.1.) т.е. схемой притока сточных вод в главный коллектор), следует все канализуемую территорию разбить на бассейны канализования, что облегчает выбор направления движения сточных вод по трубам проектируемой канализационной сети.

Как правило, направление движения потока сточных вод должно следовать за падением рельефа местности. Особо выделяют трассу главного коллектора, намечают место главной насосной станции (рис. 2.2.).

Для гидравлического расчета канализационной сети при определении расчетных расходов принимают среднесуточную норму водоотведения, равную норме водопотребления (табл. 2.2.). Исходные данные для выполнения проекта представлены в таблице 2.2.

Расчет водоотводящей сети и сооружений производится на расчетные расходы.

Под *расчетным расходом* сточных вод подразумевается наиболее возможный расход, который может поступить на сооружения, и зависит он от удельного водоотведения, коэффициента неравномерности, плотности застройки и площади населенного пункта.

2.1. Определение расходов бытовых и производственных сточных вод

Расход сточных вод от населения

Среднесуточный расход, м³/сут

$$Q_{mid} = \frac{N \cdot q_{\delta}}{1000} \quad (2.1)$$

Средний секундный расход, л/с

$$q_{mid.s} = \frac{N \cdot q_{\delta}}{86400} \quad (2.2)$$

Расчетный расход, л/с

$$q_{\max.s} = q_{\text{mid.s}} \cdot K_{\text{gen.max}}, \quad (2.3)$$

где N – расчетная численность населения: $N = P \cdot F$, человек;

P – плотность населения, чел/га;

F – площадь жилых кварталов, га;

q_{δ} – удельное водоотведение, л/сут на одного жителя;

$K_{\text{gen.max}}$ – общий максимальный коэффициент неравномерности притока сточных вод (Приложение 1).

Для упрощения расчета притоков сточных вод в сети водоотведения в инженерной практике используют понятие "модуль расхода" или *модуль стока*.

Модуль стока определяется для селитебных территорий (для каждого района или квартала с различными плотностями населения и удельными нормами водоотведения). **Модуль стока** – расход сточных вод с единицы площади жилых кварталов, определяется по формуле

$$q_0 = \frac{q_{\delta} \cdot P}{86400}, \text{ л/с} \cdot \text{га} \quad (2.4)$$

Если модуль стока умножить на соответствующую площадь квартала, то получится средний приток сточных вод с этого квартала, л/с:

$$q_{\text{mid.s}} = q_0 \cdot F. \quad (2.5)$$

2.2. Последовательность проектирования водоотводящей сети

1. Пользуясь планом в горизонталях, следует тщательно изучить рельеф местности населенного пункта, для которого проектируется канализация.

2. Как правило, направление движения потока сточных вод или уклонов труб должно следовать за падением рельефа местности. В соответствии с этим правилом на план по оси уличных проездов наносят коллекторы и сети канализуемой территории.

Особо нужно выделить трассу главного коллектора. Наметить место главной насосной станции и трасс напорных трубопроводов от нее. Трассы напорных трубопроводов обозначить синим цветом, а трассы самотечных коллекторов и сетей – красным.

3. Пронумеровать все пятна застройки или кварталы селитебной территории. Рекомендуется номера располагать в левом верхнем углу каждого квартала, в числителе, а площадь квартала в гектарах (га) в знаменателе.

Площади, отведенные под зеленые насаждения, не нумеруются. На территориях, отведенных под промышленные предприятия, написать их наименование или пронумеровать (см. рис. 2.1).

5. Заполнить столбцы 2, 3 и 4 табл. 2.1 в соответствии с заданием. Затем определить модуль стока по формуле (2.4) и умножением его на площадь получить средний секундный расход и занести в графу 6. Умножением площади квартала на плотность населения определяем численность населения в этом квартале и заносим в графу 7.

Таблица 2.1 – Расчет численности населения и среднего расхода сточных вод

Номер квартала	Площадь F , га	Плотность населения P , чел/га	Удельное водоотведение q_s , л/(чел·сут)	Модуль стока q_0 , л/(с·га)	Средний секундный расход $q_{mid.s}$, л/с	Численность населения N , чел.
1	2	3	4	5	6	7

6. Просуммировав столбцы 2, 6 и 7 (табл. 2.1), получаем общую селитебную площадь города, средний секундный расход сточных вод и общую численность населения в городе.

7. На генеральном плане города с нанесенными трассами уличных, районных и главных коллекторов следует пронумеровать расчетные участки.

8. Составить таблицу (см. табл. 2.2) и произвести гидравлический расчет главного коллектора, заполняя соответствующие колонки данной таблицы.

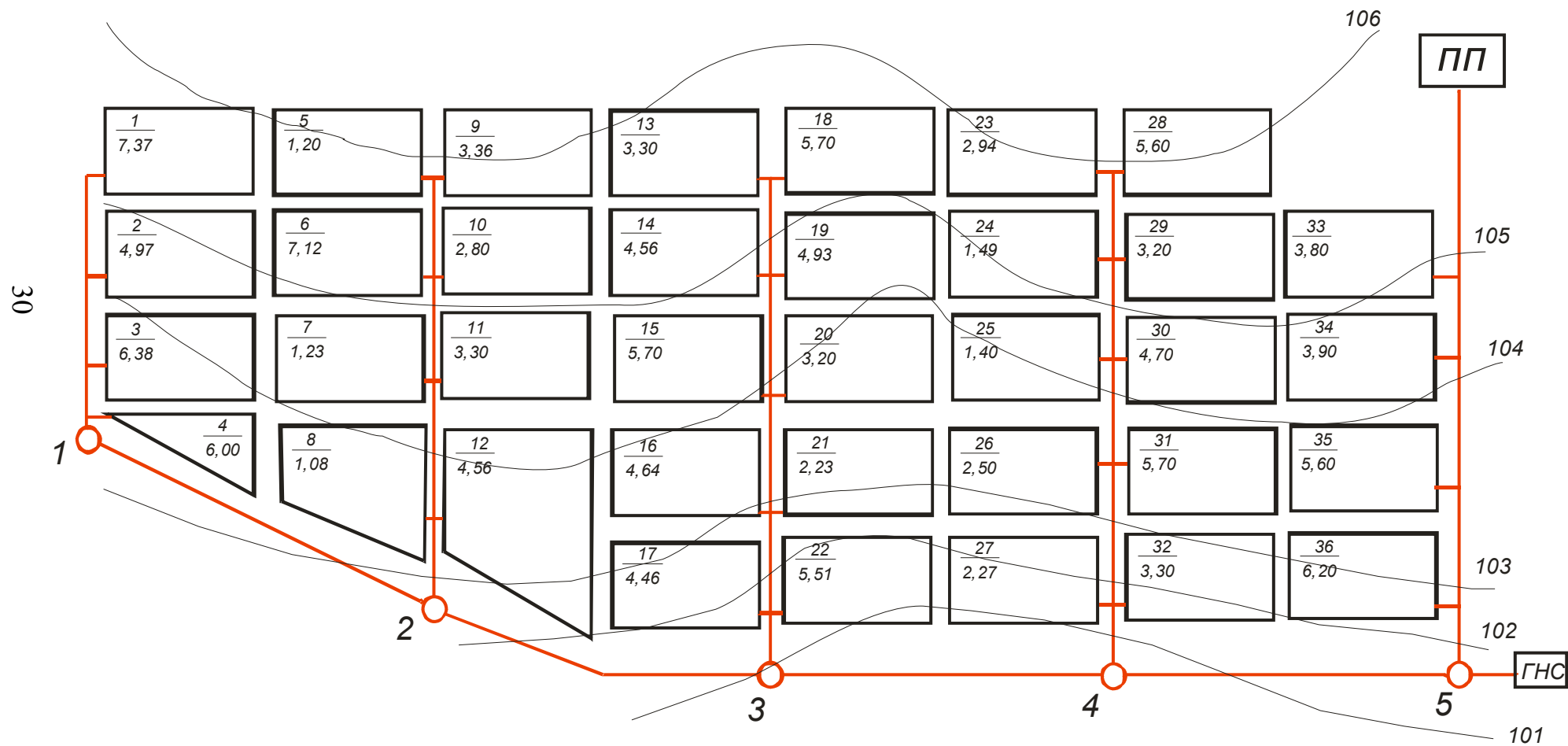


Рис. 2.1 – Образец схематического плана района города с канализационной сетью

Таблица 2.2 - Гидравлический расчет главного коллектора

№№ участков	№№ кварталов	Модуль расхода, л/(с·га)	Площадь, га	Расходы, л/с				Коэффициент неравномерности	Расчетный расход от населения, л/с	Промпредприятия		Общий расчетный расход, л/с	D, мм	H/D	V, м/с	i	L, м	Пропускная способность при max H/D в л/с	Примечание
				попутный	боковой	транзитный	итого			№№	Сосредоточенный расход, л/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

При определении расчетного расхода сточных вод на расчетном участке используют понятия *транзитного*, *бокового*, *попутного* и *сосредоточенного* расходов.

Транзитный расход – расход на предшествующем расчетном участке; **боковой** – расход, поступающий с боковой ветки; **попутный** – расход, поступающий с прилегающего квартала; **сосредоточенный** – расход от предприятий.

Попутный расход поступает по всей длине участка, а транзитный, боковой и сосредоточенный расходы поступают в начало участка.

Расчетный расход сточных вод на отдельном участке сети определяется как сумма транзитного, бокового и попутного расходов, умноженная на максимальный коэффициент неравномерности $K_{gen. max}$ (табл. 2.3).

Таблица 2.3 - Коэффициенты неравномерности притока сточных вод в зависимости от расхода (табл. 2 СНиП [5])

Общий коэффициент неравномерности притока сточных вод	Средний расход сточных вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 и более
Максимальный $K_{gen. max}$	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44
Минимальный $K_{gen. min}$	0,38	0,45	0,5	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

Так, для участка 1-2 главного коллектора (см. рис. 2.1) приток сточных вод от кварталов 1-4 является *боковым*, на участке 5-ГНС – от кварталов 33-36

– боковой, от участка 4-5 – транзитный, а от промпредприятия – сосредоточенный.

Рассчитав таким образом приток сточных вод в водоотводящую сеть, можно начинать делать гидравлический расчет коллектора. Все расчеты сводятся в таблицу (табл. 2.5).

9. Сосредоточенным расходом может быть не только расход от промпредприятия, но и от насосной станции (определяется по графику откачки сточных вод) и т.д.

Для данного примера таблицы 2.1 и 2.2 выглядят следующим образом:

Таблица 2.4 - Расчет численности населения и среднего расхода сточных вод

№ квартала	Площадь F, га	Плотность населения P, чел/га	Удельное водо-отведение q_0 , л/чел.·сут.	Модуль стока q_0 , л/с·га	Средний расход $q_{mid.s}$, л/с	Численность населения N, чел.
1	7,37	295	350	1,195	8,807	2174
2	4,97	295	350	1,195	5,939	1466
3	6,38	295	350	1,195	7,624	1882
4	6	295	350	1,195	7,170	1770
5	1,2	295	350	1,195	1,434	354
6	7,12	295	350	1,195	8,509	2100
7	1,23	295	350	1,195	1,470	363
8	1,08	295	350	1,195	1,291	319
9	3,36	295	350	1,195	4,015	991
10	2,8	295	350	1,195	3,346	826
11	3,3	295	350	1,195	3,944	974
12	4,56	295	350	1,195	5,449	1345
13	3,3	295	350	1,195	3,944	974
14	4,56	295	350	1,195	5,449	1345
15	5,7	295	350	1,195	6,812	1682
16	4,64	295	350	1,195	5,545	1369
17	4,46	295	350	1,195	5,330	1316
18	5,7	295	350	1,195	6,812	1682
19	4,93	295	350	1,195	5,891	1454
20	3,2	295	350	1,195	3,824	944
21	2,23	295	350	1,195	2,665	658
22	5,51	295	350	1,195	6,585	1625
23	2,94	295	350	1,195	3,513	867
24	1,49	295	350	1,195	1,781	440
25	1,4	295	350	1,195	1,673	413

продолжение табл.2.4

№ квартала	Площадь F, га	Плотность населения P, чел/га	Удельное водо-отведение q _δ , л/чел.·сут.	Модуль стока q ₀ , л/с·га	Средний расход q _{mid.s} , л/с	Численность населения N, чел.
26	2,5	295	350	1,195	2,988	738
27	2,27	295	350	1,195	2,713	670
28	5,6	295	350	1,195	6,692	1652
29	3,2	295	350	1,195	3,824	944
30	4,7	295	350	1,195	5,617	1387
31	5,7	295	350	1,195	6,812	1682
32	3,3	295	350	1,195	3,944	974
33	3,8	295	350	1,195	4,541	1121
34	3,9	295	350	1,195	4,661	1151
35	5,6	295	350	1,195	6,692	1652
36	6,2	295	350	1,195	7,409	1829
Итого	146,20				174,712	43129

Таблица 2.5 - Гидравлический расчет главного канализационного коллектора города

№№ участков	№№ кварталов	Модуль расхода, л/(с·га)	Площадь, га	Расходы, л/с				Коэффициент неравномерности	Расчетный расход от населения, л/с	Промпред- приятия		Общий расчетный расход, л/с	D, мм	H/D	V, м/с	i	l, м	Пропускная способность при max H/D в л/с	Примечание
				попутный	боковой	транзитный	итого			№№	Сосредоточенный расход, л/с								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1-2	1-4	1,195	24,72	-	29,541	-	29,541	1,836	54,237	-	-	54,237							
2-3	5-12	1,195	24,65	-	29,457	29,541	58,998	1,682	99,235	-	-	99,235							
3-4	13-22	1,195	44,23	-	52,856	58,998	111,854	1,597	178,631	-	-	178,631							
4-5	23-32	1,195	33,10	-	39,555	111,854	151,409	1,587	240,287	-	-	240,287							
5-ГНС	33-36	1,195	19,50	-	23,303	151,409	174,712	1,581	276,220	1	32,410	308,630							

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамович И.А. Сети и сооружения водоотведения. Расчет, проектирование, эксплуатация. – Харьков, 2005. – 288 с.
2. Душкин С.С., Сорокина Е.Б., Благодарная Г.И. Водоснабжение и канализация. – Харьков: ХГАГХ, 2001.
3. Калицун В.М. Водоотводящие системы и сооружения. – М., 1987. – 335 с.
4. Конспект лекций по учебной дисциплине «Водоотведение» (для студентов 4 курса дневной и заочной форм обучения специальности 6.092600 - Водоснабжение и водоотведение) / Сост.: Козловская С.Б., Ковалёва Е.А. – Харьков: ХНАГХ, 2007. – 98 с..
5. СНиП 2.04.03-85. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1986. – 72 с.
6. СНиП 2.09.04-87. Строительные нормы и правила. Административные и бытовые здания. – М.: Стройиздат, 1988. – 15 с.
7. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Калицун В.И. Водоотведение и очистка сточных вод. Учебник для ВУЗов. – М.: Стройиздат, 1996. – 392 с.

Исходные данные для выполнения курсового проекта по курсу «Теория сетей ВВ»

36

№. Вар	Норма водопотребл, л/сут	Удельн. расход воды, м³/т	Производит. предпр, т	Кол-во работающих	Колво работающих в макс. смену.	Длина ,м								Этаж-ность		
						№ кольца	Номер участка				№ кольца	Номер участка				
							1-2	2-3	3-6	1-6		3-4	4-5		5-6	3-6
1	450	5,5	226	5200	3800	I	800	995	1200	1115	II	845	1050	860	1200	6
2	400	5,7	325	6500	4200		750	990	1100	1110		800	1000	850	1100	7
3	350	4,8	123	4250	3500		820	950	1150	1100		850	1100	800	1150	4
4	300	2,3	546	7500	5900		815	970	1300	1118		855	1025	810	1300	5
5	320	8,0	123	5100	3500		810	985	1350	1150		825	1020	825	1350	8
6	315	5,7	265	6300	4200		760	980	1220	1250		830	1100	795	1220	9
7	250	4,5	426	5300	2800		780	992	1200	1100		840	1000	815	1200	7
8	325	5,2	362	4500	2790		805	975	1250	1130		835	1030	805	1250	6
9	400	3,0	450	6500	4100		790	920	1240	1110		808	1010	845	1240	5
10	420	4,7	120	2600	1750		770	960	1225	1150		822	1110	820	1125	7
11	415	8,0	235	7800	5800		775	950	1105	1125		845	1015	835	1105	4
12	425	7,8	532	6900	3600		810	930	1245	1111		810	1040	810	1245	8
13	430	5,4	632	5890	3250		850	920	1205	1115		855	1035	850	1205	7
14	340	5,5	420	4560	2360		760	925	1235	1108		815	1020	840	1235	9
15	360	6,2	520	3590	1980		815	965	1105	1140		820	1045	870	1105	6
16	380	4,7	450	4780	2560		810	995	1220	1100		810	1090	825	1220	5
17	370	4,6	625	6300	3800		765	960	1240	1120		850	1100	830	1240	4
18	280	9,0	540	9630	5625		790	935	1200	1130		840	1050	850	1200	8
19	360	5,6	460	8750	4890		830	965	1210	1150		855	1110	840	1210	7
20	350	7,8	480	4500	3100		860	980	1300	1005		835	1095	870	1300	9
21	410	5,6	475	6500	2780		805	960	1270	1105		845	1035	880	1270	8
22	425	4,5	520	4250	2600		820	955	1310	1000		860	1070	865	1310	5
23	325	4,9	350	5600	3210		835	975	1300	1190		650	1055	840	1300	7
24	415	3,6	480	8900	4850		795	950	1320	1180		820	1060	855	1320	6
25	475	8,7	250	7850	3870		800	985	1305	1200		835	1000	860	1305	9

продолжение - Исходные данные по вариантам для выполнения проекта

№ кв	Площади кварталов, га																								
	№ варианта																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1,08	6,68	5,13	7,38	6,95	5,99	6,03	6,95	7,12	7,23	8,21	6,23	5,92	6,03	6,05	6,15	6,23	6,91	7,02	7,15	8,02	7,12	8,31	6,12	7,21
2	3,36	3,78	4,92	3,81	4,71	4,83	5,21	4,02	5,11	3,87	4,85	4,18	4,22	3,99	5,13	3,53	4,92	5,05	4,33	5,03	5,17	4,95	4,71	4,21	4,81
3	2,80	5,94	3,97	6,12	6,02	6,15	5,98	4,87	6,15	3,45	6,25	4,96	6,18	5,96	7,15	7,22	6,21	7,93	5,35	8,01	6,33	6,20	5,33	5,87	6,18
4	3,30	5,53	4,28	6,51	6,19	5,89	5,93	6,18	5,87	6,23	6,47	6,17	6,51	6,22	6,28	6,19	6,18	6,31	6,15	5,93	5,87	6,18	6,01	5,92	6,20
5	4,56	2,70	3,21	3,15	2,17	1,99	2,15	1,29	1,37	1,93	1,42	3,18	3,03	2,38	1,57	2,15	2,22	2,65	3,05	2,98	2,38	2,34	1,33	1,19	2,81
6	3,30	6,53	6,17	5,84	6,22	5,71	5,19	5,72	5,55	6,15	5,43	5,86	5,36	5,85	6,17	5,98	5,73	5,34	5,75	6,18	5,99	5,88	6,19	5,87	6,20
7	4,56	1,20	1,15	1,23	1,49	1,39	1,25	1,37	1,32	1,47	1,35	1,27	1,27	1,33	1,37	1,33	1,28	1,39	1,29	1,19	1,42	1,15	1,30	1,45	1,33
8	5,73	2,03	2,03	2,05	1,98	2,71	2,33	1,95	2,93	1,96	1,05	1,52	1,47	1,39	1,35	2,08	2,34	1,58	1,37	1,27	1,17	1,19	1,98	1,73	1,68
9	4,64	3,21	3,37	3,95	3,22	3,33	3,35	3,38	3,20	3,52	3,19	3,47	3,39	3,03	3,00	3,47	2,98	3,03	3,41	3,38	3,05	3,01	3,43	3,09	3,45
10	4,46	2,51	2,83	2,83	2,92	2,63	2,38	2,39	2,33	2,42	2,68	2,33	2,51	2,48	2,68	2,71	2,53	2,63	2,55	2,78	2,79	2,57	4,53	2,78	2,83
11	5,71	3,63	3,18	3,51	3,34	3,61	3,63	3,43	3,68	3,29	3,31	3,35	3,58	3,29	3,55	3,18	3,20	3,31	3,17	3,32	3,15	3,18	3,38	3,21	3,36
12	4,93	4,28	4,51	4,48	4,41	4,55	4,42	4,57	4,84	4,59	1,37	4,58	4,28	4,61	4,63	4,32	4,71	4,67	4,33	4,72	4,29	4,80	4,35	4,58	4,31
13	3,20	3,72	3,31	2,38	3,59	3,51	3,47	3,57	3,99	3,81	3,82	3,78	3,79	3,32	3,73	3,96	3,68	3,75	3,36	3,71	3,83	3,39	3,42	3,41	3,43
14	2,23	4,37	4,91	5,28	5,26	4,44	4,38	4,98	4,72	5,23	1,55	5,01	4,68	4,83	5,02	4,85	4,57	3,01	5,15	5,03	4,59	5,17	5,15	4,61	5,19
15	5,51	5,68	5,66	5,65	6,51	5,21	5,35	6,68	5,67	5,78	6,15	6,12	6,18	6,17	5,61	5,38	6,20	5,55	5,92	6,25	6,13	6,01	6,71	6,03	5,93
16	7,37	4,25	4,64	4,27	4,26	4,19	4,27	4,15	4,28	4,31	4,63	4,45	4,61	4,33	4,68	4,62	4,55	5,26	4,19	4,61	4,93	5,15	4,59	5,21	4,58
17	4,97	4,51	4,18	4,20	4,35	4,68	4,73	4,26	4,63	4,71	4,45	4,69	4,28	4,31	4,58	1,48	1,72	1,65	4,31	4,81	4,74	4,37	4,79	4,80	4,39
18	6,38	5,68	5,67	5,60	5,69	5,55	5,53	5,58	5,70	5,72	5,20	5,01	5,18	5,87	5,21	5,75	5,83	5,17	5,81	5,79	5,80	5,70	5,81	5,63	5,68
19	6,00	4,92	7,81	4,90	4,87	4,19	4,63	4,88	4,83	4,20	4,68	4,19	4,33	4,53	4,85	4,58	4,63	4,59	4,65	4,63	4,87	4,70	1,70	4,71	4,89
20	1,20	3,25	3,31	3,38	3,42	3,32	3,15	3,40	6,16	3,29	3,28	3,50	3,30	3,70	3,68	3,51	3,35	3,72	3,52	3,65	3,74	3,53	3,41	3,68	3,69
21	7,12	2,73	2,81	2,83	2,68	2,54	2,47	2,37	2,43	2,55	4,48	2,81	2,57	2,35	2,57	2,33	2,87	2,41	2,38	2,40	2,89	2,31	2,33	2,93	2,22
22	1,23	5,33	5,83	5,77	5,90	5,81	5,34	5,55	5,35	5,49	5,33	5,51	5,36	5,68	5,43	5,41	5,67	5,78	5,38	5,45	5,47	5,61	5,44	5,80	5,46
23	2,94	2,35	2,63	2,36	3,01	2,62	2,80	2,81	2,72	2,91	2,78	2,95	2,92	2,38	2,93	2,88	2,97	2,77	2,42	2,88	2,97	2,99	2,44	2,99	2,46
24	1,49	1,29	1,28	1,50	1,47	1,55	1,63	1,30	1,59	1,42	1,53	1,32	1,68	1,63	1,33	1,57	1,34	1,32	1,68	1,37	1,36	1,45	1,73	1,38	1,52
25	1,40	2,01	1,41	1,68	1,52	1,70	1,38	1,63	2,02	2,08	1,63	3,98	1,96	1,67	1,55	1,59	1,57	1,68	1,69	1,63	1,65	1,70	1,69	1,71	1,80
26	2,50	2,71	2,81	2,87	2,9	2,93	2,91	2,59	2,57	2,63	2,73	2,55	2,83	2,78	2,75	2,67	2,79	2,76	2,80	2,83	2,85	2,77	2,87	2,89	2,88
27	2,27	3,21	2,28	3,05	2,38	2,39	3,07	2,29	2,35	2,37	2,30	2,33	2,37	3,15	3,17	2,43	2,39	2,59	2,63	2,40	2,67	2,43	2,80	2,83	2,47
28	5,63	4,80	4,89	5,55	5,57	5,50	5,62	5,60	5,98	5,97	5,93	5,71	6,02	5,73	5,72	5,75	5,89	5,88	5,81	5,71	5,63	5,67	5,91	5,82	5,71
29	3,21	3,10	3,12	3,47	3,13	3,51	3,38	3,39	3,58	3,59	3,27	3,15	3,28	3,37	3,29	3,47	3,48	3,17	3,90	3,96	3,98	3,19	3,97	3,46	3,22

Продолжение

№ кв	Площади кварталов, га																								
	№ варианта																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
30	4,70	4,20	4,27	4,75	4,19	4,71	4,93	4,62	4,73	4,82	4,63	4,97	4,68	4,65	4,59	4,92	4,43	4,67	4,33	4,88	4,38	4,68	4,39	4,73	4,47
31	5,70	5,62	5,63	5,81	5,67	5,80	5,79	5,87	5,68	5,71	4,93	4,98	5,69	5,73	4,99	5,75	5,60	5,03	5,07	5,72	5,67	5,65	5,73	5,84	5,79
32	3,31	3,72	3,30	3,33	3,49	3,33	3,47	3,32	3,41	3,47	3,35	3,49	3,98	3,51	3,38	3,42	3,37	3,38	3,57	3,88	3,95	3,39	3,97	3,59	3,43
33	3,80	3,31	3,30	3,70	3,68	3,69	3,92	3,52	3,73	3,68	3,57	3,97	3,75	3,79	3,43	3,80	3,45	3,96	3,47	3,66	3,49	3,65	3,95	3,63	3,87
34	3,90	3,57	3,88	3,58	3,73	3,87	3,62	3,71	3,58	3,72	3,85	3,98	3,68	3,70	3,69	3,83	3,63	3,91	3,59	3,93	3,81	3,85	3,89	3,79	3,87
35	5,60	5,70	5,52	5,71	5,82	5,81	5,73	5,75	5,69	5,70	5,77	5,68	5,70	5,75	5,61	5,62	5,78	5,79	5,73	5,81	5,83	5,67	5,90	5,91	5,68
36	6,20	6,12	6,29	6,16	6,02	6,31	6,19	6,34	6,01	6,36	6,42	6,00	6,17	6,22	6,03	6,27	6,05	6,40	6,15	6,37	6,28	6,07	6,34	6,31	6,33
Уд. водоотв	450	400	350	300	320	315	250	325	400	420	415	500	550	340	360	480	470	380	350	350	510	525	325	415	550
Р, чел.	295	300	305	290	280	260	270	275	265	280	285	290	300	305	310	285	275	265	280	285	290	300	305	300	280

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання курсового проектування з дисципліни
«Теорія мереж водопостачання і водовідведення» (для студентів 3 курсу денної
і заочної форм навчання напряму підготовки 0926 – «Водні ресурси»)

(Рос. мовою)

Укладачі: ДУШКІН Станіслав Станіславович,
КРАМАРЕНКО Леся Василівна,
СОЛОДОВНИК Марія Володимирівна,
КОВАЛЬОВА Олена Олександрівна

Редактор: *М.З. Аляб'єв*

Комп'ютерне верстання: *Ю.П. Степась*

План 2009, поз. 148 М

Підп. до друку 06.01.2010.
Друк на ризографі
Тираж 50 пр.

Формат 60х84/1/16
Ум. друк.арк. 2,3
Зам.№ 6830

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 731 від 19.12.2001