

Задание

**на выполнение курсовой работы по водоснабжению и водоотведению
студенту факультета ГСХ курс 3, группа 9, Иванов И.И.**

выдано: 10.09.01; срок сдачи: 21.12.01

Исходные данные для проектирования:

- генеральный план юрода с промышленным предприятием в масштабе 1:5000 или 1:10000; на плане нанесены горизонтали. тающие полную картину рельефа местности, а так же нанесены поверхностные источники водоснабжения.

Расчетные данные:

- расчетная плотность населения, 196 чел/га,
- норма хозяйственно-питьевого водопотребления на 1 жителя, 310 л/сут,
- этажность застройки, 6 этажей ,
- 10% территории города, поливается автомашинами/вручную (полив осуществляется в течение 2 часов в сутки, в период с 22(22) до 24(24)
- город расположен в Северной части,
- глубина промерзания грунта, 1,95м
- отметка залегания грунтовых вод ---,
- отметки горизонта воды в водоеме:

максимального 144

минимального 140

Данные о промышленном предприятии:

- .- технологический расход, 75 л/с,
- часы работы предприятия 8-16; 16-24,
- количество работников, 710 чел., из них 12% в горячих цехах:
- пользуются душем в цехах:
- горячих 90%, холодных 20%,
- экономический фактор 0,75 .

Курсовая работа состоит из пояснительной записки с расчетами и графической части (лист формата А2).

Раздел «Водоснабжение города»

Данный раздел должен включать следующие подразделы:

1. Расчет водопотребления города и составление сводной таблицы водопотребления.
2. Построение графиков водопотребления города и работы насосной станции второго подъема (Н.С.- II).
3. Определение емкости и размеров бака водонапорной башни.
4. Подготовка сети к гидравлическому расчету.
5. Гидравлический расчет (увязка) водопроводной сети города.
6. Определение диаметров водоводов, напора насосов и высоты водонапорной башни.

Каждый подраздел в обязательном порядке должен содержать необходимые таблицы, графики и рисунки (см. ниже).

1. Расчет водопотребления города и составление сводной таблицы водопотребления

Цель расчета сводится к определению расходов воды: на хозяйственно-питьевые нужды населения (а), на поливку территорий (б), на нужды местной промышленности (в) и промышленных предприятий (г).

а). Определение расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населения

Численность населения города рассчитывается по формуле:

$$N = S \times \rho \text{ (чел.)}, \\ N = 250 \times 196 = 49000 \text{ (чел.)},$$

где ρ - плотность населения, чел. /га (принимается по заданию);

S - площадь города, га (принимается по расчету).

Среднесуточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды определяется по формуле:

$$Q_{\text{ср.сут.}} = q \times N / 1000 \text{ (м}^3\text{/сут)}, \\ Q_{\text{ср.сут.}} = 310 \times 49000 / 1000 = 15190 \text{ (м}^3\text{/сут)},$$

где q - удельное водопотребление, л/сут. на 1 чел. (принимается по заданию);

N - численность населения города, чел.

Максимальный суточный расход воды определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут. макс.}} = K_{\text{сут. макс.}} \times Q_{\text{ср.сут.}} \text{ (м}^3\text{/сут)}, \\ Q_{\text{сут. макс.}} = 1,1 \times 15190 = 16709 \text{ (м}^3\text{/сут)},$$

где $K_{\text{сут. макс.}}$ - коэффициент суточной неравномерности (см. СНИП, стр. 2); коэффициент учитывает уклад жизни населения, режим работы промышленных предприятий, степень благоустройства зданий и т.д. (согласно СНИП $K_{\text{сут макс}}$ рекомендуется принимать равным 1,1-1,3).

Максимальный часовой расход воды определяется по формуле:

$$Q_{\text{ч. макс.}} = K_{\text{ч. макс.}} \times Q_{\text{сут. макс.}} / 24, \\ Q_{\text{ч. макс.}} = 1,38 \times 16709 / 24 = 960,7675,$$

где $K_{\text{ч. макс.}}$ — коэффициент часовой неравномерности; согласно СНИП

$$K_{\text{ч. макс.}} = \alpha_{\text{макс.}} \times \beta_{\text{макс.}} ;$$

$$K_{\text{ч. макс.}} = 1,2 \times 1,15 = 1,38;$$

где $\alpha_{\text{макс.}}$ - коэффициент, учитывающий те же обстоятельства, что и $K_{\text{сут. макс.}}$; согласно СНИП $\alpha_{\text{макс}}$ рекомендуется принимать равным 1,2-1,4;

$\beta_{\text{мак}}$ - коэффициент, который учитывает количество жителей в населенном пункте (принимается по СниП, табл. 2, стр. 3) или по табл. 1 настоящих методических указаний.

Таблица 1

Значения $\beta_{\text{мак}}$ в зависимости от количества жителей

	Количество жителей в городе, тыс. чел.:				
	6	10	20	50	100
$\beta_{\text{мак}}$	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1

Таблица 2

Величины расходов по часам суток при разных коэффициентах часовой неравномерности $K_{\text{ч.мак}}$, %	
Часы суток	$K_{\text{ч.мак}}$, %
	1,38
0-1	3,2
1-2	3,25
2-3	2,9
3-4	2,9
4-5	3,35
5-6	3,75
6-7	4,15
7-8	4,65
8-9	5,05
9-10	5,4
10-11	4,85
11-12	4,6
12-13	4,5
13-14	4,3
14-15	4,4
15-16	4,55
16-17	4,5
17-18	4,25
18-19	4,45
19-20	4,4
20-21	4,4
21-22	4,5
22-23	4,2
23-24	3,5

б). Определение расхода воды на поливку территорий

Цель расчета - определение часового поливочного расхода воды в городе. Поливка

осуществляется дворниками (вручную) и (или) поливочными машинами.

Площадь территории полива в городе П (%) указывается в задании, а площадь территории S (га) поливаемой машинами (дворниками) определяется по формуле:

$$S_{\text{маш.}} = S_{\text{дв.}} = S \times П / 100,$$

$$S_{\text{маш.}} = 250 \times 10 / 100 = 25,$$

Нормы расхода воды на поливку машинами и дворниками составляют:

$$q_{\text{п.маш.}} = 1,2-1,5 \text{ л/м}^2 \text{ и } q_{\text{п.дв.}} = 0,4-0,5 \text{ л/м}^2 \quad (\text{СНиП табл. 3, стр. 3}).$$

Количество воды, идущее на поливку машинами и дворниками определяется по следующим формулам:

$$W_{\text{маш.}} = S_{\text{маш.}} \times q_{\text{п.маш.}} \text{ (м}^3\text{)}$$

$$W_{\text{маш.}} = 25 \times 1,2 = 30 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$W_{\text{дв.}} = S_{\text{дв.}} \times q_{\text{п.дв.}} \text{ (м}^3\text{)}$$

$$W_{\text{дв.}} = 25 \times 0,4 = 10 \text{ (м}^3\text{)}$$

Продолжительность полива $t_{\text{маш.}}$ и $t_{\text{дв.}}$, указывается в задании.

Часовой поливочный расход определяется по формулам:

$$q_{\text{ч.маш.}} = W_{\text{маш.}} / t_{\text{маш.}} \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

$$q_{\text{ч.дв.}} = W_{\text{дв.}} / t_{\text{дв.}} \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

$$q_{\text{ч.маш.}} = 30 / 2 = 15 \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

$$q_{\text{ч.дв.}} = 10 / 2 = 5 \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

в). Определение расхода воды на нужды местной промышленности

Цель расчета - определение часового расхода воды, потребляемой местной промышленностью города (магазины, рынки, предприятия общественного питания, прачечные, парикмахерские и т.д.). Местная промышленность потребляет от 10 до 15% $Q_{\text{сут.макс.}}$ с учетом расхода на полив

$$Q_{\text{м.пром.}} = (Q_{\text{сут.макс.}} + W_{\text{маш.}} + W_{\text{дв.}}) \times (0,1 \dots 0,15),$$

$$Q_{\text{м.пром.}} = (16709 + 30 + 10) \times 0,1 = 1673,9$$

Предприятия местной промышленности работают в среднем 16 часов в сутки, т.е. часовой расход определится по формуле:

$$q_{\text{ч.м.пром.}} = Q_{\text{м.пром.}} / 16 \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

$$q_{\text{ч.м.пром.}} = 1673,9 / 16 = 104,62 \text{ (м}^3\text{/ч)}$$

г). Определение расхода воды на промышленных предприятиях

Цель расчета - определение часового технологического расхода $q_{\text{ч.техн.}}$, а также расходов воды в холодных и горячих цехах (на хозяйственно-питьевые нужды и прием душа в конце смены).

Определение технологического расхода воды

Данные о величине секундного расхода воды на технологические нужды предприятия $q_{\text{с.техн.}}$, (л/с) и регламенте работы предприятия (I, II или III смены) приводятся в задании.

Часовой технологический расход определяется по формуле:

$$q_{\text{ч.техн.}} = 3,6 \times q_{\text{с.техн.}} \text{ (м}^3\text{/ч)}.$$

$$q_{\text{ч.техн.}} = 3,6 \times 75 = 270 \text{ (м}^3\text{/ч)}.$$

Суточный технологический расход $Q_{\text{сут.техн.}}$ определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут.техн.}} = q_{\text{ч.техн.}} \times t \text{ (м}^3\text{/сут)},$$

$$Q_{\text{сут.техн.}} = 270 \times 16 = 4320 \text{ (м}^3\text{/сут)},$$

где t — количество часов работы предприятия в сутки.

Определение расходов воды в холодном цехе

Количество работников цеха N_x определяется по заданию.

Норма водопотребления составляет $q_x = 25$ л/чел. ($0,025 \text{ м}^3/\text{чел.}$).

Тогда в смену на хозяйственно-питьевые нужды потребляется

$$q_{x,x-п} = N_x \times q_x \text{ (м}^3\text{/смен)}.$$

$$q_{x,x-п} = 625 \times 0,025 = 15,625 \text{ (м}^3\text{/смен)}.$$

За n смен (т.е. в сутки) будет потребляться

$$Q_{\text{сут.х.х-п.}} = q_{x,x-п.} \times n \text{ (м}^3\text{/сут)},$$

$$Q_{\text{сут.х.х-п.}} = 15,625 \times 2 = 31,24 \text{ (м}^3\text{/сут)},$$

а ежечасно

$$q_{ч.х.х-п.} = Q_{\text{сут.х.х-п.}} / t \text{ (м}^3\text{/ч)}.$$

$$q_{ч.х.х-п.} = 31,25 / 16 = 1,95 \text{ (м}^3\text{/ч)}.$$

Количество работников цеха, пользующихся душем, $N_{x.д.}$ определяется по заданию.

Нормативное количество работников, пользующихся одной душевой сеткой в цехе составляет 15 чел. Отсюда количество потребных душевых сеток n_c составит

$$n_c = N_{x.д.} / 15 \text{ (шт.)}.$$

$$n_c = 125 / 15 = 8,3 \approx 8 \text{ (шт.)}.$$

При норме расхода воды на одну душевую сетку $0,5 \text{ м}^3$ душевой расход составит

$$q_{x.д.} = n_c \times 0,5 \text{ (м}^3\text{/ смен)}.$$

$$q_{x.д.} = 8 \times 0,5 = 4 \text{ (м}^3\text{/ смен)}.$$

За n смен (т.е. в сутки) будет потребляться

$$Q_{\text{сут.х.д.}} = q_{x.д.} \times n \text{ (м}^3\text{/сут)}.$$

$$Q_{\text{сут.х.д.}} = 4 \times 2 = 8 \text{ (м}^3\text{/сут)}.$$

Определение расходов воды к горячем цехе

Количество работников цеха N_g , определяется по заданию.

Норма водопотребления составляет $q_g = 45$ л/чел. ($0,045 \text{ м}^3\text{/чел.}$).

Тогда в смену на хозяйственно-питьевые нужды потребляется

$$q_{g,x-п.} = N_g \times q_g \text{ (м}^3\text{/смен)}.$$

$$q_{g,x-п.} = 85,2 \times 0,045 = 3,834 \text{ (м}^3\text{/смен)}.$$

За n смен (т.е. в сутки) будет потребляться

$$Q_{\text{сут.г.х-п.}} = q_{g,x-п.} \times n \text{ (м}^3\text{/сут)},$$

$$Q_{\text{сут.г.х-п.}} = 3,834 \times 2 = 7,668 \text{ (м}^3\text{/сут)},$$

а ежечасно

$$q_{ч.г.х-п.} = Q_{\text{сут.г.х-п.}} / t \text{ (м}^3\text{/ч)}.$$

$$q_{ч.г.х-п.} = 7,668 / 16 = 0,47925 \text{ (м}^3\text{/ч)}.$$

Количество работников цеха, пользующихся душем, $N_{г.д.}$ определяется по заданию.

Нормативное количество работников, пользующихся одной душевой сеткой в цехе, составляет 7 чел. Отсюда количество потребных сеток n_c составит

$$n_c = N_{г.д.} / 7 \text{ (шт.)}.$$

$$n_c = 77 / 7 = 11 \text{ (шт.)}.$$

При норме расхода воды на одну душевую сетку $0,5 \text{ м}^3$ душевой расход составит

$$q_{г.д.} = n_{с.} \times 0,5 \text{ (м}^3\text{/смен).}$$

$$q_{г.д.} = 11 \times 0,5 = 5,5 \text{ (м}^3\text{/смен).}$$

За n смен (т.е. в сутки) будет потребляться

$$Q_{сут.г.д.} = q_{г.д.} \times n \text{ (м}^3\text{/сут).}$$

$$Q_{сут.г.д.} = 5,5 \times 2 = 11 \text{ (м}^3\text{/сут).}$$

Определив все необходимые расходы воды (пункты а-г), расчетные данные сводятся в табл. 3 (приведенные в табл. 3 и последующих таблицах конкретные численные данные представлены в качестве наглядного примера заполнения соответствующих строк и столбцов). В сводной табл. 3 данные по часовым расходам воды на принятие душа $q_{х.д.}$ и $q_{г.д.}$ заносятся в строку, соответствующую последнему часу работы каждой смены.

2. Построение графиков водопотребления города и работы насосов Н. С.-II

График водопотребления и работы насосов как функция $Q = f(t)$ строится на миллиметровке (формат А 4).

Данные для построения графика водопотребления выбираются из табл. 3 (столбцы 1 и 13), а при построении графика работы Н.С.-II необходимо руководствоваться следующими положениями. В часы усиленного водоразбора в город подается вода, поступающая от Н.С.-II и водонапорной башни, причем на долю насосов приходится 75-90% подаваемой воды, а оставшиеся 10-15% поступают из бака башни.

Таблица 3

Сводные данные о водопотреблении в городе

Час Сутки	Хоз.-пит. расход		Расход на полив		Мест. промыш., м³/ч	Промышленные предприятия					Суммарн. расход, $Q_{сут.сум.}$	
	%	м³/ч	машины, м³/ч	двор- ники, м³/ч		Хол. цех. м³/ч	душ. хол. цеха, м³/ч	гор. цех, м³/ч	душ. гор. цеха, м³/ч	технолог. расх. м³/ч	м³/ч	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0-1	3,20	486,08									486,08	1,68
1-2	3,25	493,675									493,675	1,7
2-3	2,90	440,51									440,51	1,52
3-4	2,90	440,51									440,51	1,52
4-5	3,35	508,865									508,865	1,76
5-6	3,75	569,625									569,625	1,97
6-7	4,15	630,385									630,385	2,18
7-8	4,65	706,335									706,335	2,44
8-9	5,05	767,095			104,68	1,95		478,125		270	1621,85	5,61
9-10	5,40	820,26			104,68	1,95		478,125		270	1675,015	5,79
10-11	4,85	736,715			104,68	1,95		478,125		270	1591,47	5,5
11-12	4,60	698,74			104,68	1,95		478,125		270	1553,495	5,37
12-13	4,50	683,55			104,68	1,95		478,125		270	1538,305	5,32
13-14	4,30	653,17			104,68	1,95		478,125		270	1507,925	5,21
14-15	4,40	668,36			104,68	1,95		478,125		270	1523,115	5,27
15-16	4,55	691,145			104,68	1,95	4	478,125	5,5	270	1555,4	5,38
16-17	4,50	683,55			104,68	1,95		478,125		270	1538,305	5,32
17-18	4,25	645,575			104,68	1,95		478,125		270	1500,33	5,19
18-19	4,45	675,955			104,68	1,95		478,125		270	1530,71	5,29
19-20	4,40	668,36			104,68	1,95		478,125		270	1523,115	5,27
20-21	4,40	668,36			104,68	1,95		478,125		270	1523,115	5,27
21-22	4,50	683,55			104,68	1,95		478,125		270	1538,305	5,32
22-23	4,20	637,98	15	5	104,68	1,95		478,125		270	1512,735	5,23
23-24	3,50	531,65	15	5	104,68	1,95	4	478,125	5,5	270	1415,905	4,97
Итого	100%	15190	30	10	1674,9	31,25	8	7650	11	4320	28925,15 28925,15	100%

3. Определение емкости и размеров бака водонапорной башни

Целью расчета является определение общей емкости бака W_6 водонапорной башни, включающего регулирующий объем воды $W_{\text{рег.б.}}$, а также пожарный запас $W_{\text{п.б.}}$.

$$W_6 = W_{\text{рег.б.}} + W_{\text{п.б.}}$$
$$W_6 = 309,5 + 30 = 339,5$$

Регулирующий объем определяется по данным табл. 4 (столбец 6). Для нахождения величины $W_{\text{рег.б.}}$ необходимо сложить самое большое ($W_{\text{ост.мак.}}$) и самое малое значение ($W_{\text{ост.мин.}}$) остатка воды в баке в течение суток, выраженное в %. Тогда $W_{\text{рег.б.}}$ определится по формуле:

$$W_{\text{рег.б.}} = Q_{\text{сут.сум.}} \times (W_{\text{ост.мак.}} + W_{\text{ост.мин.}}) \times 0,01 \text{ (м}^3\text{)}.$$
$$W_{\text{рег.б.}} = 28925,15 \times (1,07 + 0) \times 0,01 = 309,5 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Пожарный объем $W_{\text{п.б.}}$ определяется из расчета тушения n количества одновременно возникающих пожаров в городе, насчитывающим определенное количество жителей (СНиП табл. 5 стр. 5). По данной таблице определяется расход воды, требуемый для тушения каждого пожара. Тогда $W_{\text{п.б.}}$ будет определяться по формуле:

$$W_{\text{п.б.}} = n \times q_{\text{п}} \times 600 \times 0,001 \text{ (м}^3\text{)},$$
$$W_{\text{п.б.}} = 2 \times 25 \times 600 \times 0,001 = 30 \text{ (м}^3\text{)},$$

где n - количество одновременных пожаров:

q - расход воды на тушение каждого пожара, л/с;

600 - продолжительность тушения пожара, с;

0,001 - переводной коэффициент.

После нахождения $W_{\text{п.б.}}$ и $W_{\text{рег.б.}}$ подсчитывается их сумма, т.е. определяется емкость бака водонапорной башни W_6 .

Бак водонапорной башни выполняется в форме цилиндра высотой h и диаметром d . Как правило $h = (2/3) d$.

Объем бака подсчитывается по формуле:

$$W_6 = F_{\text{осн}} \times h = (\pi d^2 / 4) \times [(2/3) d] = (\pi / 6) d^3.$$

Подставляя значения W_6 в данную формулу, определяется величина d , а затем h .

$$d = 8,6586$$
$$h = (2/3)d = 5,7724$$
$$F_{\text{осн}} = 58,81.$$

Таблица 4

Определение регулирующей емкости водонапорной башни

Часы суток	Водопотребл. города, %	Работа Н.С.-II, %	Поступление в бак, %	Отвод из бака, %	Остаток в баке, W	
					в%	(при-вед. к 0%)
1	2	3	4	5	6	7
0-1	1,68	1,85	0,17		0,17	1,09
1-2	1,7	1,85	0,15		0,32	1,24
2-3	1,52	1,85	0,33		0,65	1,57
3-4	1,52	1,85	0,33		0,98	1,9
4-5	1,76	1,85	0,09		1,07	1,99
5-6	1,97	1,85		0,12	0,95	1,87
6-7	2,18	1,85		0,33	0,62	1,54
7-8	2,44	1,85		0,59	0,03	0,95
8-9	5,61	5,33		0,28	-0,25	0,67
9-10	5,79	5,33		0,46	-0,71	0,21
10-11	5,5	5,33		0,17	-0,88	0,04
11-12	5,37	5,33		0,04	-0,92	0
12-13	5,32	5,33	0,01		-0,91	0,01
13-14	5,21	5,33	0,12		-0,79	0,13
14-15	5,27	5,33	0,06		-0,73	0,19
15-16	5,38	5,33		0,05	-0,78	0,14
16-17	5,32	5,33	0,01		-0,77	0,15
17-18	5,19	5,33	0,14		-0,63	0,29
18-19	5,29	5,33	0,04		-0,59	0,33
19-20	5,27	5,33	0,06		-0,53	0,39
20-21	5,27	5,33	0,06		-0,47	0,45
21-22	5,32	5,33	0,01		-0,46	0,46
22-23	5,23	5,33	0,1		-0,36	0,56
23-24	4,97	5,33	0,36		0	0,92
Итого	100 %	100 %	-	-	-	-

4. Подготовка сети к гидравлическому расчету

Водопроводная сеть рассчитывается на максимальный секундный расход в час максимального водопотребления (см. строку 9-10 ч в табл. 3); в данный час город потребляет определенное количество воды (в % суточного расхода - столбец 13 или в м³/ч - столбец 12).

В час максимального водопотребления вода подается насосами Н.С.-II (см. табл. 4 - количество подаваемой воды в % в строке 9-10 ч столбца 3) и из бака водонапорной башни (см. табл. 4 - разница между значениями в столбцах 2 и 3 строки 9-10 ч).

Для расчета водопроводной сети необходимо предварительно выделить значения сосредоточенного расхода $q_{\text{соср.}}$, т.е. расхода воды для промышленного предприятия (см. табл. 3 - сумма величин расходов в строке 9-10 ч столбцах 7-11), а также равномерно распределенного расхода $q_{\text{р.р.}}$.

$$q_{\text{р.р.}} = q_{\text{ч.макс.}} - q_{\text{соср.}} \text{ (л/с).}$$

$$q_{\text{р.р.}} = 820,26 - 750,075 = 70,185$$

Схема водопроводной сети

При определении указанных расходов необходимо подсчитать удельный $q_{уд.}$ и путевые расходы $q_{пут.}$

$$q_{уд.} = q_{р.р.} / \sum L \text{ (л/с на 1 м длины сети),}$$

$$q_{уд.} = 70,185/8280 = 0,085$$

где $\sum L$ — общая (суммарная) длина участков водопроводной сети, м ($\sum L$ и $q_{р.р.}$ заносятся в итоговую строку табл. 5).

$$q_{пут.} = q_{уд.} \times L_i \text{ (л/с),}$$

где L_i -длина соответствующего участка водопроводной сети.

Таблица 5

Величины путевых расходов

Номер участка	Длина участка L_i , м	Расход воды $q_{пут.}$, л/с
1	2	3
1-2	700	59,5
2-3	460	39,1
3-4	800	68,0
4-5	460	39,1
5-6	700	59,5
6-9	800	68,0
8-9	700	59,5
7-8	460	39,1
5-8	800	68,0
6-1	800	68,0
2-5	800	68,0
4-7	800	68,0
Итого	$\sum L = 8280$	$q_{р.р.} = 70,185$

Следующим этапом подготовки водопроводной сети к расчету является определение узловых расходов, которые представляют собой полусуммы приложенных расходов на смежных участках (т.е. участках, имеющих общий узел). Данные по расчету узловых расходов сводятся в табл. 5.

Таблица 6

Величины узловых расходов			
Номер узла	Линии, прилегающие к УЗЛУ	Полусумма приложенных расходов, л/с	Узловой расход, $q_{\text{узел}}$, л/с
1	1-2,1-6	$(59,5+68,0)/2$	63,75
2	1-2,2-5,2-3 пром. предпр.	$(59,5+68,0+39,1)/2+75$	158,3
3	2-3,3-4	$(39,1+68,0)/2$	53,55
4	3-4,4-5,4-7	$(68,0+39,1+68,0)/2$	87,55
5	4-5,5-6,5-8,2-5	$(39,1+59,5+68,0+68,0)/2$	117,3
6	5-6,6-1,6-9	$(59,5+68,0+68,0)/2$	97,75
7	4-7,7-8	$(68,0+39,1)/2$	53,55
8	7-8,8-9,5-8	$(39,1+59,5+68,0)/2$	83,3
9	8-9,6-9	$(59,5+68,0)/2$	63,75
		Максимальный часовой расход	778,8

Этапом подготовки сети к гидравлическому расчету является назначение диаметров труб и предварительное распределение расходов по кольцевой водопроводной сети города. На рис. 2, иллюстрирующим водопроводную сеть, наносится следующая информация:

- номер кольца (римскими цифрами) в л/с;
- величины узловых расходов воды (на конце стрелки, отходящей от соответствующего узла);
- величины расходов воды в л/с от водонапорной башни и двух водоводов, питающих кольцевую сеть (в узле № 1);
- направления течения воды (в виде стрелок на участках (линиях));
- назначаемые расходы в л/с и диаметры труб в мм на участках (информация записывается вблизи участка в виде дроби "расход / диаметр".

Определение величин расходов воды на участках производится в строгой последовательности, начиная от узла № 1. Принцип определения расхода на участках состоит в вычитании из питающего узла расхода величины узлового расхода и распределения остатка по прилегающим к узлу участкам пропорционально их длинам и с учетом тяготения к крупному водопотребителю - промышленному предприятию, а также учитывая подпитку сети из бака водонапорной башни. При этом величина назначаемого расхода на каждом из участков должна превосходить величину узлового расхода в следующем по длине участка узле.

Например, для узла № 1: $282 - 24,52 - 257,48$ (л/с); далее вода поступает на две линии 1-2 и 1-8. Пусть на линию 1-2 будет поступать 74,5 л/с (т.е. более 32,22 л/с, что соответствует узловому расходу в узле №2). Тогда на линию 1-8 будет поступать $257,48 - 74,5 = 182,98$ (л/с).

Диаметр линии 1-2 и 1-8 устанавливается в зависимости от величин назначаемых расходов по табл. 7.

Таблица 7

**Диапазоны расходов воды и значения удельного
сопротивления в трубопроводах соответствующего диаметра**

Диаметр труб, мм *	Расходы, л/с	Удельное сопротивление. S_o
200	0-35,5	$7,399 \cdot 10^{-6}$
250	35,5 - 57	$2,299 \cdot 10^{-6}$
300	57 - 83,8	$0,8336 \cdot 10^{-6}$
350	83,8- 116	$0,4151 \cdot 10^{-6}$
400	116-153	$0,2085 \cdot 10^{-6}$
450	153-197	$0,1134 \cdot 10^{-6}$
500	197-273	$0,06479 \cdot 10^{-6}$
600	273 - 402	$0,02493 \cdot 10^{-6}$
700	402 - 600	$0.01111 \cdot 10^{-6}$

*Диаметры линий можно также определять, используя две формулы:

$$d_{(мм)} = \mathfrak{E}^{0,145} \times q^{0,42} \text{ или } d_{(мм)} = 3,33 \times \sqrt{q}$$

Используя данные табл. 7, диаметр линии 1-2 составит 300мм, а 1-8-450 мм.

Для других узлов и линий расходы составят следующие величины.

Узел № 8: $182,98 - 37,9 = 145,08$ (л/с). Вода поступает на линии 7-8 и 8-9; расход на линии 7-8 - 22,08 л/с и диаметр 200 мм; тогда расход на линии 8-9 составит $145,08 - 22,08 = 123$ (л/с), а диаметр 400 мм.

Узел № 3: $71,64 - 20,56 = 51,08$ (л/с). Вода поступает на линии 3-4 и 2-3; расход на линии 3-4 - 30,08 л/с и диаметр 200 мм; тогда расход на линии 2-3 составит $51,08 - 30,08 = 21$ (л/с), а диаметр 200 мм.

Узел № 2: $(74,5 + 21) - 32,22 = 63,28$ (л/с). Вода поступает на линию 2-7; расход на линии 2-7 составит 63,28 л/с, а диаметр 300 мм.

Узел № 7: $(63,28 + 22,08) - 45,39 = 39,97$ (л/с). Вода поступает па линии 4-7 и 6-7; расход на линии 4-7 - 18,47 л/си диаметр 200 мм; тогда расход на линии 6-7 составит $39,97 - 18,47 = 21,5$ (л/с), а диаметр 200 мм.

Узел № 4: $(30,08 + 18,47) - 33,9 = 14,65$ (л/с). Вода поступает на линию 4-5; расход па линии 4-5 составит 14,65 л/с, а диаметр 200 мм.

Узел № 6: $(16,77 + 21,5) - 32,38 = 5,89$ (л/с). Вода поступает на линию 5-6; расход на линии 5-6 составит 5,89 л/с, а диаметр 200 мм.

5. Гидравлический расчет (увязка) водопроводной сети города

Цель расчета (увязки) - определение истинных расходов и потерь напора на каждой линии кольцевой сети. По завершению расчета сети подбираются соответствующие насосы. Расчет сети сопровождается заполнением сводной табл. 8.

6. Определение диаметров водоводов, напора насосов и высоты башни

Длина водоводов, как правило, составляет 2000-3000 м, а их диаметр принимается равным наибольшему из диаметров участков кольцевой сети. В рассматриваемом примере длина водоводов принята равной 1,, = 2000 м. а диаметр 450

мм. По двум водоводам к сети поступает 282 л/с. На каждый водовод приходится $282 / 2 = 141$ (л/с). По таблице Шевелева Ф.А. определяются потери напора i на единицу длины водоводов диаметром 450 мм для расхода 141 л/с. Величина i составляет 0,00211. Тогда потери напора в водоводе определяются по следующей формуле:

$$h_B = i \times l_B = 0,00211 \times 2000 = 4,22 \text{ (м)}.$$

!-ΛJ Ttio.'iuiii.i S Сводные данные по гидравлическому расчету кольцевой водопроводной сети города

11о- МСр КО. 11, Ц;1	11омср .111НИП 11 папран-	L,и	Г;IC- \o;i q. .1 C	Ди;1- MCIp 1.1. MM	S,-10"	110 •)	Sq	li^Sq^2	д<и	Ч	Sq	h=Sir	Aq;	Ч,a
IV	5-6(+)	410	5.S9	200	~1.W)	.^O.U	0.017K7	+0.1	-0,6S	5,21	0,015S	+0,0<S23	-	5.21
	4-5(-)	7 90	14.05	;00)	~J..W	5.S4"	0.0,S5fi2	-1 2'i	+0.6.S	15.33	O.OS'Xi	-1.37	-	15.33
	6-7(+)	7KO	21,5	200	7JW	5,771	0.12407	+2.66	-0,0S - 1.76= - 2,44	1Y,06	0.10')^1)	+2.044	-	19,06
	4-7(-)	440	IS.47	200	1,W	3,256	0.06013	-1.1106	+0.6S +0.15= +C.X3	1').3	0.062S4	-1.21	-	19,3
I Sq= Aq,=			=0,285; Ah=+0,39, Ah =-0,4037: нсрси pyii<'a "+" 1Ы < 0,5: Ah / 2 £ Sq 1 = 10,39 / 0,571 = 0,68											

Продолжение таблицы S

Но- мер КОЛЬ Нил	1 юмЛ'р .11111111] 11 1)1111p;11)- ICIL	Д; Ц ;1 L. м	Расход q. .I/C	/1ча- MC'rp d, MM	SH'40"	S^S,!''!. (10 ^)	Su	li=Sir	Aqi	Ч	Sc	I^Sq^	ДЧ2	4m I.
I-J	2-7(+)	750	61,2S	300	O.K336	0,6252	0,03^3	+2,34	+0.15 -0,47= -0.32	60.96	0.03S]	+2,32	-	60.96
	4-7(+)	440	IS.47	200	7 W	^ 256	0 0601^	+1,1106	+0,15 +0,6S= +O.S3	19.3	0.062S4	+1.21		19,3
	3-41-)	750	30.0S	200	7.399	5.549	0,1669	-5.02	-0,15	29.9.1	0.1660S	-4.97	-	29.93
	2-3(+)	450	21.0	200	7.399	3.^29	0.069Ц	+1.46	+0,15	21.15	0.0704	+1.4.S	-	21.15

£Sq= 0,3352; ЛЬ =-0,101; Д h = + 0,04;

перегрузка "-" Ilil < 0.5, --'

Aq, =IAh/2£Sq 1=1-0,101/0.67 1=0,15

Продолжение таблицы S

Номер КО; Н на	Номер линии и направ- ления	Длина L, м	Гас- ход q, л/с	Диа- метр (1. мм)	Si,"-10"	S-S -1 (10")	Si]	I^Sq^2	Де]	Ч	Sq	h=Sq^2	A<h	-1 Ч 1,4.
III	6-7(-)	780	21,5	200	7.399	5.771	0.124	-2.66	-1,76 -0,6S= -2,44	19.06	0,1099	-2,094	-	19,06
	6-9(+)	700	16,77	200	7.399	5,179	0,08685	+1,456	+1,76	18,53	0,09596	+1,778		i.S,?3
	8-9(+)	780	123.0	400	0,20X5	0,1626	0,01999	+2,45	+1,76	124.76	0,02028	+2.53		124.76
	78Ы	680	22,08	200	7.399	5.031	T----- 0.1 1 1	-2.45	-1,76 +0,47= -1,29	20.79	0,10459	-2.17	-	20,79

ESq= 0,3418, Ah =-1,2; Д h =+0,044;

ііерсі рvіk-іі " - " 1 h 1 < 0,5;

Л qі =- 1 A h / 2 ESq і = 1 - 1,2 / 0,6836 1 = 1,76;

Продолжение таблицы S

Номер коль II:1	Номер линии и направ- ления	Длина L, м	Гас-ход q, л/с	Диа- метр (1. мм)	s,,*nr"	S=S,,*L (10-')	Sq	h=Sq'	Aq,	Ч	Sq	1^=SL[^і	A<I2	Чи.-..
1	1-2(-)	6SO	74,5	300	0,8336	0,5668	0.04222	-3,14.5	-0.47	74.03	0.04196	-3.1	-	74.03
	2-7(-)	750	61.28	300	0.8^36	0,6265	0.0383	-2.34	-0,47 +0,15= -0,32	60.96	0,0381	-"" 4"	-	60.96
	1-8(+)	750	182,98	450	0,1	0085	001555	+2,84	+0,47	183.45	0,0155'>	+2.85	-	1S3,45
	7-8(+)	6SO	22.08	200	7.399	5.031	0.1 1 1	+2,45	+0,47 -1,76= -1,29	20,79	0,10459	+2,17	-	20.79

ESq= 0,207; Ah =-0,195; Ah =-0,4;

персгружя "- " 1 hi <0,5;

A qі = 1 A h / 2 ESq 1 = $\left| -0,195/0.4141=0,47 \right|$

Для определения напора насосов необходимо определить самую удаленную от места подвода водоводов точку на сети. Такой точкой является узел № 5. К нему вода может подходить по следующим направлениям:

1-8-9-6-5 (суммарная длина пути 2640 м);

1-8-7-6-5 (то же 2620 м);

1-2-7-4-5 (то же 2660 м);

1-2-7-6-5 (то же 2620 м);

1-8-7-4-5 (то же 2660 м).

Наиболее протяженным является путь движения воды 1-2-7-4-5. Примем его -за диктующий.

Напор насосов определяется по следующей (формуле:

$$H_{\text{нас}} = Z_{\text{д}} - Z_{\text{нас}} + h_{\text{св}} + h_{\text{в}} + \sum h_{\text{с}},$$

где $Z_{\text{д}}$ и $Z_{\text{нас}}$ - соответственно геодезические отметки диктующей точки (учла № 5 у поверхности земли) и насоса; отметка оси насоса соответствует минимальному горизонту воды в источнике водоснабжения (для рассматриваемого примера согласно плану местности и исходным данным для проектирования $Z_{\text{д}} = 132,8$ м, $Z_{\text{нас}} = 124$ м):

$h_{\text{св}} = 10 + 4(n - 1)$; n — этажность застройки (например, по заданию 6 этажей); $h_{\text{св}} = 10 + 4(6 - 1) = 30$ (м);

$\sum h_{\text{с}}$ - суммарные потери напора по направлению 1-2-7-4-5 (см. величины потерь напора на данных участках к итоговых графам табл. 8). Отсюда суммарные потери напора составят $\sum h_{\text{с}} = 3,1 - 2,32 + 1,21 + 1,37 = 8$ (м).

Тогда $H_{\text{нас}} = 132,8 - 124 + 30 + 4,22 + 8 = 51,02$. Принимается напор насосов $H_{\text{нас}} = 51,1$ м. По величинам расхода $Q_{\text{нас}} = 282$ л/с и напора $H_{\text{нас}} = 51,1$ м по каталогу подбирается насос типа Д 800-51.

Для определения высоты водонапорной башни выбирается кратчайший путь движения воды от узла, вблизи которого установлена башня до диктующего узла. Кратчайший путь в рассматриваемом примере 3-4-5. Тогда высота башни будет определяться по формуле:

$$H_{\text{б}} = Z_{\text{д}} - Z_{\text{б}} + h_{\text{св}} + h_{\text{в.б.}} + \sum h_{\text{с}} + h,$$

где $Z_{\text{б}}$ - геодезическая отметка в месте установки в месте установки башни (определяется согласно плану местности по горизонталям); $h_{\text{в.б.}}$ - потери напора в водоводах башни; определяются аналогично потерям в водоводах по формуле $h_{\text{в.б.}} = i \times l_{\text{в.б.}}$ (для рассматриваемого примера расход по каждому водоводу от башни составляет $71,64 / 2 = 36$ (л/с); длина водоводов, как правило, составляет $h_{\text{в.б.}} = 150$ м, а диаметр принимается равным наибольшему в точке подвода водоводов к сети, т.е. 200 мм); отсюда $h_{\text{в.б.}} = i \times l_{\text{в.б.}} = 0,0092 \times 150 = 1,38$ (м); $\sum h_{\text{с}}$ - суммарные потери напора на участках 3-4 и 4-5 (соответственно $4,97 + 1,37 = 6,34$ м); h - высота бака башни (в рассматриваемом примере 8,33 м).

Тогда $H_{\text{б}} = 132,8 - 134,75 + 30 + 1,38 + 6,34 + 8,33 = 44,1$ (м).

Раздел «Городская канализация»

Данный раздел должен включать следующие подразделы:

1. Определение расчетных расходов сточных вод.
2. Гидравлический расчет канализационной сети и построение продольного профиля главного коллектора.

Каждый подраздел в обязательном порядке должен содержать приводимые ниже таблицы, графики и рисунки.

1. Определение расчетных расходов сточных вод

Цель расчета сводится к определению модуля стока, коэффициентов неравномерности притока сточных вод и расходов воды (попутного, транзитного, бокового и сосредоточенного).

Расчетная плотность населения города $\rho = 185$ чел/га, норма хозяйственно-питьевого водопотребления на 1 жителя города $\rho = 285$ л/сут и глубина промерзания грунта $h = 2,55$ м (принимаются по заданию).

Модуль стока для года определяется по следующей формуле:

$$q_0 = (\rho \times q / 86400) = (185 \times 285) / 86400 = 0,61 \text{ л/с с 1 га.}$$

Для определения коэффициента неравномерности притока сточных вод K используются данные СНИП, помещенные в табл. 9.

Таблица 9

Q, л/с	До 5	До 15	До 30	До 50	До 100	До 200	До 300	До 500	До 800	До 1250
K	3.0	2,5	2,0	1.8	1.6	1,4	1.35	1,25	1.2	1,15

Расчетный расход сточных вод складывается из:

- 1) попутного (т.е. поступающего на участок от примыкающего жилого квартала или его части);
- 2) транзитного (т.е. поступающего из выше расположенных кварталов или их частей);
- 3) бокового (т.е. поступающего от боковых ответвлений);
- 4) сосредоточенного (т.е. поступающего от промышленных предприятий).

Данные по расчету сети сводятся в табл. 10.

Трассировка канализационной сети города и главного коллектора приводятся на чертежах листа. Трасса главного коллектора для рассматриваемого примера включает участки I-II, II-III, III-IV, IV-V, V-VI и VI-VII (рис. 3 и 4).

2. Гидравлический расчет канализационной сети и построение продольного профиля главного коллектора

Целью гидравлического расчета и проектирования является назначение диаметров труб, определение скоростей течения сточной воды в трубопроводах, уклонов и глубин

заложения трубопроводов водоотводящей сети.

При проектировании должны соблюдаться следующие условия:

1) скорость течения сточной воды в трубопроводах должна быть в диапазоне 0,6-1,5 м/с;

2) минимальный уклон трубопровода рассчитывается по формуле $i_{\min} = 1/d$, где d - диаметр трубопровода в мм (желательно укладывать трубопроводы с уклоном земли, т.к. это наиболее оптимальный для производства земляных работ (рытье траншей) вариант;

3) глубина заложения шельги трубы в начальной точке I главного коллектора определяется по формуле:

$$h_i = h_{\text{пром.}} + 0,5 \text{ м} = 2,55 + 0,5 = 3,05 \text{ м};$$

4) материал труб для главного коллектора - бетон; коэффициент шероховатости - 0,014;

5) трубы соединяются "шельга в щельгу".

Гидравлический расчет водоотводящей сети производится с использованием таблиц Калицуна В.И. (приложение).

Пример расчета главного коллектора по методике Калицуна В.И. (исходные данные для проектирования, а также план города представляются в приложении) изложен ниже в виде алгоритма.

Участок I-II

Уклон земли $i_{\text{зем.}} = (13166 - 131,4) / 360 = 0,000555$.

а) уклон трубопровода принимается равным уклону земли, т.е. $i = 0,000555$;

$\sqrt{i} = 0,023569$, $q = 41,08 \text{ л/с}$ (табл. 10, столбец 10);

Таблица 1(1) Расходы сточных вод

Помер участка	Площадь канализационной	Модуль стока, л/с/га	Попутный расход, л/с	Со-сред расход, л/с	Боковой расход, л/с	Транзитный расход, л/с	Суммарный расход, л/с (4 + 5 + 6 + 7)	Коэффициент неравномерности, К	Q _{max} , л/с
1	^	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	4,84	0,61	4,84x0,61-2,95	—	-	-	2,95	3,0	8,85
i-i	4,10	0,61	2,50	-	4,84x0,61-2,95	2,95	8,40	2,5	21,0
2-3	4,80	0,61	2,93	-	4,1x0,61-2,50	8,40	13,83	2,5	34,58
3-1	6,20	0,61	3,78	-	4,8x0,61=2,93	13,83	20,54	2,0	41,08
4-5	1,76	0,61	1,07	-	-	-	1,07	3,0	3,21
5-6	-	0,61	-	-	1,76x0,61-1,07	1,07	2,14	3,0	6,42
6-7	4,29	0,61	2,62	-	2,04x0,61-1,24	2,14	6,00	2,5	15,0
7-8	4,29	0,61	2,62	-	4,29x0,61-2,62	6,00	11,24	2,5	28,1
8-9	4,45	0,61	2,7	„	4,29x0,61-2,62	11,24	16,56	2,0	33,12
9-11	6,60	0,61	4,03	-	4,45x0,61=2,70	16,56	23,29	2,0	46,58
10-11	1,82	0,61	1,11	-	-	-	1,11	3,0	3,33
11-12	-	0,61	-	-	1,82x0,61-1,11	1,11	2,22	3,0	6,66
12-13	4,76	0,61	2,90	-	2,04x0,61-1,24	2,22	6,36	2,5	15,90
13-14	4,76	0,61	2,90	-	4,76x0,61-2,90	6,36	12,16	2,5	30,40
14-15	5,27	0,61	3,20	-	4,76x0,61-2,90	12,16	18,26	2,0	36,52
15-16	7,35	0,61	4,48	-	5,27x0,61=3,20	18,26	25,94	2,0	51,88
16-17	1,87	0,61	1,11	-	-	-	1,14	3,0	3,42
17-18	-	0,61	-	-	1,87x0,61-1,14	1,14	2,28	3,0	6,84
18-19	1,73	0,61	2,88	-	2,04x0,61-1,24	2,28	6,40	2,5	16,00

-;	1	7	3	4	5	6	7	8	9	10
	19-20	4,73	0,61	2,88	-	4,73x0,61-2,88	6,40	12,16	2,5	30,40
	20-21	5,42	0,61	3,30	-	4,73x0,61-2,88	12,16	18,34	2,0	36,68
	21-IV	7,35	0,61	4,48	-	5,42x0,61=3,30	18,34	26,12	2,0	52,24
	22-V	1,76	0,61	1,07	-	-	-	1,07	3,0	3,21
	23-24	-	0,61	-	-	1,76x0,61-1,07	1,07	2,14	3,0	6,42
	24-25	4,62	0,61	2,82	-	1,86x0,61-1,13	2,14	6,09	2,5	15,22
	25-26	4,62	0,61	2,82	-	4,62x0,61-2,82	6,09	11,73	2,5	29,32
	26-27	4,95	0,61	3,02	-	4,62x0,61=2,82	11,73	17,57	2,0	35,14
	27-V	6,93	0,61	4,23	-	4,95x0,61=3,02	17,57	24,82	2,0	49,64
	28-29	4,48	0,61	2,74	-	-	-	2,74	3,0	8,22
	29-30	-	0,61	-	-	4,48x0,61=2,74	2,74	5,48	2,5	13,7
	30-31	4,8	0,61	2,93	-	4,48x0,61-2,74	5,48	11,15	2,5	27,87
	31-VI	-	-	-	80,85	4,48x0,61=2,74	11,15	94,74	1,6	151,58

б) модуль расхода составит $K = q / \sqrt{i} = 41,08 / 0,023569 = 1742,96$ (л/с);

в) по значению $K = 1742,96$ л/с назначается диаметр d , определяется наполнение h/d и модуль скорости W (поиск состоит в последовательном просмотре величин K в столбцах таблицы Калицуна В.И. от минимального до максимального значения диаметров с выбором ближайшего большего значения K). Например, $K = 1782$ (ближайшее большее) для диаметра 400 мм; тогда $W = 17,6$ (м/с), $h/d = 0,75$ и скорость $V = W \times \sqrt{i} = 17,6 \times 0,023569 = 0,41$ (м/с) $< 0,7$ (м/с), т.е. вариант не удовлетворяет по скоростям течения сточной жидкости;

г) оставляя диаметр трубы неизменным $d = 400$ мм, увеличивается ее уклон до минимального $i_{\min} = 1/400 = 0,0025$, $\sqrt{i} = 0,05$, $K = q / \sqrt{i} = 41,08 / 0,05 = 821,6$ (л/с).

Для $d = 400$ мм ближайшее большее K из таблицы Калицуна В.И. 977 л/с, тогда $h/d = 0,5$, $W = 15,6$ (м/с) и скорость $V = W \times \sqrt{i} = 15,6 \times 0,05 = 0,78$ (м/с) $> 0,7$ (м/с).

Данные расчетов по первому участку I-II вносятся в таблицу 11 (строка I-II):

- глубина воды в трубопроводе h (м) $= (h / d) \times d = 0,5 \times 0,4 = 0,2$ (м);
- заглубление шельги трубы в первом колодце (I) $h_i = h_{\text{пром}} + 0,5$ (м) $= 2,55 + 0,5 = 3,05$ м;
- отметка шельги в точке I: $131,6 - 3,05 = 128,55$ (м);
- отметка шельги в точке II: $128,55 - i \times L = 128,55 - 0,0025 \times 360 = 128,55 - 0,9 = 127,65$ (м);

:^ Таблица 11 Гидравлический расчет главного коллектора

Номер участка	1., м	Q расч., л/с	<J, мм	Уклон. i	V. м/с	Наполнение		ix L	ОТМСГ к"П, М							
						h/d	h.M		покр. земли		шелыг. труб		лотка "ip/6		новер. воды	
									начало участка	конец участка	чало участка	конец участка	начало стка	конец участка	на-ч;по участка	конец участка
1-11	360	41,08	400	0.0025	0.78	0,5	0.2	(1.9	131,6	131,4	13 1.6-3.05=128,55	128,55-0.9=127,65	128,55-0.4=128.15	127.65-0.4=127,25	128.15+0.2=128,35	127.25+0.2=127,45
11-III	400	41.08+46,58=87,66	600	0.00166	0.79	0,45	0,27	0.664	131.4	131,2	127,65	127,65-0.664=126,98	127,65-0.6=127,05	126.98-0.6=126,38	127.05+0,27=127,32	126.38+0,27=126,65
III-IV	400	87.66+51,88=	600	0.00125	0,79	0.65	0.39	0.5	131,2	130,7	126,98	126.98-0,5=	126,98-0.6=	126,48-0.6=	126.38+0,39=	125.88+0,39=
		139,54										126,38	126,38	125,88	126,77	126,27
IV-V	380	139.54+52,24=191,78	600	0,001315	0.84	0,8	0.48	0,5	130,7	130,2	126,48	126,48-125,98	126,48-0,6=125,88	125,98-0.6=125,38	125.88+0.48=126,36	125.38+0.4=125,86
V-VI	350	191,78±49.64=241,42	700	0.001143	0,85	0.7	0,49	0.4	130,2	129,8	125,98	125.98-0,4=125,58	125,88-0.7=125.28	125.58-0,7=124,88	125.28+0.49=125,77	124.88+0.49=125,37
VI-VII	150	241.42+151,58=393,0	800	0,00133	1,02	0,75	0.6	0,2	129,8	129,6	125,58	125.58-0.2=125,38	125.58-0,8=124,78	125.38-0,8=124,58	124.78+0,6=125,38	124.58+0.6=125,18

- отметка лотка трубы в точке I: 128,55 - d (м) 128,55
- 0,4- 128,15 (м):
- отметка лотка трубы в точке II: 127,65 - d (м) = 127,65
- 0,4- 127,25 (м);
- отметка поверхности воды в точке I: 128,15 + h (м) = 128,15 + 0,2 = 128,35 (м);
- отметка поверхности воды в точке II: 127,25 + h (м) = 127,25 + 0,2 = 127,45 (м).

Иллюстрацией расчета и проектирования продольного профиля главного коллектора служит фрагмент трассы с участком I-II (рис. 3).

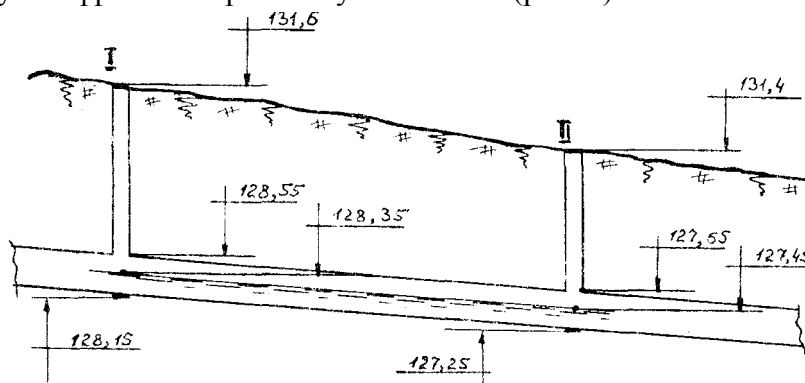


Рис. 3. Фрагмент трассы главного коллектора на участке I-II

Участок II-III

Уклон земли $i_{зем} = (131,4 - 131,2) / 400 = 0,0005$; $\sqrt{i} = 0,02236$; $q = 87,6$ (л/с); $K = q / \sqrt{i} = 87,66 / 0,02236 = 3920,39$ (л/с); по значению $K = 3920,39$ назначается d , h/d и W : $d = 600$ мм (ближайшее большее $K = 4360$), $W = 22,4$ (м/с); $h/d = 0,65$; тогда $V = W \times \sqrt{i} = 22,4 \times 0,02236 = 0,5$ (м/с) $< 0,7$ (м/с), т.е. вариант не удовлетворяет по скоростям течения сточной воды; оставляя диаметр $d = 600$ мм, увеличивается уклон трубы до минимального: $i_{min} = 1/600 = 0,001666$; $\sqrt{i} = 0,0408$; $K = q / \sqrt{i} = 87,66 / 0,0408 = 2148,5$ (л/с); ближайшее большее K по таблице Калипуна В.И. для $d = 600$ мм составляет $K = 2402$ (л/с), $h/d = 0,45$; $W = 19,4$ (м/с); тогда скорость $V = W \times \sqrt{i} = 19,4 \times 0,0408 = 0,79$ (м/с) $> 0,7$ (м/с).

Участок III-IV

Уклон земли $i_{зем} = (131,2 - 130,7) / 400 = 0,00125$; $\sqrt{i} = 0,03535$; $q = 139,54$ (л/с); $K = q / \sqrt{i} = 139,54 / 0,03535 = 3947,38$ (м/с); по значению K назначаются d , h/d и W $d = 600$ мм (ближайшее большее $K = 4360$); $W = 22,4$ (м/с); $h/d = 0,65$; тогда $V = W \times \sqrt{i} = 22,4 \times 0,03535 = 0,79$ (м/с) $> 0,7$ (м/с).

Участок IV-V

Уклон земли $i_{зем} = (130,7 - 130,2) / 380 = 0,001315$; $\sqrt{i} = 0,03627$; $q = 191,78$ (л/с); $K = q / \sqrt{i} = 191,78 / 0,03627 = 5287,56$ (м/с); по значению K назначаются d , h/d и W $d = 600$ мм (ближайшее большее $K = 5654$); $W = 23,2$ (м/с); $h/d = 0,8$; тогда $V = W \times \sqrt{i} = 23,2 \times 0,03627 = 0,84$ (м/с) $> 0,7$ (м/с).

Участок V-VI

Уклон земли $i_{зем} = (130,2 - 129,8) / 350 = 0,0011428$; $\sqrt{i} = 0,0338$; $q = 241,42$ (л/с); $K = q / \sqrt{i} = 241,42 / 0,0338 = 7142,6$ (м/с); по значению K назначаются d , h/d и W $d = 700$ мм (ближайшее большее $K = 7180$); $W = 25,4$ (м/с); $h/d = 0,7$; тогда $V = W \times \sqrt{i} = 25,4 \times 0,0338 = 0,85$ (м/с) $> 0,7$ (м/с).

Участок VI-VII

Уклон земли $i_{зем} = (129,8 - 129,6) / 150 = 0,001333$; $\sqrt{i} = 0,0365$; $q = 393$ (л/с); $K = q / \sqrt{i} = 393 / 0,0365 = 10767,12$ (л/с); по значению K назначаются d , h/d и W $d = 800$ мм (ближайшее большее $K = 11314$); $W = 28$ (м/с); $h/d = 0,75$; тогда $V = W \times \sqrt{i} = 28 \times 0,0365 = 1,02$ (м/с) $> 0,7$ (м/с).

Согласно полученным расчетным данным заполняется табл. 11 и строится продольный профиль главного коллектора в масштабе: вертикальный 1:100, горизонтальный 1:10000 (рис.4).

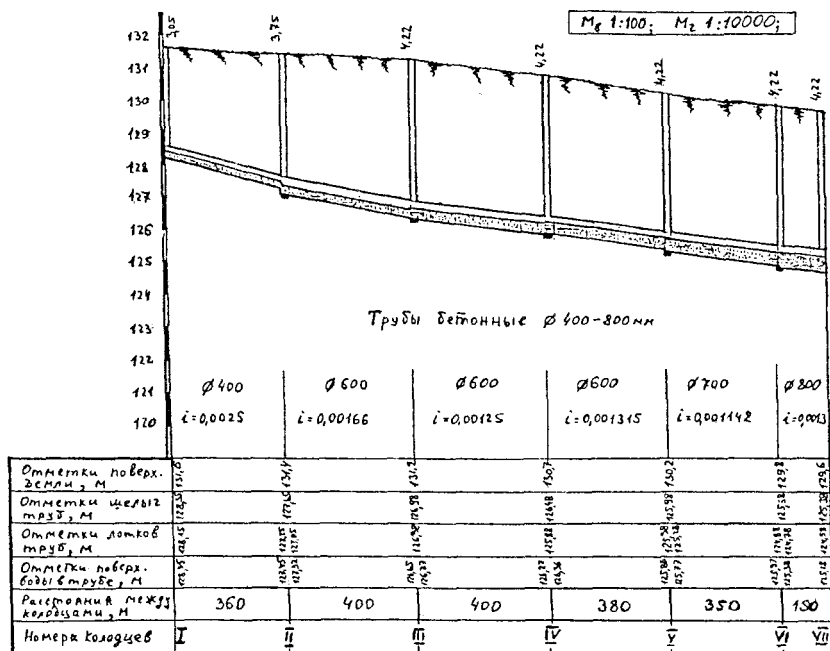


Рис. 4. Профиль главного коллектора (I-VII)

Значение модулей расхода, л/с, и скорости, м/с, для труб ($\eta = 0,014$)

h/d	Диаметры, мм					
	125		159		200	
	K	W	K	W	K	W
0,65	66,8	7,9	108	8,9	233	10,8
0,6	59,3	7,7	96,3	8,7	207	10,5
0,55	51,7	7,5	84,0	8,4	180	10,2
0,5	44,2	7,2	71,7	8,1	154	9,8
0,45	36,8	6,9	59,7	7,7	128	9,4
0,4	29,8	6,5	48,3	7,3	104	8,8
0,35	73 2	6,0	37,6	6,8	80,8	8,2
0,3	17,3	5,6	28,1	6,3	60,3	7,6
h/d	Диаметры, мм					
	260		300		350	
	K	W	K	W	K	W
0,75	509	12,9	828	14,6	1 249	16,1
0,7	467	12,7	760	14,4	1 146	15,9
0,65	422	12,5	687	14,1	1 035	15,6
0,6	375	12,2	610	13,8	920	15,3
0,55	327	11,8	532	13,4	802	14,8
0,5	279	11,4	454	12,9	685	14,2
0,45	232	10,9	378	12,3	570	13,6
0,4	188	10,3	306	11,6	461	12,8
0,35	146	9,6	238	10,8	359	12,0
0,3	109	8,8	178	10,0	268	11,0

h./d	Диаметры, мм					
	400 1 450				500	
	K	W	K	W	K	W
0,75	1782	17.6	2444	19,1	3234	20.6
0.7	1636	P.4	2243	18.9	2968	20.2
0.65	J478	17.1	2027	18-5	2682	19.9
! 0.6	1312 1 ! 6,7		i 1800	18,1	2382	19.4
0.55 0,5	1 144	16.2	1570	17.5	2077	18,8
	977	i5.6	1340	L1^L	1773	18,1
h/d	Дилметры, мм					
	600		700		800	
	K "T W		K	W	K	W
.... ^	5654	23.2 1 8500		25.8	12124	28.2
0,75	^•У,	23,2 1 7932		Г 25.6	1 1314	28.0 '
0.7	1Ш61	22,8 l 7180		25.4	10384	27,6 J
0,65	4360	22.4 j 6578		24,8	9382 1 27.2	
0.6	3872	21,8	5842	24.2	8332	26.4 1 —
0,55	3376	-> [^	5094	23,4	7266	^u
0.5	2882	20.4	4348	22.6	6202	24.6
0,45	2402	19,4	3624	21.6	5168	23.6
0.4	1942	18.4	2932	20,4	4180	-П П
0,35	1512	17,2	2282	19,0	3256	20.8
0.3	j1 124	15.8	1702	17.6	2,428	19,2

h/cl	Диаметры, мм			
	900		1000	
	K	W	K	W
0.8	16612	30.4	21920	32.6
0.75	15532	30,2	20460	32,4
0,7	14230	30.0	18784	32,0
0.65	12856	29,4	16970	31.4
0,6	11418	28.6	15072	30.6
0.55	9956	27,8	1.3 142	29.6
0.5	8500	26,8	11220	28,6
0,45	7082	25,6	9348	27,2
0,4	5728	24,2	7562	25,8
0,35	4460	22.4	5888	24,0
0.3	3328	20.8	4394	">•"> 2