

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Вологодский государственный технический университет

Кафедра водоснабжения и водоотведения

ВОДООТВОДЯЩИЕ СИСТЕМЫ И СООРУЖЕНИЯ

×àñòü II. ÄÎ ÆÄÅÅÀß ÂÎ ÄÎ Î ÒÂÎ ÄÛÛÀÛ ÑÅÒÛ

Методические указания к курсовому проектированию

Факультет экологии

Специальность 290800 – Водоснабжение и водоотведение

Вологда
2000

УДК 628.2

Водоотводящие системы и сооружения. Часть II. Дождевая водоотводящая сеть: Методические указания к курсовому проектированию.— Вологда: ВоГТУ, 2000.— 38 с.

Приведена методика проектирования и расчета дождевых сетей раздельной и полураздельной систем водоотведения, рассмотрены примеры расчета сетей вручную и с применением ЭВМ. Предназначено для студентов специальности 290800.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГТУ

Составитель: Гудков А.Г., канд. техн. наук, доцент;

Рецензент: Чудновский С.М., канд. техн. наук, профессор кафедры комплексного использования и охраны природных ресурсов ВоГТУ

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания содержат общие сведения и рекомендации для выполнения разделов по проектированию дождевых сетей в курсовом проекте “Водоотводящие системы и сооружения”. Приводятся методики конструирования и расчета полураздельной и раздельной систем водоотведения.

Целью курсового проекта является обобщение и закрепление знаний теоретического курса, обучение использованию этих знаний в самостоятельной работе, при решении задач, связанных с проектированием систем водоотведения.

В ходе выполнения курсового проекта студент применяет знания, полученные при изучении курсов гидравлики, инженерной геологии, геодезии, гидрологии и строительных материалов.

1. РАЗБИВКА НА БАССЕЙНЫ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

Перед началом трассирования вся территория населенного пункта на плане разделяется на бассейны поверхностного стока. Границами бассейнов являются ограничительные линии застройки, линии водоразделов, тальвеги и берега водных потоков. При плоском рельефе местности границы бассейнов назначают, исходя из условия возможно большего охвата территории самотечной сетью. Различные бассейны стока могут иметь свои очистные сооружения и выпуски сточных вод.

ПРИМЕР. Так как город (рис. 1) расположен на одном берегу реки и имеет достаточно плоский рельеф местности, принимаем всего один бассейн поверхностного стока – по границам застройки и речному берегу.

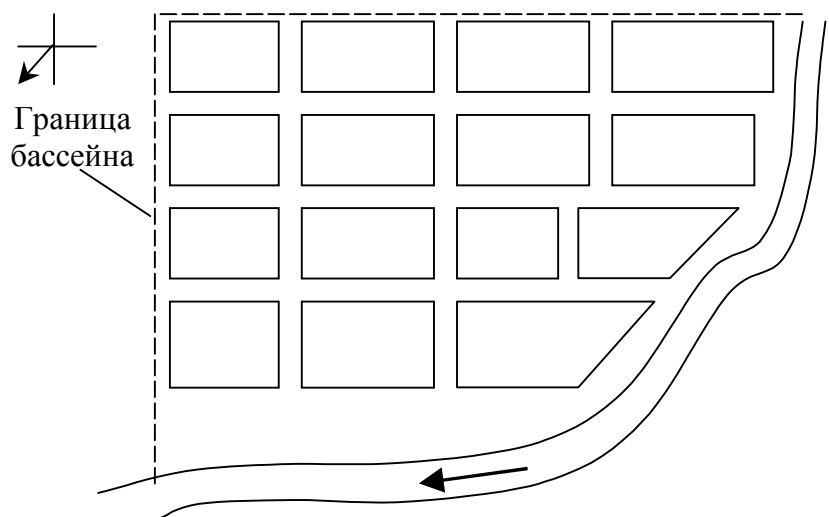


Рис. 1. Разбивка на бассейны

2. ВЫБОР СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Выбор системы водоотведения, а также способа отведения дождевых вод (открытой, закрытой или смешанной сетью) определяется на основании технико-экономического сравнения вариантов. Для упрощенного выбора системы можно воспользоваться табл. 2.

Таблица 2

Выбор системы водоотведения

Параметр	Системы водоотведения		
	Раздельная		Полураздельная
	Неполная	Полная	
Интенсивность дождей, л/с·га	< 70	> 90	< 90
Расход водных протоков, м ³ /с	> 5		< 5
Количество жителей	< 5000	---	---
Загрязнение водоемов	---	Одинаковое	Наименьшее
Капитальные вложения	Наименьшие		Наибольшие
Протяженность сетей	---	Примерно одинаковая	

ПРИМЕР. Принимаем для кварталов (рис. 1) полную раздельную систему водоотведения.

3. ВЫБОР МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ И ВЫПУСКОВ СТОЧНЫХ ВОД

В случае необходимости очистки поверхностного стока на дождевых сетях устанавливаются очистные сооружения. Место площадки для очистных сооружений выбирается, исходя из того, чтобы:

1. Площадка отделялась от границ жилой застройки санитарно-защитной зоной, величина которой приводится в /1, табл.1/;

2. Площадка должна располагаться ниже города по течению, а также с подветренной стороны для господствующих ветров теплого периода года по отношению к жилой застройке.

Трубопровод для выпуска очищенных дождевых стоков, как правило, проектируется по наикратчайшему расстоянию к водному объекту. Выпуски неочищенных дождевых вод располагают в конце коллекторов бассейна стока.

В пределах населенного пункта не разрешается выпуск дождевого стока в водоемы (озера и водохранилища), а в водотоки он возможен только при скорости течения воды в них более 0,05 м/с и расходах воды более 1 м³/с. Запрещен сброс дождевых вод в границах первого пояса зоны санитарной охраны водоемов.

4. ТРАССИРОВАНИЕ СЕТЕЙ

Принципы трассирования дождевых сетей аналогичны трассированию бытовой сети. Вначале наносят на план главные перехватывающие коллекторы, которые собирают все атмосферные стоки с данного бассейна, затем коллекторы бассейнов водоотведения и, наконец, уличную сеть.

Как правило, при трассировании дождевой сети используется *перпендикулярная* схема водоотведения, согласно которой коллекторы бассейна стока трассируют приблизительно перпендикулярно течению воды в водоеме. В этом случае главные коллекторы не проектируются, и дождевые стоки сбрасываются в водоем без очистки.

ПРИМЕР. На рис. 4.1 показан пример трассирования коллекторов бассейна стока в двух вариантах.

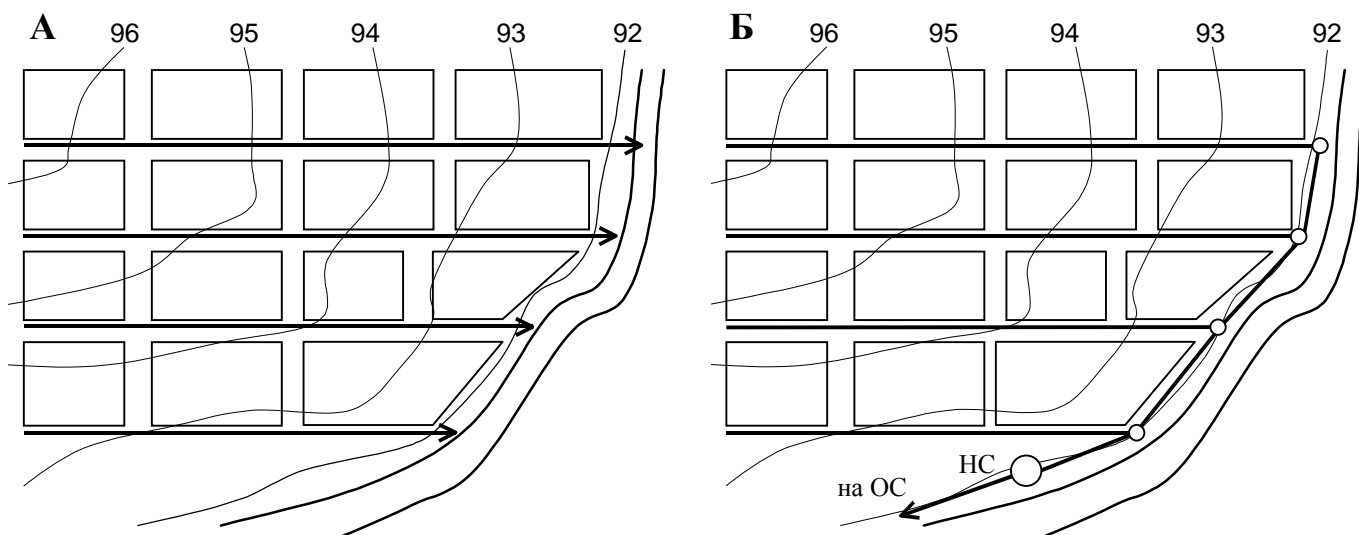


Рис. 4.1. Трассирование коллекторов бассейна стока

А – без главного коллектора, **Б** – с главным коллектором

(НС – насосная станция, ОС – очистные сооружения поверхностного стока)

Уличную сеть можно трассировать по трем вариантам:

1. *Объемлющая трассировка* – применяется при небольшом уклоне местности и больших кварталах.

2. *По пониженной стороне квартала* – применяется при значительном уклоне поверхности ($i > 0,007$).

3. *Черезквартальная* – применяется только тогда, когда известна детальная планировка квартала.

Для уменьшения глубины заложения труб уличных коллекторов следует стремиться, чтобы направление движения стоков следовало за естественным уклоном местности. Если часть микрорайона располагается на обратных склонах или отдельной пониженной части города, следует устраивать

насосную станцию, которая будет перекачивать стоки напорным трубопроводом за водораздел.

Для уменьшения расхода стока во время сильных дождей в случае необходимости предусматриваются *регулирующие резервуары* перед коллекторами большой протяженности, насосными станциями и очистными сооружениями. Для пропуска во время сильных дождей части поверхностного стока в водоем предусматриваются *ливнеспуски* и *разделительные камеры*.

После выбора окончательного варианта трассировки все микрорайоны города нумеруются (1, 2, 3, 5 и т.д.). Если трассирование производилось по объемлющей схеме, то каждый микрорайон дополнительно разбивается диагоналями или биссектрисами углов. Границами площадей стока являются середины проездов между кварталами (см. рис. 4.2).

Каждому элементу площади стока присваивается шифр (1^a , 1^b , $1^в$, $1^г$ и т.д.).

ПРИМЕР. На рис. 4.2 приведено трассирование уличной сети по двум схемам с последующей нумерацией площадей стока.

5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И ВЫСОТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОЖДЕВОЙ СЕТИ

Следующим этапом проектирования дождевой сети является ее *гидравлический расчет* и *высотное проектирование*. В отличие от бытовых водосточных сетей расчетные расходы на участках определяются непосредственно в ходе гидравлического расчета, при подборе диаметра и уклона трубопровода.

Гидравлический расчет сети заключается в подборе диаметра и уклона трубопровода на участках таким образом, чтобы значения скорости в трубопроводе соответствовали требованиям СНиП 2.04.03-85. Высотное проектирование сети состоит из расчетов, необходимых при построении профиля сети, а также для определения величины минимального заложения уличной сети.

5.1. Расчет площадей стока

Определяются площади всех пронумерованных элементов кварталов и заполняются столбцы 1, 2 и 3 в таблице по форме 1.

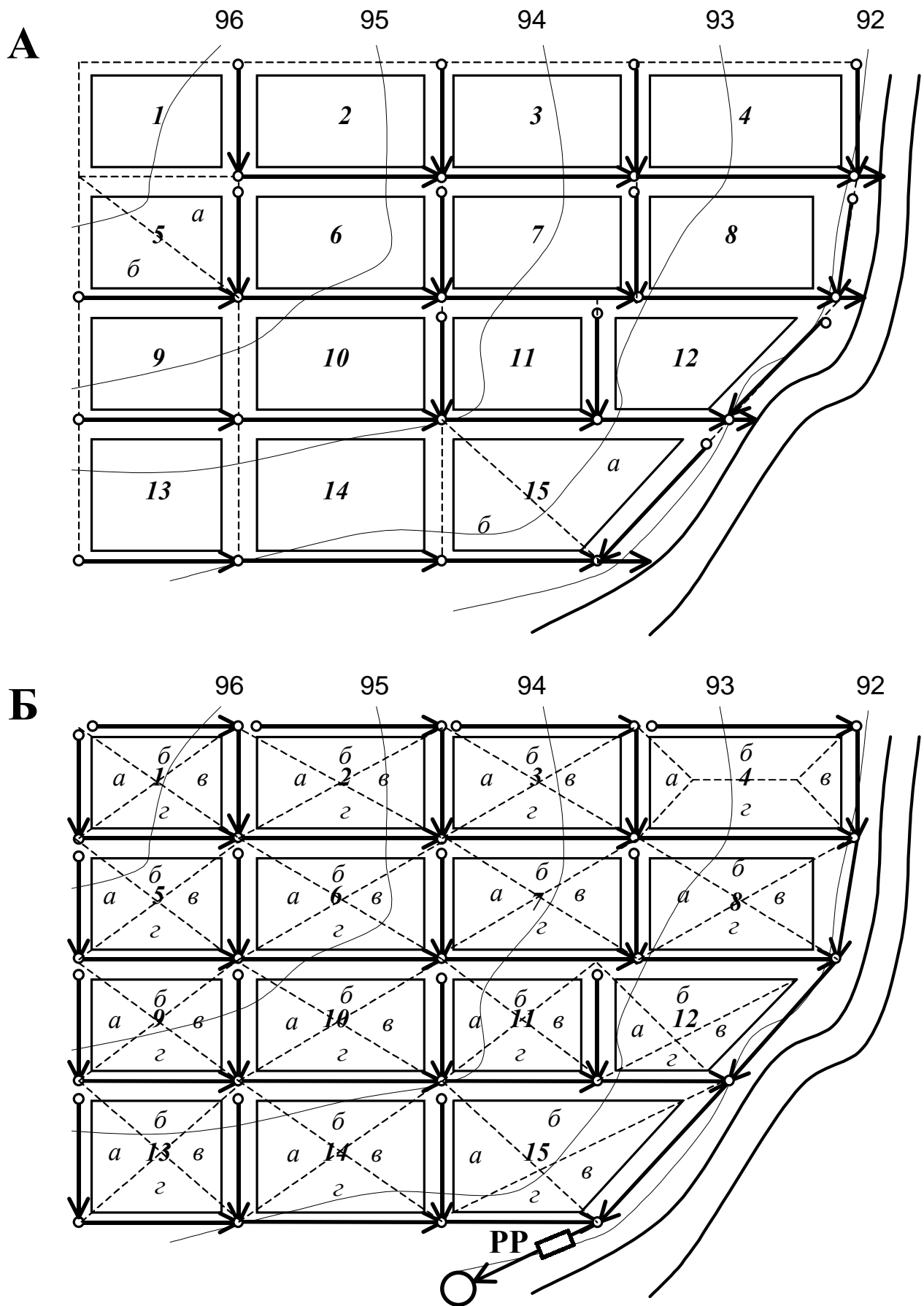


Рис. 4.2. Трассирование уличной дождевой сети
 А – по пониженной грани, Б – по объемлющей схеме
 (PP – регулирующий резервуар)

№ квартала	Шифр площади стока	Величина площади стока, га
1	1а 1б 1в 1г	1,5 1,5 1,5 1,5
		$F_1 = 6$
2	2а 2б 2в 2г	1,75 1,75 1,75 1,75
		$F_2 = 7$
3	3а ... и т.д.	1,75
...
Итого по всему бассейну стока		$F_{\text{общ}} = 106,87$ га

5.2. Расчет расходов на участках

Дождевую водоотводящую сеть разбивают на расчетные участки, каждому узлу (колодцу) сети присваивается номер (см. рис. 5.1).

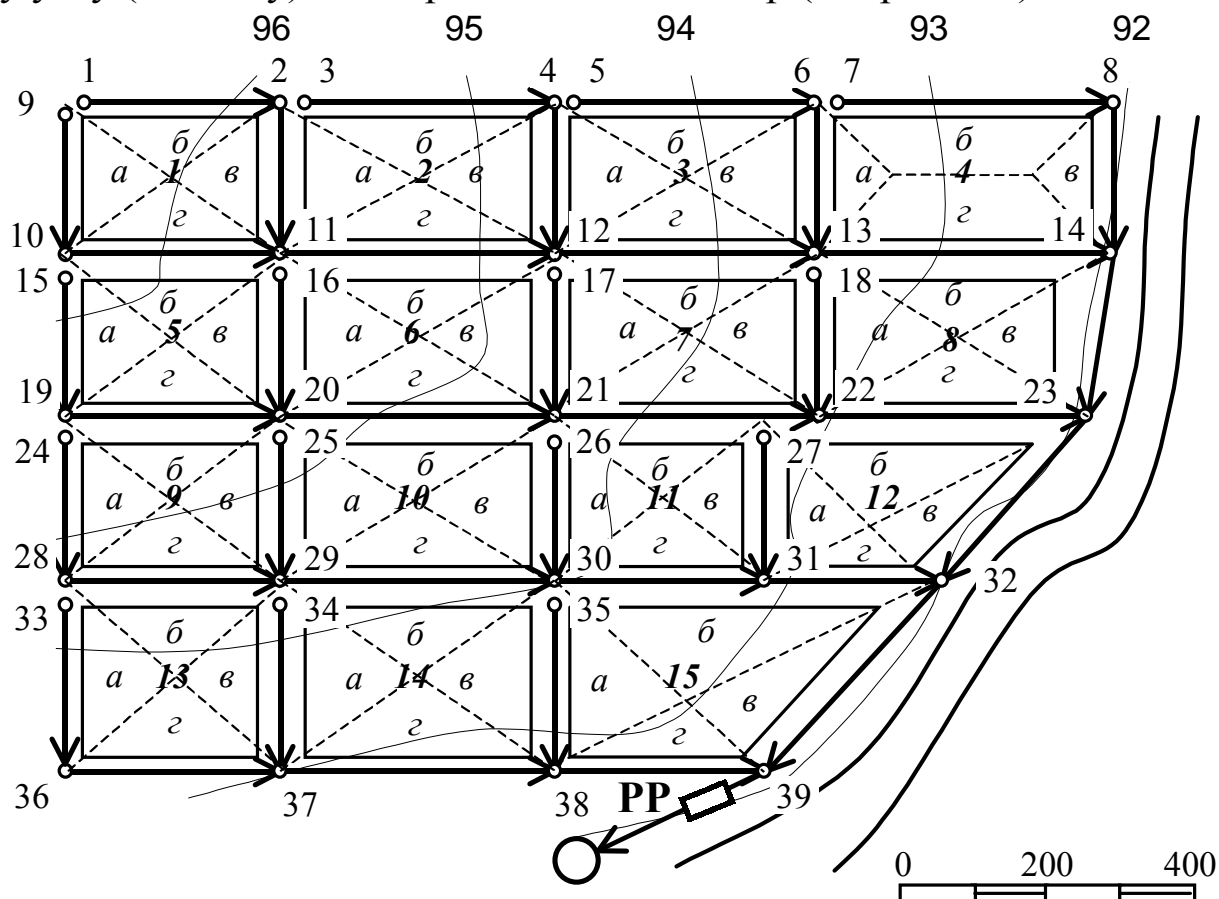


Рис. 5.1. Бассейн стока с расчетными участками

Затем заполняется форма 2, где необходимо указать площади стока, тяготеющие к участкам, а также их длины и геодезические отметки колодцев начала и конца, которые определяются по генплану города.

Форма 2

№ участка	Примыкающие площади		Геодезические отметки, м		Длина, м
	шифры	значение, га	начало	конец	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1-2	1б	1,5	96,70	95,80	270
3-4	2б	1,75	95,75	94,75	330
5-6	3б	1,75	94,60	93,55	330
7-8	4б	3	93,40	92,10	380
9-10	1а	1,5	96,75	96,35	180
10-11	1г, 5б	3	96,35	95,60	300
2-11	1в, 2а	3,25	95,80	95,60	180
11-12	2г, 6б	3,5	95,60	94,70	350
4-12	2в, 3а	3,5	94,75	94,70	180
12-13	3г, 7б	3,5	94,70	93,50	350
6-13	3в, 4а	2,75	93,55	93,50	180
13-14	4г, 8б	5,2	93,50	91,85	400
8-14	4в	1	92,10	91,85	200
15-19	5а	1,5	96,25	95,65	180
19-20	5г, 9б	3	95,65	95,20	300
16-20	5в, 6а	3,25	95,50	95,20	180
20-21	6г, 10б	3,5	95,20	94,45	350
17-21	6в, 7а	3,5	94,65	94,45	180
21-22	7г, 11б	3,1	94,45	93,15	350
18-22	7в, 8а	3,65	93,40	93,15	180
22-23	8г, 12б	4,53	93,15	91,80	360
14-23	8в	1,9	91,85	91,80	210
23-32	12в	1,95	91,80	92,05	300
...

Согласно СНиП 2.04.03-85, расчетные расходы дождевых вод следует определять с помощью метода предельных интенсивностей по формуле:

$$q_{cal} = \frac{z_{mid} A^{1,2} F}{t_r^{1,2n-0,1}} \beta, \text{ л/с}, \quad (5.1)$$

где A, n – параметры;

z_{mid} – средневзвешенное значение коэффициента, характеризующего поверхность бассейна стока;

F – расчетная площадь стока, га;

t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод по поверхности и трубам до расчетного участка, мин;

β – коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима.

Параметр A определяется по формуле:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r} \right)^\gamma, \quad (5.2)$$

где q_{20} – интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при $P = 1$ год, принимаемая по рис. 5.2;

n – показатель степени, определяемый по табл. 5.1;

m_r – среднее количество дождей за год, принимаемое по табл. 5.1;

P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, принимаемый по табл. 5.2;

γ – показатель степени, принимаемый по табл. 5.1.

Средневзвешенное значение коэффициента z_{mid} , характеризующего поверхность бассейна стока, определяется по формуле:

$$z_{mid} = \frac{1}{F_{общ}} \sum_i z_i F_i, \quad (5.3)$$

где z_i – коэффициент покрова для i -той части бассейна стока (табл. 5.3 и 5.4);

F_i – площадь i -той части бассейна стока, га;

$F_{общ}$ – площадь всего бассейна стока, га.

Расчетная площадь стока для участка сети принимается равной всей площади стока или части ее, дающей максимальный расход. Если площадь стока превышает 500 га, в формулу (5.1) вводится поправочный коэффициент K , учитывающий неравномерность выпадения дождя по площади (табл. 5.5).

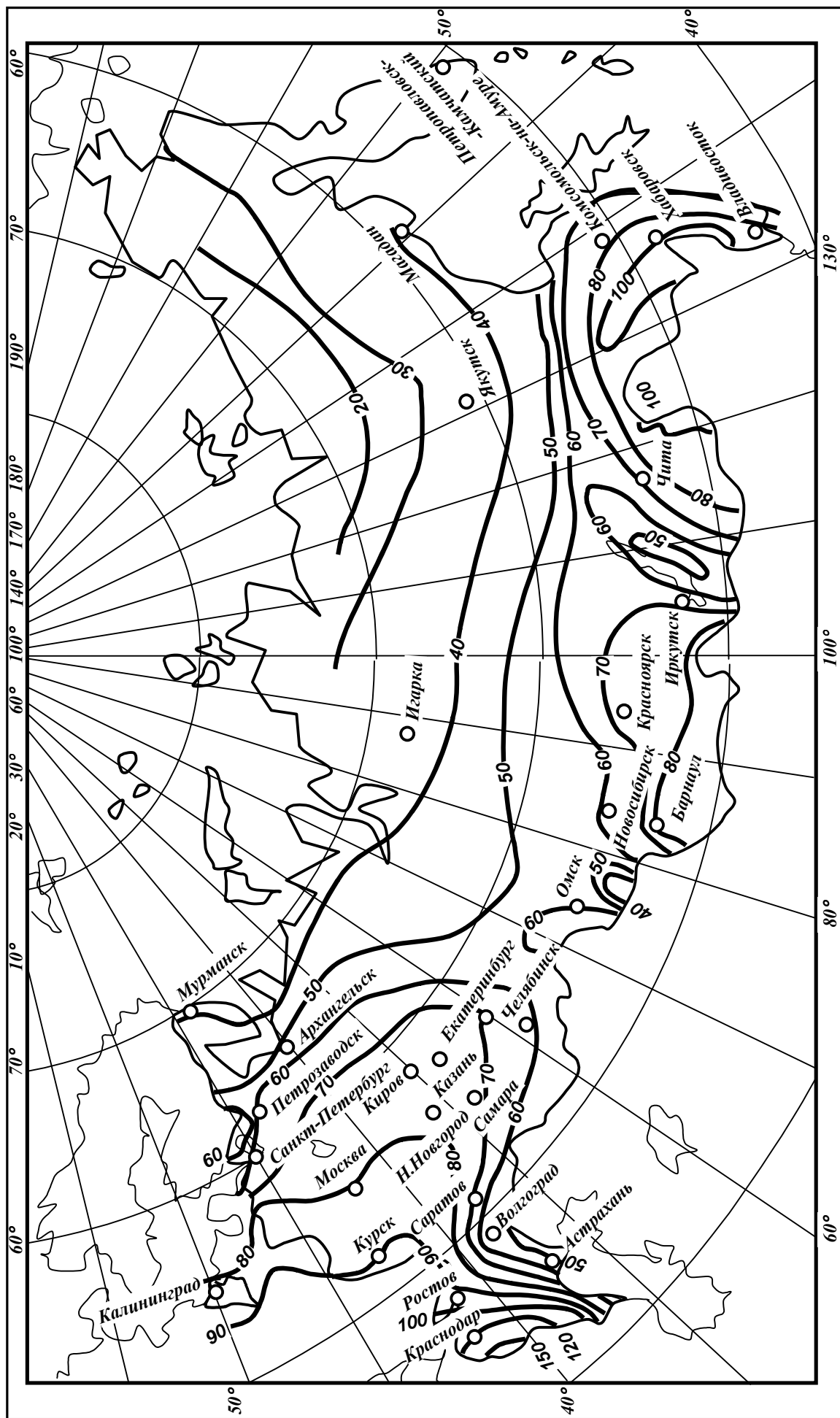


Рис. 5.2. Значения величин интенсивности дождя Q_{20} , л/с·га

Значения параметров n , m_r и γ

Район	Значение n при		m_r	γ
	$P \geq 1$	$P < 1$		
Побережья Белого и Баренцева морей	0,4	0,35	130	1,33
Север ЕТР* и Западной Сибири	0,62	0,48	120	1,33
Равнинные части запада и центра ЕТР	0,71	0,59	150	1,54
Возвышенности ЕТР, западный склон Урала	0,71	0,59	150	1,54
Низовье Волги и Дона, Южный Крым	0,67	0,57	60	1,82
Нижнее Поволжье	0,66	0,66	50	2
Наветренные склоны возвышенностей ЕТР и Северное Предкавказье	0,7	0,66	70	1,54
Ставропольская возвышенность, северные предгорья Большого Кавказа, северный склон Большого Кавказа	0,63	0,56	100	1,82
Южная часть Западной Сибири	0,72	0,58	80	1,54
Кузнецкий Алатау, Алтай	0,61	0,48	140	1,33
Северный склон Западных Саян	0,49	0,33	100	1,54
Средняя Сибирь	0,69	0,47	130	1,54
Хребет Хамар-Дабан	0,48	0,35	130	1,82
Восточная Сибирь	0,6	0,52	90	1,54
Бассейны Шилки и Аргуни, долина Среднего Амура	0,65	0,54	100	1,54
Бассейны Колымы и рек Охотского моря, северная часть Нижнеамурской низменности	0,36	0,48	100	1,54
Побережье Охотского моря, бассейны рек Берингова моря, центр и запад Камчатки	0,35	0,31	80	1,54
Восточное побережье Камчатки южнее 56° с.ш.	0,28	0,26	110	1,54
Побережье Татарского пролива	0,35	0,28	110	1,54
Район оз. Ханка	0,65	0,57	90	1,54
Бассейны рек Японского моря, о. Сахалин, Курилы	0,45	0,44	110	1,54
Черноморское побережье и западный склон Большого Кавказа	0,62	0,58	90	1,54
Побережье Каспийского моря и равнина г. Махачкалы	0,51	0,43	60	1,82
Горный Дагестан	0,57	0,52	100	1,54

* ЕТР – европейская территория России

Таблица 5.2

Периоды однократного превышения расчетной интенсивности дождя P

Условия расположения коллекторов		Период P , годы, для населенных пунктов при значениях q_{20}			
на проездах местного значения	на магистральных улицах	< 60	60...80	80...120	> 120
Благоприятные и средние	Благоприятные	0,33–0,5	0,33–1	0,5–1	1–2
Неблагоприятные	Средние	0,5–1	1–1,5	1–2	2–3
Особо неблагоприятные	Неблагоприятные	2–3	2–3	3–5	5–10
	Особо неблагоприятные	3–5	3–5	5–10	10–20

Примечания: 1. **Благоприятные** условия расположения коллекторов:

- бассейн площадью не более 150 га имеет плоский рельеф при среднем уклоне поверхности 0,005 и менее;
- коллектор проходит по водоразделу или в верхней части склона на расстоянии от водораздела не более 400 м.

2. **Средние** условия расположения коллекторов:

- бассейн площадью свыше 150 га имеет плоский рельеф с уклоном 0,005 и менее;
- коллектор проходит в нижней части склона по тальвегу с уклоном склонов 0,02 и менее, при этом площадь бассейна не превышает 150 га.

3. **Неблагоприятные** условия расположения коллекторов:

- коллектор проходит в нижней части склона, площадь бассейна превышает 150 га;
- коллектор проходит по тальвегу с крутыми склонами при среднем уклоне склонов свыше 0,02.

4. **Особо неблагоприятные** условия расположения коллекторов:

- коллектор отводит воду из замкнутого пониженного места (котловины).

Таблица 5.3

Значения коэффициента z

Поверхность	z
Кровля зданий и сооружений, асфальтобетонные покрытия дорог	по табл. 5.4
Брусчатые мостовые и черные щебенчатые покрытия дорог	0,224
Булыжные мостовые	0,145
Щебеночные покрытия, не обработанные вяжущими	0,125
Гравийные садово-парковые дорожки	0,09
Грунтовые спланированные поверхности	0,064
Газоны	0,038

Таблица 5.4

Значения коэффициента z для водонепроницаемых поверхностей

Параметр A	z
300	0,32
400	0,30
500	0,29
600	0,28
700	0,27
800	0,26
1000	0,25
1200	0,24
1500	0,23

Таблица 5.5

Значения коэффициента K

Площадь, га	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000
K	0,95	0,90	0,85	0,8	0,7	0,6	0,55

Расчетная продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка t_r определяется по формуле:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \text{ мин}, \quad (5.4)$$

где t_{con} – продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или до уличного коллектора (при наличии внутри квартала дождеприемников). Значение t_{con} принимается равным 5-10 мин при отсутствии внутриквартальных закрытых сетей, или 3-5 мин при их наличии;

t_{can} – продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам, определяется по формуле:

$$t_{can} = 0,021 \sum \frac{l_{can}}{v_{can}}, \text{ мин}, \quad (5.5)$$

где l_{can} – длина участков лотка, м;

v_{can} – расчетная скорость течения по лоткам, м/с;

t_p – продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассчитываемого сечения, определяется по формуле:

$$t_p = 0,017 \sum \frac{l_p}{v_p}, \text{ мин}, \quad (5.6)$$

где l_p – длина расчетных участков коллектора, м;

v_p – расчетная скорость течения на участке, м/с.

Значения коэффициента β , учитывающего заполнение свободной емкости сети, следует определять по табл. 5.6.

Таблица 5.6

Значения коэффициента β

Показатель степени n	$\leq 0,4$	0,5	0,6	$\geq 0,7$
β	0,8	0,75	0,7	0,65

5.3. Требования к гидравлическому расчету и высотному проектированию дождевой сети

1. Наименьший (минимальный) диаметр и уклон для *внутриквартальной* дождевой сети принимаются соответственно 200 мм и 0,007. Для *уличной* сети минимальный диаметр принимается 250 мм.

2. Расчетное наполнение в трубах дождевых сетей принимается **полным**.

Таблица 5.7

Минимальные скорости, расходы и уклоны

Диаметр	Скорость, м/с	Расход, л/с	Уклон
200-250	0,7	20	0,0046
300-350	0,8	55	0,0033
400	0,8	100	0,0021
450-500	0,9	140	0,002
600-700	1,0	280	0,0019
800-900	1,0	460	0,0013
1000-1100	1,15	850	0,0013
1200-1300	1,15	1500	0,001
1400-1750	1,3	1700	0,001
≥ 2000	1,3	4100	0,0009

3. Скорости течения в трубах при данном расчетном расходе должны быть не меньше минимальных, которые приведены согласно /1/ в табл. 5.7.

4. Максимально допустимая скорость течения для неметаллический труб – 7 м/с, а для металлических – 10 м/с.

5. Трубопроводы соединяют (сопрягают) “по шельгам”.

6. Диаметры труб от участка к участку должны возрастать, исключения допускаются при резком увеличении уклона местности.

7. Минимальную глубину заложения следует принимать как наибольшую из двух величин:

$$\begin{aligned} h' &= h_{np} - a, \text{ м,} \\ h'' &= 0,7 + D, \text{ м,} \end{aligned} \quad (5.7)$$

где h_{np} – нормативная глубина промерзания грунта для данного района, принимается по /2/, м;

a – параметр, принимаемый для труб диаметром до 500 мм – 0,3 м, для труб большего диаметра – 0,5 м;

D – диаметр трубы, м.

8. Максимальную глубину заложения рекомендуется принимать равной: в скальных грунтах – 4...5 м, мокрых плавунных – 5...6 м, сухих не-скальных – 7...8 м.

9. Для труб диаметром более 500 мм рекомендуется учитывать местные сопротивления на поворотах, слияниях и перепадах.

10. Для самотечных безнапорных сетей рекомендуется применять железобетонные, бетонные, керамические и асбестоцементные трубы, а для напорных сетей – напорные железобетонные, асбестоцементные, чугунные и пластмассовые трубы.

5.4. Порядок гидравлического расчета дождевой сети

Основной сложностью при проведении гидравлического расчета дождевых сетей является то, что величина расчетного расхода связана с продолжительностью протекания стоков по сети, которая, в свою очередь, зависит от искомого уклона и диаметра труб. Поэтому расчет приходится проводить методом последовательных приближений.

Расчет начинают, как правило, с наиболее длинного коллектора бассейна стока, проверяя его в необходимых случаях (при неравномерном нарастании площадей) на расчетный расход, получаемый не со всей площади водосбора коллектора, а только с ее части.

Продолжительности протока дождевых вод по поверхности к дождеприемнику t_{con} и t_{can} можно принимать одинаковыми для всей сети в целом или для отдельных бассейнов. Затем задаются скоростью протока на верховом участке коллектора, определяют время протока по нему воды. По принятой площади стока, примыкающей к участку, вычисляется расчетный расход на нем по формуле (5.1).

Затем по соответствующим таблицам или номограммам подбираются трубы необходимого диаметра и уклона при условии примерного соответствия принятой скорости на участке и ее табличного значения. Если такого совпадения нет, то следует повторить весь расчет при вычисленных скоростях и скорректировать расчетный расход и выбранный диаметр трубы.

Последующие участки рассчитываются аналогичным образом, только при расчете продолжительности дождя следует время протока на данном участке суммировать со временем протока на всех предыдущих участках от начала коллектора. Кроме того, в формулу (5.1) следует подставлять площадь, также суммированную из площадей, примыкающих ко всем предшествующим участкам.

Если расходы на последующем участке окажутся меньше, чем на предыдущем, то они принимаются равными. Обычно при подборе диаметров допускается расхождение между пропускной способностью и расчетным расходом труб, а также между принятой и табличной скоростью на участке до $\pm 10\div 15\%$.

5.5. Расчет дождевой сети в табличной форме

Перед расчетом рекомендуется построить на миллиметровой бумаге график зависимости интенсивности стока (удельного стока) от продолжительности протекания воды по трубам t_p (мин) согласно следующей формуле:

$$q_c = \frac{z_{mid} A^{1,2} \beta}{(t_{con} + t_{can} + t_p)^{1,2n-0,1}}, \text{ л/с}\cdot\text{га.} \quad (5.8)$$

Значение z_{mid} можно принимать одинаковым для всей территории населенного пункта.

Для заполнения таблицы гидравлического расчета по форме 3, необходимо знать геодезические отметки колодцев начала и конца участков всей сети, их длины и площади, примыкающие к каждому участку. Эти данные берутся из формы 2.

№ участка	Площадь, га		Скорость, м/с	t_p , мин	Удельный сток, л/с·га	Расход, л/с	Пропускная способность, л/с	Диаметр, мм	Уклон
	участковая	накопленная							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
...									

Продолжение формы 3

Длина, м	Падение, м	Отметки, м						Глубина, м		Примечание
		Земля		Вода		Дно		в начале	в конце	
		в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Последовательность заполнения формы 3 такова: сначала сразу заполняются столбцы с исходными данными – столбцы 1, 2, 11, 13 и 14. Затем необходимо производить гидравлический расчет последовательно каждого участка в следующем порядке:

1. Рассчитывается площадь стока (*накопленная* площадь из столбца 3) – как сумма всех накопленных площадей примыкающих сверху участков плюс непосредственно участковая площадь.

2. Задаются ориентировочной скоростью протока (например, 0,8 м/с) и рассчитывают продолжительность протока в трубах на участке t_p по формуле (5.6). Для этого рассчитывают время протока на участке и суммируют его с наибольшей продолжительностью из всех примыкающих сверху участков – столбец 5.

3. По графику, построенному по формуле (5.8), в зависимости от найденного значения t_p находится удельный сток q_c (столбец 6), затем рассчитывается расход на участке (столбец 7) по формуле:

$$q = q_c F K, \text{ л/с}, \quad (5.9)$$

где F – накопленная площадь, га;

K – коэффициент, учитывающий неравномерность выпадения дождя по площади (табл. 5.5).

4. Если участок – верховой, то глубину заложения трубопровода в начале участка h_1 принимают равной минимальной h_{min} , причем ориентировочный диаметр принимается равным минимальному для принятого вида сети. Если участок имеет примыкающие к нему вышерасположенные участки, то начальную глубину ориентировочно принимают равной наибольшей глубине

заложения в конце этих участков. Поэтому необходимым условием для расчета данного участка является рассчитанность всех участков, примыкающих к нему сверху.

5. Рассчитывают ориентировочный минимальный уклон трубопровода:

$$i_0 = (h_{min} - h_1 + z_1 - z_2)/l, \quad (5.10)$$

где z_1 и z_2 - отметки поверхности земли в начале и конце участка, м;

l - длина участка, м.

Если в результате получается отрицательное или близкое к нулю значение, уклон можно принять равным минимальному, исходя из расчетного расхода на участке (табл. 5.7).

6. Подбирается трубопровод с необходимым диаметром D , полным заполнением, скоростью течения v и уклоном i по известному расчетному расходу и скорости протока. Трубы можно подбирать по номограммам, графикам или таблицам, например, по таблицам Лукиных А.А., Лукиных Н.А. /3/ или по таблицам Федорова Н.Ф. /4/. Для этих целей также можно воспользоваться таблицей в приложении. Для определения скорости и расхода при промежуточном значении уклона необходимо использовать интерполяцию.

Подбор необходимо начинать с минимального диаметра, постепенно переходя к большим. Для выбора диаметра можно руководствоваться минимальными расходами, приведенными в табл. 5.7. **Уклон** трубопровода должен быть не меньше ориентировочного минимального. **Скорость** должна быть, во-первых, не меньше минимальной (табл. 5.7), во-вторых, не меньше наибольшей скорости на примыкающих участках. Если пропускная способность (или табличная скорость) будут отличаться от расчетного расхода (или принятой скорости) более чем на 10-15%, необходимо принять другую скорость протока на участке, пересчитать продолжительность протока t_p , удельный сток q_c и расход q .

Если расход на участке менее 20-25 л/с, то участок можно считать нерасчетным: диаметр и уклон принимаются минимальными, а пропускная способность и скорость не подбираются.

Заполняются столбцы 8, 9, 10 и 12. Падение Δh равно произведению длины на уклон: $\Delta h = i \cdot l$.

7. Из всех примыкающих к началу участков выбирается участок с наибольшей глубиной заложения, который и будет сопряженным. Затем рассчитываются глубина заложения и отметки в начале участка, при этом возможны следующие случаи:

а. Если участок сопряжен с другим, то отметка воды $Z_{1в}$ в начале участка равна отметке воды в конце сопряженного участка, т.е. значение из столбца

16 переписывается в столбец 15. Затем вычисляется отметка дна $Z_{1\partial}$ в начале участка: $Z_{1\partial} = Z_{1\epsilon} - D$ и записывается в столбец 17.

Глубина заложения в начале участка определяется по формуле: $h_1 = Z_1 - Z_{1\partial}$ (здесь Z_1 - отметка поверхности земли в начале участка) и записывается в столбец 19.

б. Если участок не имеет сопряжения (т.е. верховой или после насосной станции), то отметка дна в начале участка равна: $Z_{1\partial} = Z_1 - h_1$. Отметка воды в начале равна: $Z_{1\epsilon} = Z_{1\partial} + D$. Заполняются столбцы 19, 17 и 15. Если участок - нерасчетный, то отметка воды принимается равной отметке дна, а в столбцах 15 и 16 ставятся прочерки.

8. Рассчитываются глубина заложения и отметки в конце участка:

- отметка дна: $Z_{2\partial} = Z_{1\partial} - \Delta h$,

- отметка воды: $Z_{2\epsilon} = Z_{2\partial} + D$ или $Z_{2\epsilon} = Z_{1\epsilon} - \Delta h$,

- глубина заложения: $h_2 = Z_2 - Z_{2\partial}$ (Z_2 - отметка поверхности земли в конце участка).

Если глубина заложения окажется в итоге больше максимальной глубины для заданного вида грунта, то в начале текущего участка ставится районная или местная насосная станция, глубина в начале участка принимается равной минимальной, и расчет повторяется, начиная с пункта б (скорости на примыкающих участках при этом не учитываются).

Заполняются столбцы 16, 18 и 20. В столбце 21 можно записывать тип сопряжения, сопряженный участок, наличие насосных станций и т.д.

5.6. Пример гидравлического расчета дождевой сети

Исходные данные

Город (рис. 5.1) расположен в Омской области. 35% его территории занимает застройка, 15% – дороги и тротуары из асфальтобетона, 5% – тротуары из брусчатки и 45% территории отводится под зеленые насаждения. Грунт – глины, суглинки.

Задание

Рассчитать коллекторы (10-11-12-13-14) и (19-20-21-22-23) до участка (23-32).

Расчет (табл. 5.8)

Омская область относится к южной части Западной Сибири. По рис. 5.2 находим значение параметра $q_{20} = 60$ л/с·га. Средний уклон местности равен $\approx 0,0036$, площадь бассейна составляет 106,87 га. Согласно табл. 5.2 условия расположения коллекторов – благоприятные, следовательно, принимаем период однократного превышения расчетной интенсивности $P = 0,5$ года. По табл. 5.1 находим значения параметров $n = 0,58$, $m_r = 80$ и $\gamma = 1,54$.

Таблица 5.8

Пример гидравлического расчета и высотного проектирования дождевой сети

№ участка	Площадь, га		Скорость, м/с	t_p , мин	Удельный сток, л/с·га	Расход, л/с	Пропускная способность, л/с	Диаметр, мм	Уклон
	участковая	накопленная							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-2	1,5	1,5	0,7	6,56	18,6	27,9	30,68	250	0,003
3-4	1,75	1,75	0,7	8,01	17,5	30,63	30,68	250	0,003
5-6	1,75	1,75	0,7	8,01	17,5	30,63	30,68	250	0,003
7-8	3	3	0,8	8,08	17,4	52,2	59,37	300	0,004
9-10	1,5	1,5	0,7	4,37	21,0	31,5	30,68	250	0,003
10-11	3	4,5	0,8	10,75	15,9	71,55	75,5	350	0,003
2-11	3,25	4,75	0,8	10,38	15,95	75,76	75,5	350	0,003
11-12	3,5	12,75	0,8	18,19	12,6	160,65	163,0	500	0,002
4-12	3,5	5,25	0,8	11,84	15,3	80,32	75,5	350	0,003
12-13	3,5	21,5	1,0	24,14	11,1	238,65	255	550	0,003
6-13	2,75	4,5	0,8	11,84	15,3	68,85	75,5	350	0,003
13-14	5,2	31,2	1,2	29,81	10,1	315,1	301,7	550	0,004
8-14	1	4	0,8	12,33	15,1	60,4	59,37	300	0,004
15-19	1,5	1,5	0,7	4,37	21,0	31,5	30,68	250	0,003
19-20	3	4,5	0,8	10,75	15,9	71,55	75,5	350	0,003
16-20	3,25	3,25	0,8	3,83	21,8	70,85	75,5	350	0,003
20-21	3,5	11,25	0,8	18,19	12,6	141,75	163,0	500	0,002
17-21	3,5	3,5	0,8	3,83	21,8	76,3	75,5	350	0,003
21-22	3,1	17,85	1,0	24,14	11,1	238,65	255	550	0,003
18-22	3,65	3,65	0,8	3,83	21,8	79,57	75,5	350	0,003
22-23	4,53	26,03	1,2	29,24	10,3	268,1	301,7	550	0,004
14-23	1,9	37,1	1,2	32,22	9,7	359,9	378,3	650	0,003
23-32	1,95	65,08	1,2	36,47	9,1	592,2	556,7	750	0,003

По формуле (5.2) рассчитываем параметр A :

$$A = 60 \cdot 20^{0,58} \left(1 + \frac{\lg(0,5)}{\lg(80)} \right)^{1,54} = 261,57.$$

Затем находим средневзвешенное значение коэффициента z_{mid} . Для асфальтобетонных покрытий и кровли коэффициент $z = 0,32$, для брусчатки $z = 0,224$, для зеленых насаждений $z = 0,038$ (табл. 5.3 и 5.4). По формуле (5.3) рассчитываем:

$$z_{mid} = (35 \cdot 0,32 + 15 \cdot 0,32 + 5 \cdot 0,224 + 45 \cdot 0,038) / 100 = 0,188.$$

По табл. 5.6 определяем значение коэффициента, учитывающего заполнение свободной емкости сети, $\beta = 0,71$. Принимаем продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка t_{con} равной 5 мин, а продолжительность t_{can} равной 1 мин.

Продолжение табл. 5.8

Длина, м	Паде-ние, м	Отметки, м						Глубина, м		При-меча-ние
		Земля		Вода		Дно		в нача-ле	в кон-це	
		в нача-ле	в кон-це	в нача-ле	в кон-це	в нача-ле	в кон-це			
<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>21</i>
270	0,81	96,70	95,80	94,95	94,14	94,70	93,89	2,00	1,91	
330	0,99	95,75	94,75	94,00	93,01	93,75	92,76	2,00	1,99	
330	0,99	94,60	93,55	92,85	91,86	92,60	91,61	2,00	1,94	
380	1,52	93,40	92,10	91,75	90,23	91,50	89,98	1,90	2,12	
180	0,54	96,75	96,35	95,10	94,56	94,85	94,31	1,90	2,04	
300	0,90	96,35	95,60	94,56	93,66	94,21	93,31	2,14	2,29	9-10
180	0,54	95,80	95,60	94,14	93,60	93,79	93,25	2,01	2,35	1-2
350	0,70	95,60	94,70	93,60	92,90	93,10	92,40	2,50	2,30	2-11
180	0,54	94,75	94,70	93,01	92,47	92,66	92,12	2,09	2,58	3-4
350	1,05	94,70	93,50	92,47	91,42	91,92	90,87	2,78	2,63	4-12
180	0,54	93,55	93,50	91,86	91,32	91,51	90,97	2,04	2,53	5-6
400	1,60	93,50	91,85	91,42	89,82	90,87	89,27	2,63	2,58	12-13
200	0,80	92,10	91,85	90,23	89,43	89,93	89,13	2,17	2,72	7-8
180	0,54	96,25	95,65	94,50	93,96	94,25	93,71	2,00	1,94	
300	0,90	95,65	95,20	93,96	93,06	93,61	92,71	2,04	2,49	15-19
180	0,54	95,50	95,20	93,95	93,41	93,60	93,06	1,90	2,14	
350	0,70	95,20	94,45	93,06	92,36	92,56	91,86	2,64	2,59	19-20
180	0,54	94,65	94,45	93,10	92,56	92,75	92,21	1,90	2,24	
350	1,05	94,45	93,15	92,36	91,31	91,81	90,76	2,64	2,39	20-21
180	0,54	93,40	93,15	91,85	91,31	91,50	90,96	1,90	2,19	
360	1,44	93,15	91,80	91,31	89,87	90,76	89,32	2,39	2,48	21-22
210	0,63	91,85	91,80	89,43	88,80	88,78	88,15	3,07	3,65	8-14
300	0,90	91,80	92,05	88,80	87,90	88,05	87,15	3,75	4,90	14-23

Подставляем значения в формулу (5.8) для расчета:

$$q_c = \frac{0,188 \cdot 216,57^{1,2} \cdot 0,71}{(5+1+t_p)^{1,2 \cdot 0,58 - 0,1}} = \frac{84,75}{(6+t_p)^{0,596}}$$

Рассчитываем значения для графика:

t_p , мин	0	1	2	5	10	20	40	60
q_c , л/с-га	29,13	26,57	24,54	20,30	16,24	12,16	8,65	6,98

По полученным точкам строим график зависимости $q_c = f(t_p)$ – см. рис. 5.3. Так как общая площадь стока города менее 500 га, коэффициент, учитывающий неравномерность выпадения дождя по площади, можно не учитывать ($K = 1$).

Максимальную глубину для заданных грунтов примем 7 м. Принимаем по [2] глубину промерзания $h_{пром}$ равной 2,2 м. Тогда по формулам (5.7) ми-

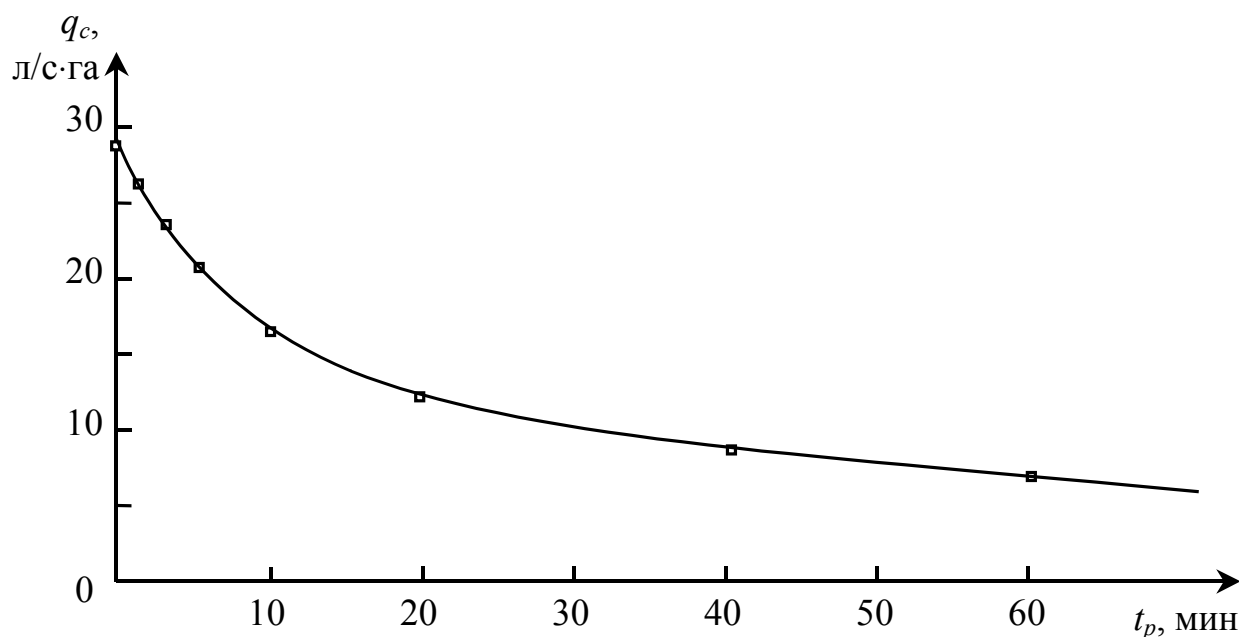


Рис. 5.3. График зависимости удельного стока от времени протока по трубам (к примеру расчета)

нимальная глубина h_{min} для труб диаметром 200...500 мм составит 1,9 м, для труб 600...1000 мм – 1,7 м.

Расчет начинаем с верховых участков самого длинного коллектора (10-11-12-13-14).

Участок (1-2) – верховой, поэтому накопленная площадь стока равна участковой, т.е. $F = 1,5$ га. Принимаем скорость протока по трубам 0,7 м/с, рассчитываем время $t_p = 0,017 \cdot 270 / 0,7 = 6,56$ мин. По графику на рис. 5.3 определяем удельный сток $q_c = 18,6$ л/с·га. Рассчитываем расход на участке $q = 18,6 \cdot 1,5 = 27,9$ л/с.

Принимаем глубину трубопровода в начале участка равной минимальной – 1,90 м. Рассчитываем ориентировочный уклон: $(1,9 - 1,9 + 96,70 - 95,80) / 270 = 0,00333$. С помощью таблицы в приложении методом интерполяции подбираем трубу диаметром 250 мм с уклоном 0,003. Пропускная способность (30,68 л/с) и скорость в трубопроводе (0,63 м/с) отличаются от принятых менее чем на 10-12%, следовательно, подбор произведен правильно. Однако принятый уклон меньше ориентировочного, значит, в конце участка глубина заложения будет меньше допустимой. Чтобы избежать этого, принимаем другую начальную глубину трубопровода $h_1 = 2,00$ м.

Вычисляем падение $\Delta h = 270 \cdot 0,003 = 0,81$ м. Отметка дна в начале $Z_{1д} = 96,70 - 2,00 = 94,70$ м, отметка воды в начале $Z_{1в} = 94,70 + 0,25 = 94,95$. Рассчитываем отметку дна в конце участка $Z_{2д} = 94,70 - 0,81 = 93,89$ м, отметку воды в конце $Z_{2в} = 93,89 + 0,25 = 94,14$ м. Глубина заложения в конце $h_2 = 95,80 - 93,89 = 1,91$ м (больше минимальной).

Верховые участки (3-4), (5-6), (7-8) и (9-10) рассчитываются аналогичным образом.

Участок (10-11) имеет один примыкающий участок (9-10), поэтому накопленная площадь будет равна $F = 3 + 1,5 = 4,5$ га. Принимаем скорость на участке равной 0,8 м/с (не менее скорости на участке (9-10)).

При определении продолжительности t_p учитываем, что она складывается из времени протока на участке (9-10) и (10-11): $t_p = 0,017 \cdot 300 / 0,8 + 4,37 = 10,75$ мин. По графику определяем удельный сток $q_c = 15,9$ л/с·га. Рассчитываем расход на участке $q = 15,9 \cdot 4,5 = 71,55$ л/с.

Участок сопряжен с участком (9-10), поэтому принимаем первоначальную глубину в начале – 2,04 м. Рассчитываем ориентировочный уклон $i_0 = (1,9 - 2,04 + 96,35 - 95,60) / 300 = 0,002$. По таблице в приложении подбираем трубопровод диаметром 350 мм с уклоном 0,003. Пропускная способность (75,5 л/с) и скорость (0,79 м/с) находятся в допустимых пределах.

Рассчитываем падение $\Delta h = 300 \cdot 0,003 = 0,9$ м. Сопряжение дождевой сети принимается «по шельгам», поэтому отметка воды в начале равна отметке воды в конце сопряженного участка, т.е. $Z_{1в} = 94,56$ м. Отметка дна в начале $Z_{1д} = 94,56 - 0,35 = 94,21$ м. Глубина заложения трубопровода в начале участка $h_1 = 96,35 - 94,21 = 2,14$ м.

Рассчитываем отметку дна в конце участка $Z_{2д} = 94,21 - 0,9 = 93,31$ м, отметку воды в конце $Z_{2в} = 93,31 + 0,35 = 93,66$ м. Глубина заложения в конце $h_2 = 95,60 - 93,31 = 2,29$ м.

Расчет следующих участков ведется по той же методике, поэтому выделим лишь некоторые особенности:

Участок (11-12) имеет два примыкающих участка – (10-11) и (2-11), в качестве сопряженного выбираем участок с наибольшей глубиной заложения в конце, т.е. (2-11). При расчете накопленной площади суммируем три значения – $3,5 + 4,5 + 4,75 = 12,75$ га. При расчете продолжительности t_p из двух значений времени на примыкающих участках (10,75 мин и 10,38 мин) выбираем самую большую величину.

Расчет коллектора (19-20-21-22-23) проводим в той же последовательности – сначала верховые участки, затем – все остальные.

5.7. Расчет дождевой сети с использованием компьютера по программе RAINFALL

Гидравлический расчет и высотное проектирование дождевой водоотводящей сети вручную весьма трудоемки, поэтому на практике для расчета используют вычислительную технику и различные программные средства. На кафедре водоснабжения и водоотведения ВоГТУ разработана компью-

терная программа RAINFALL, которая предназначена для гидравлического расчета дождевых сетей.

Пример гидравлического расчета дождевой сети, произведенный с помощью этой программы по вышеуказанным исходным данным, приведен в табл. 5.9.

Некоторые правила и особенности работы с этой программой:

1. Основными исходными данными являются **примыкающие площади** на участках, их **длины**, **отметки поверхности земли** в начале и конце участков.

2. Кроме этого, для расчета следует ввести такие общие данные, как **глубина промерзания** грунта, **максимальная глубина** заложения, **минимальный расход** для нерасчетных участков и **минимальный диаметр**.

3. Для характеристики расчетного дождя необходимо задать параметры q_{20} , m_r , γ , P , n . Для характеристики поверхности стока вводятся значения коэффициента z_{mid} , времени t_{con} , **длина лотков** и **скорость движения** в них.

4. Имеется возможность выбора формулы Н.Н. Павловского или Н.Ф. Федорова для расчета трубопровода на участке.

5. Последовательность работы с компьютером такова: запуск программы на исполнение, ввод общих данных о сети, ввод данных о каждом участке, сохранение данных в файле на диске, автоматический гидравлический расчет, просмотр полученных результатов и профиля коллектора, корректировка исходных данных (при необходимости), распечатка результатов и профиля, выход из программы.

6. Программа работает в текстовом режиме дисплея, однако ее интерфейс (способ общения с пользователем) во многом похож на графический интерфейс операционной среды Windows и является интерактивным. Для более подробного изучения интерфейса рекомендуется любая литература по Windows, например /5/. В справочной системе самой программы также имеются сведения об ее интерфейсе.

7. В панели «Данные для расчета сети» следует ввести фамилию и инициалы пользователя, название объекта канализования и общие данные, которые для удобства разбиты на четыре страницы «Общие», «Дождь», «Сток» и «Гидравлика».

8. Затем можно приступить к вводу данных о каждом участке. Для этого следует воспользоваться списком «Участки», в котором приводятся номера введенных участков. Для ввода нового участка необходимо выбрать в этом списке строку **Новый..**, а для изменения уже введенных данных об участке – строку с номером участка.

9. В панели «Участок» следует ввести номера начала и конца участка, геодезические отметки поверхности земли начала и конца, площадь, при-

мыкающую к участку, и длину участка. В программе по умолчанию установлено отсутствие сопряжения с предыдущим участком и автоматический выбор уклона, материала труб, номера сопряженного участка и глубины в начале. При необходимости эти данные можно изменить.

10. После ввода всех данных рекомендуется их сохранить на диске, воспользовавшись командой меню **Файлы|Сохранить**. Для запуска автоматического гидравлического расчета следует нажать кнопку **Расчет!**. После успешной проверки введенных данных и гидравлического расчета на экран выводится окно «Результаты расчета», в котором приводится таблица с результатами и маршрутами протока дождевых вод по участкам. В табл. 5.9 приведен пример расчета сети. Для печати результатов используйте команду меню **Результаты|Печать**.

11. Для того чтобы построить продольный профиль коллектора, необходимо сначала выбрать трассу коллектора в панели «Профиль коллектора» (команда меню **Результаты|Профиль**). Для просмотра профиля с последующей печатью его на листе формата А4 следует нажать кнопку **Профиль**.

12. В программе предусмотрена возможность изменения набора столбцов в таблице с результатами, а также изменения набора труб, используемых при расчете сети. Для этого следует выбрать команды меню **Опции|Результаты и Опции|Трубы**.

13. За более подробной информацией о возможностях, работе и принципах расчета можно обратиться к справочной системе программы – клавиша **F1** или команда меню **Справка**.

5.8. Построение продольного профиля коллектора

По результатам гидравлического расчета дождевой водоотводящей сети строится профиль главного коллектора одного из бассейнов стока. Для чертежа принимаются следующие масштабы: горизонтальный 1:1000 (500), вертикальный 1:100.

Принципы построения профиля приведены в части I настоящих методических указаний. В бланк профиля вписываются материал труб, тип изоляции и основание под трубы, их диаметр, уклон и длина, причем для одинакового диаметра и уклона указываются сразу общие длины, расчетный расход и скорость.

Пример гидравлического расчета дождевой сети по программе RAINFALL

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДОЖДЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ	
Пользователь	: Иванов И.И
Объект	: город в Омской области
Глубина промерзания	: 2.20 м
Максимальная глубина	: 7.00 м
Минимальный расход	: 10.00 л/с
Минимальный диаметр	: 250 мм
Параметр А	: 261.57 (формула)
Интенсивность 20-минутного дождя	: 60.0 л/с*га
повторяемости 1 год	: 80
Кол-во дождей в году	: 1.54
Показатель Gamma	: 0.50, годы
Показатель n	: 0.58
Коэффициент покрова	: 0.19
Коэффициент заполнения свободной емкости сети beta	: 0.71
Время протока до лотка	: 5.0 мин
Длина уличных лотков	: 50.0 м
Скорость воды в лотках	: 1.00 м/с
Время стока по лоткам	: 1.05 мин
Температура воды	: 10.0 °C
Взвешенные вещества	: 500.00 мг/л
Приведенный гидравлический диаметр	: не учитывался
формула для расчета	: Н.Н.Павловского
Невязка расходов	: 13.0 %

Номер участка	Сопряженный участок	Тип сопряжения	Площадь, га	Расход, л/с	Длина, м	Уклон	Диаметр, мм	Материал труб
1-2	---	°А	1.50	1.50	36.73	270.00	0.0051°А	250 Керамика °А
3-4	---	°А	1.75	1.75	40.47	330.00	0.0050°А	250 Керамика °А
5-6	---	°А	1.75	1.75	40.40	330.00	0.0050°А	250 Керамика °А
7-8	---	°А	3.00	3.00	68.70	380.00	0.0044°А	300 Керамика °А
9-10	---	°А	1.50	1.50	40.90	180.00	0.0050°А	250 Керамика °А
10-11	9-10°А	Ш°А	3.00	4.50	93.79	300.00	0.0041°А	350 Керамика °А
2-11	1-2°А	Ш°А	3.25	4.75	100.53	180.00	0.0041°А	350 Керамика °А
11-12	2-11°А	Ш°А	3.50	12.75	219.09	350.00	0.0027°А	550 Керамика °А
4-12	3-4°А	Ш°А	3.50	5.25	105.66	180.00	0.0035°А	400 Керамика °А
12-13	4-12°А	Ш°А	3.50	21.50	323.20	350.00	0.0025°А	600 Керамика °А
6-13	5-6°А	Ш°А	2.75	4.50	90.45	180.00	0.0041°А	350 Керамика °А
13-14	6-13°А	Ш°А	5.20	31.20	416.03	400.00	0.0041°А	600 Керамика °А
8-14	7-8°А	Ш°А	1.00	4.00	77.66	200.00	0.0041°А	350 Керамика °А
15-19	---	°А	1.50	1.50	40.80	180.00	0.0051°А	250 Керамика °А
19-20	15-19°А	Ш°А	3.00	4.50	93.94	300.00	0.0041°А	350 Керамика °А
16-20	---	°А	3.25	3.25	90.94	180.00	0.0041°А	350 Керамика °А
20-21	19-20°А	Ш°А	3.50	11.25	192.92	350.00	0.0025°А	500 Керамика °А
17-21	---	°А	3.50	3.50	97.76	180.00	0.0041°А	350 Керамика °А
21-22	20-21°А	Ш°А	3.10	17.85	261.42	350.00	0.0027°А	550 Керамика °А
18-22	---	°А	3.65	3.65	102.23	180.00	0.0034°А	400 Керамика °А
22-23	21-22°А	Ш°А	4.53	26.03	343.36	360.00	0.0027°А	600 Керамика °А
14-23	13-14°А	Ш°А	1.90	37.10	466.48	210.00	0.0017°А	800 Бетон °А
24-28	---	°А	1.50	1.50	41.36	180.00	0.0050°А	250 Керамика °А
28-29	24-28°А	Ш°А	3.38	4.88	101.34	300.00	0.0035°А	400 Керамика °А
25-29	---	°А	3.25	3.25	94.07	180.00	0.0050°А	350 Керамика °А
29-30	28-29°А	Ш°А	3.94	12.07	207.04	350.00	0.0027°А	500 Керамика °А
26-30	---	°А	3.10	3.10	86.75	180.00	0.0041°А	350 Керамика °А
30-31	29-30°А	Ш°А	1.35	16.52	250.59	270.00	0.0027°А	550 Керамика °А
27-31	---	°А	2.75	2.75	76.69	180.00	0.0056°А	300 Керамика °А
31-32	30-31°А	Ш°А	5.04	24.31	339.98	250.00	0.0027°А	600 Керамика °А
23-32	14-23°А	Д°А	1.95	65.08	764.78	300.00	0.0029°А	800 Бетон °А
33-36	---	°А	1.88	1.88	50.70	220.00	0.0063°А	250 Керамика °А
36-37	33-36°А	Ш°А	1.88	3.76	77.12	300.00	0.0041°А	350 Керамика °А
34-37	---	°А	4.07	4.07	114.51	220.00	0.0055°А	350 Керамика °А
37-38	36-37°А	Ш°А	2.19	10.02	168.12	350.00	0.0025°А	500 Керамика °А
35-38	---	°А	4.32	4.32	121.55	220.00	0.0061°А	350 Керамика °А
38-39	37-38°А	Ш°А	1.26	15.60	231.80	280.00	0.0027°А	550 Керамика °А
32-39	23-32°А	Ш°А	1.88	91.27	1009.85	350.00	0.0017°А	1000 Бетон °А
39-НС	32-39°А	Д°А	0.00	106.87	1120.48	270.00	0.0019°А	1000 Бетон °А

°А - автоматический выбор данных Тип сопряжения: Ш - по шельгам, Д - по дну

Ско- рость, м/с	Невяз- ка ско- рости, %	Тр, мин	Отметки земли, м		Отметки воды, м		Отметки дна, м		Глубина заложения, м	
			начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0.816	1.1	5.69	96.70	95.80	95.05	93.66	94.80	93.41	1.90°А	2.39
0.807	1.1	6.87	95.75	94.75	94.10	92.44	93.85	92.19	1.90°А	2.56
0.804	1.0	6.92	94.60	93.55	92.95	91.31	92.70	91.06	1.90°А	2.49
0.855	6.2	7.09	93.40	92.10	91.80	90.12	91.50	89.82	1.90°А	2.28
0.807	1.1	3.75	96.75	96.35	95.10	94.20	94.85	93.95	1.90°А	2.40
0.911	1.0	9.34	96.35	95.60	94.20	92.97	93.85	92.62	2.50°А	2.98
0.912	1.0	8.95	95.80	95.60	93.66	92.93	93.31	92.58	2.49°А	3.02
1.001	1.9	15.22	95.60	94.70	92.93	91.98	92.38	91.43	3.22°А	3.27
0.921	0.0	10.27	94.75	94.70	92.44	91.81	92.04	91.41	2.71°А	3.29
1.020	10.2	20.58	94.70	93.50	91.81	90.93	91.21	90.33	3.49°А	3.17
0.912	1.0	10.30	93.55	93.50	91.31	90.57	90.96	90.22	2.59°А	3.28
1.306	2.5	26.51	93.50	91.85	90.57	88.93	89.97	88.33	3.53°А	3.52
0.912	0.0	11.28	92.10	91.85	90.12	89.30	89.77	88.95	2.33°А	2.90
0.816	1.1	3.80	96.25	95.65	94.60	93.68	94.35	93.43	1.90°А	2.22
0.911	1.0	9.30	95.65	95.20	93.68	92.45	93.33	92.10	2.32°А	3.10
0.909	0.9	3.34	95.50	95.20	93.95	93.22	93.60	92.87	1.90°А	2.33
0.904	9.7	15.30	95.20	94.45	92.45	91.57	91.95	91.07	3.25°А	3.38
0.914	0.5	3.37	94.65	94.45	93.10	92.36	92.75	92.01	1.90°А	2.44
1.001	1.9	21.77	94.45	93.15	91.57	90.63	91.02	90.08	3.43°А	3.07
0.907	1.6	3.32	93.40	93.15	91.90	91.29	91.50	90.89	1.90°А	2.26
1.060	9.5	27.10	93.15	91.80	90.63	89.66	90.03	89.06	3.12°А	2.74
1.019	0.0	29.88	91.85	91.80	88.93	88.57	88.13	87.77	3.72°А	4.03
0.809	5.7	3.57	95.50	94.70	93.85	92.94	93.60	92.69	1.90°А	2.01
0.918	1.6	9.43	94.70	94.30	92.94	91.90	92.54	91.50	2.16°А	2.80
1.007	7.2	2.82	95.20	94.30	93.65	92.75	93.30	92.40	1.90°А	1.90
0.939	6.1	15.29	94.30	94.00	91.90	90.96	91.40	90.46	2.90°А	3.54
0.909	0.9	3.34	94.30	94.00	92.75	92.02	92.40	91.67	1.90°А	2.33
1.001	1.9	20.18	94.00	93.20	90.96	90.23	90.41	89.68	3.59°А	3.52
0.958	5.9	3.39	93.30	93.20	91.70	90.70	91.40	90.40	1.90°А	2.80
1.060	6.7	24.01	93.20	92.05	90.23	89.55	89.63	88.95	3.57°А	3.10
1.330	11.2	34.20	91.80	92.05	88.57	87.70	87.77	86.90	4.03°А	5.15
0.900	5.2	3.94	94.50	93.30	92.85	91.47	92.60	91.22	1.90°А	2.08
0.910	0.0	9.76	93.30	93.00	91.47	90.25	91.12	89.90	2.18°А	3.10
1.052	8.5	3.25	94.20	93.00	92.65	91.45	92.30	91.10	1.90°А	1.90
0.904	3.8	16.09	93.00	92.70	90.25	89.37	89.75	88.87	3.25°А	3.82
1.109	3.6	3.25	93.90	92.70	92.35	91.02	92.00	90.67	1.90°А	2.03
1.001	0.0	21.10	92.70	92.20	89.37	88.62	88.82	88.07	3.87°А	4.13
1.181	5.4	38.48	92.05	92.20	87.70	87.11	86.70	86.11	5.35°А	6.09
1.249	6.7	42.69	92.20	91.50	87.11	86.59	86.11	85.59	6.09°А	5.91

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПОЛУРАЗДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ

6.1. Трассирование сетей

Принципы составления схем сетей и трассирования уличных коллекторов аналогичны принципам составления схем сетей и трассирования уличных трубопроводов бытовой и дождевой сетей полной раздельной системы водоотведения. Коллекторы бассейнов водоотведения трассируют в направлении, совпадающем с уклоном местности. Уличная сеть трассируется от линии водораздела к коллекторам, что обеспечивает совпадение их направлений с уклоном местности. Главный общесплавной коллектор необходимо трассировать вдоль водоема. Дождевая сеть присоединяется к главному коллектору через *разделительные камеры*, которые при интенсивных дождях, превышающих по интенсивности принятый предельный дождь, сбрасывают часть дождевого стока в водоем.

ПРИМЕР На рис. 6. показано трассирование сетей полураздельной системы водоотведения.

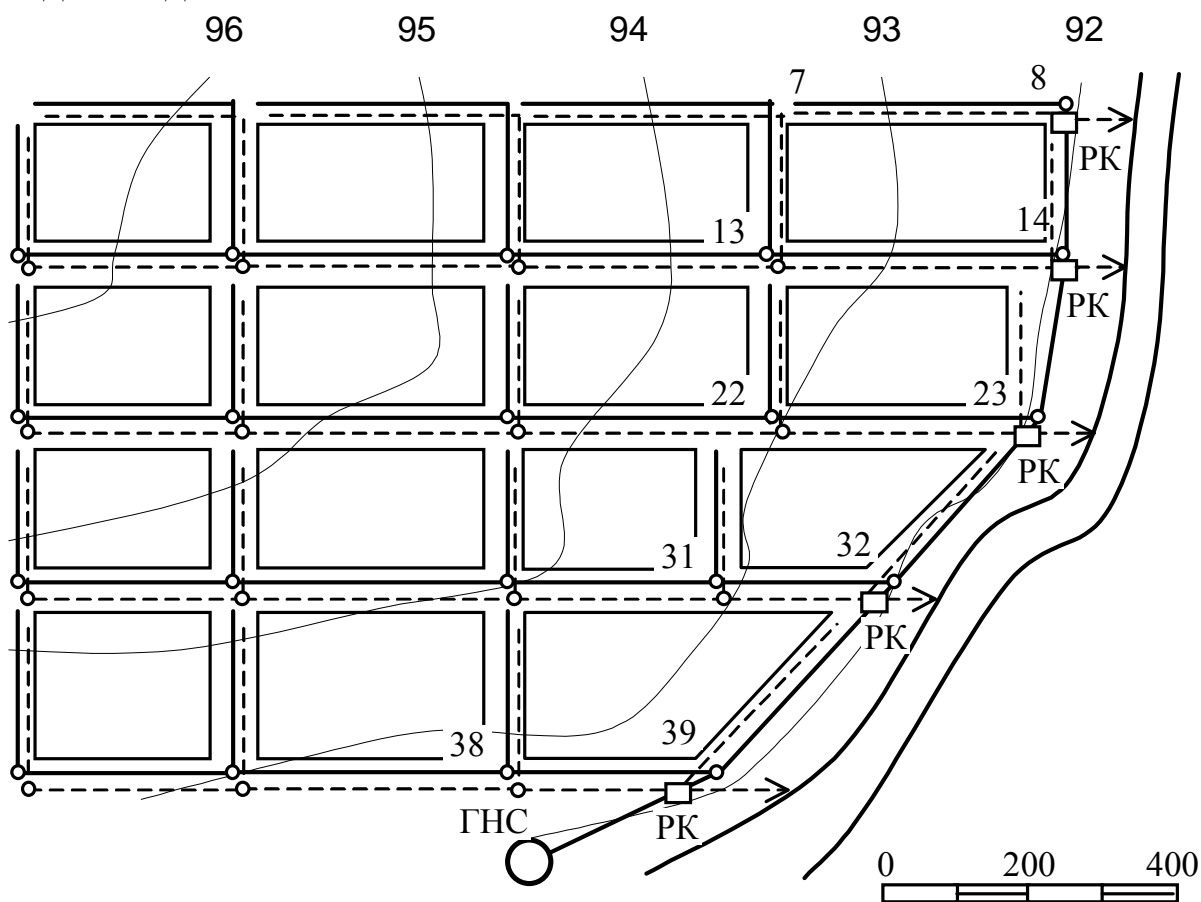


Рис. 6. Трассирование сети полураздельной системы водоотведения

----- дождевая сеть ————— производственно-бытовая сеть
(PK – разделительная камера)

6.2. Гидравлический расчет главного коллектора

Гидравлический расчет и высотное проектирование бытовой и дождевой сетей полураздельной системы водоотведения до пересечения их с главным общесплавным коллектором производят так же, как при полной раздельной системе, т.е. независимо друг от друга.

Главный коллектор полураздельной системы водоотведения рассчитывается на пропуск смеси производственных, бытовых и дождевых стоков. Расчетный расход смеси стоков определяется по формуле:

$$q_{mix} = q_{cit} + \sum q_{lim}, \text{ л/с}, \quad (6.1)$$

где q_{cit} – максимальный расчетный расход производственных и бытовых сточных вод с учетом коэффициента неравномерности, л/с;

$\sum q_{lim}$ – сумма предельных расходов дождевых вод, подаваемых в главный общесплавной коллектор от каждой разделительной камеры, расположенной до расчетного участка, л/с.

Предельный расход дождевых вод, подаваемый в главный коллектор от разделительной камеры, определяется по формуле:

$$q_{lim} = K_{div} q_r, \text{ л/с}, \quad (6.2)$$

где K_{div} – коэффициент разделения;

q_r – расход дождевых вод, подходящий к разделительной камере, л/с.

Расход q_r определяют по формуле (5.1), однако без учета коэффициента β .

Значения коэффициента разделения определяются по табл. 6.1 в зависимости от параметра K'_{div} :

$$K'_{div} = \gamma \frac{\lg(m_r P_{lim})}{\lg(m_r P_{cal})}, \quad (6.3)$$

где m_r, γ – параметры, определяемые по табл. 5.1;

P_{cal} – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, принимаемый по табл. 5.2;

P_{lim} – период однократного превышения интенсивности предельного дождя, равный (0,05...1) года.

Таблица 6.1

Значения коэффициента разделения

Показатель степени n_{lim}	Значения K_{div} при K'_{div} равных									
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
0,75	0,02	0,04	0,07	0,1	0,15	0,19	0,24	0,3	0,36	0,42
0,5	0,025	0,05	0,08	0,12	0,16	0,21	0,26	0,31	0,37	0,43
0,3	0,03	0,06	0,09	0,13	0,18	0,22	0,27	0,32	0,38	0,43

В тех случаях, когда расчетная продолжительность протока до разделительной камеры $t_r \neq 20$ мин и разность показателей степени $n - n_{lim} \neq 0$, к зна-

чению коэффициента разделения, принятому по табл. 6.1, следует вводить поправочный коэффициент, определяемый по табл. 6.2 в зависимости от продолжительности протока до разделительной камеры и разности показателей ($n-n_{lim}$). Здесь n_{lim} – значение показателя n , принятого по табл. 5.1 при P_{lim} .

Таблица 6.2

Значения поправочного коэффициента к коэффициенту K_{div}

Разность показателей $n-n_{lim}$	Значение поправочного коэффициента при продолжительности протока t_r , мин				
	10	30	60	90	120
$\leq 0,03$	1	1	1	1,1	1,1
0,07	0,9	1	1,1	1,2	1,2
0,15	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3
0,2	0,8	1,1	1,4	1,6	1,7
0,3	0,8	1,2	1,6	1,9	2,1

Требования к гидравлическому расчету главного общесплавного коллектора полураздельной системы водоотведения:

1. Расчет необходимо производить на полное заполнение, причем величина скорости воды на участках коллектора должна быть не меньше минимальной согласно требованиям СНиП 2.04.03-85 /1/.

2. Участки коллектора, на которых расход производственно-бытовых стоков превышает 10 л/с, следует проверять на пропуск только этого расхода (режим работы в сухую погоду).

3. Величина наполнения и скорость протока в сухую погоду должны соответствовать требованиям /1/.

4. Сопряжение труб производится «по шельгам».

Гидравлический расчет главного коллектора полураздельной системы ведется в табличном виде по форме 4. Сначала заполняются столбцы с исходными данными – столбцы 1, 2, 6, 8, 17 и 18. Затем по табл. 6.1, 6.2 и формуле 6.3 рассчитывается коэффициент разделения K_{div} . По формулам 6.1. и 6.2 определяются предельные и расчетные расходы, заполняются столбцы 3, 4, 5 и 7.

Затем последовательно рассчитывается каждый участок коллектора в следующем порядке:

1. Для первого участка от начала коллектора глубина заложения в начале h_1 ориентировочно принимается равной наибольшей глубине заложения примыкающих вышерасположенных коллекторов дождевой и производственно-бытовой сетей. Для последующих участков глубина заложения в начале принимается равной глубине в конце предыдущего участка коллектора.

2. Рассчитывается ориентировочный минимальный уклон трубопровода:

$$i_0 = (h_2 - h_1 + z_1 - z_2)/l, \quad (6.4)$$

где h_2 – глубина заложения в конце участка, принимаемая равной наибольшей глубине подходящих к концу участка коллекторов дождевой и производственно-бытовой сетей, м;

z_1 и z_2 – отметки поверхности земли в начале и конце участка, м;

l – длина участка, м.

3. По расходу q_{mix} подбирается на полное заполнение трубопровод диаметром D , уклоном i и скоростью v . Уклон должен быть не меньше ориентировочного i_0 , а скорость – не меньше минимальной (табл. 5.7). Пропускная способность не должна отличаться от расчетного расхода q_{mix} более чем на 10%.

4. Если расход производственно-бытовых стоков на участке более 10 л/с, трубопровод проверяется на пропуск только расхода q_{cit} . Для этого по таблицам /3/ находятся значения наполнения и скорости, которые должны быть в нормируемых пределах /1/. Если скорость протока получилась меньше допустимой, необходимо увеличить уклон и повторить расчет, начиная с пункта 3. Заполняются столбцы 9, 11-16.

5. Рассчитывается падение и отметки труб, исходя из сопряжения «по шельгам» (аналогично расчету дождевой сети – п. 5.5). Заполняются столбцы 10, 19-24.

Форма 4

№ участка	Расход дождевых вод перед РК, л/с	K_{div}	Предельный расход, л/с		q_{cit} , л/с	q_{mix} , л/с	Длина, м	Уклон	Падение, м	Диаметр, мм	Пропускная способность, л/с
			на участке	суммарный							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
...											

Продолжение формы 4

Скорость, м/с	Режим в сухую погоду		Отметки, м						Глубина, м		Примечание	
	Наполнение		Земля		Шельга		Дно		Глубина, м			
	h/d	м	Скорость, м/с	в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце	в начале		в конце
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

6.3. Пример расчета главного коллектора

Исходные данные

План города дан на рис. 6. Исходные данные такие же, как в примере расчета дождевой сети. Расходы производственно-бытовых и дождевых вод в участках главного коллектора и перед разделительными камерами приведены в табл. 6.3. Глубины заложения участков сетей, примыкающих к главному коллектору, приведены в табл. 6.4.

Таблица 6.3

Данные по расходам в коллекторе			
№ РК	Расход дождевых вод q_r , л/с	№ участка	Расход производственно-бытовых вод q_{cit} , л/с
8	96,76	8-14	11
14	606,2	14-23	71,42
23	522,8	23-32	118,12
32	520,5	32-39	160,64
39	366,6	39-ГНС	186,92

Таблица 6.4

Глубины заложения		
№ участка	Глубина заложения в конце	
	дождевая сеть	производственно-бытовая сеть
7-8	2,28	2,51
13-14	3,60	3,15
22-23	2,96	3,01
31-32	3,25	3,52
38-39	4,13	4,10
39-ГНС	4,16	3,94

Задание

Рассчитать главный общесплавной коллектор.

Расчет (табл. 6.5)

Принимаем величину периода однократного превышения интенсивности предельного дождя $P_{lim} = 0,05$ года. По табл. 5.1 при периоде P_{lim} находим значение параметра $n_{lim} = 0,58$, следовательно, разность $n - n_{lim} = 0$. По формуле (6.3) находим параметр K'_{div} :

$$K'_{div} = 1,54 \frac{\lg(80 \cdot 0,05)}{\lg(80 \cdot 0,5)} = 0,58.$$

По табл. 6.1 находим величину коэффициента разделения $K_{div} = 0,43$. Ввиду разности $n - n_{lim} = 0$ и небольшому времени протока (меньше 60 мин), поправочный коэффициент из табл. 6.2 равен 1 для всех разделительных камер.

Рассчитываем по формуле 6.2 предельные расходы на участках коллектора (столбец 4). Затем, последовательно суммируя эти расходы в столбце 5, определяем суммарные расходы. Складываем значения из столбцов 5 и 6, получаем расчетные расходы смеси стоков (столбец 7).

Участок 8-14. Принимаем согласно табл.6.4 глубину заложения в начале участка $h_1 = 2,51$ м, а ориентировочную глубину заложения в конце $h_2 \approx$

3,60 м. Тогда по формуле 6.4 находим минимальный ориентировочный уклон: $i_0 = (3,60 - 2,51 + 92,10 - 91,85) / 200 = 0,0067$.

Таблица 6.5

Пример гидравлического расчета главного общесплавного коллектора

№ участка	Расход дождевых вод перед РК, л/с	K_{div}	Предельный расход, л/с		q_{cit} , л/с	q_{mix} , л/с	Длина, м	Уклон	Падение, м	Диаметр, мм	Пропускная способность, л/с
			на участке	суммарный							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8-14	96,76	0,43	41,6	41,6	11	52,6	200	0,008	1,6	250	52,03
14-23	606,2	0,43	260,7	302,3	71,4	373,7	210	0,004	0,84	600	381,7
23-32	522,8	0,43	224,8	527,1	118,1	645,2	300	0,003	0,9	800	658,5
32-39	520,5	0,43	223,8	750,9	160,6	911,5	350	0,003	1,05	900	903,1
39-ГНС	366,6	0,43	157,6	908,5	186,9	1095	270	0,004	1,08	900	1062

Продолжение табл. 6.5

Скорость, м/с	Режим в сухую погоду			Отметки, м						Глубина, м		Примечание
	Наполнение		Скорость, м/с	Земля		Шельга		Дно		в начале	в конце	
	h/d	м		в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце			
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1,06	0,3	0,075	0,817	92,10	91,85	89,84	88,24	89,59	87,99	2,51	3,86	НС
1,35	0,3	0,18	1,04	91,85	91,80	88,24	87,40	87,64	86,80	4,21	5,00	
1,31	0,3	0,24	1,03	91,80	92,05	87,40	86,50	86,60	85,70	5,20	6,35	
1,42	0,25	0,225	1,41	92,05	92,20	89,43	88,38	88,53	87,48	3,52	4,72	
1,67	0,25	0,225	1,65	92,20	91,50	88,38	87,30	87,48	86,40	4,72	5,10	

По таблицам /4/ или по приложению подбираем трубопровод диаметром $D = 250$ мм, уклоном $i = 0,008$, пропускной способностью 52,03 л/с и скоростью протока $v = 1,06$ м/с. Проверяем этот трубопровод на пропуск расхода в сухую погоду (таблицы /3/): при расходе $q_{cit} = 11$ л/с в нем будет наполнение $h/d = 0,3$ и скорость протока 0,817, что соответствует требованиям СНиП 2.04.03-85. Заполняются столбцы 9, 11-14 и 16.

Рассчитываем падение $\Delta h = 0,008 \cdot 200 = 1,6$ м (столбец 10) и наполнение в метрах: $0,3 \cdot 0,25 = 0,075$ м (столбец 15).

Записываем в столбец 23 глубину заложения в начале, затем рассчитываем отметку дна в начале: $Z_{1\partial} = 92,10 - 2,51 = 89,59$ м, отметку шельги в начале: $Z_{1ш} = 89,59 + 0,25 = 89,84$ м. Потом рассчитываем отметки дна и шельги в конце участка: $Z_{2\partial} = 89,59 - 1,6 = 87,99$ м, $Z_{2ш} = 89,84 - 1,6 = 88,24$ м, и

глубину заложения в конце: $h_2 = 91,85 - 87,99 = 3,86$ м. Заполняем все оставшиеся столбцы.

Участок 14-23. Ориентировочно принимаем начальную глубину h_1 на участке равной глубине в конце предыдущего участка (8-14), т.е. 3,86 м, глубину в конце h_2 принимаем равной 3,01 м (табл. 6.4). Аналогично участку (8-14) рассчитываем минимальный уклон $i_0 = -0,0038$. Отрицательное значение уклона говорит о том, что при подборе трубопровода можно использовать любой неотрицательный уклон. В результате подбираем коллектор диаметром 600 мм, уклоном 0,004, пропускной способностью 381,7 л/с и скоростью потока 1,35 м/с. Проверка наполнения и скорости течения в сухую погоду показала правильность подбора трубы.

Рассчитываем отметки и глубины следующим образом. В столбец 19 переписываем значение отметки шельги в конце участка (8-14) $Z_{1ш} = 88,24$ м из столбца 20. Затем находим отметку дна трубопровода в начале: $Z_{1д} = 88,24 - 0,6 = 87,64$ м, и отметки шельги и дна в конце участка: $Z_{2ш} = 88,24 - 0,84 = 87,40$ м, $Z_{2д} = 87,64 - 0,84 = 86,80$ м. Глубины заложения в начале и в конце: $h_1 = 91,85 - 87,64 = 4,21$ м, $h_2 = 91,80 - 86,80 = 5,00$ м.

Остальные участки рассчитываем аналогичным образом, при этом следует отметить участок (32-39). Так как при первоначальном расчете этого участка глубина заложения в конце получилась больше максимальной (7 м), в начале была принята районная насосная станция, которая поднимает стоки до глубины 3,52 м.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пропускная способность труб круглого сечения при их полном заполнении (по формуле Н.Ф.Федорова)

Диаметр, мм	Уклоны, тысячные									
	0,6		0,8		1		2		4	
	л/с	м/с	с/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
150	3,18	0,18	3,71	0,21	4,42	0,25	6,36	0,36	9,19	0,52
200	7,23	0,23	8,48	0,27	9,42	0,30	13,82	0,44	19,79	0,63
250	13,25	0,27	15,22	0,31	17,67	0,36	25,03	0,51	36,32	0,74
300	21,91	0,31	25,45	0,36	28,27	0,40	41,00	0,58	59,37	0,84
350	32,71	0,34	38,48	0,40	43,29	0,45	61,58	0,64	89,48	0,93
400	47,75	0,38	55,29	0,44	62,83	0,50	89,22	0,71	128,2	1,02
450	65,21	0,41	76,34	0,48	85,88	0,54	120,5	0,77	176,5	1,11
500	86,39	0,44	100,1	0,51	113,9	0,58	163,0	0,83	233,7	1,19
550	111,7	0,47	130,7	0,55	147,3	0,62	209,1	0,88	301,7	1,27
600	141,4	0,50	164,0	0,58	186,6	0,66	265,8	0,94	381,7	1,35
650	165,9	0,50	192,5	0,58	219,0	0,66	311,9	0,94	444,6	1,34
700	204,0	0,53	238,6	0,62	265,5	0,69	381,0	0,99	546,5	1,42
750	247,4	0,56	282,8	0,64	318,1	0,72	459,5	1,04	653,8	1,48
800	291,5	0,58	336,8	0,67	382,0	0,76	542,9	1,08	774,1	1,54
850	340,5	0,60	397,2	0,70	448,3	0,79	641,2	1,13	907,9	1,60
900	400,8	0,63	464,4	0,73	521,7	0,82	744,3	1,17	1062	1,67
950	460,7	0,65	538,7	0,76	602,5	0,85	864,8	1,22	1226	1,73
1000	534,1	0,68	612,6	0,78	691,2	0,88	989,6	1,26	1406	1,79
1100	684,2	0,72	788,8	0,83	893,3	0,94	1254	1,32	1806	1,90
1250	957,2	0,78	1104	0,90	1252	1,02	1792	1,46	2528	2,06
1400	1293	0,84	1493	0,97	1678	1,09	2401	1,56	3414	2,22
1500	1537	0,87	1802	1,02	2014	1,14	2880	1,63	4100	2,30
1600	1850	0,92	2131	1,06	2393	1,19	3418	1,70	4825	2,40
1750	2333	0,97	2694	1,12	3031	1,26	4329	1,80	6134	2,55
1900	2892	1,02	3346	1,18	3771	1,33	5359	1,89	7627	2,69
2000	3330	1,06	3864	1,23	4335	1,38	6158	1,96	8765	2,79
2250	4533	1,14	5248	1,32	5885	1,48	8429	2,12	11888	2,99
2500	5989	1,22	6921	1,41	7805	1,59	11143	2,27	15757	3,21

Продолжение приложения

Диаметр, мм	Уклоны, тысячные									
	6		8		10		20		40	
	л/с	м/с	с/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с	л/с	м/с
<i>1</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>21</i>
150	11,31	0,64	13,08	0,74	14,84	0,84	21,20	1,20	30,22	1,71
200	24,50	0,78	28,59	0,91	32,35	1,03	45,87	1,46	65,66	2,09
250	44,67	0,91	52,03	1,06	58,41	1,19	83,45	1,70	118,3	2,41
300	72,81	1,03	84,82	1,20	95,43	1,35	135,7	1,92	193,0	2,73
350	110,6	1,15	128,0	1,33	144,3	1,50	205,9	2,14	291,5	3,03
400	158,3	1,26	183,5	1,46	206,1	1,64	295,3	2,35	415,9	3,31
450	216,3	1,36	251,3	1,58	284,7	1,79	402,4	2,53	571,0	3,59
500	286,7	1,46	333,8	1,70	377,0	1,92	534,1	2,72	759,9	3,87
550	370,6	1,56	432,4	1,82	487,0	2,05	689,0	2,90	978,8	4,12
600	469,4	1,66	542,9	1,92	616,4	2,18	870,8	3,08	1233	4,36
650	547,5	1,66	633,8	1,91	716,8	2,16	1015	3,06	1434	4,32
700	665,8	1,73	769,7	2,00	869,7	2,26	1235	3,21	1747	4,54
750	795,2	1,80	927,8	2,10	1043	2,36	1480	3,35	2094	4,74
800	944,9	1,88	1106	2,20	1242	2,47	1759	3,50	2488	4,95
850	1112	1,96	1294	2,28	1459	2,57	2066	3,64	2917	5,14
900	1298	2,04	1508	2,37	1698	2,67	2405	3,78	3391	5,33
950	1503	2,12	1737	2,45	1963	2,77	2764	3,90	3913	5,52
1000	1728	2,20	1987	2,53	2246	2,86	3173	4,04	4477	5,70
1100	2214	2,33	2566	2,70	2880	3,03	4067	4,28	5778	6,08
1250	3092	2,52	3596	2,93	4050	3,30	5695	4,64	8075	6,58
1400	4156	2,70	4834	3,14	5434	3,53	7635	4,96	10852	7,05
1500	5001	2,83	5814	3,29	6521	3,69	9154	5,18	13023	7,37
1600	5951	2,96	6876	3,42	7741	3,85	10877	5,41	15521	7,72
1750	7529	3,13	8683	3,61	9766	4,06	13734	5,71	19555	8,12
1900	9356	3,30	10774	3,80	12107	4,27	17097	6,03	—	—
2000	10781	3,40	12346	3,93	13823	4,40	19509	6,21	—	—
2250	14592	3,67	16779	4,22	18886	4,75	26640	6,70	—	—
2500	19193	3,91	22236	4,53	24936	5,08	35342	7,20	—	—

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительные нормы и правила: СНиП 2.04.03-85. Канализация: Наружные сети и сооружения/Госстрой СССР.- Введ. 01.01.1986.- М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1986.- 72 с.

2. Строительные нормы и правила: СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика/Госстрой СССР.- Введ. 01.01.1984.- М.:Стройиздат, 1983.- 136 с.

3. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н.Павловского.- 5-е изд., доп.- М.:Стройиздат, 1987.- 152 с.

4. Курганов А.М., Федоров Н.Ф. Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения.- Л.:Стройиздат, 1986.- 438 с.

5. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя.- Изд. 6-е, перераб и доп.- М.:ИНФРА-М, 1995.- 432 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. РАЗБИВКА НА БАССЕЙНЫ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА	3
2. ВЫБОР СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ	4
3. ВЫБОР МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ И ВЫПУСКОВ СТОЧНЫХ ВОД	4
4. ТРАССИРОВАНИЕ СЕТЕЙ.....	5
5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И ВЫСОТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОЖДЕВОЙ СЕТИ.....	6
5.1. РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ СТОКА.....	6
5.2. РАСЧЕТ РАСХОДОВ НА УЧАСТКАХ.....	8
5.3. ТРЕБОВАНИЯ К ГИДРАВЛИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ И ВЫСОТНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДОЖДЕВОЙ СЕТИ.....	14
5.4. ПОРЯДОК ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ДОЖДЕВОЙ СЕТИ	15
5.5. РАСЧЕТ ДОЖДЕВОЙ СЕТИ В ТАБЛИЧНОЙ ФОРМЕ	16
5.6. ПРИМЕР ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ДОЖДЕВОЙ СЕТИ.....	19
5.7. РАСЧЕТ ДОЖДЕВОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРА ПО ПРОГРАММЕ RAINFALL	23
5.8. ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ КОЛЛЕКТОРА.....	25
6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПОЛУРАЗДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ.....	28
6.1. ТРАССИРОВАНИЕ СЕТЕЙ	28
6.2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГЛАВНОГО КОЛЛЕКТОРА	29
6.3. ПРИМЕР РАСЧЕТА ГЛАВНОГО КОЛЛЕКТОРА	32
ПРИЛОЖЕНИЕ	35
ЛИТЕРАТУРА	37

