



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
"Томский государственный архитектурно-строительный университет"

ВОДООТВОДЯЩИЕ СЕТИ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Методические указания
к курсовому проектированию

Составитель Е.Ю. Осипова

Томск 2016

Водоотводящие сети населенного пункта: методические указания/Сост. Е.Ю. Осипова – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2016. – 37 с.

Рецензент: доц. А.Ф. Рехтин

Редактор: асс. К.В. Бородина

Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Водоотведение и очистка сточных вод» для студентов профиля 270800.07_62 «Водоснабжение и водоотведение».

Печатается по решению методического семинара кафедры Водоснабжения и водоотведения, протокол №12 от 1.07.2016 г.

с 15.09.2016
до 31.12.2021

Подписано в печать 15.09.2016

Формат 60x90/16. Бумага офсет. Гарнитура Таймс.

Уч.-изд. п. л 2.0 Тираж 20 экз. Заказ №

Изд-во ТГАСУ, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.

Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ.

634003, г. Томск, ул. Партизанская, 15

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Состав и объем курсового проекта	5
2. Хозяйственно-бытовая сеть водоотведения	6
2.1. Трассировка хозяйственно бытовой сети водоотведения	7
2.2. Определение расчетных расходов сточных вод от коммунальных и общественных зданий	9
3. Определение расчетных расходов сточных вод по участкам сети	18
4. Определение начальной глубины заложения сети	21
5. Гидравлический расчет сети	23
5.1. Основные положения по расчету и конструированию сети	24
5.2. Определение отметок и глубин заложения	29
6. Определение притока сточных вод на насосную станцию	31
Библиографический список	36

Введение

Проектирование инженерной инфраструктуры любого города является неотъемлемой частью его благоустройства. Водоотводящие сети играют очень важную роль в благоустройстве любой территории и поэтому умение ее проектирования и расчета, придает полноту знаний для любого специалиста по направлению "Водоснабжение и водоотведение". В рамках дисциплины "Водоотведение и очистка сточных вод, ч.1" и в процессе выполнения курсового проекта "Водоотводящие сети населенного пункта", будущие специалисты готовятся решать задачи в области отведения сточных вод от населенного пункта с помощью раздельной системы водоотведения.

При выполнении курсового проекта и изучения дисциплины «Водоотводящие сети», студент должен владеть следующими компетенциями:

ПК-1: использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ПК-9: знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест.

В процессе работы над курсовым проектом студент приобретает определенный объем знаний, умений и навыков.

Знаний: в области проектирования канализационной сети населенного пункта;

Умений: самостоятельного выполнения расчетов, чертежей;

Навыков: владения методикой трассировки и гидравлического расчета канализационной сети.

1. Состав и объем курсового проекта

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки, примерным объемом 20 страниц и графической части, выполняемой на листе формата А1 (841x594 мм).

Цель курсового проектирования заключается в том, чтобы привить студенту навыки проектирования сетей водоотведения населенного пункта.

Содержание пояснительной записки:

Задание/ исходные данные, содержание, введение, основная часть, заключение, список литературы.

Во введении обсуждается актуальность и необходимость решения поставленной в курсовом проекте задачи, приводятся технические рекомендации.

В основном разделе курсового проекта приводятся расчеты, обоснования выбранного решения по плану выполнения проекта:

- трассировка сетей канализации;
- расчетное население;
- суточные и расчетные расходы сточных вод коммунальных объектов, общественных зданий и промышленного предприятия;
- расчетные расходы сточных вод на участках сети;
- начальные глубины заложения и гидравлические параметры участков сети (диаметры, гидравлический уклон, наполнение, скорость);
- отметки лотка и глубины заложения начала и конца каждого участка сети.

В списке используемой литературы записываются литературные источники, на которые в пояснительной записке ссылается студент. Все листы пояснительной записки оформляются в рамку (слева 20 мм, сверху, снизу, справа – 5 мм) с указанием страниц внизу.

Оформление текста пояснительной записки выполняется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 [1].

Графическая часть включает:

- генплан населенного пункта с нанесенной схемой хозяйственно-бытовой сети с указанием расчетных участков и номеров узлов, диаметров и длин трубопроводов, коммунальных и общественных зданий, промпредприятия, нанесенной площадкой очистных сооружений и насосных станций в масштабе 1:5000.

- профиль главного коллектора в масштабе: горизонтальный – 1:1000; вертикальный – 1:100.

Рекомендуемая компоновка листа для оформления курсового проекта, приведена на рис. 1.

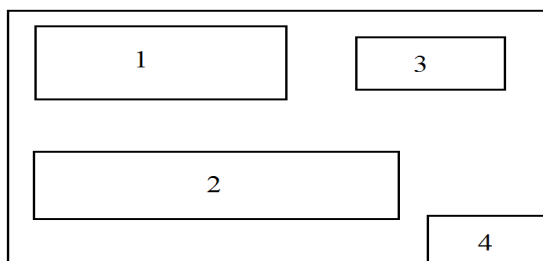


Рис. 1. Рекомендуемая компоновка листа

1-генплан населенного пункта; 2-профиль главного коллектора;
3- экспликация коммунальных и общественных объектов; 4- штамп

2. Хозяйственно-бытовая сеть водоотведения

Раздельная система канализации – это система, предусматривающая строительство двух подземных сетей трубопроводов. Первой – для отвода наиболее загрязненных сточных вод (бытовых и производственных), второй – для отвода менее загрязненных дождевых вод [2].

Преимущество раздельной системы канализации состоит в том, что строительство может вестись в две очереди: вначале – хозяйственно-бытовая сеть, затем – дождевая.

2.1. Трассировка хозяйственно бытовой сети водоотведения

Трассировкой называют начертание водоотводящей сети на генеральном плане канализуемого объекта. Это один из самых ответственных этапов при составлении схемы, так как от принятых принципов трассировки зависит стоимость всей системы водоотведения.

Трассировка начинается с проектирования **главного и отводящего** (загородного) коллекторов, которые обычно трассируют по тальвегам, по набережным рек и ручьев. При этом необходимо учитывать возможность присоединения коллекторов бассейна водоотведения без излишнего заглубления главного коллектора. Следует избегать прокладки длинных коллекторов с малым расходом стоков.

В пределах застройки все коллекторы трассируют по городским проездам в зеленых или технических зонах. При этом необходимо максимально использовать естественный уклон местности и учитывать наиболее благоприятные геологические и гидрологические условия прокладки.

Канализационные сети, в основном, должны быть самостоятельными.

Расположение очистных сооружений и место выпуска стоков должно быть ниже по течению реки, относительно населенного пункта, на определенном расстоянии от него [3].

Кварталы разбивают на площади стока путем деления биссектрисами. Количество и площади стока должны соответствовать числу прилегающих уличных коллекторов. Каждому кварталу присваивают номер римской цифрой, площади стока внутри квартала обозначаются буквами.

При проектировании обычно разрабатывают несколько возможных вариантов схем трассировки коллекторов и выбирают наиболее выгодный по технико-экономическим показателям.

Уличную сеть трассируют по проездам и внутри кварталов по наикратчайшему направлению от водоразделов к

тальвегам с уклоном, по возможности равным уклону поверхности. В этом случае глубина заложения сети существенно уменьшается.

В основном трассировку уличной водоотводящей сети производят по двум схемам:

1) **По объемлющей схеме**, при которой сеть трассируют по проездам, опоясывающим квартал со всех сторон, при плоском рельефе местности и отсутствии застройки внутри квартала (рис.2 а);

2) **По пониженной стороне** сеть трассируют только с пониженной стороны кварталов (рис. 2б). Этот метод применяют при выраженном рельефе местности [4].

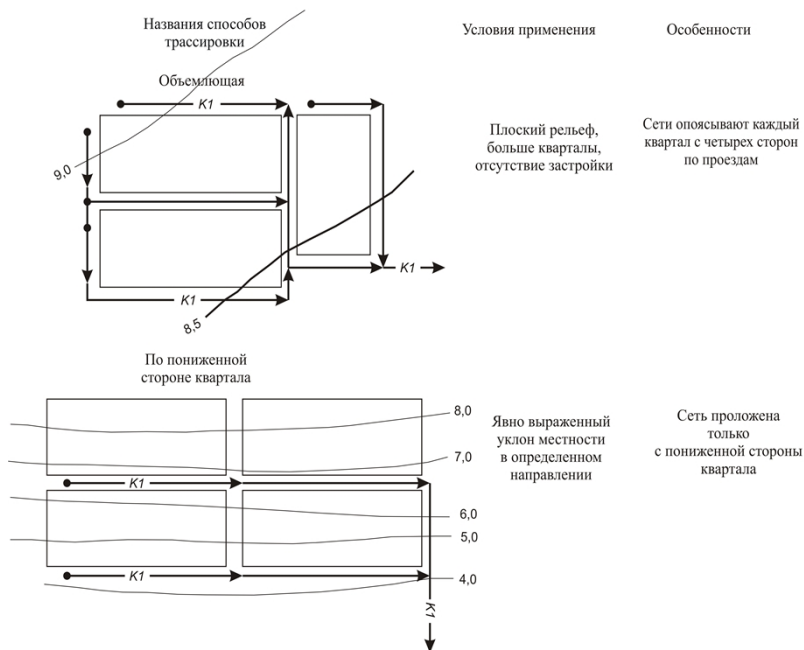


Рис. 2. Трассировка уличной сети
объемлющая схема, по пониженной стороне квартала

Подсчет площадей стока и значение средних расходов сточных от этих площадей стока, сводят в табл. 1.

Заполнение табл. 1 необходимо начинать с определения площади стока по генплану с нанесенной трассировкой уличной канализационной сети. Сначала заполнять 1, 2, 3 столбцы, а 4 столбец (средний расход с площади стока) - после расчета п. 2.2. настоящего указания.

Таблица 1

Определение средних расходов

Номер квартала	Шифр площадки стока	Величина площади стока F, га	Средний расход с площади стока $q_{cp} = q_{oi} * F$, л/с
1	2	3	4
№ района (модуль стока q_{oi} , л/с)			
1	1а		
1	1б		
1	1в		
1	1г		
2			
3			
4			
5			
		ΣF	$\Sigma q_{cp} =$

2.2. Определение расчетных расходов сточных вод от коммунальных и общественных зданий

Расчетный расход сточных вод, поступающих от населенного пункта, состоит из следующих расходов:

- расхода от населения, постоянно проживающего в городе (кварталах), от населения, временно проживающего (вокзалы, гостиницы);
- от коммунальных и общественных зданий (бани, прачечные, школы и др.),

- от работающих на предприятиях;
- технологического.

Для удобства расчета из нормы водоотведения (водопотребления), которая задана в задании, выделяют ту часть, которая тратится в общественных зданиях (сосредоточенный расход), оставляя только норму от чистой застройки (кварталов).

Расчет начинают с определения количества жителей N_p проживающих в населенном пункте, исходя из плотности населения P , чел/га, и суммарной площади кварталов ΣF (ст. 3 табл. 1), га, т.е.,

$$N_p = P \cdot \Sigma F, \text{ чел.}$$

где P - плотность населения площади селитебной зоны; ΣF - площадь кварталов с одинаковой плотностью населения на 1 га без включения площади улиц [2, стр. 15].

Если же районы имеют различную плотность, то считают, что жители разных районов могут воспользоваться услугами одних и тех же общественных зданий.

Затем определяют расходы от коммунальных и общественных зданий и заносят в табл. 2.1, 2.2 для каждого района.

Бани

Пропускная способность бань n_6 , чел/ч, равна:

$$n_6 = \frac{N_p \cdot m \cdot P^1}{T \cdot t \cdot 100} \quad 1)$$

где m - число помывок (3 -4) на одного человека в месяц;

P^1 - процент жителей, посещающих бани (по заданию); T - количество рабочих дней бани (25-30) в месяц; t - продолжительность работы бани в часах (14-16).

Исходя из типовых бань (50, 100, 200 и т.д.) определяют количество бань в населенном пункте [5].

Прачечные

Пропускную способность прачечных определяют по той же формуле со следующими данными: норма сухого белья на 1

человека в месяц - m (от 8 до 10 кг), продолжительность работы t (от 14-16 ч.), число рабочих дней T (от 26 до 30).

Типовые прачечные: 50, 120, 270, 380, 500, 600, 700, 800 кг.

Больницы

Исходя из нормы 12 коек на 1000 жителей, определяют количество коек:

$$n_k = \frac{N_p \cdot 12}{1000} \quad 2)$$

Типовые больницы: 50, 150, 300, 400, 500, 600, 800, 1000 коек.

Школы

Определяют количество учащихся в школах (% в задании от численности жителей населенного пункта) и подбирают школы по числу учащихся.

$$n_{уч} = N_p \cdot \% \quad 3)$$

Типовые школы: 128, 480-536, 960-1000, 1320, 1496 учеников [5].

Сосредоточенные расходы от общественных и культурно-бытовых зданий (театр, клуб, столовая и др.) обычно не определяются, т.к. они в общей массе составляют незначительный расход, который практически не влияет на размеры диаметров канализационной сети.

Полученные данные вносят в табл. 2.1.

Число часов работы:

- баня-14-16 часов;
- прачечная 14-16 часов;
- школа-смена 8 часов;
- больница-24 часа.

Для того, чтобы определить:

- 1) **Среднесуточный расход, м³**, необходимо: пропускную способность (ст.4) умножить на число часов работы (ст.5) умножить на норму на единицу (ст.6) и полученное значение

поделить на 1000. При определении расходов с числом часов работы 8 и 24, в формулу подставляем значение, равное 1;

- 2) **Среднечасовой расход в м³**, нужно: среднесуточный расход в м³ (ст.8) поделить на число часов работы (ст.5);
- 3) **Максимально часовой расход в м³**, нужно: среднечасовой расход в м³ (ст.9) умножить на коэффициент часовой неравномерности $K_{ч}$ (ст.7);
- 4) **Расчетный расход в л/с**, нужно: максимально часовой расход в м³ (ст.10) поделить на 3,6.

После заполнения таблицы, необходимо подсчитать сумму среднесуточных и расчетных расходов.

Таблица 2.1

Определение расходов коммунальных и общественных зданий, входящих в норму водоотведения

Номер на генплане	Наименование зданий	Единицы измерения	Пропускная способность	Число часов работы, ч	Норма на единицу в литрах, л	Коэф. часовой неравномерности, $K_{ч}$	Расход, м ³			Расчетный расход, л/с
							Среднесуточный	Среднечасовой	Максимально часовой	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Баня	чел/ч			180 л/ч	1				
2	Школа	учащ.			20 л/см	2				
3	Прачечная	кг			75 л/ч	1				
4	Больница	коек			240 л/сут	2,5				
							\sum ср. сут. =			\sum =

Исходя из суммы среднесуточных расходов, можно определить норму расходов зданий - $n_{общ}$, входящих в норму водопотребления – n_i , л/сут.

$$n_{общ} = \frac{\sum Q_{cp.сут.} \cdot 1000}{N_p}, \text{ л/сут} \quad 4)$$

Таким образом, норма водопотребления от жилой застройки (остаточная норма) n_0 будет определена как:

$$n_0 = n_i - n_{общ}, \text{ л/сут} \quad 5)$$

где - n_i – норма водопотребления в населенном пункте, приравненная к норме водоотведения; $n_{общ}$ - норма расходов зданий, входящих в норму водоотведения. Норма водопотребления для зданий разной степени благоустройства приведена в Своде правил [6].

Расчетный средний расход сточных вод от населения (жилой застройки каждой расчетной площади стока) q_{cp} , л/с, (ст. 4, табл.1.), определяется по остаточному удельному расходу (модулю стока) q_0 , л/с*га и каждой площади стока F .

Модуль стока определяется по формуле (для каждого района отдельно):

$$q_0 = \frac{n_0 \cdot P}{86400}, \text{ л/с*га}, \quad 6)$$

где n_0 - остаточная норма, л/сут, P – плотность населения, чел/га.

Следовательно, средний расход с площади стока определяется:

$$q_{cp} = q_0 \cdot F, \text{ л/с} \quad 7)$$

где F - площадь стока квартала, га.

Определение расходов коммунальных и общественных зданий, не входящих в норму водопотребления (гаражи, гостиницы, вокзалы и т.д.), производится так же, как и для предприятий, входящих в норму водопотребления. Расчеты вносим в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Определение сосредоточенных расходов, не входящих в норму водоотведения

Номер на генплане	Наименование зданий	Единицы измерения	Пропускная способность	Число часов работы, ч	Норма на единицу, л	Коэф часовой неравномерности Кч	Расход, м ³			Расчетный расход, л/с
							Среднесуточный	Среднечасовой	Максимально часовой	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Гостиница	чел.		24	400	2,5				
2	Гараж груз. маш.	маш.		4	500	1				
3	Гараж легк. маш.	маш.		4	300	1				
4	Гараж авт.	маш.		4	1000	1				
										Σ=

Примечание: Число часов работы: гараж легковых машин – 4; гараж автобусов – 4; гараж грузовых машин – 4; гостиница – 24.

После определения количества коммунальных и общественных предприятий, их размещают в кварталах на генплане населенного пункта.

На территории населенного пункта имеется предприятие, от которых сточные воды поступают в бытовую сеть.

Далее определяют расходы производственные (табл. 2.3), бытовые (табл. 2.4), и от душевых промпредприятия (табл. 2.5). Нормы водоотведения и коэффициенты часовой неравномерности промпредприятий по отраслям промышленности принимаются по прил.1, 2.

Таблица 2.3

Определение расходов производственных вод

Наименование предприятия	Номер смены	Продолжительность смены, ч	Единица измерения продукции	Производительность в смену	Норма водоотведения на единицу продукции, м ³	Расходы воды в смену, м ³	Коэффициент часовой неравномерности, К _ч	Максимальный расход, м ³ /ч	Максимальный расчетный расход, л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	8-16							
	2	16-24							
	3	24-8							

Для того, чтобы определить:

Расход производственных вод в смену, м³, нужно: производительность в смену (ст.5) умножить на норму водоотведения на единицу продукции, м³, (ст.6):

Максимальный расход, м³/ч, нужно: расход воды в смену, м³, (ст.7) поделить на 8 часов (продолжительность смены, час) (ст.3) и умножить на коэффициент часовой неравномерности К_ч (ст.8);

Максимальный расчетный расход, л/с, нужно: максимальный расход, м³/ч, (ст.9) поделить на 3,6.

Таблица 2.4

**Определение расходов бытовых сточных вод от
промпредприятия**

Наименование цехов	Номер смены	Продолжительность смены, ч	Число рабочих и служащих, чел.	Бытовые сточные воды			
				Норма водоотведения, л/смену*чел.	Расход воды в смену, м ³	Коэффициент часовой неравномерности, К _ч	Расчетный расход, л/с
1	2	3	4	5	6	7	8
Холодный цех	1	8		25		3	
	2	8		25		3	
	3	8		25		3	
Горячий цех	1	8		45		2,5	
	2	8		45		2,5	
	3	8		45		2,5	

Для того, чтобы определить:

Расход бытовых сточных вод в смену м³: нужно число рабочих и служащих (ст.4) умножить на норму водоотведения в л (ст.5) и поделить на 1000;

Расчетный расход, л/с: нужно расход воды в смену, м³, (ст.6) поделить на 8 часов, затем умножить полученное значение на К_ч (ст.7) и поделить все на 3,6.

Душевые стоки, поступающие от промпредприятия, определяются исходя из нормы на одну душевую сетку (500 л/ч) и количества человек приходящихся на душевую сетку: в холодных цехах - 13-15 человек, в горячих- 5-7 человек. Душ принимается в первый час следующей смены в течение 45 минут.

Следовательно, расход душевых вод в холодном цехе - $q_{душ.х}$, и в горячем - $q_{душ.г}$, л/с, будет равен:

$$q_{душ.х} = \frac{500 \cdot n_x \cdot 45}{60 \cdot 3600} ; \quad 8)$$

$$q_{душ.г} = \frac{500 \cdot n_g \cdot 45}{60 \cdot 3600} \quad 9)$$

где n_x, n_g , - количество душевых сеток, соответственно в холодных и горячих цехах.

Таблица 2.5

Определение расходов душевых сточных вод от предприятия

Наименование цехов	Номер смены	Количество человек, принимающих душ, чел.	Количество душевых сеток, n_x, n_g , шт.	Норма водоотведения, л/душ.с.	Расчетный расход, $q_{душ.х}, q_{душ.г}$, л/с
1	2	3	4	5	6
Холодный цех	1				
	2				
	3				
Горячий цех	1				
	2				
	3				

Так как первая смена является максимальной по расходу сточных вод, то суммарный расход сточных вод от предприятия определяется, как сумма производственных сточных вод, бытовых и душевых (в холодных и горячих цехах тоже по максимальной смене). Таким образом, общий расход от промышленного предприятия $Q_{предп}$, л/с, будет определяться по формуле:

$$q_{предп} = q_{произ} + q_{быт} + q_{душ}, \text{ л/с} \quad 10)$$

3. Определение расчетных расходов сточных вод по участкам сети

После трассировки сети, ее разбивают на расчетные участки для последующего расчета.

Расчетный участок – это участок водоотводящей сети между двумя точками (колодцами), на котором расход сточных вод постояен. Длину расчетного участка принимают равной длине квартала или измеряют от одного бокового присоединения до другого. Границами расчетных участков являются перекрестки улиц, места сосредоточенных выпусков сточных вод и места изменения рельефа местности. Границы расчетных участков на плане канализационной сети обозначают цифрами [4].

Для определения расчетного расхода на расчетном участке, определяют расходы. Поступающие в расчетный участок:

1. Попутный или путевой расход $q_{\text{поп.}}$ – расход, поступающий в расчетный участок от примыкающего к участку жилого квартала;
2. Боковой расход $q_{\text{бок}}$ – расход сточных вод, поступающий в расчетный участок от боковых присоединений;
3. Транзитный расход $q_{\text{тр}}$ – расход, поступающий в расчетный участок от выше расположенных кварталов.
4. Сосредоточенный расход $q_{\text{соср}}$ - расход, поступающий в участок от крупных потребителей воды (например, от коммунально-бытовых предприятий, промышленных предприятий и т.д.) [7].

Для окончательного определения расчетных расходов участков сети используются данные, полученные ранее при расчетах. При расчете сети вводится допущение, что весь расчетный расход с кварталов поступает в начало участка и не меняется в пределах его.

Если в середине участка имеется присоединение какого-либо сосредоточенного расхода (от бани, школы и т.д.), то уча-

сток разбивается на дополнительный расчетный участок от места его присоединения.

$$q_{расч} = q_{пут} + q_{соср} + q_{бок} + q_{транз} , \text{ л/с} \quad 11)$$

Порядок заполнения табл. 3 следующий: сначала выписывают участки главного коллектора от начальной точки до очистных сооружений (ОС). Главный коллектор желательно пронумеровать цифрами, начиная с 1,2,3 и т.д. по ходу движения воды, но главный коллектор рассчитывается после расчета всех притоков к главному коллектору.

Начинаем расчет и заполнение таблицы с притоков к главному коллектору.

Вносим номера участков (ст.1) сети, входящих в притоки; затем (ст. 2) вписываем номер квартала, если к участку поступают стоки от примыкающей площади. В (ст.3) вносим номер участка, если к участку подходит расход с боку; в (ст.4) вписываем номер участка, если он подходит от вышерасположенного.

В ст.5 переносим значение среднего расхода из табл. 1 (ст. 4). Если из предыдущего участка стоки попадают в расчетный, то переносим общий расход из предыдущего участка (ст.8), в (ст. 6 или 7). Общий расход (ст. 8) определяется суммированием путевого (ст. 5), бокового (ст.6) и транзитного (ст.7).

Таблица 3

Определение расчетных расходов

№ участков	Номера кварталов и участков сети			Средние расходы с кварталов, л/с				Коэффициент неравномерности	Расчетные расходы, л/с			
	путевые	боковые	транзитные	путевые	боковые	транзитные	общие		с кварталов	Сосредоточенные		Суммарные, $q_{расч}$
										боковые	Транзитные	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
№ района												
Главный коллектор												
1-2												
2-3												
и.т.д												
ГНС-ОС							δ^*				α^*	
Приток 8 – 10												
8-9												
9-10												
и.т.д.												

примечание: значение δ^* табл. 3 (ст.8) в последнем участке на ОС, должно совпадать со значением $\Sigma q_{ср.в}$ табл. 1 (ст.4);

значение α^* табл. 7 (ст.12) должно совпадать с суммой всех расходов от коммунальных, общественных предприятий и суммарного расхода от пром- предприятия.

По значению общего расхода на каждом участке, находим коэффициент неравномерности притока сточных вод [табл. 1, 7]. Вносим значение табл. 3 (ст.9). В ст. 10 вносим расчетный расход с квартала, т.е. перемножаем значение коэффициента и общего расхода.

Таблица 4

Общий коэффициент неравномерности и средний расход сточных вод

Общий коэф. неравном. притока	Средний расход сточных вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 и более
Максимальный при 5 % обеспеченности	2,5*	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44

* Примечание: При средних расходах сточных вод менее 5 л/с максимальный коэффициент неравномерности принимается 3.

В (ст. 11,12) вносим сосредоточенные расходы от коммунальных и общественных объектов и промпредприятия. Суммарные расходы на участке (ст. 13) определяем как сумму (ст.10,11и 12).

4. Определение начальной глубины заложения сети

Перед гидравлическим расчетом сети определяется глубина заложения (рис.3) начальных участков уличной сети.

Начальная глубина заложения – это глубина, на которой внутриквартальная сеть водоотведения подходит к уличной сети в местах присоединения. Она определяется только на начальных участках по формуле [2, 3, 4, 8]

$$H = h + i(L + \frac{l}{n}) + (z_1 - z_2) + \Delta d, \quad 12)$$

где h_{min} - минимальная глубина заложения лотка дворовой сети в наиболее удаленной точке (колодце), которая принимается для

труб диаметром до 500 мм - на 0,3 м, для труб большего диаметра - на 0,5 м менее большей глубины промерзания грунта, но не менее 0,7 м до верха трубы; $L + l/n$ - длина дворовой или внутриквартальной сети от наиболее удаленного колодца до первого уличного колодца (при трассировке сети по объемлющей схеме можно принимать 70 м, при трассировке по пониженной стороне квартала – это сумма длин ширины квартала плюс длина от уличного колодца до красной линии квартала, м); i - уклон квартальной сети принимается по п. 5.5 [7].

Наименьшие уклоны трубопроводов для всех систем канализации следует принимать для труб диаметрами: 150 мм - 0,008; 200 мм - 0,007. В зависимости от местных условий, при соответствующем обосновании, для отдельных участков сети допускается принимать уклоны для труб диаметрами: 200 мм - 0,005; 150 мм - 0,007 [7].

z_1, z_2 - поверхности земли у уличного и дворового колодца, м.; Δd - разница в диаметрах трубопроводов уличной и дворовой сети в местах их соединения, м.

Для предохранения сети от повреждений тяжелым автотранспортом минимальную глубину заложения уличной сети следует принимать не менее 1,5 метра до верха трубы. На рис. 3 показано расположение дворовой и уличной канализационной сети.

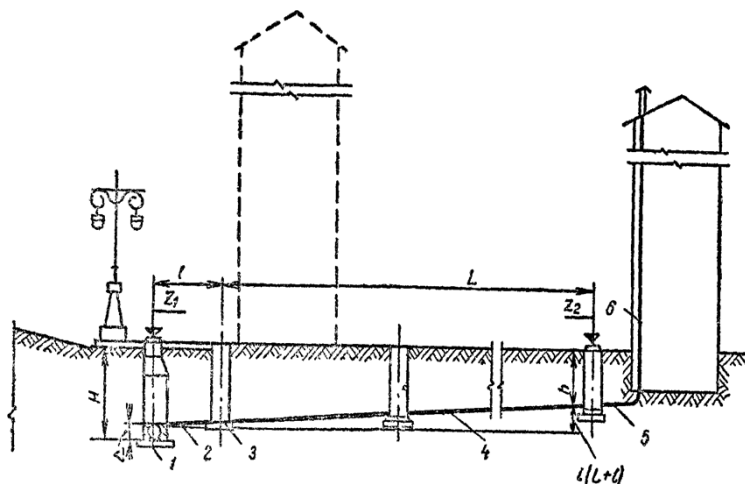


Рис. 3. Определение начальной глубины заложения уличной сети
 1 - колодец уличной сети, 2 - соединительная ветка, 3 – контрольный колодец, 4 – дворовая сеть, 5 – выпуск, 6 – стояк.

5. Гидравлический расчет сети

На гидравлический режим работы сети влияют загрязнения, находящиеся в потоке во взвешенном состоянии. Эти загрязнения органического и минерального происхождения в зависимости от их плотности могут или всплывать на поверхность, или находиться во взвешенном состоянии и распределяться по всему сечению потока, или опускаясь ко дну, двигаться беспорядочно возле дна, выпадая на дно и передвигаться по нему.

Задача гидравлического расчета канализационной сети состоит в том, чтобы при известном расходе воды подобрать диаметр труб и придать сети такие уклоны, при которых транспортирующая способность потока была бы достаточной для перенесения загрязнений, содержащихся в воде и движущихся совместно с потоком.

Отношение высоты слоя воды H к диаметру трубы d называют ее *наполнением*. Смоточные сети бытовой канализации и канализации загрязненных производственных сточных вод рассчитывают на неполное наполнение труб сточными водами.

Такой расчет позволяет: создать более выгодные гидравлические условия транспортирования взвешенных веществ; обеспечить вентиляцию сети для удаления образующихся в ней в результате разложения органических веществ вредных газов, предотвратить образования взрывоопасных смесей вследствие попадания в сеть нефти, бензола и др., создать объемный резерв для дополнительного расхода воды, не учитываемого коэффициентами неравномерности поступления сточных вод [4].

5.1 Основные положения по расчету и конструированию сети

Гидравлический расчет сети состоит в подборе диаметров труб и уклонов, при которых сохранялись бы расчетные скорости при соответствующих наполнениях. Согласно п. 5.3.1. СП наименьшие диаметры труб смоточных уличных сетей принимают 200 мм, внутриквартальных сетей – 150 мм.

В населенных пунктах с расходом сточных вод до 300 м³/сут для уличной сети допускается применение труб диаметром 150 мм.

Наибольшую расчетную скорость движения сточных вод следует принимать, м/с: для металлических и полимерных труб - 8 м/с, для неметаллических (бетонных, железобетонных и хризотилцементных) - 4 м/с [7]. Наименьшие уклоны трубопроводов и каналов следует принимать в зависимости от допустимых минимальных скоростей движения сточных вод. Учитывая опыт эксплуатации, внутриквартальные сети лучше принимать диаметром 200 мм, если суточный расход сточных вод больше 500 м³, таким образом нужно проверить расчетный

расход стоков при назначении внутриквартального диаметра. Поскольку на начальных участках сети ($d=150$ и 200 мм) наполнения обычно бывают меньше допустимых, расходы малы (в пределах до 15 л/с), то они считаются безрасчетными, т.е. на этих участках не определяются наполнение, скорость и отметки уровня воды [8].

Минимальный уклон можно принимать равным

$$i_{\min} = \frac{1}{d}, \text{ где } d - \text{ диаметр трубопровода, мм.} \quad 13)$$

При конструировании канализационной сети необходимо соблюдать следующие условия:

1. Определять диаметры и уклоны труб из условия, чтобы скорости сточной жидкости при расчетных расходах были больше самоочищающей (минимальной) и не превышали максимальных допустимых скоростей: для металлических и полимерных – 8 м/с, для неметаллических – 4 м/с.

2. При уклоне поверхности земли, большем минимального уклона проектируемого коллектора, уклон коллектора следует принимать равным уклону поверхности земли для того, чтобы коллектор не оказался на поверхности земли. При уклоне поверхности земли, меньшем минимального уклона проектируемого коллектора, уклон коллектора следует принимать равным минимальному уклону.

3. Соединение труб одинакового диаметра в канализационных колодцах при равном расчетном наполнении рекомендуется выполнять по уровню воды («по воде»); соединение труб разного диаметра следует предусматривать по верхнему краю труб («шелыга в шелыгу»). При обосновании допускается соединение труб по расчетному уровню воды. При соединении труб по шелыгам необходимо сверять отметку воды с предыдущей, чтобы она не была выше, чем на предыдущем участке, что недопустимо, так как приведет к подпору и выпадению осадка на дно колодца. В таких случаях соединение выполняют «по воде». Примеры соединений трубопроводов в колодцах показаны на рисунках [5,7].

Расчетные скорости в коллекторе должны возрастать по течению, а в боковом присоединении не должны превышать скорости в основном коллекторе. При переходе от крутого рельефа к спокойному, допускается уменьшение скорости, но не ниже расчетной для данного диаметра. Если уклон резко изменяется с меньшего на больший, то допускается переход от большего диаметра к наименьшему: для бытовой на один размер по сортаменту для диаметров до 300 мм и на два размера для диаметров больше 350 мм [5]. При гидравлическом расчете сетей можно использовать таблицы Лукиных Н. А. и Лукиных А.А., а также графики и номограммы [9]. Гидравлический расчет сводится в табл. 5.

4. Расчетная скорость v должна быть не менее табличных значений, а наполнение H/d должно быть не более табличных значений. Если не подходит к данному условию скорость и наполнение, то следует поменять уклон или диаметр трубы. При заданном расходе и уклоне сети бытовой канализации наполнение труб и скорость следует принимать по табл. 2, п. 5 [7], табл. 6.

При использовании полимерных труб необходимо учитывать рекомендации заводов – изготовителей и подбирать диаметры труб по сортаменту [10,11,12]. В соответствии с п. 6.1.7 [7] материал труб и каналов, применяемых в системах канализации, должен быть стойким к влиянию как транспортируемой сточной жидкости, так и к газовой коррозии в верхней части коллекторов [13].

Таблица 6

Нормативные показатели наполнения и скорости

Диаметр труб, мм	Скорость, (V_{\min}), м/с при наполнении труб (H/d)			
	0,6	0,7	0,75	0,8
150-250	0,7	-	-	-
300-400	-	0,8	-	-
450-500	-	-	0,9	-
600-800	-	-	1,0	-
900	-	-	1,10	-
1000-1200	-	-	-	1,20
1500	-	-	-	1,30
Св. 1500	-	-	-	1,5

Порядок заполнения таблицы 5 следующий:

Безрасчетным считается участок с расходом меньше 15 л/с).

Если участок безрасчетный:

- 1) длина участка заносится в (ст.3), уклон в (ст.4);
 - 2) отметки поверхности земли в начале (ст.10) и в конце участка (ст.11) определяем по генплану;
 - 3) отметка поверхности лотка в начале (ст.14) определяется; от отметки поверхности земли в начале участка (ст.10) отнимаем глубину заложения, в начале участка (ст.16);
 - 4) отметка поверхности лотка в конце участка (ст.15) определяется: от отметки поверхности лотка в начале (ст.14) отнимаем падение трубы $H_{\text{тр}}$ (ст.5);
 - 5) глубина заложения в конце участка (ст.17) определяется: от отметки поверхности земли в конце участка (ст.11) отнимаем отметку поверхности лотка в конце участка (ст.15)
 - 6) падение трубы определяем по формуле

$$H_{\text{тр}} = i * l, \text{ м, где} \quad 14)$$
- l – длина участка уличной сети (ст. 3), I – уклон (ст. 4).

Если участок расчетный т.е. расход больше 15 л/с:

- 1) заполняем дополнительно ст.7.8.9.12.13;

- 2) определяем наполнение H/d (ст.7), v (ст.9) по номограмме, (зная расход, л/с и уклон, i);
- 3) определяем высоту слоя воды H (ст.8) перемножением d , м (ст.6) и наполнения H/d (ст.7);
- 4) сравниваем значения H/d и v , (м) с нормативными значениями СП п.5.4. табл.2 [7].

Основные правила расчета канализационных сетей изложены в [2,4,8]. В расчете применяются правила конструирования сети и определяется положение трубопроводов в вертикальной плоскости. Соединение труб в колодцах проводится в соответствии с указаниями [2,3,4].

5.2. Определение отметок и глубин заложения

Разобраться с расчетом определения отметок лотка, воды и глубины заложения, можно по схеме, рис. 3.

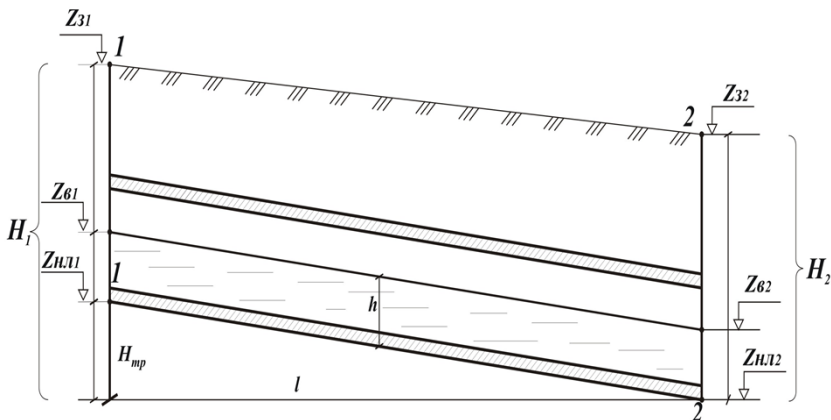


Рис.3. Рабочая схема для гидравлического расчета участка коллектора

Z_{31} -отметка земли в начале участка; Z_{32} -отметка земли в конце участка; $Z_{в1}$ -отметка воды в начале участка; $Z_{в2}$ – отметка воды в конце участка; $Z_{нл1}$ –отметка лотка в начале участка; $Z_{нл2}$ – отметка лотка в конце участка; H_1 –

глубина заложения в начале участка; H_2 – глубина заложения в конце участка, h – высота слоя сточной жидкости.

Определение отметок и глубин каждого участка заложения сети определяются по формулам.

$$\text{А) начальный участок: } Z_{\text{НЛ1}} = Z_{31} - H_1; \quad 15)$$

$$Z_{\text{НЛ2}} = Z_{\text{ЛН1}} - h_{\text{тр.}}; \quad 16)$$

$$H_2 = Z_{32} - Z_{\text{НЛ2}}. \quad 17)$$

Б) неначальный участок, при неравных диаметрах

$$Z_{\text{НЛ1}} = Z_{\text{НЛ2}} \text{ предыдущего участка} - \Delta d; \quad 18)$$

$$Z_{\text{НЛ2}} = Z_{\text{НЛ1}} - h_{\text{тр.}}; \quad 19)$$

$$Z_{\text{В1}} = Z_{\text{НЛ1}} + h; \quad 20)$$

$$Z_{\text{В2}} = Z_{\text{НЛ2}} + h; \quad 21)$$

Если в конце участка, глубина $H_2 < h_{\text{min.}}$, то на участке меняют уклон таким образом, чтобы $H_2 \geq h_{\text{min.}}$. При этом изменяется наполнение и скорость, возможно изменение диаметра.

В табл. 6 рассчитанные параметры вносятся следующим образом.

- 1) отметки поверхности воды в начале участка (ст.12);
- 2) отметка поверхности воды определяется: к отметке поверхности лотка в начале участка (ст.14) прибавляем высоту наполнения H , м, (ст.8);
- 3) отметка поверхности воды в конце (ст.13): к отметке поверхности лотка в конце участка (ст.15) прибавляем высоту наполнения H , м, (ст.8). или от отметки поверхности воды в начале участка (ст.12) вычитаем падение трубы $H_{\text{тр.}}$, м (ст.5);
- 4) определяем отметку поверхности лотка в начале участка (ст.14): от отметки поверхности земли в начале участка (ст.10) вычитаем глубину заложения сети в начале участка (ст.16);
- 5) отметку поверхности лотка в конце (ст.15): от отметки поверхности лотка в начале участка (ст.14) вычитаем падение трубы $H_{\text{тр.}}$, м, (ст.5).
- 6) определяем глубину заложения в конце участка (ст.17): находим отметку поверхности земли в конце участка (ст.11) и

вычетаем отметку поверхности лотка в конце участка (ст.15). В прил. 3 приведены основные расчетные формулы для гидравлического расчета [2].

6. Определение притока сточных вод на насосную станцию

Сточные воды от населенного пункта поступают в канализационную сеть, далее на главную насосную станцию (ГНС). Поступление сточных вод происходит неравномерно в течение суток. Для определения действительного суммарного (максимального) расхода притока стоков на ГНС, составляется таблица притока сточных вод по часам суток. Расчет представляем в табл. 7.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

1. Определяется суммарный средний суточный расход хозяйственно-бытовых сточных вод от жилой застройки населенного пункта по данным табл. 1. $\sum q_{\text{ср}}$, л/с;

2. По табл. 2.3 [2] определяем коэффициент неравномерности поступления сточных вод на ГНС;

3. Коэффициенты неравномерности коммунальных и промышленных предприятий приведены в прил. II [14].

Таблица 7

Определение притока сточных вод на насосную станцию

Часы суток	Город, К=		Бани		Прачечные		Больницы		Школы		Гостиницы		От гаражей	
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0-1														
1-2														
2-3														
3-4														
4-5														
5-6														
6-7														
7-8														
.....														
.....														
22-23														
23-24														
итого		*												

Примечание.* = табл. 1. $\sum Q_{ср} * 86,4$, м³/сут.

От гаражей		От промышленных предприятий										Общий расход			
		Грузовые		Автобусы		Промышленные		бытовые		душевые					
%	М ³	%	М ³	%	М ³	%	М ³	%	М ³	%	М ³	%	М ³	%	М ³
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

Примечание: по значениям колонок 1 и 14 строят график поступления сточных вод на ГНС.

Нормы водоотведения

Нормы водоотведения, на 1 тонну, м³	м³, сточных вод
нефти, т	0,4
стали или чугуна, т	0,1
вискозного волокна, т	223
бумаги, т	37
цемента, т	0,1
льняных и шелковых тканей, т	317 и 37
мяса, т	24
хлеба, т	3
масла, т	2,6
сахара рафинада, т	1,2
молока, сыра, т	7
пластмассовых труб. т	137

Коэффициенты часовой неравномерности для отраслей
промышленности

Отрасль	Коэффициенты
металлургическая	1,0-1,1
химическая	1,3-1,5
деревянообрабатывающая	1,1
машиностроительная	1,3-1,4
пищевая	1,5-2,0
целлюлозно-бумажная	1,3-1,8
резиновая	1,3-1,4
текстильная	1,15-1,6

Таблица для гидравлического расчета

№	№ участков	По схеме (начало-конец)
1	Длина участка	По генплану
2	Расчетный расход, q , л/с	Из таблицы 3, ст 13
3	Диаметр участка, d , мм.	По таблицам, номограммам, по СП
4	Уклоны местности, i , м	$i_m = Z_{31} - Z_{32} / l_{\text{уч-ка}}$
5	Уклон принятый i_{\min}	$i_{\min} = 1/d$; i принятый
6	Скорость движения воды, V , м/с	По таблицам, номограммам
7	Наполнение h/d	По номограмме, по СП
8	h , м- высота слоя воды	$h = (h/d) * d$
9	Падение напора на участке, м, $h_{\text{тр}}$	$h_{\text{тр}} = i_{\text{тр}} * l_{\text{уч-ка}}$
10	Отметки: -земли в начале -земли в конце -воды $Z_{\text{ВН}}$ $Z_{\text{ВК}}$	Z_{31} - по генплану с горизонталями Z_{32} - по генплану с горизонталями $Z_{\text{В1}} = Z_{\text{НЛ1}} + h$ $Z_{\text{В2}} = Z_{\text{НЛ2}} + h$
11	Отметки лотка $Z_{\text{ЛН1}}$ $Z_{\text{ЛН2}}$	$Z_{\text{НЛ1}} = Z_{31} - H_1$ $Z_{\text{НЛ2}} = Z_{\text{ЛН1}} - i \cdot l$, т.е. (Нтр.)
12	Глубина заложения лотка трубы, м H_1 - в начале H_2 - в конце	$H_1 = Z_{31} - Z_{\text{НЛ1}}$ $H_2 = Z_{32} - Z_{\text{НЛ2}}$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *ГОСТ 2.105-95*. Общие требования к текстовым документам, введ. 1996-07-01- Минск: межгосудар. совет по стандартизации, 2000.-26 с.
2. *Зацепин В.Н. и др.* Канализация. Учебник для техникумов.- Л.: Строй. издат., 1976.-272 с.
3. *Яковлев С.В.* Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов/ под ред. Ю.В. Воронова. - 3-е изд. доп. и перераб.- М.: АСВ.2004.-704 с.
4. *Яковлев С.В., Ласков Ю.М.* Канализация. - М.: Строй. издат., 1987.-319 с.
5. *Хохлова Н.С.* Водоотводящие сети населенного пункта: методические указания - Томск.: Изд-во Том. гос. архит.- строит. ун-та, 2016. – 42 с.
6. *Свод правил СП 31.13330.2012*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП и 2.04.02-84*
7. *Свод правил СП 32.13330.2012*. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП и 2.04.02-84*
8. *Ботук Б.О.* Канализационные сети/ Б.О. Ботук, Н.В. Федоров, 2-е изд.- М.: Стройиздат., 1977. -256 с.
9. Лукиных А.А. Таблицы гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формулам акад. Н.Н. Павловского: справ. Пособие/ А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных.- М.:БАСТЕТ, 2011.-383с.
10. Технические условия ТУ 2248-001-730 1150-2005 Трубы с двухслойной профилированной стенкой "КОРСИС" и "КОРСИС ПРО" для безнапорных трубопроводов.
11. Технические условия ТУ 2248-001-96467180-2008. Трубы гофрированные двухслойные из полипропилена блоксополимера (PP-V) для систем наружной канализации.

12. ГОСТ 6482-88. Трубы железобетонные безнапорные.-М: Издательство стандартов, 1989.-77с.

13. *Свод правил СП 40-102-2000* Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования. – Москва.: Госстрой России, 2001.-100с.

14. Зацепин В.Н. Курсовое и дипломное проектирование водопроводных и канализационных сетей и сооружений. - Ленинградское отделение.: Строй. издат., 1973.-216с.