

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 25.09.2026 10:35:49
Уникальный программный ключ:
3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Строительный институт

Кафедра водоснабжения
и водоотведения

ВОДОТВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению курсового проекта
по дисциплине «Водоотведение»
для обучающихся направления 08.03.01 Строительство
профиль Водоснабжение и водоотведение
всех форм обучения

Составитель ***Ю. А. Иванюшин,***
кандидат технических наук

Тюмень
ТИУ
2020

Водоотведение: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Водоотведение» для обучающихся направления 08.03.01 Строительство профиль Водоснабжение и водоотведение всех форм обучения / сост. Ю. А. Иванюшин; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2020. – 48 с. – Текст: непосредственный.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры водоснабжения и водоотведения «28» октября 2020 года, протокол № 3

Аннотация

Методические указания разработаны на основании рабочей программы по дисциплине Водоотведение для обучающихся направления 08.03.01 Строительство профиль Водоснабжение и водоотведение всех форм обучения.

Методические указания составлены с учётом изменений и дополнений, внесённых в действующие нормативные документы. Приведены алгоритмы определения расчетных расходов системы, расчета бытовой и дождевой сетей канализации, указания по выполнению графической части проекта.

Методические указания содержат приложения со справочными данными, таблицы для выполнения расчётов и список литературы, необходимой для выполнения курсового проекта.

Предлагаемые методические указания способствуют развитию у обучающихся профессиональных компетенций:

- способности выполнять работы по проектированию систем водоснабжения и водоотведения;
- способности выполнять обоснование проектных решений систем водоснабжения и водоотведения;
- способности организовывать работы по техническому обслуживанию, ремонту, реконструкции и техническому перевооружению систем водоснабжения и водоотведения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

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 Расчетное население	7
2.3 Суточные расходы сточных вод районов города	8
2.4 Расходы сточных вод коммунальных объектов и общественных зданий.....	8
2.5 Расходы сточных вод промышленных предприятий	10
2.6 Расчетные расходы сточных вод для участка сети.....	12
2.7 Начальная глубина заложения	15
2.8 Гидравлический расчет сети водоотведения	16
2.8.1 Определение диаметров трубопроводов и потерь напора на участках сети	16
2.8.2 Определение отметок и глубин заложения сети.....	18
2.9 Расчет дюкера.....	21
2.10 Определение дополнительного притока поверхностных и грунтовых вод.....	24
2.11 Таблица суммарного притока сточных вод на насосную станцию.....	25
3 ДОЖДЕВАЯ СЕТЬ ВОДООТВЕДЕНИЯ.....	27
3.1 Трассировка дождевой сети водоотведения.....	27
3.2 Определение метеорологических параметров.....	28
3.3 Гидравлический расчет дождевой сети водоотведения.....	30
4 КОНСТРУИРОВАНИЕ СЕТЕЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ	32
5 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	33
5.1 План сетей водоотведения	33
5.2 Профили коллекторов	34
5.3 Конструирование колодцев.....	35
5.4 Составление спецификаций и экспликаций	38
5.5 Технические параметры сети.....	39
Библиографический список	40
ПРИЛОЖЕНИЯ	45
Приложение А. Определение расходов сточных вод.....	45
Приложение Б. Сортаментные значения труб из различных материалов.....	46
Приложение В. Изделия железобетонные для круглых колодцев канализации.....	46

ВВЕДЕНИЕ

Рост населенных пунктов, и их новое строительство связано с устройством инженерных систем водоснабжения и водоотведения. Уровень благоустройства населенных пунктов и, в частности, зданий определяется в значительной степени их техническим совершенством.

Раздельная система водоотведения – система, при которой устраиваются две или более самостоятельных канализационных сети: сеть для отведения хозяйственно-бытовых и части производственных сточных вод, допускаемых к сбросу в систему городской канализации; сеть для загрязненных производственных сточных вод, не допускаемых к совместному отведению и очистке с бытовыми сточными водами; сеть для отведения селитебных территорий и площадок предприятий дождевого, талого и поливочного стока, который перед сбросом в водный объект подвергается очистке [34].

В рамках дисциплины «Водоотведение» при обучении по профилю «Водоснабжение и водоотведение», в процессе выполнения курсового проекта по разделу «Сети водоотведения» будущие выпускники готовятся решать задачи в области отведения сточных вод.

Курсовым проектом предусмотрено проектирование уличных (хозяйственно-бытовой и дождевой) сетей раздельной системы водоотведения.

1 СОСТАВ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки, примерным объемом 25...30 страниц и графической части, выполняемой на листе формата А1 (841×594).

Цель курсового проектирования – выработать у обучающегося профессиональные компетенции по проектированию сетей водоотведения населенного пункта.

Содержание пояснительной записки:

Задание; Содержание; Введение; Основная часть; Заключение; Список использованной литературы.

Во введении обсуждается важность решаемых в курсовом проекте задач, приводятся основные технологические параметры системы.

В основном разделе курсового проекта в соответствии с содержанием данных методических указаний приводятся расчеты и обоснования по всем принятым решениям:

- трассировка сетей хозяйственно-бытовой и дождевой канализации;
- расчетное население в районах города, суточные и расчетные расходы сточных вод районов города, коммунальных объектов, общественных зданий и промышленных предприятий, расчетные расходы сточных вод на участках сети водоотведения;
- начальные глубины заложения и гидравлические параметры участков сети (диаметр, гидравлический уклон, наполнение, скорость), отметки лотка и глубины заложения начала и конца для каждого участка; выполняется расчет дюкера;
- для дождевой сети водоотведения – расходы сточных вод и гидравлические параметры каждого участка сети.

В заключении характеризуется система водоотведения в целом, приводятся особенности системы.

В списке использованной литературы отражаются литературные источники, на которые в пояснительной записке имеются ссылки.

Разбивку текста на главы и параграфы, оформление ссылок на литературные источники, оформление таблиц и формул следует выполнять в соответствии с ГОСТ 2.105-95 [4]. Все листы пояснительной записки сопровождаются рамкой (слева – 20 мм, сверху, снизу, справа – 5 мм) с указанием номеров листов и рассматриваемого раздела.

Состав графической части (рис. 1.1):

– схема хозяйственно-бытовой и дождевой канализационной сети, нанесенная на генплан города с указанием расчетных участков и номеров узлов, диаметров и длин трубопроводов, коммунальных и промышленных объектов, мест расположения площадок очистных сооружений, насосных станций, дюкеров, выпусков в масштабе 1:10000;

– профили главных коллекторов хозяйственно-бытовой сети водоотведения и дождевой сети в масштабах: горизонтальный – 1:10000, вертикальный – 1:100;

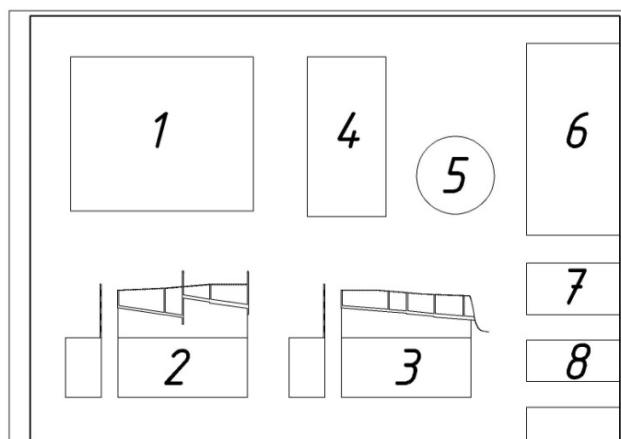


Рис. 1.1. Рекомендуемая компоновка листа: 1 – Ген. план населенного пункта; 2, 3 – Профиля главного коллектора хозяйственно-бытовой и дождевой канализации; 4, 5 – Разрез и план колодца; 6 – Спецификация трубопроводов и элементов колодца; 7 – Экспликация коммунальных объектов; 8 – Технические показатели системы.

– конструкция (по согласованию с руководителем) смотрового или перепадного колодца (план, разрезы) в масштабе 1:20 (1:25) с привязкой к рельефу местности и составлением спецификации основных элементов с учетом ГОСТов;

– спецификация трубопроводов хозяйственно-бытовой и дождевой канализации;

– экспликация коммунальных и промышленных объектов, а также основные технические показатели системы.

После получения задания необходимо проанализировать исходные данные, особое внимание обратить на географическое место расположения объекта, характер грунтов, уровень грунтовых вод.

Прежде, чем приступить к выполнению раздела курсового проекта необходимо изучить материал СП, СНиПов, учебников и другой литературы [34, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 24].

2 ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВАЯ СЕТЬ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Преимуществами раздельной системы канализации является возможность возведения в две очереди: в начале – хозяйственно-бытовая сеть, затем, по мере развития города – дождевая, а также отсутствие раздельных камер и ливнеспусков, сравнительно небольшая стоимость очистных сооружений.

Хозяйственно-бытовая сеть водоотведения – служит для приема сточных вод от населения, коммунальных объектов и общественных зданий (объектов инфраструктуры), а также по разрешению эксплуатирующей организации сточных вод промышленных предприятий, и их транспортировку за пределы населенного пункта.

2.1 Трассировка хозяйственно-бытовой сети водоотведения

При начертании трассировки необходимо стремиться к обеспечению самотечного движения сточных вод по трубам на территории всего населенного пункта, а также к минимизации объемов земляных работ при строительстве сети. Как правило, направление движения сточных вод в трубах должно совпадать с естественным уклоном местности. В наиболее низком месте населенного пункта намечается главный коллектор. Уличные коллекторы трассируются по направлению максимального уклона земли, перпендикулярно к горизонталям, по направлению к главному коллектору. Следует избегать многократных пересечений коллекторами рек, оврагов, дорог. Начальные участки, по возможности, должны иметь малую длину. На плане города канализационную сеть наносят черными линиями. Толщина линии показывает значимость коллектора. Дюкеры и напорные коллекторы вычерчиваются двойными линиями. Около насосных станций пишется ГНС – главная насосная станция или РНС – районная насосная станция (с указанием порядкового номера станции). Минимальное расстояние от границы жилой застройки до насосных станций и очистных сооружений необходимо принимать по таблице 7.1.2 [32].

В пояснительную записку прикладывается схема трассировки, на которой также должны быть показаны разбивка на площади стока (рассмотрено в п. 2.6), местоположение коммунальных и промышленных объектов, величины их расчетных расходов с указанием точки сброса в сеть водоотведения.

2.2 Расчетное население

Расчетным населением называется число жителей, которые будут проживать в городе или населенном пункте к концу расчетного периода (20...25 лет). Площадь жилой застройки каждого района находят суммированием площадей кварталов, микрорайонов. Расчетное население N_i , чел, для каждого района города находят в соответствии с указаниями с. 19 [15], с. 64 [20], с. 133 [22] по формуле:

$$N_i = \rho_i \cdot F_i \cdot \beta, \quad (1)$$

где ρ_i – плотность населения i -того района, чел/га; F_i – площадь жилой застройки i -того района, га; β – коэффициент, учитывающий застройку кварталов зданиями общественного назначения.

Полученное значение каждого района округляют до 100. Для нахождения общей численности населения, округленные величины складываются. Для некоторых районов расчетное население может приводиться в задании.

2.3 Суточные расходы сточных вод районов города

В соответствии со степенью благоустройства при учёте района строительства по таблице 1 [1] определяется норма водопотребления (с учетом Изменения № 4 к СП 31.13330.2012) для каждого района города, численно равная норме водоотведения. В соответствии с исходными данными определяется значение суточного расхода сточных вод районов города, всего населенного пункта, с. 47 [14], с. 65 [20], в м³/сут. При определении суточных расходов сточных вод районов города следует учитывать расходы малых предприятий, п. 5.1.5 [34].

Таким образом, суточные расходы сточных вод районов $Q_{\text{сут}}^i$, м³/сут, вычисляются по формуле:

$$Q_{\text{сут}}^i = \frac{(1,1 \dots 1,2) \cdot q_n \cdot N_i}{1000}, \quad (2)$$

где q_n – норма водоотведения, л/(сут·чел).

Суточный расход сточных вод города находится суммированием расходов сточных вод районов. Затем определяются средние часовые и секундные расходы.

2.4 Расходы сточных вод коммунальных объектов и общественных зданий

Сосредоточенные расходы сточных вод – это расходы зданий коммунального или общественного назначения и промышленных предприятий. Эти расходы делятся на две категории: входящие (для населения, постоянно проживающего в городе) и не входящие в норму водопотребления (гостиницы, вокзалы и др.). Не входят в норму также расходы сточных вод, поступающие от гаражей и кемпингов. Местоположение этих объектов обучающимся определяется самостоятельно.

Согласно п. 8.2.3 [3], суточный расход стоков следует принимать равным суточному расходу воды без учета на поливку территорий. В случае расположения населенного пункта в III и IV климатических районах, при расчете суточных расходов вводится повышающий коэффициент по прил. А (табл. А.1) [3]. Следовательно, суточные расходы объектов $Q_{\text{сут},i}^s$, м³/сут, по общему правилу (школа, больница, детский сад и т.п.) находят по формуле:

$$Q_{\text{сут},i}^s = \frac{q_{m,u}^{\text{tot}} \cdot U_i}{1000}, \quad (3)$$

где U_i – число водопотребителей объекта (суточная производительность, пропускная способность, количество мест, число блюд); $q_{m,u}^{tot}$ – норма расхода воды на одного водопотребителя в сутки со средним за год водопотреблением, л/сут, прил. А (табл. А.1) [3].

Суточный расход предприятий общественного питания (столовых):

$$Q_{сут,i}^s = \frac{q_{m,u}^{tot} \cdot n \cdot U_i}{1000}, \quad (4)$$

где n – число блюд на одного посетителя, как правило, принимается от 3 до 5; U_i – число водопотребителей (число посетителей, обслуживаемых столовой за день), чел:

$$U_i = T \cdot N_{ст} \cdot t, \quad (5)$$

где T – удельное число посетителей на одно посадочное место, чел/час; $N_{ст}$ – число посадочных мест в столовой (приведено в задании); t – время работы столовой с посетителями, час.

Суточный расход бани (прачечной) находится по формуле (3). При этом число водопотребителей находится по формуле:

$$U_i = n \cdot t, \quad (6)$$

где t – время работы бани или прачечной, час; n – количество человек, пользующихся баней в час или часовая производительность прачечной (по заданию), кг/час.

Расчетные расходы сточных вод $q_{p,i}$, л/с, определяют по формуле:

$$q_{p,i} = \frac{Q_{сут,i}^s \cdot K}{t \cdot 3,6} \quad (7)$$

где t – время работы объекта, час; K – коэффициент часовой неравномерности (определяется как отношение максимального часового к среднему расходу).

Результаты определения расходов объектов сводятся в таблицу.

Таблица 2.1

Расходы коммунальных объектов и общественных зданий

№ п/п	Наименование	U_i , ед	Единица измерения	$q_{m,u}^{tot}$, л/сут	t , час	$Q_{сут,i}^s$, м³/сут	K	$q_{p,i}$, л/с
Входящие в норму водоотведения								
1.	Баня							
2.	Прачечная							
...	...							
$\Sigma Q_{сут} =$								
Не входящие в норму водоотведения								
...	Гостиница							
n.	...							
$\Sigma q_p =$								

Для дальнейших расчетов необходимы суммарные суточные расходы объектов, входящих в норму водоотведения $\Sigma Q_{сут}$ и сумма расчетных расходов всех объектов Σq_p .

2.5 Расходы сточных вод промышленных предприятий

Для промышленных предприятий определяют суточные, сменные и расчетные расходы технологических, бытовых и душевых сточных вод. При отсутствии на территории предприятия дополнительных объектов (столовая, административно-бытовой корпус и т.п.) суточный расход $Q_{ПП}^{сут}$, м³/сут, определяется по формуле:

$$Q_{ПП}^{сут} = Q_{техн}^{сут} + Q_{быт}^{сут} + Q_{душ}^{сут}. \quad (8)$$

Суточный расход технологических сточных вод находится суммированием сменных. Сменные расходы технологических сточных вод предприятия $Q_{техн}^i$, м³/см, приводятся в задании (по сменам), либо в зависимости от типа производства определяются по формуле:

$$Q_{техн}^i = \Sigma M^i \cdot q_n, \quad (9)$$

где M^i – сменная производительность предприятия, ед.; q_n – норма на единицу продукции, принимается по [27], м³/ед.

Сменные расходы бытовых сточных вод находят умножением нормы водоотведения на количество рабочих в смену, эти расходы определяют отдельно для горячих и холодных цехов:

$$Q_{хол}^i = \frac{25 \cdot N_x^i}{1000}; \quad (10)$$

$$Q_{гор}^i = \frac{45 \cdot N_{г}^i}{1000}; \quad (11)$$

$$Q_{хол}^i = \left[\frac{25 \cdot \Sigma N_{х}^i + 45 \cdot \Sigma N_{г}^i}{1000} \right] = \Sigma (Q_{хол}^i + Q_{гор}^i), \quad (12)$$

где $Q_{хол}^i$ и $Q_{гор}^i$ – расход бытовых сточных вод в i -тую смену в холодных и горячих цехах соответственно, м³/см; 25 и 45 – норма расхода воды в холодных и горячих цехах соответственно, л/чел; $N_{х}^i$ и $N_{г}^i$ – количество рабочих в i -тую смену в холодных и горячих цехах, чел.

Суточный расход душевых сточных вод, $Q_{душ}^i$, м³/см, определяется суммированием сменных. При этом сменный расход определяют в следующей последовательности:

- по количеству рабочих, принимающих душ, и нормативному количеству человек на одну душевую сетку определяют количество душевых сеток;
- на одну душевую сетку подается расход 375 литров за 45 минут работы душа;
- общий расход сточных вод в смену определится умножением количества душевых сеток и нормы водоотведения (375 л/сетку):

$$Q_{душ}^i = 0,375 \cdot \left(\frac{N_{х}^i \cdot \Pi_{х}}{n_{х} \cdot 100} + \frac{N_{г}^i \cdot \Pi_{г}}{n_{г} \cdot 100} \right), \quad (13)$$

где $\Pi_{х}$ и $\Pi_{г}$ – процент, пользующихся душем в холодных и горячих цехах; $n_{х}$ и $n_{г}$ – количество человек на одну душевую сетку, в холодных цехах принимается равным 5...15, в горячих – 3...7.

Расчет сменных расходов ведется в табличной форме.

Таблица 2.2

Сменные расходы промышленного предприятия

Смена	$Q_{техн}$, м ³ /см	Цеха	N , чел	q_n , л/чел	$Q_{быт}$, м ³ /см	$N_{д}$, чел	m , шт.	$Q_{душ}$, м ³ /см
1.		хол.		25				
		гор.		45				
2.		хол.		25				
		гор.		45				
3.		хол.		25				
		гор.		45				

В таблице: $N_{д,i} = N_i \times \Pi$ – количество человек, принимающих душ; m – количество душевых сеток (принимается большим из трех рассчитанных), шт:

$$m = \frac{N_x^i \cdot \Pi_x}{n_x \cdot 100} + \frac{N_\Gamma^i \cdot \Pi_\Gamma}{n_\Gamma \cdot 100} \quad (14)$$

Все расчетные расходы сточных вод определяются для максимальной смены:

– технологических сточных вод $q_p^{техн}$, л/с:

$$q_p^{техн} = \frac{Q_{техн}^{max.см} \cdot K_T}{t \cdot 3.6}; \quad (15)$$

– бытовых сточных вод $q_p^{быт}$, л/с:

$$q_p^{быт} = \frac{25 \cdot N_x^{max.см} \cdot K_x + 45 \cdot N_\Gamma^{max.см} \cdot K_\Gamma}{t \cdot 3600} \quad (16)$$

– душевых сточных вод $q_p^{душ}$, л/с:

$$q_p^{душ} = \frac{1000 \cdot Q_d^{max.см}}{45 \cdot 60}, \quad (17)$$

где K_T – коэффициент неравномерности технологических сточных вод (по заданию; при отсутствии данных в рамках курсового проекта можно принять равномерный расход); $K_x = 3$ и $K_\Gamma = 2,5$ – коэффициенты неравномерности для холодных и горячих цехов; t – продолжительность смены, час.

Расчетный расход сточных вод, поступающий в сеть водоотведения от промышленного предприятия $q_p^{ПП}$, л/с:

$$q_p^{ПП} = q_p^{техн} + q_p^{быт} + q_p^{душ}. \quad (18)$$

Сменные расходы необходимы для составления таблицы суммарного притока, а расчетный расход предприятия учитывается при определении гидравлических параметров сети.

2.6 Расчетные расходы сточных вод для участка сети

Кварталы разбивают на площади стока путем деления биссектрисами, соединяющими точки пересечения биссектрис. Количество площадей стока должно соответствовать числу прилегающих уличных коллекторов. Каждому кварталу присваивается порядковый номер римской цифрой, площади стока внутри квартала обозначаются буквами. Кварталы небольшой ширины целесообразно разбивать по пониженной грани, при этом число участков может не совпадать с количеством площадей.

Затем в табличной форме (таблица 3) вычисляются площади стока и средний расход сточных вод q_{cp} , л/с, по формуле:

$$q_{cp} = q_0 \cdot f, \quad (20)$$

где f – значение площади стока, га.

Таблица 2.3

Средние расходы сточных вод с площадей стока

Шифр площади	Площадь, га	Средний расход, л/с
$q_0^{1p} =$		
...	...	...
$q_0^{2p} =$		
...	...	...
	$\Sigma F_i =$	$\Sigma q_{cp} =$

Общая формула для определения расчетного расхода сточных вод для участка сети q_p , л/с, выглядит следующим образом:

$$q_p = \Sigma q_{cp} \cdot K_0 + \Sigma q_{cosp}, \quad (21)$$

где Σq_{cp} – средний расход сточных вод на участке сети от жилой застройки, л/с:

$$\Sigma q_{cp} = q_n + q_b + q_t; \quad (22)$$

где q_n – путевой расход сточных вод, поступающий в канализационную сеть в пределах данного участка, л/с; q_b – боковой расход сточных вод – это расход, поступающий от притока, л/с. Величины путевого и бокового расхода определяются из таблицы 3, для прилегающих к данному участку площадей стока; q_t – транзитный расход сточных вод (расход от вышележащих участков), в некоторых случаях боковой и транзитный объединяют, л/с; K_0 – коэффициент общей неравномерности, определяется по таблице 1 [34]; Σq_{cosp} – суммарный сосредоточенный расход сточных вод на участке сети, л/с, то есть сосредоточенный расход данного и всех вышележащих по ходу движения участков.

Для всех участков расчетные расходы определяются в табличной форме.

Таблица 2.4

Расчетные расходы сточных вод

№ уч.	Средние расходы, л/с			K_0	Расход с площади, л/с	Сосредоточенные расходы, л/с			q_p , л/с
	q_n	$q_{\bar{o}}+q_m$	Σq_{cp}			q_n	$q_{\bar{o}}+q_m$	$\Sigma q_{соср}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коллектор 1-4									
1-2									
2-3									
3-4									

В таблице графа для боковых средних расходов опущена, расходы сточных вод от притоков учитываются в транзитном расходе. Из таблицы 3 заносятся величины путевых расходов, транзитный расход – это суммарный расход предыдущих участков, расходы суммируются. Затем по величине Σq_{cp} определяется коэффициент общей неравномерности K_0 . Расход сточных вод с площади (графа 6) определяют умножением суммарного среднего расхода (графа 4) на коэффициент неравномерности (графа 5). Расчетные расходы коммунальных объектов (таблица 2.1) и промышленного предприятия (определенного по формуле (18)) заносятся в сосредоточенные путевые расходы участков (графа 7), к которым они присоединяются. Принцип расчета сосредоточенного расхода на участке аналогичен расчету среднего. Расчетный расход сточных вод, согласно формуле (21) – это сумма расходов с площади и суммарного сосредоточенного расхода.

Далее выполняется проверка расчетного расхода последнего участка. Следует помнить, что последний участок сети пропускает расход всего района или города. При разнице чисел между расходами на последнем участке сети (перед ГНС), определенными в табличной форме и по формуле (21) не более 1 л/с расчет считается правильным, и переходят к выполнению следующего этапа проектирования.

2.7 Начальная глубина заложения

Начальная глубина заложения – это глубина, на которой внутриквартальная сеть водоотведения подходит в местах присоединения к уличной сети. **Начальная глубина заложения определяется только для начальных участков!**

Начальная глубина заложения H_H , м, определяется по формулам 1 [16], 3.15 [15], 3.37 [14], 7.1 [22] или с. 42 [17]:

$$H_H = h_{min} + i \cdot l + \Delta z + \Delta d, \quad (23)$$

где h_{min} – минимальная глубина заложения, принимается исходя из п. 6.2.4 [34], м; i – уклон внутриквартальной сети, п. 5.5.1 [34]; l – длина, по перпендикуляру, от диктующего здания до начала уличной сети, м; Δz –

разница отметок в начале уличной сети и в месте расположения диктующего здания, м; Δd – разница диаметров уличной и внутриквартальной сетей, м.

При отсутствии данных о внутриквартальных сетях населенного пункта, ее уклон и диаметр принимаются равными минимальным. Диаметр уличной сети в первом приближении, также принимается равным минимальному, однако, при расходах сточной жидкости более 14,6 л/с следует использовать уже фактический диаметр на участке, определенный по [25] или данным заводов-изготовителей трубопроводной продукции.

2.8 Гидравлический расчет сети водоотведения

Целями гидравлического расчета хозяйственно-бытовой сети водоотведения являются:

- определение диаметров трубопроводов на участках сети;
- определение потерь напора на участках сети;
- определение отметок и глубин заложения сети.

2.8.1 Определение диаметров трубопроводов и потерь напора на участках сети

Для каждого участка сети по известному расчетному расходу сточных вод определяется диаметр трубопровода D , наполнение h/D , скорость v и гидравлически уклон i . Расчет выполняют по таблицам [25], графикам или номограммам. При использовании полимерных труб расчет следует выполнять по [21, 23, 25, 29, 30, 31]. Следует учитывать рекомендации заводов-изготовителей при гидравлическом расчете.

Диаметр определяется по значению расчетного расхода. Диаметр трубопровода следует согласовывать с сортаментным значением таблиц 1.2...6.5 [26] или глава 9 [22].

Согласно п. 6.1.7 [34], материал труб, применяемых в системах канализации, должен быть стойким к влиянию сточной жидкости и к газовой коррозии в верхней части коллекторов. Широко применяются полимерные трубы – полиэтиленовые, поливинилхлоридные, двухслойные гофрированные. Эти трубы достаточно герметичны, обладают малой шероховатостью, не нуждаются в гидроизоляции, устойчивы к воздействию грунтовых и сточных вод, легко соединяются. С характеристиками полимерных труб можно познакомиться в специальной литературе [12, 13, 19]. Также используются бетонные и железобетонные трубы. В сложных грунтовых условиях применяются стальные, чугунные трубы.

Скорость, наполнение и уклон определяют из таблиц, графиков или рассчитывается по формулам. При этом соблюдаются следующие требования:

- минимальный диаметр уличной сети $D = 200 \text{ мм}$;
- наполнение на участке не должно превышать нормативного, таблица 2 [34], и находится в диапазоне:

$$0,3 \leq \frac{h}{D} \leq \left(\frac{h}{D}\right)_{\text{н}} ; \quad (24)$$

- скорость движения сточных вод на участке сети v , м/с должна поддерживаться в следующих пределах:

$$v_{\min} \leq v \leq v_{\max}, \quad (25)$$

где $v_{\min}$ – минимальная (самоочищающая) скорость, таблица 2 [34], м/с; $v_{\max}$ – максимальная скорость, п. 5.4.2 [34], м/с.

Для диаметра $D = 200 \text{ мм}$ минимальный уклон $i = 0,007$. В случае, когда при принятом на участке диаметре $D = 200 \text{ мм}$ скорость движения сточных вод составляет менее минимальной (как правило, для участков с небольшим расходом), то такой участок считается нерасчетным. Для нерасчетных участков не определяется скорость и наполнение. В таком случае трубы выравниваются по “шелыге”. Скорость движения сточных вод по участкам сети должна нарастать. В противном случае для компенсации скоростного напора следует предусмотреть перепад $\Delta h = 2\text{--}3 \text{ см}$.

После определения диаметров, значений скоростей и наполнений подбирается такой уклон, который может обеспечить пропуск данного расхода **со скоростью не менее самоочищающей и наполнений не более нормативного**. Найденные значения записываются в таблицу гидравлического расчета. Основные приемы и правила расчета безнапорных сетей изложены в [34, 15, 16, 19, 20, 22].

Затем определяются потери напора по длине h_l , м, по известной формуле:

$$h_l = i \cdot l, \quad (26)$$

где l – длина участка уличной сети, м.

Одновременно с определением диаметров определяется положение трубопроводов в вертикальной плоскости – отметки дна (лотка) и верха (шелыги) трубы, уровня воды в трубопроводе, глубины заложения. Расчет каждого коллектора начинается с начального участка, для каждого участка заполняется сразу вся строка в таблице гидравлического расчета (таблицы 3.8 [14], 3.8 [20], 5 [16]). Соединение труб в колодцах проводится в соответствии с указаниями [34], с. 70 [20], с. 61 [14], с. 61 [15].

2.8.2 Определение отметок и глубин заложения сети

Для каждого узла сети на генплане города определяется отметка земли и заносится в соответствующую графу. Отметка лотка в начале участка $ОЛ_н$, м, определяется в зависимости от типа участка по формулам:

а) начальный участок:

$$ОЛ_н = ОЗ_н - Н_н, \quad (27)$$

где $Н_н$ – начальная глубина заложения данного участка сети, определяемая в п.2.7.

б) не начальный участок при равенстве диаметров $D_1 = D_2$:

$$ОЛ_н = ОЛ_к^{min.пред} - \Delta h, \quad (28)$$

где $ОЛ_к^{min.пред}$ – минимальная отметка лотка в конце предыдущего участка (выбирается из всех предыдущих примыкающих участков), м; D_1 – диаметр предыдущего участка, который имеет минимальную отметку лотка, именно по нему следует выровнять данный участок, м; D_2 – диаметр данного участка, м; $\Delta h = h_2 - h_1$ – разница толщин слоев воды (наполнений) трубопроводов на соответствующих участках, м.

в) не начальный участок при неравенстве диаметров $D_1 \neq D_2$:

$$ОЛ_н = ОЛ_к^{min.пред} - \Delta D, \quad (29)$$

где $\Delta D = D_2 - D_1$ – разница диаметров, м.

Индексом “1” обозначается предыдущий участок с минимальной отметкой, индексом “2” – рассчитываемый участок. Вне зависимости от вида участка отметка лотка в конце участка $ОЛ_к$, м, определяется по формуле:

$$ОЛ_к = ОЛ_н - h_l, \quad (30)$$

где h_l – потери напора на участке сети, м.

Отметки воды в трубопроводе $ОВ_н$ и $ОВ_к$, м:

$$ОВ_н = ОЛ_н + h, \quad (31)$$

$$ОВ_к = ОЛ_к + h, \quad (32)$$

где h – наполнение (толщина слоя воды в трубопроводе), м.

При необходимости нахождения отметок шельги необходимо к соответствующей отметке лотка (начала или конца) прибавить диаметр трубопровода:

$$\text{ОШ} = \text{ОЛ} + D \quad (33)$$

Глубины заложения в начале и конце участка определяются по формулам:

$$H_H = \text{ОЗ}_H - \text{ОЛ}_H; \quad (34)$$

$$H_K = \text{ОЗ}_K - \text{ОЛ}_K, \quad (35)$$

где ОЗ_H и ОЗ_K – отметки земли в начале и конце участка, м.

По формуле (34) определяется глубина только для не начальных участков. Индексы “н” и “к” – соответственно “начало” и “конец” участка.

Для усвоения методики гидравлического расчета на начальном этапе рекомендуется для коллекторов вычерчивать схемы профилей, которые показывают зависимость между отметками и глубинами.



Рис. 2.2. Рабочая схема для гидравлического расчета участка коллектора

Если в конце участка глубина $H_K < h_{min}$, то на участке меняют уклон таким образом, чтобы $H_K = h_{min}$. При этом изменяется наполнение и скорость, возможно изменение (уменьшение) диаметра.

Предельная глубина заложения сети водоотведения H_p – это максимально возможная глубина при открытой прокладке сети, с. 19 [16], с. 161 [22], с. 57 [15], если в конце участка глубина $H_K > H_p$, то необходимо устраивать канализационную насосную станцию, следующий после НС участок рассчитывается, как начальный.

После завершения гидравлического расчета уточняется место расположения дюкеров, насосных станций, перепадных колодцев. По результатам расчета (табл. 2.5) вычерчивается профиль главного коллектора бытовой сети (рис. 2.3).

Таблица 2.5

Ведомость гидравлического расчета бытовой сети водоотведения

№ участка	Расчетный расход q_p , л/с	Диаметр d , мм	Скорость v , м/с	Высота наполнения		Уклон i	Длина l , м	Потеря напора $h=i \times l$, м	Отметки по расчетным участкам сети						Глубина заложения лотка трубы, м		КНС
				h/d в долях диаметра	h , м				поверхности земли		поверхности воды		лотка трубы				
									начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Коллектор 1-6																	
...																	
4-6	35,94	350	0,81	0,47	0,17	0,0035	270	0,95	49,90	48,40	43,58	42,64	43,41	42,47	6,49	5,93	т. 6
Главный коллектор 5-ГНС																	
5-6	8,18	200	-	-	-	0,007	280	1,96	49,40	49,40	-	-	46,95	44,99	2,45	4,41	
6-10	45,44	350	0,82	0,56	0,20	0,003	320	0,96	49,40	49,15	47,50	46,54	47,30	46,34	2,10	2,81	
10-23	83,88	500	0,95	0,46	0,23	0,003	336	1,01	49,15	49,35	46,42	45,41	46,19	45,18	2,96	4,17	
23-26	158,80	600	1,05	0,53	0,32	0,0025	320	0,80	49,35	49,00	45,40	44,60	45,08	44,28	4,27	4,72	
26-ГНС	167,18	600	1,06	0,55	0,33	0,0025	50	0,13	49,00	48,95	44,60	44,48	44,27	44,15	4,73	4,80	

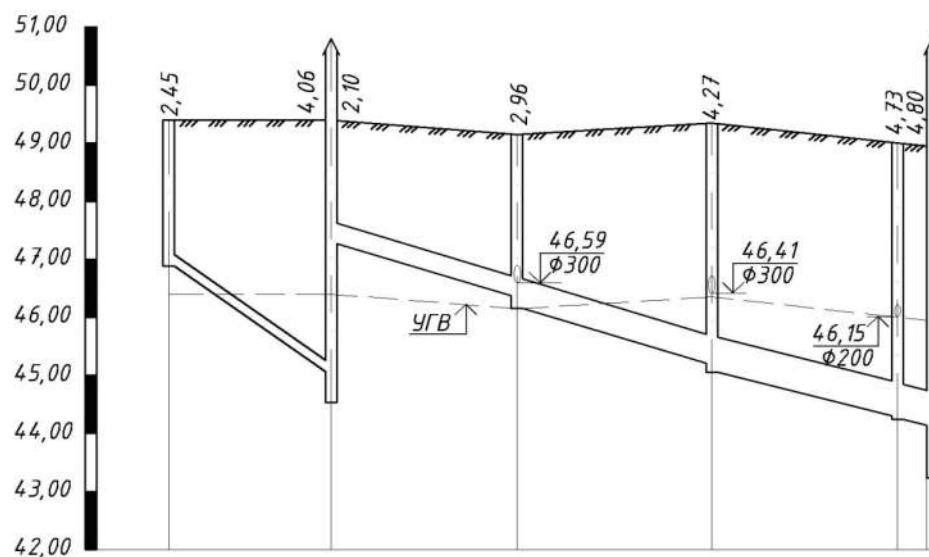


Рис. 2.3. Профиль главного коллектора бытовой сети водоотведения

Проектная отметка низа или лотка трубы, м	15
Проектная отметка земли, м	15
Натурная отметка земли, м	15
Обозначение трубы и тип изоляции	15
Основание	10
Уклон,‰; длина, м	10
Расстояние, м	10
Номер колодца, точки, угла поворота	10
60	

Рис. 2.4. Боковик таблицы профиля

2.9 Расчет дюкера

Перед началом расчёта вычерчивается схема дюкера с указанием отметок поверхности земли, горизонтов высоких и низких вод в реке, входной и выходной камер трубопроводов. Конструирование дюкера производят в соответствии с п. 6.6.1...6.6.6 [34].

Как правило, дюкер прокладывают в две нитки. Диаметр трубопроводов дюкера в первом приближении определяется по таблицам [25] или через уравнение неразрывности потока при скорости $v_{min} \geq 1$ м/с. Принимается ближайшее меньшее сортаментное значение диаметра. Затем производится пересчет скорости

При расходах сточных вод, не обеспечивающих минимальные расчетные скорости, одну из двух линий следует принимать резервной. Из верхней камеры дюкера или из ближайшего колодца перед дюкером устраивается аварийный выпуск с опломбированной задвижкой.

В трубопроводе дюкера определяют уклон, исходя из формулы Шези, и потери напора по длине. Потери напора на местные сопротивления принимаются в соответствии с таблицами 11.4, 11.5, 11.6, 11.7 [22]. Отметки лотка трубопровода во входной и выходной камерах дюкера будут отличаться друг от друга на суммарную величину потерь напора.

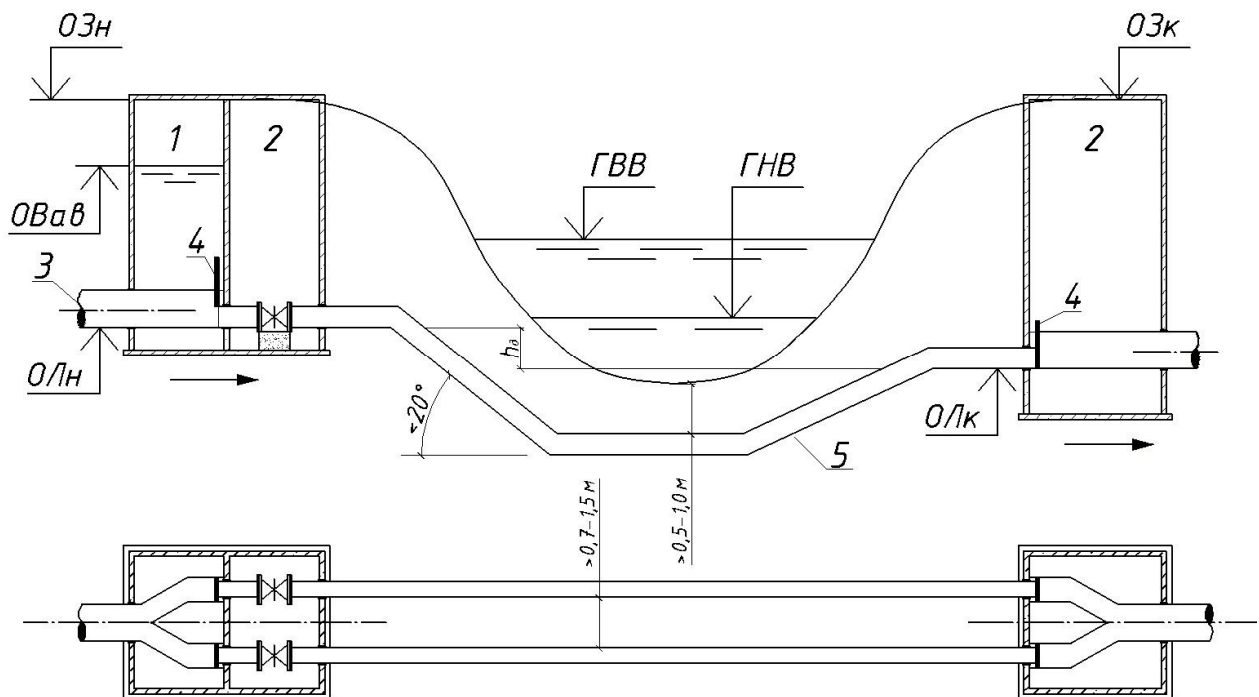


Рис. 2.5. Расчетная схема дюкера: 1 – мокрая камера; 2 – сухая камера; 3 – подводящий коллектор; 4 – щитовые затворы; 5 – трубопроводы дюкера

При аварии определяют потери напора при пропуске всего расхода по одной нитке, затем определяют величину подпора во входной камере дюкера сети. Если величина поднятия воды в колодцах сети (подпор) пре-

вышает норму для данных местных условий, необходимо уменьшать отметку лотка трубопровода в выходной камере, или принять решение о размещении канализационной насосной станции.

Пример расчета дюкера

Исходные данные:

Приходящий к дюкеру расход $q_p = 20,08$ л/с. Отметка земли в месте расположения входной камеры $OЗ_n^o = 27,20$ м, выходной камеры $OЗ_k^o = 27,25$ м. Отметка лотка приходящего коллектора $ОЛ_n^o = 24,26$ м. Данные по подводящему коллектору: диаметр $D = 250$ мм, наполнение $\frac{h}{d} = 0,55$, скорость

$v = 0,71$ м/с, уклон $i = 0,0035$. Ширина русла $b = 90$ м.

Необходимо запроектировать дюкер.

Решение:

Предусматриваем дюкер в две нитки. Тогда расход по одной $q_{1т}$, л/с:

$$q_{1т} = q_p / 2 = 20,08 / 2 = 10,04 \text{ л/с} = 0,001 \text{ м}^3/\text{с} \quad (36)$$

Диаметр дюкера d , м, в первом приближении:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{1т}}{\pi \cdot v_{min}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,01}{3,14 \cdot 1}} = 0,113 \text{ м.} \quad (37)$$

Ближайший меньшее сортаментное значение $d_c = 100$ мм. Согласно п. 6.6.3 [34], минимальный диаметр трубопроводов должен быть не менее 150 мм. Диаметр дюкера при пропуске всего расхода по одному трубопроводу:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q_p}{\pi \cdot v_{min}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,02}{3,14 \cdot 1}} = 0,160 \text{ м.} \quad (38)$$

Принятый диаметр дюкера $d_c = 150$ мм. Пересчитываем скорость v , м/с:

$$v = \frac{4 \cdot q_p}{\pi \cdot d_c^2} = \frac{4 \cdot 0,02}{3,14 \cdot 0,15^2} = 1,14 \text{ м/с.} \quad (39)$$

Согласно [25], коэффициент шероховатости для напорных трубопроводов круглого сечения $n = 0,013$.

Гидравлический радиус R , м:

$$R = \frac{d_c}{4} = 0,0375 \text{ м.} \quad (40)$$

Коэффициент Шези определяется по формуле Маннинга (возможно определение по формуле акад. Н. Н. Павловского):

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6} = \frac{1}{0,013} \cdot 0,0375^{1/6} = 44,50. \quad (41)$$

Гидравлический уклон по формуле Шези:

$$i = \frac{v^2}{C^2 \cdot R} = \frac{1,14^2}{44,50^2 \cdot 0,0375} = 0,0175. \quad (42)$$

Потери напора по длине:

$$h_l = i \cdot L = 0,0175 \cdot 100 = 1,75 \text{ м,} \quad (43)$$

где L – длина трубопроводов дюкера, м; в рамках курсового проекта больше ширины русла водного объекта на 10...20 метров.

Местные потери напора (таблицы 11.4, 11.5, 11.6, 11.7 [22] – промежуточные значения находим интерполяцией):

$h_{\text{вх}}$ – потери на вход в трубу, составляют 0,0359 м;

$h_{\text{вых}}$ – потери на выход из трубы, составляют 0,0095 м;

$h_{\text{пов}}$ – потери на 4 поворота на 20° , составляют $4 \cdot 0,00108 \text{ м} = 0,0043 \text{ м}$;

h_z – потери в задвижке определяются по формуле Вейсбаха (формула (11.15) [22]) и составляют 0,0046 м;

Суммарные потери напора в дюкере, h_d , м:

$$h_d = h_l + \Sigma h_m = 1,75 + 0,0359 + 0,0095 + 0,0043 + 0,0046 = 1,80 \text{ м.} \quad (44)$$

Отметка лотка в выходной камере:

$$\text{ОЛ}_K^D = \text{ОЛ}_H^D - h_d = 24,26 - 1,80 = 22,46 \text{ м.} \quad (45)$$

Потери при аварии во входной камере дюкера будут равны:

$$H_{\text{ав}} = 4 \cdot h_d = 4 \cdot 1,80 = 7,20 \text{ м.} \quad (46)$$

Во входной камере образуется подпор:

$$H_{\text{под}} = H_{\text{ав}} - h_{\text{д}} = 7,20 - 1,80 = 5,40 \text{ м.} \quad (47)$$

Отметка воды во входной камере:

$$OB_{\text{Н}} = OL_{\text{Н}}^{\text{Д}} + \left(\frac{h}{D}\right) \cdot D = 24,26 + 0,55 \cdot 0,25 = 24,40 \text{ м.} \quad (48)$$

Отметка воды во входной камере при аварии:

$$OB_{\text{ав}} = OB_{\text{Н}} + H_{\text{под}} = 24,40 + 5,40 = 29,80 \text{ м.} \quad (49)$$

Отметка земли (27,20) в месте расположения входной камеры ниже аварийной отметки воды (29,80), то есть возможен излив сточных вод. Рассмотрим в качестве решения занижение лотка трубопровода в выходной камере сооружения:

$$OL'_{\text{К}} = OL_{\text{К}}^{\text{Д}} - (OB_{\text{ав}} - OZ_{\text{Н}}^{\text{Д}}) = 22,46 - (29,80 - 27,20) = 19,86 \text{ м.} \quad (50)$$

Глубина заложения в начале отводящего коллектора:

$$\begin{aligned} H_{\text{Н}} &= OZ_{\text{Н}}^{\text{Д}} - (OL'_{\text{К}} - \Delta d) = 27,25 - (19,86 - (0,40 - 0,15)) \\ &= 7,14 \text{ м.} \end{aligned} \quad (51)$$

где Δd – разница диаметров отводящего коллектора и дюкера, м.

Таким образом, прокладка следующего за дюкером участка сети в самотечном режиме, согласно полученным отметкам, невозможна. Необходимо предусматривать насосную станцию после дюкера или перед ним. При выборе необходимо руководствоваться результатами гидравлического расчёта, расчёта дюкера, расположением других насосных станций.

2.10 Определение дополнительного притока поверхностных и грунтовых вод

Согласно требованиям, п. 5.1.10 [34], сооружения канализации должны быть рассчитаны на пропуск суммарного расчетного максимального расхода и дополнительного притока поверхностных и грунтовых вод, неорганизованно поступающего в самотечные сети канализации через неплотности люков колодцев и за счет инфильтрации грунтовых вод. Расчет сводится в таблицу (табл. 2.6).

Номера участков, их длины и расчетные расходы сточных вод переносятся из ведомости гидравлического расчета (*графы 1...3*).

Затем вычисляется суммарная длина трубопроводов от начала канализационной сети до конца расчетного участка (*графа 4*), включая длины

всех притоков к расчетному участку (для учета длины внутриквартальной сети берется удвоенная длина притока).

Таблица 2.6

Дополнительный приток поверхностных и грунтовых вод

№ участка	Длина l , м	Расчетный расход q_p , л/с	Длина сети от начала L , км	Дополнительный приток q_{ad} , л/с	Суммарный расход q_Σ , л/с	Пропускная способность q_{mp} , л/с
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>

Величина дополнительного притока q_{ad} , л/с, (*графа 5*) определяется по формуле (1) [34]:

$$q_{ad} = 0,45 \cdot L \cdot \sqrt{m_d}, \quad (52)$$

где L – общая длина самотечных трубопроводов до рассчитываемого сооружения (створа трубопровода), км; m_d – величина максимального суточного количества осадков, мм, определяемая по таблице 4.1 [33].

Суммарный расчетный максимальный расход с учетом притока q_Σ , л/с, (*графа 6*) определяется по формуле:

$$q_\Sigma = q_p + q_{ad}. \quad (53)$$

Проверочный расчет самотечных трубопроводов на пропуск увеличенного расхода должен осуществляться при наполнении 0,95 высоты (*графа 7*). То есть необходимо из таблиц гидравлического расчета [21], [25] или других выписать значение расхода (пропускной способности) при наполнении 0,95 и значении определенного ранее гидравлического уклона.

Если $q_{mp} < q_\Sigma$ – необходимо выбрать следующее сортаментное значение диаметра или проложить его с большим уклоном. Затем изменения вносятся в результаты гидравлического расчета.

Если $q_{mp} \geq q_\Sigma$ – расчёт завершен, условие выполнено.

2.11 Таблица суммарного притока сточных вод на насосную станцию

Сточные воды от различных категорий водопотребителей поступают в канализационную сеть, а, следовательно, и на насосную станцию неравномерно в течение суток. Для определения действительного суммарного (максимального) расхода составляется таблица притока сточных вод по часам суток.

Расчет выполняется в следующей последовательности:

1. Определяется суммарный средний суточный расход хозяйственно-бытовых сточных вод от жилой застройки для всех районов, обслуживаемых главной насосной станцией $Q_{сут}$.
2. Определяется суммарный суточный расход коммунальных объектов и общественных зданий (без учета гостиниц, вокзалов и промышленных предприятий) $\Sigma Q_{сут}^{ком.}$.
3. Средний расход сточных вод определяется по формуле, $q_{ср}$, л/с:

$$q_{ср} = \frac{Q_{сут} - \Sigma Q_{сут}^{ком.}}{24 \cdot 3,6}. \quad (54)$$

4. Из таблицы 2 [34] по значению среднего расхода находят коэффициент общей неравномерности K_0 .
5. По величине K_0 (табличное значение коэффициента принимается ближайшим к рассчитанному выше значению) из таблиц 3.6 [24], или 5.5 [22], выписывают величины процентов расходов для каждого часа суток.
6. Расход сточных вод для каждого часа определяют по формуле $q_{час}^i$, м³/ч:

$$q_{час}^i = \frac{(Q_{сут} - \Sigma Q_{сут}^{ком.}) \cdot \%_{час}^i}{100\%}. \quad (55)$$

7. Распределение сточных вод по часам суток в процентах для коммунальных и промышленных объектов выписываются из таблицы на с. 163 [17].

Таблица 2.7

Приток сточных вод на насосную станцию

Часы суток	от жилой застройки $K_0 = \dots$		Коммунальный объект № 1		Коммунальный объект № ...		Коммунальный объект № ...		Коммунальный объект № n	
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1										
...										
23-24										
Итого:	100		100		100		100		100	

Продолжение таблицы 2.7

Часы суток	Промышленное предприятие						Суммарный рас- ход воды	
	технологические	хозяйственно-бытовые				душевые		
		горячие цеха		холодные цеха				
		м³	%	м³	%		м³	м³
1	12	13	14	15	16	17	18	19
0-1								
...								
23-24								
Итого:		300		300				100

На основании таблицы (графа 1 и 19) строится ступенчатый график притока сточных вод на насосную станцию по часам суток. На графике указываются минимальный и максимальные час приток стоков.

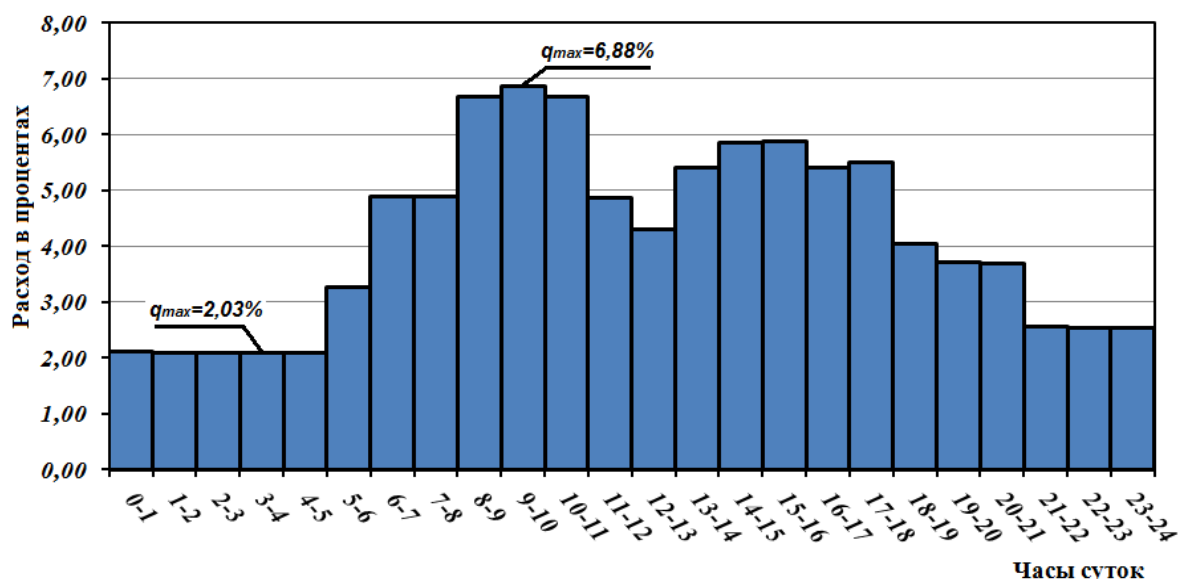


Рис. 2.7. Ступенчатый график притока сточных вод на насосную станцию

Полученные данные по притоку сточных вод являются исходными для расчета главной насосной станции, а именно определения ее подачи.

3 ДОЖДЕВАЯ СЕТЬ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Перед началом выполнения этой части курсового проектирования необходимо изучить генеральный план населенного пункта и его рельеф, расположение улиц и проездов по отношению к водотокам (или другим объектам, выбранным в качестве приемника сточных вод), чтобы найти кратчайшие пути отвода атмосферных осадков дождевой сетью.

3.1 Трассировка дождевой сети водоотведения

Территория населенного места разбивается на бассейны канализования, при этом число бассейнов устанавливается в соответствии с рельефом местности, возможными местами выпуска в водный объект.

Трассировка дождевой сети начинается с выбора направления главного коллектора, который целесообразно располагать:

- при выраженном рельефе – в местах понижения рельефа (по тальвегам);
- при плоском рельефе – в середине бассейна стока.

Уличные коллекторы примыкают к главному. Широко распространены перпендикулярная и пересеченная схемы трассировки. При разбивке кварталов на площади стока следует учитывать рельеф местности, так как первоначально сточные воды начинают движение по поверхности. Разбив-

ка производится по осям улиц (дороги, проезды и площади включаются в границы площадей стока). Участки по ходу движения сточной жидкости нумеруются по аналогии с бытовой сетью. Основные принципы трассировки подробно изложены в [15, 20, 22, 28].

Схема трассировки дождевой сети выносится в пояснительную записку, на схеме указываются площади стока, места выпусков дождевых сточных вод, локальные очистные сооружения.

3.2 Определение метеорологических параметров

Расчет дождевой сети основан на методе предельных интенсивностей. Для определения расчетных расходов сточных вод необходимо предварительно определить ряд параметров и коэффициентов. Параметр, характеризующий интенсивность дождя для конкретной местности, п. 7.4.2 [34]:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \cdot \left[1 + \frac{\lg P}{\lg m_r} \right]^y \quad (56)$$

где q_{20} – интенсивность дождя продолжительностью 20 мин при $P = 1$ год, определяется по рисунку Б.1 [34]; n – показатель степени, определяется по таблице 8 [34]; m_r – среднее количество дождей за год, принимается по таблице 8 [34]; P – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, годы, определяется в зависимости от значения q_{20} по таблице 9 [34]; y – показатель степени, принимаемый по таблице 9 [34].

Расходы дождевых вод в коллекторах канализации Q_r , л/с, определяется по формуле (11) [34]:

$$Q_r = \frac{Z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}} \quad (57)$$

где Z_{mid} – средний коэффициент стока; F – расчетная площадь стока, га; t_r – расчетная продолжительность дождя, мин.

Средний коэффициент стока определяется как средневзвешенная величина в зависимости от значений Z_i для различных поверхностей водосбора:

$$Z_{mid} = \frac{\sum(f \cdot Z_i)}{\sum f}. \quad (58)$$

Расчет суммы произведений площадей на коэффициенты и суммы площадей производится в табличной форме.

Таблица 3.1

Определение средневзвешенного коэффициента покрова

Наименование поверхностей водосбора	f	Z_i	$f \times Z_i$
Водонепроницаемые			
Щебеночные			
Грунтовые			
Зеленые			
Итого:	Σf	-	$\Sigma (f \times Z_i)$

При этом значение площади поверхностей водосбора подставляется в долях единицы, коэффициенты покрова находятся по таблицам 13 и 14 [34].

Расчетная продолжительность протекания дождевых вод t_r , мин, определяется согласно п. 7.4.5 [34] по формуле:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \quad (59)$$

где t_{con} – время поверхностной концентрации (продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или коллектора), мин, определяется согласно п. 7.4.6 [34]; t_{can} – время протекания дождевых вод по уличным лоткам до дождеприемника, мин, определяемая по формуле (14) [34]. Как правило, составляет 0,5...1 мин; t_p – время протекания дождевых вод по трубам до расчетного створа, определяемая по формуле (15) [34].

Расчетный расход поверхностных сточных вод для гидравлического расчета дождевых сетей Q_r , л/с, можно представить, как произведение удельного расхода дождевых вод на значение площади стока:

$$Q_r = Q_{уд} \cdot F. \quad (60)$$

Выполнив подстановку формул (57), (59) в формулу (60) и произведя необходимые сокращения, получим зависимость:

$$Q_{уд} = \frac{Z_{mid} \cdot A^{1,2}}{(t_{con} + t_{can} + t_p)^{1,2n-0,1}} \quad (61)$$

Формула (61) показывает зависимость удельного расхода от времени протекания дождевых вод по трубам $Q_{y\partial} = f(t_p)$. Для нескольких значений t_p от 0 до 60 минут определяют соответствующие значения $Q_{y\partial}$. На основе полученных значений (пример в табл. 3.1) строится график функций. Пример такого графика показан на рисунке 3.1 данных методических указаний.

Таблица 3.1

t_p , мин	$Q_{уд}$, л/с·га
0	29,44
5	20,18
10	15,82
15	13,20
20	11,44
30	9,18
40	7,6
50	6,78
60	6,06

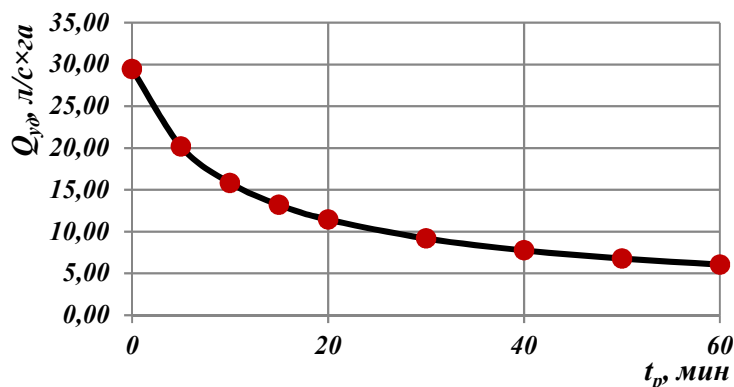


Рис. 3.1. График удельного расхода.

В случае, если площадь стока составляет 500 га и более, в формулу (57) и, как следствие, в формулу (61) следует вводить поправочный коэффициент K , учитывающий неравномерность выпадения дождя по площади, п. 7.4.4 [34].

3.3 Гидравлический расчет дождевой сети водоотведения

Перед расчётом дождевой сети должны быть выполнены трассировка дождевой сети (до выпусков в водный объект), разбивка сети на расчётные участки, разбивка бассейна канализования на площади стока; определены средневзвешенный коэффициент покрова, параметры q_{20} , n , m_r , y ; найдена расчетная интенсивность дождя для заданного населенного пункта; построен график удельного расхода, вычислены площади стока.

Таблица 3.2

Площади стока для дождевой сети

Шифр площади	Площадь стока, га
...	...
...	...

Гидравлический расчет дождевой сети водоотведения ведется в табличной форме, в следующей последовательности:

1. Расчетные участки группируются в коллекторы. Последним рассчитываются главные коллекторы районов.
2. Определяется расчетная площадь стока для участков. Площадь, с которой стоки поступают непосредственно на расчетный участок, считается путевой, площади вышележащих участков – транзитные. Для последних участков главных коллекторов эта площадь должна соответствовать площади стока, обслуживаемого всей сетью бассейна.
3. Длины расчетных участков снимаются с трассировки, выполненной в масштабе. Необходимо помнить, что длина начальных участков несколько меньше соответствующего размера квартала.

4. Скоростью движения на участке задаются, при этом она должна быть больше минимальной, согласно таблице 2 [34]. Для начальных участков можно принимать $v = 0,7$ м/с. По ходу движения скорость от участка к участку должна возрастать. Максимальная скорость не должна превышать 1,5 м/с.
5. Время протекания сточных вод на участке t_p , мин, определяется по формуле (15) [34] или:

$$t_p = \frac{L}{v \cdot 60}, \quad (62)$$

где L – длина расчетного участка, м; v – скорость движения сточных вод на участке, м/с.

Время протока на участке суммируется с наибольшим временем протока из примыкающих вышележащих участков. На последних участках сети (от последнего узла до выпуска в водный объект) время протока зануляется.

6. По времени протока из графика, построенного на основе формулы (61), определяется значение удельного расхода $Q_{уд}$.
7. По формуле (60), подставляя вместо F значения обслуживаемых площадей стока F_i определяется расчетный расход дождевых вод на участке сети. Диаметр и гидравлический уклон определяются из таблиц гидравлического расчета для соответствующего материала трубопроводов по значению расхода Q_r и скорости v . Диаметры и уклоны трубопроводов должны быть равны или более минимальных, п. 5.3.1 и п. 5.5.1 [34]. При этом должно выполняться условие:

$$\Delta = \frac{|Q_r - Q_{тр}|}{Q_r} < 0,10, \quad (63)$$

где $Q_{тр}$ – пропускная способность трубопровода (ближайшее к расчетному табличному значению расхода при выбранном диаметре и заданной скорости), л/с.

При невыполнении указанного выше условия меняют скорость течения на участке и повторяют расчёт, пока разница между расчетным и табличным значением не будет в пределах 10%.

Следует помнить, что трубопроводы дождевой канализации проектируются на полное заполнение, при необходимости уменьшения гидравлического уклона следует принимать наполнение меньше единицы.

8. Определяются потери напора на участках сети, по формуле (26).
9. Если условие п. 7 выполняется, приступают к определению отметок и глубин заложения аналогично алгоритму хозяйственно-бытовой сети. Начальная глубина заложения для уличных участков дождевой

сети должна приниматься по п. 6.2.4 [34], с. 130 [20], с. 79 [28]. Трубы выравниваются по “шелыге”.

Таблица 3.3

Ведомость гидравлического расчета дождевой сети водоотведения

№ участка	Площади стока, га			L , м	v , м/с	Время протекания, мин			$Q_{уд}$, л/с	Q_{col} , л/с
	пут.	тр.	Σ			на уч.	пред.	Σ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Продолжение таблицы 3.3

D , мм	i	$Q_{тр}$, л/с	Δ , %	$i \times L$, $м$	Отметки, м						Глубины, м	
					земли		шелыги		низа трубы			
					н	к	н	к	н	к	н	к
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

На основании таблицы гидравлического расчёта вычерчивается профиль главного коллектора дождевой сети водоотведения.

4 КОНСТРУИРОВАНИЕ СЕТЕЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ

В данном разделе курсового проекта обосновывается выбор материала труб. Для всех трубопроводов описывается способ соединения труб. В соответствии с характером грунтов, уровнем грунтовых вод определяется тип основания под трубы, приводится его схематическая конструкция (поперечный разрез по сечению трубопровода). Кратко описываются конструкции колодцев, дюкера, дождеприемников, выпусков сточных вод в водный объект. Описываются узлы пересечения трубопроводов со стенками сооружений.

В табличном виде при выборе материала труб группируются участки с одинаковым диаметром и материалом труб, определяется их суммарная длина, указывается нормативный документ (ГОСТ, ТУ и т.д.) по которому изготовлена труба. Отдельно рассматриваются материалы коллекторов хозяйственно-бытовых, дождевых сетей водоотведения, напорные трубопроводы (от ГКНС до КОС) и трубопроводы дюкера

Таблица 4.1

Материал трубопроводов сетей водоотведения К1 и К2

№ участков	Диаметр, мм	Материал	ΣL , м	ГОСТ или ТУ
Хозяйственно-бытовая сеть водоотведения				
Дождевая сеть водоотведения				
Трубопроводы дюкера				
...	...	...	...	...

При проектировании сетей канализации необходимо помнить о наличии на территории города других подземных коммуникаций и тщательно прорабатывать места пересечения и параллельной прокладки сетей. В курсовом проекте рассматриваются все места пересечений хозяйственно-бытовой и дождевой сетей водоотведения, других коммуникаций. Расстояние между трубопроводами хозяйственно-бытовой и дождевой канализации по горизонтали (в свету) должно составлять не менее 0,4 м, согласно СП 18.13330.2016. Минимальное расстояние между трубопроводами по вертикали (в свету) должно составлять не менее 0,2 м, п. 6.12 [2].

Таблица 4.2

Отметки в местах пересечения сетей в плане			
Бытовая сеть		Дождевая сеть	
№ уч.	Отметки	№ уч.	Отметки
	ОЛ =		ОЛ =
	ОШ =		ОШ =
Участки пересекаются (не пересекаются). Требуется заглубление хозяйственно-бытовой (дождевой сети) на м.			

При необходимости вносятся изменения в результаты гидравлического расчета сетей водоотведения.

5 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Графическая часть выполняется студентом на листе формата А1, в соответствии с правилами оформления рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации [7]. Примерная компоновка листа представлена на рисунке 1.1.

5.1 План сетей водоотведения

План сетей водоотведения выполняется в масштабе 1:10000. На плане указывается рельеф местности, расположение коммунальных и общественных зданий, промышленных предприятий, расположение сетей хозяйственно-бытовой и дождевой канализации.

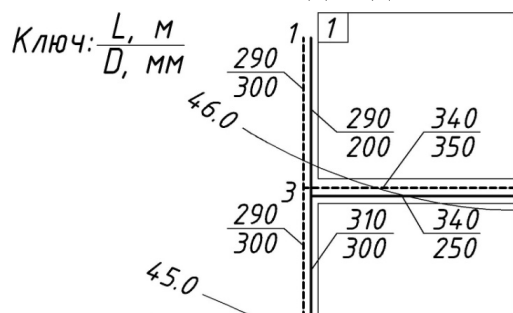


Рис. 5.1. Пример нанесения на план сетей расчетных длин и диаметров

Возле плана сетей размещается ключ в виде выноски с расшифровкой указываемых значений. В соответствии с ключом, на плане сетей для каждого участка указывается численное значение его расчетной длины и диаметра (рисунок 5.1). Также показываются канализационные

насосные станции, дюкеры, очистные сооружения сточных вод, выпуски очищенных сточных вод в водный объект. На плане рекомендуется нанесение сетей различными типами линий, например, хозяйственно-бытовая сеть – сплошной линией, а дождевая сеть – штриховой.

5.2 Профили коллекторов

Продольные профили коллекторов канализационных сетей изображаются в виде разверток по осям трубопроводов. Трубопроводы изображают двумя линиями. Боковик таблицы для подземной прокладки выполняют, согласно рисунку 2.4. Примеры профилей представлены на рисунках. На профилях наносят:

- поверхность земли – тонкой сплошной линией;
- уровень грунтовых вод – тонкой штрихпунктирной линией;
- попадающие в развертку другие подземные инженерные коммуникаций;
- данные о грунтах, в соответствии с таблицами 3 и 4 [6];
- проектируемый трубопровод, колодцы, подземные и надземные части сооружений, связанные с проектируемым трубопроводом.

В графической части курсового проекта выполняются профили главных коллекторов хозяйственно-бытовой и дождевой сетей.

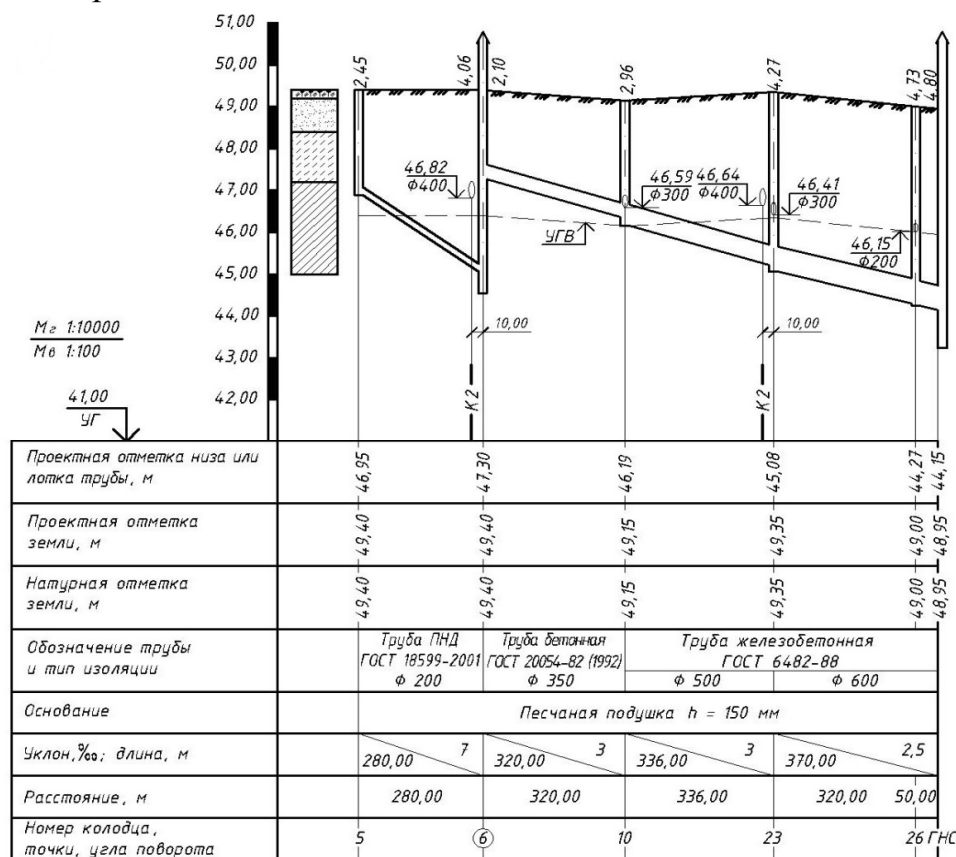


Рис. 5.2. Образец выполненного профиля хозяйственно-бытовой сети водоотведения

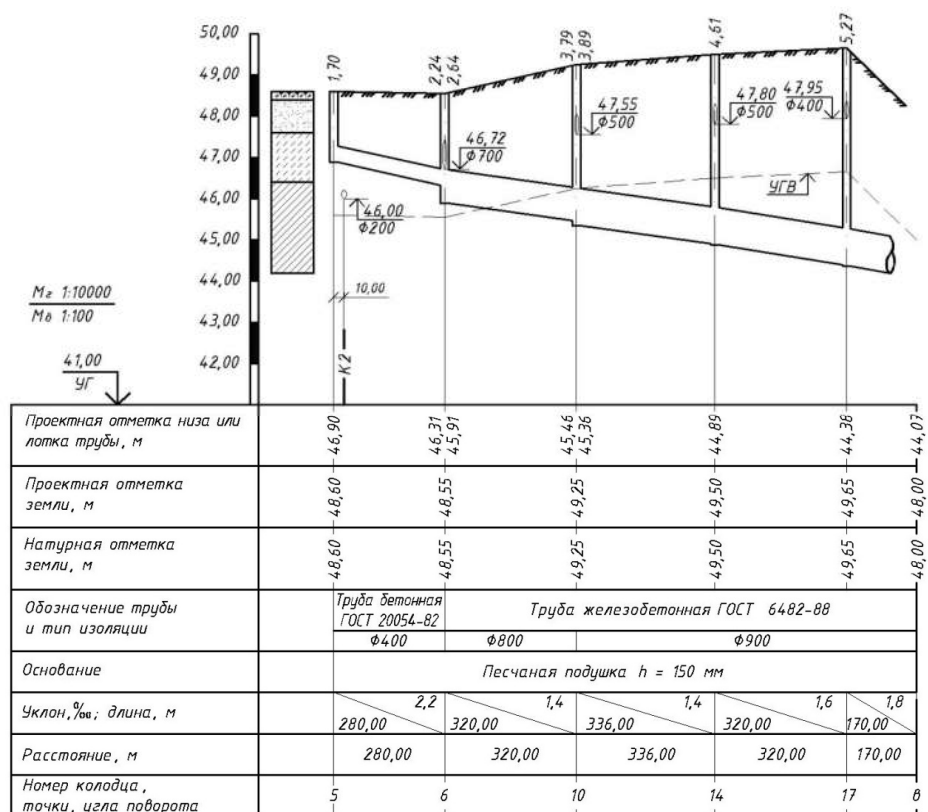


Рис. 5.3. Образец выполненного профиля
дождевой сети водоотведения

5.3 Конструирование колодцев

Конструирование колодцев выполняется в соответствии с указаниями п. 6.3.1...6.4.2 [34]. Узел к проектированию колодца выбирается, по согласованию с ведущим преподавателем, на основе итогового гидравлического расчета. Элементы и конструкции принимаются по [11] и [35].

Последовательность конструирования смотрового колодца:

1. Для выбранного узла необходимо выписать отметку земли, диаметры и отметки всех трубопроводов, которые примыкают к колодцу;
2. По п. 6.3.1 [34] выбирается диаметр рабочей части;
3. Плиту основания располагают на отметке, ниже минимальной отметки лотка, примыкающих к колодцу труб, не менее 30 мм от минимальной отметки низа труб по наружному диаметру;
4. На плите основания устраивается набивной лоток, высота которого определяется по формуле:

$$h_{\text{л}} = D_{\text{max}} + \delta + 100 + 30, \quad (64)$$

где D_{max} – наибольший диаметр трубопровода из примыкающих к колодцу участков, м; δ – толщина стенки трубы, м; 100 – расстояние от верха трубы

до поверхности лотка, м; 30 – расстояние от минимальной отметки низа труб до плиты основания, м.

5. На лоток укладывают кольца рабочей части, для верха каждого кольца определяют отметки (с учетом слоя цементного раствора между кольцами в 1 см);
6. При достижении высоты рабочей части $\geq 1,8$ м укладывают плиту перекрытия;
7. Оставшееся расстояние заполняют кольцами горловины диаметром $D = 0,7$ м;
8. Между последним кольцом горловины и верхом кольца располагают опорное кольцо;
9. Расстояние между верхом колодца и последним кольцом горловины заполняют бетоном или кирпичной кладкой.

Для перепадного колодца сначала определяется высота перепада и его тип. Затем проводится соответствующий расчет, конструирование в аналогичной последовательности. При размерах в плане больше, указанных по [11], вместо колодцев устраиваются камеры.

Пример построения смотрового колодца со сменой диаметра коллектора.

Исходные данные:

Отметка земли в месте расположения колодца составляет 45,200 м. Приходящий на отметке лотка 40,800 м, трубопровод имеет диаметр 200 мм. Диаметр трубы после колодца 250 мм, отметка лотка 40,750 м. Трубы полиэтиленовые. Толщина стенок труб 20 и 22 мм соответственно.

Необходимо запроектировать колодец.

Решение:

Конструкция колодца принята из сборного железобетона. Минимальная отметка примыкающих труб составляет 40,75 м. С учетом толщины стенки трубы (22 мм), а также с учетом добавочной высоты (30 мм) укладываем плиту днища (верх плиты) на отметку:

$$Z_{\text{пд}}^{\text{верх}} = \text{ОЛ}_{\text{min}} - (\delta_{\text{тр}} + h_{\text{ст}}) = 40,75 - (0,022 + 0,03) = 40,698 \text{ м.} \quad (65)$$

Толщина плиты днища составляет 12 см, поэтому отметка низа плиты:

$$Z_{\text{пд}}^{\text{низ}} = Z_{\text{пд}}^{\text{верх}} - \delta_{\text{пд}} = 40,698 - 0,120 = 40,578 \text{ м.} \quad (66)$$

На плите днища устраивается набивной лоток. Высота набивного лотка:

$$h_{\text{л}} = D_{\text{max}} + \delta + 0,1 + 0,03 = 0,25 + 0,022 + 0,1 + 0,03 = 0,402 \text{ м.} \quad (67)$$

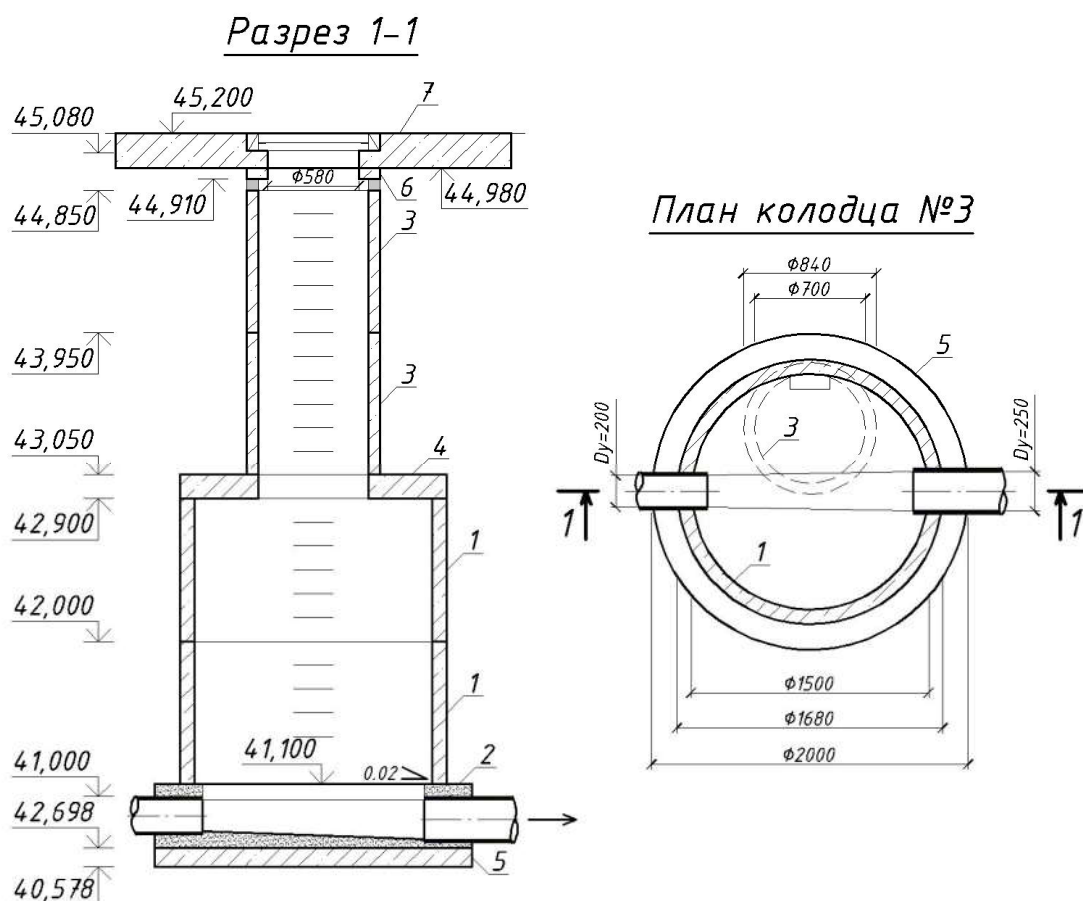


Рис. 5.4. Образец конструирования смотрового колодца:
 1 – стеновое кольцо, $h = 90$ см; 2 – набивной лоток; 3 – кольцо горловины, $h = 90$ см; 4 – плита перекрытия; 5 – плита днища; 6 – опорное кольцо; 7 – дорожная плита.

На лоток укладываются кольца рабочей части колодца. При этом нужно принять такое количество колец, чтобы высота рабочей части $\geq 1,8$ м. По [11] высота колец с учетом стяжки составляет 90, 60 и 30 см. Основные размеры и масса элементов приведена в приложении данных указаний. Отметка верха труб, примыкающих к колодцу:

$$Z_{\text{тр}}^{\text{верх}} = 40,800 + 0,200 = 40,750 + 0,250 = 41,000 \text{ м.} \quad (68)$$

Отметка верха набивного лотка:

$$Z_{\text{лот}}^{\text{верх}} = Z_{\text{пд}}^{\text{верх}} + h_{\text{л}} = 40,698 + 0,402 = 41,100 \text{ м.} \quad (69)$$

Таким образом, суммарная высота колец должна быть равна или больше 1,8 м, то принято два кольца высотой 90 см. Отметка верха первого кольца:

$$Z_{1\text{к}}^{\text{верх}} = Z_{\text{лот}}^{\text{верх}} + h_{1\text{к}} = 41,100 + 0,900 = 42,000 \text{ м.} \quad (70)$$

Отметка верха второго кольца совпадает с отметкой низа плиты перекрытия:

$$Z_{\text{пп}}^{\text{низ}} = Z_{2\text{к}}^{\text{верх}} = Z_{1\text{к}}^{\text{верх}} + h_{2\text{к}} = 42,000 + 0,900 = 42,900 \text{ м.} \quad (71)$$

Толщина плиты перекрытия – 15 см. Отметка верха:

$$Z_{\text{пп}}^{\text{верх}} = Z_{\text{пп}}^{\text{низ}} + \delta_{\text{пп}} = 42,900 + 0,15 = 43,050 \text{ м.} \quad (72)$$

Отметка верха первого кольца горловины:

$$Z_{1\text{г}}^{\text{верх}} = Z_{\text{пп}}^{\text{верх}} + h_{1\text{г}} = 43,050 + 0,900 = 43,950 \text{ м.} \quad (73)$$

Отметка верха второго кольца горловины:

$$Z_{2\text{г}}^{\text{верх}} = Z_{1\text{г}}^{\text{верх}} + h_{2\text{г}} = 43,950 + 0,900 = 44,850 \text{ м.} \quad (74)$$

Принимаем высоту крышки люка – 11 см; принята дорожная плита ПД 6 высотой 22 см. Тогда низ дорожной плиты (верх опорного кольца):

$$Z_{\text{ок}}^{\text{верх}} = Z_{\text{оз}} - h_{\text{люк}} = 45,200 - 0,220 = 44,980 \text{ м.} \quad (75)$$

Низ опорного кольца:

$$Z_{\text{ок}}^{\text{низ}} = Z_{\text{ок}}^{\text{верх}} - h_{\text{ок}} = 44,980 - 0,070 = 44,910 \text{ м.} \quad (76)$$

Оставшееся недостающее расстояние ($44,990 - 44,910 = 0,080$ м) заполняется бетоном или кирпичной кладкой.

5.4 Составление спецификаций и экспликаций

В рамках курсового проекта составляется спецификация на конструкции запроектированного колодца по форме [5], объединенная спецификация трубопроводов хозяйственно-бытовой и дождевой сетей водоотведения, а также экспликация объектов, сбрасывающих в сеть сосредоточенный расход (коммунальные, общественные здания и промышленные предприятия).

При заполнении спецификации сначала заносятся трубопроводы. Общая длина труб одинакового диаметра должна быть кратна длине одной трубы (как правило, это 3, 6 или 12 метров). При заполнении экспликации вносятся значения суточных, часовых и секундных (расчетных) расходов сточных вод объектов. Также указывается площадь стока, на которой находится объект. Пример заполнения спецификации и экспликации приведен на рисунках 5.6 и 5.7.

Спецификация

Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
1	Трубопроводы сетей водоотведения К 1 и К 2:				
1.1	ТУ 2248-001-73011750-2005	Труба "КОРСИС"			
		DN/OD 200 SN 16	5070	2,22	п.м.
1.2	- // -	- // - DN/OD 250 SN 16	1470	3,37	п.м.
1.3	- // -	- // - DN/OD 315 SN 16	3018	5,20	п.м.
1.4	- // -	- // - DN/OD 400 SN 16	3354	7,99	п.м.
2	Конструкции колодца:				
2.1	ГОСТ 8020-90	Стеновое кольцо			
		рабочей камеры колодца			
		КС 10.9	2	400	шт.
2.2	- // -	- // - КС 10.6	1	600	шт.

Рис. 5.6. Образец выполнения спецификации

Экспликация объектов

Марка, поз.	Наименование объекта	Расчетные расходы			Примечание
		м ³ /сут	м ³ /час	л/с	
1	Баня	92,80	5,80	1,61	III б
2	Школа	17,82	1,43	0,40	IV а
3	Гостиница	34,50	3,45	0,96	VII б
4	Гараж	11,00	3,67	2,04	III а
5	Столовая	43,20	5,18	4,00	IX б
6	Промышленное предприятие	335,19	22,55	13,02	

Рис. 5.7. Образец выполнения экспликации

5.5 Технические параметры сети

На формат (А1) в табличной форме выносятся основные показатели работы системы водоотведения:

- годовой расход сточных вод, м³/год;
- число жителей, чел.;
- удельный расход сточных вод на одного жителя (с учётом промпредприятий и объектов, не входящих в норму водоотведения), л/(сут·чел);
- общая длина сетей водоотведения, км.

Библиографический список

1. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* (с Изменениями № 1-5) : СП 31.13330.2012 : официальное издание : утвержден приказом Минрегионразвития РФ от 29.12.2011 № 635/14 : введен в действие с 01.01.2013. – Текст : электронный // ИСС «Техэксперт». – 2020. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200093820> (дата обращения : 25.11.2020).
2. Производственные объекты. Планировочная организация земельного участка (Генеральные планы промышленных предприятий). СНиП II-89-80* (с Изменением № 1) : СП 18.13330.2019 : официальное издание : утвержден приказом Минстрой РФ от 17.09.2019 № 544/пр : введен в действие 18.03.2020. – Текст : электронный // Минстрой России : официальный сайт. – 2020. – URL : <https://minstroyrf.gov.ru/docs/57421/> (дата обращения : 25.11.2020).
3. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* (с Поправкой, с Изменением № 1) : СП 30.13330.2016 : официальное издание : утвержден приказом Минстрой РФ от 16.12.2016 № 951/пр : введен в действие 17.06.2017. – Текст : электронный // ИСС «Техэксперт». – 2020. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/456054201> (дата обращения : 25.11.2020).
4. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам (с Изменением № 1) : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 7 от 26.04.1995) : введен в действие постановлением Комитета РФ по стандартизации, метрологии и сертификации от 08.08.1995, № 426 в качестве государственного стандарта РФ : взамен ГОСТ 2.105-79, ГОСТ 2.906-71 : дата введения 1996-07-01 / разработан ВНИИНМАШ Госстандарта России. – Текст : электронный // ИСС «Техэксперт». – 2020. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/gost-2-105-95-eskd> (дата обращения : 25.11.2020).
5. ГОСТ 21.110-2013. Система проектной документации для строительства (СПДС). Спецификация оборудования, изделий и материалов (с Поправкой) : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14.11.2013, № 44) : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17.12.2013, № 2310-ст в качестве национального стандарта РФ : взамен ГОСТ 21.110-95 : дата введения 2015-01-01 / разработан ОАО «ЦНС». – Текст : электронный // ИСС «Техэксперт». – 2020. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200107995> (дата обращения : 25.11.2020).
6. ГОСТ 21.302-2013. Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные графические обозначения в документации по инже-

- нерно-геологическим изысканиям (Переиздание) : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14.11.2013, № 44) : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2013, № 2385-ст в качестве национального стандарта РФ : взамен ГОСТ 21.302-96 : дата введения 2015-01-01 / разработан ОАО «ЦНС» и ОАО «ПНИИИС». – Текст : электронный // ИСС «Техэксперт». – 2020. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200108745> (дата обращения : 25.11.2020).
7. ГОСТ 21.704-2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят МНТКС (протокол от 08.12.2011, № 39) : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11.10.2012, № 484-ст в качестве национального стандарта РФ : взамен ГОСТ 21.604-82 : дата введения 2013-05-01 / разработан ОАО «ЦНС». – Текст : электронный // ИСС «Техэксперт». – 2020. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/gost-21-704-2011> (дата обращения : 25.11.2020).
 8. ГОСТ 18599-2001. Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия (с Изменением № 1) : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 20 от 01.11.2001) : введен в действие постановлением Госкомитета РФ по стандартизации и метрологии от 23.03.2002, № 112-ст в качестве национального стандарта РФ : взамен ГОСТ 18599-83 : дата введения 2003-01-01 / разработан МТК 241 «Пленки, трубы, фитинги, листы и другие изделия из пластмасс». – Текст : электронный // ИСС «Техэксперт». – 2020. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/gost-18599-2001> (дата обращения : 25.11.2020).
 9. ГОСТ 20054-2016. Трубы бетонные безнапорные. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (протокол от 22.11.2016, № 93-П) : введен в действие Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии от 02.12.2016, № 1921-ст в качестве национального стандарта РФ : взамен ГОСТ 20054-82 : дата введения 2017-07-01 / разработан АО «ВНИИжелезобетон» при участии «Институт БелНИИС». – Текст : электронный // ИСС «Техэксперт». – 2020. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200142699> (дата обращения : 25.11.2020).
 10. ГОСТ 6482-2011. Трубы железобетонные безнапорные. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят межгосударственной НТК по стандартизации, техническому нор-

- мированию и сертификации в строительстве (протокол от 08.12.2011, № 39) : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24.05.2012, № 76-ст в качестве национального стандарта РФ : взамен ГОСТ 6482-88 : дата введения 2013-01-01 / разработан АО «ВНИИжелезобетон» при участии «Институт БелНИИС». – Текст : электронный // ИСС «Техэксперт». – 2020. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200093396> (дата обращения : 25.11.2020).
11. ГОСТ 8020-2016. Конструкции бетонные и железобетонные для колодцев канализационных, водопроводных и газопроводных сетей. Технические условия (с Поправкой) : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22.11.2016, № 93-П) : введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 02.12.2016, № 1919-ст в качестве национального стандарта РФ : взамен ГОСТ 8020-90 : дата введения 2017-07-01 / разработан АО «ВНИИжелезобетон» при участии «Институт БелНИИС». – Текст : электронный // ИСС «Техэксперт». – 2020. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200142697> (дата обращения : 25.11.2020).
12. ТУ 2248-001-7301150-2005. Трубы с двухслойной профилированной стенкой «КОРСИС» и «КОРСИС ПРО» для безнапорных трубопроводов. Технические условия (Переиздание с изменениями № 1, 2, 3, принятыми 02.03.2007, 20.02.2009, 05.06.2009) : утвержден ООО «Евротрубпласт» от 25.11.2005 : дата введения 2005-12-01 / разработан ООО «Евротрубпласт». – Текст : электронный // СпецКомплектСервис : официальный сайт. – 2020. – URL : <http://www.sks-sfo.ru/userfiles/6tu-2248-001-73011750-2005.pdf> (дата обращения : 25.11.2020).
13. ТУ 2248-001-96467180-2008. Трубы гофрированные двухслойные из полипропилена блоксополимера (PP-B) для систем наружной канализации. Технические условия : утвержден ООО «Пайплайф Рус» : дата введения 2008-03-01 / разработан ООО «Пайплайф Рус». – Текст : электронный // ООО «ТВИНС Балтия» : официальный сайт. – 2020. – URL : http://www.truba-twins.ru/pri/twins_tu_pragma_2008.pdf (дата обращения : 25.11.2020).
14. Яковлев С. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – 3-е изд. доп. и перераб. – Москва : АСВ, 2004. – 704 с. – Текст : непосредственный.
15. Ботук Б. О. Канализационные сети / Ботук Б. О., Федоров Н. В. – 2-е изд. – Москва : Стройздат, 1977. – 256 с. – Текст : непосредственный.
16. Василенко А. А. Водоотведение : курсовое проектирование / А. А. Василенко. – Киев-Одесса : Головное издательство издательского объединения «Вища школа», 1988. – 256 с. – Текст : непосредственный.

17. Зацепина М. В. Курсовое проектирование водопроводных и канализационных сетей и сооружений : учебное пособие для техникумов / М. В. Зацепина. – Санкт-Петербург : Стройиздат, 1981. – 176 с. – Текст : непосредственный.
18. Калицун В. И. Гидравлика, водоснабжение и канализация : учебное пособие для вузов / В. И. Калицун, В. С. Кедров, Ю. М. Ласков. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 2003 – 397 с. – Текст : непосредственный.
19. Сладков А. В. Проектирование и строительство наружных сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб / А. В. Сладков. – Москва : Стройиздат, 1988. – 207 с. – Текст : непосредственный.
20. Федоров Н. Ф. Канализационные сети. Примеры расчета : учебное пособие / Н. Ф. Федоров, А. М. Курганов, М. И. Алексеев. – 3-е изд. перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1985. – 223 с. – Текст : непосредственный.
21. Алексеев М. И. Гидравлический расчет сетей водоотведения: справочное пособие. Ч.2. Расчетные таблицы / М. И. Алексеев, А. М. Курганов, Ф. В. Кармазинов. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 1997. – 362 с. – Текст : непосредственный.
22. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник / Б. Н. Репин, С. С. Запорожец, В. Н. Ереснов [и др.] ; под ред. Б. Н. Репина. – Москва : Высшая школа, 1995. – 431 с. – Текст : непосредственный.
23. Гидравлический расчет сетей водоотведения : расчетные таблицы / Ю. М. Константинов, А. А. Василенко, А. А. Сапухин, Б.Ф. Батченко – Киев : Будивельник, 1987. – 120 с. – Текст : непосредственный.
24. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: справочник проектировщика / Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С. А. Хаскин [и др.] ; под общ. ред. В. Н. Самохина. – 2-е изд. – Москва : Стройиздат, 1981. – 639 с. – Текст : непосредственный.
25. Лукиных А. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сечений и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского : справочное пособие / А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных. – 8-е изд. – Москва : ИД «БАСТЕТ», 2014. – 424 с. – Текст : непосредственный.
26. Перешивкин А. К. Монтаж систем внешнего водоснабжения и водоотведения: справочник строителя / А. К. Перешивкин, С. А. Никитин, В. П. Алимов [и др.] ; под ред. А. К. Перешивкина. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГУП ЦПП, 2001. – 828 с. – Текст : непосредственный.
27. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности / СЭВ, ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1978. – 590 с. – Текст : непосредственный.
28. Отведение и очистка поверхностных сточных вод: Учеб. пособие для вузов / В. С. Дикаревский, А. М. Курганов, А. П. Нечаев, М. И. Алексе-

- ев. – Санкт-Петербург : Стройиздат, 1990. – 224 с. – Текст : непосредственный.
- 29.КОРСИС. Двухслойные гофрированные трубы. Техническое описание. Безнапорная и ливневая канализация / Проектант : сайт проектировщиков России. – Текст : электронный : [сайт]. – URL : <https://www.proektant.ru/catalog/truby-i-kolodcy-dlya-sistem-kanalizacii/truby-dvuhstoinnye-gofrirovannye-korsis-dlya-beznapornoj-i-livnevoi-kanalizacii/> (дата обращения : 25.11.2020).
- 30.Технический каталог для безнапорной канализации. Система труб и колодцев Pragma® – Текст : электронный / ООО «Очистные сооружения» : официальный сайт. – 2020. – URL : https://group-os.ru/upload/tech_prama.pdf (дата обращения 25.11.2020).
- 31.Добромыслов А. Я. Таблицы для гидравлических расчетов безнапорных труб из полимерных материалов. Том 2 «Безнапорные трубопроводы» / А. Я. Добромыслов. – Москва : Издательство ВНИИМП, 2004 – 128 с. – Текст : непосредственный.
- 32.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов : официальное издание : утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007 года, № 74 : введен в действие 01.03.2008. – Москва : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001. – 51 с. – Текст : непосредственный.
- 33.СНиП 23-01-99* Строительная климатология : СП 131.13330.2018 : официальное издание : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 28.11.2018 № 763/пр : введен в действие 29.05.2019. – Текст : электронный // ИСС «Техэксперт». – 2020. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/554402860> (дата обращения : 25.11.2020).
- 34.СНиП 2.04.03-85* Канализация. Наружные сети и сооружения : СП 32.13330.2018 : официальное издание : утвержден приказом Минстроя РФ от 25.12.2018 № 860/пр : введен в действие 26.06.2019. – Текст : электронный // Минстрой России : официальный сайт. – 2020. – URL : <https://www.minstroyrf.ru/docs/18451/> (дата обращения : 25.11.2020).
- 35.Серия 3.900.1-14. Изделия железобетонные для круглых колодцев водопровода и канализации. Выпуск 1. Указания по применению и рабочие чертежи : утверждены Главным управлением организации проектирования Госстроя СССР : введены в действие приказом ГПИ «Союзводоканалпроект» от 29.03.90, № 27 / разработан ГПИ «Союзводоканалпроект», ЦНИИПромзданий с участием НИИЖБА. – Текст : электронный // Система NormaCS. – 2020. – URL : <http://www.normacs.ru/Doclist/doc/UO63.html> (дата обращения : 25.11.2020).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Определение расходов сточных вод [15, 20]

В некоторых случаях используют упрощенную методику определения расходов сточных вод для участка сети.

Определение расходов методом длин:

Суточный расход сточных вод $Q_{сут}$ переводят в л/с и определяют величину q_u , л/(с·м):

$$q_u = \frac{Q_{сут}}{\Sigma L}, \quad (A.1)$$

где ΣL – суммарная длина участков сети водоотведения, м. При этом длина участков с “двусторонним питанием” удваивается (участок с “двусторонним питанием” – это участок, на который сбрасывают стоки кварталы с двух сторон).

Расход для участка сети q_{cp} , л/с, определяют по формуле:

$$q_{cp} = q_u \cdot L, \quad (A.2)$$

где L – длина участка, м.

Расход для участка с “двусторонним питанием”:

$$q_{cp} = 2 \cdot q_u \cdot L. \quad (A.3)$$

Затем средние расходы по участкам суммируются, и находится расчетный расход по формуле (21).

Определение расходов “по населению”:

Путевые средние расходы сточных вод для участка сети можно оценить по количеству населения, обслуживаемого рассчитываемым участком:

1. Определяется путевой расход сточных вод q_{cp} , л/с, для участка сети:

$$q_{cp} = \frac{N \cdot q_n}{24 \cdot 3600}, \quad (A.4)$$

где N – число жителей, обслуживаемых данным участком сети, чел; q_n – норма водопотребления по [1], л/(чел·сут).

2. Средние расходы суммируются по участкам сети, и расчетный расход определяют по обычной методике.

Длина участка должна быть такой, чтобы пропуск путевого расхода в нем не влиял на увеличение диаметра трубопровода более, чем на один размер по сортаменту по сравнению с пропуском только транзитного расхода.

Сортаментные значения труб из различных материалов

ГОСТ 20054-2016

Трубы бетонные безнапорные [9]

$D_{\text{у}}, \text{мм}$	200	300	400	500	600	800	1000
$\delta_{\text{стенки}}, \text{мм}$	40	55	75	85	95	120	145
	35	50	65	75	85	105	125
	30	45	55	65	75	95	115; 105

ГОСТ 6482-2011

Трубы железобетонные безнапорные [10]

$D_{\text{у}}, \text{мм}$	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600
$\delta_{\text{стенки}}, \text{мм}$	50	60	60	80	100	110	110	120

ГОСТ 18599-2001

Трубы напорные из полиэтилена [8]

$D_{\text{ном}}, \text{мм}$	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1200
$\delta_{\text{стенки}}, \text{мм}$	5,5	6,2	6,9	7,7	8,7	9,8	11,0	12,3	13,7	15,4	17,4	19,6	22,0	24,5	29,4

ТУ 2248-001-7301150-2005

Трубы КОРСИС [12]

$DN/OD, \text{мм}$	200	250	315	400	500	630	800	1000
$D_{\text{у}}, \text{мм}$	176	216	271	343	427	535	678	851

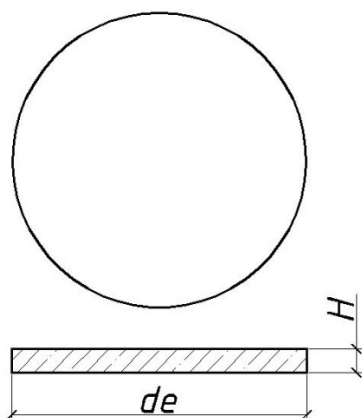
ТУ 2248-001-96467180-2008

Трубы PRAGMA [13]

$D_{\text{наруж}}, \text{мм}$	200	227	250	285	315	343	400	458	500	573	630	688	925	1140
$D_{\text{внутр}}, \text{мм}$	176	200	221	250	277	300	349	400	437	500	549	600	800	1000

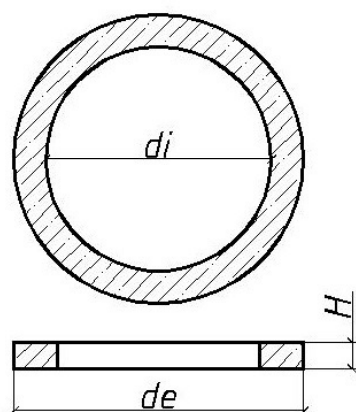
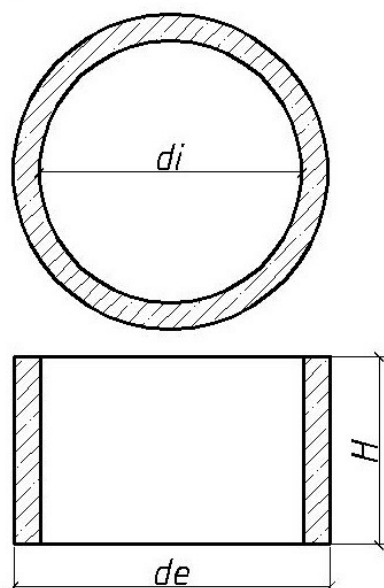
Изделия железобетонные для круглых колодцев канализации
(по ГОСТ 8020-90 [11] и, согласно серии 3.900.1-14 [35])

Плита днища

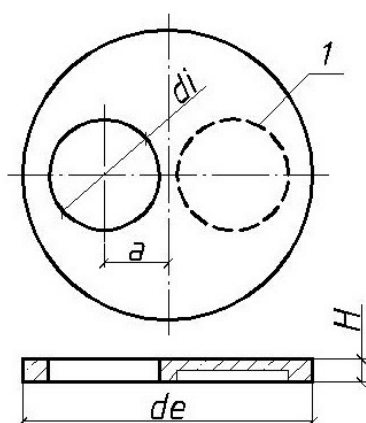


Марка	Размеры, мм				Масса, т
	d_i	d_e	δ	H	
ПН10	-	1500	-	100	0,45
ПН15		2500	-	120	0,95
ПН20		3000			1,48

Стеновое кольцо рабочей
камеры или горловины колодца



Плита перекрытия



1 - ниша (только в плитах
ЗПП20 и 2ПП25)

Марка	Размеры, мм				Масса, т
	di	de	δ	H	
КС 7.3	700	840	70	290	0,13
КС 7.9				890	0,38
КС 10.3	1000	1160	80	290	0,20
КС 10.6				590	0,40
КС 10.9				890	0,60
КС 13.9	1250	1410	80	890	-
КС 15.6	1500	1680	90	590	0,66
КС 15.9				890	1,00
КС 20.6	2000	2200	100	290	0,98
КС 20.9				590	1,48
КС 20.12				890	-
КС 25.12	2500	2700	100	1190	2,42

Опорное кольцо

Марка	Размеры, мм				Масса, т
	di	de	δ	H	
КО6	580	840	130	70	0,05

Марка	Размеры, мм				Масса, т
	di	de	a	H	
ПП10	700	1160	150	150	0,25
ПП13		1410	275		0,45
1ПП15		1680	400		0,68
2ПП15			200		0,68
3ПП15	1000	2200	240	160	0,53
1ПП20	700		200		1,28
2ПП20	1000		500		1,13
3ПП20	700	2700	650	180	-
1ПП25			200		-
2ПП25			900		-

Учебное издание

ВОДООТВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению курсового проекта

Составитель
ИВАНЮШИН Юрий Андреевич

В авторской редакции

Подписано в печать **XX.XX.XXXX**. Формат 60х90 1/16. Печ. л. **3,00**.
Тираж **XX** экз. Заказ № **XXX**.

Библиотечно-издательский комплекс
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Тюменский индустриальный университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.