

**МПС РОССИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

23/10/1

Одобрено кафедрой
«Теплотехника и гидравлика
на железнодорожном
транспорте»

Утверждено
деканом факультета
«Транспортные сооружения
и здания»

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

Рабочая программа и задание
на контрольные работы № 1, 2
с методическими указаниями
и примерами расчетов для студентов IV курса
специальности
**290900. СТРОИТЕЛЬСТВО ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ,
ПУТЬ И ПУТЕВОЕ ХОЗЯЙСТВО (С)**



С о с т а в и т е л ь – канд. техн. наук, доц. В.И. Елманова

Р е ц е н з е н т – ст. преп. Т.Г. Рудик

**© Российский государственный открытый технический
университет путей сообщения, 2002**

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель преподавания дисциплины

Дисциплина “Водоснабжение и водоотведение” рассматривает устройство, принципы проектирования и основы эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения на железнодорожном транспорте, роль и значение систем в работе железнодорожного транспорта. Дисциплина связана с проектированием и строительством железных дорог, железнодорожных станций и поселков при них, сооружений и предприятий железнодорожного транспорта и отдельных жилых и производственных зданий.

Цель преподавания дисциплины: ознакомить студентов с устройством и эксплуатацией централизованного и нецентрализованного водоснабжения и водоотведения железнодорожных объектов; научить их самостоятельно рассчитывать основные сооружения систем водоснабжения и водоотведения, используя при этом вычислительную технику. Изучение дисциплины должно базироваться на знании таких дисциплин, как гидравлика, инженерная геодезия, инженерная геология, строительные материалы, общий курс железных дорог и ряда общенаучных дисциплин таких, как химия, физика, математика, вычислительная техника.

1.2 Задачи изучения дисциплины.

Изучив дисциплину, студент должен:

1.2.1. Знать назначение и устройство систем водоснабжения и водоотведения железнодорожных станций и населенных пунктов при них, гидравлическую зависимость между отдельными их элементами; основы эксплуатации сооружений; требования к качеству воды, подаваемой потребителям и сбрасываемой после использования в водные объекты или поступающей в замкнутые оборотные системы; современные методы и сооружения для очистки природных и сточных вод и их обезвреживания.

1.2.2 Уметь определить расчетные расходы воды, рассчитать и запроектировать сети водоснабжения и водоотведения железнодорожной станции и небольшого железнодорожного поселка,

выбрать источник водоснабжения, рассчитать водозаборные сооружения, определить основные размеры водонапорных сооружений, определить основные параметры насосно-силового агрегата, подобрать насосно-силовое оборудование в насосных станциях, применять вычислительную технику при проектировании основных элементов систем водоснабжения и водоотведения.

1.2.3 Иметь представление об изысканиях источников водоснабжения и выбора объектов для сброса сточных вод, о мероприятиях по охране водоемов от истощения и загрязнения с учетом рационального комплексного использования водных ресурсов страны; о способах глубокой обработки загрязненных природных вод, о современных методах очистки и доочистки бытовых и производственных вод с целью последующего использования их в системах оборотного водоснабжения; о структуре подразделений, эксплуатирующих системы водоснабжения и водоотведения на железнодорожном транспорте.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Водоснабжение

2.1.1. Введение

Понятие о системе железнодорожного водоснабжения как комплексе сооружений для обеспечения потребителей водой. Санитарное, техническое и экономическое значение водоснабжения. Основные потребители воды на железнодорожном транспорте. Краткая история развития железнодорожного водоснабжения и роль отечественных ученых в его развитии. Перспективы развития водоснабжения на железнодорожном транспорте и мероприятия по экономии и рациональному использованию воды.

2.1.2. Системы и схемы водоснабжения.

Определение расчетных расходов воды.

Свободные напоры в водопроводной сети

Системы и схемы устройства водоснабжения железнодорожных станций и прилегающих к ним населенных пунктов при исполь-

зовании поверхностных и подземных источников водоснабжения. Основные элементы систем водоснабжения и их назначение. Схема продольного водопровода. Схема обратного и последовательного водоснабжения для промышленных объектов железнодорожного транспорта. Групповые и районные системы водоснабжения и их технико-экономические преимущества. Противопожарное водоснабжение. Схемы водоснабжения отдельно стоящих зданий и строительных площадок. Нормы и режим водопотребления. Коэффициенты неравномерности. Определение расчетных расходов воды для различных категорий водопотребителей (суточных, часовых, секундных). Понятие о свободных напорах в водопроводной сети.

2.1.3. Проектирование и расчет водопроводной сети

Виды водопроводных сетей и область их применения. Трассирование водопроводных сетей. Особенности трассирования водопроводных сетей железнодорожного водоснабжения. Понятие о транзитных, удельных, путевых и узловых расходах. Определение расчетных расходов на расчетных участках сети. Задачи гидравлического расчета водопроводных сетей. Определение диаметров труб с учетом экономических факторов. Определение потерь напора в водопроводных трубах; таблица и графики для расчета водопроводов. Гидравлический расчет разветвленных тупиковых и кольцевых водопроводных сетей железнодорожного водоснабжения. Расчет напорных водоводов. Использование вычислительной техники для гидравлических и технико-экономических расчетов водопроводных сетей.

2.1.4. Устройство водопроводной сети

Водопроводные трубы и способы их присоединения. ГОСТы на трубы. Выбор типа труб в зависимости от местных природных и экономических условий. Арматура и сооружения на водопроводной сети. Специальная водоразборная арматура железнодорожного водоснабжения. Переходы под железными дорогами. Устройства дюкеров и акведуков при пересечении водопроводами вод

ных преград. Укладка водопроводных труб. Гидравлические испытания водопроводных сетей и сдача их в эксплуатацию. Техника безопасности при строительстве и испытаниях водопроводной сети. Особенности устройства и эксплуатации водопроводных сетей в сложных природно-климатических условиях (районы распространения вечной мерзлоты, сейсмические районы и др.). Временное водоснабжение строительных площадок на железнодорожном транспорте.

2.1.5. Водонапорные и регулирующие резервуары

Водонапорные башни, резервуары, пневматические установки; их конструкции и сферы применения на железнодорожном транспорте. Определение необходимой высоты расположения водонапорных резервуаров и высоты водонапорной башни. Определение объема водонапорных сооружений.

2.1.6. Источники водоснабжения и водозаборные сооружения

Поверхностные и подземные источники железнодорожного водоснабжения и их характеристики. Классификация водозаборных сооружений. Водозаборные сооружения из поверхностных источников с водоприемниками руслового и берегового типов, схема их устройства и расчет, область применения на железнодорожном транспорте. Ковшовые водозаборы, водоприемники на реках с малыми глубинами. Водозаборные сооружения из подземных источников (скважины, шахтные колодцы, горизонтальные водосборы, лучевые водозаборы, каптаж ключей). Зоны санитарной охраны источников водоснабжения. Особенности устройства и эксплуатации водозаборных сооружений железнодорожного водоснабжения в районах Крайнего Севера и в зоне вечной мерзлоты.

2.1.7. Насосы и насосные станции

Классификация, устройство и принцип действия насосов, применяемых в железнодорожном водоснабжении. Насосно-силовая

установка, ее основные параметры и их определение. Подбор насосов и двигателей. Характеристики центробежных насосов, совместная работа центробежного насоса и трубопровода. Рабочая точка насоса. Способы регулирования работы центробежных насосов. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов, построение их суммарных характеристик. Водопроводные насосные станции; их классификация и схемы устройств; принципы размещения насосно-силового оборудования в насосных станциях. Автоматизация работы насосных станций.

2.1.8. Улучшение качества воды

Основные показатели качества природной воды и требования, предъявляемые к качеству воды потребителями. ГОСТ на качество воды. Основные методы обработки воды, применяемые в железнодорожном водоснабжении. Технологические схемы осветления и обесцвечивания воды. Сооружения, применяемые на водоочистных станциях железнодорожного водоснабжения; схемы устройства и принцип работы основных сооружений водоочистных станций (смесители, отстойники различных конструкций, осветлители с взвешенным осадком, фильтры, контактные осветлители). Обеззараживание воды хлорированием, бактерицидными лучами, озонированием. Обезжелезование воды. Умягчение воды. Опреснение и обессоливание воды. Компонировка водоочистных станций. Автоматизация основных процессов очистки воды.

2.1.9. Эксплуатация железнодорожного водоснабжения

Организация эксплуатации водопроводного хозяйства на железнодорожном транспорте. Организация аварийной службы и обеспечение механизацией и оборудованием для аварийно-восстановительных работ. Охрана труда и техника безопасности в водопроводном хозяйстве. Планирование основных показателей работы отделов водоснабжения на железных дорогах. Определение себестоимости подачи одного кубического метра воды.

2.2. Водоотведение

2.2.1. Введение

Назначение водоотведения. Способы удаления жидких и твердых отходов с территорий железнодорожных станций и населенных пунктов при них, промышленных предприятий железнодорожного транспорта и отдельных зданий. Санитарное и экономическое значение системы водоотведения. Краткий исторический обзор развития систем водоотведения и роль отечественных ученых в разработке систем водоотведения и способов очистки сточных вод. Развитие и совершенствование систем водоотведения в нашей стране. Охрана водоемов от загрязнения и истощения.

Дальнейшие перспективы развития железнодорожного водоотведения и очистки сточных вод от объектов железнодорожного транспорта.

2.2.2. Системы и схемы водоотведения.

Определение расчетных расходов сточных вод

Сточные воды и их классификация. Основные элементы системы водоотведения. Схема устройства внутридомовой или внутрицеховой системы водоотведения. Схема устройства системы водоотведения для железнодорожной станции и населенного пункта при ней. Схема устройства системы водоотведения с использованием очищенных сточных вод в оборотном водоснабжении на предприятиях железнодорожного транспорта.

Системы водоотведения. Сравнительная санитарно-гигиеническая и технико-экономическая оценка их и условия применения их на объектах железнодорожного транспорта.

Основные схемы сетей водоотведения для объектов железнодорожного транспорта. Способы отведения атмосферных вод с территорий железнодорожных станций. Продольный водоотвод от железнодорожных насыпей и выемок. Водоотвод в тоннелях и метрополитенах. Исходные данные для проектирования систем водоотведения. Нормы водоотведения от населенных мест и объектов железнодорожного транспорта. Определение расчетных расходов сточных вод от железнодорожных

станций и населенных пунктов при них, от промышленных объектов железнодорожного транспорта.

2.2.3. Проектирование и расчет систем водоотведения

Трассирование сетей водоотведения в железнодорожных поселках и на железнодорожных станциях. Трассирование уличной сети водоотведения. Понятие о расчетных участках сети. Задачи расчета сети. Формулы и таблицы для гидравлического расчета сети. Нормативные требования. Определение минимальной глубины заложения водоотводящей сети. Максимальная глубина заложения сети. Гидравлический расчет сети. Построение продольных профилей сети. Разработка и технико-экономическое сравнение различных вариантов при проектировании сети. Применение вычислительной техники при расчете сетей водоотведения и технико-экономическом сравнении вариантов сети. Особенности проектирования и расчета дождевых сетей водоотведения.

2.2.4. Устройство сетей водоотведения

Трубы, применяемые в системах водоотведения. ГОСТы на трубы. Способы соединения труб. Основания под трубы. Трубы, применяемые при устройстве сетей водоотведения в условиях распространения вечной мерзлоты и на Крайнем Севере. Переходы под железными и автомобильными дорогами. Дюкеры при пересечении сети с водоемами. Конструкции сооружений, применяемых для отведения атмосферных вод с территорий железнодорожных станций. Строительство сетей водоотведения. Особенности устройства сетей водоотведения в условиях вечной мерзлоты и на Крайнем Севере.

2.2.5. Перекачка сточных вод.

Классификация насосных станций, применяемых в системах водоотведения. Насосы, используемые для перекачки сточных вод. Схема устройства насосной станции для перекачки сточных вод от объектов железнодорожного транспорта.

2.2.6. Очистка сточных вод

Задачи очистки сточных вод в комплексе охраны природы. Состав и свойства сточных вод, образующихся на объектах железнодорожного транспорта. Методы очистки сточных вод. Сооружения, применяемые для механической очистки сточных вод и обработки осадка. Биологическая очистка сточных вод и сооружения, применяемые для этого на железнодорожном транспорте. Дезинфекция сточных вод. Технологические схемы очистных станций наиболее перспективные в условиях железнодорожного транспорта. Очистка малых количеств сточных вод. Очистка сточных вод от промышленных объектов железнодорожного транспорта (локомотивных и вагонных депо, промывочно-пропарочных станций, ремонтных заводов, пунктов обмывки грузовых и пассажирских вагонов, дезинфекционно-промывочных станций и пунктов, шпалопропиточных заводов и т.п.) Утилизация и обезвреживание нефтепродуктов и отходов, образующихся при очистке стоков. Особенности проектирования и строительства очистных сооружений в сложных природно-климатических условиях (вечномерзлые грунты, Крайний Север и другие особые условия).

2.2.7. Эксплуатация систем водоотведения

Организация эксплуатации систем водоотведения на железнодорожном транспорте. Организация аварийной службы и ее задачи. Наблюдения за состоянием сети и очистных сооружений, промывка и прочистка сети, ликвидация закупорок на сети. Техника безопасности и охрана труда при эксплуатации систем водоотведения. Определение себестоимости отведения и очистки одного кубического метра сточных вод.

3. Виды работ с распределением времени

Курс – IV, семестры 7 и 8

Лекционные занятия – 8 ч

Контрольные работы – 2

Самостоятельная работа – 32ч

Экзамен – 8 семестр.

4. Перечень тем лекционных занятий

ТЕМА	Количество часов
1. Понятие о системе железнодорожного водоснабжения как комплексе сооружений для обеспечения потребителей водой. Основные потребители воды на железнодорожном транспорте. Системы и схемы устройства водоснабжения железнодорожных станций и прилегающих к ним населенных пунктов при использовании поверхностных и подземных источников водоснабжения. Основные элементы систем водоснабжения и их назначение. Нормы и режим водопотребления. Коэффициенты неравномерности. Определение расчетных расходов воды для различных категорий водопотребителей (суточных, часовых, секундных). Понятие о свободных напорах в водопроводной сети. Виды водопроводных сетей и область их применения. Понятие о транзитных, удельных, путевых и узловых расходах. Определение расчетных расходов на расчетных участках сети. Задачи гидравлического расчета сети. Определение диаметров труб с учетом экономических факторов. Определение потерь напора в водопроводных трубах; таблицы и графики для расчета водопроводов. Гидравлический расчет разветвленных тупиковых и кольцевых водопроводных сетей железнодорожного водоснабжения. Расчет напорных водоводов. Подбор насосов. 2. Назначение водоотведения. Сточные воды и их классификация. Основные элементы системы водоотведения. Общая схема устройства системы водоотведения для железнодорожной станции и населенного пункта при ней. Исходные данные для проектирования систем водоотведения. Нормы водоотведения от населенных мест и объектов железнодорожного транспорта. Определение расчетных расходов сточных вод от железнодорожных станций и населенных пунктов при них, от промышленных объектов железнодорожного транспорта. Трассирование сетей водоотведения в железнодорожных поселках и на станциях. Понятие о расчетных участках сети. Определение расчетных расходов на конкретных участках сети. Задачи расчета сети. Формулы и таблицы для гидравлического расчета сети. Нормативные требования. Определение минимальной глубины заложения водоотводящей сети. Максимальная глубина заложения сети. Гидравлический расчет сети. Построение продольных профилей.	4 4

Перечень тем, которые студенты должны проработать самостоятельно

Водоснабжение

1. Устройство водопроводной сети.
2. Водонапорные и регулирующие резервуары.
3. Источники водоснабжения и водозаборные сооружения.

4. Насосы и насосные станции.
5. Улучшение качества воды.
6. Эксплуатация железнодорожного водоснабжения.

Водоотведение

1. Устройство сетей водоотведения.
2. Перекачка сточных вод.
3. Очистка сточных вод.
4. Эксплуатация систем водоотведения.

5. Информационно методическое обеспечение дисциплины

5.1. Перечень обязательной литературы

1. Д и к а р е в с к и й В.С. Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте. —М: Транспорт, 1999.
2. Б е р е з а А.И., К о р о б о в Ю.И. Водоснабжение на железнодорожном транспорте. —М: Транспорт, 1991.
3. Д и к а р е в с к и й В.С., К а р а в а е в И.И. Водо-охранные сооружения на железнодорожном транспорте. —М: Транспорт, 1986.
4. Ф е д о р о в Н.Ф. Канализационные сети. Примеры расчета. —М: Стройиздат. 1985.
5. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Госстрой СССР. —М: Стройиздат, 1985.
6. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. Госстрой СССР. —М: Стройиздат, 1986.

5.2. Перечень рекомендуемой литературы

1. К а л и ц у н В.И., К е д р о в В.С., Л а с к о в Ю.М. Гидравлика, водоснабжение и канализация. Учебник для вузов. — М: Стройиздат, 2000.
2. К е д р о в В.С. и др. Водоснабжение и канализация. 1984.
3. Ш е в е л е в Ф.А. Ш е в е л е в А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. —М: Стройиздат, 1984.

4. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационной сети и дюкеров. —М: Стройиздат, 1987.

6. Краткие методические рекомендации самостоятельной работы

Основным видом учебной работы студентов-заочников является самостоятельное изучение дисциплины, включающее работу с книгой и выполнение контрольных работ.

Работа с книгой.

Содержание курса “Водоснабжение и водоотведение” определяется программой, в которой указываются наиболее существенные вопросы, подлежащие изучению.

При работе с книгой вначале рекомендуется просмотреть весь материал, содержащийся в данном разделе, чтобы лучше в нем ориентироваться.

Затем нужно приступить к подробному изучению каждого параграфа. При этом полезно составлять конспект по каждому разделу, где кратко излагаются основные теоретические положения, приводятся формулы, графики и т.д.

Выполнение контрольных работ.

При изучении курса “Водоснабжение и водоотведение” студент должен выполнить две контрольные работы. Контрольные работы выполняются после изучения соответствующих разделов курса “Водоснабжение и водоотведение” и СНиПов.

При выполнении контрольных работ рекомендуется пользоваться пособиями [1, 2, 3, 4, 5, 6].

При отсутствии указанных пособий можно пользоваться другими учебниками.

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие условия.

1. Текстовая часть работ пишется на одной стороне листа. Это необходимо для рецензирования и исправления. Страницы должны быть пронумерованы.

2. Пояснения к расчетам должны быть краткими.

3. Перед вычислением искомых величин нужно вначале написать расчетную формулу в буквенном выражении, затем подставить численные значения всех входящих в нее параметров и привести окончательный ответ.

4. В приводимых расчетных формулах поясняют все входящие в них параметры.

5. У всех размерных величин должна быть проставлена размерность. Размерность всех величин должна быть выражена в Международной системе единиц СИ (ГОСТ 9867-61).

6. Значения всех коэффициентов следует обосновать ссылкой на литературу с указанием автора, названия источника и номера страницы.

7. Графическая часть выполняется карандашом на миллиметровой бумаге и вклеивается в контрольную работу.

8. В конце работы привести список литературы, которой пользовался студент в процессе выполнения работ, с указанием автора, названия, места и года издания.

9. Все отмеченные рецензентом ошибки должны быть исправлены, а сделанные указания выполнены. Исправления следует выполнять на чистой стороне листа.

Работы, выполненные в соответствии с вышеуказанными требованиями, студент должен сдать для проверки на факультет университета.

При выполнении работ следует строго следить за соблюдением единства размерностей величин, входящих в ту или иную расчетную зависимость. Как показывает практика рецензирования контрольных работ, несоблюдение единства размерностей является одной из наиболее частых ошибок, которое приводит к грубому искажению получаемой расчетной величины и всего результата в целом.

Работы могут быть зачтены только в том случае, если они не содержат принципиальных и грубых арифметических ошибок. Арифметические ошибки, вызванные несоблюдением единства размерностей или какой-либо небрежностью в расчетах, будут оценены наравне с принципиальными ошибками методического характера.

К экзамену по теории студента допускают только после получения зачета по контрольным работам.

I. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 1

Требуется произвести расчет системы водоснабжения населенного пункта и железнодорожной станции.

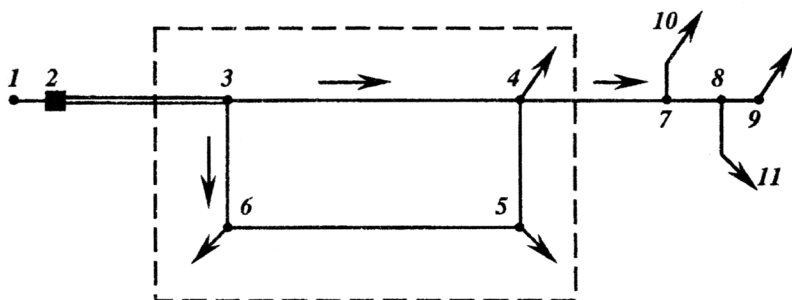


Рис.1. Схема водоснабжения.

Из подземного резервуара 1 вода насосной станцией 2 перекачивается в водонапорную башню 3, из которой поступает в кольцевую водопроводную сеть 3—4—5—6—3, снабжающую водой населенный пункт и водопотребителей железнодорожной станции. В точке 4 кольцевой сети присоединен тупиковый водопровод, питающий водой водоразборные колонки 7, 8, 9, 10, 11 близлежащего поселка с одноэтажной застройкой.

В точках 4, 5, 6 производится отбор воды следующими потребителями:

точка 4 – пассажирское здание, краны для заправки пассажирских вагонов;

точка 5 – локомотивное депо;

точка 6 – промышленное предприятие.

Потребление воды населением и на поливку улиц и зеленых насаждений равномерно распределено по длине кольцевой сети.

Противопожарное водоснабжение осуществляется пожарными машинами с прицепными автоцистернами.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

Кольцевая сеть

1. Площадь жилой застройки

$$F=4(500+Ш)(800+Ш) \text{ м}^2, \text{ если } Ш \leq 100;$$

$$F=4(500+0,1Ш)(800+0,1Ш) \text{ м}^2, \text{ если } Ш > 100.$$

2. Плотность населения $P =$ чел/га.

3. Этажность застройки $N =$ этажей.

4. Степень благоустройства районов жилой застройки $n = \dots$

5. Максимальные суточные расходы воды следующими водопотребителями:

а) пассажирским зданием $15 \div 25 \text{ м}^3/\text{сут.}$;

б) локомотивным депо $800 + Ш$;

в) пассажирскими вагонами;

на станции ежедневно заправляются водой

$$\left. \begin{array}{l} 100 + Ш, \text{ если } Ш \leq 100 \\ 100 + 0,1Ш, \text{ если } Ш > 100 \end{array} \right\} \text{ вагонов}$$

г) промышленным предприятием $2000 + Ш \text{ м}^3/\text{сут.}$

6. Длина участков водопроводных линий:

водовод 2—3 $200 + Ш \text{ м.}^{\circ}$;

участки 3—4; 5—6 $- 2(800 + Ш) \text{ м, если } Ш \leq 100;$

$2(800 + 0,1Ш) \text{ м, если } Ш > 100;$

» 4—5; 6—3 $- 2(500 + Ш) \text{ м, если } Ш \leq 100;$

$2(500 + 0,1Ш) \text{ м, если } Ш > 100.$

7. Отметка земли в точках:

точка 1 $- 0,1Ш$;

» 2 $- 20 + 0,1Ш$;

» 3, 4, 5, 6 $- 25 + 0,1Ш.$

8. Район расположения системы водоснабжения — центральная часть европейской части РФ.

Численные значения данных в пп. 2, 3, 4 принимаются студентами по табл. 1 в соответствии с последней цифрой шифра.

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления принимаются в соответствии со степенью благоустройства районов жилой застройки по табл. 2.

Тупиковая сеть

1. Максимальные секундные расходы в точках 7, 8, 9, 10, 11 назначаются по последней цифре шифра (см. табл. 1).

2. Свободный напор в точках 7, 8, 9, 10, 11 — 10 м вод. ст.

3. Длины участков линий водопроводной сети:

участок 4—7 — $400 + \text{Ш м}$, если $\text{Ш} \leq 100$;
 $400 + 0,1 \text{Ш м}$, если $\text{Ш} > 100$;
» 7—8 — $150 + \text{Ш м}$, если $\text{Ш} \leq 100$;
 $150 + 0,1 \text{Ш м}$, если $\text{Ш} > 100$;

$\left. \begin{array}{l} 7-10 \\ \text{» } 8-9 \\ 8-11 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 100 + \text{Ш м, если } \text{Ш} \leq 100; \\ 100 + 0,1 \text{Ш м, если } \text{Ш} > 100. \end{array}$

4. Отметка земли в точках:

точка 9 — $32 + 0,1 \text{Ш}$;
» 7, 8, 10, 11 — $30 + 0,1 \text{Ш}$.

II. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа включает расчет тупиковой и кольцевой сетей водопровода.

В состав работы входят:

1. Исходные данные для расчета.
2. Расчет тупиковой части сети водопровода:
 - а) определение расчетных расходов воды на каждом участке сети;
 - б) определение диаметров труб;
 - в) выбор магистрального направления трубопроводов и определение расхода и напора в начальной точке тупиковой сети (точка 4).

3. Расчет кольцевой части сети водопровода:
- а) определение расчетных суточных расходов воды;
 - б) определение расчетных секундных расходов воды;
 - в) подготовка магистральной сети к гидравлическому расчету;
 - г) определение диаметров водопроводной сети;
 - д) гидравлический расчет сети на случай максимального водоразбора;
 - е) определение высоты водонапорной башни;
 - ж) гидравлический расчет напорного водовода;
 - з) определение требуемых подачи и напора насосов станции
- II подъема, подбор типа насосов.

III. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

1. Исходные данные для расчета.

Расчетные данные, соответствующие шифру студента, переписываются в контрольную работу из задания.

Под буквой Ш подразумевается три последние цифры шифра, 0,1 Ш – десятая часть от Ш, которая округляется до ближайшего целого значения. Например, шифр студента — 29578 – Ш=578; 0,1Ш=58.

2. Расчет тупиковой части сети водопровода

Известны максимальные секундные расходы, свободные напоры и отметки земли в точках сети 7, 8, 9, 10, 11; заданы длины всех участков 4—7; 7—8; 8—9; 7—10; 8—11 (рис. 2, а).

Требуется определить необходимые расход воды и напор в точке 4, которые позволят обеспечить водой потребителей тупиковой сети.

Расчет выполняется в следующем порядке.

а) Определение расчетных расходов воды на каждом участке сети. Расчетный расход на участке равен сумме узловых расходов, расположенных за данным участком (по направлению движения воды). Так, расход воды на участ-

ке 7—10 равен расходу узла 10, т. е. $q_{7-10}=q_{10}$; расход воды на участке 7—8 равен сумме узловых расходов в точках 8, 9, 11, т. е.

$$q_{7-8}=q_8+q_9+q_{11}.$$

б) Определение диаметров труб. После определения расчетных расходов воды на каждом участке приступают к гидравлическому расчету сети. Из гидравлики известно, что расход воды

$$Q=\omega \cdot V,$$

где ω — площадь поперечного сечения трубы; для

$$\text{труб круглого сечения } \omega = \frac{\pi d^2}{4};$$

V — скорость течения воды в трубах.

Диаметр труб определяют по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}.$$

Эта формула показывает, что диаметр труб зависит не только от расхода, но и от скорости. Уменьшение скорости приводит к увеличению диаметра труб, т. е. к завышению строительной стоимости водопроводной сети.

Увеличение же скорости воды в трубах вызовет возрастание потерь напора в гидравлических сопротивлениях, для преодоления которых потребуются насосы большей мощности, т. е. появятся излишние затраты электроэнергии, что приведет к увеличению эксплуатационных затрат.

Задача определения диаметра труб только по расходу останется неопределенной до тех пор, пока не будет задана скорость движения воды. Чем же руководствоваться при выборе скорости?

При определении диаметров труб сети следует принимать такие скорости, которые при данных местных условиях обеспечивали бы наиболее выгодное в технико-экономическом отношении решение. Технико-экономический расчет сети позволяет

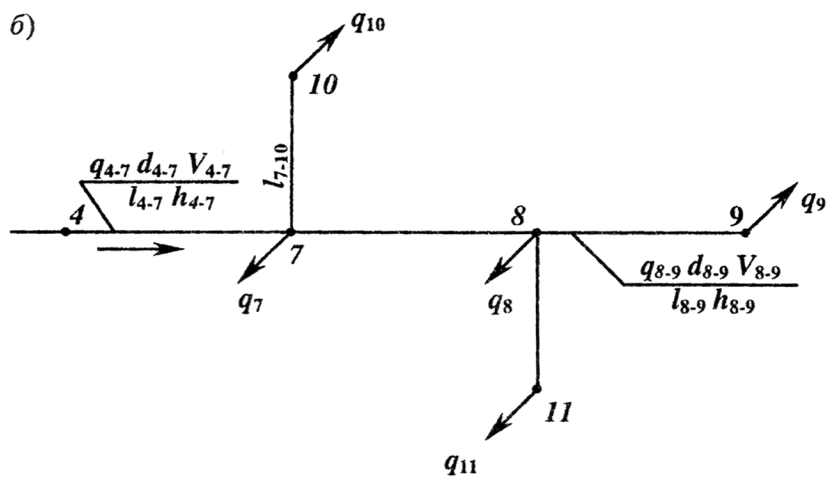
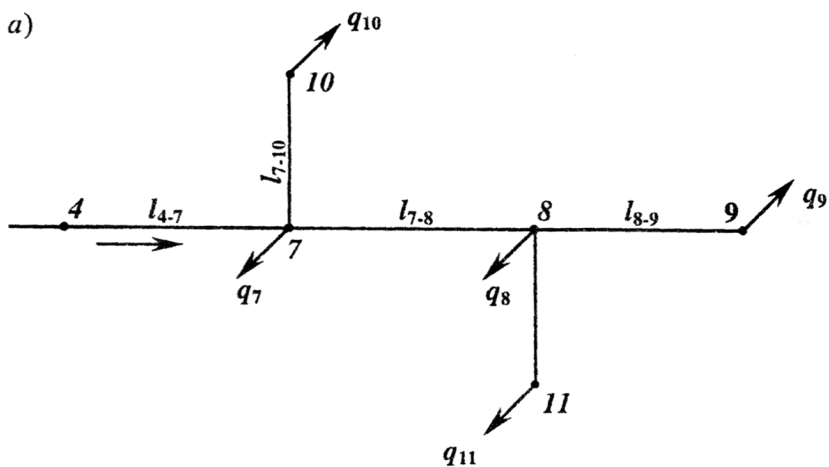


Рис.2

найти величины экономически наивыгоднейших скоростей. А зная их, легко определить экономически наивыгоднейший диаметр труб.

Обычно при определении диаметра труб пользуются таблицами для гидравлического расчета водопроводных труб [3], составленными проф. Ф. А. Шевелевым, в которых приводятся значения расходов Q , диаметров d , соответствующих им скоростей движения воды V и потерь напора на 1000 м длины трубопровода — $1000i$.

В табл. 3 приводятся выдержки из таблиц Шевелева Ф.А., пользуясь которыми, по заданному расчетному расходу можно сразу определить экономически наивыгоднейший диаметр трубы и соответствующие ему скорость течения воды и потери напора на единицу длины трубопровода. Так, при расходе от 1 до 3,1 л/с рекомендуется назначать диаметр трубы 50 мм, причем скорости будут соответственно изменяться от 0,31 до 0,96 м/с.

При расходе от 3,2 до 4,1 л/с экономически наивыгоднейшим считается диаметр 60 мм, скорости соответственно будут изменяться от 0,83 до 1,07 м/с и т. д.

Зная расчетные расходы на участках и пользуясь табл. 3, переписывают значение диаметров, скоростей и потерь напора на единицу длины трубопровода в расчетную табл. 4 и вычисляют потери напора на каждом участке сети по формуле

$$h = il,$$

где i — потери напора на единицу длины трубопровода или гидравлический уклон;

l — длина участка.

Результаты вычислений (расходы воды, диаметры труб, экономически наивыгоднейшие скорости и потери напора) наносят на соответствующие участки схемы тупиковой сети (рис. 2, б).

в) Выбор магистрального направления и определение расхода и напора в начальной точке тупиковой сети (точка 4).

Назначают магистральную линию. За магистраль принимается трубопровод, соединяющий начальную точку тупиковой сети

(точка 4) с наиболее удаленной и высокорасположенной точкой, имеющей наибольший расход. Так как расходы воды в точках 9, 10, 11 одинаковые и длины участков 8—9; 7—10; 8—11 равны, то выбирают наиболее высокорасположенную точку. Такой точкой является точка 9. Следовательно, магистральной линией тупиковой сети является трубопровод 4—7—8—9.

Определяют расход q_4 и напор H_4 , которые необходимо создать в точке 4, чтобы обеспечить бесперебойную работу сети в случае максимального водопотребления.

Расход в точке 4:

$$q_4 = q_7 + q_8 + q_9 + q_{10} + q_{11},$$

где $q_7; q_8; q_9; q_{10}; q_{11}$ — соответственно расходы в точках 7, 8, 9, 10, 11 сети.

Напор в точке 4

$$H_4 = H_9 + \sum h + z_9 - z_4,$$

где H_9 — свободный напор в точке 9;

$$H_9 = 10 \text{ м вод. ст.};$$

$\sum h$ — потери напора в магистральном трубопроводе;

$$\sum h = h_{4-7} + h_{7-8} + h_{8-9};$$

$h_{4-7}; h_{7-8}; h_{8-9}$ — потери напора на соответствующих участках магистрали;

z_9, z_4 — отметки земли соответственно в точках 9, 4.

3. Расчет кольцевой сети

а) Определение расчетных суточных расходов воды. Расчетные суточные расходы воды для населенного пункта, расположенного по кольцу, определяются по нормам хозяйственно-питьевого водопотребления [2], выдержки из которых приводятся в табл. 2, и численности населения. Причем верхние пределы норм относятся к районам с холодным климатом, нижние — к районам с теплым климатом. Для центральных

районов европейской части РФ берут средние значения норм водопотребления.

Расход воды на поливку улиц и зеленых насаждений следует принимать в пределах 0,050—0,090 м³/сут. на одного жителя.

Норма расхода на заправку одного цельнометаллического вагона 0,72 м³/сут.

Средний суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения определяется в м³ по формуле

$$Q_{\text{сут. ср}} = q_{\text{ж}} P F,$$

где $q_{\text{ж}}$ — норма водопотребления, принимаемая по табл. 2, м³/сут;

P — плотность населения, чел./га;

F — площадь жилой застройки, га.

Расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления в м³ вычисляется по формуле

$$Q_{\text{сут. макс}} = K Q_{\text{сут. ср}},$$

где K — коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни, населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели, следует принимать

$$K=1,1\div 1,3.$$

Суточный расход воды населенного пункта на железнодорожной станции определяется как сумма расходов на хозяйственно-питьевые и производственные нужды. Вычисление суточных расходов рекомендуется вести в табличной форме (табл. 5).

б) Определение расчетных секундных расходов. Расчетные секундные расходы воды определяются в л/с для отдельных пунктов водопотребления — поселка, пассажирского здания, локомотивного депо, кранов для заправки пассажирских вагонов водой. Но при этом следует учитывать, что

одни водопотребители работают круглосуточно, а другие — неполные сутки. Населенный пункт, пассажирское здание, промышленное предприятие, локомотивное депо действуют круглосуточно. Неполные сутки работают краны для заправки пассажирских вагонов, а также не круглосуточно производится поливка улиц и зеленых насаждений.

Секундный расход круглосуточно работающих пунктов водопотребления определяется в л/с по формуле

$$q = \frac{K_{\text{ч}} Q_{\text{сут. макс}} 1000}{86400},$$

где $K_{\text{ч}}$ — коэффициент часовой неравномерности, учитывающий колебания расходов воды в течение суток, следует принимать для локомотивного депо, промышленного предприятия $K_{\text{ч}} = 1,2$, для пассажирского здания и населенного пункта $K_{\text{ч}} = 1,5$;

$Q_{\text{сут. макс}}$ — суточный расход воды в сутки наибольшего водопотребления, м³/сут.;

86400 — количество секунд в сутках.

Расчетные секундные расходы периодически действующих пунктов водопотребления вычисляются в л/с по формуле

$$q = \frac{Q_{\text{макс}} 1000}{T 3600},$$

где $Q_{\text{макс}}$ — расход воды пунктом водопотребления в м³ за промежуток времени T , ч;

3600 — количество секунд в часе.

Продолжительность работы поливочных кранов принимают 6 ч в сутки; время заправки состава из 15 вагонов — 0,2 ч.

в) Подготовка магистральной сети к гидравлическому расчету. Для расчета водопроводной сети необходимо наметить расчетную схему подачи воды из сети по

требителям. Расчетная схема в произвольном масштабе приводится в контрольной работе (рис. 3, а).

При расчете сети ее разбивают на отдельные участки. Начальные и конечные точки каждого участка обозначают номерами и называют их узлами, а расстояние между ними — расчетными участками. Узлы назначаются во всех точках, где имеются сосредоточенные расходы. Сосредоточенным расходом называется расход воды отдельными крупными потребителями (промышленное предприятие, локомотивное депо, пассажирское здание, краны для заправки вагонов и т.д.).

Прежде чем приступить к гидравлическому расчету сети, на расчетную схему в соответствующих ее точках наносятся все сосредоточенные расходы.

Весьма сложную картину представляет водоразбор в населенном пункте. При расчете принимают упрощенную схему водоразбора, считая, что вода расходуется равномерно на всем протяжении водопроводной сети, т.е. что на каждом погонном метре трубопровода в любой его части разбирается в течение одной секунды одинаковое количество воды. Расход, приходящийся на 1 пог. м сети, называется удельным расходом.

Удельный расход определяется, как отношение суммы расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды населения и на поливку улиц и зеленых насаждений к длине всех участков водопроводной сети (л/с на 1 пог. м).

$$q_{уд.} = \frac{q_{х.п.} + q_{пол.}}{\sum l},$$

где $q_{хп}$ — максимальный секундный расход воды на нужды населения, л/с;

$q_{пол}$ — секундный расход на поливку, л/с;

$\sum l$ — сумма длин всех участков водопроводной сети, м.

Зная удельный расход, можно определить расход воды, забираемый на каждом расчетном участке, или так называемый пу-

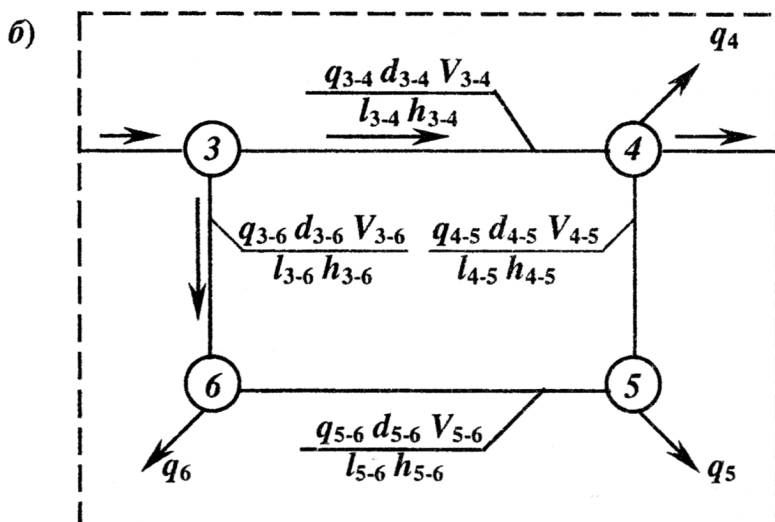
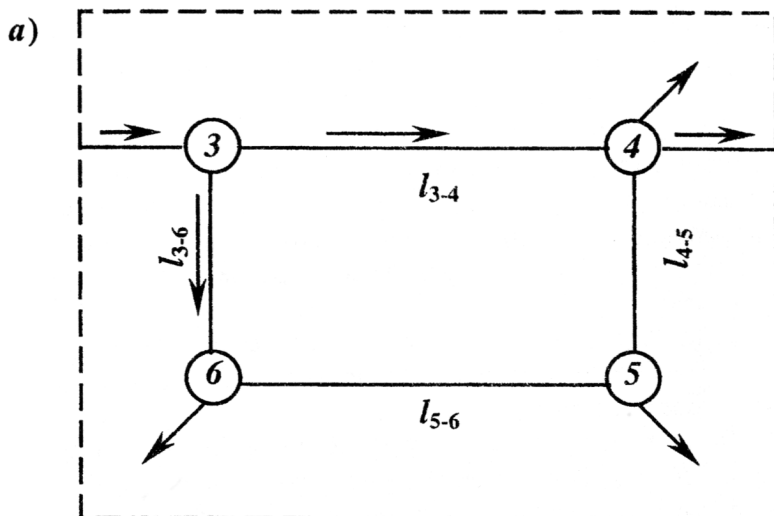


Рис.3

тевой расход, который равен произведению удельного расхода на длину расчетного участка сети,

$$q_n = q_{уд} l,$$

где l — длина участка, м.

Расчеты следует вести в табличной форме (табл. 6). Проверка правильности вычисления путевых расходов производится по формуле

$$\Sigma q_n = q_{ли} + q_{пол}.$$

Далее равномерно распределенные путевые расходы заменяют сосредоточенными расходами. Сосредоточенный расход в каждом узле сети будет равен полусумме путевых расходов всех участков, примыкающих к данному узлу,

$$q_{узн} = 0,5 \Sigma q_n.$$

Но так как в каждом узле сети имеется еще сосредоточенный расход (депо или промышленное предприятие, или пассажирское здание и т. д.), то общий расход воды, забираемый в узле,

$$q_{узн} = q_{соср} + 0,5 \Sigma q_n.$$

Результаты вычислений узловых расходов записывают в табличной форме (табл. 7).

Вычисленные значения узловых расходов наносятся на расчетную схему водопроводной сети (рис. 3, б).

г) Определение диаметров водопроводной сети. На расчетной схеме водопроводной сети ориентировочно намечают желательное распределение расходов воды как по величине, так и по направлению. При этом подача транзитных расходов для питания удаленных районов и для более крупных водопотребителей должна производиться кратчайшими путями.

Задавшись направлением движения потоков воды по отдельным участкам кольца, намечают так называемую “точку встречи” потоков, ту точку, к которой вода подается с двух противоположных направлений. Для рассчитываемого кольца точку встречи потоков можно наметить в узле 5, т.е. поток воды в точ-

ке 3 разветвляется на две части и идет по двум ветвям: ветви 3—4—5 (движение воды происходит по часовой стрелке) и ветви 3—6—5 (движение воды — против часовой стрелки). В точке 5 происходит встреча потоков.

Далее определяют расчетные расходы воды по участкам сети, исходя из условия, что суммарный приток воды к узлу со всех направлений равен сумме расчетных расходов участков, питаемых из данного узла, плюс расход воды, забираемый в данном узле, т. е.

$$q_{3-4} = q_4 + q_{4-5}; \quad q_{3-6} = q_6 + q_{5-6};$$

$$q_{4-5} = 0,5q_5; \quad q_{5-6} = 0,5q_5.$$

где q_{3-4} ; q_{4-5} ; q_{3-6} ; q_{5-6} — расчетные расходы воды соответственно на участках сети 3—4; 4—5; 3—6; 5—6;

q_4 ; q_5 ; q_6 — узловые расходы воды соответственно в точках 4, 5, 6.

Установив в первом приближении расходы воды на всех участках сети, по величине расчетного расхода и экономически наиболее выгоднейшей скорости подбирают диаметр труб (см. табл. 3) и наносят их на расчетную схему (рис. 3, б).

При выборе диаметра труб следует помнить о взаимозаменяемости линий в случае аварии на одном из участков сети и возможности пропуска необходимого расхода по другим линиям сети.

Поэтому на участках 4—5 и 6—5 по конструктивным и эксплуатационным соображениям следует назначать диаметры не менее 125 – 150 мм.

д) Гидравлический расчет сети на случай максимального водоразбора. При питании водопроводной сети из водонапорной башни сеть рассчитывают на случай подачи воды в момент максимального хозяйственного водоразбора, когда потери напора в сети имеют наибольшую величину.

Гидравлический расчет сводится к определению потерь напора в сети. Зная расчетные расходы воды на участках и диаметры труб, по табл. 3 определяют потери напора на единицу длины трубопровода i и далее вычисляют потери напора на всем участке

$$h=il,$$

где i — потери напора на единицу длины трубопровода или гидравлический уклон;

l — длина расчетного участка.

Далее вычисляют потери напора на участках, где движение воды осуществляется по часовой стрелке,

$$h_{3-4-5}=h_{3-4}+h_{4-5}$$

и против часовой стрелки

$$h_{3-6-5}=h_{3-6}+h_{5-6},$$

где h_{3-4} ; h_{4-5} ; h_{3-6} ; h_{5-6} — потери напора соответственно на участках 3—4; 4—5; 3—6; 5—6.

Если расчетные расходы в ветвях кольца намечены правильно, то сумма потерь напора при движении воды по часовой стрелке h_{3-4-5} должна быть равна сумме потерь напора при движении воды против часовой стрелки h_{3-6-5} или

$$h_{3-4}+h_{4-5}=h_{3-6}+h_{5-6}.$$

Если потери напора брать со знаком плюс на тех участках, на которых направление движения потока совпадает с направлением движения часовой стрелки, а со знаком минус на тех участках, на которых движение потока направлено против часовой стрелки, то условие равенства потерь напора в ветвях кольца может быть выражено так: алгебраическая сумма потерь напора по всей длине кольца равна нулю

$$h_{3-4}+h_{4-5}-h_{3-6}-h_{5-6}=0$$

или в общем виде

$$\Sigma h=0.$$

Однако ввиду того, что первоначальные расчетные расходы по линиям сети были назначены с гидравлической точки зрения произвольно, а диаметры подобраны по экономическим соображениям, чаще всего оказывается, что алгебраическая сумма потерь напора в кольце по расчетам не равна нулю, чего не может быть в действительности. Это указывает на то, что расходы на участках сети при принятых диаметрах были установлены неверно. В таких случаях необходимо увязать кольцевую сеть, а именно найти такое (правильное) распределение расходов по участкам сети, при котором алгебраическая сумма потерь напора в кольце равнялась бы нулю, или допустить некоторую погрешность, считая сеть увязанной, если алгебраическая сумма потерь напора в кольце не превышает величину невязки $\Delta h = 0,3 + 0,5$ м.

Чтобы увязать сеть (найти истинные расходы по линиям), следует перебросить часть первоначально принятого расчетного расхода из перегруженной ветви, где потери напора больше, в недогруженную. Для соблюдения баланса расхода в узлах (приток воды к узлу должен оставаться равным оттоку) необходимо исправить расход в обеих ветвях на одинаковую величину, т. е. если в недогруженной ветви расчетный расход увеличивают на величину Δq , то на эту же величину Δq следует уменьшить расход в перегруженной ветви.

Если после нового распределения расходов невязка Δh окажется больше допустимого значения ($0,3 + 0,5$ м), то производится вторичное перераспределение расходов, аналогичное предыдущему, вновь вычисляется невязка Δh и определяется увязочный расход Δq , на который следует изменить расчетные расходы воды. Если при вторичном перераспределении расходов невязка вновь будет превышать допустимое значение, то производят третье уточнение расчетных расходов и вычисление невязок и т. д. до тех пор, пока не будет правильно определен увязочный расход Δq , найдено истинное распределение расходов в сети и алгебраическая сумма потерь напора в кольце не будет превышать допустимую величину невязки.

Только в этом случае гидравлический расчет кольцевой сети можно считать законченным. Таким образом, при увязке сети важ-

но правильно определить величину увязочного расхода Δq . Величину увязочного расхода рекомендуется вычислять по формуле

$$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \sum_{i=1}^n \frac{h_n}{q_n}}$$

где Δh — величина невязки в кольце, м;
 h_n — потеря напора в n -м участке сети, м;

$$h_n = i_n l_n;$$

где i_n — потери напора на единицу длины в n -м участке;
 l_n — длина n -го участка, м;
 q_n — расход воды на n -м участке, м³/с;
 n — число расчетных участков в кольце.

Найденный увязочный расход Δq вычитается от расчетных расходов на перегруженных участках сети и прибавляется к расходам на недогруженных участках.

Если невязка положительна ($+\Delta h$), это означает, что участки сети с движением воды по часовой стрелке перегружены и на этих участках от расчетных расходов следует отнимать величину увязочного расхода Δq , а участки с движением воды против часовой стрелки недогружены и на этих участках к расчетным расходам следует прибавлять увязочный расход. Все расчеты следует вести в табличной форме (табл. 8).

е) Определение высоты водонапорной башни. Высота водонапорной башни (до низа бака) определяется по формуле

$$H_6 = z + H_{св} + \Sigma h - z_3,$$

где z — отметка земли в диктующей точке;
 $H_{св}$ — потребный свободный напор для потребителей в диктующей точке;
 Σh — сумма потерь напора в магистрали на пути от водонапорной башни до диктующей точки;
 z_3 — отметка земли у водонапорной башни в точке 3.

Диктующей точкой в кольцевой сети является та точка, для которой высота водонапорной башни будет максимальной. При выборе диктующей точки следует учесть отметки земли в точках 4, 5, 6, узловые расходы и необходимые свободные напоры в них.

Величины свободных напоров выбираются в зависимости от этажности застройки населенного пункта:

при одноэтажной $H_{св}=10$ м;

при большей этажности добавляется 4 м на каждый этаж.

Следует учесть, что узел 4 снабжает водой предприятия и населенный пункт, расположенные по кольцу в районе точки 4, и в то же время он является источником питания тупиковой сети.

Для определения свободного напора в точке 4 следует сначала вычислить величину напора, необходимого для снабжения водой населенного пункта, питающегося от кольцевой сети, с учетом этажности застройки, и сравнить полученное значение с величиной напора H_4 , необходимого для питания тупиковой сети (H_4 — определено при расчете тупиковой сети). И из этих двух значений выбрать наибольший напор. Он и будет являться свободным напором в узле 4.

Например, этажность застройки населенного пункта, питающегося от кольцевой сети, — 5 этажей и $H_{св}=10+4\cdot 4=26$ м, а для питания тупиковой сети необходим свободный напор $-H_4=20$ м. Из двух значений напоров 20 м и 26 м следует выбрать наибольшее значение — $H_{св}=26$ м.

Если же этажность застройки была бы не пять, а три этажа — $H_{св}=10+2\cdot 4=18$ м, то свободный напор в точке 4 при определении высоты водонапорной башни нужно принять $H_{св}=20$ м.

ж) Гидравлический расчет напорного водовода. По напорному водоводу (участок 2—3) вода перекачивается насосной станцией 2 в водонапорную башню 3. Для обеспечения бесперебойной подачи водовод обычно устраивается из нескольких линий (не менее двух работающих параллельно).

Водовод рассчитывается на пропуск максимального суточного расхода по всем линиям. Секундный расход по одной линии определяется в л/с по формуле

$$q = \frac{Q_{\text{макс}} 1000}{3600 T n}$$

где $Q_{\text{макс}}$ — максимальный суточный расход, м³/сут,
 T — продолжительность работы насосов в сутки, ч;
 обычно принимают $T = 22 + 23$ ч;
 n — число линий водовода.

Зная секундный расход и руководствуясь экономически наиболее выгодной скоростью, по табл. 3 определяют диаметр водовода.

з) Определение требуемых подачи и напора насосов станции II подъема, подбор типа насосов. Требуемая суммарная производительность насосов $q_{\text{тр}}$ равна максимальному секунднему расходу всех линий водовода.

Требуемый напор насоса определяется по формуле

$$H_{\text{тр}} = H_r + \Sigma h,$$

где H_r — геометрическая высота подачи воды;
 Σh — потери напора в одной из параллельных линий водовода.

Геометрическая высота подачи вычисляется по формуле

$$H_r = z_3 + H_6 + h_6 - z_1,$$

где z_3 — отметка земли у водонапорной башни (точка 3);
 H_6 — высота башни;
 h_6 — высота бака башни, принимаемая от 4 до 5 м;
 z_1 — отметка уровня воды в подземном резервуаре (точка 1).

Потери напора в водоводе определяются для одной линии при максимальном расчетном расходе воды по этой линии по формуле

$$\Sigma h = 1,1 i l,$$

где i — потери напора на единицу длины водовода (гидравлический уклон), определяемые по расходу, экономически наиболее выгодной скорости и диаметру (табл. 3);

- l — длина одной линии водовода;
 $1,1$ — коэффициент, учитывающий величину местных сопротивлений и сопротивление всасывающей линии.

Насос подбирается по каталогу в зависимости от требуемых расходов $q_{тр}$ и напора $H_{тр}$ по приложению.

Таблица 1

Величины	Последняя цифра шифра студента									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Плотность населения P , чел/га	150	140	130	120	110	100	110	120	130	140
Этажность застройки N , этаж	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3
Степень благоустройства жилой застройки n	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Максимальные секундные расходы водоразборных колонок q , л/с	1,0	1,5	2,0	1,0	1,5	2,0	1,0	1,5	1,0	2,0

Таблица 2

Степень благоустройства районов жилой застройки n	Нормы хозяйственного питьевого водопотребления в населенных пунктах на 1 жителя среднесуточные (за год) $q_{ж}$, м ³ /сут
Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией	0,125—0,160
То же, с ваннами и местными водонагревателями	0,160—0,230

Таблица 3

q л/с	$V, \text{ м/с}$	1000 <i>i</i>	q л/с	$V, \text{ м/с}$	1000 <i>i</i>	q л/с	$V, \text{ м/с}$	1000 <i>i</i>
	$d=50 \text{ мм}$			$d=50 \text{ мм}$			$d=75 \text{ мм}$	
1,00	0,31	4,69	2,9	0,90	32,4	5,6	1,04	29,8
1,05	0,33	5,11	3,0	0,93	31,5	5,7	1,05	30,8
1,10	0,34	5,56	3,1	0,96	36,6	$d = 80 \text{ мм}$		
1,15	0,36	6,01	$d = 60 \text{ мм}$			5,8	0,82	16,2
1,20	0,37	6,49	3,2	0,83	24,8	5,9	0,83	16,7
1,25	0,39	6,98	3,3	0,86	26,2	6,0	0,85	17,2
1,30	0,40	7,49	3,4	0,88	27,7	6,1	0,86	17,7
1,35	0,42	8,02	3,5	0,91	29,2	6,2	0,87	18,3
1,40	0,44	8,56	3,6	0,94	30,8	6,3	0,89	18,8
1,45	0,45	9,12	3,7	0,96	32,4	6,4	0,90	19,4
1,50	0,47	9,69	3,8	0,99	34,1	6,5	0,92	20,0
1,55	0,48	10,3	3,9	1,01	35,8	6,6	0,93	20,5
1,60	0,50	10,9	4,0	1,04	37,5	6,7	0,95	21,1
1,65	0,51	11,5	4,1	1,07	39,3	6,8	0,96	21,7
1,70	0,53	12,2	$d = 75 \text{ мм}$			6,9	0,97	22,3
1,75	0,54	12,8	4,2	0,78	17,5	7,0	0,99	22,9
1,80	0,56	13,5	4,3	0,79	18,3	7,1	1,00	23,5
1,85	0,58	14,2	4,4	0,81	19,1	7,2	1,02	24,1
1,90	0,59	14,9	4,5	0,83	19,9	7,3	1,03	24,8
1,95	0,61	15,6	4,6	0,85	20,7	7,4	1,04	25,4
2,0	0,62	16,3	4,7	0,87	21,5	7,5	1,06	26,0
2,1	0,65	17,9	4,8	0,89	22,4	7,6	1,07	26,7
2,2	0,68	19,4	4,9	0,91	23,2	7,7	1,09	27,4
2,3	0,71	21,2	5,0	0,92	24,1	7,8	1,10	28,0
2,4	0,75	22,8	5,1	0,94	25,0	7,9	1,11	28,7
2,5	0,78	24,6	5,2	0,96	26,0	8,0	1,13	29,4
2,6	0,81	26,4	5,3	0,98	26,9	8,1	1,14	30,1
2,7	0,84	28,3	5,4	1,00	27,8	8,2	1,16	30,8
2,8	0,87	33,0	5,5	1,02	28,8			

Продолжение табл. 3

q л/с	$V, \text{ м/с}$	$1000i$	q л/с	$V, \text{ м/с}$	$1000i$	q л/с	$V, \text{ м/с}$	$1000i$
	$d=100 \text{ мм}$			$d=125 \text{ мм}$			$d=175 \text{ мм}$	
8,3	0,81	12,6	12,5	0,90	12,4	23,0	1,01	11,3
8,4	0,82	12,9	12,75	0,92	12,9	23,5	1,04	11,7
8,5	0,83	13,2	13,0	0,94	13,4	24,0	1,06	12,2
8,6	0,84	13,5	13,25	0,95	13,9	24,5	1,08	12,7
8,7	0,85	13,8	13,5	0,97	14,4	25,0	1,10	13,2
8,8	0,86	14,1	13,75	0,99	14,9	25,5	1,12	13,7
8,9	0,87	14,3	14,0	1,01	15,4	26,0	1,15	14,2
9,0	0,88	14,6	14,25	1,03	15,9	26,5	1,17	14,7
9,1	0,89	14,9	14,5	1,04	16,4	27,0	1,19	15,2
9,2	0,90	15,3	14,75	1,06	16,9	27,5	1,21	15,7
9,3	0,91	15,6	15,0	1,08	17,5	28,0	1,23	16,3
9,4	0,92	15,9	15,5	1,12	18,6	28,5	1,26	16,9
9,5	0,93	16,2	16,0	1,15	19,7	$d=200 \text{ мм}$		
9,6	0,94	16,5	$d=150 \text{ мм}$			29,0	0,85	6,16
9,7	0,95	16,8	16,5	0,84	8,79	29,5	0,86	6,36
9,8	0,96	17,2	17,0	0,87	9,29	30,0	0,87	6,56
9,9	0,97	17,5	17,5	0,89	9,80	30,5	0,89	6,76
10,0	0,98	17,8	18,0	0,92	10,3	31,0	0,90	6,97
10,25	1,00	18,6	18,5	0,94	10,9	31,5	0,92	7,18
10,5	1,03	19,5	19,0	0,97	11,4	32,0	0,93	7,39
10,75	1,03	20,4	19,5	0,99	12,0	32,5	0,95	7,61
11,0	1,08	21,3	20,0	1,02	12,6	33,0	0,96	7,83
11,25	1,10	22,2	20,5	1,05	13,2	33,5	0,98	8,05
11,5	1,13	23,1	21,0	1,07	13,8	34,0	0,99	8,27
11,75	1,15	24,1	$d=175 \text{ мм}$			34,5	1,01	8,50
$d=125 \text{ мм}$			21,5	0,95	9,95	35,0	1,02	8,73
12,0	0,86	11,5	22,0	0,97	10,4	35,5	1,03	8,97
12,25	0,88	12,0	22,5	0,99	10,8	36,0	1,05	9,20

Продолжение табл. 3

q л/с	V , м/с	1000 <i>i</i>	q л/с	V , м/с	1000 <i>i</i>	q л/с	V , м/с	1000 <i>i</i>
	$d=200$ мм			$d=250$ мм			$d=300$ мм	
36,5	1,06	9,44	61	1,15	8,21	89	1,17	6,74
37,0	1,08	9,69	62	1,17	8,46	90	1,18	6,89
37,5	1,09	9,93	63	1,19	8,72	91	1,20	7,03
38,0	1,11	10,2	64	1,21	8,96	92	1,21	7,16
38,5	1,12	10,4	65	1,22	9,24	93	1,22	7,32
39,0	1,14	10,7	66	1,24	9,53	94	1,24	7,48
39,5	1,15	10,9	67	1,26	9,82	95	1,25	7,64
40,0	1,17	11,2	68	1,28	10,1	96	1,26	7,80
41	1,20	11,7	69	1,30	10,4	97	1,28	7,96
42	1,22	12,3	70	1,32	10,7	98	1,29	8,13
43	1,25	12,9	71	1,34	11,0	99	1,30	8,30
44	1,28	13,5	72	1 36	11,3	100	1,32	8,46
45	1,31	14,1	$d=300$ мм			102	1,34	8,81
46	1,34	14,7	73	0,96	4,66	104	1,37	9,15
47	1,37	15,4	74	0,97	4,78	$d=350$ мм		
$d=250$ мм			75	0,99	4,90	106	1,02	4,29
48	0,90	5,25	76	1,00	5,02	108	1,04	4,44
49	0,92	5,46	77	1,01	5,15	110	1,06	4,60
50	0,94	5,67	78	1,03	5,27	112	1,08	4,76
51	0,96	5,88	79	1,04	5,40	114	1,10	4,92
52	0,98	6,09	80	1,05	5,53	116	1,12	5,08
53	1,00	6,31	81	1,07	5,66	118	1,14	5,24
54	1,02	6,54	82	1,08	5,79	120	1,16	5,41
55	1,04	6,76	83	1,09	5,92	122	1,18	5,58
56	1,05	7,00	84	1,11	6,05	124	1,20	5,75
57	1,07	7,23	85	1,12	6,19	126	1,22	5,92
58	1,09	7,47	86	1,13	6,33	128	1,24	6,11
59	1,11	7,71	87	1,15	6,46	130	1,26	6,30
60	1,13	7,96	88	1,16	6,60	132	1,28	6,50

Окончание табл. 3

q n/c	V , м/с	1000 <i>i</i>	q n/c	V , м/с	1000 <i>i</i>	q n/c	V , м/с	1000 <i>i</i>
	$d=350$ мм			$d=450$ мм			$d=500$ мм	
134	1,29	6,70	189	1,11	3,59	244	1,17	3,47
136	1,31	6,90	191	1,12	3,66	246	1,18	3,52
138	1,33	7,10	193	1,13	3,74	248	1,19	3,57
140	1,35	7,31	195	1,14	3,81	250	1,20	3,63
$d=400$ мм			197	1,16	3,88	252	1,21	3,67
142	1,05	3,82	199	1,17	3,96	254	1,215	3,73
144	1,07	3,92	202	1,18	4,07	256	1,22	3,79
146	1,08	4,03	204	1,20	4,14	258	1,23	3,85
148	1,10	4,13	206	1,21	4,21	260	1,24	3,91
150	1,11	4,23	208	1,22	4,29	264	1,26	4,03
152	1,13	4,34	210	1,23	4,38	268	1,28	4,15
154	1,14	4,45	212	1,24	4,46	272	1,30	4,28
157	1,17	4,61	214	1,25	4,55	276	1,32	4,41
159	1,18	4,72	216	1,27	4,63	280	1,34	4,53
161	1,20	4,83	218	1,28	4,72	284	1,36	4,66
163	1,21	4,94	220	1,29	4,80	288	1,38	4,80
165	1,23	5,06	222	1,30	4,89	292	1,40	4,93
167	1,24	5,18	224	1,31	4,98	296	1,42	5,07
169	1,26	5,31	226	1,33	5,07	300	1,43	5,20
171	1,27	5,43	228	1,34	5,16	304	1,45	5,34
173	1,29	5,56	230	1,35	5,25	308	1,47	5,49
175	1,30	5,69	232	1,36	5,34	312	1,49	5,63
177	1,31	5,82	234	1,37	5,43			
179	1,33	5,95	236	1,38	5,53			
181	1,34	6,09	$d=500$ мм					
183	1,36	6,22	238	1,14	3,31			
185	1,37	6,36	240	1,15	3,36			
$d=450$ мм			242	1,16	3,41			
187	1,10	3,52						

Таблица 4

Номер участка	Расход q , л/с	Диаметр d , мм	Скорость V , м/с	Гидравлический уклон i	Длина участка l , м	Потери напора $h=i \cdot l$, м
4 — 7						
7 — 8						
8 — 9						
7 — 10						
8 — 11						

Таблица 5

Наименование потребителей	Единица измерения потребителя	Количество потребителей	Норма водопотребления, м ³ /сут	Суточный расход воды, м ³	
				Средне-суточный	В сутки наибольшего водопотребления
Пассажирское здание					
Локомотивное депо					
Заправка вагонов водой					
Промышленное предприятие					
Населенный пункт					
Поливка улиц и зеленых насаждений					

Таблица 6

Номер участка	Длина участка l , м	Удельный расход $q_{уд}$, л/с на 1 пог. м	Путевой расход $q_{п}$, л/с
3 — 4			
4 — 5			
5 — 6			
6 — 3			

Таблица 7

Номер узла	Номера прилегающих к узлу участков	Сумма путевых расходов на прилегающих участках $\sum q_{п}$, л/с	Сосредоточен- ный расход $q_{соср}$, л/с	Узловой расход $q_{узл} =$ $= q_{соср} +$ $+ 0,5 \sum q_{п}$, л/с
3	3 — 4; 3 — 6			
4	4 — 3; 4 — 5			
5	5 — 4; 5 — 6;			
6	6 — 3; 6 — 5			

Σ

Пример гидравлического расчета водопроводных сетей.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

Кольцевая сеть

Шифр студента 29578; Ш=578; 0,1Ш=58.

1. Площадь жилой застройки

$$F = 4(500+0,1Ш) \cdot (800+0,1Ш) = 4(500+58) \cdot (800+58) = 4 \cdot 558 \cdot 858 = 1915056 \text{ м}^2$$

2. Плотность населения $P=130$ чел./га

3. Этажность застройки $N=5$ этажей

4. Степень благоустройства районов жилой застройки $n = 1$

5. Максимальные суточные расходы воды:

а) пассажирским зданием $25 \text{ м}^3/\text{сут}$;

б) локомотивным депо $800+Ш=800+578=1378 \text{ м}^3/\text{сут}$;

в) пассажирскими вагонами на станции ежедневно заправляются водой

$$100+0,1Ш=100+58=158 \text{ вагонов}$$

при норме расхода на заправку одного цельнометаллического вагона $0,72 \text{ м}^3/\text{сут}$

$$0,72 \times 158 = 113,76 \text{ м}^3/\text{сут}$$

г) промышленным предприятием

$$2000+Ш=2000+578=2578 \text{ м}^3/\text{сут}$$

6. Длина участков водопроводных линий

$$\text{водовод } 2-3 \quad 200+Ш=200+578=778 \text{ м}$$

$$\text{участки } 3-4, 5-6 \quad 2(800+0,1Ш)=2(800+58)=1716 \text{ м}$$

$$\text{участки } 4-5, 6-3 \quad 2(500+0,1Ш)=2(500+58)=1116 \text{ м}$$

7. Отметка земли в точках:

$$\text{точка } 1 \quad 0,1Ш=58 \text{ м,}$$

$$\text{точка } 2 \quad 20+0,1Ш=20+58=78 \text{ м}$$

$$\text{точки } 3, 4, 5, 6 \quad 25+0,1Ш=25+58=83 \text{ м}$$

8. Район расположения системы водоснабжения – центральная часть европейской части РФ.

Тупиковая сеть

1. Максимальные секундные расходы воды в точках 7, 8, 9, 10, 11. $q=1$ л/с

2. Свободные напоры в точках 7, 8, 9, 10, 11 – 10 м. вод. ст.

3. Длина участков линий водопроводной сети:

участок 4—7 – $400+0,1\Pi=400+58=458$ м

7—8 – $150+0,1\Pi=150+58=208$ м

участки $\left. \begin{array}{l} 7—10 \\ 8—9 \\ 8—11 \end{array} \right\} 100+0,1\Pi=100+58=158$ м

1. Отметки земли в точках:

2. Точка 9 – $32+0,1\Pi=32+58=90$ м

Точки 7, 8, 10, 11 – $30+0,1\Pi=30+58=88$ м

Расчет тупиковой части сети водопровода

а) Определение расчетных расходов воды на каждом участке сети

$$q_{7-10}=q_{8-9}=q_{8-11}=1 \text{ л/с}$$

$$q_{7-8}=q_8+q_9+q_{11}=1+1+1=3 \text{ л/с}$$

$$q_{4-7}=q_7+q_8+q_9+q_{10}+q_{11}=1+1+1+1+1=5 \text{ л/с}$$

б) Определение диаметров труб. Экономически наиболее выгодные диаметры труб определяют в зависимости от расхода по табл. 3

$$d_{7-10}=50 \text{ мм}; d_{8-9}=50 \text{ мм}; d_{8-11}=50 \text{ мм}$$

$$d_{7-8}=50 \text{ мм}; d_{4-7}=75 \text{ мм}$$

в) Выбор магистрального направления.

За магистраль принимается трубопровод, соединяющий начальную точку тупиковой сети (точка 4) с наиболее удаленной и высоко расположенной точкой, имеющей наибольший расход. Так как расходы воды в точках 9, 10, 11 одинаковые и длины участков 8—9, 7—10, 8—11 равны, то выбираем наиболее высоко расположенную точку. Такой точкой является точка 9. Следовательно,

магистральной линией тупиковой сети является трубопровод 4—7—8—9.

г) Определение расхода q_4 и напора H_4 в начальной точке тупиковой сети (точка 4).

Необходимые данные для расчета заносим в табл.

Номер участка	Расход q , л/с	Диаметр d , мм	Скорость V , м/с	Гидравлический уклон i	Длина участка l , м	Потери напора $h=i l$, м
8—9	1	50	0,31	0,00469	158	0,74
7—10	1	50	0,31	0,00469	158	0,74
8—11	1	50	0,31	0,00469	158	0,74
7—8	3	50	0,93	0,0345	208	7,18
4—7	5	75	0,92	0,0241	458	11,04

Расход в точке 4 $q_4 = q_{4,7} = 5$ л/с

Напор в точке 4 $H_4 = H_9 + \Sigma h + z_9 - z_4$,

где H_9 — свободный напор в точке 9:

$$H_9 = 10 \text{ м вод. ст.}$$

Σh — потери напора в магистральном трубопроводе

$$\Sigma h = h_{4,7} + h_{7,8} + h_{8,9} = 11,04 + 7,18 + 0,74 = 18,96 \text{ м}$$

$h_{4,7}$; $h_{7,8}$; $h_{8,9}$ — потери напора на соответствующих участках магистрали;

z_9 ; z_4 — отметки земли соответственно в точках 9, 4.

$$H_4 = 10 + 18,96 + 90 - 83 = 35,96 \text{ м}$$

Расчет кольцевой сети

а) Определение расчетных суточных расходов воды.

Вычисление суточных расходов ведем в табличной форме

Наименование потребителей	Единица измерения	Количество потребителей	Норма водопотребления	Суточный расход воды, м ³	
				Среднесуточный	В сутки наибольшего водопотребления. $Q_{\text{макс}}$
Пассажирское здание	шт	1	25	25	25
Локомотивное депо	шт	1	1378	1378	1378
Заправка вагонов водой	шт	158	0,72	113,76	113,76
Промышленное предприятие	шт	1	2578	2578	2578
Населенный пункт	чел	24896	0,1425	3547,68	4257,22
Поливка улиц и зеленых насаждений	чел	24896	0,07	1742,72	2091,26

$$\Sigma Q_{\text{макс}} = 10443,24 \approx 10443 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

б) Определение расчетных секундных расходов. Секундный расход круглосуточно работающих пунктов водопотребления определяется в л/с по формуле

$$q = \frac{K_q Q_{\text{сут. макс}} 1000}{86400}$$

где K_q – коэффициент часовой неравномерности, учитывающий колебания расходов воды в течение суток;

$Q_{\text{сут. макс}}$ – суточный расход воды в сутки наибольшего водопотребления, м³/сут.

86400 – количество секунд в сутках.

Локомотивное депо

$$q_{\text{л.д.}} = \frac{1,2 \cdot 1378 \cdot 1000}{86400} = 19,14 \text{ л/с}$$

Промышленное предприятие

$$q_{\text{п.п.}} = \frac{1,2 \cdot 2578 \cdot 1000}{86400} = 35,8 \text{ л/с}$$

Пассажирское здание

$$q_{\text{п.з.}} = \frac{1,5 \cdot 25 \cdot 1000}{86400} = 0,43 \text{ л/с}$$

Населенный пункт

$$q_{\text{х.п.}} = \frac{1,5 \cdot 4257,22 \cdot 1000}{86400} = 73,91 \text{ л/с}$$

Расчетные секундные расходы периодически действующих пунктов водопотребления вычисляются в л/с по формуле

$$q = \frac{Q_{\text{макс}} 1000}{T 3600}$$

где $Q_{\text{макс}}$ – расход воды пунктом водопотребления в м³ за промежуток времени T_q ,

3600 – количество секунд в часе.

Поливочные краны — $T = 6$ час.

$$q_{\text{пол.}} = \frac{2091,26 \cdot 1000}{6 \cdot 3600} = 96,82 \text{ л/с}$$

Заправка вагонов

$$\text{Время заправки } T_{\text{з.в.}} = \frac{158}{15} \cdot 0,2 = 2,1 \text{ ч}$$

$$q_{\text{з.в.}} = \frac{113,76 \cdot 1000}{2,1 \cdot 3600} = 15,05 \text{ л/с}$$

в) Подготовка магистральной сети к гидравлическому расчету.

Для расчета водопроводной сети необходимо наметить расчетную схему подачи воды из сети потребителям.

Предварительно определяем сосредоточенные расходы в узлах 4, 5, 6 кольцевой сети.

$$q_4^{\text{соср.}} = q_{\text{п.з.}} + q_{\text{з.в.}} + q_{4-7} = 0,43 + 15,05 + 5 = 20,48 \text{ л/с}$$

$$q_5^{\text{соср.}} = q_{\text{л.д.}} = 19,14 \text{ л/с}$$

$$q_6^{\text{соср.}} = q_{\text{п.п.}} = 35,80 \text{ л/с}$$

Расчетная схема в произвольном масштабе приведена на рис.3 а.

Определяем удельный расход, как отношение суммы расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды населения и на поливку улиц и зеленых насаждений к длине всех участков кольцевой водопроводной сети (л/с на 1 пог.м)

$$q_{\text{уд.}} = \frac{q_{\text{х.п.}} + q_{\text{пол.}}}{\sum l}$$

где $q_{\text{х.п.}}$ — максимальный секундный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды населения, л/с;

$q_{\text{пол.}}$ — секундный расход на поливку улиц и зеленых насаждений, л/с;

$\sum l = l_{3-4} + l_{4-5} + l_{5-6} + l_{6-3}$ — сумма длин всех участков кольцевой водопроводной сети.

$$q_{уд.} = \frac{73,91 + 96,82}{2(2 \cdot 858 + 2 \cdot 558)} = \frac{170,73}{5664} = 0,03015 \text{ л/с}$$

Расчеты ведем в табличной форме

Номер участка	Длина участка l , м	Удельный расход $q_{уд.}$, л/с на 1 пог.м	Путевой расход $q_n = q_{уд.} \cdot l$
3 — 4	1716	0,03015	51,74
4 — 5	1116	0,03015	33,65
5 — 6	1716	0,03015	51,74
6 — 3	1116	0,03015	33,65

$$\Sigma q_n = 170,78.$$

Проверка правильности вычисления путевых расходов производится по формуле

$$\Sigma q = q_{хп} + q_{пол.};$$

$$170,78 = 73,91 + 96,82; 170,78 \approx 170,73.$$

Далее равномерно распределенные путевые расходы заменяют сосредоточенными расходами. Сосредоточенный расход в каждом узле сети будет равен полусумме путевых расходов всех участков, примыкающих к данному узлу

$$q_{узн} = 0,5 \Sigma q_n$$

Но так как в каждом узле сети имеется еще сосредоточенный расход (локомотивное депо – в узле 5, промышленное предприятие в узле 6, пассажирское здание, заправка вагонов и снабжение водой тупиковой сети – узел 4), то общий расход воды забираемой в узле

$$q_{узн} = q_{соср} + 0,5 \Sigma q_n, \quad \text{где}$$

$$q_{узн}^4 = q_{соср}^4 + 0,5(q_{3-4} + q_{4-5}) = 20,48 + 0,5(51,74 + 33,65) = 63,175 \text{ л/с}$$

$$q_{соср}^4 = q_{пз} + q_{зв} + q_4 = 0,43 + 15,05 + 5 = 20,48 \text{ л/с}$$

$$(q_4 = 5 \text{ л/с} - \text{расход тупиковой сети}).$$

$$q_{узн}^5 = q_{соср}^5 + 0,5(q_{4-5} + q_{5-6}) = q_{л.д} + 0,5(q_{4-5} + q_{5-6}) = 19,14 + 0,5(33,65 + 51,74) = 61,835 \text{ л/с}$$

$$q_{узн}^6 = q_{соср}^6 + 0,5(q_{5-6} + q_{3-6}) = q_{п.п} + 0,5(q_{5-6} + q_{3-6}) = 35,80 + 0,5(51,74 + 33,65) = 78,495 \text{ л/с}$$

$$q_{узн}^3 = 0,5(q_{3-4} + q_{3-6}) = 0,5(51,74 + 33,65) = 42,695 \text{ л/с}$$

Результаты вычислений сводим в таблицу

Номер узла	Номера прилегающих к узлу участков	Сумма путевых расходов на прилегающих	Сосредоточенный расход $q_{\text{соср.}} \text{ л/с}$	Узловой расход $q_{\text{узл.}} = q_{\text{соср.}} + 0,5 \sum q_n$
3	3—4; 3—6	85,39	—	42,695
4	4—3; 4—5	85,39	20,48	63,175
5	5—4; 5—6	85,39	19,14	61,835
6	6—3; 6—5	85,39	35,80	78,495

Вычисленные значения узловых расходов наносятся на расчетную схему водопроводной сети. (Рис. 3 б).

г) Определение диаметров водопроводной сети.

Задавшись направлением движения потоков воды по отдельным участкам кольца, намечаем “точку встречи” потоков, ту точку, вода к которой подается с двух противоположных направлений. Для рассчитываемого кольца точку встречи потоков намечаем в узле 5, т.е. поток воды в точке 3 разветвляется на две части и идет по двум ветвям: ветви 3—4—5 (движение воды происходит по часовой стрелке) и ветви 3—6—5 (движение воды – против часовой стрелки). В точке 5 происходит встреча потоков.

Далее определяем расчетные расходы воды по участкам сети, исходя из условия, что суммарный приток воды к узлу со всех направлений равен сумме расчетных расходов участков, питаемых из данного узла, плюс расход воды, забираемый в данном узле, т.е.

$$q_{3-4} = q_4 + q_{4-5} = q_4 + 0,5 q_5 = 63,175 + 0,5 \cdot 61,835 = 94,10 \text{ л/с}$$

$$q_{5-6} = q_{4-5} = 0,5 q_5 = 0,5 \cdot 61,835 = 30,92 \text{ л/с}$$

$$q_{3-6} = q_6 + q_{5-6} = 78,495 + 0,5 \cdot 61,835 = 109,41 \text{ л/с}$$

Установив в первом приближении расходы воды на всех участках, по величине расхода и экономически наиболее выгоднейшей скорости подбирают диаметры труб, определяют скорости и гидравлические уклоны (табл. 3).

$$q_{3-4} = 94,10 \text{ л/с}; d = 300 \text{ мм}; V = 1,24 \text{ м/с}; i = 0,0075$$

$$q_{3-6} = 109,41 \text{ л/с}; d = 350 \text{ мм}; V = 1,06 \text{ м/с}; i = 0,00471$$

$$q_{5-6} = q_{4-5} = 30,92 \text{ л/с}; d = 200 \text{ мм}; V = 0,90 \text{ м/с}; i = 0,00697$$

д) Гидравлический расчет сети на случай максимального водоразбора.

Гидравлический расчет сводится к определению потерь напора в сети. Зная расчетные расходы воды на участках, диаметры труб и потери напора на единицу длины трубопровода i (гидравлический уклон) вычисляют потери напора на всех участках (см. табл. на вклейке).

$$h = il$$

где l – длина расчетного участка.

Далее вычисляют потери напора на участках, где движение воды осуществляется по часовой стрелке $h_{3-4,5} = h_{3-4} + h_{4-5}$ и против часовой стрелки $h_{3-6,5} = h_{3-6} + h_{5-6}$, где h_{3-4} ; h_{4-5} ; h_{3-6} ; h_{5-6} – потери соответственно на участках 3—4; 4—5; 3—6; 5—6. Если расчетные расходы в ветвях кольца намечены правильно, то сумма потерь напора при движении воды по часовой стрелке $h_{3-4,5}$ должна быть равна сумме потерь напора при движении воды против часовой стрелки $h_{3-6,5}$ или

$$h_{3-4} + h_{4-5} = h_{3-6} + h_{5-6}$$

Если потери напора по часовой стрелке брать со знаком плюс, а против часовой – со знаком минус, то алгебраическая сумма потерь напора по всей длине кольца должна быть равна нулю

$$\Delta h = h_{3-4} + h_{4-5} - h_{3-6} - h_{5-6} = 0 \text{ или } \sum h = 0$$

Однако ввиду того, что первоначальные расчетные расходы по линиям сети были назначены с гидравлической точки зрения произвольно, а диаметры подобраны по экономическим соображениям, чаще всего оказывается алгебраическая сумма потерь напора в кольце по расчетам не равна нулю. В нашем случае невязка равна $\Delta h = +3,43$ м, а допускается $\Delta h = 0,3 \pm 0,5$ м. Чтобы увязать сеть (найти истинные расходы по линиям) следует перебросить часть первоначально принятого расчетного расхода из перегруженной ветви, где потери напора больше, в недогруженную.

Величину увязочного расхода определяют по формуле

$$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \sum_{n=1}^n \frac{h_n}{q_n}}$$

где Δh — величина невязки в кольце, м;
 h_n — потеря напора в n -ом участке сети, м;
 q_n — расход воды на n -ом участке, м³/с.

Для нашего случая

$$\Delta q = 0,00208 \text{ м}^3/\text{с} = 2,08 \text{ л/с (графа 8)}.$$

Перегруженной является ветвь 3—4—5, поэтому из расхода участка 3—4 и участка 4—5 этот увязочный расход отнимается, а на участках 3—6 и 5—6 — прибавляется (графа 9). По вновь полученным расходам q_i , пользуясь табл. 3 методических указаний, определяют гидравлический уклон i_i (графа 10) на всех участках и потери напора $h_i = i_i l$ (графа 11). После определения h_i вычисляют вновь невязку $-\Delta h = 0,39$ м. Она не превышает допустимую величину невязки $h = 0,5$ м. Можно считать гидравлический расчет кольцевой сети законченным. Расходы на участках оставляем:

$$q_{3,4} = 92,02 \text{ л/с}; \quad q_{4,5} = 28,84 \text{ л/с};$$

$$q_{3,6} = 111,49 \text{ л/с}; \quad q_{5,6} = 33,00 \text{ л/с}$$

е) Определение высоты водонапорной башни.

Высота водонапорной башни (до низа бака) определяется по формуле

$$H_6 = z + H_{\text{св}} + \sum l - z_3,$$

где z — отметка земли в диктующей точке; $z_4 = z_5 = 83$ м

$H_{\text{св}}$ — свободный напор для потребителей в диктующей точке;

$\sum h$ — сумма потерь напора в магистрали на пути от водонапорной башни (т.3) до диктующей точки.

z_3 — отметка земли у водонапорной башни в точке 3.
 $z_3 = 83$ м.

Диктующей точкой в кольцевой сети является та точка, высота водонапорной башни для которой будет максимальной. При выборе диктующей точки следует учесть узловые расходы, свободные напоры в точках 4, 5, 6, а также их удаленность от узла 3.

Величина свободного напора назначается в зависимости от этажности застройки населенного пункта: при одноэтажной $H_{св}=10$ м, при большей этажности добавляется 4 м на каждый этаж. Т.е. для узлов 4, 5, 6 – $H_{св}=10+4\cdot 4=26$ м – для 5-этажной застройки.

Следует принять во внимание, что узел 4 снабжает водой помимо населенного пункта, расположенного по кольцу, пассажирское здание и заправку вагонов еще тупиковую сеть, которая требует для нормального функционирования – напор $H_4=35,96$ см. Свободный напор в узле 4 для кольцевой сети $H_{св}=26$ м. Из этих двух значений выбираем наибольший напор $H_4=35,96$ м. Он и будет являться свободным напором в узле.

Определяем высоту водонапорной башни, если за диктующую точку взять узел 4, как требующий наибольшего напора.

$$H_6^4 = 83 + 35,96 + 12,29 - 83 = 48,25 \text{ м}$$

Определяем высоту водонапорной башни, если за диктующую точку взять узел 5, как наиболее удаленный от водонапорной башни

$$H_6^5 = 83 + 26 + 12,29 + 6,81 - 83 = 45,1 \text{ м}$$

Принимаем высоту водонапорной башни $H_6^4=48,25$ м
ж) Гидравлический расчет напорного водовода.

По напорному водоводу (участок 2—3) вода перекачивается насосной станцией 2 в водонапорную башню 3.

Для обеспечения бесперебойной подачи водовод обычно конструируют из нескольких линий (не менее двух работающих параллельно).

Водовод рассчитывается на пропуск максимального суточного расхода по всем линиям.

Секундный расход по одной линии определяется в л/с по формуле

$$q = \frac{Q_{\text{макс}} 1000}{3600 T n},$$

где $Q_{\text{макс}}$ — максимальный суточный расход, м³/сут;

$$Q_{\text{макс}} = 10443 \text{ м}^3/\text{сут}$$

T — продолжительность работы насосов в сутки, ч,

$$T = 22 + 23 \text{ ч.}$$

n — число линий водовода, принимаем $n=2$

$$q = \frac{10443 \cdot 1000}{3600 \cdot 22 \cdot 2} = 65,93 \text{ л/с}$$

Зная секундный расход и руководствуясь экономически наиболее выгодной скоростью по табл. 3 определяем диаметр водовода: $d_в = 200 \text{ мм}$, $i_в = 0,00953$.

3) Определение требуемых подачи и напора насосов станции II подъема, подбор типа насосов.

Требуемая суммарная производительность насосов $q_{\text{тр}}$ равна максимальному секунднему расходу всех линий водовода, т.е.

$$q_{\text{тр}} = 2q = 2 \cdot 65,93 = 131,86 \text{ л/с}$$

Требуемый напор насоса определяется по формуле

$$H_{\text{тр}} = H_r + \sum h$$

где H_r — геометрическая высота подачи воды, м.

$\sum h$ — потери напора в одной из параллельных линий водовода.

Геометрическая высота подачи вычисляется по формуле

$$H_r = z_3 + H_6 + h_6 - z_1,$$

где z_3 — отметка земли у водонапорной башни, точка

$$z_3 = 83 \text{ м}$$

H_6 — высота башни, $H_6=48,25$ м

h_6 — высота бака башни, $h_6=5$ м

z_1 — отметка уровня воды в подземном резервуаре (точка 1), $z_1=58$

$$H_r=83+48,25+5-58=78,25 \text{ м}$$

$$\Sigma h=1,1il,$$

где l — длина одной линии водовода $l=778$ м;

i — потери напора на единицу длины водовода (гидравлический уклон) $i=0,00953$;

$1,1$ — коэффициент, учитывающий величину местных сопротивлений и сопротивление всасывающей линии

$$h=1,1 \cdot 0,00953 \cdot 778=0,82 \text{ м}$$

Требуемый напор равен

$$H_{тр}=78,25+0,82=79,07 \text{ м} \approx 79 \text{ м}$$

Насос подбирается по приложению 1 в зависимости от требуемых расхода $q_{тр}=131,86 \text{ л/с} \approx 132 \text{ л/с} = 475,2 \text{ м}^3/\text{с}$ и напора $H_{тр}=79 \text{ м}$ — Д630-90

Насос Д – 630 имеет максимальную подачу $630 \text{ м}^3/\text{ч}$; напор 90 м , мощность электродвигателя 250 кВт , частоту вращения 1480 об/мин ; КПД – 80% , допустимую высоту всасывания – $6,5 \text{ м}$, диаметр рабочего колеса 525 мм .

I. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ №2

Требуется произвести расчет полураздельной системы канализации населенного пункта и железнодорожной станции. Схемы канализационных систем представлены на рис. 4 – 8. Бытовые сточные воды от железнодорожного поселка совместно со стоками от пассажирского здания, локомотивного депо и промышленного предприятия по канализационным коллекторам поступает на главную насосную станцию, которая перекачивает их из главного коллектора на канализационные очистные сооружения.

Исходные данные

1. Площадь хилой застройки $F_{\dots} = \text{м}^2$:
 $F = 2(500 + \text{Ш}) \cdot 2(800 + \text{Ш}) \text{ м}^2$, если $\text{Ш} \leq 100$;
 $F = 2(500 + 0,1\text{Ш}) \cdot 2(800 + 0,1\text{Ш}) \text{ м}^2$, если $\text{Ш} > 100$.
2. Плотность населения $P = \dots \text{ чел/га}$.
3. Степень благоустройства районов жилой застройки $n = \dots$
4. Максимальные суточные расходы сточных вод от следующих объектов канализования:

- а) пассажирского здания – $25 \text{ м}^3/\text{сут}$;
- б) локомотивного депо – $800 + \text{Ш} - "$.
- в) промышленного предприятия $2000 + \text{Ш} - "$.

5. Длина участков канализационных линий:

- а) длина жилой застройки l_{AB} :

$$l_{\text{AB}} = 2(800 + \text{Ш}), \text{ м, если } \text{Ш} \leq 100,$$

$$l_{\text{AB}} = 2(800 + 0,1\text{Ш}), \text{ м, если } \text{Ш} > 100;$$

Ширина жилой застройки b_{BC} :

$$b_{\text{BC}} = 2(500 + \text{Ш}), \text{ м, если } \text{Ш} \leq 100,$$

$$b_{\text{BC}} = 2(500 + 0,1\text{Ш}), \text{ м, если } \text{Ш} > 100;$$

- б) Длина одного квартала (без учета ширины улиц) $l_{\text{к}}$:

$$l_{\text{к}} = \frac{2}{3}(800 + \text{Ш}), \text{ м, если } \text{Ш} \leq 100,$$

$$l_{\text{к}} = \frac{2}{3}(800 + 0,1\text{Ш}), \text{ м, если } \text{Ш} > 100,$$

Ширина одного квартала (без учета ширины улиц) $b_{\text{к}}$:

$$b_{\text{к}} = 500 + \text{Ш}, \text{ м, если } \text{Ш} \leq 100$$

$$b_{\text{к}} = 500 + 0,1\text{Ш}, \text{ м, если } \text{Ш} > 100.$$

- в) длина участка б – ГНС – 200 м

6. Отметка земли в точках

река – $0,1\text{Ш}$

ГНС – $20 + 0,1\text{Ш}, \text{ м}$

А, Б, С, Д – $25 + 0,1\text{Ш}, \text{ м}$

7. Район расположения канализуемой территории – центральная часть европейской части РФ.

8. Глубина промерзания грунтов – 1,4 м.

9. Грунты – сухие, нескальные.

Схема канализационной системы выбирается по последней цифре шифра (табл. 9),

Численные значения данных в пп. 2, 3, 4 принимаются студентами по последней цифре шифра из табл. 1.

Нормы водоотведения назначают в соответствии со степенью благоустройства района жилой застройки по табл. 2.

II. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа включает гидравлический расчет уличных коллекторов и притоков:

1. Определение расчетных расходов сточных вод на каждом участке сети.

2. Определение диаметров, уклонов, степени наполнения труб, скоростей движения сточной жидкости.

3. Составление продольного профиля уличного коллектора.

4. Подбор типа насосов.

III. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа выполняется после изучения соответствующих разделов курса «Водоснабжение и канализация» и СНиПа [1].

При выполнении контрольной работы рекомендуется пользоваться пособиями [1, 4, 6]. В случае отсутствия указанных книг можно пользоваться другими учебниками по канализации.

Текстовая часть работы пишется чернилами на одной стороне листа. Пояснения к расчетам должны быть краткими. Графическая часть выполняется карандашом на миллиметровке и клеивается в контрольную работу.

Исходные данные для расчета

Расчетные данные, соответствующие шифру студента, переписываются в контрольную работу из задания. Под буквой Ш подразумеваются три последние цифры шифра, 0,1Ш – десятая часть от шифра Ш, которая округляется до ближайшего целого значения. Например, шифру студента 29578; Ш=578, 0,1Ш=58.

Определение расчетных расходов сточных вод

Под расчетными понимают расходы сточных вод, по которым определяются основные размеры сооружений канализации.

Расчетный среднесуточный расход бытовых сточных вод от жилых кварталов населенного пункта определяют в м³/сут. по формуле

$$Q_{\text{сут.ср}} = n_{\text{г}} N_p,$$

где $n_{\text{г}}$ – норма водоотведения в м³/сут на одного жителя, равная норме водопотребления, определяется в зависимости от степени благоустройства жилой застройки по табл. 2;

N_p – расчетное число жителей, определяемое по формуле

$$N_p = PF,$$

где P – плотность населения, чел/га (табл. 1);

F – площадь жилой застройки всего поселка, га.

Так как вся площадь жилой застройки состоит из шести кварталов, то расчетное число жителей одного квартала определяется по следующей формуле

$$N_p^{\text{кв}} = \frac{PF}{6}$$

Среднесуточный расход с квартала:

$$Q_{\text{сут.ср}}^{\text{кв}} = n_{\text{в}} N_P^{\text{кв}}$$

Расчетный среднесекундный расход бытовых сточных вод определяется в л/с по формулам:

$$\text{со всей жилой застройки} \quad q_{\text{с.ср.}} = \frac{n_{\text{в}} N_P 1000}{86400};$$

$$\text{с квартала} \quad q_{\text{с.ср.}}^{\text{кв}} = \frac{n_{\text{в}} N_P^{\text{кв}} 1000}{86400}.$$

Расчетный максимальный расход бытовых сточных вод определяется в л/с по формуле

$$q_{\text{макс}} = K_{\text{общ}} q_{\text{с.ср.}},$$

где $K_{\text{общ}}$ — коэффициент общей неравномерности, определяемый в зависимости от среднесекундного расхода $q_{\text{с.ср.}}$ по табл. 10.

Коэффициент общей неравномерности равен:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{сут}} K_{\text{ч}},$$

где $K_{\text{сут}}$ — коэффициент суточной неравномерности.

Он представляет собой отношение максимального суточного расхода $Q_{\text{сут.макс}}$ к среднесуточному расходу $Q_{\text{сут.ср.}}$:

$$K_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{сут.макс}}}{Q_{\text{сут.ср.}}}$$

где $K_{\text{ч}}$ — коэффициент часовой неравномерности.

Он представляет собой отношение максимального часового расхода $Q_{\text{ч.макс}}$ к среднечасовому расходу $Q_{\text{ч.ср.}}$:

$$K_{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{ч.макс}}}{Q_{\text{ч.ср.}}}$$

При расчете бытовых сетей канализации можно пользоваться удельным расходом сточных — $q_{уд}$, под которым понимают средний расход в л/с, приходящийся с 1 га жилой застройки:

$$q = \frac{Q_{сут.ср.} 1000}{86400 F}$$

Тогда расчетный среднесекундный расход сточных вод с квартала определяется по формуле

$$q_{с.ср.}^{кв} = q_{уд} F^{кв},$$

где $F^{кв}$ — площадь жилого квартала.

Максимальный секундный расход с квартала:

$$q_{макс}^{кв} = K_{общ} q_{с.ср.}^{кв}.$$

Максимальные расчетные секундные расходы сточных вод от пассажирского здания, локомотивного депо и промышленного предприятия определяются в л/с по формуле

$$q = \frac{K_{ч} Q_{сут.макс} 1000}{86400},$$

где $K_{ч}$ — коэффициент часовой неравномерности, учитывающий колебания сброса сточных вод в течение суток; для пассажирского здания $K_{ч}=2,5$; для локомотивного депо и промышленного предприятия $K_{ч}=1,4$.

Трассирование канализационных сетей

Под трассированием канализационной сети понимают нанесение осей канализационных трубопроводов на план населенного пункта. В основу трассирования положен принцип самотечного отведения сточных вод с канализационного объекта с наименьшими заглублениями.

Трассирование начинают с нанесения на план жилой застройки главного коллектора, который располагают, как правило, в самом низком месте, обычно на берегу реки.

Канализируемый объект разбивают на бассейны канализования. Далее на план наносят коллекторы бассейнов канализования, уличные коллекторы и уличные магистрали. Уличную сеть в населенном пункте при квартальной застройке можно наносить на план тремя способами.

Трассирование по объемлющим квартал линиям рекомендуется применять при сравнительно плоском рельефе местности с уклоном поверхности земли менее $0,007 - 0,01$. При этой схеме канализования жилые кварталы населенного пункта разбивают на так называемые площади стока, тяготеющие к отдельным расчетным участкам. Считается, что из всех зданий, расположенных на данной площади стока, расходы сточной жидкости поступают в ближайший к этой площади расчетный участок. Примером трассирования канализационных сетей по объемлющей схеме могут служить кварталы 1 и 4 на рис. 7.

Трассирование по пониженной грани квартала отличается тем, что уличные магистрали располагаются только с одной (низовой стороны) квартала, куда и направляют все выпуски из зданий. Этот способ рекомендуется при уклонах местности $0,008 - 0,01$. Примером трассирования сетей по пониженной грани может служить схема канализования на рис. 4.

При чересквартальном трассировании (рис. 8, кварталы 1 и 4) уличные магистрали вообще не предусматриваются, они заменяются трубопроводами внутри квартала. Этот способ часто используют при современной застройке кварталов и микрорайонов.

Правила конструирования канализационных сетей

Канализационные линии между смотровыми колодцами укладывают вдоль основных проездов строго прямолинейно и параллельно линиям застройки. Повороты трассы в смотровых колодцах устраивают по плавным кривым. Присоединение боковых ли-

ний в колодцах разрешается делать под углом не более 90° по отношению к основной магистрали. При наличии в колодцах вертикальных перепадов присоединения могут быть выполнены под углом больше 90° .

Расчетные скорости течения по длине коллектора должны увеличиваться. Уменьшение скоростей течения допускается только после перепадных колодцев, но до величин не менее допустимых минимальных скоростей. Скорости течения в боковых присоединениях должны быть меньше, чем в основной магистрали.

Соединения трубопроводов разных диаметров следует предусматривать по шельгам, т.е. верхним образующим трубопровода (рис. 9, а), если в колодце (при сопряжении по шельге) возможно образование подпора, допускается соединение труб по расчетному уровню воды (рис. 9, б).

Наименьшую глубину заложения канализационных трубопроводов необходимо принимать на основании опыта эксплуатации сетей в данном районе. При отсутствии данных по эксплуатации минимальную глубину заложения лотка трубопровода допускается принимать для труб диаметром до 500 мм на 0,3 м, для труб большего диаметра – на 0,5 м меньше глубины промерзания грунтов. Заложение канализации выше глубины промерзания возможно потому, что сточные воды имеют среднюю зимнюю температуру около $7 - 10^\circ\text{C}$. Расстояние же от поверхности земли до верха трубы должно быть не менее 0,7 м.

Наименьшая глубина заложения труб должна быть достаточной для присоединения дворовой или внутриквартальной сети.

Максимальную глубину заложения самотечных коллекторов при открытых траншейных методах их прокладки из опыта строительства и технико-экономических расчетов принимают для скальных грунтов до 4+5 м, для мокрых рыхлых грунтов – 5+6 м и для сухих нескальных грунтов – до 7+8 м.

Большое экономическое значение при проектировании имеет правильный выбор уклона труб. Если в начале участка глубина заложения минимальная – $H_{\text{мин}}$, то желательно, если это допустимо по скорости течения, укладывать трубы с уклоном i ,

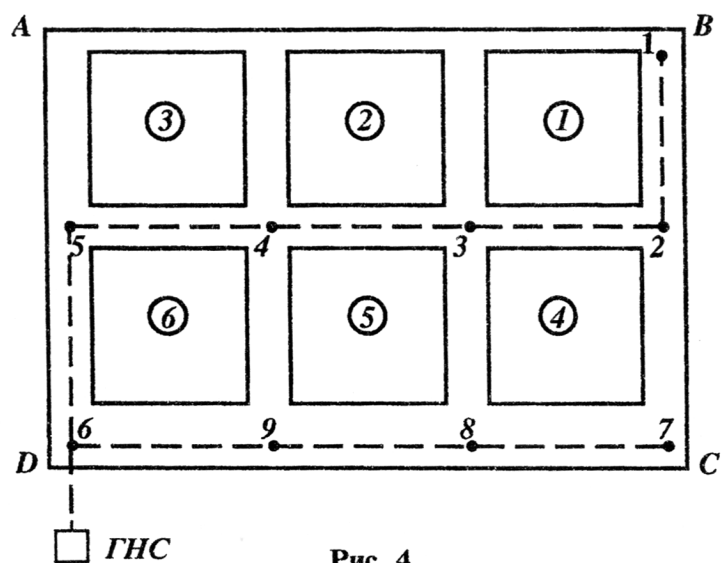


Рис. 4

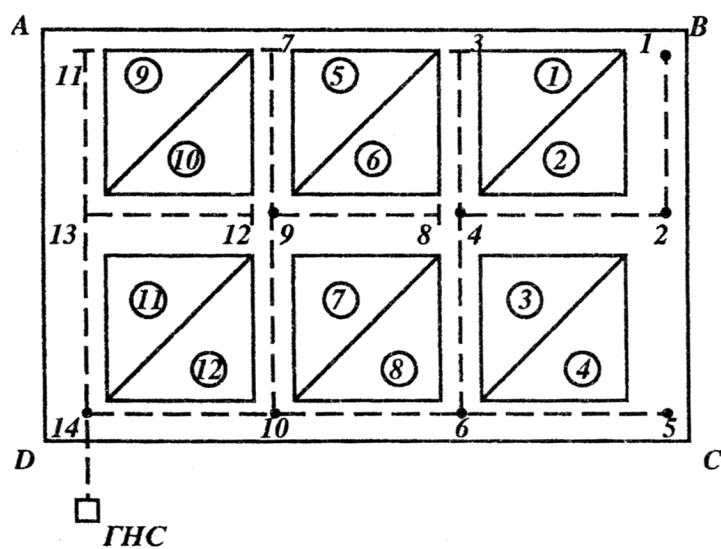


Рис. 5

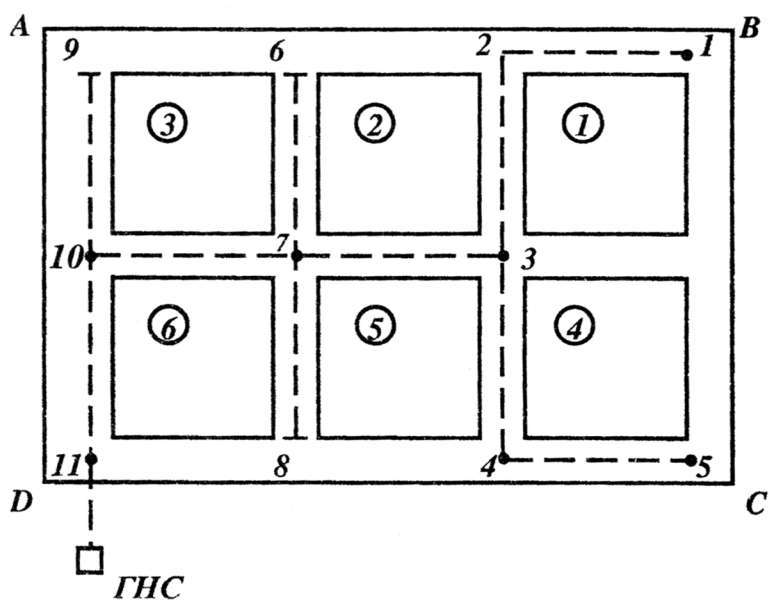


Рис. 6

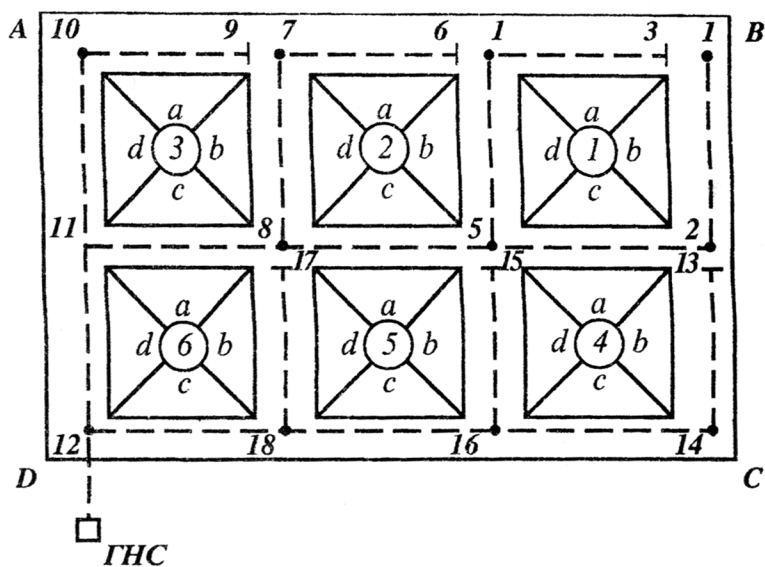


Рис. 7

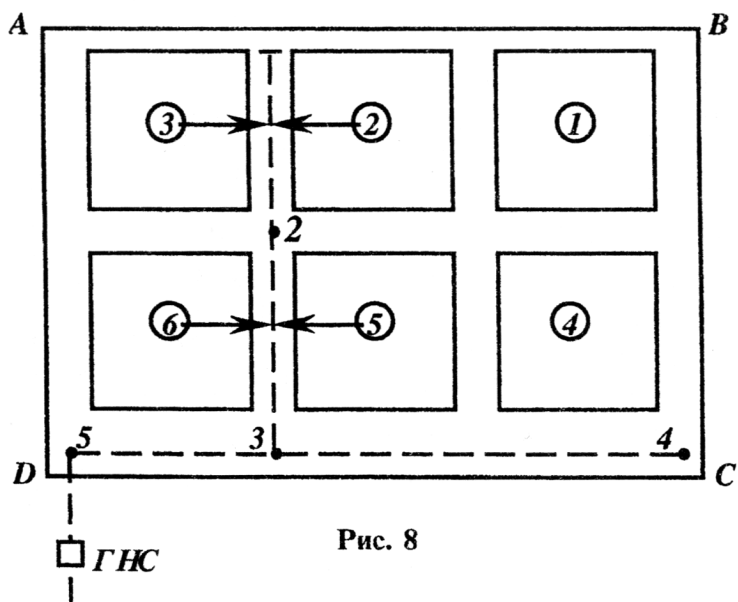
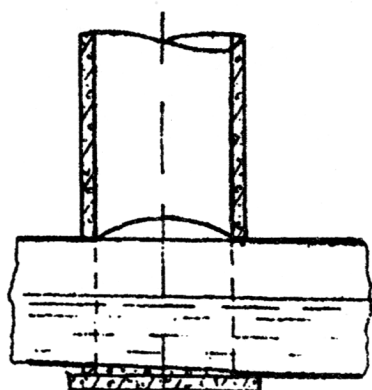


Рис. 8

а)



б)

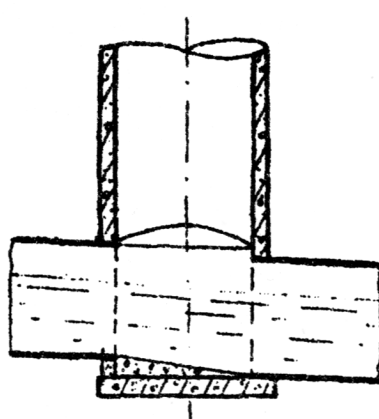


Рис. 9

равным уклону поверхности земли i_z (рис. 10, а). Если в начале участка глубина заложения труб больше минимальной $H > H_{\text{мин}}$ (рис. 10, б), то уклон при укладке труб должен быть минимальный при условии обеспечения минимальной скорости течения. Такое же решение принимают при горизонтальной местности, когда $i_z = 0$ (рис. 10, в), или в случае обратного уклона земли. При больших уклонах местности, когда при укладке труб параллельно поверхности земли в них возникают недопустимые скорости течения, трубы укладывают с уклоном $i < i_z$, а в тех местах, где глубина заложения $H = H_{\text{мин}}$, устраивают перепадные колодцы (рис. 10, г).

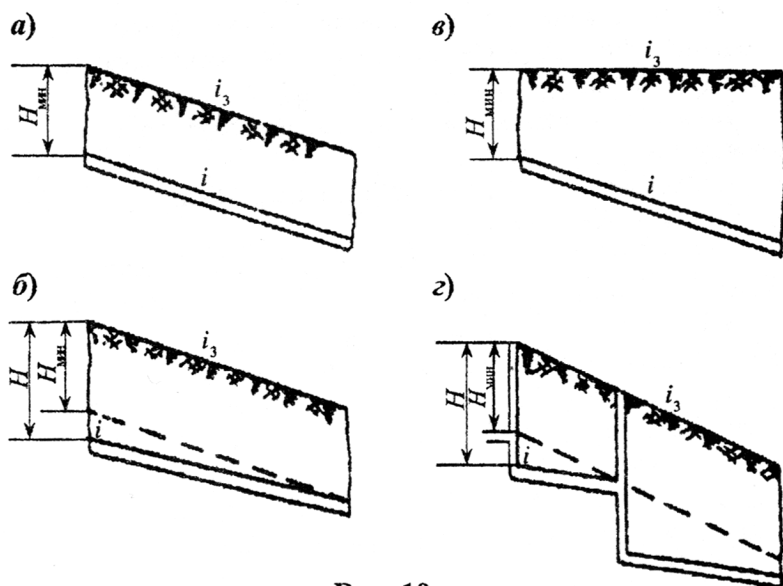


Рис. 10

Для самотечных канализационных трубопроводов следует применять безнапорные железобетонные, бетонные, керамические, чугунные, асбестоцементные, пластмассовые трубы и железобетонные детали.

Смотровые колодцы на канализационных сетях всех систем надлежит предусматривать: в местах присоединений; в местах изменения направления, уклонов и диаметров трубопроводов; на

прямых участках на расстояниях в зависимости от диаметра труб: 150 мм – 35 м; 200+400 мм – 50 м; 500+600 мм – 75 м; 700+900 мм – 100 м; 1000+1400 мм – 150 м; 1500+2000 мм – 200 м; свыше 2000 мм – 250+300 м.

Размеры в плане круглых колодцев следует принимать на трубопроводах диаметрами: до 600 мм – 1000 мм; 700 мм – 1250 мм; 800 мм – 1000+1500 мм; 1200 мм – 2000 мм. Высоту рабочей части колодцев, как правило, необходимо принимать 1800 мм.

Перепадные колодцы следует предусматривать: для уменьшения глубины заложения трубопроводов, по избежание превышения максимально допустимой скорости движения сточной воды или резкого изменения этой скорости.

В системах канализации возникает зачастую необходимость в устройстве одной, двух и более канализационных насосных станций для перекачки сточных вод.

По значимости и выполнению функций насосные станции (рис. 8) делятся на:

1. Местные – насосные станции для перекачивания сточных вод от отдельных объектов.

2. Районные - насосные станции для перекачивания сточных вод от отдельных районов или бассейнов канализования.

3. Главные – насосные станции для перекачивания сточных вод со всего города или поселка на очистные сооружения.

Местные или районные канализационные насосные станции перекачивают сточные воды из заглубленного коллектора к колодцу выше расположенного коллектора.

Главные канализационные насосные станции перекачивают сточные воды из главного коллектора на канализационные очистные сооружения.

По расположению насосных агрегатов относительно поверхности земли станции могут быть незаглубленные (до 4 м), полуглубленные (до 7 м) и шахтные (свыше 7 м). Канализационные насосные станции оборудуются в основном центробежными насосами двух типов (центробежные фекальные): ФГ – с горизонтальным и ФВ – с вертикальным расположением вала. Подача Фекальных насосов колеблется от 2 до 1000 л/с с напором от 7 до 98 м.

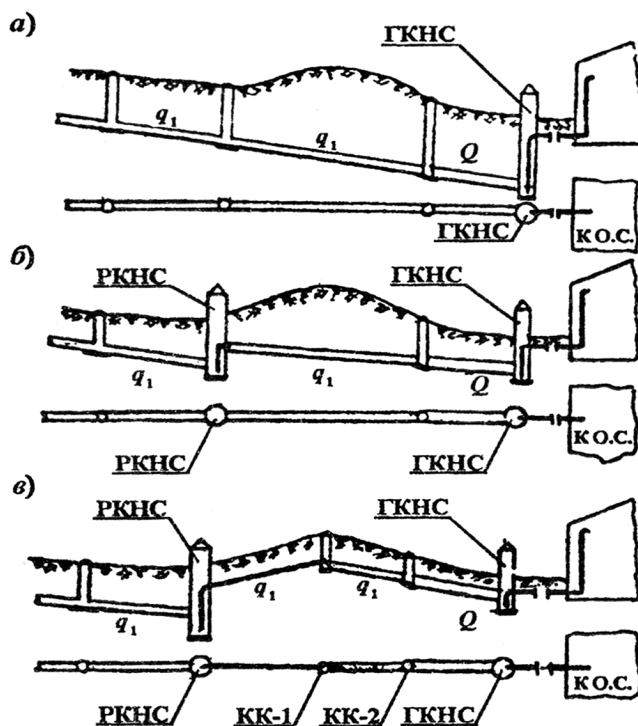


Рис.11

Гидравлический расчет производственно - бытовой канализации

1. Основные нормативные данные для расчета канализационных сетей.

Строительными нормами и правилами нормируются размеры труб и каналов, скорости течения в них жидкости, уклоны и глубины заложения труб.

Наименьший диаметр труб уличной производственно-бытовой канализации принимают равным 200 мм, а внутриквартальной – 150 мм. Эти диаметры для начальных участков сети в большинстве случаев значительно превышают расчетные, однако, опыт показывает, что применение труб меньшего диаметра нецелесообразно, поскольку они быстро засоряются.

Трубопроводы производственно-бытовой канализации рассчитывают на работу неполным сечением. Это позволяет иметь запас пропускной способности при протекании неучтенных пиковых расходов и вентиляции сети.

Расчетное наполнение h/d труб должно быть: при диаметрах труб $d=150+300$ мм – более 0,6; при диаметрах труб $d=350+450$ мм – 0,7, при диаметрах труб $d=500+900$ мм – 0,75; при диаметрах $d=1000+1500$ мм и выше – 0,8.

Скорости течения в канализационных трубах должны быть достаточными для транспортирования сточных вод без выпадения из них взвешенных веществ, т.е. должны быть не менее так называемых незаилающих или самоочищающих скоростей.

При расчетных наполнениях труб производственно-бытовой канализации (если производственные сточные воды по характеру загрязнения близки к бытовым) рекомендуются минимальные скорости V движения сточных вод: при диаметрах $d=150+250$ мм – 0,7 м/с; $d=300+400$ мм – 0,8 м/с; $d=450+500$ мм – 0,9 м/с; при $d=600+800$ мм – 0,95 м/с; $d=900+1200$ мм – 1,15 м/с; при $d=1300+1500$ мм – 1,3 м/с; свыше $d=1500$ – 1,5 м/с.

Минимальные уклоны труб

$d, \text{ мм}$	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
$i_{\text{мин}}$	0,007	0,005	0,004	0,0035	0,003	0,0025	0,0025	0,002	0,0015	0,0015	0,0015	0,0014	0,0013

Нормами также ограничены максимальные скорости течения с целью предохранения материала труб от истирающего действия песка и других минеральных загрязнений, содержащихся в сточных водах. Поэтому наибольшая скорость в производственно-бытовой канализации из неметаллических труб принимается равной 4 м/с, из металлических труб – 8+10 м/с.

Поскольку в трубах канализации движение воды самотечное, наименьшие уклоны i этих труб определяются указанными выше минимальными скоростями по известным формулам гидравлики.

Для труб небольших диаметров, кроме того, имеется специальные ограничения: наименьший уклон для труб диаметром 150 мм равен 0,008 (в виде исключения разрешается принимать 0,007), а для труб диаметром 200 мм он равен 0,007 (в виде исключения разрешается принимать 0,005).

Глубина заложения труб определяется рельефом местности, глубиной заложения выпусков из зданий, климатическими и другими факторами.

Наименьшая глубина заложения труб должна быть достаточной для присоединения дворовой и внутриквартальной сети. Эту глубину H вычисляют по формуле

$$H \geq h_b + il + z_1 - z_2 + \Delta,$$

где h_b – наименьшая глубина заложения лотка выпуска внутриквартальной сети в наиболее удаленной точке канализования;

i – уклон внутриквартальной сети, для труб $d=150$ мм $i=0,008$;

l – длина внутриквартальной сети, м;

z_1 и z_2 – отметки земли у колодца на улице и около выпуска, м;

Δ – перепад между лотками внутриквартальной и уличной сети, м (обычно он определяется как разность диаметров уличной d_1 и внутриквартальной d_2 сетей, т.е. $\Delta = d_1 - d_2$).

Если рельеф местности плоский, то

$$H \geq h_b + il + \Delta.$$

2. Гидравлический расчет

Безнапорное движение сточных вод в канализационных трубах вследствие непостоянства поступающих в канализацию расходов является неустановившимся и неравномерным. Однако для упрощения при гидравлических расчетах применяет формулы установившегося равномерного движения. Такое допущение мало

сказывается на результатах расчетов. Кроме того, условно предполагается, что на расчетных участках, границами которых являются перекрестки соседних улиц, весь расход приложен в начальных точках участков.

Расчет выполняют по известным формулам гидравлики. При безнапорном равномерном движении сточных вод гидравлический уклон i равен уклону дна трубы и уклону поверхности воды в трубе. Тогда для участка длиной l :

$$i = \frac{h}{l} \quad \text{и} \quad h = il,$$

где h – разность отметок дна трубы в начале и в конце участка, м (эту величину называют также «падением дна» трубы на участке l).

Расчет канализационных сетей обычно выполняют не по формулам, а по таблицам [4] или графикам, составленным на основании этих формул.

3. Пример гидравлического расчета канализационной сети

Требуется произвести расчет полураздельной системы канализации населенного пункта и железнодорожной станции и составить продольный профиль коллектора 1—2—3—4—5—6—ГНС (см. рис. 4).

Площадь населенного пункта АВСД.

В точке 1 поступают канализационные стоки от пассажирского здания, в точке 7 от локомотивного депо и в точке 6 – от промышленного предприятия.

Произведем расчет канализационной сети для 29578Ш=578, 0,1Ш=58

Номер схемы 4.

Дано:

1. Площадь жилой застройки

$$F = 2(500 + 58) \cdot 2 \cdot (800 + 58) = 1915056 \text{ м}^2 = 191,5 \text{ га}$$

2. Плотность населения $P=130$ чел/га

3. Степень благоустройства $n=1$. Норма хозяйственно-питьевого водопотребления для центральной части европейской части РФ

$$n_B=0,142 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

4. Максимальные суточные расходы сточных вод:

а) пассажирским зданием – $25 \text{ м}^3/\text{сут.}$;

б) локомотивным депо $800+578=1378 \text{ м}^3/\text{сут.}$;

в) промышленным предприятием $2000+578=2578 \text{ м}^3/\text{сут.}$

5. Длина участков канализационных линий:

а) длина жилой застройки $l_{AB}=2(800+58)=1716 \text{ м}$,
ширина жилой застройки l_{BC} :

$$l_{BC}=2(500+58)=1116 \text{ м}$$

б) длина одного квартала (без учета ширины улиц) l_K :

$$l_K = \frac{2}{3}(800 + 58) = 572 \text{ м}$$

ширина одного квартала (без учета ширины улиц) e_K :

$$e_K=500+58=558 \text{ м}$$

в) длина участка 6 – ГНС – 200 м .

6. Отметка земли в точках:

река 0,1Ш=58 м

ГНС=20+0,1Ш=78 м

А, В, С, Д=25+0,1Ш=83 м.

7. Район расположения канализуемой территории – центральная часть европейской части РФ.

8. Глубина промерзания грунтов – $1,4 \text{ м}$

9. Грунты сухие нескальные.

Определяем расчетные расходы сточных вод.

Расчетный среднесекундный расход бытовых сточных вод от жилых кварталов определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут.ср}} = n_B N_B,$$

где $n_B = 0,142 \text{ м}^3/\text{сут}$ (табл. 2)
 $N_P = P \cdot F$; $P = 130 \text{ чел./га}$ (табл. 1); $F = 191,5 \text{ га}$
 $N_P = 130 \cdot 191,5 = 24895 \text{ чел}$
 $Q_{\text{сут.ср}} = 0,142 \cdot 24895 = 3535 \text{ м}^3/\text{сут}$

Расчетный среднесекундный расход бытовых сточных вод определяется по формуле со всей жилой застройкой:

$$q_{\text{с.ср.}} = \frac{Q_{\text{сут.ср.}} \cdot 1000}{86400} = \frac{3535 \cdot 1000}{86400} = 40,91 \text{ л/с}$$

с квартала

$$q_{\text{с.ср.}}^{\text{кв}} = \frac{Q_{\text{сут.ср.}}^{\text{кв}} \cdot 1000}{86400}, \text{ где}$$

$$Q_{\text{сут.ср.}}^{\text{кв}} = n_B N_P^{\text{кв}}; N_P^{\text{кв}} = 24895 : 6 = 4149 \text{ чел.}$$

Количество кварталов – 6.

$$Q_{\text{сут.ср.}}^{\text{кв}} = 0,142 \cdot 4149 = 589 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$q_{\text{с.ср.}}^{\text{кв}} = \frac{589 \cdot 1000}{86400} = 6,8 \text{ л/с}$$

Максимальные расчетные секундные расходы сточных вод от пассажирского здания, локомотивного депо и промышленного предприятия определяются по формуле

$$q_{\text{с.макс}} = \frac{K_q Q_{\text{сут.макс}} \cdot 1000}{86400},$$

где $K_q = 2,5$ для пассажирского здания,
 $K_q = 1,4$ для локомотивного депо и промышленного предприятия.

$$q_{\text{с.макс}} = \frac{2,5 \cdot 25 \cdot 1000}{86400} = 0,7 \text{ л/с} - \text{пассажирское здание}$$

$$q_{\text{с.макс}} = \frac{1,4 \cdot 1378 \cdot 1000}{86400} = 2,23 \text{ л/с} - \text{ локомотивное депо}$$

$$q_{\text{с.макс}} = \frac{1,4 \cdot 2578 \cdot 1000}{86400} = 41,8 \text{ л/с} - \text{ промышленное предприятие.}$$

Расчет уличных коллекторов 1—2—3—4—5—6 – ГНС и 7—8—9—6 представлены в табл. 11.

В первой графе проставлены номера участков канализационной сети, во второй и третьей – номера площадей собственных стоков бытовых сточных вод и номера притоков. В графах 4—6 представлены средние расходы бытовых сточных вод с кварталов (в 4-й – собственные стоки с квартала, в 5-й – притоки, в 6-й – суммарные средние расходы на данном участке канализационной сети).

Коэффициент общей неравномерности $K_{\text{общ}}$ (графа 7) находится по табл. 10 в зависимости от суммарного среднего расхода с квартала (графа 6).

Максимальный секундный расход с квартала (графа 8) равен:

$$q_{\text{макс}}^{\text{кв}} = K_{\text{общ}} q_{\text{с.ср.}}^{\text{кв}}$$

Чтобы получить общий максимальный секундный расход на участке канализационной сети (графа 12), следует к максимальным секундным расходам с кварталов (графа 8) прибавить сосредоточенные расходы (собственные – графа 9 и притоки – графа 10); в точке 1 – расход пассажирского здания, в точках 7 и 6 – соответственно расход производственных сточных вод от локомотивного депо и промышленного предприятия.

Длины участков сети (графа 13) соответствуют длине или ширине квартала.

По максимальному секундному расходу (графа 12), руководствуясь значениями самоочищающей скорости V , рекомендуемым наполнением трубы h/d и наименьшим уклоном i , обеспечивающим минимальное заглубление канализационной сети, подбирают диаметр трубы d . Графы 14, 15, 17 и 19 заполняют из табл. 12 [4].

Падение лотка трубы (графа 16) определяется умножением уклона i (графа 15) на соответствующую длину участка (графа 13).

Зная отношение h/d (графа 19) определяют глубину потока в трубе h (графа 18). Например: на участке 2—3 $h/d=0,48$; $d=0,25$ м; $h=0,48 \cdot 0,25=0,12$ м.

Так как поверхность площади жилой застройки горизонтальная, отметки поверхности земли в точках А, В, С, Д равны $25+0,1\text{Ш}=25+58=83$ м (графы 20 и 21).

Графы 20-27 необходимы для построения продольного профиля канализационной сети.

Наименьшая глубина заложения начального участка канализационной сети принимается на основании опыта эксплуатации сетей в данном районе с учетом глубины промерзания грунтов. Глубина промерзания для центральной части европейской территории РФ – 1,4 м. Минимальную глубину заложения лотка трубы допускается принимать для труб диаметром до 500 мм на 0,3 м меньше глубины промерзания грунтов. Следовательно, глубина заложения начала трубы на участке 1—2 – равна $1,4 \div 0,3=1,1$ м т.е. отметка начала лотка трубы $83 - 1,1 = 81,9$ м (графа 24), конец лотка трубы будет на величину падения трубы $h = il = 0,005 \cdot 558 = 2,79$ м ниже, т.е. будет находиться на отметке 79,11 (графа 25). Чтобы получить отметки шельги трубы в начале участка (графа 22) следует к отметке 81,9 (графа 24) прибавить диаметр трубы 0,200 м (графа 14), т.е. $81,9+0,2=82,1$ м. Отметка шельги трубы в конце участка (графа 23) будет равна 82,1 (графа 22) минус падение трубы $h=il=2,79$ м (графа 16), т.е. $82,1-2,79=79,31$ м.

Отметка шельги трубы в конце участка 1—2 будет отметкой шельги трубы в начале участка 2—3, а в конце участка 2—3 отметка шельги будет на величину $h=il=0,004 \cdot 572=2,29$ м (графа 16) меньше, т.е. $79,31-2,29=77,02$ м – эта же отметка должна быть начальной отметкой участка 3—4, но учитывая, что заглубление точки 3 – 6,23 м, в точке 3 следует запроектировать насосную станцию перекачки, так как заглубление канализационной сети больше чем на 7—8 метров экономически невыгодно. Насос, установленный в точке 3, будет качать сточную жидкость на отметку 81,9 м, т.е. отметку наименьшей глубины заложения труб с учетом промерзания грунта. Эта отметка служит началом участка 3—4. Отметка начала

шелыги трубы участка 3—4 – 82,2 м. Отметка конца шелыги трубы на этом участке находится как разность отметки начала и падения трубы $h=il=0,004\cdot572=2,29$ м, т.е. $82,2 - 2,29=79,91$ м и т.д.

Аналогично рассчитывается коллектор 7—8—9—6. Однако заглубление канализационной трубы в конце участка 9—6 получилось 6,61 м, это меньше, чем заглубление конца участка 5—6, равное 7,39 м, на 0,78 метра, поэтому в точке 6 устраивается перепадной колодец.

При расчете ответвления 7—6 на участках 8—9 и 9—6 при одинаковых диаметрах $d=0,35$ м глубина потока увеличивается: на участке 7—8 глубина потока $h=0,17$ м, на участке 8—9 – глубина потока $h=0,21$ м, а на участке 9—6 – $h=0,24$ м, так как по длине потока увеличивается расход: на участке 7—8 расход $q_{с.макс}=38,1$ л/с, на участке 8—9 – $q_{с.макс}=49,9$ л/с, а на участке 9—6 $q_{с.макс}=61,1$ л/с, т.е. при переходе с участка 7—8 на участок 8—9 глубина потока увеличилась на 4 см ($0,21-0,17=0,04$ м), а при переходе с участка 8—9 на участок 9—6 глубина увеличилась на 3 см ($0,24 - 0,21 = 0,03$ м). Поэтому при сопряжении труб по шелыге в данном случае в колодцах образуется подпор, при котором поверхность воды в отводящем русле (участок 8—9) будет на 4 см выше поверхности воды в подводящей трубе (участок 7—8), а поверхность воды в отводящем русле (участок 9—6) будет на 3 см выше чем поверхность воды в подводящем русле (участок 8—9), что нежелательно. Поэтому в данном случае сопряжение труб на границах участков 7—8 и 8—9; 8—9 и 9—6 делаем по поверхности воды. Вследствие чего отметку шелыги трубы в начале участка 8—9 принимаем на 4 см ниже отметки шелыги трубы в конце участка 7—8, т.е. вместо отметки 80,25 (сопряжение по шелыге) будет отметка 80,21 м, а конец трубы 8—9 будет иметь отметку 78,49 м вместо 78,53 м при сопряжении по шелыге.

Аналогичные изменения вносятся в отметку лотка трубы и глубину заложения лотка трубы.

Ниже приводятся выдержки из таблицы гидравлического расчета канализационной сети для участков 8—9 и 9—6, где приводятся отметки шелыг (графы 22, 23) и лотков труб (графы 24, 25),

а также глубины заложения лотков труб (графы 26, 27) при сопряжении труб по шельге и по расчетному уровню воды.

Продольный профиль канализационной сети 1—2—3—4—5—6 – ГНС представлен на рис. 12. Данные для построения брались из табл.11.

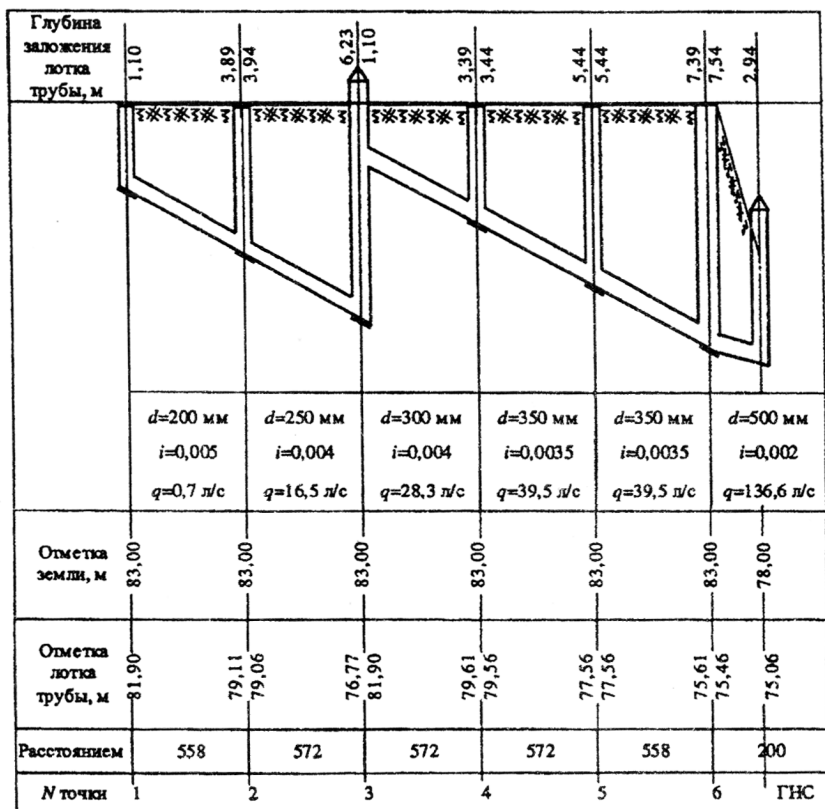


Рис. 12

Таблица 9

Величины	Номер варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Схема (рис.)	4	5	4	7	8	4	5	6	4	8

Таблица 10

Общий коэффициент неравномерности притока сточных вод	Средний расход сточных вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 и более
$K_{общ}$	2,50	2,10	1,90	1,70	1,60	1,55	1,50	1,47	1,44

Таблица 12

Наполнение трубы $\mu\text{л}$		Уклоны в тысячных											
		4		5		6		7		8		9	
		q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с
0,05	0,09	0,16	0,11	0,18	0,12	0,20	0,13	0,21	0,13	0,23	0,14	0,24	0,15
0,10	0,40	0,25	0,45	0,28	0,50	0,30	0,54	0,33	0,57	0,35	0,61	0,37	0,64
0,15	0,95	0,32	1,06	0,36	1,16	0,39	1,26	0,42	1,34	0,45	1,42	0,48	1,50
0,20	1,71	0,38	1,91	0,43	2,09	0,47	2,26	0,50	2,41	0,54	2,56	0,57	2,70
0,25	2,66	0,43	2,98	0,49	3,26	0,53	3,52	0,58	3,76	0,61	4,00	0,65	4,21
0,30	3,81	0,48	4,26	0,54	4,67	0,59	5,05	0,64	5,39	0,68	5,72	0,72	6,03
0,35	5,11	0,52	5,71	0,58	6,26	0,64	6,76	0,69	7,22	0,74	7,67	0,78	8,08
0,40	6,56	0,56	7,34	0,62	8,04	0,69	8,69	0,74	9,28	0,79	9,85	0,84	10,40
0,45	8,11	0,59	9,07	0,66	9,94	0,72	10,70	0,78	11,50	0,84	12,20	0,89	12,80
0,50	9,73	0,62	10,90	0,69	11,90	0,76	12,90	0,82	13,80	0,88	14,60	0,93	15,40
0,55	11,40	0,64	12,70	0,72	14,00	0,79	15,10	0,85	16,10	0,91	17,10	0,97	18,00
0,60	13,10	0,66	14,60	0,74	16,00	0,81	17,30	0,89	18,50	0,94	19,60	1,00	20,70
0,65	14,70	0,68	16,50	0,76	18,00	0,83	19,50	0,90	20,80	0,96	22,10	1,02	23,30
0,70	16,3	0,69	18,20	0,78	20,00	0,85	21,60	0,92	23,00	0,98	24,40	1,04	25,80
0,75	17,70	0,70	19,80	0,79	21,80	0,86	23,50	0,93	25,10	0,99	26,60	1,05	28,10
0,80	19,00	0,71	21,30	0,79	23,30	0,87	25,20	0,93	26,90	1,00	28,60	1,06	30,10
0,85	20,00	0,70	22,40	0,79	24,60	0,86	26,60	0,93	28,40	1,00	30,10	1,06	31,70
0,90	20,70	0,70	23,20	0,78	25,40	0,85	27,50	0,92	29,30	0,99	31,10	1,05	32,80
0,95	20,90	0,68	23,40	0,76	25,60	0,83	27,70	0,90	29,60	0,96	31,40	1,02	33,10
1,00	19,50	0,62	21,80	0,69	23,90	0,76	25,80	0,82	27,50	0,88	29,20	0,93	30,80

Наполнение Трубы h/d		Уклоны в тысячных													
		3		3,5		4		4,5		5		5,5		6	
		q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с
0,05	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,18	0,18	0,18	0,20	0,19	0,21	0,20	0,22	0,21	0,23
0,10	0,64	0,25	0,69	0,27	0,74	0,29	0,79	0,31	0,83	0,32	0,87	0,34	0,91	0,35	0,35
0,15	1,49	0,32	1,60	0,35	1,71	0,37	1,82	0,39	1,92	0,42	2,01	0,44	2,10	0,46	0,46
0,20	2,68	0,38	2,89	0,41	3,09	0,44	3,28	0,47	3,46	0,49	3,63	0,52	3,79	0,51	0,51
0,25	4,19	0,44	4,52	0,47	4,83	0,50	5,13	0,53	5,40	0,56	5,67	0,59	5,92	0,62	0,62
0,30	5,99	0,48	6,48	0,52	6,91	0,56	7,33	0,59	7,73	0,62	8,11	0,65	8,47	0,68	0,68
0,35	8,02	0,52	8,68	0,57	9,25	0,60	9,82	0,64	10,30	0,68	10,90	0,71	11,30	0,74	0,74
0,40	10,30	0,56	11,10	0,61	11,90	0,65	12,60	0,69	13,30	0,73	14,00	0,76	14,60	0,80	0,80
0,45	12,70	0,59	13,80	0,64	14,70	0,69	15,60	0,73	16,40	0,77	17,20	0,81	18,00	0,84	0,84
0,50	15,30	0,62	16,50	0,67	17,60	0,72	18,70	0,76	19,70	0,80	20,70	0,84	21,60	0,88	0,88
0,55	17,90	0,65	19,30	0,70	20,70	0,75	21,90	0,79	23,10	0,84	24,30	0,88	25,30	0,92	0,92
0,60	20,50	0,67	22,20	0,72	23,70	0,77	25,10	0,82	26,50	0,86	27,80	0,90	29,00	0,94	0,94
0,65	23,10	0,69	25,00	0,74	26,70	0,79	28,30	0,84	29,80	0,88	31,30	0,93	32,70	0,97	0,97
0,70	25,60	0,70	27,70	0,75	29,50	0,80	31,30	0,85	33,00	0,90	34,70	0,94	36,20	0,99	0,99
0,75	27,90	0,71	30,20	0,76	32,20	0,81	34,10	0,86	36,00	0,91	37,80	0,96	39,40	1,00	1,00
0,80	29,90	0,71	32,30	0,77	34,50	0,82	36,60	0,87	38,60	0,92	40,50	0,96	42,30	1,00	1,00
0,85	31,50	0,71	34,40	0,77	36,50	0,82	38,60	0,87	40,70	0,92	42,70	0,96	44,60	1,00	1,00
0,90	32,60	0,70	35,20	0,76	37,60	0,81	39,90	0,86	42,00	0,90	44,10	0,95	46,10	0,99	0,99
0,95	32,90	0,68	35,50	0,74	37,90	0,79	40,20	0,84	42,40	0,88	44,50	0,92	46,50	0,96	0,96
1,00	30,60	0,62	33,00	0,67	35,30	0,72	37,40	0,76	39,50	0,80	41,40	0,84	43,20	0,88	0,88

D=300 мм

Наполнение трубы h/d	Уклоны в тысячных													
	2,5		3		3,5		4		4,5		5		5,5	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,05	0,22	0,17	0,24	0,18	0,26	0,20	0,28	0,21	0,30	0,22	0,31	0,23	0,33	0,25
0,10	0,95	0,26	1,04	0,28	1,12	0,30	1,20	0,33	1,27	0,35	1,34	0,36	1,41	0,38
0,15	2,21	0,33	2,42	0,36	2,61	0,39	2,79	0,42	2,96	0,45	3,12	0,47	3,27	0,49
0,20	3,98	0,40	4,36	0,43	4,71	0,47	5,03	0,50	5,34	0,53	5,63	0,56	5,91	0,59
0,25	6,22	0,45	6,82	0,49	7,36	0,53	7,86	0,57	8,35	0,60	8,80	0,64	9,23	0,67
0,30	8,90	0,50	9,75	0,55	10,50	0,59	11,20	0,63	11,90	0,67	12,60	0,70	13,20	0,74
0,35	11,90	0,54	13,10	0,59	14,10	0,64	15,10	0,68	16,00	0,73	16,80	0,76	17,70	0,80
0,40	15,30	0,58	16,80	0,64	18,10	0,69	19,30	0,73	20,50	0,78	21,60	0,82	22,70	0,86
0,45	18,90	0,61	20,70	0,67	22,40	0,73	23,90	0,77	25,40	0,82	26,70	0,87	28,10	0,91
0,50	22,70	0,64	24,90	0,70	26,90	0,76	28,70	0,81	30,50	0,86	32,10	0,91	33,70	0,95
0,55	26,60	0,67	29,10	0,73	31,50	0,79	33,60	0,84	35,70	0,90	37,60	0,94	39,50	0,99
0,60	30,50	0,69	33,40	0,76	36,10	0,82	38,60	0,87	40,90	0,92	43,10	0,97	45,30	1,02
0,65	34,30	0,70	37,60	0,77	40,70	0,84	43,40	0,89	46,10	0,95	48,60	1,00	51,00	1,05
0,70	38,00	0,72	41,70	0,79	45,00	0,85	48,10	0,91	51,00	0,97	53,80	1,02	56,40	1,07
0,75	41,40	0,73	45,40	0,80	49,00	0,86	52,40	0,92	55,60	0,98	58,60	1,03	61,50	1,08
0,80	44,40	0,73	48,60	0,80	52,60	0,87	56,10	0,93	59,60	0,98	62,80	1,04	65,90	1,09
0,85	46,80	0,73	51,30	0,80	55,40	0,87	59,20	0,92	62,80	0,98	66,20	1,03	69,40	1,08
0,90	48,40	0,72	53,00	0,79	57,30	0,86	61,20	0,91	65,00	0,97	68,40	1,02	71,80	1,07
0,95	48,80	0,70	53,50	0,77	57,80	0,83	61,70	0,89	65,50	0,94	69,00	0,99	72,40	1,04
1,00	45,40	0,64	49,80	0,70	53,80	0,76	57,40	0,81	60,90	0,86	64,20	0,91	67,40	0,95

D=350 мм

Уклоны в тысячных

Наполнение
трубы h/d

2		2,5		3		3,5		4		4,5		5	
q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с
0,05	0,30	0,33	0,18	0,36	0,20	0,38	0,22	0,42	0,23	0,44	0,25	0,47	0,26
0,10	1,28	0,26	1,43	0,29	1,57	1,69	0,34	1,81	0,36	1,92	0,38	2,02	0,40
0,15	2,97	0,33	3,33	0,37	3,64	3,94	0,44	4,20	0,46	4,46	0,49	4,70	0,52
0,20	5,36	0,39	5,99	0,44	6,57	7,10	0,52	7,58	0,55	8,05	0,59	8,18	0,62
0,25	8,38	0,45	9,37	0,50	10,30	11,10	0,59	11,80	0,63	12,60	0,67	13,20	0,70
0,30	12,00	0,49	13,40	0,55	14,70	15,90	0,65	16,90	0,70	18,00	0,74	18,90	0,78
0,35	16,10	0,54	18,00	0,60	19,70	21,30	0,71	22,70	0,76	24,10	0,80	25,40	0,85
0,40	20,60	0,57	23,10	0,64	25,30	27,30	0,76	29,20	0,81	31,00	0,86	32,60	0,91
0,45	25,50	0,61	28,50	0,68	31,30	33,80	0,80	36,00	0,86	38,30	0,91	40,30	0,96
0,50	30,60	0,64	34,20	0,71	37,50	40,50	0,84	43,30	0,90	45,90	0,95	48,10	1,01
0,55	35,80	0,66	40,10	0,74	43,90	47,50	0,88	50,70	0,93	53,80	0,99	56,70	1,05
0,60	41,10	0,68	46,00	0,76	50,4	54,40	0,90	58,10	0,96	61,70	1,02	65,00	1,08
0,65	46,30	0,70	51,80	0,78	56,70	61,30	0,93	65,40	0,99	69,50	1,05	73,20	1,11
0,70	51,20	0,71	57,30	0,80	62,80	67,80	0,94	72,40	1,01	76,90	1,07	81,00	1,13
0,75	55,80	0,72	62,40	0,81	68,40	73,90	0,95	78,90	1,02	83,80	1,08	88,30	1,14
0,80	59,80	0,73	66,90	0,81	73,30	79,20	0,96	84,60	1,03	87,80	1,09	94,60	1,15
0,85	63,10	0,72	70,50	0,81	77,30	83,50	0,96	89,20	1,02	94,70	1,09	99,70	1,14
0,90	65,20	0,72	72,90	0,80	79,90	86,40	0,95	92,20	1,01	97,90	1,07	103,10	1,13
0,95	65,80	0,700	73,60	0,78	80,60	87,10	0,92	93,00	0,98	98,70	1,05	104,00	1,10
1,00	61,20	0,64	68,50	0,71	75,00	81,00	0,84	86,50	0,90	91,90	0,95	96,80	1,01

Наполнение трубы h/d		Уклоны в тысячных											
		1,5		1,6		1,8		2		2,5		3	
		q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с
0,05	0,36	0,15	0,16	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56
0,10	1,58	0,24	0,25	1,63	1,73	1,82	1,92	2,02	2,12	2,22	2,32	2,42	2,52
0,15	3,68	0,31	0,32	3,80	4,03	4,25	4,47	4,69	4,91	5,13	5,35	5,57	5,79
0,20	6,63	0,37	0,38	6,85	7,26	7,67	8,08	8,49	8,90	9,31	9,72	10,13	10,54
0,25	10,30	0,42	0,44	10,70	11,30	11,90	12,50	13,10	13,70	14,30	14,90	15,50	16,10
0,30	14,80	0,47	0,48	15,30	16,20	17,10	18,00	18,90	19,80	20,70	21,60	22,50	23,40
0,35	19,80	0,51	0,52	20,50	21,70	22,90	24,10	25,30	26,50	27,70	28,90	30,10	31,30
0,40	25,50	0,54	0,56	26,30	27,90	29,40	30,90	32,40	33,90	35,40	36,90	38,40	39,90
0,45	31,50	0,57	0,59	32,60	34,50	36,40	38,30	40,20	42,10	44,00	45,90	47,80	49,70
0,50	37,80	0,60	0,62	39,10	41,40	43,70	46,00	48,30	50,60	52,90	55,20	57,50	59,80
0,55	44,30	0,63	0,65	45,80	48,50	51,20	53,90	56,60	59,30	62,00	64,70	67,40	70,10
0,60	50,80	0,65	0,67	52,50	55,60	58,70	61,80	64,90	68,00	71,10	74,20	77,30	80,40
0,65	57,20	0,66	0,68	59,10	62,70	66,10	69,50	72,90	76,30	79,70	83,10	86,50	89,90
0,70	63,30	0,67	0,70	65,40	69,30	73,10	76,90	80,70	84,50	88,30	92,10	95,90	99,70
0,75	69,00	0,68	0,71	71,30	75,60	79,70	83,90	88,10	92,30	96,50	100,70	104,90	109,10
0,80	73,90	0,69	0,71	76,40	81,00	85,40	89,90	94,30	98,70	103,10	107,50	111,90	116,30
0,85	77,90	0,68	0,71	80,50	85,40	90,00	94,60	99,20	103,80	108,40	113,00	117,60	122,20
0,90	80,60	0,68	0,70	83,30	88,30	93,10	97,90	102,70	107,50	112,30	117,10	121,90	126,70
0,95	81,30	0,66	0,68	84,00	89,00	93,90	98,80	103,70	108,60	113,50	118,40	123,30	128,20
1,00	75,60	0,60	0,62	78,20	82,80	87,30	91,80	96,30	100,80	105,30	109,80	114,30	118,80

Продолжение табл. 12

Наполнение трубы h		Уклоны в тысячных											
		1,4		1,5		1,6		1,8		2		2,5	
		q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с
0,05	0,48	0,16	0,50	0,17	0,52	0,17	0,55	0,18	0,58	0,19	0,65	0,22	0,71
0,10	2,09	0,25	2,17	0,26	2,24	0,27	2,37	0,29	2,50	0,30	2,80	0,34	3,07
0,15	4,87	0,33	5,04	0,34	5,21	0,35	5,52	0,37	5,82	0,39	6,51	0,44	7,13
0,20	8,78	0,39	9,08	0,40	9,39	0,41	9,95	0,44	10,50	0,46	11,70	0,52	12,90
0,25	13,70	0,44	14,20	0,46	14,70	0,47	15,60	0,50	16,40	0,53	18,30	0,59	20,10
0,30	19,60	0,49	20,30	0,51	21,00	0,52	22,20	0,56	23,40	0,59	26,20	0,65	28,70
0,35	26,30	0,53	27,20	0,55	28,10	0,57	29,80	0,60	31,40	0,63	35,20	0,71	38,50
0,40	33,80	0,57	34,90	0,59	36,10	0,61	38,30	0,64	40,40	0,68	45,20	0,76	49,50
0,45	41,70	0,60	43,20	0,62	44,70	0,64	47,30	0,68	49,90	0,72	55,80	0,80	61,20
0,50	50,10	0,63	51,80	0,65	53,60	0,67	56,80	0,71	59,90	0,75	67,00	0,84	73,40
0,55	58,70	0,66	60,70	0,68	62,80	0,70	66,50	0,74	70,20	0,78	78,50	0,88	86,00
0,60	68,30	0,68	69,70	0,70	72,00	0,72	76,30	0,77	80,50	0,81	90,00	0,90	98,60
0,65	75,80	0,69	78,40	0,72	81,10	0,74	85,90	0,79	90,60	0,83	101,30	0,93	111,10
0,70	83,90	0,71	86,80	0,73	89,70	0,75	95,10	0,80	100,30	0,84	112,20	0,94	122,90
0,75	91,40	0,71	94,60	0,74	97,80	0,76	103,60	0,81	109,20	0,85	122,20	0,96	133,90
0,80	97,90	0,72	101,40	0,74	104,80	0,77	111,00	0,81	117,10	0,86	130,90	0,96	143,50
0,85	103,30	0,72	106,90	0,74	110,40	0,77	117,10	0,81	123,40	0,86	138,60	0,96	151,30
0,90	106,80	0,71	110,50	0,73	114,20	0,76	121,10	0,80	127,70	0,85	142,80	0,95	156,50
0,95	107,70	0,68	111,40	0,71	115,20	0,74	122,10	0,78	128,70	0,82	144,00	0,92	157,80
1,00	0,20	0,63	103,70	0,65	107,20	0,67	113,60	0,71	119,80	0,75	134,00	0,84	146,80

Наполнение трубы h/d		Уклоны в тысячных											
		1.2		1.3		1.4		1.5		1.6		1.7	
		q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,05	0,59	0,16	0,17	0,61	0,17	0,64	0,17	0,66	0,18	0,68	0,19	0,70	0,19
0,10	2,56	0,25	0,26	2,68	0,27	2,77	0,27	2,87	0,28	2,96	0,29	3,05	0,30
0,15	5,96	0,32	0,34	6,22	0,35	6,44	0,35	6,67	0,36	6,89	0,37	7,10	0,38
0,20	10,70	0,38	0,40	11,20	0,42	11,60	0,42	12,00	0,43	12,40	0,44	12,80	0,46
0,25	16,80	0,44	0,46	17,50	0,47	18,20	0,47	18,80	0,49	19,40	0,51	20,00	0,52
0,30	24,00	0,46	0,51	25,10	0,52	26,00	0,52	26,90	0,54	27,80	0,56	28,60	0,58
0,35	32,20	0,53	0,55	33,60	0,57	34,80	0,57	36,00	0,59	37,20	0,61	38,30	0,63
0,40	41,30	0,56	0,59	43,10	0,61	44,70	0,61	46,20	0,63	47,80	0,65	49,20	0,67
0,45	51,10	0,60	0,62	53,30	0,64	55,20	0,64	57,20	0,67	59,10	0,69	60,90	0,71
0,50	61,30	0,62	0,65	64,00	0,68	66,3	0,68	68,60	0,70	70,90	0,72	73,00	0,74
0,55	71,90	0,65	0,68	75,00	0,70	77,70	0,70	80,40	0,73	83,10	0,75	85,60	0,77
0,60	82,40	0,67	0,70	86,00	0,72	89,10	0,72	92,20	0,75	95,30	0,77	98,10	0,80
0,65	92,80	0,69	0,72	96,80	0,74	100,30	0,74	103,80	0,77	107,30	0,79	110,50	0,82
0,70	102,70	0,70	0,73	107,20	0,76	111,00	0,76	114,90	0,78	118,70	0,81	122,30	0,83
0,75	111,90	0,71	0,74	116,70	0,77	120,90	0,77	125,20	0,79	129,40	0,82	133,20	0,84
0,80	119,90	0,71	0,74	125,10	0,77	129,60	0,77	134,10	0,80	138,60	0,82	142,80	0,85
0,85	126,40	0,71	0,74	131,90	0,77	136,70	0,77	141,40	0,79	146,20	0,82	150,50	0,85
0,90	130,80	0,70	0,73	136,40	0,76	141,30	0,76	146,20	0,79	151,20	0,81	155,70	0,84
0,95	134,30	0,68	0,71	140,20	0,74	145,20	0,74	150,30	0,77	155,30	0,79	160,00	0,81
1,00	122,70	0,62	0,65	128,00	0,68	132,60	0,68	137,20	0,70	141,80	0,72	146,10	0,74
												150,30	0,77

Продолжение табл. 12

Наполнение трубы h/d		Уклоны в тысячных											
		1,9		2		2,5		3		3,5		4	
		q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,05	0,74	0,20	0,76	0,21	0,85	0,23	0,93	0,25	1,01	0,28	1,07	0,29	1,14
0,10	3,23	0,32	3,31	0,32	3,71	0,36	4,06	0,40	4,39	0,43	4,68	0,46	4,97
0,15	7,51	0,41	7,70	0,42	8,62	0,47	9,44	0,51	10,20	0,55	10,90	0,59	11,60
0,20	13,50	0,48	13,90	0,50	15,50	0,56	17,00	0,61	18,40	0,66	19,60	0,70	20,80
0,25	21,20	0,55	21,70	0,57	24,30	0,63	26,60	0,69	28,70	0,75	30,70	0,80	32,60
0,30	30,30	0,61	31,00	0,63	34,70	0,70	38,00	0,77	41,10	0,83	43,90	0,89	46,60
0,35	40,60	0,66	41,60	0,68	46,50	0,76	51,00	0,83	55,10	0,90	58,80	0,96	62,40
0,40	52,10	0,71	53,40	0,73	59,70	0,81	65,50	0,89	70,70	0,96	75,50	1,03	80,20
0,45	64,40	0,75	66,00	0,77	73,90	0,86	81,00	0,94	87,50	1,02	93,40	1,09	99,10
0,50	77,30	0,79	79,30	0,81	88,70	0,90	97,20	0,99	105,00	1,07	112,10	1,14	119,00
0,55	90,60	0,82	92,80	0,84	103,80	0,94	113,80	1,03	123,00	1,11	131,30	1,19	139,40
0,60	103,80	0,84	106,50	0,87	119,10	0,97	130,50	1,06	141,00	1,15	150,50	1,22	159,80
0,65	116,90	0,87	119,90	0,89	134,10	0,99	147,00	1,09	164,70	1,18	169,50	1,25	180,00
0,70	129,40	0,88	132,70	0,90	148,40	1,01	162,70	1,11	175,70	1,20	187,60	1,28	199,20
0,75	141,00	0,89	144,60	0,92	161,70	1,02	177,20	1,12	191,40	1,21	204,40	1,29	217,00
0,80	151,10	0,90	154,90	0,92	173,60	1,03	189,90	1,13	205,20	1,22	219,00	1,30	232,50
0,85	159,30	0,90	163,30	0,92	182,70	1,03	200,20	1,13	216,30	1,22	230,90	1,30	245,20
0,90	164,80	0,89	168,90	0,91	189,00	1,02	207,10	1,11	223,70	1,20	238,80	1,28	253,60
0,95	169,30	0,86	173,60	0,88	194,10	0,99	212,80	1,08	229,90	1,17	245,40	1,25	260,50
1,00	154,60	0,79	158,50	0,81	177,30	0,90	194,30	0,99	209,90	1,07	224,10	1,14	237,90

Наполнение трубы h/d		Уклоны в тысячных											
		1,2		1,3		1,4		1,5		1,6		1,7	
		q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с
0,05	0,76	0,17	0,79	0,79	0,18	0,82	0,19	0,85	0,19	0,88	0,20	0,90	0,20
0,10	3,30	0,27	3,45	0,28	0,28	3,57	0,29	3,70	0,30	3,82	0,31	3,93	0,32
0,15	7,69	0,34	8,02	0,36	0,36	8,31	0,37	8,60	0,38	8,89	0,40	9,15	0,41
0,20	13,80	0,41	14,40	0,43	0,43	15,00	0,44	15,50	0,46	16,00	0,47	16,50	0,49
0,25	21,60	0,47	22,60	0,49	0,49	23,40	0,50	24,20	0,52	25,00	0,54	25,80	0,56
0,30	31,00	0,52	32,30	0,54	0,54	33,60	0,56	34,60	0,58	35,80	0,60	36,90	0,62
0,35	41,50	0,56	43,30	0,58	0,58	44,90	0,61	46,40	0,63	48,00	0,65	49,40	0,67
0,40	53,30	0,60	55,60	0,63	0,63	57,60	0,65	59,60	0,67	61,60	0,69	63,50	0,72
0,45	65,90	0,64	68,70	0,66	0,66	71,20	0,69	73,70	0,71	76,20	0,73	78,50	0,76
0,50	79,10	0,67	82,50	0,69	0,69	85,50	0,72	88,40	0,74	91,40	0,77	94,20	0,79
0,55	92,60	0,69	96,60	0,72	0,72	100,10	0,75	103,60	0,77	107,10	0,80	110,30	0,82
0,60	106,20	0,71	110,80	0,74	0,74	114,80	0,77	118,80	0,80	122,80	0,83	126,50	0,85
0,65	119,60	0,73	124,80	0,76	0,76	129,30	0,79	133,80	0,82	138,30	0,85	142,40	0,87
0,70	132,40	0,75	138,10	0,78	0,78	143,10	0,81	148,10	0,83	153,10	0,86	157,60	0,89
0,75	144,20	0,75	150,50	0,79	0,79	155,90	0,82	161,30	0,84	166,70	0,87	171,70	0,90
0,80	154,60	0,76	161,30	0,79	0,79	167,10	0,82	172,90	0,85	178,70	0,88	184,00	0,90
0,85	163,00	0,76	170,00	0,79	0,79	176,10	0,82	182,30	0,85	188,40	0,88	194,00	0,90
0,90	168,50	0,75	175,80	0,78	0,78	182,20	0,81	188,50	0,84	194,80	0,87	200,70	0,89
0,95	169,90	0,73	177,30	0,76	0,76	183,70	0,79	190,10	0,82	196,50	0,84	202,40	0,87
1,00	158,20	0,67	165,00	0,69	0,69	171,00	0,72	176,90	0,74	182,80	0,77	188,30	0,79

Продолжение табл. 12

D=550 мм

Уклоны в тысячных														
Наименование трубы h/d	1,9		2		2,5		3		3,5		4		4,5	
	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с	q, л/с	V, м/с
0,05	0,95	0,22	0,98	0,22	1,10	0,25	1,20	0,27	1,30	0,29	1,38	0,31	1,47	0,33
0,10	4,16	0,34	4,27	0,35	4,78	0,39	5,23	0,42	5,65	0,46	6,04	0,49	6,41	0,52
0,15	9,69	0,43	9,93	0,44	11,10	0,50	12,20	0,54	13,10	0,59	14,00	0,63	14,90	0,67
0,20	17,50	0,52	17,90	0,53	20,00	0,59	21,90	0,65	23,70	0,70	25,30	0,75	26,90	0,79
0,25	27,30	0,59	28,00	0,60	31,30	0,67	34,30	0,74	37,00	0,80	39,50	0,85	42,00	0,90
0,30	39,00	0,65	40,00	0,67	44,70	0,75	49,00	0,82	53,00	0,88	56,60	0,94	60,00	1,00
0,35	52,30	0,71	53,60	0,72	60,00	0,81	65,70	0,89	71,00	0,96	75,80	1,02	80,50	1,00
0,40	67,20	0,76	68,90	0,78	77,00	0,87	84,40	0,95	91,20	1,03	97,30	1,10	103,40	1,16
0,45	83,00	0,80	85,10	0,82	95,20	0,92	104,40	1,01	112,70	1,09	120,30	1,16	127,90	1,23
0,50	99,60	0,84	102,20	0,86	114,30	0,96	125,20	1,05	135,30	1,14	144,40	1,22	153,40	1,29
0,55	116,70	0,87	119,70	0,89	133,90	1,00	146,70	1,10	158,50	1,18	169,20	1,26	179,60	1,34
0,60	133,90	0,90	137,20	0,92	153,50	1,03	168,20	1,13	181,80	1,22	194,00	1,30	206,00	1,38
0,65	150,70	0,92	154,50	0,95	172,80	1,06	189,40	1,16	204,60	1,25	218,50	1,34	232,00	1,42
0,70	166,80	0,94	171,00	0,96	191,30	1,07	209,70	1,18	226,50	1,28	241,80	1,36	256,70	1,45
0,75	181,80	0,95	186,30	0,97	208,40	1,09	228,40	1,20	246,80	1,29	263,50	1,38	279,70	1,46
0,80	194,80	0,96	199,70	0,98	223,40	1,10	244,80	1,20	264,50	1,30	282,50	1,39	299,70	1,47
0,85	205,40	0,95	210,50	0,98	235,50	1,09	258,10	1,20	278,30	1,30	297,30	1,38	316,00	1,47
0,90	212,40	0,94	217,70	0,97	243,60	1,08	266,90	1,19	288,40	1,28	307,90	1,37	326,90	1,45
0,95	214,10	0,92	219,50	0,94	245,60	1,05	269,20	1,15	290,80	1,25	310,40	1,33	329,60	1,41
1,00	199,30	0,84	204,30	0,86	228,50	0,96	250,50	1,05	270,60	1,14	288,90	1,22	306,70	1,29

$D=550$ мм

$D=600\text{ mm}$

Технические характеристики основных центробежных насосов, применяемых в системах водоснабжения в канализация

Марка насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Мощность электродвигателя, кВт	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Допустимая высота всасывания, м	Диаметр рабочего колеса, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
Водопроводные насосы							
1, 5К-8/19	6-14	20,3-14	1,5	2900	44-53	6	128
2К-20/30	10-30	35-24	4,0	2900	50-63	6	162
3К-45/30	25-45	24,2-17,5	5,5	2900	62-72	6	143
4К-90/20	50-100	25,7-18,9	7,5	2900	76-77	6	142
6К-8	112-198	36,5-28	30	1450	70-75	6,5-5,5	328
8К-12	194-300	27-20	30	1460	80	6,5-4,5	290
8К-18	220-330	20,4-16	22	1450	80	6,2-5	268
Д200-36	200	36	22	1460	72	3	350
Д200-95	200	95	75	2950	70	8,5	280
Д320-50	320	50	75	1450	76	4,5	405
Д320-70	320	70	100	2950	78	8,5	242
Д500-36	500	36	110	980	80	5	525
Д500-65	500	65	125	1450	76	4	465
Д630-90	630	90	250	1480	80	6,5	525
Д800-28	800	28	110	985	86	4,5	460

1	2	3	4	5	6	7	8
Д800-57	800	57	180	1450	86	5	460
Д1000-40	1000	40	160	985	87	5	540
Д1250-14	1250	14	75	735	75	6-5	410
Д1250-65	1250	65	320	1480	86	7	460
Д1250-125	1250	125	630	1485	76	5,5-1,4	624
Д1600-90	1600	90	500	1480	72	5	—
Д2000-21	2000	21	160	985	80	6-5	460
Д2000-34	2000	34	250	735	87	4,8	700
Д2000-100	2000	100	800	985	75	4,2	855
Д3200-55	3200	55	630	750	88	4,4	860
600В-1/100А	5500	90	1800	750	88	4	1100
800В-2,5/40	9400	40	1600	600	87	—	—
1000В-4/63А	12300	60	3200	500	88	4	1450
ЭЦВ4-1,6-30	1,6	30	0,4	2820	40	—	95
ЭЦВ4-1,6-130	1,6	130	1,6	2840	40	—	95
ЭЦВ4-2,5-65	2,5	65	1	2840	47	—	95
ЭЦВ6-4-90	4	90	2,8	2850	60	—	145
ЭЦВ6-4-130	4	130	2,8	2850	60	—	145
1ЭЦВ6-6,3-125	6,3	125	4,5	2850	67	—	145
ЭЦВ6-10-110	10	110	5,5	2850	65	—	145
ЭЦВ8-16-110	16	110	8	2850	65	—	186
1ЭЦВ8-25-100	25	100	11	2850	65	—	186

1	2	3	4	5	6	7	8
ЭЦВ8-40-90	40	90	16	2850	65	—	186
АТН8-1-16	30	55	13	1450	60	—	188
АТН10-1-11	70	80	40	1460	65	—	238
Канализационные насосы							
ФГ14,5/10	8,1-19	22-8,9	1,5	1450	54	8,6	185
ФГ16/27	9-21	30-25	4,0	2900	49	7,6	150
ФГ22/40	15-38	44-36	10	2900	54	6,4	185
ФГ51/58	28-70	65-54	22	2900	58	4,8	220
ФГ57,7/9,5	31-86	12-8	4,0	1450	61	8,8	192
ФГ81/31	42-112	34-28	18,5	1450	63	6,7	314
ФГ81/18	43-112	22-16	11	1450	62	8,4	245
ФГ115/38	43-115	48-38	30	2900	61	1	192
ФГ144/46	79-162	50-44	37	1450	64	5,8	385
ФГ216/24	117-331	31-19	37	1450	63	7,7	300
ФГ450/22,5	238-684	28-18	75	960	65	7,5	435
ФГ800/3,3	421-1026	42-29	160	960	66	6	630
ФБ81/18	43-112	22-16	10	1440	63	6,7	245
ФБ144/46	72-146	41-36	30	1450	64	5,8	355
ФБ2700/26,5	1800	33	320	750	73	5,2	645

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

*Рабочая программа и задание
на контрольные работы №1,2
с методическими указаниями*

Компьютерная верстка Д. В. Жарикова

Допечатка

ЛР № 020307 от 28.11.1991

Тип. зак. <i>837</i>	Изд. зак. 362	Тираж <i>100</i>
Подписано в печать <i>2.11.91</i>	Офсет.	
Печ. л. 5,75	Уч.-изд. л. 5,75	Формат 60x90 ¹ / ₁₆

Издательский центр РГОТУПСа,
125808, Москва, ГСП-47, Часовая ул., 22/2
Типография РГОТУПСа, 107078, Москва, Басманный пер., 6

Таблица 1

Номер участка	Номер площадей собственного стока	Номер притока	Средний расход с кварталов $q_{с.ср.}$, л/с			$K_{общ}$	Максимальные расчетные расходы $q_{с.макс.}$, л/с					Длина участка – l , м	Диаметр трубы – d , м	Уклон дна трубы – i	Падение трубы $h_f=il$, м	Скорость V , м/с	Глубина потока в трубе h , м	Наполнение трубы h/d	Отметки, м						Глубина заложения лотка тру- бы на уча- стке	
			Собственные стоки	Притоки	Суммарный		$q_{макс} = K_{общ} \cdot q_{с.ср.}^{кв}$ – с квартала	Сосредоточенные			Общий суммарный								Поверх- ности земли на участке		Щельги трубы на участке		Лотка трубы на участке			
								Собственный	Притоки	Суммарный									В начале	В конце	В начале	В конце	В начале	В конце		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1—2	–	–	–	–	–	–	–	0,7	–	0,7	0,7	558	0,20	0,005	2,79	–	–	–	83	83	82,10	79,31	81,90	79,11	1,10	3,89
2—3	1	1—2	6,8	–	6,8	2,32	15,8	–	0,7	0,7	16,5	572	0,25	0,004	2,29	0,71	0,12	0,48	83	83	79,31	77,02	79,06	76,77	3,94	6,23
3—4	2	2—3	6,8	6,8	13,6	2,03	27,6	–	0,7	0,7	28,3	572	0,30	0,004	2,29	0,80	0,15	0,49	83	83	82,20	79,91	81,90	79,61	1,10	3,39
4—5	3	3—4	6,8	13,6	20,4	1,90	38,8	–	0,7	0,7	39,5	572	0,35	0,0035	2,00	0,83	0,17	0,49	83	83	79,91	81,90	79,56	77,56	3,44	5,44
5—6	–	4—5	–	20,4	20,4	1,90	38,8	–	0,7	0,7	39,5	558	0,35	0,0035	1,95	0,83	0,17	0,49	83	83	77,91	79,56	77,56	75,61	5,44	7,39
7—8	4	–	6,8	–	6,8	2,32	15,8	22,3	–	22,3	38,1	572	0,35	0,0035	2,00	0,83	0,17	0,48	83	83	82,25	80,25	81,90	79,90	1,10	3,10
8—9	5	7—8	6,8	6,8	13,6	2,03	27,6	–	22,3	22,3	49,9	572	0,35	0,0030	1,72	0,84	0,21	0,60	83	83	80,21	78,49	79,86	78,14	3,14	4,86
9—6	6	8—9	6,8	13,6	20,4	1,90	38,8	–	22,3	22,3	61,1	572	0,35	0,0030	1,72	0,87	0,24	0,69	83	83	78,46	76,74	78,11	76,39	4,89	6,61
6 – ГНС	–	5—6 6—9	–	40,8	40,8	1,76	71,8	41,8	23,0	64,8	136,6	200	0,50	0,0020	0,40	0,91	0,36	0,72	83	78	75,96	75,56	75,46	75,06	7,54	2,94
8—9	Сопряжение по щельге без учета подпора																		83	83	80,25	78,53	79,90	78,18	3,10	4,82
	Сопряжение по уровню воды																		83	83	80,21	78,49	79,86	78,14	3,14	4,86
9—6	Сопряжение по щельге без учета подпора																		83	83	78,53	76,81	78,18	76,46	4,82	6,54
	Сопряжение по уровню воды																		83	83	78,46	76,74	78,11	76,39	4,89	6,61

469-200.

Таблица 8

Номер участка	$l, \text{м}$	$d, \text{мм}$	Предварительное распределение расходов			1 ^{ое} исправление					2 ^{ое} исправление				
			$q, \text{л/с}$	i	$h=il, \text{м}$	$h/q, \text{с/м}^2$	$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{q_i}}, \text{л/с}$	$q_1 = q \pm \Delta q, \text{л/с}$	i_1	$h_1=i_1 l, \text{м}$	$h_1/q_1, \text{с/м}^2$	$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{q_i}}, \text{л/с}$	$q_2 = q_1 \pm \Delta q, \text{л/с}$	i_2	$h_2=i_2 l, \text{м}$
3—4															
4—5															
3—6															
6—5															

$$\Delta h = \Sigma$$

$$\Delta h = \Sigma$$

$$\Delta h =$$

463-200.

Гидравлический расчет сети

Номер участка	Длина участка $l, \text{м}$	Диаметр $d, \text{мм}$	Предварительное распределение расходов			1 ^{ое} исправление					2 ^{ое} исправление				
						$h/q, \text{с/м}^2$	$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \sum_{n=1}^n \frac{h_n}{q_n}}, \text{л/с}$	$q_1 = q \pm \Delta q, \text{л/с}$	i_1	$h_1 = i_1 l, \text{м}$	$h_1/q_1, \text{с/м}^2$	$\Delta q = \frac{\Delta h}{2 \sum_{n=1}^n \frac{h_n}{q_n}}, \text{л/с}$	$q_2 = q_1 \pm \Delta q, \text{л/с}$	i_2	$h_2 = i_2 l, \text{м}$
			Расход $q, \text{л/с}$	Гидравлический уклон i	Потери Напора $h = i l, \text{м}$										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3—4	1716	300	94,10	0,0075	+12,87	136,77	-2,08	92,02	0,00716	+12,29					
4—5	1116	200	30,92	0,00697	+7,78	251,62	-2,08	28,84	0,0061	+6,81					
3—6	1116	350	109,41	0,00471	-5,26	48,08	+2,08	111,49	0,00472	-5,273					
6—5	1716	200	30,92	0,00697	-11,96	386,80	+2,08	33,00	0,00783	-13,44					

$$\Sigma +20,65 \text{ м} \quad \sum \frac{h}{q} = 823,27 \quad \Sigma +19,10 \text{ м}$$

$$\Sigma -17,22 \text{ м} \quad 2 \sum \frac{h}{q} = 1646,54 \quad \Sigma -18,71$$

$$\Delta h = +3,43 \text{ м} > \Delta h_{\text{доп}} = 0,5 \text{ м} > \Delta h = -0,39 \text{ м} > \Delta h_{\text{доп}} = 0,5 \text{ м}$$