

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

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

Кафедра водоснабжения
и водоотведения

ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ ГОРОДА

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

Составители
О. В. Сидоренко,
кандидат технических наук, доцент
Е. С. Глущенко,
ассистент

Тюмень
ТИУ
2021

Водопроводная сеть города: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Водопроводная сеть» для обучающихся направления подготовки 08.03.01 «Строительство» профиль «Водоснабжение и водоотведение» всех форм обучения / сост. О. В. Сидоренко, Е. С. Глущенко; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ, 2021. – 29 с. – Текст: непосредственный.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры «Водоснабжение и водоотведение» «26» февраля 2021 года, протокол № 9

Аннотация

Методические указания предназначены для выполнения курсового проекта по дисциплине «Водопроводная сеть» для обучающихся всех форм обучения направления 08.03.01 Строительство, профиль Водоснабжение и водоотведение.

Методические указания содержат требования к выполнению курсового проекта по дисциплине «Водопроводная сеть», теоретическую информацию и краткие указания, необходимые для определения расчетных расходов населенного пункта, а также выполнения гидравлического расчета сетей наружного водоснабжения населенного пункта.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ, ОБЪЕМУ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	5
1.1 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	5
1.2 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	6
1.3 ОФОРМЛЕНИЕ РИСУНКОВ И ТАБЛИЦ	7
1.4 ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТОВ	8
1.5 ОФОРМЛЕНИЕ ССЫЛОК И СПИСКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	9
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ.....	9
3 ТАБЛИЦА СУММАРНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ	10
4 ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ СУММАРНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ПОДАЧИ ВОДЫ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ 2-ГО ПОДЪЕМА	10
5 ВЫБОР РАСЧЕТНЫХ СЛУЧАЕВ РАБОТЫ СЕТИ	11
6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА РЕГУЛИРУЮЩИХ ЕМКОСТЕЙ.....	11
6.1 ВОДОНАПОРНАЯ БАШНЯ	11
6.2 РЕЗЕРВУАРЫ ЧИСТОЙ ВОДЫ	12
7 ТРАССИРОВКА ВОДОВОДНОЙ СЕТИ ГОРОДА	13
8 ПОДГОТОВКА СЕТИ К ГИДРАВЛИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ	13
8.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТЕВЫХ РАСХОДОВ.....	14
8.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЗЛОВЫХ РАСХОДОВ.....	15
8.3 ПЕРВОНАЧАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЫ В СЕТИ. ПОДБОР ДИАМЕТРОВ.....	15
9 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СЕТЕЙ	16
9.1 УВЯЗКА СЕТИ МЕТОДОМ В.Г. ЛОБАЧЕВА	17
9.2 УВЯЗКА СЕТИ МЕТОДОМ М.М. АНДРИЯШЕВА	17
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОБОДНЫХ НАПОРОВ В УЗЛОВЫХ ТОЧКАХ СЕТИ.....	18
11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ВОДОНАПОРНОЙ БАШНИ.....	19
12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ НАПОРА В ВОДОВОДАХ	20
13 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПОРА НАСОСОВ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ	20
2-ГО ПОДЪЕМА	20
13.1 ВОДОНАПОРНАЯ БАШНЯ В НАЧАЛЕ СЕТИ	20
13.2 СЕТЬ С КОНТРЕЗЕРВУАРОМ.....	21
13.3 НАПОР НАСОСОВ ПРИ ПОЖАРЕ.....	21
14 ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ	22
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	24
ПРИЛОЖЕНИЕ А	25
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ В	27
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	28

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей при выполнении данного курсового проекта является усвоение общей методики проектирования наружных кольцевых водопроводных сетей. При выполнении курсового проекта обучающийся должен научиться рассчитывать и распределять по часам суток основные расчетные расходы населенного пункта и различных объектов, определять расчетные расходы участков сети, производить гидравлические расчеты трубопроводов, а также увязывать кольцевые сети различными методами, находить объемы запасно-регулирующих емкостей и определять свободные и пьезометрические напоры в узловых точках сети.

В рамках выполнения курсового проекта обучающийся должен освоить следующие компетенции: ПКС-3 (способность выполнять работы по проектированию систем водоснабжения и водоотведения), ПКС-4 (способность выполнять обоснование проектных решений систем водоснабжения и водоотведения, ПКС-6 (способность организовывать работы по техническому обслуживанию, ремонту, реконструкции и техническому перевооружению систем водоснабжения и водоотведения).

1 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ, ОБЪЕМУ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1 Структура и содержание курсового проекта

Курсовой проект состоит из графической части и расчётно-пояснительной записки, примерный объём которой составляет 25–30 страниц.

Рекомендуется следующий порядок написания расчётно-пояснительной записки:

- 1 Введение.
- 2 Определение расчетных расходов в городе (среднего, максимального и минимального суточных, максимального и минимального часовых), на объектах коммунально-бытового и общественного назначения, на промышленном предприятии (производственного, хозяйственно-питьевого и душевого), расходы воды на пожаротушение.
- 3 Определение суммарных часовых расходов воды.
- 4 Построение графиков суммарного водопотребления и подачи воды насосной станцией 2-го подъема.
- 5 Определение объемов водонапорной башни и резервуаров чистой воды и их размеров.
- 6 Трассировка сети, выбор места расположения насосной станции и водонапорной башни.
- 7 Выбор расчетных случаев работы сети.
- 8 Определение удельных, путевых и узловых расходов для всех расчетных случаев.
- 9 Подготовка сети к гидравлическому расчету (предварительное распределение расходов, выбор материала труб и подбор диаметров линий).
- 10 Увязка сети методами В.Г. Лобачева и М.М. Андрияшева.
- 11 Определение высоты водонапорной башни и напора насосов для всех расчетных случаев.
- 12 Определение свободных напоров в узловых точках сети.
- 13 Выбор марки и числа насосов при нормальной работе и при пожаротушении.

Графическая часть проекта выполняется на чертежных листах формата А1 и включает:

- генеральный план города с горизонталями, магистральными водопроводными линиями, водоводами (указать длину и диаметр), водонапорной башней, насосными станциями, резервуарами чистой воды, водозаборными и очистными сооружениями в масштабе 1:5000, 1:10000;
- продольный профиль по контуру сети от точки подвода воды от насосной станции второго подъема воды (НС-2) до диктующей (рекомен-

дуются водонапорную башню включать в этот контур) с указанием расположения пьезометрических линий для всех расчетных случаев (масштаб горизонтальный 1:5000, 1:10000, вертикальный 1:100, 1:200);

- детализировку магистральной сети с указанием пожарных гидрантов, мокрых колодцев, упоров, задвижек и фасонных частей;
- спецификацию материалов по ГОСТу.

Магистральную сеть города и водоводы рекомендуется показывать синим цветом, горизонтали – коричневым. Пьезометрические линии для всех расчетных случаев показываются на одном профиле, при этом каждая линия своим цветом: для часа максимального водопотребления – синим, для часа максимального транзита – зеленым, при пожаре – красным.

1.2 Общие требования к оформлению пояснительной записки

Пояснительная записка (ПЗ) курсового проекта выполняется на стандартных листах бумаги формата А4 (210 х 297 мм) с использованием текстового редактора Microsoft Word для Windows. Текст ПЗ печатается на одной стороне листа стандартным шрифтом – Times New Roman, размер – 14, через полтора интервала.

Пояснительная записка должна быть оформлена согласно единой системе конструкторской документации (ЕСКД) ГОСТ 2.105-95 (Общие требования к текстовым документам), ГОСТ 2.106-96 (Текстовые документы) и ГОСТ 2.104-2006 (Основные надписи). Текст следует печатать с соблюдением следующих размеров полей: правое – 10 мм; верхнее – 15 мм; левое – 25 мм; нижнее для первой страницы структурных элементов ПЗ – 55 мм, для последующих страниц – 25 мм.

Иллюстративный материал (графики, рисунки, чертежи) выполняются в Excel, графических пакетах (AutoCAD, и др.) с последующей вставкой в документ Word.

Структурный элемент ПЗ «СОДЕРЖАНИЕ» размещается после титульного листа и задания на выполнение курсовой работы.

«СОДЕРЖАНИЕ» включает: введение, наименование разделов (глав), подразделов (параграфов), пунктов (если они имеют наименование) основной части, заключение, библиографический список, наименование приложений с указанием номеров страниц.

Текст ПЗ делят на главы, которым присваивают порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами, шрифт – полужирный, например,

1 ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД

Главы имеют многоуровневую нумерацию, согласно которой первая цифра указывает номер главы, а вторая цифра – порядковый номер подраздела данной главы, шрифт – полужирный (например:

1.1 Определение расчетных расходов воды).

Названия глав должны быть краткими, их записывают в виде заголовка, в центре строки прописными буквами. Точку в конце названия главы не ставят. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Заголовки подразделов записывают строчными буквами (кроме первой). Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, то их разделяют точкой. Подчеркивать заголовки не допускается.

Текст записки должен быть кратким и четким. Применяемые научно-технические термины, обозначения и определения должны соответствовать установленным стандартам.

В тексте не допускается (за исключением формул, таблиц и рисунков):

- применять математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);

- применять знак $\varnothing$ для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»), при указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте записки, перед размерным числом следует писать знак « $\varnothing$ »;

- применять без числовых значений математические знаки, например, $>$ (больше), $<$ (меньше), $=$ (равно), $\geq$ (больше или равно), $\leq$ (меньше или равно), $\neq$ (не равно), а также знаки № (номер), % (процент);

- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

Условные буквенные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать принятым в действующем законодательстве и в государственных стандартах.

В тексте документа перед обозначением параметра дают его пояснение, например «*коэффициент гидравлического трения, λ* ».

При необходимости применения условных обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять в тексте или в перечне обозначений.

1.3 Оформление рисунков и таблиц

Иллюстрации должны иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Иллюстрации обозначаются словом «Рисунок», и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах работы, шрифт – Times New Roman № 14 (пояснительные данные - № 12). Если иллюстраций много, то они нумеруются в пределах главы. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера главы и порядкового номера иллюстрации, разделенные точкой. Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных. В тексте перед рисунком должна

быть сделана на него ссылка, например: «на рисунке 2 представлена схема первоначального распределения расходов в сети».

Располагают иллюстрации так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота записки или с поворотом по часовой стрелке, и сразу после первой ссылки на них.

Таблица должна иметь заголовок, который точно и кратко отражает ее содержание. Заголовок следует помещать над таблицей. Таблицы обозначаются словом «Таблица», и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах всего проекта, шрифт – Times New Roman №14. Если таблиц много, то они нумеруются в пределах главы. Номер таблицы состоит из номера главы и порядкового номера таблицы, разделенные точкой. На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово «Таблица» с указанием ее номера.

С левой стороны листа над заголовком таблицы помещают надпись «Таблица» с указанием номера таблицы. При переносе части таблицы на другой лист название таблицы указывают один раз над первой частью таблицы. Над другими частями справа пишут слово «Продолжение», указав номер таблицы, например, «продолжение таблицы 1.1».

1.4 Оформление расчетов

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Каждое пояснение расшифровывается в записке только один раз. Первая строчка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример: *Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле:*

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где m – масса образца, кг;
 V – объем образца, м³.

Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, «... в формуле (1)».

Допускается нумерация формул в пределах главы. В этом случае номер формулы состоит из номера главы и порядкового номера формулы, разделенные точкой, например: «формула (3.1)».

1.5 Оформление ссылок и списка использованных источников

При заимствовании формул, части текста, таблиц, коэффициентов и другой информации обязательно необходимо делать ссылку на источники. Для этого в квадратных скобках указывается номер, под которым источник помещен в список литературы. Пример: *«Тупиковые линии водопроводов допускается применять для подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды - при диаметре труб не выше 100 мм [3]»*. Список используемой литературы приводится в конце пояснительной записки и оформляется в алфавитном порядке (допускается расположение источников в порядке появления их в тексте). Пример оформления приведен в разделе «БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК».

Объектами библиографической ссылки также являются электронные ресурсы. Ссылки составляют как на электронные ресурсы в целом (электронные документы, базы данных, порталы, сайты, веб-страницы и т.д.), так и на составные части электронных ресурсов (разделы и части электронных документов, порталов, сайтов, веб-страниц, публикации в электронных сериальных изданиях и т. п.).

При оформлении ссылки на электронный ресурс требования сохраняются, вместо обозначения «Текст : непосредственный» указывается «Текст: электронный», после основных сведений пишется «URL:» и адресная ссылка начиная с «www...» и дата обращения в скобках «(дата обращения:...)».

Пример:

1. ГМС Ливгидромаш: [сайт]. – URL: <http://www.hms-livgidromash.ru/> (дата обращения: 30.10.2020). – Текст: электронный.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ

Для расчета водопроводной сети необходимо, в первую очередь, определить расчетные расходы населенного пункта.

Расходы города: в сутки среднего, максимального и минимального водопотребления, максимальные и минимальные часовые расходы – определяются согласно методике, представленной в СП 31.13330.2012 [1].

Расходы коммунально-бытовых объектов определяются с учетом нормы водопотребления для конкретного объекта, приведенной в СП 30.13330.2016 [2]. При этом необходимо учитывать климатический район, в котором расположена область строительства наружных сетей.

Расчетный расход на промышленном предприятии включает в себя технологические расходы, расходы на хозяйственно-питьевые нужды

и расходы на душевые нужды рабочих. Нормы водопотребления также приведены в [2].

Расход воды на поливку определяется по [1] в зависимости от числа жителей в населенном пункте и удельном водопотреблении на полив.

Чтобы рассчитать сеть на пропуск пожарного расхода необходимо определить расчетное количество пожаров и расход воды на один пожар в соответствии с [3]. Места возникновения пожара выбирают наиболее неблагоприятные – наиболее удаленные от насосной станции. Один из пожаров нужно предусмотреть на промышленном предприятии.

Определение расчетных расходов рекомендуется проводить с использованием методических указаний «Расчетные расходы в водоснабжении» [4].

3 ТАБЛИЦА СУММАРНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

После определения суточных расходов воды на различные нужды осуществляется их распределение по часам суток с учетом коэффициентов неравномерности. Данное распределение сводится в таблицу суммарного водопотребления (Приложение А). Типовые часовые распределения расходов в процентах для города и различных объектов представлены в [4, 5]. После определения часовых расходов для различных категорий водопотребления определяются путевые и сосредоточенные, а также суммарный расход для всего населенного пункта. В конце выделяется час максимального водопотребления и час максимального транзита.

4 ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ СУММАРНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ПОДАЧИ ВОДЫ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ 2-ГО ПОДЪЕМА

По данным таблицы суммарного водопотребления (по последней колонке) в масштабе строится график суммарного водопотребления города: по оси абсцисс откладывают часы суток, по оси ординат – соответствующие им расходы в процентах.

В курсовом проекте рассчитывается система водоснабжения с контр-резервуаром, то есть система водоснабжения с водонапорной башней в середине или конце сети.

Назначение водонапорной башни – компенсировать несовпадение графиков водопотребления города и подачи насосов насосной станции второго подъема. В часы, когда водопотребление больше, чем подача насосов, вода забирается из башни, а когда подача насосов больше, чем водопотребление города – вода будет накапливаться в башне. Чтобы регулирующая емкость водонапорной башни была минимальной (соответственно и стоимость), режим работы насосов насосной станции 2-го подъема желательно максимально приблизить к режиму водопотребления. Чис-

ло ступеней работы насосов выбирается – 2-4. Максимальную часовую подачу всех работающих насосов назначают на 8-10 % меньше максимального водопотребления. С учетом коэффициентов параллельности (для 2-х насосов – 0,9; для трех – 0,84) находят подачу одного насоса, высчитывают время работы соответствующей ступени, учитывая, что суммарная подача насосов за сутки должна составлять 100 %.

5 ВЫБОР РАСЧЕТНЫХ СЛУЧАЕВ РАБОТЫ СЕТИ

Для сети с контррезервуаром расчет сети производится для часа максимального водопотребления, часа максимального транзита воды в башню и при пожаре в час максимального водопотребления.

Час максимального транзита воды в водонапорную башню находится по таблице 6.1 (наибольшее значение графы «поступление воды в бак») или по графику суммарного водопотребления (наибольшая разность ординат между подачей насосов НС II и водопотреблением).

6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА РЕГУЛИРУЮЩИХ ЕМКостей

6.1 Водонапорная башня

Объем бака водонапорной башни $W_{в/б}$, $м^3$, складывается из регулирующего $W_{рег}$ и противопожарного $W_{п/п}$ объемов

$$W_{в/б} = W_{рег} + W_{п/п}, \quad (6.1)$$

Регулирующий объем водонапорной башни $W_{рег}$, $м^3$, можно определить по таблице 6.1. При наличии данных о водопотреблении по часам суток и режиме подачи воды насосной станцией 2-го подъема регулирующий объем $W_{рег}$, $м^3$, (формула 6.2) равен сумме абсолютных значений наибольшей положительной $|+max|$ и наибольшей отрицательной $|-max|$ величин остатка воды в баке (графа 6 таблицы 6.1).

Таблица 6.1

Определение объема регулирующей емкости водонапорной башни

Часы суток	Водопотребление, %	Подача насосами НС-2, %	Водонапорная башня		
			в бак, %	из бака, %	остаток в баке, %
1	2	3	4	5	6
0-1	1,22	1,89	0,67	-	
1-2	1,21	1,89	0,68	-	
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
23-24	1,34	1,89	0,58	-	
	$\Sigma = 100\%$	$\Sigma = 100\%$	$\Sigma \%$	$\Sigma \%$	

Графа 2 заполняется по данным таблицы суммарного водопотребления, графа 3 – в соответствии с принятым режимом работы насосной станции второго подъема. В графы 4 и 5 заносится разность величин, приведенных в графах 2 и 3. Суммарные значения в этих графах должны быть равны. В графе 6 в час максимального водопотребления записывается 0, а в остальные часы остаток в баке высчитывается путем добавления или вычитания значений граф 4 и 5 соответственно.

$$W_{\text{рег}} = Q_{\text{сут}} \frac{|+\max| + |-\max|}{100} \quad (6.2)$$

Противопожарный объем водонапорной башни $W_{\text{п/п}}$, м^3 , должен быть предусмотрен для тушения одного наружного и одного внутреннего пожара в течение 10 минут

$$W_{\text{п/п}} = 0,001 \cdot q_{\text{п/п}} \cdot 10 \cdot 60 \quad (6.3)$$

где $q_{\text{п/п}}$ – противопожарный расход воды на наружное и внутреннее пожаротушение, л/с.

Размеры бака водонапорной башни определяются из условия, что отношение высоты слоя воды H_6 к диаметру D должны быть в пределах 0,6-1. В общем случае объем бака $W_{\text{в/б}}$, м^3 , равен

$$W_{\text{в/б}} = \frac{\pi D^2}{4} H_6 \quad (6.4)$$

Приняв диаметр бака по типовым проектам, вычисляют высоту слоя воды в баке. После этого необходимо проверить соотношение диаметра и высоты.

6.2 Резервуары чистой воды

Резервуары чистой воды (РЧВ) предназначены для хранения регулирующего запаса $W_{\text{рег}}$, м^3 , необходимого для аккумуляирования воды при разных режимах работы насосных станций 1-го и 2-го подъемов, противопожарного $W_{\text{п/п}}$, м^3 , и запаса воды на собственные нужды очистной станции $W_{\text{соб}}$, м^3 . Полный объем резервуаров чистой воды $W_{\text{РЧВ}}$, м^3 , определится по формуле:

$$W_{\text{РЧВ}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{п/п}} + W_{\text{соб}} \quad (6.5)$$

Регулирующий объем РЧВ, как и водонапорной башни, можно определить по таблице из совместных графиков работы насосных станций 1-го и 2-го подъемов. Таблица для определения регулирующего объема РЧВ аналогична по структуре таблице 6.1.

Противопожарный запас воды $W_{\text{п/п}}$, м^3 , рассчитывается из условия, что в РЧВ хранится запас воды на тушение всех одновременных пожаров

в течение трех часов, а пожар возникает во время наиболее напряженной работы сети (т.е. в часы максимального водопотребления)

$$W_{п/п} = 3Q_{\max} + W_{п} - 3Q_{НС1}; \quad (6.6)$$

где $3Q_{\max}$ – суммарный расход за 3 смежных часа, м^3 , дающих наибольшее водопотребление (определяется по таблице суммарного водопотребления), м^3 ;

$W_{п}$ – противопожарный запас воды на тушение всех пожаров в течение 3 часов, м^3 ;

$3Q_{НС1}$ – подача насосов насосной станцией 1-го подъема за эти же 3 часа, м^3 .

Запас воды на собственные нужды очистной станции $W_{\text{соб}}$, м^3 , необходим для промывки фильтров, приготовления коагулянта и других нужд очистных сооружений, принимается от 5 до 8% от общего расхода $Q_{\text{сут}}$.

Число резервуаров должно быть не менее двух, при этом необходимо, чтобы при выключении одного из них, в оставшихся резервуарах было не менее 50% от расчетного объема воды.

По типовым проектам подбираются железобетонные заглубленные резервуары, указывается номер типового проекта и их размеры (диаметр или длина и ширина; глубина воды в РЧВ).

7 ТРАССИРОВКА ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ ГОРОДА

Перед трассировкой сети на генплане города намечают местоположение водозаборных и очистных сооружений, насосных станций 1 и 2-го подъемов и водонапорной башни. Водозаборные сооружения располагают выше города по течению реки с учетом санитарного разрыва, который должен быть не менее 500 м. Насосная станция первого подъема располагается вблизи водозаборных сооружений на расстоянии не более 30 м или в одном здании с водозаборными сооружениями. Водоочистная станция, резервуары чистой воды и насосная станция второго подъема тоже находятся на одной площадке.

Для уменьшения высоты водонапорной башни и, соответственно, ее стоимости, башню размещают в наиболее возвышенной точке города. Линии водопроводной сети прокладываются обычно по всем улицам, где есть застройка. Сеть разбивается на участки таким образом, чтобы при выключении любого участка отключалось не более 5 пожарных гидрантов – длина участков соответственно не должна превышать 800-900 м. Гидравлическому расчету подвергаются лишь магистральные линии, минимальный диаметр которых должен быть не менее 150 мм.

8 ПОДГОТОВКА СЕТИ К ГИДРАВЛИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ

Из таблицы суммарного водопотребления в таблицу 8.1 выписываются расходы, необходимые для дальнейших расчетов: для часа макси-

мального водопотребления и часа максимального транзита воды в водонапорную башню. В эту же таблицу записываются подача воды от насосной станции 2-го подъема и от водонапорной башни, исходя из данных таблицы 6.1.

Таблица 8.1

Подготовка сети к гидравлическому расчету

Расходы	Максимальное водопотребление (расчетный час)		Максимальный транзит воды в башню (расчетный час)	
	м ³ /ч	л/с	м ³ /ч	л/с
Коммунальный объект № 1				
Коммунальный объект № 2				
Промышленное предприятие				
Сосредоточенный расход				
Путевой расход				
Общее водопотребление				
Расход, поступающий от насосной станции 2-го подъема				
Расход, поступающий от водонапорной башни (в башню)				
Общая подача				

8.1 Определение путевых расходов

Расход, приходящийся на единицу длины, называется удельным $q_{уд}$, л/с·м, и определяется следующим образом

$$q_{уд} = \frac{Q_{пут}}{\sum L}, \quad (8.1)$$

где $\sum L$ – сумма длин магистральных участков, м.

В сумму длин не включаются участки, которые проходят по незастроенной территории, мостам и оврагам; при односторонней застройке берется половина длины участка.

Путевой расход участка $Q_{пут\ i-j}$, л/с, считается равномерно распределенным по всей сети пропорционально длинам участков:

$$Q_{пут\ i-j} = q_{уд} L_{i-j} \quad (8.2)$$

Определение путевых расходов производят в табличной форме (таблица 8.2).

Таблица 8.2

Определение путевых расходов

Номер участка	Длина участка, м	Час максимального водопотребления		Час максимального транзита	
		удельный расход, л/с·м	путевой, л/с	удельный расход, л/с·м	путевой, л/с
1-2	500	0,031	15,50	0,011	5,50
2-3	600		18,60		6,60
3-4	460		14,26		5,06
...	...		...		...
	ΣL		$\Sigma = Q_{\text{пут}}$		$\Sigma = Q_{\text{пут}}$

8.2 Определение узловых расходов

Допуская, что отбор воды осуществляется из узлов сети, необходимо действительные путевые расходы заменить на фиктивные узловые. В инженерных расчетах принимается, что узловой отбор $Q_{\text{узн } k}$, л/с, равен сумме путевых расходов с участков, примыкающих к этому узлу.

$$Q_{\text{узн } k} = \Sigma Q_{\text{пут}}/2; \quad (8.3)$$

где $\Sigma Q_{\text{пут}}$ – сумма путевых расходов (из табл. 8.2) участков, примыкающих к узлу, л/с.

Вычисление узловых расходов также удобнее проводить в табличной форме.

Таблица 8.3

Определение узловых расходов

№ узла	Номера участков, примыкающих к узлу	Час максимального водопотребления		Час максимального транзита	
		$\Sigma Q_{\text{пут}}$, л/с	$Q_{\text{узн}}$, л/с	$\Sigma Q_{\text{пут}}$, л/с	$Q_{\text{узн}}$, л/с
1	1-2, 1-9, 1-10	49,52	24,76	32,14	16,07
2	2-3, 2-1	32,45	16,23	20,13	10,07
3	2-3, 3-4, 3-10	16,58	8,29	14,31	7,16
...	...	...	...	...	...
		$\Sigma = 2Q_{\text{пут}}$	$\Sigma = Q_{\text{пут}}$	$\Sigma = 2Q_{\text{пут}}$	$\Sigma = Q_{\text{пут}}$

8.3 Первоначальное распределение воды в сети. Подбор диаметров

Первоначальное распределение воды производится для всех расчетных случаев работы сети. Для каждого случая вычерчивается схема сети, на которой указываются:

- расход воды, подаваемой в сеть, л/с;
- номера узлов, узловые и сосредоточенные расходы, л/с;

– желательное направление движения воды с учетом подачи воды крупным потребителям кратчайшим путем.

Расходы, притекающие к узлу, условно считаются положительными, а уходящие, включая узловой – отрицательными. При распределении расходов необходимо соблюдать баланс воды в узле: количество воды, притекающей к узлу, должно быть равно количеству воды, отходящей от этого узла, включая отбор воды в самом узле.

Для обеспечения требуемой надежности необходима взаимозаменяемость начальных участков. Поэтому в точке подвода воды к сети (узел подключения) общий расход за вычетом узлового следует разделить поровну между основными магистралями, выходящими из этого узла.

Диаметры для участков сети выбираются большие из двух расчетных случаев: максимального водопотребления и максимального транзита воды в башню. Выбор производится с учетом экономического фактора и материала труб по таблицам предельных расходов (для пластмассовых труб по Приложению Б, для стальных и чугунных – по Приложению В). Для Сибири и Урала экономический фактор принимается 0,5, для европейской территории России 0,75, для юга России – 1.

При увязке сетей потери напора h , м, рекомендуется определять по формуле

$$h = Sq^2, \quad (8.4)$$

где q – расчетный расход воды на участке, л/с; S – полное гидравлическое сопротивление, $\text{м} \cdot \text{с}^2/\text{л}^2$

$$S = S_0 L \delta; \quad (8.5)$$

S_0 – удельное сопротивление линии, зависит от материала труб и диаметра; для пластмассовых труб приводится в Приложении Б, для новых металлических труб в Приложении В;

L – длина линии, м;

δ – коэффициент, учитывающий неквадратичность зависимости потерь напора от средней скорости движения воды: для металлических труб при скорости $V \geq 1,2$ м/с $\delta = 1$; при меньшей скорости

$$\delta = 0,852(1+0,867/V)^{0,3}, \quad (8.6)$$

для пластмассовых труб

$$\delta = 1/V^{0,226}. \quad (8.7)$$

9 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СЕТЕЙ

На практике при работе кольцевой водопроводной сети потокораспределение воды осуществляется таким образом, что алгебраическая сумма потерь напора в каждом кольце и в сети равна нулю. Гидравлический расчет сети, по сути, является поверочным, так как при выбранных диа-

метрах определяется действительное распределение воды и соответствующие им потери напора. Последние необходимы для определения высоты водонапорной башни и необходимого напора насосов. При увязке колец следует руководствоваться следующими положениями:

- потери напора на участке, где движение воды происходит по часовой стрелке, принимается со знаком плюс, на участке, где движение против часовой стрелки – со знаком минус;
- невязка в кольце определяется как алгебраическая сумма потерь напора на всех участках этого кольца.

Сеть считается увязанной, если невязка потерь напора в кольцах не превышает величины 0,5 м и не более 1 м по её контуру (при пожаре допускается 1,5 м).

9.1 Увязка сети методом В.Г. Лобачева

В курсовом проекте методом В.Г. Лобачева увязывается сеть в час максимального водопотребления.

При увязке сети методом Лобачева поправочные расходы вводятся одновременно во все в элементарные кольца. Величина поправочного расхода Δq_k , л/с, для каждого кольца определяется по формуле

$$\Delta q_k = - \frac{\Delta h_k}{2 \Sigma(Sq)_k}; \quad (9.1)$$

где Δh_k – невязка в кольце, м;

$\Sigma(Sq)_k$ – сумма произведений полного гидравлического сопротивления линии S и расхода q , входящих в данное кольцо, м·с/л.

Увязывая сеть этим методом необходимо помнить, что величина $\Sigma(Sq)_k$ всегда положительная; знак поправочного расхода Δq_k всегда противоположен знаку невязки Δh_k ; поправочные расходы соединительных линий колец складываются алгебраически.

Увязка сети методом В. Г. Лобачева производится в табличной форме (Приложение Г). Результаты вычислений (увязанные расходы, потери напора, невязки в кольцах и по контуру) выносятся на расчетную схему.

9.2 Увязка сети методом М. М. Андрияшева

Методом М. М. Андрияшева в рамках курсового увязывается сеть в час максимального транзита и при пожаре в час максимального водопотребления.

При увязке методом М. М. Андрияшева поправочные расходы обычно вводятся в контуры, состоящие из нескольких колец и имеющие одинаковый знак невязки. Вся запись расчета ведется на схеме. Поправочный расход Δq_k для контура в каждом исправлении определяется интуитивно.

При увязке сети данным методом следует руководствоваться следующими положениями:

- в контур объединяются кольца с невязками одного знака;
- увязку начинают производить с кольца или группы колец с наибольшими по величине невязками;
- кольца, объединяемые в один контур, должны иметь близкие по величине невязки;
- увязка контура производится попеременно, со знаком плюс и со знаком минус.

Увязанные расходы и потери напора на участках сети необходимо выделить. Кроме того, на увязываемой схеме должен быть показан порядок увязки (номер исправления, номера колец, входящих в увязываемый контур, поправочный расход). Внутри кольца после каждого исправления записывается невязка Δh_k . Если все кольца увязаны, проверяется невязка по контуру $\Delta h_{\text{конт}}$. Результаты расчета представляются в виде схемы, на которой для каждого участка указываются расход, потери напора, диаметр и длина; кроме того, записывают невязки в кольцах и по контуру.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОБОДНЫХ НАПОРОВ В УЗЛОВЫХ ТОЧКАХ СЕТИ

После определения действительных расходов сети и потерей напора рассчитываются свободные и пьезометрические напоры в узловых точках. Для вычисления свободных напоров в узлах сети необходимо задаться диктующей точкой. Для сети с контррезервуаром диктующая точка будет находиться на границе зон питания башни и насосной станции 2-ого подъема. Эта точка сети обеспечивает наибольший напор у насосной станции и наибольшую высоту водонапорной башни.

Требуемый свободный напор в диктующей точке определяется в зависимости от этажности для часа максимального водопотребления:

$$H_{\text{св}}^{\text{тп}} = 10 + 4(n-1); \quad (10.1)$$

где n – этажность застройки.

Требуемый свободный напор при пожаре составляет 10 м.

Задавшись требуемым свободным напором в критической точке, определяют ее пьезометрический напор $\Pi_{\text{кр}}$, м

$$\Pi_{\text{кр}} = Z_{\text{кр}} + H_{\text{св}}; \quad (10.2)$$

где $Z_{\text{кр}}$ – отметка земли критической точки, м.

Пьезометрический напор любой другой точки Π_R , м, вычисляется по формуле

$$\Pi_R = \Pi_{\text{кр}} \pm h_{R-\text{кр}}; \quad (10.3)$$

где $h_{R-\text{кр}}$ – потери напора на участке, соединяющем диктующую точку с точкой R, м. Знак минус в формуле (10.3) ставится в том случае, если

движение воды совпадает с направлением к точке, в противном случае – знак плюс. Свободный напор в этой точке $H_{\text{св},R}$, м, равен

$$H_{\text{св},R} = \Pi_R - Z_R \quad (10.4)$$

Определение свободных напоров в узловых точках сети проводится в табличной форме (таблица 10.1).

Таблица 10.1

Определение свободных напоров

№ узла	Отметка земли	Час максимального водопотребления		Час максимального транзита		Пожар в час максимального водопотребления	
		Пьезометрический напор	Свободный напор	Пьезометрический напор	Свободный напор	Пьезометрический напор	Свободный напор
1	50,1	105,1	55	110,1	60	78,1	28
2	49,6	91,6	42	104,6	55	68,6	19
3	45,2	78,2	33	94,2	49	57,2	12
...	...	...	...	...	...	...	...

При транзите определение свободных напоров начинают с вычисления пьезометрической высоты верха бака водонапорной башни $\Pi_{\text{в/б}}$, м.

$$\Pi_{\text{в/б}} = Z_{\text{в/б}} + H_{\text{в/б}} + H_{\text{б}}; \quad (10.5)$$

где $Z_{\text{в/б}}$ – отметка земли в месте расположения башни, м; $H_{\text{в/б}}$ – высота водонапорной башни, м; $H_{\text{б}}$ – высота бака башни (раздел 6.1), м.

Затем определяют пьезометрическую отметку точки, к которой присоединяется водонапорная башня к сети, например, точки С.

$$\Pi_{\text{с}} = \Pi_{\text{в/б}} + h_{\text{в/б-с}}. \quad (10.6)$$

Далее расчеты проводятся в табличной форме (табл. 10.1), начиная с точки С.

По данным таблицы 10.1 для всех расчетных случаев строятся линии равных свободных напоров (изопьезы), позволяющие определить условия работы сети на всех ее участках. Построение изопьез аналогично построению горизонталей на плане местности. Строятся изопьезы обычно через один метр.

11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ВОДОНАПОРНОЙ БАШНИ

Высота водонапорной башни должна обеспечивать в диктующей точке требуемый свободный напор. Высота башни $H_{\text{в/б}}$, м, (расположение дна бака над поверхностью земли) определяется по формуле

$$H_{\text{в/б}} = H_{\text{св}} + h_{\text{с}} + h_{\text{в}} + (Z_{\text{кр}} - Z_{\text{в/б}}), \quad (11.1)$$

где $h_{\text{с}}$ – потери напора в сети от диктующей точки до точки присоединения башни к сети в час максимального водопотребления, м; $h_{\text{в}}$ – потери в

водоводах от башни до сети в этот же час, м; $Z_{в/б}$ – отметка земли в месте расположения водонапорной башни, м.

12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ НАПОРА В ВОДОВОДАХ

Потери напора в водоводах h , м, определяются по формуле Дарси-Вейсбаха

$$h = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}; \quad (12.1)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения;

L – длина водовода, м;

D – диаметр водовода, м;

V – скорость в водоводе, м/с.

Коэффициент гидравлического трения может определяться по формуле Блазиуса, Альтшуля или Шифринсона в зависимости от области сопротивления [6].

Расчеты необходимо представить в табличной форме (таблица 12.1).

Таблица 12.1

Определение потерь напора в водоводах

Наименование водоводов	Q, л/с	D, м	L, м	V, м/с	λ	h, м
Час максимального водопотребления						
Водоводы от В/Б до сети	11,10	150	20	0,63	0,031	0,08
Водоводы от НС-2 до сети	95,20	400	1000	0,76	0,025	1,80
Час максимального транзита воды в башню						
Водоводы от В/Б до сети	13,10	150	20	0,74	0,031	0,12
Водоводы от НС-2 до сети	95,20	400	1000	0,76	0,025	1,80
Пожар в час максимального водопотребления						
Водоводы от НС-2 до сети	126,30	400	20	1,01	0,025	3,17

Для обучающихся заочной формы обучения потери напора в водоводах можно определить с использованием таблиц Шевелевых [6]

$$h = iL; \quad (12.2)$$

где i – единичные потери напора, принимаются в зависимости от материала труб, расхода и диаметра по [6].

13 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПОРА НАСОСОВ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ 2-ГО ПОДЪЕМА

Необходимый напор насосов насосной станции 2-го подъема зависит от места расположения водонапорной башни и расчетного случая работы сети.

13.1 Водонапорная башня в начале сети

При расположении водонапорной башни в начале сети требуемый напор у потребителей обеспечивается необходимой высотой башни $H_{в/б}$, м.

Напор насосов определяется из необходимости подачи воды наверх водонапорной башни:

$$H_{nc2} = H_{в/б} + H_{б} + \Sigma h_{в} + Z_{в/б} - Z_{рчв}; \quad (13.1)$$

где $H_{б}$ – высота слоя воды в баке водонапорной башни, м;

$\Sigma h_{в}$ – сумма потерь напора во всасывающих водоводах и коммуникациях насосной станции 2-го подъема, в самой насосной станции и в напорных водоводах от насосной станции до водонапорной башни в час максимального водопотребления, м;

$Z_{рчв}$ – отметка минимального уровня воды в РЧВ при сохранении неприкосновенного противопожарного запаса, м.

13.2 Сеть с контррезервуаром

Для сети с контррезервуаром напор насосной станции выбирается больший из двух расчетных случаев: максимального водопотребления и максимального транзита воды в башню. Напор насосной станции при максимальном водопотреблении $H_{nc2}^{в-е}$, м, составляет:

$$H_{nc2}^{в-е} = H_{св} + h_c^{в-е} + \Sigma h_{в}^{в-е} + Z_{кр} - Z_{рчв}, \quad (13.2)$$

где $h_c^{в-е}$ – потери напора в сети в час максимального водопотребления от точки примыкания напорных водоводов к сети до диктующей точки, м;

$\Sigma h_{в}^{в-е}$ – суммарные потери во всасывающих и напорных водоводах от насосной станции до сети и в самой насосной станции в этот же час, м.

При максимальном транзите воды в башню

$$H_{nc2}^{тр} = H_{в/б} + H_{б} + h_c^{тр} + \Sigma h_{в}^{тр} + Z_{в/б} - Z_{рчв}, \quad (13.3)$$

где $h_c^{тр}$ – потери напора в сети в час максимального транзита воды в башню от точки примыкания водонапорной башни к сети до точки примыкания напорных водоводов к сети, м;

$\Sigma h_{в}^{тр}$ – суммарные потери в водоводах в час максимального транзита (от башни до сети, от насосной станции до сети, во всасывающих водоводах и самой насосной станции), м.

13.3 Напор насосов при пожаре

В проекте необходимо подсчитать напор насосов и при пожаре. Для подачи пожарного расхода устанавливают дополнительные насосы той же марки, что и рабочие, или специальные пожарные насосы, обеспечивающие подачу всего расхода во время всего пожара.

Напор насосов при пожаре $H_{nc2}^{пож}$, м, определяется по формуле

$$H_{nc2}^{пож} = H_{св}^{пож} + h_c^{пож} + \Sigma h_{в}^{пож} + Z_{кр} - Z_{рчв}^{пож}; \quad (13.4)$$

где $H_{св}^{пож}$ – требуемый свободный напор при пожаре, м;

$h_c^{пож}$ – потери напора в сети при пожаре от точки примыкания напорных водоводов к сети до критической точки, м;

$\Sigma h_{\text{пж}}$ – суммарные потери во всасывающих и напорных водоводах от насосной станции до сети и в самой насосной станции при пожаротушении, м;

$Z_{\text{рчв}}^{\text{пж}}$ – отметка дна РЧВ, м.

14 ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Подведение итогов курсового проекта включает следующие этапы: сдачу курсового проекта на проверку руководителю; его доработку с учетом замечаний руководителя; сдачу готового проекта на защиту и непосредственно защиту курсового проекта.

Срок сдачи проекта на проверку руководителю определяется заданием.

Срок доработки проекта, если в этом есть необходимость, устанавливается руководителем с учетом времени на устранение замечаний.

Готовый проект подписывается студентом на титульном листе и представляется на защиту.

Курсовой проект, удовлетворяющий предъявленным требованиям, допускается руководителем к защите, что удостоверяется его подписью на титульном листе.

Оценка курсового проекта производится с учетом качества работы, обоснованности и оригинальности решения задач проектирования, соблюдения требований к оформлению пояснительной записки, содержания доклада при защите работы, ответов на вопросы и замечания.

Критерии оценки курсового проекта:

Отлично (91-100 баллов):

- курсовой проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию;

- пояснительная записка составлена с учетом требований стандартов по составлению текстовых документов, последовательно, аккуратно, содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы;

- графическая часть выполнена в полном объеме с соблюдением требований ГОСТ;

- защита курсовой работы проведена технически грамотно, охватывает все разделы работы;

- ответы на все поставленные вопросы верные, обоснованные и четкие.

Хорошо (76-90 баллов):

- курсовой проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию;

- пояснительная записка составлена с учетом требований стандартов по составлению текстовых документов, аккуратно, содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы, но имеются некоторые замечания;

- графическая часть выполнена с незначительными отступлениями от стандартов;

- при защите курсовой работы доклад студента краток, строен, но допущены неточности в определениях и специальной терминологии;

- ответы на все поставленные вопросы верны, обоснованы, но на некоторые из них даны ответы после наводящих вопросов.

Удовлетворительно (61-75 баллов):

- курсовой проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию;

- пояснительная записка составлена с учетом требований стандартов по составлению текстовых документов, аккуратно, содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы, записка составлена непоследовательно, с ошибками;

- графическая часть выполнена с отклонениями от требований ГОСТ;

- доклад студента сбивчив, непоследователен;

- на 30-40 % вопросов даны неправильные ответы.

Неудовлетворительно (меньше 61 балла):

- курсовой проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию;

- пояснительная записка содержит все необходимые разделы, но составлена непоследовательно, с ошибками, без учета требований стандартов по составлению текстовых документов;

- доклад студента непоследователен, сбивчив, без выделения ключевых моментов;

- нет ответов на 50 % и более поставленных вопросов.

Обучающимся, получившим неудовлетворительную оценку по курсовому проекту, предоставляется право выбора нового варианта курсового проекта или, по решению преподавателя, доработки прежней темы и определяется новый срок для его выполнения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* (с Изменениями N 1-5) : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29 декабря 2011 г. N 635/14 (ред. от 23.12.2019) – Текст : электронный // КонсультантПлюс [сайт]. – URL: www.consultant.ru.
2. СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. N 951/пр / Минстрой России. – Москва: Росстандарт, 2016. – 101 с. – Текст : непосредственный.
3. СП 8.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности: утвержден приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 30 марта 2020 г. N 225 – Текст : электронный // КонсультантПлюс [сайт]. – URL: www.consultant.ru.
4. Расчетные расходы в водоснабжении: методические указания к выполнению контрольной работы для студентов направления «Строительство» 270800.62 профиля «Водоснабжение и водоотведение» заочной формы обучения / ТюмГАСУ; сост.: Т. В. Большакова. - Тюмень: РИО ФГБОУ ВПО ТюмГАСУ, 2014. – 18 с. – Текст: непосредственный.
5. Журба М. Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учебное пособие. В 3 т. Т. 3. Системы распределения и подачи воды / М. Г. Журба, Л. И. Соколов, Ж. М. Говоров. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 256 С. – Текст : непосредственный.
6. Шевелев Ф. А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: справочное пособие / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев. – Изд. 8-е., перераб. и доп. – Москва: БАСТЕТ, 2007 . – 336 с. – Текст : непосредственный.

Приложение А

Таблица суммарного водопотребления

Часы суток	Водопотребление										Промышленное предприятие						Общий расход			
	Город K _{нmax} =		Объект №1		Объект №2		Расход без объ- ектов	Поливка		Технологич.	Хоз.-пит. рас- ход				Душ.	Общий	Путевой	Средоточен- ный	Суммарный расход	
											Ручная		Механиз.							
%	м³	%	м³	%	м³	%	м³	%	м³	%	м³	%	м³	%	м³	%	м³	%		
0-1																				
1-2																				
2-3																				
3-4																				
4-5																				
5-6																				
6-7																				
7-8																				
8-9																				
...																				
23-24																				
Сумма																				

Приложение Б

Удельное гидравлическое сопротивление S_0 (для расхода q в л/с)
при скорости 1 м/с и предельные экономические расходы
для пластмассовых труб

Условный проход, мм	Удельное гид- равлическое сопротивление $S_0 \cdot 10^{-6}$	Экономический фактор		
		$\Xi=0,5$	$\Xi=0,75$	$\Xi=1,0$
110	323,9	5,9 - 8,8	5,1 - 7,6	4,6 - 6,9
125	166,7	8,8 - 11,9	7,6 - 10,2	6,9 - 9,2
140	91,62	11,9 - 13,7	10,2 - 11,9	9,2 - 10,7
160	45,91	13,7 - 18,2	11,9 - 15,7	10,7 - 14,2
180	24,76	18,2 - 24,4	15,7 - 21,1	14,2 - 19,0
200	14,26	24,4 - 32,4	21,1 - 28,0	19,0 - 25,2
225	7,715	32,4 - 41,8	28,0 - 36,1	25,2 - 32,6
250	4,454	41,8 - 55,4	36,1 - 47,9	32,6 - 43,2
280	2,459	55,4 - 78,9	47,9 - 68,2	43,2 - 61,5
315	0,8761	78,9 - 105	68,2 - 90,4	61,5 - 81,5
355	0,4662	105 - 156	90,4 - 134	81,5 - 121
400	0,2502	156 - 208	134 - 180	121 - 162
450	0,1351	208 - 285	180 - 246	162 - 222
500	0,06322	285 - 378	246 - 326	222 - 294
560	0,03495	378 - 522	326 - 451	294 - 406
630	0,01889	522 - 1260	451 - 1089	406 - 982
710	0,01012			
800	0,005415			
900	0,002928			
1000	0,001687			
1200	0,0006506			

Приложение В

Удельное гидравлическое сопротивление S_0 (для расхода q в л/с) при скорости 1 м/с и предельные экономические расходы для стальных и чугунных труб

Условный проход, мм	Стальные трубы			Чугунные трубы				
	Удельное гид- равлическое сопротивление $S_0 \cdot 10^{-6}$	Экономический фактор		Удельное гид- равлическое сопротивление $S_0 \cdot 10^{-6}$	Экономический фактор			
		$\Theta=0,5$	$\Theta=0,75$		$\Theta=1,0$	$\Theta=0,5$	$\Theta=0,75$	$\Theta=1,0$
100	172,9	9,3-13,4	8,1-11,7	7,3-10,6	311,7	6,6-10,6	5,7-9,4	5,2-8,4
125	76,36	13,4-19,0	11,7-16,6	10,6-15,1	96,72	10,6-16,8	9,4-15	8,4-13,3
150	30,65	19,0-25,0	16,6-21,8	15,1-19,8	37,11	16,8-28,3	15-25,3	13,3-22,4
175	20,79	25-33,4	21,8-29,2	19,9-26,5	-	-	-	-
200	6,959	33,4-53	29,2-46	26,5-42	8,092	28,3-51,2	25,3-45,8	22,4-40,6
250	2,187	53-82	46-71	42-65	2,528	51,2-82,2	45,8-73,5	40,6-65,3
300	0,8487	82-118	71-103	65-93	0,9485	82,2-121	73,5-108	65,3-96
350	0,3731	118-161	103-140	93-128	0,4365	121-167	108-149	96-132
400	0,1859	161-211	140-184	128-167	0,2189	167-220	149-197	132-175
450	0,09928	211-268	184-234	167-213	0,1186	220-286	197-254	175-227
500	0,05784	268-360	234-315	213-286	0,06778	286-394	254-352	227-313
600	0,02262	360-507	315-443	286-402	0,02596	394-581	352-518	313-461
700	0,01098	507-675	443-591	402-537	0,01154	581-808	518-722	461-642
800	0005514	676-888	591-776	537-705	0,005669	808-1080	722-966	642-857

Увязка сети методом В. Г. Лобачева

[illegible]

Учебное издание

ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ ГОРОДА

Методические указания к выполнению курсового проекта

Составители

СИДОРЕНКО Ольга Владимировна

ГЛУЩЕНКО Екатерина Сергеевна

В авторской редакции

Подписано в печать 24.06.2021. Формат 60х90 1/16. Усл. печ. л. 1,81.

Тираж 100 экз. Заказ № 21-412.

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

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