

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ»  
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА



Допущен к защите  
Заведующий кафедрой  
«Инженерные  
коммуникации и системы»

Кахаров Б.Б.

*Б.Б. Кахаров*  
«04» *сентября* 2016 г.

Кафедра «Инженерные коммуникации и системы»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ  
РАБОТА

на тему: «Проектирование систем водоснабжения населенного пункта  
и железнодорожной станции «Мехнат»»

Автор Мишин А.Г.

Руководитель выпускной работы  
к.т.н., доцент Мусаев О.М.

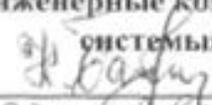
Консультант по разделу отдела охраны  
труда старший преподаватель  
Кахаров Б.Б.

Рецензент Ескина О.Я.

Ташкент- 2016

# ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Строительный факультет, кафедра «Инженерные коммуникации и системы»,  
направление 5340400 - «Строительство и монтаж инженерных коммуникаций  
(системы водоснабжения и канализации на железнодорожном транспорте)», группа  
KQ-19

“УТВЕРЖДАЮ”  
Заведующий кафедрой  
«Инженерные коммуникации и  
системы» Кахаров Б.Б.  
  
«22» февраля 2016 г.

## ЗАДАНИЕ на выпускную квалификационную работу

Студент Мишин Андрей Геннадьевич  
(Ф.И.О.)

1. Тема выпускной квалификационной работы: Проектирование систем водоснабжения населенного пункта и железнодорожной станции “Мехнат” утверждена на заседании кафедры «10» декабря 2016 г.

2. Срок сдачи дипломной работы 01.06.2016 г.

3. Исходные данные для выполнения выпускной квалификационной работы: Ген.план проектируемого района, виды водопотребителей, плотность населения, степень благоустройства районов, тип водозабора и показатели качества воды, виды железнодорожных, промышленных и социально-культурных предприятий, требования к качеству воды, этажность зданий в районе, площадь района и улиц, балл сейсмичности района, промерзание грунтов и другие дополнительные сведения.

4. Состав расчетно-пояснительной записки: Введение, краткие сведения о природных условиях, Определение расчётного числа жителей в населённом пункте, расходы воды в населённом пункте, водозаборные сооружения, станция водоподготовки, проектирование и расчёт систем подачи и распределения воды, охрана труда, дополнительные требования к системам водоснабжения, находящиеся в сейсмических районах, заключение, литература

5. Список чертежей (наименование чертежей указывается полностью)
- 5.1. Ситуационный план М 1:25000
- 5.2. План берегового колодца. Разрез 1-1;2-2. Профиль реки
- 5.3. План основных сооружений станции водоподготовки
- 5.4. Насосная станция второго подъёма
- 5.5. Аксонометрическая схема насосной станции второго подъёма
- 5.6. Генеральный план систем водоснабжения населённого пункта и железнодорожной станции «Мехнат» М 1:5000
- 5.7. Продольный профиль М Г 1:500, М В 1:100

6. Консультанты выпускной квалификационной работы

№	Наименование раздела	Ф.И.О. консультанта-преподавателя	Подпись, число	
			Задание выдано	Задание выполнено
1.	Определение расчетного числа жителей в населенном пункте, расходы воды в населённом пункте	Мусаев О.М	22.02.2016 г.	22.03.2016 г.
2.	Водозаборные сооружения, станция водоподготовки	Мусаев О.М	23.03.2016 г.	29.04.2016 г.
3.	Проектирование и расчёт систем подачи и распределения воды, дополнительные требования к системам водоснабжения, находящихся в сейсмических районах	Мусаев О.М	30.04.2016 г.	14.05.2016 г.
4.	Охрана труда	Мусаев О.М.	16.05.2016 г.	20.05.2016 г.
5.	Оформление расчётно-пояснительной записки и чертежей	Мусаев О.М	21.05.2016 г.	28.05.2016 г.

План выполнения выпускной квалификационной работы

№	Наименование разделов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения (число)	Срок проверки
1.	Определение расчетного числа жителей в населенном пункте	22.02.2016 г.	11.03.2016 г.
2.	Расходы воды в населённом пункте	12.03.2016 г.	22.03.2016 г.

3.	Водозаборные сооружения	23.03.2016 г.	10.04.2016 г.
4.	Станция водоподготовки	10.04.2016 г.	29.04.2016 г.
5.	Проектирование и расчёт систем подачи и распределения воды	30.04.2016 г.	09.05.2016 г.
6.	Охрана труда	09.05.2016 г.	14.05.2016 г.
7.	Дополнительные требования к системам водоснабжения, находящиеся в сейсмических районах	16.05.2016 г.	20.05.2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы Мусаев О.М. «    » 2016 г.   
(Ф.И.О.) (число)

Задание принял Мишин А.Г. «    » 2016 г.   
(Ф.И.О.) (число)

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ»  
Ташкентский Институт Инженеров Железнодорожного Транспорта**

**Кафедра: «Инженерные коммуникации и системы»**

«Строительный» факультет» группа КQ-19 студент Мишин А.Г.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**к заданию на выпускную квалификационную работу**

1. Строительство проводится в Сырдарьинской области
2. Плотность населения: 1 район  $F_1=220$  чел/га  
2-район  $F_2=150$ чел/га
3. Состав почвы суглинок с линзами песка и гравия, галечник
4. Грунтовые воды на глубине 0,5-6 м
5. Глубина промерзания грунтов 0,5-0,6 м
6. Сейсмичность района 9 баллов
7. Масштаб города и железнодорожной станции 1:5000
8. Горизонталы проведены через 2 м

## Промышленные и железнодорожные предприятия

№	Наименование предприятий	Единицы измерения	Кол-во продукции	Число смен	Время работы	Число работающих	Норма водопотребления		
							Моб	Мпр	Мхб
1	Хлебозавод	1 т готовой продукции	38	3	24	75	5,60	4,80	0,80
2	Шоколадная фабрика	1 т шоколада	13	2	16	100	109,93	106,93	3,00
3	Завод по производству железобетонных шпал	1 м <sup>3</sup> шпал	250	2	16	95	0,57	0,00	0,57
4	Завод по производству стекольных банок	1 тыс. шт.	16	2	16	55	0,60	0,40	0,20
5	Пассажирское здание	м <sup>3</sup> /сут	50	0			0,00	0,00	0,00
6	Вагонное хозяйство	вагон	48	2	16	360	12,30	11,70	0,60

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

#### 1 КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

1.1. Природно-климатические условия

1.2. Климатические условия

1.3. Геология и гидрогеология

1.4. Повторяемость ветров

#### 2.ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО ЧИСЛА ЖИТЕЛЕЙ В НАСЕЛЕННОМ ПУНКТЕ

##### 3. РАСХОДЫ ВОДЫ В НАСЕЛЁННОМ ПУНКТЕ

3.1. Равномерно-распределенные расходы воды

3.2. Расчётные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления

3.3. Расходы на полив улиц и зеленых насаждений

3.4. Сосредоточенные расходы

3.4.1 Расходы воды на промышленные предприятия

3.4.2. Расходы на нужды пожаротушения

3.4.3. Предприятия социально-культурного

назначения

3.5. Определение суточных расходов воды по часам суток

3.6. График водопотребления и его ступени

##### 4. ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

4.1. Определение производительности водозабора

4.2. Условия забора воды

4.3. Категория водозаборного сооружения

4.4. Выбор места расположения водозаборного сооружения

4.5. Тип, схема ВЗС и условия его применения

- 4.5.1. Оголовки
- 4.5.2. Самотечные водоводы
- 4.5.3. Береговой колодец
- 4.6. Технологические и гидравлические расчеты элементов водозаборного сооружения
  - 4.6.1. Расчет водоприемных отверстий
  - 4.6.2. Расчет сеток
  - 4.6.3. Расчет самотечных водоводов
  - 4.6.4. Отметки расчетных уровней воды в береговом колодце
    - 4.6.4.1. Отметки расчетных уровней в приемном отделении
    - 4.6.4.2. Отметки расчетных уровней во всасывающем отделении
  - 4.6.5. Расчет НС-I
- 4.7. Вспомогательное оборудование и устройства
  - 4.7.1. Промывка сеток
  - 4.7.2. Всасывающие воронки
  - 4.7.3. Промывка самотечных линий
- 4.8. Конструирование берегового колодца
- 4.9. Расчет устойчивости берегового колодца на всплывание
- 4.10. Рыбозащитные устройства водозаборов
- 4.11. Берегоукрепление
- 4.12. Зоны санитарной охраны
  - 4.12.1. Мероприятия на территории зон санитарной охраны
    - 4.12.1.1. Мероприятия по первому поясу
    - 4.12.1.2. Мероприятия по второму и третьему

поясам

## 5. СТАНЦИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ

5.1. Выбор метода обработки воды

5.2. Определение расчетной производительности очистных сооружений

5.3. Реагентное хозяйство

5.3.1. Расчетные дозы реагентов

5.3.2. Приготовление реагентов

5.3.3. Перемешивание реагентов

5.3.4. Склады реагентов

5.3.5. Дозирование реагентов

5.4. Смесители

5.5. Осветлители со взвешенным слоем осадка (с вертикальным осадкоуплотнителем)

5.5.1. Площадь осветлителей

5.5.2. Водосборные желоба с затопленными отверстиями для сбора воды

5.5.3. Осадкоприемные окна

5.5.4. Дырчатые трубы для сбора и отвода воды

5.5.5. Определение высоты осветлителя

5.5.6. Продолжительность пребывания осадка в осадкоуплотнителе

5.5.7. Дырчатые трубы для удаления осадка из осадкоуплотнителя

5.6. Скорые безнапорные фильтры с однослойной загрузкой

5.6.1. Определение размеров фильтра

5.6.2. Подбор состава загрузки фильтра

5.6.3. Расчет распределительной системы фильтра

5.6.4. Расчет устройств для сбора и отвода воды при промывке фильтра

5.6.5. Определение потерь напора при промывке фильтра

5.6.6. Песковое хозяйство

5.7. Обеззараживание воды

5.8. Резервуар чистой воды

5.9. Вспомогательные помещения станций водоподготовки

5.10. Насосная станция II подъёма

## 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЁТ СИСТЕМ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ

6.1. Гидравлический расчёт сети

6.1.1. Удельные расходы

6.1.2. Путьевые расходы

6.1.3. Узловые расходы

6.1.4. Предварительное потокораспределение

6.1.5. Гидравлический расчет и анализ работы

водопроводной сети на ЭВМ

6.2. Построение линий пьезометрического давления

6.3. Построение профиля водовода

6.4. Детализировка основных узлов водопроводной сети

## 7. ОХРАНА ТРУДА

7.1. Задача в области охраны труда

7.2. Инструкция и обучение труда на предприятии

7.3. Краткое описание технологического процесса и анализ опасных и вредных факторов при эксплуатации

водопроводной станции. Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ

ВОДОСНАБЖЕНИЯ, НАХОДЯЩИХСЯ В  
СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ  
ЗАКЛЮЧЕНИЕ  
ЛИТЕРАТУРА

## ВВЕДЕНИЕ

Водоснабжение — подача поверхностных или подземных вод водопотребителям в требуемом количестве и в соответствии с целевыми показателями качества воды в водных объектах. Инженерные сооружения, предназначенные для решения задач водоснабжения, называют системой водоснабжения, или водопроводом.

Вода расходуется различными потребителями на самые разнообразные нужды. Однако подавляющее большинство этих расходов может быть сведено к трем основным категориям:

- расход на хозяйственно-питьевые нужды (питье, приготовление пищи, умывание, стирка, поддержание чистоты жилищ и т. д.),
- расход на производственные нужды (расход предприятиями промышленности, транспорта, энергетики, сельского хозяйства и т. д.),
- расход для пожаротушения.

Водные ресурсы республики составляют две самые крупные реки Узбекистана и вообще всей Средней Азии - Сырдарья и Амударья, затем идут озера с кристально чистой водой, которых в этой стране, однако, не очень много и, конечно же, удивительное Аральское море - очень соленое озеро, аналогов которому в мире нет и хорошо, если бы никогда и не было.

Поверхностные воды на территории Узбекистана распределяются крайне неравномерно. На обширных равнинных местностях, занимающих почти две трети территории республики, воды очень мало. Но в то же время горные районы, расположенные на востоке страны, изобилуют реками. Такое неравномерное распределение поверхностных вод по районам республики характеризуется климатическими и географическими особенностями Узбекистана. Реки Узбекистана в основном формируются в горной части, так как именно в этих районах выпадает наибольшее количество осадков, и испарения здесь незначительны.

Таким образом, источником питания всех существующих в Средней Азии рек, естественно включая и реки Узбекистана, являются воды снегового и ледникового происхождения.

Итак, по сути, водные ресурсы Узбекистана - это источник жизни людей, проживающих здесь, без которого этот регион был бы обречен на опустынивание.

## **1.КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ**

### **1.1.Природно-климатические условия**

Сырдарьинская область — административная единица территориального деления Узбекистана с административным центром в городе Гулистан.

Область расположена в центре Узбекистана на левой стороне реки Сырдарья. Граничит с Ташкентской и Джизакской областями Узбекистана. Область граничит с Республикой Казахстан на севере и с Республикой Таджикистан на юге.

Общая площадь — 5 100 км<sup>2</sup>, климат типично континентальный и засушливый. Голодная степь занимает существенную часть области.

Количество осадков колеблется от 130—360 мм в год на равнинах до 440—620 мм в предгорье. На юго-востоке области летом по несколько дней дуют суховеи и пыльные бури, повреждающие посевы. Тёплый период составляет 247 дней, годовая сумма положительных температур — 5000—5900 °С.

### **1.2. Климатические условия**

Климат Сырдарьи несколько различается по районам в зависимости от их высотного расположения, близости к горам и удаления от западной открытой, наиболее засушливой ветреной части долины.

Климат характеризуется сухостью, резкой континентальностью и продолжительностью безморозного периода. Число дней со снежным покровом — 29 дней за год.

В отдельные годы количество осадков резко меняется, что вызывает недополив и даже посощку посевов при недостатке осадков или наводнении при их обилии с выходом из берегов, прорывами дамб и т.д. и образованием селевых потоков в результате быстрого стока воды со склонов Кадыров, окаймляющих долину.

Количество осадков – 181,5 мм в год.

Число часов с грозой – 15,4 ч. за год.

Максимальное суточное количество осадков – 85,0 мм.

Число дней с осадками – 84,6 за год.

### **Гидрография и гидрогеология**

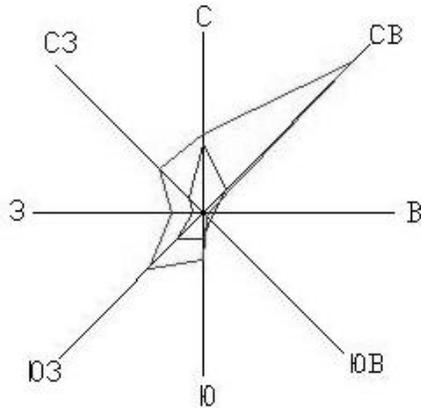
Территория, расположенная между дырами и долинами Сырдарьи и Нарына, представляет собой зону поглощения и формирования вод в верхнее - четвертичных и средне - четвертичных отложениях. Основным источником питания этих вод служит приток воды по долинам саев из заадырных впадин, дренаж подземных вод из зоны адыров, инфильтрация ирригационных и поверхностных вод и выдающих атмосферных осадков. При наличии хорошего стока подземные воды транзитом уходят в современную долину Сырдарьи и Нарына, являющиеся зоной разгрузки.

В пределах молодых террас грунтовые воды залегают на глубине 0-5 м. Здесь в обрывах террас, русел рек и коллекторов наблюдается их выклинивание, полностью завершающиеся перед Наукатским и Бекабадскими естественными барьерами. Минерализация вод пестрая 1-10 гр/л и больше.

Динамические запасы подземных вод основных водоносных горизонтов и комплексов Сырдарьинского водохозяйственного района определены в 525 м /сек, в том числе для горных массивов 228 м /сек, из них расходом 196 м /сек, выливаются в реки и в виде поверхностного стока фиксируются гидрометрическими постами. В долину же подземным путем поступает расход воды 32 м /сек.

### 1.3. Повторяемость ветров

Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	10	9	7	28	15	6	14	11
Июль	16	5	4	19	13	6	17	20



## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО ЧИСЛА ЖИТЕЛЕЙ В НАСЕЛЕННОМ ПУНКТЕ

В городе имеется 2 района. Плотность населения в первом районе составляет  $P_1=220$  чел/га, во втором районе  $P_2=150$  чел/га. Общее количество жителей в городе 56552 человек. Площадь первого района составляет 162,22 Га, второго 146,45 Га. Застройка города в основном 1-2 этажа, в некоторых районах города 5-ти этажная.

В городе имеются следующие промышленные предприятия:

- Хлеб. завод;
- Шоколадная фабрика;
- Завод по производству ЖБ шпал;
- Завод по производству стекольных банок;
- Вокзал;
- Вагонное хозяйство.

Расчётное число жителей населенного пункта определяется отдельно для каждого района по формуле:

$$N = P * F \text{ чел.}$$

где P- плотность населения чел/г. F-площадь жилых кварталов.

Город по плотности населения и степени благоустройства жилой застройки разделён на районы:

$$N^1 = 220 * 160.22 = 35689 \text{ чел.}$$

$$N^2 = 150 * 146.45 = 21967 \text{ чел.}$$

Все расчёты по определению числа жителей, отдельно для каждого района приведены в таблице 2.1;2.2.

Таблица 2.1

### Определение расчетного числа жителей в населенном пункте

#### (I район)

№	Плотность	Площадь		Количество населения
		м <sup>2</sup>	га	
I район				
1	220	7770,5	19,43	4274
2	220	6917,1	17,29	3804
3	220	2659,8	6,65	1463
4	220	1485,4	3,71	817
5	220	4726,3	11,82	2599
6	220	3019,6	7,55	1661
7	220	4183,2	10,46	2301
8	220	3883,6	9,71	2136
9	220	2549,4	6,37	1402
10	220	1490,2	3,73	820
11	220	1233,3	3,08	678
12	220	4831,5	12,08	2657
13	220	6403,9	16,01	3522
14	220	1745,2	4,36	960
15	220	1419,3	3,55	781
16	220	1473,8	3,68	811
17	220	1558,9	3,90	857
18	220	4134,5	10,34	2274
19	220	1631,6	4,08	897
20	220	1772,6	4,43	975
Итого:		64889,7	162,22	35689

**Определение расчетного числа жителей в населенном пункте  
(II район)**

21	150	4458,4	11,15	1672
22	150	3750	9,38	1406
23	150	960,1	2,40	360
24	150	3510	8,78	1316
25	150	2399,7	6,00	900
26	150	4575,8	11,44	1716
27	150	2712,3	6,78	1017
28	150	2104,1	5,26	789
29	150	2233,9	5,58	838
30	150	4080,8	10,20	1530
31	150	5910,5	14,78	2216
32	150	2858,08	7,15	1072
33	150	5067,6	12,67	1900
34	150	2726,6	6,82	1022
35	150	3078	7,70	1154
36	150	6105,2	15,26	2289
37	150	3226,9	8,07	1210
38	150	1776,6	4,44	666
39	150	966,8	2,42	363
40	150	1629,5	4,07	611
41	150	849,5	2,12	319
42	150	1401	3,50	525
43	150	1366,3	3,42	512
Итого:		58579,18	146,45	21967
Итого по 2 районам		123468,88	308,67	57657

### 3. РАСХОДЫ ВОДЫ В НАСЕЛЁННОМ ПУНКТЕ

Все потребители воды подразделяются на равномерно распределённые и сосредоточенные. К равномерно распределённым относятся:

- Расходы на хозяйственно-питьевые нужды;

- Полив улиц и зелёных насаждений, если он осуществляется из поливочных кранов при помощи шлангов.

Неучтённые расходы принимаемые в размере 10-15% от суммы выше перечисленных.

К сосредоточенным расходам относятся:

- Расходы воды на нужды промышленных предприятий;
- Расходы воды расход воды на полив улиц и зелёных насаждений, если он осуществляется поливочными автомашинами, которые заправляются водой на специально оборудованных площадках в определённых точках сети.

### 3.1. Равномерно-распределенные расходы воды

Удельное среднесуточное за год водопотребление на одного жителя  $q_{ж}$  принимаем по таблице в зависимости климатических условий, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства и количества населения - суточный расход воды будет равен:

$$Q_{сут} = \sum q_{жс} * N_{жс} / 1000 \text{ м}^3/\text{сут}$$

где N-расчетное кол-во жителей;

$Q_{ж}$  - удельное водопотребление.

расчеты приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1

### Равномерно-распределенные расходы воды

Район	Норма водопотребления л/сут	$Q_{ср.сут}$ $\text{м}^3/\text{сут}$
1 район	144,00	4438,51
2 район	170,00	5477,23
$\Sigma$	157,00	9915,74

### 3.2 Расчётные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления

$$Q_{сут \max} = K_{сут \max} * Q_{сут}$$

$$Q_{сут \min} = K_{сут \min} * Q_{сут}$$

Коэффициент суточной неравномерности водопотребления  $K_{сут}$  учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий изменения водопотребления по сезонам года и дням недели принят равным:

$$K_{сут \max} = 1.30 - 1.10 \quad K_{сут \min} = 0.90 - 0.70$$

Расчеты приведены в таблице 3.2

Расчётный часовой расход воды  $q_{ч}$  м<sup>3</sup>/ч определён по формуле:

$$q_{ч \max} = K_{ч \max} * Q_{сут \max} / 24$$

$$q_{ч \min} = K_{ч \min} * Q_{сут \min} / 24$$

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления  $K_{ч}$  определён из выражения:

$$K_{ч \max} = \lambda_{\max} * \beta_{\max}$$

$$K_{ч \min} = \lambda_{\min} * \beta_{\min}$$

где  $\lambda$  коэффициент учитывающий степень благоустройства зданий режим работы предприятий т другие местные условия.

Принимаем

$$\lambda_{\max} = 1.40 - 1.20, \lambda_{\min} = 0.60 - 0.40$$

$\beta$ - коэффициент учитывающий число жителей в населённом пункте.

Таблица 3.2

**Расчётные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления**

Район	$Q_{сут.мах}, M^3/сут$	$Q_{сут.мин}, M^3/сут$	$Q_{ч.мах}, M^3/час$	$Q_{ч.мин}, M^3/час$	$K_{сут.мах}$	$K_{сут.мин}$	$Q_{жил.с.сут.м}, M^3/сут$	$\alpha$		$\beta$		$K_{часмах}\alpha*\beta$	К час мин
								мин	мах	мин	мах		
1 район	5326,21	3994,66	1,20	0,90	184,94	316,91	42,44	0,50	1,20	0,51	1,19	1,43	0,26
2 район	6572,68	4929,51	1,20	0,90	228,22	423,66	53,40	0,50	1,30	0,52	1,19	1,55	0,26
$\Sigma$	11898,89	8924,17			413,16	740,57	95,85						

### 3.3. Расходы на полив улиц и зеленых насаждений

Полив предусматривается автомашинами для этого I и II района предусматривается площади для заправки водой согласно заданию полив производится 2 раза в день по 2 часа.

Норма водопотребления полив улиц принимается 0,4 л/м<sup>2</sup> следовательно:

$$Q_{пол} = F_{ул} * q_{пол} * 2 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчеты приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

#### Расчет расходов на полив улиц

Район	полив улиц. q пол л/м <sup>2</sup>	Fпол га	n пол	Qпол м <sup>3</sup> /сут	Qполив.ср.улиц, м <sup>3</sup> /сут
1-район	19,4	0,58	46,62	1,94	15,54
2-район	8,8	0,26	21,06	0,88	7,02

$$Q_{зел} = F_{зел} * q_{пол} * 2 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчеты приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4

#### Расчет расходов на полив зеленых насаждений

Район	полив улиц. q пол л/м <sup>2</sup>	Fпол, га	n пол	Qпол м <sup>3</sup> /сут	Qполив.ср.улиц, м <sup>3</sup> /сут
1-район	4	0,58	2	46,62	27,20
2-район	4	0,26	2	21,06	12,29

### 3.4. Сосредоточенные расходы

#### 3.4.1 Расходы воды на промышленные предприятия

На железнодорожной станции и промышленных предприятиях вода расходуется на технологические цели, хозяйственные питьевые нужды и душевые

работает в 3 смены, первая смена начинается в 8 часов вторая в 16 и третья в 24 часа.

## **Железнодорожные предприятия**

### **Вокзал**

Вокзал работает круглосуточно. Вода расходуется в столовой, питьевые краны, туалет, полив территории.

### **Вагонное хозяйство**

В вагонном хозяйстве вода используется для промывки вагонов, заправки пассажирских вагонов, для мытья помещений и смотровых канав.

## **Промышленные предприятия**

### **Хлебозавод**

В производстве вода расходуется на приготовление теста, увлажнение пекарных камер, охлаждение заварки в заварочных машинах, кондиционеров для хлебохранилищ и расстойных шкафов, мытье оборудования и хлебных лотков и др. Система водоснабжения прямоточная.

### **Шоколадная фабрика**

В производстве вода расходуется на приготовление сиропов, замочку агара, охлаждение оборудования, конденсацию экстракта, мойку сырья, тары и оборудования. Система водоснабжения прямоточная.

## **Завод по производству железобетонных шпал**

В производстве железобетонных шпал вода расходуется на затворение бетона, смазку форм, промывку закладных деталей, пропарку и полив изделий, охлаждение оборудования (компрессоров), а также на хозяйственно-бытовые нужды и полив территории. В производстве железобетонных труб и опор вода расходуется на те же цели и, кроме того, на гидропрессовку и шлифовку раструбов. Система водоснабжения прямоточная.

## Завод по производству стекольных банок

Сырьем для изготовления стекла различных видов являются песок, сода и другие компоненты. Готовая продукция получается путем ручного и механизированного выдувания и прессования с применением автоматов и полуавтоматов.

В производстве вода используется в основном для охлаждения оборудования (технологического, энергетического, вентиляционного) и приготовления шихты.

Система водоснабжения оборотная (лишь на старых заводах прямоточная) с последовательным использованием.

На каждом заводе может быть несколько циклов оборотного водоснабжения: воды с жесткостью до 3 мг-экв/л (или фосфатированная вода); с жесткостью до 1 мг-экв/л (умягченная вода); воды с постоянной температурой  $15\pm 2^{\circ}\text{C}$  для охлаждения ленты полированного стекла.

Имеются также производственный водопровод свежей воды, горячей воды до  $90^{\circ}\text{C}$ , повторно используемой воды (с температурой  $40\text{—}50^{\circ}\text{C}$ ) и обессоленной воды.

Суточный расход воды железнодорожной станции и промышленных предприятий определяется отдельно по всем потребителям.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды рабочих промышленных предприятий и на прием душей во время пребывания их на производстве учитывается дополнительно к хозяйственно-питьевому водопотреблению населения города. Эти дополнительные расходы составляют  $0,045\text{ м}^3$  на 1 человека в смену в горячих цехах и  $0,025\text{ м}^3$  на 1 человека - в холодных цехах.

Часовой расход воды на 1 душевую сетку принимают 500 л при продолжительности пользования душем 45 мин (за это время расход составляет 375л) после окончания каждой смены.

Количество душевых сеток определяется по расчетному количеству человек на одну душевую сетку, работающих в смене, в зависимости от групп санитарной характеристики производственных процессов (см. прил. 3 [7]).

Работы, выполняемые в холодных цехах локомотивного депо (основные процессы по техосмотру и профилактическому ремонту локомотивов, обтирка локомотивов, смазка подшипников, слесарно-механические работы в цехах локомотивных депо), относятся к группе 1в по санитарной характеристике производственных процессов. Работы, выполняемые в горячих цехах (основные процессы в термических, кузнечных, литейных цехах депо по ремонту локомотивов), относятся к группе IIб.

По максимальному количеству душевых сеток  $m$  определяют расход воды на душевые нужды работающих в первую смену по формуле,  $\text{м}^3/\text{смену}$ ,

$$Q_{\text{душI}} = 0,375 \cdot m$$

Расходы воды на душевые нужды других смен определяют по соотношению работающих по сменам,  $\text{м}^3/\text{смену}$ ,

$$Q_{\text{душII}} = Q_{\text{душI}} \cdot \frac{n_{\text{II}}}{n_{\text{I}}}; \quad Q_{\text{душIII}} = Q_{\text{душI}} \cdot \frac{n_{\text{III}}}{n_{\text{I}}},$$

где  $n_{\text{I}}, n_{\text{II}}, n_{\text{III}}$  - число работающих по сменам.

Все расчёты приведены в таблице 3.5.

## Расходы воды на промышленные предприятия

№	Наименование предприятий	Единицы измерения	Кол-во продукции	Число смен	Время работы	Число работающих	Норма водопотребления			Расчетные расходы				ΣQ
							Моб	Мпр	Мхб	Qпр	Qхб	Qдуш гор	Qдуш хол	
1	Хлебозавод	1 т готовой продукции	38	3	24	75	5,60	4,80	0,80	181,44	30,24	1,69	1,41	214,77
2	Шоколадная фабрика	1 т шоколада	13	2	16	100	109,93	106,93	3,00	1390,09	39,00	2,25	1,88	1433,22
3	Завод по производству железобетонных шпал	1 м <sup>3</sup> шпал	250	2	16	95	0,57	0,00	0,57	0,00	142,50	2,14	1,78	146,42
4	Завод по производству стекольных банок	1 тыс.шт.	16	2	16	55	0,60	0,40	0,20	6,40	75,00	2,06	1,72	85,18
5	Пассажирское здание	м <sup>3</sup> /сут	50	0			0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00	0,00	50,00
6	Вагонное хозяйство	вагон	48	2	16	360	12,30	11,70	0,60	561,60	28,80	0,90	0,75	592,05

Продолжение таблицы 3.5

<b>Наимен.пром.пред.</b>	<b>Число раб. в гор. цеху</b>	<b>Число раб. в хол.цеху</b>	<b>Число пол. душ в гор. цеху</b>	<b>Число пол. душ в хол. цеху</b>	<b>Кол-во людей на 1 душ</b>	<b>Число душ. сеток гор. цеху</b>	<b>Число душ. сеток хол. цеху</b>
Хлебозавод	30	45	23	34	5	5	7
Шоколадная фабрика	40	60	30	45	5	6	9
Завод по производству железобетонных шпал	38	57	29	43	5	6	9
Завод по производству стекольных банок	22	33	17	25	3	6	8
Пассажирское здание			0				
Вагонное хозяйство	72	108	18	27	15	1	2

### **3.4.2. Расходы на нужды пожаротушения**

Расходование воды для тушения пожаров, производится эпизодически во время пожаров.

Расход воды на наружное пожаротушения и количество одновременных пожаров в населённом пункте принимаем по КМК 2.04.02-97.

Принимаем два одновременных наружных пожара общим расходом 35 л/с каждый и два внутренних пожара общим расходом 5 л/с каждый.

Расчётную продолжительность тушения принимаем 3 часа.

$$q_{\text{пож}}=240\text{л/сек}$$

### **3.4.3. Предприятия социально-культурного назначения**

Также в проекте учтены расходы на культурные учреждения: 2 прачечные, работающие по 16 часов, 2 круглосуточные больницы и гостиницы, 3 школы, работающие по 8 часов.

Расчеты приведены в таблице 3.6

**Расходы от Социально-Культурных Объектов**

**Таблица 3.6**

№	Наименование объекта	Число жителей	Норма продукции на 1000 жит.	Количество продукции	Ед. Измер.	Время работы	Норма водопотребления	Расходы		
								Qcp.сут	Qcp.ч	Кч
<i>1 район</i>										
1.	Гостиница	2274	6,00	14	место	24,00	90,00	1,23	0,05	2,50
2.	Прачечная	30823	80,00	2466	сухое белье (кг)	16,00	50,00	125,00	7,81	1,00
3.	Школа	30823	180,00	5548	ученик	16,00	8,00	44,39	2,77	1,50
4.	Больница	30823	12,00	370	койка	24,00	110,00	40,69	1,70	2,50
							Общ Qcp.сут	211,30	12,33	
<i>2 район</i>										
1.	Гостиница	319	6,00	2	место	24,00	230,00	0,44	0,02	2,50
2.	Прачечная	32219	80,00	2578	сухое белье (кг)	16,00	75,00	193,50	12,09	1,00
3.	Школа	32219	180,00	5799	ученик	16,00	11,50	66,69	4,17	1,50
4.	Больница	32219	12,00	387	койка	24,00	200,00	77,33	3,22	2,50
							Общ Qcp.сут	337,96	19,50	

### 3.5 Определение суточных расходов воды по часам суток

Суточные расходы воды принимают в основу расчета всей системы подачи и распределения воды. Для расчета водопроводной сети необходимо знать максимальный часовой и соответствующий ему секундный расходы воды в сутки максимального водопотребления. С этой целью составлена сводная таблица часовых расходов воды всех потребителей (табл. 3.7) и по данным таблицы построен суммарный график водопотребления по часам суток.

Распределение общего расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды и неучтенных расходов по часам суток в процентах от  $Q_{сут}$  принимается в зависимости от расчетного коэффициента часовой неравномерности  $K_{ч.мах}$  (см. табл.20.17 [6]).

. Общий расход воды на нужды населения с учетом неучтенного расхода принимается из табл. 3.2 и расписывается по часам суток в зависимости от значения процентов для каждого часа.

Значение равномерно распределенного расхода для каждого часа получаем вычитанием из общего расхода расходов воды социально-культурных объектов

Расход воды для ТЭЦ расписывается по часам суток в зависимости от значения процентов для каждого часа, приведенного в таблице 3.7

Расходы воды на технологические нужды депо и промышленных предприятий принято равномерным в течение каждой смены.

Распределение расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды работающих в депо и на предприятии зависит от характера и типа производства и учитывается коэффициентом часовой неравномерности, который составляет:

в горячих цехах  $K_{ч} = 2,5$ ;

в холодных цехах  $K_{ч} = 3$ .

Расход воды для ТЭЦ и населённого пункта

Район	Норма водопотребления л/сут	Q <sub>ср.сут</sub> м <sup>3</sup> /сут	β для ТЭЦ	K <sub>часмах</sub> α*β для ТЭЦ	Q <sub>ср.сут</sub> ТЭЦ	Q <sub>мах.сут</sub> ТЭЦ	N чел	P плотность	Q <sup>жил.с.</sup> <sub>сут.п.</sub> м <sup>3</sup> /сут
1 район	220	4438,51	2426,87	5344,8	35689	220	2426,87	5344,8	4927,96
2 район	150	5477,23			21967	150			3396,46
Σ	185	9915,74			57657				8324,43

Расход воды на душевые нужды в суточном графике водопотребления для депо и предприятия учитывается в первый час после окончания каждой смены.

Суммарный расход воды для каждого часа получаем арифметическим сложением часовых расходов всех потребителей.

Все расчёты приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8

## Расчёт суточных расходов воды по часам суток

Часы	Х/П		Неучт.	Полив зел. нас.	$\Sigma Q$	Х/П		Неучт.	Полив зел. нас.	$\Sigma Q$
	Ip	K=1,5	Ip, 10%			Pr	K=1,7	Pr, 10%		
<b>0-1</b> 3смена	79,89	1,50	7,99		<b>87,88</b>	65,73	1,00	6,57		72,30
<b>1-2</b>	79,89	1,50	7,99		<b>87,88</b>	65,73	1,00	6,57		72,30
<b>2-3</b>	79,89	1,50	7,99		<b>87,88</b>	65,73	1,00	6,57		72,30
<b>3-4</b>	79,89	1,50	7,99		<b>87,88</b>	65,73	1,00	6,57		72,30
<b>4-5</b>	133,16	2,50	13,32		<b>146,47</b>	131,45	2,00	13,15		144,60
<b>5-6</b>	186,42	3,50	18,64	11,66	<b>216,72</b>	197,18	3,00	19,72		216,90
<b>6-7</b>	239,68	4,50	23,97	11,66	<b>275,30</b>	328,63	5,00	32,86	5,27	366,76
<b>7-8</b>	292,94	5,50	29,29		<b>322,24</b>	427,22	6,50	42,72	5,27	475,21
<b>8-9</b> 1смена	<b>332,89</b>	<b>6,25</b>	<b>33,29</b>		<b>366,18</b>	<b>427,22</b>	<b>6,50</b>	<b>42,72</b>		469,95
9-10	332,89	6,25	33,29		<b>366,18</b>	361,50	5,50	36,15		397,65
<b>10-11</b>	332,89	6,25	33,29		<b>366,18</b>	295,77	4,50	29,58		325,35
<b>11-12</b>	332,89	6,25	33,29		<b>366,18</b>	361,50	5,50	36,15		397,65
<b>12-13</b>	266,31	5,00	26,63		<b>292,94</b>	460,09	7,00	46,01		506,10
<b>13-14</b>	266,31	5,00	26,63		<b>292,94</b>	460,09	7,00	46,01		506,10
<b>14-15</b>	292,94	5,50	29,29		<b>322,24</b>	361,50	5,50	36,15		397,65
<b>15-16</b>	319,57	6,00	31,96		<b>351,53</b>	295,77	4,50	29,58		325,35
<b>16-17</b> 2смена	319,57	6,00	31,96		<b>351,53</b>	328,63	5,00	32,86		361,50
<b>17-18</b>	292,94	5,50	29,29		<b>322,24</b>	427,22	6,50	42,72		469,95
<b>18-19</b>	266,31	5,00	26,63	11,66	<b>304,60</b>	427,22	6,50	42,72	5,27	475,21
<b>19-20</b>	239,68	4,50	23,97	11,66	<b>275,30</b>	328,63	5,00	32,86	5,27	366,76
<b>20-21</b>	213,05	4,00	21,30		<b>234,35</b>	295,77	4,50	29,58		325,35
<b>21-22</b>	159,79	3,00	15,98		<b>175,77</b>	197,18	3,00	19,72		216,90
<b>22-23</b>	106,52	2,00	10,65		<b>117,18</b>	131,45	2,00	13,15		144,60
<b>23-24</b>	79,89	1,50	7,99		<b>87,88</b>	65,73	1,00	6,57		72,30
$\Sigma$ Сумма	5326,21	100,00	532,62	46,62	<b>5905,46</b>	6572,68	100,00	657,27	21,06	<b>7251,00</b>

**Продолжение таблицы 3.8**

Часы	Полив улиц 1 р	Полив улиц 2 р	ТЭЦ		Вагонное хозяйство							
			К=1,44	Q <sub>мах.сут</sub> ТЭЦ	Q <sub>мп</sub> произв	Q <sub>хп</sub>				Q <sub>душ гор</sub>	Q <sub>душ хол</sub>	ΣQ
						%гор к2.5	м <sup>3</sup> /час	%хол к 3	м <sup>3</sup> /час			
0-1 3смена			1,35	12,65						0,45	0,38	0,83
1-2			1,35	12,65								0,00
2-3			1,35	12,65								0,00
3-4			1,35	12,65								0,00
4-5			2,35	22,02								0,00
5-6	3,89	1,76	3,35	31,39								0,00
6-7	3,89	1,76	4,65	43,57								0,00
7-8			5,80	54,35								0,00
8-9 1смена			6,33	59,27	8,29	6,25	0,54	6,25	0,36			9,19
9-10			6,03	56,46	8,29	12,50	1,08	6,25	0,36			9,73
10-11			5,73	53,65	8,29	12,50	1,08	6,25	0,36			9,73
11-12			6,03	56,46	8,29	18,75	1,62	6,25	0,36			10,27
12-13			5,60	52,48	8,29	6,25	0,54	18,75	1,08			9,91
<b>13-14</b>			<b>5,60</b>	<b>52,48</b>	8,29	12,50	1,08	37,50	2,16			11,53
14-15			5,50	51,54	8,29	12,50	1,08	6,25	0,36			9,73
15-16			5,55	52,01	8,29	18,75	1,62	6,25	0,36			10,27
16-17 2смена			5,70	53,41	8,29	6,25	0,54	12,50	0,72	0,45	0,38	10,38
17-18			5,80	54,35	8,29	12,50	1,08	6,25	0,36			9,73
18-19			5,45	51,07	8,29	12,50	1,08	6,25	0,36			9,73
19-20			4,65	43,57	8,29	18,75	1,62	6,25	0,36			10,27
20-21	3,89	1,76	4,15	38,89	8,29	6,25	0,54	18,75	1,08			9,91
21-22	3,89	1,76	3,00	28,11	8,29	12,50	1,08	37,50	2,16			11,53
22-23			2,00	18,74	8,29	12,50	1,08	6,25	0,36			9,73
23-24			1,35	12,65	8,29	18,75	1,62	6,25	0,36			10,27
<b>ΣСумма</b>	<b>15,54</b>	<b>7,02</b>	100	937,1	<b>561,60</b>	<b>200,00</b>	<b>17,28</b>	<b>193,75</b>	<b>11,52</b>	<b>0,90</b>	<b>0,75</b>	<b>592,05</b>

**Продолжение таблицы 3.8**

Часы	Вокзал	Хлебозавод							
		Q <sub>т</sub> произв	Q <sub>хп</sub>				Q <sub>душ</sub> гор	Q <sub>душ</sub> хол	ΣQ
			%гор к2.5	м3/час	%хол к 3	м3/час			
0-1 3смена	2,08	7,56	12,50	0,76	12,50	0,50	0,56	0,47	9,85
1-2	2,08	7,56	8,12	0,49	6,25	0,25			8,30
2-3	2,08	7,56	8,12	0,49	6,25	0,25			8,30
3-4	2,08	7,56	8,12	0,49	6,25	0,25			8,30
4-5	2,08	7,56	15,60	0,94	18,75	0,76			9,26
5-6	2,08	7,56	31,30	1,89	37,50	1,51			10,97
6-7	2,08	7,56	8,12	0,49	6,25	0,25			8,30
7-8	2,08	7,56	8,12	0,49	6,25	0,25			8,30
8-9 1смена	2,08	<b>7,56</b>	12,50	0,76	6,25	<b>0,25</b>	0,56	0,47	9,60
9-10	2,08	7,56	8,12	0,49	12,50	0,50			8,56
10-11	2,08	7,56	8,12	0,49	12,50	0,50			8,56
11-12	2,08	7,56	8,12	0,49	18,75	0,76			8,81
12-13	2,08	7,56	15,60	0,94	6,25	0,25			8,76
<b>13-14</b>	2,08	7,56	31,30	1,89	12,50	0,50			9,96
14-15	2,08	7,56	8,12	0,49	12,50	0,50			8,56
15-16	2,08	7,56	8,12	0,49	18,75	0,76			8,81
16-17 2смена	2,08	7,56	12,50	0,76	6,25	0,25	0,56	0,47	9,60
17-18	2,08	7,56	8,12	0,49	12,50	0,50			8,56
18-19	2,08	7,56	8,12	0,49	12,50	0,50			8,56
19-20	2,08	7,56	8,12	0,49	18,75	0,76			8,81
20-21	2,08	7,56	15,60	0,94	6,25	0,25			8,76
21-22	2,08	7,56	31,30	1,89	12,50	0,50			9,96
22-23	2,08	7,56	8,12	0,49	12,50	0,50			8,56
23-24	2,08	7,56	8,12	0,49	18,75	0,76			8,81
ΣСумма	<b>50,00</b>	<b>181,44</b>	<b>300,00</b>	<b>18,14</b>	<b>300,00</b>	<b>12,10</b>	<b>1,69</b>	<b>1,41</b>	<b>214,77</b>

**Продолжение таблицы 3.8**

Часы	Шоколадная фабрика							
	Qтпроизв	Qхп				Qдуш гор	Qдушхол	ΣQ
		%гор к2.5	м3/час	%хол к 3	м3/час			
0-1 3смена						1,13	<b>0,94</b>	2,06
1-2								0,00
2-3								0,00
3-4								0,00
4-5								0,00
5-6								0,00
6-7								0,00
7-8								0,00
8-9 1смена	86,88	6,25	0,73	6,25	0,49			88,10
9-10	86,88	12,50	1,46	12,50	0,98			89,32
10-11	86,88	12,50	1,46	12,50	0,98			89,32
11-12	86,88	18,75	2,19	18,75	1,46			90,54
12-13	86,88	6,25	0,73	6,25	0,49			88,10
<b>13-14</b>	86,88	12,50	1,46	12,50	0,98			89,32
14-15	86,88	12,50	1,46	12,50	0,98			89,32
15-16	86,88	18,75	2,19	18,75	1,46			90,54
16-17 2смена	86,88	6,25	0,73	6,25	0,49	1,13	0,94	90,16
17-18	86,88	12,50	1,46	12,50	0,98			89,32
18-19	86,88	12,50	1,46	12,50	0,98			89,32
19-20	86,88	18,75	2,19	18,75	1,46			90,54
20-21	86,88	6,25	0,73	6,25	0,49			88,10
21-22	86,88	12,50	1,46	12,50	0,98			89,32
22-23	86,88	12,50	1,46	12,50	0,98			89,32
23-24	86,88	18,75	2,19	18,75	1,46			90,54
<b>ΣСумма</b>	<b>1390,09</b>	<b>200,00</b>	<b>23,40</b>	<b>200,00</b>	<b>15,60</b>	<b>2,25</b>	<b>1,88</b>	<b>1433,22</b>

**Продолжение таблицы 3.8**

Часы	Завод по производству стекольных банок							
	Qтпроизв	Qхп				Qдушгор	Qдушхол	ΣQ
		%гор к2.5	м3/час	%хол к 3	м3/час			
0-1 3смена						1,03	0,86	1,89
1-2								0,00
2-3								0,00
3-4								0,00
4-5								0,00
5-6								0,00
6-7								0,00
7-8								0,00
8-9 1смена	0,40	6,25	1,41	6,25	0,94			2,74
9-10	0,40	12,50	2,81	12,50	1,88			5,09
10-11	0,40	12,50	2,81	12,50	1,88			5,09
11-12	0,40	18,75	4,22	18,75	2,81			7,43
12-13	0,40	6,25	1,41	6,25	0,94			2,74
<b>13-14</b>	0,40	12,50	2,81	12,50	1,88			5,09
14-15	0,40	12,50	2,81	12,50	1,88			5,09
15-16	0,40	18,75	4,22	18,75	2,81			7,43
16-17 2смена	0,40	6,25	1,41	6,25	0,94	1,03	0,86	4,63
17-18	0,40	12,50	2,81	12,50	1,88			5,09
18-19	0,40	12,50	2,81	12,50	1,88			5,09
19-20	0,40	18,75	4,22	18,75	2,81			7,43
20-21	0,40	6,25	1,41	6,25	0,94			2,74
21-22	0,40	12,50	2,81	12,50	1,88			5,09
22-23	0,40	12,50	2,81	12,50	1,88			5,09
23-24	0,40	18,75	4,22	18,75	2,81			7,43
<b>ΣСумма</b>	<b>6,40</b>	<b>200,00</b>	<b>45,00</b>	<b>200,00</b>	<b>30,00</b>	<b>2,06</b>	<b>1,72</b>	<b>85,18</b>

**Продолжение таблицы 3.8**

Часы	Завод по производству железобетонных шпал							
	Q <sub>т</sub> произв	Q <sub>хп</sub>				Q <sub>душ гор</sub>	Q <sub>душхол</sub>	ΣQ
		%гор к2.5	м3/час	%хол к 3	м3/час			
0-1 3смена						1,07	0,89	1,96
1-2								0,00
2-3								0,00
3-4								0,00
4-5								0,00
5-6								0,00
6-7								0,00
7-8								0,00
8-9 1смена	0,00	6,25	2,67	6,25	1,78			4,45
9-10	0,00	12,50	5,34	12,50	3,56			8,91
10-11	0,00	12,50	5,34	12,50	3,56			8,91
11-12	0,00	18,75	8,02	18,75	5,34			13,36
12-13	0,00	6,25	2,67	6,25	1,78			4,45
<b>13-14</b>	0,00	12,50	5,34	12,50	3,56			8,91
14-15	0,00	12,50	5,34	12,50	3,56			8,91
15-16	0,00	18,75	8,02	18,75	5,34			13,36
16-17 2смена	0,00	6,25	2,67	6,25	1,78	1,07	0,89	6,41
17-18	0,00	12,50	5,34	12,50	3,56			8,91
18-19	0,00	12,50	5,34	12,50	3,56			8,91
19-20	0,00	18,75	8,02	18,75	5,34			13,36
20-21	0,00	6,25	2,67	6,25	1,78			4,45
21-22	0,00	12,50	5,34	12,50	3,56			8,91
22-23	0,00	12,50	5,34	12,50	3,56			8,91
23-24	0,00	18,75	8,02	18,75	5,34			13,36
ΣСумма	<b>0,00</b>	<b>200,00</b>	<b>85,50</b>	<b>200,00</b>	<b>57,00</b>	<b>2,14</b>	<b>1,78</b>	<b>146,42</b>

Продолжение таблицы 3.8

Часы	Гостиница 1 г		Гостиница 2 г		Прачечная 1 г		Прачечная 2 г	
	%	м3/час	%	м3/час	%	м3/час	%	м3/час
0-1 3смена	0,60	0,04	0,60	0,09				
1-2	0,60	0,04	0,60	0,09				
2-3	1,20	0,07	1,20	0,18				
3-4	2,00	0,12	2,00	0,31				
4-5	3,50	0,21	3,50	0,54				
5-6	3,50	0,21	3,50	0,54				
6-7	4,50	0,27	4,50	0,69				
7-8	10,20	0,61	10,20	1,56				
8-9 1смена	8,80	0,53	8,80	1,35	<b>6,25</b>	<b>7,81</b>	<b>6,25</b>	<b>12,09</b>
9-10	6,50	0,39	6,50	1,00	6,25	<b>0,00</b>	6,25	<b>12,09</b>
10-11	4,10	0,25	4,10	0,63	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
11-12	4,10	0,25	4,10	0,63	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
12-13	3,50	0,21	3,50	0,54	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
<b>13-14</b>	3,50	0,21	3,50	0,54	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
14-15	4,70	0,28	4,70	0,72	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
15-16	6,20	0,37	6,20	0,95	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
16-17 2смена	10,40	0,62	10,40	1,59	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
17-18	9,40	0,56	9,40	1,44	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
18-19	7,30	0,44	7,30	1,12	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
19-20	1,60	0,10	1,60	0,25	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
20-21	1,60	0,10	1,60	0,25	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
21-22	1,00	0,06	1,00	0,15	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
22-23	0,60	0,04	0,60	0,09	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
23-24	0,60	0,04	0,60	0,09	6,25	<b>15,47</b>	6,25	<b>12,09</b>
$\Sigma$ Сумма	100,00	<b>19,27</b>	100,00	<b>30,31</b>	100,00	125,00	100,00	193,50

Продолжение таблицы 3.8

Школа 1р.		Школа 2р.		Больница 1р.		Больница 2р.		ΣQ .	Всего	Итого	%
%	м3/час	%	м3/час	%	м3/час	%Кч =2,5	м3/час	м3/час	Qсоср .	Qравн.+Qсоср.	
				0,20	0,08	0,20	0,15	0,53	19,21	179,39	1,12
				0,20	0,08	0,20	0,15	0,53	10,92	171,10	1,07
				0,20	0,08	0,20	0,15	0,83	11,22	171,40	1,07
				0,20	0,08	0,20	0,15	1,23	11,61	171,80	1,07
				0,50	0,20	0,50	0,39	2,33	13,67	304,74	1,90
				0,50	0,20	0,50	0,39	2,33	21,01	454,63	2,83
				3,00	1,22	3,00	2,32	5,77	21,80	663,86	4,13
				4,00	1,63	4,00	3,09	9,78	20,16	817,61	5,09
<b>12,50</b>	<b>5,55</b>	<b>12,50</b>	<b>8,34</b>	<b>8,00</b>	3,25	<b>8,00</b>	6,19	47,60	163,77	999,89	6,22
6,25	<b>2,77</b>	6,25	<b>4,17</b>	10,40	4,23	10,40	8,04	42,35	166,03	929,85	5,79
6,25	<b>2,77</b>	6,25	<b>4,17</b>	6,00	2,44	6,00	4,64	35,96	159,64	851,17	5,30
6,25	<b>2,77</b>	6,25	<b>4,17</b>	10,40	4,23	10,40	8,04	41,15	173,64	937,47	5,84
18,75	<b>8,32</b>	18,75	<b>12,50</b>	10,40	4,23	10,40	8,04	54,74	170,79	969,83	6,04
37,50	<b>16,64</b>	37,50	<b>25,01</b>	6,00	2,44	6,00	4,64	70,38	197,26	996,30	6,20
6,25	<b>2,77</b>	6,25	<b>4,17</b>	5,00	2,03	5,00	3,87	35,08	158,76	878,64	5,47
6,25	<b>2,77</b>	6,25	<b>4,17</b>	8,50	3,46	8,50	6,57	39,95	172,44	849,32	5,29
				5,30	2,16	5,30	4,10	31,32	154,59	867,61	5,40
				5,00	2,03	5,00	3,87	30,47	154,15	946,33	5,89
				5,00	2,03	5,00	3,87	29,43	153,11	932,92	5,81
				5,00	2,03	5,00	3,87	26,60	159,09	801,16	4,99
				2,00	0,81	2,00	1,55	23,06	144,75	704,45	4,39
				3,00	1,22	3,00	2,32	23,94	156,47	549,13	3,42
				0,70	0,28	0,70	0,54	21,03	144,71	406,49	2,53
				0,50	0,20	0,50	0,39	20,79	153,28	313,47	1,95
100,0	<b>44,39</b>	100,0	<b>66,69</b>	100,0	<b>40,69</b>	100,0	<b>77,33</b>	<b>597,1</b>	2712,0	<b>15868,55</b>	100

Продолжение таблицы 3.8

### 3.6. График водопотребления и его ступени

Режим работы отдельных сооружений системы водоснабжения определяется режимом расходования воды потребителями, который непрерывно меняется в течение всего периода эксплуатации. Потребители расходуют воду на протяжении года, суток и часов неравномерно.

Для определения расходов воды в населенном пункте в разное время года по данным среднесуточного за год расхода воды вводятся понятия коэффициентов суточной неравномерности водопотребления, которые учитывают уклад жизни людей, режим работы предприятия, степень благоустройства зданий, изменение водопотребления по сезонам года и дням недели.

В течение суток также заметны довольно значительные колебания часовых расходов, вызываемые сменой дня и ночи, распорядком работы, различными случайными явлениями. Часовые расходы воды потребителями колеблются на протяжении суток от  $Q_{ч. max}$  до  $Q_{ч. min}$ .

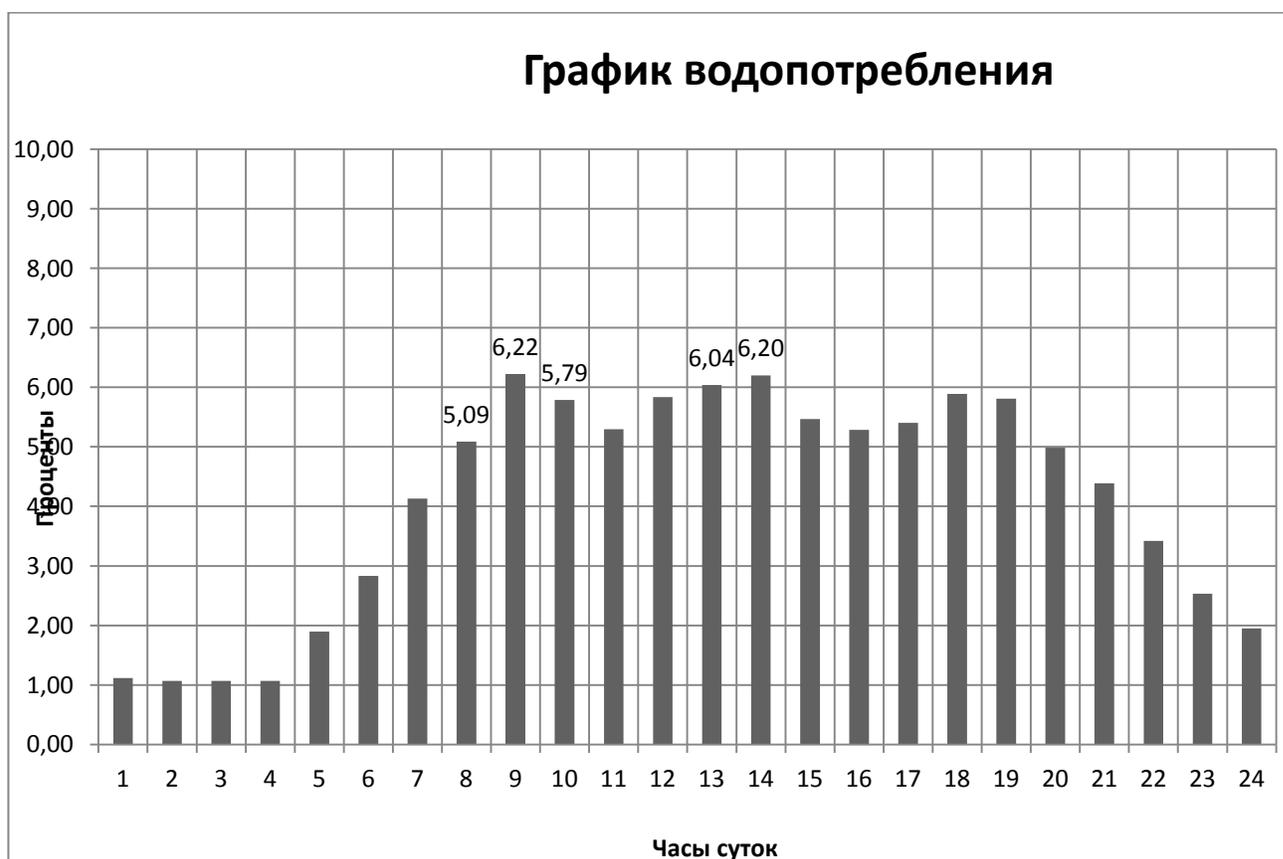


Рис. 3.1. График водопотребления

## 4. ВОДОЗАБОР

### 4.1. Определение производительности водозабора

Производительность водозабора  $Q_{ВЗС}$ ,  $м^3/сут$ , сложено из водопотребления города, пополнения противопожарного запаса и расходов воды на собственные нужды водопровода

$$Q_{ВЗС} = Q_{гор} + Q_{пож} + Q_{с.н.},$$

где  $Q_{гор} = 15868 м^3 / сут$  – максимальный суточный расход воды по городу;

$Q_{пож} = 240 м^3 / сут$  – общий расход воды на пожаротушение по городу;

$Q_{с.н.}$  – расход воды на собственные нужды водопровода,  $м^3 / сут$ , определенный по формуле

$$Q_{с.н.} = \alpha_{с.н.} \times (Q_{гор} + Q_{пож}),$$

где  $\alpha_{с.н.} = 0,04$  - коэффициент, учитывающий расход на собственные нужды водопровода, принят согласно п.6.6.[1].

Тогда производительность ВЗС равна

$$\begin{aligned} Q_{ВЗС} &= 0,04 \times (15868 + 240) = 644,32 м^3 / сут = 26,84 м^3 / час = \\ &= 7,45 л / с = 0,007 м^3 / с \end{aligned}$$

### 4.2. Условия забора воды

Условия забора воды разделяются в зависимости от устойчивости берегов и дна источника, русловых и шуголедовых режимов, засоренности на легкие, средние, тяжелые и очень тяжелые. Характеристика природных условий забора воды устанавливается по наиболее тяжелому виду затруднений в работе ВЗС путем сравнения данных источника с показателями затруднений, приведенных в таблице 12 [2]. Так как отсутствует планктон; сезонные деформации  $\pm 0,3 м$ , река не судоходная, то приняли, что условия забора воды средние.

### **4.3. Категория водозаборного сооружения**

Водозаборные сооружения успешно выполняют свои задачи, если их категория будет не ниже требований, предъявляемых водопотребителями.

Требуемая категория надежности (категория по степени обеспеченности) определена по степени обеспеченности всей системы водоснабжения в целом. Для данного пункта с числом жителей 57657 человек, согласно [2], принята I категория надежности водозаборных сооружений. В средних природных условиях забора воды береговые водоприемники обеспечивают выполнение требований водопотребителей I категории надежности подачи воды.

### **4.4. Выбор места расположения водозаборного сооружения**

Место расположения водозаборного сооружения выбрано на основе изучения гидрогеологических, топографических и инженерно-геологических условий, а также с учетом требований в отношении качества воды и бесперебойности подачи воды потребителям.

Водозаборное сооружение расположено выше выпусков поверхностных вод и выше населенного пункта по течению реки на 1 км, выше стоянок судов, баз, складов, с учетом зон движения судов и возможности расширения границ объекта водоснабжения в перспективе, а также организации зон санитарной охраны.

Водоприемные устройства ВЗС расположены у вогнутого берега реки, т.к. в этом случае центробежная поперечная циркуляция потока препятствует попаданию в водоприемник придонных слоев воды с крупными взвешенными частицами (наносами).

### **4.5. Тип, схема ВЗС и условия его применения**

Выбор типа ВЗС произведен в зависимости от строения берега и глубины источника. Согласно рекомендациям [2] по применению ВЗС различных типов при пологом берегу, не скальном грунте, амплитуде колебаний уровней воды в источнике равном 7 м, а так же  $Q_{\text{ВЗС}} = 0,07 \text{ м}^3 / \text{с} < 1 \text{ м}^3 / \text{с}$  принят русловой водозабор отдельного типа компоновки берегового колодца и НС-I.

### 4.5.1. Оголовки

Оголовок предназначен для защиты от повреждения и закрепления концов самотечных труб, а также для устройства водоприемного отверстия. Водоприемные отверстия перекрываются фильтрующими решётками. Тип оголовков зависит от производительности и условий забора воды из источника, а также требований рыбозащиты.

Принимаем затопленные оголовки, расположенные ниже минимального расчетного уровня воды и нижней кромки ледяного покрова при ледоставе. Они труднодоступны для обслуживания и практически недоступны в период паводка, но наиболее простые по устройству и экономичные по капитальным затратам, а надежность в приеме воды обеспечим за счёт применения дополнительных мер (например, принятием импульсной промывки). Затопленные водоприемники имеют обтекаемую форму, чтобы не нарушить движения водного потока. Эти водоприемники принимают воду сбоку. При таком приеме воды сор и шуга, закупорившие решетки, при прекращении забора воды постепенно смываются потоком воды.

Так как река является судоходной, поэтому принимаем железобетонные оголовки.

Размещение оголовка в русле реки проводится согласно следующим правилам:

- порог водоприемных отверстий расстояние от дна реки до низа водоприемных отверстий не менее 0,5 м (л.5.96 [2]);
- высота водоприемного отверстия - принимается по расчету (уменьшение этой величины возможно за счёт увеличения числа водоприемных отверстий);
- забрало - принимается 0,2 - 0,3 м в зависимости от конструкции оголовка;
- расстояние от верха водоприемника до уровня воды - не менее 0,3 м.

Река является судоходной, поэтому верх водоприемника должен быть заглублен не менее чем на 1-1,5 м от уровня самого низкого положения киля

судна. Но это требование не может быть выполнено из-за небольших глубин в реке.

#### **4.5.2. Самотечные водоводы**

Из оголовка вода по самотечным линиям поступает в береговой сеточный колодец. Число их должно быть не менее 2-х.

При решении вопроса о применении самотечных трубопроводов руководствуемся следующими правилами: длина самотечных труб должна быть не более 100 м; глубина заложения труб должна быть выше глубины заложения грунтовых вод; при прокладке водоводов в рыхлых грунтах (при выполнении первых двух условий).

Принимаем 2 самотечные линии, выполненные из стальных труб.

Самотечные водоводы укладываются без резких поворотов. Заглубление в пределах русла под дно для защиты от подмыва речным потоком и повреждения якорями судов и плотов на судоходных реках в пределах фарватера должно быть не менее 1 м. Самотечные водоводы прокладывают с некоторым подъемом в сторону берегового колодца.

#### **4.5.3. Береговой колодец**

Береговой колодец (БК) состоит из двух отделений - приемного и всасывающего, между которыми в перегородке установлены плоские сетки. Для обеспечения надежности БК разделен на секции.

Вода из реки по самотечным трубам поступает в приемное отделение и через сетки поступает во всасывающее отделение, где размещены всасывающие трубы НС-I подъема.

Так как основание БК не является скальным и  $Q_{взс} < 6 \text{ м}^3/\text{с}$  принимаем БК круглой формы в плане диаметром бм.

### **4.6. Технологические и гидравлические расчеты элементов водозаборного сооружения**

#### **4.6.1. Расчет водоприемных отверстий**

Водоприемные отверстия (окна) оборудованы сороудерживающими решетками, которые представляют собой металлическую раму, сваренную из швеллера с вертикально установленными стержнями из круглой стали.

Согласно п.5.95[2] площадь водоприемного отверстия (брутто)  $F, м^2$ , определена при одновременной работе всех секций ВЗС по формуле:

$$F = 1,25 \times \frac{q_p \times K_{cm}}{V_{em}},$$

где 1,25 – коэффициент, учитывающий засорение отверстий;

$q_p = 0,075 м / с$  – расчетный расход одной секции;

$K_{cm}$  - коэффициент, учитывающий стеснение отверстий стержнями решетки или сеток;

$V_{em} = 0,1 м / с$  – скорость втекания в водоприемные отверстия, отнесенная к их сечению в свету.

Коэффициент стеснения  $K_{cm}$  для решеток определен по формуле:

$$K_{cm} = \frac{a_{cm} + c_{cm}}{c_{cm}},$$

где  $a_{cm}$  – толщина стержней, см;

$c_{cm}$  – расстояние между стержнями в свету, см.

$$K_{cm} = \frac{6 + 50}{50} = 1,12$$

Площадь водоприемного отверстия  $F, м^2$ , равна:

$$F = 1,25 \times \frac{0,075 \times 1,12}{0,1} = 1,05 м^2$$

По приложению 3 [7] принята решетка с размерами:

- ширина решетки 1120 мм;
- высота решетки 1330 мм;
- размеры отверстий 1000×1250 мм.

Потери напора в решетках приняты:

- $h_c = 0,05 м$  – при нормальном режиме работы;

$-h_c^{aa} = 0,1 м$  – при аварийном режиме работы.

#### 4.6.2. Расчет сеток

Сетки устанавливаются между приемным и всасывающим отделением ВЗС для задержания мелкого сора, прошедшего через решетки. Так как производительность ВЗС менее  $1 м^3 / с$  применяем плоские сетки.

Плоская сетка - проволочное сетчатое полотно, натянутое на раму из уголковой стали. Рабочее полотно сетки с ячейками размером  $3,5 \times 3,5$ , выполненное из тонкой стальной нержавеющей проволоки, поддерживается полотном сетки с ячейками  $20 \times 20$  мм из стальной оцинкованной проволоки диаметром 1 мм. Скорости течения воды в ячейках плоской сетки приняты равными  $0,2-0,4$  м/с [2].

Площадь водоприемного окна  $F, м^2$  определена по формуле:

$$F = 1,25 \times \frac{q_p \times K_{cm}}{V_{em}},$$

где 1,25 – коэффициент, учитывающий засорение отверстий;

$q_p = 0,075 м^3 / с$  – расчетный расход одной секции;

$K_{cm}$  – коэффициент, учитывающий стеснение отверстий сеток;

$V_{em} = 0,3 м / с$  – скорость течения воды в ячейках плоской сетки.

Коэффициент стеснения для сеток  $K_{cm}$  определен по формуле:

$$K_{cm} = \left( \frac{a_{cm} + c_{cm}}{c_{cm}} \right)^2,$$

где  $a_{cm}$  – толщина стержней, см;

$c_{cm}$  – расстояние между стержнями в свету, см.

$$K_{cm} = \left( \frac{1 + 3,5}{3,5} \right)^2 = 1,65$$

$$F = 1,25 \times \frac{0,075 \times 1,65}{0,3} = 0,52 м^2$$

По приложению 3 [8] принята сетка с размерами:

- ширина сетки 930 мм;
- высота сетки 1130 мм;
- размеры отверстий 800×1000 мм.

Потери напора в сетках принимаем:

- $h_c = 0,1 м$  – при нормальном режиме работы;
- $h_c^{ав} = 0,2 м$  – при аварийном режиме работы

#### 4.6.3. Расчёт самотечных водоводов

Диаметры самотечных водоводов определяются по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q_p}{\pi \cdot V}},$$

где  $q_p = 0,075 м^3/с$  - расчётный расход, проходящий по одному водоводу;

$V = 1 м/с$  - скорость движения воды в самотечных водоводах при нормальном режиме (для диаметра 300 – 800 мм), прил. 4 табл. 1 [2].

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,075}{\pi \cdot 0,1}} = 0,309 м.$$

Принимаем стальные электросварные трубы диаметром 300 мм по ГОСТ 10.704-76.

Тогда фактическая скорость в самотечном трубопроводе равна:

$$V_{\phi} = \frac{4 \cdot 0,075}{3,14 \cdot 0,3^2} = 1,06 м/с.$$

Потери напора в этих водоводах определяем для 2-х расчетных случаев:

$h_{с.л.}$  – для нормального режима (работают все линии);

$h_{с.л.}^{ав}$  – для аварийного режима работы (одна линия отключена на ремонт или

промывку, а по другой проходит расход воды  $h_p^{ав} = 0,7 (Q_{взс} \div Q_{взс})$ .

Расчёт ведется по линии с наиболее удаленным оголовком от БК. Потери напора в трубопроводе на участке от входа воды в водовод до выхода в колодец складывается из потерь напора по длине и местных потерь напора и определяется

по формуле:

$$h = h_l + h_m = 1000i \cdot l + \sum \xi \frac{V^2}{2 \cdot g},$$

где  $1000i$  - гидравлическое сопротивление на 1 км при заданном диаметре и расходе при расчётном режиме работы ВЗС, принимаем по [5];

$l = 96 \text{ м} = 0,096 \text{ км}$  – длина трубопровода;

$\xi$  - коэффициент местного сопротивления, принимаемый по справочным данным [3,7] и по приложению 4 [11].

Местное сопротивление	Коэффициент
	$\xi$
Вход в трубу	0,5
Постепенное сужение	0,2
Поворот на $90^\circ$	0,8
Поворот на $45^\circ$	$2 \times 0,2$
Тройник на повороте	2,0
Выход из трубы в резервуар	1,0
задвижка	0,26
	$\sum \xi = 5,16$

Тогда для нормального режима  $V = 1,06 \text{ м/с}$ ,  $1000i = 4,9$ :

$$h_{с.л.} = 4,9 \cdot 0,096 + 5,16 \cdot \frac{1,06^2}{2 \cdot 9,81} = 0,74 \text{ м};$$

для аварийного режима  $V = 1,8 \text{ м/с}$ ,  $1000i = 14,3$ :

$$h_{с.л.}^{ав} = 14,3 \cdot 0,096 + 5,16 \cdot \frac{1,8^2}{2 \cdot 9,81} = 2,14 \text{ м}.$$

#### 4.6.4. Отметки расчетных уровней воды в береговом колодце

Отметки уровней воды определены при максимальном и минимальном уровнях воды в источнике при нормальном и аварийном режимах.

##### 4.6.4.1. Отметки расчетных уровней в приемном отделении

Отметки расчетных уровней при нормальном режиме определены по формуле:

$$Z_{\text{мак}} = BУВ - \Sigma h$$

$$Z_{\text{мин}} = HУВ - \Sigma h$$

где  $\Sigma h = h_p + h_{\text{с.л.}}$  – сумма потерь напора по движению воды от водоприемных отверстий до БК при нормальном режиме работы, м.

$$\Sigma h = 0,05 + 0,74 = 0,80 \text{ м.}$$

$$Z_{\text{мак}} = 174,5 - 0,80 = 173,70 \text{ м}$$

$$Z_{\text{мин}} = 171 - 0,80 = 170,2 \text{ м}$$

Отметки расчетных уровней при аварийном режиме определены по формулам:

$$Z_{\text{мак}}^{ав} = BУВ - \Sigma h^{ав}$$

$$Z_{\text{мин}}^{ав} = HУВ - \Sigma h^{ав}$$

где  $\Sigma h^{ав} = h_K^{ав} + h_{\text{с.л.}}^{ав}$  – сумма потерь напора по движению воды от водоприемных отверстий до БК при аварийном режиме работы, м.

$$\Sigma h^{ав} = 0,1 + 2,14 = 2,25 \text{ м}$$

$$Z_{\text{мак}}^{ав} = 174,5 - 2,25 = 172,25 \text{ м}$$

$$Z_{\text{мин}}^{ав} = 171 - 2,25 = 168,75 \text{ м}$$

#### 4.6.4.2. Отметки расчетных уровней во всасывающем отделении

Отметки расчетных уровней при нормальном режиме определены по формулам:

$$Z'_{\text{мак}} = Z_{\text{мак}} - h_c$$

$$Z'_{\text{мин}} = Z_{\text{мин}} - h_c$$

$$Z'_{\text{мак}} = 173,4 - 0,1 = 173,3 \text{ м}$$

$$Z'_{\text{мин}} = 170,2 - 0,1 = 170,1 \text{ м}$$

Отметки расчетных уровней при аварийном режиме определены по формулам:

$$Z'^{ав}_{\text{мак}} = Z^{ав}_{\text{мак}} - h_c^{ав}$$

$$Z'^{ав}_{\text{мин}} = Z^{ав}_{\text{мин}} - h_c^{ав}$$

$$Z'^{ав}_{\text{мак}} = 172,25 - 0,2 = 172,05 \text{ м}$$

$$Z'^{ав}_{\text{мин}} = 168,75 - 0,2 = 168,55 \text{ м}$$

#### 4.6.5. Расчет НС-I

Проектирование НС-I произведено с учетом требований [2]. Число всасывающих линий принято равным числу насосов. Число напорных линий принято две.

НС-I по степени обеспеченности подачи воды относится к той же категории, что и водоприемник, т.е. к первой.

Диаметры всасывающих и напорных трубопроводов при нормальном режиме работы водозабора определены по формуле:

$$d_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{4 \times q_p}{\pi \times V_{\text{вс}}}}$$

Всасывающие трубопроводы:

$$d_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,075}{3,14 \times 1}} = 0,309 \text{ м}$$

Принят всасывающий стальной трубопровод диаметром 300 мм.

Тогда фактическая скорость равна:

$$V_{\text{вс}}^{\phi} = \frac{4 \times 0,075}{3,14 \times (0,3)^2} = 1,06 \text{ м/с}$$

Рекомендуемая скорость движения воды во всасывающих трубопроводах согласно п.7.9 [2] при  $d_{\text{вс}} = 300 \text{ мм}$  равна 0,8–1,5 м/с.

Напорные трубопроводы:

$$d_{\text{н}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,075}{3,14 \times 2}} = 0,218 \text{ м}$$

Принят напорный трубопровод диаметром 250 мм.

Тогда фактическая скорость равна:

$$V_{\text{н}}^{\phi} = \frac{4 \times 0,075}{3,14 \times (0,25)^2} = 1,52 \text{ м/с}$$

Рекомендуемая скорость движения воды в напорных трубопроводах согласно п.7.9 [2] при  $d_{\text{н}} = 250 \text{ мм}$  равна 1–3 м/с.

Потери напора во всасывающих и напорных водоводах определены:

$$h = h_l + h_m = 1000 \times i \times l + \sum \xi \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

где  $l = 26 \text{ м}$  – длина всасывающего трубопровода, км;

$1000 \times i = 4,90$  – гидравлическое сопротивление на 1 км при заданном диаметре и расходе при расчётном режиме работы ВЗС, принимаемое по [11].

$\xi$  – коэффициент местного сопротивления, принимаемый по приложению 4 [12], приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

**Коэффициенты местных сопротивлений для всасывающего водопровода**

Наименование	Количество	Коэффициент $\xi$
Вход в трубу	1	0,5
Постепенное сужение	1	0,3
Поворот на 90°	2	1,1
Тройник на проходе	2	0,15

Задвижка 5/8	3	0,81
		$\sum \xi = 5,62$

$$h_{вс} = 4,90 \times 0,026 + 5,62 \times \frac{1,06^2}{2 \times 9,81} = 0,43 \text{ м}$$

Для напорного трубопровода  $l=400$  м,  $1000 \times i=12,3$ .

Коэффициенты местных сопротивлений для напорного трубопровода приведены в таблице 4.2.

$$h_n = 12,3 \times 0,4 + 14,33 \times \frac{1,52^2}{2 \times 9,81} = 6,60 \text{ м}$$

Таблица 4.2

### Коэффициенты местных сопротивлений для напорного водопровода

Наименование	Количество	Коэффициент $\xi$
Обратный клапан	1	1,7
Задвижка 4/8	3	2,06
Тройник на повороте	2	2
Поворот на 90°	2	0,6
Постепенное расширение	1	0,25
Выход из трубы в резервуар	1	1
		$\sum \xi = 14,33$

Производительность насосов  $Q_{\text{ИН}}$ , л/с, определена по формуле:

$$Q_{\text{ИН}} = \frac{Q_{\text{ВЗС}} \times \alpha_n}{n},$$

где  $n=3$  – число рабочих насосов;

$\alpha_n = 1,11$  – коэффициент параллельности работы насосов.

$$Q_{\text{И}} = \frac{1000 \times 1,11}{3} = 370 \text{ л}^3 / \div$$

Напор насоса  $H_n$ , м, определен по формуле:

$$H_n = H_z + h_{вс} + h_n + h_{\text{Н.С.}} + h_{\text{изл}},$$

где  $H_z$  – геометрическая высота подъема воды, м;

$h_{вс}, h_n$  – потери напора во всасывающем и напорном трубопроводе соответственно, м;

$h_{н.с.} = 2 м$  – потери в насосной станции;

$h_{изл} = 1 м$  – потери на излив.

Геометрическая высота подъема воды  $H_r, м$ , определена по формуле:

$$H_r = Z_{о.с.} - Z_{мин}^{1а6},$$

где  $Z_{о.с.}$  – отметка уровня воды в приемной камере водопроводной очистной станции, которая определена по формуле:

$$Z_{о.с.} = Z_3 + 7,$$

где  $Z_3 = 140 м$  – планировочная отметка земли очистной станции.

$$Z_{о.с.} = 170 + 7 = 177 м$$

$$H_r = 177 - 168,55 = 8,45 м$$

Тогда напор насоса равен:

$$H_n = 8,45 + 0,432 + 6,6 + 2 + 1 = 18,482 м$$

Подбор насосов произведен по каталогу Grundfos. Принят насос марки NB 100-250/274. Основные технические характеристики насоса:

- подача, м<sup>3</sup>/ч 370

- напор, м 50

- мощность электродвигателя, кВт 69

- КПД, % 80

- кавитационный запас 5,5

- масса, т 1,1

Тип электродвигателя MMG315SA

Габаритные размеры длина L=1538 мм, высота H=508 мм, ширина B=815 мм.

Количество резервных агрегатов принимается согласно [2] в зависимости от категории надежности системы водоснабжения и числа рабочих агрегатов. При второй категории надежности и трех рабочих насосах принято два резервных насоса.

Отметка оси насоса  $OH$ , м, при раздельной компоновке БК и НС-I определена по формуле:

$$OH = Z_{\text{мин}}^{\text{аэ}} + H_{\text{вак}}^{\text{доп}} - h_{\text{вс}} - h_3,$$

где  $H_{\text{вак}}^{\text{доп}}$  – допустимая вакуумметрическая высота всасывания насоса;

$h_{\text{вс}} = 0,5 \text{ м}$  - кавитационный запас.

$$OH = 168,55 + 4,5 - 0,43 - 0,5 = 172,12 \text{ м}$$

## 4.7. Вспомогательное оборудование и устройства

### 4.7.1. Промывка сеток

Сетки периодически подвергают промывке. Плоские сетки грузоподъемным оборудованием поднимают по пазам в наземный павильон БК, устанавливают в ванну с экраном и промывают струей воды из брандспойта. Из ванны смытые загрязнения отводятся в канализацию. Перед подъемом рабочей сетки на промыв должна устанавливаться запасная сетка.

Расход воды на промывку  $Q_{\text{пр}}$ , м<sup>3</sup>/с, определен по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = n \times \mu \times \omega_0 \times \sqrt{2 \times g \times H}$$

где  $n=1$  – число одновременно работающих промывных устройств;

$\mu=0,62$  – коэффициент расхода отверстий промывных устройств;

$\omega_0$  – площадь отверстий, через которые происходит истечение промывной воды, м<sup>2</sup> ( $\omega_0 = 0,0002$  – при промывке пожарным спрыском);

$H=30$  м – напор воды в промывном устройстве.

$$Q_{\text{пр}} = 1 \times 0,62 \times 0,0002 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 30} = 0,003 \text{ м}^3 / \text{с} = 3 \text{ л} / \text{с}$$

### 4.7.2. Всасывающие воронки

Всасывающие воронки устанавливаются на конусах всасывающих труб для уменьшения скорости входа воды во всасывающий трубопровод. В зависимости от диаметра всасывающего трубопровода по [8] принята стальная сварная воронка,  $D_{\text{н}} = 565 \text{ мм}$ ,  $H = 340 \text{ мм}$ .

### 4.7.3. Промывка самотечных линий

Для удаления загрязнений осевших в самотечных линиях проводят промывку проточного тракта. Промывка производится обратным током воды путем отключения одной из линий и вода в БК поступает по другой. Из колодца вода насосами подается на очистную станцию и по обводному промывному трубопроводу поступает в отключенную самотечную линию.

$$Q_{np} = W \cdot V = \frac{\pi d_{с.л.}^2}{4} \cdot V, \text{ м}^3/\text{с}$$

где  $W$ -площадь сечения трубы;

$V=1,8$  м/с – скорость движения в трубопроводе;

$d_{сн}$  -диаметр самотечных линий.

$$W = \frac{Q_{np}}{V_{np}}, \text{ м}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4W}{\pi}}, \text{ м}$$

$$Q_{np} = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} \cdot 1,8 = 0,127 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$W = \frac{0,127}{3} = 0,042 \text{ м}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,042}{3,14}} = 0,232 \approx 0,25$$

Принимаем трубы для промывки самотечных линий диаметром 250 мм.

#### 4.8. Конструирование берегового колодца

Размеры колодца зависят от принятой схемы деления колодца на секции, количества забираемой воды, размеров и типа оборудования, размеров труб, затворов и другого вспомогательного оборудования, размещенного внутри колодца. Принят колодец диаметром 6 м. Длина приемного отделения  $L_{пр.отд}$  принята 3 м. Длина всасывающего отделения  $L_{вс.отд}$  принята 3 м.

За отметку дна БК принята наименьшая из отметок дна приемного и всасывающего отделения.

Отметка дна приемного отделения  $D_{пр.отд}$ , м, определена по формуле:

$$D_{пр.отд} = Z_{мин}^{ag} - H_c - h_{п}, м,$$

где  $H_c$  – глубина погружения сеточного полотна плоской сетки под расчетный уровень, которая определена по формуле:

$$H_c = \frac{F_c}{B_c^k},$$

где  $F_c$  – расчетная площадь сетки;

$B_c^k$  – ширина конструктивно принятой сетки.

$$H_c = \frac{0,52}{0,93} = 0,56 м$$

$$D_{пр.отд} = 168,75 - 0,56 - 0,7 = 168,19 м$$

Отметка дна всасывающего отделения  $D_{вс.отд}$ , м, определена по формуле:

$$D_{вс.отд} = Z_{мин}^{ag} - h_1 - h_2 - h_3,$$

где  $h_1 = 2 \times D_{вс} = 1,13$  – допускаемое заглубление отверстия всасывающего водовода;

$h_2 = 0,92 \times D_{вс} = 0,52$  – расстояние от низа воронки до дна;

$h_3 = h_{пр} + 0,2 = 0,9$  – высота слоя бетона для образования прямки и откосов для сползания осадка к прямке, зависящая от глубины прямки и принятого уклона откосов.

$$D_{\text{вс.отд.}} = 168,55 - 1,13 - 0,52 - 0,9 = 166 \text{ м}$$

В наземном павильоне установлено: промывное устройство сеток, колонки управления, грузоподъемное оборудование. В перекрытии устроены монтажные проемы для спуска обслуживающего персонала и подъема вышедшего из строя оборудования. Предусмотрены лестницы для спуска персонала в подземную часть колодца. В перегородке между секциями всасывающего отделения устроен перепуск.

Высота надземной части принята равной 6м.

#### 4.9. Расчет устойчивости берегового колодца на всплытие

Расчёт на устойчивость к всплытию выполнен для случая, когда уровень воды в источнике достигает максимальной отметки, а береговой колодец опорожнен. Уровень грунтовых вод принят на максимальном уровне, равным ВУВ.

ВЗС устойчиво к всплытию, если выполнено условие:

$$\frac{G_{\text{БК}} + F_{\text{тр}}}{W_{\text{В}}} \geq K_{\text{вс}}$$

где  $G_{\text{БК}}$  – вес сооружения, т;

$F_{\text{тр}}$  – сила трения боковой поверхности стакана о грунт при его всплытии, т;

$W_{\text{В}}$  – взвешивающее давление воды на уровне днища колодца, т;

$K_{\text{вс}} = 1,4$  – коэффициент запаса устойчивости к всплытию для гидротехнических сооружений 1-го класса.

Вес сооружения  $G_{\text{БК}}, \text{ т}$ , определен по формуле:

$$G_{\text{БК}} = G_{\text{ст}} + G_{\text{дн}}, \text{ т},$$

где  $G_{\text{ст}}$  и  $G_{\text{дн}}$  – вес стакана и днища соответственно, т.

$$G_{\text{дн}} = \frac{\pi \times D_{\text{вн}}^2}{4} \times (\delta_{\text{дн}} \times \gamma_{\text{ж/б}} + \delta_{\text{б.п.}} \times \gamma_{\text{бет}}) + G_{\text{б}}, \text{ т},$$

$$G_{\text{ст}} = \frac{\pi}{4} (D_{\text{нар}}^2 - D_{\text{вн}}^2) \times H_{\text{ст}} \times \gamma_{\text{ж/б}} + G_{\text{пер}}, \text{ т},$$

где  $D_{\text{вн}}$  – внутренний диаметр колодца, м;

$D_{нар}$  – наружный диаметр колодца, м;

$\delta_{дн} = 1 м$  – толщина ж/б днища;

$\delta_{б.н} = 1 м$  – толщина бетонной подготовки;

$H_{см}$  – высота подземной части колодца, м;

$\gamma_{жс/б}$  и  $\gamma_{бет}$  – удельный вес тяжелого гидротехнического железобетона и тяжелого гидротехнического бетона,  $т / м^3$  ( $\gamma_{жс/б} = 2,5 т / м^3$ ,  $\gamma_{бет} = 2,2 т / м^3$ )

$$G_{дн} = \frac{3,14 \times 6^2}{4} (1 \times 2,5 + 1 \times 2,2) = 132,82 т$$

$$G_{ст} = \frac{3,14}{4} (8^2 - 6^2) \times 12,8 \times 2,5 = 703,36 т$$

$$G_{БК} = 132,82 + 703,36 = 836,18 т$$

Сила трения боковой поверхности стакана о грунт при всплытии  $F_{тр}$ ,  $т$ , определена по формуле:

$$F_{тр} = \pi \times D_{нар} \times H_{см} \times \tau,$$

где  $\tau$  – касательное напряжение грунта,  $т / м^2$ .

$$\tau = \sigma \times \text{tg} \phi + C,$$

где  $\sigma = 2$  – допустимое напряжение грунта на сжатие;

$\phi = 30^\circ$  – угол внутреннего трения грунта;

$C = 0,05$  – удельное сцепление грунта.

$$\tau = 2 \times \text{tg} 30^\circ + 0,05 = 1,2 т / м^2$$

$$F_{тр} = 3,14 \times 8 \times 12,8 \times 1,2 = 385,84 т$$

Взвешивающее давление воды на уровне днища колодца  $W_B$ ,  $т$ , определено по формуле:

$$W_B = \frac{\pi \times D_{нар}^2}{4} \times H_{см.в.} \times \gamma_в, т,$$

где  $H_{см.в.}$  – глубина погружения колодца под уровень грунтовых вод при ВУВ, м;

$\gamma_в = 1 т / м^3$  – удельный вес воды.

$$W_B = \frac{3,14 \times 6^2}{4} \times 10,8 \times 1 = 305,21 \text{ м}$$

$$\frac{836,18 + 385,84}{305,21} = 4 \geq 1,4$$

Так как условие выполняется ВЗС считается устойчивым к всплытию.

#### **4.10. Рыбозащитные устройства водозаборов**

Рыбозащитные устройства являются неотъемлемым элементом ВЗС. Рыбозащитные сооружения - сооружения предназначены для защиты рыб путем предотвращения их попадания на опасные участки и отвода от этих участков в рыбообитаемый водоем. В качестве основного загородительного рыбозащитного устройства приняты фильтрующие кассеты, а также предусмотрены скорости втекания в водоприемные отверстия с учетом требований рыбозащиты. [1]

#### **4.11. Берегоукрепление**

Берегоукрепление предназначено для защиты береговых сооружений от подмыва, для закрепления и сохранения благоприятной формы и положения русла реки, обеспечивающих транзитное движение донных насосов, шуголедовых масс и сора, а так же необходимую глубину воды в месте расположения водоприемника.

Крепление осуществлено на всем участке вогнутого берега выше ВЗС до места, где берег из вогнутого переходит в выпуклый, а вниз по течению – на участке, обеспечивающем защиту от переформирования берега, протяженностью 100 м.

Берегоукреплению приданы плавные очертания в плане без выступов и резких переломов. Нижняя граница крепления принята ниже нижней кромки припая ледового покрова к покрытию, а верхняя - с учетом высоты волны на 1 м выше ВУВ.

Крепление состоит из фильтровой подготовки, покрытия и упоров. Фильтровая подготовка состоит из слоя разнозернистого песчано-гравийного

грунта толщиной 30 см или типу обратного фильтра и из 2-3х слоев различных по крупности материалов.

Покрытие выполнено из железобетонных плит, уложенных в укрупненные карты (до 20 м по откосу, до 80 м вдоль уреза воды). Следуют укладывать на сплошной фильтрованной подготовки. А больших размеров на ленточных фильтрах шириной 0,6-1м по низу подшивания. Отдельные плиты до омоноличивания соединяют между собой сваркой и арматурой, где швы заполняются асфальтобетоном.

Крепление дна и берега под водой осуществлено отсыпкой камня с плавсредств. [1]

#### **4.12. Зоны санитарной охраны**

Граница первого пояса ЗСО водопровода с поверхностным источником устанавливается, с учетом конкретных условий, в следующих пределах:

а) для водотоков вверх по течению не менее 200 м от водозабора; вниз по течению не менее 100 м от водозабора; по прилегающему к водозабору берегу не менее 100 м от линии уреза воды летне-осенней межени; в направлении к противоположному от водозабора берегу при ширине реки или канала менее 100 м вся акватория и противоположный берег шириной 50 м от линии уреза воды при летне-осенней межени, при ширине реки или канала более 100 м полоса акватории шириной не менее 100 м;

Границы второго пояса зон санитарной охраны водотоков (реки, канала) и водоемов (водохранилища, озера) определяются в зависимости от природных, климатических и гидрологических условий.

Граница второго пояса ЗСО на водоемах должна быть удалена по акватории во все стороны от водозабора на расстояние 3 км при наличии нагонных ветров до 10 %, и 5 км при наличии нагонных ветров более 10 %.

Боковые границы второго пояса ЗСО от уреза воды при летне-осенней межени должны быть расположены на расстоянии:

а) при равнинном рельефе местности не менее 500 м;

б) при гористом рельефе местности до вершины первого склона, обращенного в сторону источника водоснабжения, но не менее 750 м при пологом склоне и не менее 1000 м при крутом.

Граница второго пояса ЗСО водотока ниже по течению должна быть определена с учетом исключения влияния ветровых обратных течений, но не менее 250 м от водозабора.

Границы третьего пояса ЗСО поверхностных источников водоснабжения на водотоке вверх и вниз по течению совпадают с границами второго пояса. Боковые границы должны проходить по линии водоразделов в пределах 3—5 километров, включая притоки. Границы третьего пояса поверхностного источника на водоеме полностью совпадают с границами второго пояса. [2]

#### **4.12.1. Мероприятия на территории зон санитарной охраны**

##### **4.12.1.1. Мероприятия по первому поясу**

Территория первого пояса ЗСО должна быть спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена и обеспечена охраной. Дорожки к сооружениям должны иметь твердое покрытие. Запрещается посадка высокоствольных деревьев.

Запрещаются все виды строительства, не имеющие непосредственного отношения к эксплуатации, реконструкции и расширению водопроводных сооружений, в том числе прокладка трубопроводов различного назначения, размещение жилых и хозяйственно-бытовых зданий, проживание людей, а также применение ядохимикатов и удобрений.

Здания должны быть оборудованы канализацией с отведением сточных вод в ближайшую систему бытовой или производственной канализации или на местные станции очистных сооружений, расположенные за пределами первого пояса ЗСО с учетом санитарного режима на территории второго пояса.

В исключительных случаях при отсутствии канализации должны устраиваться водонепроницаемые приемники нечистот и бытовых отходов,

расположенные в местах, исключающих загрязнение территории первого пояса ЗСО при их вывозе.

Водопроводные сооружения, расположенные в первом поясе зоны санитарной охраны, должны быть оборудованы с учетом предотвращения возможности загрязнения питьевой воды через оголовки и устья скважин, люки и переливные трубы резервуаров и устройства заливки насосов.

Все водозаборы должны быть оборудованы аппаратурой для систематического контроля соответствия фактического дебита при эксплуатации водопровода проектной производительности, предусмотренной при его проектировании и обосновании границ ЗСО. [2]

#### **4.12.1.2. Мероприятия по второму и третьему поясам**

Выявление, тампонирувание или восстановление всех старых, бездействующих, дефектных или неправильно эксплуатируемых скважин, представляющих опасность в части возможности загрязнения водоносных горизонтов.

Бурение новых скважин и новое строительство, связанное с нарушением почвенного покрова, производится при обязательном согласовании с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора, органами и учреждениями экологического и геологического контроля.

Запрещение закачки отработанных вод в подземные горизонты, подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли.

Запрещение размещения складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод.

Размещение таких объектов допускается в пределах третьего пояса ЗСО только при использовании защищенных подземных вод, при условии выполнения специальных мероприятий по защите водоносного горизонта от загрязнения по согласованию с центром государственного санитарно-эпидемиологического

надзора, органами и учреждениями государственного экологического и геологического контроля. [2]

## **5. СТАНЦИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ**

### **5.1. Выбор метода обработки воды**

Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды (по ГОСТ 2874-82), и соответствующие показатели качества природной воды показаны в таблице 5.1:

Таблица 5.1

№ п.п.	Показатель качества воды	нормативное	фактическое
1	Прозрачность по шрифту, см	$\geq 30$	3,5
2	Мутность в мг/л	$\leq 1,5$	765
3	Цветность в градусах по платино-		
4	кобальтовой шкале	$\leq 20$	56
5	Запах в балах	$\leq 5$	-
6	Сухой остаток в мг/л	$\leq 1000$	450
7	Жесткость общая в мг.эquiv./л	$\leq 7$	5,8
8	Железо общее (Fe) в мг/л	$\leq 0,3$	-
9	Железо окисное (Fe <sup>+3</sup> ) в мг/л	$\leq 0,3$	-
10	Нитраты (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) в мг/л	$\leq 10$	-
11	Хлориды (Cl <sup>-</sup> ) в мг/л	$\leq 350$	350
12	Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) в мг/л	$\leq 500$	400
13	Кальций (Ca) в мг/л	$\leq 200$	25,4
14	Магний (Mg) в мг/л	$\leq 200$	10
15	Щёлочность в мг-эquiv/л	-	2,3
16	Реакция PH	6,5-9	7,1
17	Общее количество бактерий в 1л воды	$\leq 100$	1500
18	БПК <sub>5</sub>	-	1,8
19	Нитриты(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) в мг/л	$\leq 10$	-
20	Окисляемость в мг O <sub>2</sub> /л	-	6,0
21	Температура воды в °C	7-12	20
22	Сероводород (H <sub>2</sub> S)	-	-
23	Количество кишечных палочек в 1 л воды	$\leq 3$	1000
24	Жёсткость карбонатная в мг-эquiv/л	$\leq 7$	2,3

Метод обработки воды и состав сооружений устанавливается в зависимости от качества воды в источнике, от производительности станции, а также требований к качеству воды. Технологическая схема очистки выбирается по табл. №15 КМК [2].

В зависимости от мутности и цветности воды в источнике, а также производительности станции водоподготовки выбираем схему с основными сооружениями: осветители со взвешенным слоем осадка – скорые фильтры.

## 5.2. Определение расчетной производительности очистных сооружений

Расчетная производительность станции водоподготовки определяется по формуле

$$Q_{расч} = \alpha * q_{полезн}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

где:  $q_{полезн}$   $\text{м}^3$  – полезная производительность станции;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий расход воды на промывку фильтров, определяется по формуле:

$$Q_{расч} = \alpha * q_{полезн} = 1,03 * 15868 = 16344 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$\alpha = 1 + (P_{\phi} / 100) = 1 + (3/100) = 1,03;$$

где:  $P_{\phi} = 3-4 \%$  – процент воды, расходуемой на промывку фильтров (согласно КМК [2] п.п 6.6).

## 5.3. Реагентное хозяйство

### 5.3.1. Расчетные дозы реагентов

Расчетные дозы реагентов следует устанавливать для различных периодов года, в зависимости от качества воды.

В качестве реагента применяем  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

#### Доза коагулянта.

1. Доза коагулянта по цветности определяется по формуле (6) КМК [1].,

$$D_k = 4\sqrt{C}, \text{ мг/л.}$$

где:  $C = 85$  град. – цветность обрабатываемой воды, Доза коагулянта по мутности принимается По таблице №16 КМК.

#### Доза подщелачивающих реагентов

Рассчитывается по формуле (7) КМК [2].

$$D_{щ} = K_{щ} (1/e_k \cdot D_k - Щ_0 + 1)$$

где:  $D_k = 37$  мг/ л – доза коагулянта;

$e_k$  – эквивалентная масса коагулянта, для сернокислого алюминия – 57, принимается по п. 6.19 КМК [2];

$K_{щ}$  – коэффициент, для извести – 28, принимается по п. 6.19 КМК [2];

$Щ_0 = 0,56$  – минимальная щелочность воды.

Так как по расчёту доза коагулянта получилась отрицательной подщелачивание не требуется.

### 5.3.2. Приготовление реагентов

Приготовление и дозирование реагентов предусматривается в виде растворов или суспензий. Для приготовления реагентов требуются растворные баки (не менее трех по п. 6.22. КМК [2]). Баки оборудуются решетками с прозорами 10-15 мм. Под решеткой располагается резиновая трубка с отверстиями, через которые подается сжатый воздух для ускорения растворения реагента.

#### 1. Растворные баки

Растворные баки применяются для приготовления раствора коагулянта.

Объем растворных баков рассчитывается по формуле:

$$W_p = \frac{Q_{\text{час}} * n * D_k}{10000 * B_p * \gamma}$$

где:  $Q_{\text{час}}$  м<sup>3</sup>/ч – полный часовой расход обрабатываемой воды;

$n$  – время на которое заготавливается раствор (для станции производительностью до 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут и более – 8-12 часов );

$B_p = 17$  % – концентрация коагулянта, принимается по п. 6.21 КМК[2];

$\gamma$  – объемный вес растворов коагулянта, можно принять равным 1 т/м<sup>3</sup>.

Количество растворных баков принимается не менее трёх, в соответствии с п. 6.22. КМК [2].

Принимается три растворных бака объемом:  $2,2/2 = 1,1$  м<sup>3</sup>,  $l = 1$  м,  $b=0,93$  м,  $h = 1,2$  м.

Высота слоя раствора равна 1 м, тогда емкость бака  $1*0,92*1,2 = 1,1$  м<sup>3</sup>.

#### 2. Расходные баки.

Емкость расходного бака определяется по формуле:

где:  $b=5$ – концентрация рабочего раствора в расходном баке. Принимается в соответствии с п. 6.21 КМК [2] не более 12 %;

Количество расходных баков принимается не менее двух по п. 6.22. КМК[2].

Принимаем два расходных бака.

$$W_{1.расх} = \frac{W_{расх}}{n}, \text{ м}^3,$$

Размеры расходных баков 2,44 x 1,5x 1 (высота слоя раствора - 1 м).

Все расчёты приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

### Расчёт доз коагулянта и подщелачивающих реагентов

Наименование	Условные обозначения	Значение	Единица измерения
Доза коагулянта	Дк	30,5	мг/ л
Эквивалентная масса коагулянта	ек	57	мг/ л
Доза коагулянта по мутности принимается	Дк	30,5>22	мг/ л
Коэффициент, для гашенной извести	Ки	28	мг/ л
Коэффициент, для кальцинированной соды	Кс	53	мг/ л
Доза при подщелачивании гаш. изв.	Дщ из.	-21,44	мг/ л
Доза при подщелачивании калыц. содой	Дщ сода	-40,57	мг/ л

### 5.3.3. Перемешивание реагентов

Перемешивание коагулянта в расходном и растворном баках производится при помощи сжатого воздуха.

1. Растворный бак.

$$q_{air}^p = F_p * q_{уд}^p$$

где:  $F_p$  – площадь зеркала воды в растворном баке;

$q_{уд}^p = (8-10) \text{ л}/(\text{с} * \text{м}^2)$  – удельный расход воздуха для перемешивания при растворении. Принимается по п. 6.23 КМК[2].

Площадь зеркала воды одного растворного бака  $\text{м}^2$ , для трех баков площадь составит  $\text{м}^2$ .

2. Расходный бак

$$q_{air}^{расх} = F_{расх} * q_{уд}^{расх} \text{ м}^3/\text{с}.$$

где:  $F \text{ м}^2$  – площадь зеркала воды в растворном баке ;

$q_{\text{уд}}^{\text{расх}}$  л/(с\*м<sup>2</sup>) – удельный расход воздуха для перемешивания в расходных баках,. Принимается по п. 6.23 КМК[2].

Площадь зеркала воды одного растворного бака 3,66 м<sup>2</sup>, для двух баков площадь составит 7,9 м<sup>2</sup>.

Общий расход воздуха составит  $Q_{\text{air}} = q_{\text{air}}^{\text{расх}} + q_{\text{air}}^p \text{ м}^3/\text{мин}$ .

#### 5.3.4. Склады реагентов

Склады реагентов рассчитываются на хранение 30-суточного запаса, Согласно п. 6.202. КМК[2], применяем сухое хранение коагулянта. Согласно п. 6.203 КМК[2], высоту слоя коагулянта принимаем 2 м. Склады должны примыкать к помещениям где установлены баки для приготовления раствора коагулянта. Площадь склада определяется по формуле:

$$F_{\text{скл}} = \frac{Q_{\text{сут}} * D_{\text{к}} * T * y}{10000 * p_0 * G_0 * h_{\text{к}}}$$

где:  $Q_{\text{сут}}$  м<sup>3</sup>/сут – полная производительность очистной станции;

$D_{\text{к}}$  – расчетная доза коагулянта;

$T = 30$  сут – продолжительность хранения коагулянта на складе;

$y = 1,15$  – коэффициент, учитывающий площадь проходов;

$p_0 = 33,5$  – содержание безводного продукта в коагулянте;

$G_0 = 1,1 \text{ т}/\text{м}^3$  – объемный вес коагулянта;

$h_{\text{к}} = 2 \text{ м}$  – высота слоя коагулянта, а складе.

#### 5.3.5. Дозирование реагентов

Расход раствора коагулянта определяется из условия того, что объем расходных баков рассчитан на 12 часов.

$$q_{\text{коаг}} = \frac{W_{\text{расх}}}{12}, \text{ м}^3/\text{час}.$$

где:  $W_{1,\text{расх}}$  м<sup>3</sup> - емкость одного расходного бака.

$$q_{\text{коаг}} = \frac{W_{\text{расх}}}{12}, \text{ м}^3/\text{час}.$$

Все расчёты приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3

**Расчёт доз коагулянта и подщелачивающих реагентов**

Наименование	Условное обозначение	Значение	Единица измерения
Время, на которое заготавливается раствор	n	12	час
Концентрация коагулянта	$B_p$	17	%
Объемный вес растворов коагулянта	$\gamma$	1	т/м <sup>3</sup>
Объем растворных баков	$W_p$	1,25	м <sup>3</sup>
Принимаем 3 растворных бака (п 6.22 [2])			
Объем бака	$W_{p1}$	0,42	м <sup>3</sup>
Размеры l = 0,35 м, b = 1,2 м, h = 1 м.			
Емкость расходного бака			
Концентрация рабочего раствора в расходном баке	b	12	%
Емкость расходных баков	$W_{расх}$	1,77	м <sup>3</sup>
Принимаем 2 расходных бака (п 6.35 [2])			
Емкость расходного одного бака	$W_{1расх}$	0,89	м <sup>3</sup>
Размеры 1,14*0,65*1,2			
1. Растворный бак			
Удельный расход воздуха	$q_{уд}^p$	8	л/(с*м <sup>2</sup> )
Площадь зеркала воды в растворном баке	$F_p$	1,25	м <sup>2</sup>
Расход воздуха растворного бака	$q_{air}^p$	30,04	м <sup>3</sup> /с
		0,03	л/с
2. Расходный бак			
Удельный расход воздуха	$q_{уд}^p$	3	л/(с*м <sup>2</sup> )
Емкость расходных баков	$W_{расх}$	1,77	м <sup>3</sup>
Расход воздуха расходного бака	$q_{air}^p$	5,32	м <sup>3</sup> /с
		0,005	л/с
Общий расход воздуха			
Общий расход воздуха	$Q_{air}$	35,36	л/с
Склады реагентов			
Продолжительность хранения коагулянта на складе	T	30,00	сут

Коэффициент, учитывающий площадь проходов	$\gamma$	1,15	
Содержание безводного продукта в коагулянте	$\rho_0$	33,50	
Объемный вес коагулянта	$G_0$	1,10	т/м <sup>3</sup>
Высота слоя коагулянта, а складе	$h_k$	2,00	м
Площадь склада	$F_{ск}$	9136	м <sup>2</sup>
Суточный расход коагулянта	$Q_H$	1,3	т/сут
Дозирование реагентов			
Время, на которое заготавливается раствор	$T$	12,00	часов
Расход коагулянта	$q_{коаг}$	0,07	м <sup>3</sup> /час
Расход, подаваемый половинный в каждый смеситель	$q_{коаг\ пол}$	36,9	л/час
Принятая доза первичного хлорирования	$D_{хл1}$	5,00	мг/л
Принятая доза вторичного хлорирования	$D_{хл2}$	1,00	мг/л

#### 5.4. Смесители

Смесители служат для равномерного распределения реагентов в массе обрабатываемой воды, что способствует более благоприятному протеканию последующих реакций.

Смесительные устройства должны включать в себя:

- устройства ввода реагентов, обеспечивающие быстрое равномерное распределение реагентов в трубопроводе или канале подачи воды на сооружения водоподготовки.
- смесители, обеспечивающие последующее интенсивное смешение реагентов с обрабатываемой водой.

В данной выпускной квалификационной работе, так как  $Q_{\text{час}}=582,1 \text{ м}^3/\text{час}$  принят перегородчатый смеситель, который применяется при условии, что расход воды на один смеситель не должен превышать 500-600 м<sup>3</sup>/час.

Смеситель состоит из лотка с тремя поперечными вертикальными перегородками. Сечение лотка при допустимой скорости движения воды  $V_{\text{л}}=0,6 \text{ м/сек}$  и  $q_{\text{сек}}=0,161 \text{ м}^3/\text{сек}$  будет

$$f_l = \frac{q_{сек}}{V_l} = \frac{0,161}{0,6} = 0,27 \text{ м}^2.$$

Принимаем высоту слоя воды в конце смесителя после перегородок  $H=0,5$  м. Тогда ширина лотка  $b_l=f_l/H=0,27/0,5=0,54$  м.

Потеря напора в каждом сужении перегородчатого смесителя при скорости движения в них воды  $V_c=1$  м/сек составит

$$h_c = \frac{V_c^2}{\mu^2 \cdot 2 \cdot g} = \frac{1^2}{0,62^2 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,13 \text{ м}.$$

При наличии трёх перегородок общая потеря напора в сужениях всего смесителя  $\sum h_c = 0,39 \text{ м}$ .

Размеры суженных проходов для воды:

а) в центральной перегородке, где имеются два боковых сужения,

$$f_{с.ц} = 0,5 \cdot \frac{q}{V_c} = 0,5 \cdot \frac{0,161}{1} = 0,0805 \text{ м}^2.$$

Высота слоя воды ниже центральной (второй) перегородки

$$h_2 = 0,5 + 0,13 = 0,63 \text{ м}.$$

Глубина затопления проходов от уровня воды до их верха принята 0,13 м. Тогда высота в свету каждого из двух боковых проходов в центральной перегородке составит

$$h_2 = 0,63 - 0,13 = 0,5 \text{ м}.$$

Следовательно, необходимая ширина каждого суженного бокового прохода

$$b_{п} = \frac{f_{с.ц}}{h_{п}} = \frac{0,0805}{0,5} = 0,161 \text{ м} = 16,1 \text{ см}.$$

В первой и третьей перегородках устраивается по одному центральному суженному проходу. Площадь одного прохода

$$f_{1.3} = \frac{q}{V_c} = \frac{0,15}{1} = 0,15 \text{ м}^2.$$

Высота слоя воды ниже третьей перегородки  $h_3=0,5$  м. Глубина затопления принята  $0,13$  м. Высота в свету суженного прохода  $h_{\Pi}=0,5-0,13=0,37$  м. Следовательно, ширина центрального прохода в третьей перегородке  $b_3=f_3:h_{\Pi}=0,15:0,37=0,4$  м=40 см.

Высота слоя ниже первой перегородки  $h_1=0,5+2*0,13=0,76$  м. Глубина затопления принята  $0,16$  м. Высота в свету суженного прохода  $h_{\Pi}=0,76-0,16=0,6$  м. Ширина прохода в первой перегородке  $b_1=0,15:0,6=0,25$  м=25 см.

Расстояния между перегородками по длине смесителя принята  $l=2b_c=2*0,75=1,5$  м (где  $b_c$  – ширина смесителя).

### **5.5. Осветлители со взвешенным слоем осадка (с вертикальным осадкоуплотнителем)**

Осветлители запроектированы круглой (площадью не более  $14\text{м}^2$ ) формы в плане. (п.6.89.[1]).

Максимальное содержание взвеси, поступающей в осветлитель определяем по формуле (11) КМК [2]:

$$C_v = M + K_k * D_k + 0,25 * Ц = 760 + 0,5 * 37 + 0,25 * 58 = 793 \text{ мг/л,}$$

где:  $M$  мг/л – количество взвешенных веществ в исходной воде;

$D_k$  мг/л – доза коагулянта по безводному продукту;

$K_k = 0,5$  – коэффициент, принимаемый для очищенного сернокислого алюминия;

$Ц$  град – цветность исходной воды;

Для определения количества воды, теряемой при сборе осадка из осадкоуплотнителя, то есть при продувке осветлителя определяем по формуле:

$$q_{oc} = \frac{K_p \cdot (C - m)}{\delta_{cp}} \cdot 100 = \frac{0,65 \cdot (793 - 10)}{24000} = 2,1\%$$

где:  $K_p$  - коэффициент распределения воды,  $0,65$ .

$m$  - количество взвеси в воде, выходящей после обработки в осветлителе,  $10$  мг/л;

$\delta_{cp}$  - средняя концентрация взвешенных веществ в осадкоуплотнителе, при продолжительности уплотнения  $3$  часа и мутности  $760$  мг/л  $24000$  г/м<sup>3</sup>.

Потеря воды при продувке равна

$$\frac{582,1 \cdot 2,1}{100} = 12,2 \text{ м}^3 / \text{час}.$$

### 5.5.1. Площадь осветлителей

Площадь зоны осветления определяем по формуле 15 [2]:

для зимнего периода:

$$F_{\text{осв}} = q \cdot K_{\text{р.в.}} / 3,6 \cdot V_{\text{осв}} = 582,1 \cdot 0,65 / 3,6 \cdot 0,8 = 131,4 \text{ м}^2$$

для летнего периода:

$$F_{\text{осв}} = 582,1 \cdot 0,65 / 3,6 \cdot 1 = 105,1 \text{ м}^2$$

где:  $q = 582,1 \text{ м}^3/\text{час}$  – расчетный расход воды;

$K_{\text{р.}} = 0,65$  - коэффициент распределения воды между зонами осветления и отделения осадка;

$V_{\text{осв}}$  – скорость восходящего потока воды в зоне осветления, 0,8 мм/с и 1 мм/с.

Площадь зоны отделения осадка  $F_{\text{отд}}$  надлежит определяем по формуле (16) [2]:

для зимнего периода:

$$F_{\text{отд}} = q(1 - K_{\text{р.в.}}) / 3,6 \cdot V_{\text{осв}} = 582,1 \cdot (1 - 0,65) / 3,6 \cdot 0,8 = 70,74 \text{ м}^2;$$

для летнего периода:

$$F_{\text{отд}} = 582,1 \cdot (1 - 0,65) / 3,6 \cdot 1 = 56,6 \text{ м}^2.$$

Общая площадь осветлителя:

$$F_{\text{з}} = F_{\text{осв з}} + F_{\text{отд з}} = 131,4 + 70,74 = 202,14 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{л}} = F_{\text{осв л}} + F_{\text{отд л}} = 105,1 + 56,6 = 161,7 \text{ м}^2.$$

Наибольшая площадь осветлителей получается для условия зимнего периода ( $F_{\text{з}} \text{ м}^2$ ).

Т.к. площадь одного осветлителя в плане не должна превышать 100-150  $\text{м}^2$ , принимаем 2 осветлителя по 101,7  $\text{м}^2$ .

Т.к. площадь  $F_{\text{осв.з}} = 202,14 \text{ м}^2$ , то принимаем по типовым ячейкам осветлитель  $6 \times 6 \text{ м}$  - 6 шт.

Площадь каждого осветлителя будет  $F_{\text{осв.з.}} 6 \text{ м} \times 2 \text{ м} \times 2 \text{ шт} = 24 \text{ м}^2$ , а площадь осадкоуплотнителя  $f_{\text{л.о.у.}} = 6 \times 2 = 12 \text{ м}^2$ .

Водораспределительный дырчатый коллектор, размещенный в нижней части коридоров осветлителя, рассчитывают на наибольший расход воды:

$$q_{\text{кол}} = 582,1:6:2 = 48,51 \text{ м}^3/\text{ч} = 13,47 \text{ л/с.}$$

Скорость входа воды в дырчатый коллектор, размещенный в нижней части коридоров равна  $0,56 \text{ м/с}$ . Диаметр коллектора принимается по таблице II [6]  $d_{\text{кол}} = 175 \text{ мм}$ . Т.к. во второй половине дырчатого коллектора  $V < 0,5$ , принимаем коллектор телескопической формы, сваренный из трех труб  $d = 200, 150, 125$ , равной длины.

Скорость выхода воды из отверстий принимаем  $V_0 = 1,8 \text{ м/с}$ .

Тогда площадь отверстий распределительного коллектора:

$$f_0 = q_{\text{кол}} / V_0 \text{ м}^2$$

Принимаем диаметр отверстий равным  $15 \text{ мм}$ , площадь одного отверстия –  $1,8 \text{ см}^2$ , а количество отверстий  $n_0 = 80 / 1,8 = 44 \text{ шт}$ .

### 5.5.2. Водосборные желоба с затопленными отверстиями для сбора воды

Желоба размещены в зоне освещения, в верхней части осветлителя, вдоль боковых стенок коридоров.

Расход воды на каждый желоб:

$$q_{\text{ж}} = K(Q_{\text{час.}}:8) / 2*2 = 0,7*(582,1:8)/2*2 = 12,73 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0035 \text{ м}^3/\text{сек}$$

Ширина желоба прямоугольного сечения:

$$b_{\text{ж}} = 0,9q_{\text{ж}}^{0,4} = 0,9*0,0035^{0,4} = 9,3 \text{ см}$$

Затопленные отверстия размещаются в один ряд по внутренней стенке желоба на  $7 \text{ см}$  ниже его верхней кромки. Тогда глубина желоба в начале и конце его будет:

$$h_{\text{нач}} = 7 + 1,5 * b_{\text{ж}}/2 = 7 + 1,5 * 9,3/2 = 14 \text{ см}$$

$$h_{\text{кон}} = 7 + 2,5 * b_{\text{ж}}/2 = 7 + 2,5 * 9,3/2 = 19 \text{ см}$$

Площадь отверстий в стенке желоба равна:

$$\sum f_{отв} = \frac{q_{ж}}{\mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}} = \frac{0,0035}{0,65 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,05}} = 0,0078 \text{ м}^2 = 78 \text{ см}^2$$

где:

$h$  – Разность уровней воды в осветлителе и желобе, равная 0,05м;

$\mu$  – Коэффициент расхода, равный 0,65.

При диаметре каждого отверстия 20 мм и его площади  $f_0 = 3,14 \text{ см}^2$  количество отверстий будет:

$$n = \sum f_{отв} / f_0 = 78 / 3,14 = 25 \text{ шт.}$$

Шаг отверстий  $e = l / n = 9,4 / 25 = 0,376 \text{ м} = 37 \text{ см.}$

### 5.5.3. Осадкоприемные окна

Площадь осадкоприемных окон определяют по общему расходу воды, который поступает вместе с избыточным осадком в осадкоуплотнитель:

$$Q_{ок} = (1-K)Q_{расх} = (1-0,7) \cdot 101,7 = 30,5 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где:  $Q_{расх} \text{ м}^3/\text{ч}$  - производительность одного осветлителя.

С каждой стороны в осадкоуплотнитель поступает:  $30,5 : 2 = 15,25 = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$  воды с избыточным осадком.

Площадь осадкоприемных окон с одной стороны осадкоуплотнителя:

$$f_{ок} = Q_{ок} / V_{ок} = 16 : 36 = 0,44 \text{ м}^2,$$

где:  $V_{ок}$  – скорость движения воды с осадком в окнах, равная 36-54 м/ч.

Принимаем высоту окон  $h_{ок} = 0,2 \text{ м}$ , тогда общая длина их с каждой стороны осадкоуплотнителя:

$$l_{ок} = f_{ок} / h_{ок} = 0,44 / 0,2 = 2,2 \text{ м.}$$

Устраиваем с каждой стороны осадкоуплотнителя по горизонтали 10 окон для приема избыточного осадка размером каждое 0,2 x 0,2 м.

При длине осадкоуплотнителя 2 м и 8 окнах шаг оси окон по горизонтали составит  $2/8 = 0,25 \text{ м}$ .

Расстояние между двумя соседними окнами при ширине окна 0,1м будет  $0,25 - 0,1 = 0,15 \text{ м}$ .

#### 5.5.4. Дырчатые трубы для сбора и отвода воды

Дырчатые трубы для сбора и отвода воды из зоны отделения осадка в вертикальном осадкоуплотнителе размещаются так, чтобы их верхняя образующая была ниже уровня воды в осветлителе не менее 0,3 м и выше верха осадкоприемных окон не менее 1,5 м.

Расход воды через сборную дырчатую трубу будет:

$$Q_{сб} = (1-K) \cdot Q_{расх} - Q_{ос} = (1-0,7) \cdot 101,7 - 2,3/2 = 14 \text{ м}^3/\text{ч} = 3,92 \text{ л/сек} = 0,0039 \text{ м}^3/\text{сек}$$

где:  $Q_{ос}$  – потери воды при продувке = 2,24 м<sup>3</sup>/ч,

Скорость движения воды в устье сборной трубы не более 0,5 м/с. Принимаем две трубы  $d_{сб} = 125$  мм, тогда  $V_{сб} = 0,328$  м/с.

Диаметр отверстий 15-20 мм. Площадь отверстий при скорости входа в них  $V_0 = 1,5$  м/с должна быть:

$$\Sigma f_0 = Q_{сб} / V_0 = 0,0039 / 1,5 = 0,0026 \text{ м}^2 = 26 \text{ см}^2.$$

При отверстиях диаметром 15 мм площадь каждого будет  $f_0 = 1,76 \text{ см}^2$ . Требуемое количество отверстий  $n_0 = 26 / 1,76 = 14,77$ . Принимаем 15 отверстий с шагом  $6:15 = 0,4$  м.

Фактическая скорость входа воды в отверстия:

$$V_{отв} = q_{сб} / f_0 \cdot n = 0,0039 / 0,00176 \cdot 15 = 1,48 \text{ м/с}.$$

Так как скорость принимается не менее 1,5 м/с, принимаем 1,5 м/с.

#### 5.5.5. Определение высоты осветлителя

Высота осветлителя, считая от центра водораспределительного коллектора до верхней кромки водосборных желобов, равна:

$$H_{осв} = (b_{кор} - 2b_{ж}) / 2 \operatorname{tg} \alpha / 2 = (2 - 2 \cdot 0,093) / 2 \operatorname{tg} 30 / 2 = 3,11 \text{ м}$$

где:  $b_{кор}$  – ширина коридора осветлителя;

$b_{ж}$  – ширина одного желоба;

$\alpha$  – центральный угол, образуемый прямыми, проведенными от оси водораспределительного коллектора к верхним точкам кромок водосборных желобов; принимается не более 30°.

Высота пирамидальной части осветлителя будет:

$$h_{\text{пир}} = (b_{\text{кор}} - a) / (2 \operatorname{tg} \alpha_1 / 2) = (2 - 0,4) / (2 \operatorname{tg} 60 / 2) = 1,31 \text{ м}$$

где:  $a$  – ширина коридора понизу, принимаемая обычно равной 0,4 м;

$\alpha_1$  – центральный угол наклона стенок коридора, равный  $60^\circ$  (принимается в пределах  $60-90^\circ$ ).

Высоту защитной зоны над слоем взвешенного осадка принимаем  $h_{\text{защ}} = 1,5$  м (обычно эта величина лежит в пределах 1,5 – 2 м).

Тогда высота зоны взвешенного осадка выше перехода наклонных стенок осветлителя в вертикальные будет:

Такая высота недостаточна – нужна не менее 1,5 м.

Верхнюю кромку осадкоприемных окон располагаем на 1,5 м ниже поверхности воды в осветлителе. Тогда нижняя кромка этих окон высотой 0,2 м будет размещаться на уровне  $4,5 - 1,5 - 0,2 = 2,8$  м от дна осветлителя или на уровне  $2,8 - 0,2 = 2,6$  м выше оси водораспределительного коллектора.

Низ осадкоприемных окон должен быть на 1,5-1,75 м выше перехода наклонных стенок зоны взвешенного осадка в вертикальные:

$$4,5 - (1,1 + 1,5 + 0,2) = 1,7, \text{ т.е. отвечает необходимым условиям.}$$

### 5.5.6. Продолжительность пребывания осадка в осадкоуплотнителе

Объем осадкоуплотнителя составит:

$$W = l_{\text{кор}} [b_{\text{о.у.}} \cdot h_{\text{верт}} + 2(h_{\text{пир}} \cdot 0,5 b_{\text{о.у.}} / 2)] = 9,4 [1,27 \cdot 2,6 + 2(1,31 \cdot 0,5 \cdot 1,27 / 2)] = 38,98 \text{ м}^3$$

Количество осадка, поступающего в осадкоуплотнитель :

$$Q_{\text{ос}} = 0,79 \cdot 101,7 = 80,34 \text{ кг/ч}$$

Средняя концентрация осадка (считая по сухому веществу)  $\bar{\delta}_{\text{ср}} = 24 \text{ кг/м}^3$ .

Продолжительность пребывания осадка в осадкоуплотнителе :

$$T = W \bar{\delta}_{\text{ср}} / Q_{\text{ос}} = 38,98 \cdot 24 / 80,34 = 11,64 \text{ ч.}$$

Т.е. более 3 часов, которые приняты при определении концентрации осадка в воде, продуваемой из осадкоуплотнителя.

### 5.5.7. Дырчатые трубы для удаления осадка из осадкоуплотнителя

Эти трубы размещаются по продольной оси дна, в месте, где сходятся наклонные стенки осадкоуплотнителя.

Диаметр труб рассчитывают из условия отведения накопившегося осадка в течение не более 15-20 мин (0,25-0,33 часа) при скорости в конце трубы не менее 1 м/с и скорости в отверстиях труб не более 3 м/с.

При объеме осадкоуплотнителя  $W = 38,98 \text{ м}^3$  и его опорожнении за 15 мин (0,25 часа) через каждую осадкосбросную трубу должен пропускаться расход:

$$Q_{\text{ос}} = W / 2t = 38,98 / 2 * 0,25 = 77,96 \text{ м}^3/\text{ч} = 21,65 \text{ л/сек} = 0,02165 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

При скорости движения воды в конце трубы  $V = 2,3 \text{ м/с}$ , т.е. более 1 м/с, диаметр трубы  $d_{\text{д.т.}} = 100 \text{ мм}$ .

Площадь отверстий при скорости  $V_0 = 3 \text{ м/с}$  составит

$$\Sigma f_0 = q_{\text{ос}} : V_0 = 0,02165 : 3 = 0,0072 \text{ м}^2 = 72 \text{ см}^2.$$

При диаметре каждого отверстия 20 мм и его площади  $f_0 = 3,14 \text{ см}^2$  количество отверстий будет:

$$n = \Sigma f_{\text{отв}} / f_0 = 72 / 3,14 = 23 \text{ шт.}$$

Шаг отверстий  $e = 1 / n = 9,4 / 23 = 0,41 \text{ м} = 41 \text{ см}$ .

Т.е. меньше 0,5 м (максимально допустимая).

## **5.6. Скорые безнапорные фильтры с однослойной загрузкой**

Скорый безнапорный фильтр представляет собой резервуар, загруженный слоями песка и гравия, крупность которых возрастает сверху вниз. Вода, поступающая на фильтры после отстойников не должна содержать взвешенных веществ более 12 мг/л.

Фильтры и их коммуникации рассчитаны на работу при нормальном и форсированном (часть фильтров находится в ремонте) режимах. На станциях с количеством фильтров до 20 следует предусматривать возможность выключения на ремонт одного фильтра, при большем количестве – двух фильтров. Площадь одного фильтра надлежит принимать не более 100-120 м<sup>2</sup>.

### **5.6.1. Определение размеров фильтра**

Площадь фильтров определяется по формуле 18[2]:

$$F_{\text{ф}} = Q / (T_{\text{ст}} * V_{\text{н-ппр}} * q_{\text{пр-ппр}} * \tau_{\text{пр}} * V_{\text{н}}) = 13970 / (24 * 6 - 3 * 5,04 - 3 * 0,33 * 6) = 113,63 \text{ м}^2,$$

где:  $Q = 13970 \text{ м}^3/\text{сут}$  – полезная производительность станции;

$T_{ст} = 24$  ч – продолжительность работы станции в течение суток;

$V_n = 6$  м/ч – расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, принимается по таблице 21 [2];

$n_{пр} = 3$  – число промывок одного фильтра в сутки при нормальном режиме эксплуатации;

$q_{пр} = 5,04$  м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> – удельный расход воды на одну промывку одного фильтра, следует рассчитывать с учетом п.6.110 [2]:

$$q_{пр} = 60 * \omega * t_{пр} / 1000 \text{ м}^3/\text{м}^2, \text{ где:}$$

$\omega = 14$  л/с\*м<sup>2</sup> – интенсивность промывки;

$t_{пр}$  – время простоя фильтра в связи с промывкой, принимаемое для фильтров, промываемых водой – 0,33ч.

$t_{пр} = 6$  мин – продолжительность промывки (таблица 23 [2]);

Количество фильтров определяется по ф-ле 19 [2]:

$$N = 0,5 \sqrt{F_{\phi}} = 5 \text{ шт.}$$

Площадь одного фильтра:

$$f_{\phi} = F_{\phi} / n = 113,63 / 5 = 22,73 \text{ м}^2$$

Принимаем фильтры площадью 23 м<sup>2</sup>, с размером в плане 4,6 х 5 м.

Скорость фильтрования при форсированном режиме составит:

$$V_{р.ф.} = V_n * (N / (N-1)) = 5 * (5 / (5-1)) = 6,26 \text{ м/ч} < 7,5 \text{ м/ч.}$$

Скорость фильтрования при форсированном режиме отвечает требованиям табл. 24 [1].

### 5.6.2. Подбор состава загрузки фильтра

Загрузка фильтра принята согласно данным таблицы 24 [1]:

Высота фильтрующего слоя ( $h_{\phi}$ ) – 700 мм;

$d_{зерен \text{ min}} = 0,5$  мм;

$d_{зерен \text{ max}} = 1,2$  мм;

$d_{экв} = 0,7$  мм;

Коэффициент неоднородности загрузки ( $K_n$ ) – 2.

Поддерживающие слои имеют общую высоту 500 мм (таблица 25 [2]).

### 5.6.3. Расчет распределительной системы фильтра

Распределительная система служит как для равномерного распределения промывной воды по площади фильтра, так и для сбора профильтрованной воды.

Количество промывной воды, необходимой для промывки одного фильтра:

$$q_{\text{пр}} = F_1 * \omega = 23 * 14 = 322 \text{ л/с};$$

Диаметр коллектора распределительной системы определяется по скорости движения промывной воды в начале коллектора 0,8-1,2 м/с (п.6.106 [2]), тогда  $d_{\text{кол}} = 600$  мм, что соответствует скорости  $V_{\text{кол}} = 1,08$  м/с.

Площадь дна фильтра, приходящаяся на каждое ответвление распределительной системы при расстояниях между ними  $m = 0,27$  м и наружном диаметре коллектора 630 мм:

$$f_{\text{отв}} = ((5 - 0,63) / 2) * 0,27 = 0,59 \text{ м}^2$$

Расход промывной воды, поступающей через одно ответвление,

$$q_{\text{отв}} = f_{\text{отв}} * \omega = 0,59 * 14 = 8,26 \text{ л/с}.$$

Диаметр труб ответвлений принимаем  $d_{\text{отв}} = 80$  мм, тогда скорость в начале ответвлений будет 1,59 м/с (что соответствует п.6.106 [2]).

В нижней части ответвлений под углом  $45^0$  к вертикали предусматриваются отверстия  $d = 10-12$  мм. Отношение площади всех отверстий в ответвлениях распределительной системы  $\Sigma f_0$  к площади фильтра принимаем равным 0,25%.

При площади одного фильтра 23 м<sup>2</sup> суммарная площадь отверстий составит:

$$\Sigma f_0 = 0,25 * 23 / 100 = 0,06 \text{ м}^2 = 600 \text{ см}^2.$$

Задаваясь диаметром отверстий  $d = 12$  мм, получим площадь отверстия  $f_0 = 1,13$  см<sup>2</sup> и общее их число в распределительной системе каждого фильтра  $600 : 1,13 = 531$  шт.

Число ответвлений на фильтре при расстоянии между осями ответвлений 0,3 м составит  $(6 : 0,3) * 2 = 40$ . Число отверстий, приходящихся на ответвление:  $531 / 40 = 14$  шт.

При длине ответвления  $l_{\text{отв}} = (5 - 0,63) / 2 = 2,18$  м шаг оси отверстий  $l_0 = l_{\text{отв}}:20 = 0,109$  м. Отверстия располагают в два ряда в шахматном порядке под углом  $45^\circ$  к вертикальной оси трубы.

#### 5.6.4. Расчет устройств для сбора и отвода воды при промывке фильтра

Сбор воды при промывке фильтров осуществляется при помощи желобов. Расстояние между осями желобов рекомендуется не более 2,2 м. Принимаем три желоба на один фильтр с расстоянием между осями желобов -  $6/3 = 2$  м.

Расход промывной воды, приходящийся на 1 желоб  $q_{\text{ж}}$ :

Ширина желоба определяется по ф-ле 23 [1]:

$$B = K \cdot \sqrt[5]{\frac{q^2}{(1,57+a)^3}}, \text{ где:}$$

$a$  – отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины; (принимается в пределах от 1 до 1,5);

$K$  – Коэффициент, принимаемый равным для желобов с треугольным основанием 2, 1;

Высота прямоугольной части желоба  $h_{\text{пр}} = 0,75 \cdot B$  м.

Полезная высота желоба  $h = 1,25 \cdot B$  м, а с учетом толщины стенки

$$h_{\text{к}} = h + 0,08 \text{ м.}$$

Лотки желобов должны иметь уклон к сборному каналу 0,01. Скорость движения воды в желобе  $V = g/\omega$  м/с.

Высота кромки желоба над поверхностью фильтрующей загрузки при  $H = 0,7$  м и  $e = 45\%$

$$\Delta h_{\text{ж}} = (0,7 \cdot 45 / 100) + 0,3 = 0,62 \text{ м}$$

так как  $\Delta h_{\text{ж}} < h_{\text{к}}$ , то конструктивно принимаем  $\Delta h_{\text{ж}} = h_{\text{к}} + 0,07 \text{ м} = 0,8 \text{ м}$ .

Процент воды, расходуемый на промывку фильтров:

$$P = (\omega \cdot f \cdot t_{\text{пр}} \cdot 60 \cdot N /$$

$$Q_{\text{час}} \cdot T_{\text{р}} \cdot 1000) \cdot 100 = (14 \cdot 23 \cdot 6 \cdot 60 \cdot 5/582,1 \cdot 11,4 \cdot 1000) \cdot 100 = 8,73\%, \text{ где}$$

$T_{\text{р}}$  – продолжительность работы фильтра между двумя промывками, равная

$$T_p = T_0 - (t_{пр} + \tau_{пр} + t_3) = 11,4 \text{ с}$$

Скорость фильтрации на фильтрах при промывке одного из них можно принимать постоянной или с увеличением на 20%.

Загрязненная промывная вода из желобов скорого фильтра свободно изливается в сборный канал, откуда отводится в сток. Расстояние от дна желоба до дна сборного канала должна быть не менее:

$$H_{кан} = (1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{кан}^2}{g \cdot b_{кан}^2}}) + 0,2 = \left(1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,375^2}{9,81 \cdot 0,7^2}}\right) + 0,2 = 0,73 \text{ м.}$$

### 5.6.5. Определение потерь напора при промывке фильтра

Потери напора слагаются из следующих величин:

- потери напора в отверстиях труб распределительной системы фильтра

$$h_{р.с.} = (2,2/a^2 + 1)V_{кол}^2/2g + V_{р.т.}^2/2g = \\ = (2,2/0,04 + 1) \cdot 1,08^2 / 2 \cdot 9,81 + 1,59^2 / 2 \cdot 9,81 = 3,46 \text{ м где:}$$

$V_{кол} = 1,08 \text{ м/с}$  – скорость движения воды в коллекторе;

$V_{р.т.} = 1,59 \text{ м/с}$  - то же, в распределительных трубах;

$a$  – отношение суммы площадей всех отверстий распределительной системы к площади сечения коллектора  $= 0,057/0,298 = 0,004 \text{ м}^2$

- потери напора в фильтрующем слое высотой  $H_{ф}$  по формуле А.И. Егорова:

$$h_{ф} = (a + b\omega)H_{ф} = (0,76 + 0,017 \cdot 14) \cdot 0,7 = 0,69 \text{ м}$$

- потери напора в гравийных поддерживающих слоях высотой  $H_{п.с.}$  по формуле Турчиновича

$$h_{п.с.} = 0,022 \cdot H_{п.с.} \cdot \omega = 0,022 \cdot 0,5 \cdot 14 = 0,154 \text{ м}$$

- потери напора в трубопроводе, подводящим промывную воду к общему коллектору распределительной системы

$$h = i \cdot l = 0,005817 \cdot 100 = 0,58 \text{ м.}$$

- потери на местные сопротивления в фасонных частях и арматуре

$$h_{м} = \sum \xi V^2 / 2g = 0,6 \text{ м,}$$

где:  $\xi$  (для колена)  $= 0,984$ ;  $\xi$  (для задвижек)  $= 0,26$ ;  $\xi$  (для входа во всасывающую трубу)  $= 0,5$ ;  $\xi$  (для тройника)  $= 0,92$ .

- потери напора на образование скорости во всасывающем и напорном трубопроводах насоса для подачи промывной воды

$$h_{o.c.} = V^2 / 2g = 0,39 \text{ м}$$

При двух одновременно действующих центробежных насосах 12НДс, каждый из которых подает 50% расхода промывной воды, т.е. по 200 л/с, скорость в патрубках насоса  $d = 300\text{мм}$  составит  $V = 2,75 \text{ л/с}$ .

Полная величина потерь:

$$\Sigma h = 3,46 + 0,69 + 0,154 + 0,58 + 0,6 + 0,39 = 5,87 \text{ м.}$$

Геометрическая высота подъема воды от дна резервуара чистой воды до верхней кромки желобов над фильтром будет:

$$h_r = 0,7 + 0,7 + 4,5 = 5,9 \text{ м.}$$

### 5.6.6. Песковое хозяйство

Кварцевый песок, используемый в качестве загрузки фильтра, должен быть очищен от примесей и иметь определенный гранулометрический состав.

В установках пескового хозяйства предусматривается подготовка карьерного песка, как для первоначальной загрузки фильтров, так и для ежегодной его догрузки в размере 10% общего объема песчаного фильтрующего материала. Кроме того, необходима периодическая отмывка загрязненной загрузки.

Расчеты приведены в в таблице 5.4.

Таблице 5.4

#### Расчёт пескового хозяйства

№	Наименование	Обозначение	Ед. изм.	Расчеты
1	Объем песка, загружаемого в фильтры	$W_{п}$	$\text{м}^3$	78,9
2	Высота фильтрующего слоя	$H_c$	м	0,70
3	Годовая потребность в дополнительном количестве песка	$W_{д}$	$\text{м}^3$	7,89

4	Карьерное сырье		%	55,00
5	перед пуском станции	Wп'	м <sup>3</sup>	143,37
6	дозировки в фильтры	Wд'	м <sup>3</sup>	14,34
7	Высота слоя складирования	h <sub>скл</sub>	м	0,50
8	площадь склада	F	м <sup>2</sup>	28,67

### 5.7. Обеззараживание воды

Обеззараживание воды, применяемое с целью уничтожения имеющихся в ней бактерий.

Применяем в качестве метода обеззараживания хлорирование. Согласно п.6.146 КМК, дозу хлора принимаем 2 мг/л. Расход хлора определяется по формуле.

$$Q_{xl} = \frac{Q_{сут} * D_{xl}}{1000} = \frac{15868 * 2}{1000} = 31.73 \text{ кг/сут}$$

В качестве хлоратора применяем хлоратор ЛОНИИ-100 1 рабочий 1 резервный производительностью 2- 10 кг/час.

Количество баллонов с жидким хлором определяется по формуле:

$$n_{бал} = \frac{Q_{xl}}{S_{бал}} = \frac{32}{0,6} = 53шт$$

S<sub>бал</sub> – объем хлора с одного баллона без искусственного подогрева при t=18<sup>0</sup>С принимается S<sub>бал</sub> = 0,5 ÷ 0,7 кг/ч;

### 5.8. Резервуар чистой воды

РЧВ должны включать регулирующий, пожарный, аварийный, контактный объём воды, т.е.:

$$W_{PЧВ} = W_{регул.} + W_{пож.} + W_{авар.} + W_{конт.}, \text{ м}^3, \text{ где}$$

$W_{регул.}$  – регулирующий объём воды, который определяется по формуле:

$$W_{регул.} = Q_{сут.}^{\max} * [1 - K_{H.} + (K_{ч.} - 1) \left( \frac{K_{H.}}{K_{ч.}} \right)^{\frac{K_{ч.}}{K_{ч.} - 1}}], \text{ м}^3, [2, \text{ формула 33}], \text{ где}$$

$K_{H.}$  – отношение максимальной часовой подачи воды к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления;  $K_{H.} = 1$ ;

$K_{ч.}$  – коэффициент часовой неравномерности отбора воды из регулирующей ёмкости;

$$K_{ч.} = \alpha_{\max} * \beta_{\max}, [2, \text{ формула 4}], \text{ где}$$

$\alpha_{\max}$  – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия  $\alpha_{\max} = 1,2 \div 1,4$ ;

$\beta_{\max}$  – коэффициент, учитывающий количество человек;

$W_{пож.}$  – объём воды на пожаротушение;

$W_{авар.}$  – аварийный объём воды, который составляет 3-х часовой максимальный расход, определяемый согласно [2, п.9.6];

$$q_{час.}^{\max} = \frac{K_{ч.}^{\max} * Q_{сут.}}{24} \text{ м}^3/\text{ч}, [2, \text{ формула 3}]$$

$W_{конт.}$  – контактный объём воды для обеспечения требуемого времени контакта воды с реагентами, определяемый согласно [2, п.9.8];

$$W_{конт.} = 0,5 * q_{час.}^{\max} \text{ м}^3$$

Все расчёты приведены в таблице 5.5.

## Расчёт РЧВ

№	Наименование	Обоз.	Ед.из.	Значение
1	Регулирующий объём воды	Wрег	м <sup>3</sup>	3419,27
2	Объём воды на пожаротушение	Wпож	м <sup>3</sup>	324
3	Аварийный объём воды	Wав	м <sup>3</sup>	1746,27
4	Контактный объём воды	Wконт	м <sup>3</sup>	291,04
5	Регулирующий объём воды	Wрег	м <sup>3</sup>	5781

Принимаем два резервуара ёмкостью 10000 м<sup>3</sup>.

### 5.9. Вспомогательные помещения станций водоподготовки

Состав и площади помещений надлежит принимать в зависимости от назначения и производительности станции. Для станций подготовки воды на хозяйственно-питьевые нужды из поверхностных источников водоснабжения состав и площади помещений следует принимать по табл. 31 /2/.

Предусматриваются следующие помещения:

- химическая лаборатория	40 м <sup>2</sup>
- весовая	6 м <sup>2</sup>
- бактериологическая лаборатория	20 м <sup>2</sup>
автоклавная	10 м <sup>2</sup>
- средоварочная и моечная	10 м <sup>2</sup>
- помещения для хранения посуды и реактивов	10 м <sup>2</sup>
- кабинет заведующего лабораторией	8 м <sup>2</sup>
- местный пункт управления	
- комната для дежурного персонала	
- контрольная лаборатория	15 м <sup>2</sup>
- кабинет начальника станции	10 м <sup>2</sup>
- мастерская для текущего ремонта мелкого оборудования и приборов	15 м <sup>2</sup>
- гардеробная, душ и санитарно-технический узел	15 м <sup>2</sup>

## 5.10. Насосная станция II подъёма

Согласно графику разбора воды потребителю, режим водоразбора следующий:

Регулирование подачи воды насосной станции II подъёма между средними и максимальными часовыми значениями осуществляется посредством установки частотных преобразователей на насосах, которые посредством поддержания постоянного давления регулируют расходные характеристики подачи группы насосов.

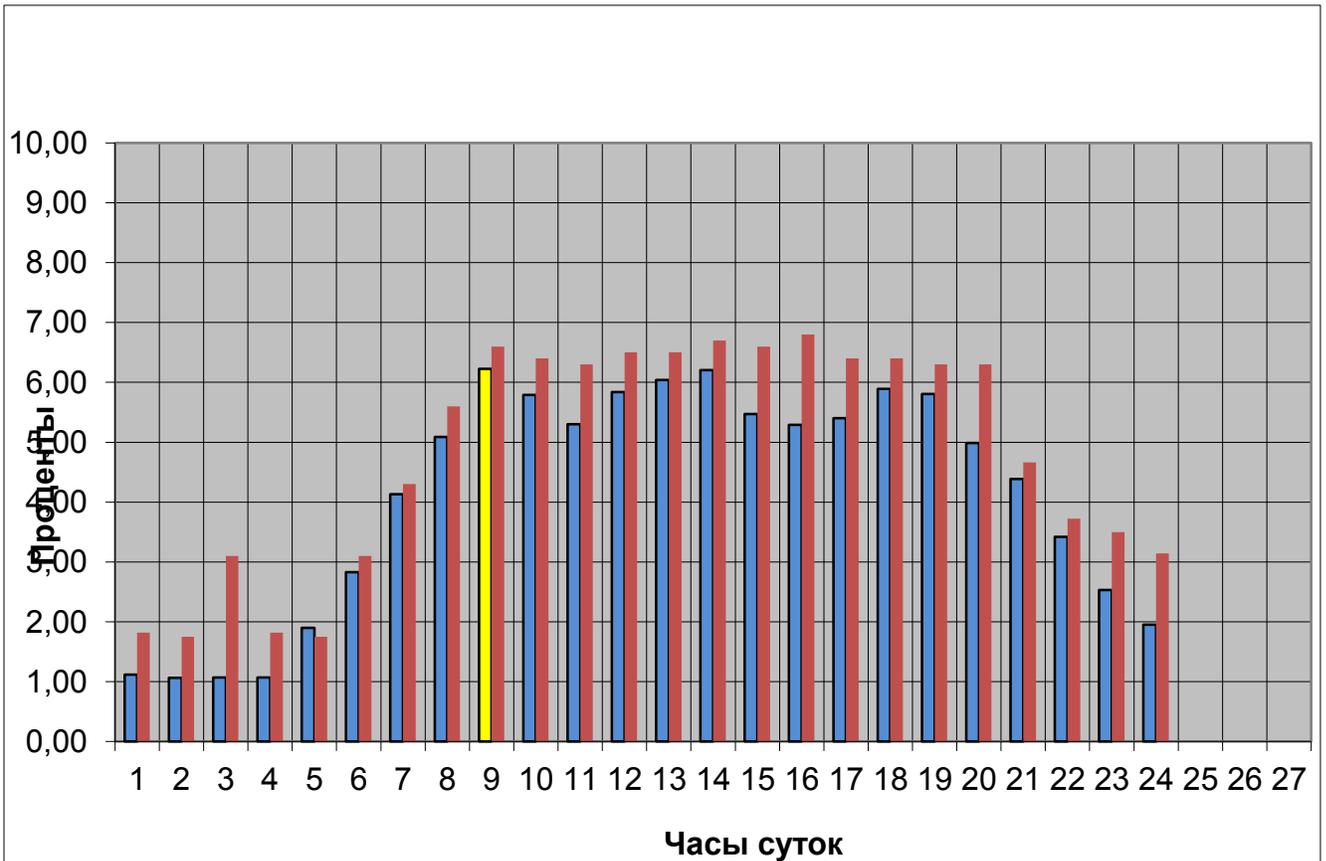
Подбор насосов произведен по каталогу Grundfos. Принят насос марки NB 100-250/263 AS-F2-A-BAQE. Основные технические характеристики насоса:

- подача, л/с	370
- напор, м	50
- мощность электродвигателя, кВт	90
- КПД, %	85
- кавитационный запас	5,5
-масса, т	0,8

Тип электродвигателя MMG280MA

Количество резервных агрегатов принимается согласно [2] в зависимости от категории надежности системы водоснабжения и числа рабочих агрегатов. При первой категории надежности и трёх рабочих насосах принято два резервных насоса.

**Рис. 5.1 Совместная работа насосов**



## 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЁТ СИСТЕМ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ

Для составления расчётной схемы отдачи воды вычерчивают схему магистральной сети, на которой номеруют все кольца и участки. Расчётный участок образуют соседние узлы. За узел принимается точка, где меняются расходы.

Длина расчётных участков не превышает 800 /1000 м. По генплану видно, что в узлах подключаются промпредприятия, в узлах забирается вода на поливку улиц и зелёных насаждений.

Кольца номеруются римскими цифрами, а узлы арабскими. Для каждого участка проставляется его длина в метрах.

Из разводящей сети населенного пункта размещают пожарные гидранты на расстоянии не более 150м.

Пожарные гидранты надлежит предусматривать вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2.5м от края проезжей части, но не более 5м от стен зданий.

Пересечение трубопроводов с железнодорожными и трамвайными путями, а также с автодорогами предусмотрены под углом 90°.

### 6.1. Гидравлический расчёт сети

Задачей гидравлического расчета водопроводной сети является установление действительного потокораспределения воды по всем ее участкам и определение потерь напора в них при принятых диаметрах труб.

Для решения этой задачи необходимо, прежде всего, для каждого расчетного случая составить схему сети без масштаба, на которой должны быть указаны узловые расходы  $q_{\text{узн}}$ , сосредоточенные расходы  $q_{\text{соср}}$ , общий расход сети  $q_{\text{с}}$ , длины расчетных участков  $l_{\text{уч.}}$ , предварительное потокораспределение  $q_p$  и принятые диаметры труб  $d$ .

### 6.1.1. Удельные расходы

Расход воды, приходящийся на метр сети называется удельным. При составлении расчетной схемы равномерно-распределенные расходы приводят к узловым, для этого сначала определяют удельные расходы по формуле

$$q_{уд} = \frac{q_{х.п} + q_{неучт} + q_{з.н}}{\sum pl}, \text{ л/с}$$

где  $q_{х.п}$ ,  $q_{неучт}$ ,  $q_{з.н}$  – секундные расходы воды.

$l$  – Длина расчетного участка.

$P$  – коэффициент, учитывающий количество сторон водозабора из участка.

При одностороннем водозаборе  $P = 0.5$ , при двухстороннем  $P = 1$ .

Расход воды на полив улиц неучтены, т.к. поливку будут осуществлять автомашины. Данный расход будет относиться к сосредоточенным расходам.

В первом районе  $q_{уд} = 0,0133411$  л/с;

Во втором районе  $q_{уд} = 0,0196903$  л/с;

### 6.1.2. Путевые расходы

Расходы воды, отдаваемые каждым участком сети «по пути» называются путевыми и определяются по формуле:

$$q_{сут} = q_{уд} * l_{уч} * P \text{ л/с}$$

Подсчет путевых расходов по двум районам сведён в таблицу 6.1., 6.2.

Таблица 6.1

#### Расчёт путевых расходов

##### I район

Нуч	L	P	PL	Qуд	Qпуть
1-2	50	0,5	25	0,0133411	0,33
2-А	513,45	0,5	256,725	0,0133411	3,42
А-3	209,2	1	209,2	0,0133411	2,79
23-22	217,1	0,5	108,55	0,0133411	1,45
22-21	196,9	0,5	98,45	0,0133411	1,31
21-20	504,5	0,5	252,25	0,0133411	3,37
20-19	621,85	0,5	310,925	0,0133411	4,15
19-18	155,9	0,5	77,95	0,0133411	1,04
18-3	471,6	0,5	235,8	0,0133411	3,15

23-10	774,05	0,5	387,025	0,0133411	5,16
10-11	496,8	0,5	248,4	0,0133411	3,31
11-12	592,9	0,5	296,45	0,0133411	3,95
12-13	279,9	0,5	139,95	0,0133411	1,87
13-14	584,6	0,5	292,3	0,0133411	3,90
14-Б	163,35	0,5	81,675	0,0133411	1,09
Б-15	113,1	1	113,1	0,0133411	1,51
15-16	579,1	1	579,1	0,0133411	7,73
16-В	143	1	143	0,0133411	1,91
В-17	511	0,5	255,5	0,0133411	3,41
17-1	590,95	0,5	295,475	0,0133411	3,94
17-18	767,9	1	767,9	0,0133411	10,24
19-16	763,55	1	763,55	0,0133411	10,19
21-15	797,45	1	797,45	0,0133411	10,64
23-14	888,55	1	888,55	0,0133411	11,85

Таблица 6.2

### Расчёт путевых расходов

#### II район

Нуч	L	P	PL	Qуд	Qпуть
3-Г	470,4	1	470,4	0,0196903	9,26
Г-4	516,15	0,5	258,075	0,0196903	5,08
4-5	522,65	0,5	261,325	0,0196903	5,15
5-6	416,65	1	416,65	0,0196903	8,20
6-Д	618,5	1	618,5	0,0196903	12,18
Д-7	254,85	0,5	127,425	0,0196903	2,51
7-8	793,05	0,5	396,525	0,0196903	7,81
8-9	878,6	0,5	439,3	0,0196903	8,65
9-10	322,6	0,5	161,3	0,0196903	3,18
10-23	744,05	0,5	372,025	0,0196903	7,33
23-22	217,1	0,5	108,55	0,0196903	2,14
22-21	196,9	0,5	98,45	0,0196903	1,94
21-20	504,5	0,5	252,25	0,0196903	4,97
20-19	621,85	0,5	310,925	0,0196903	6,12
19-18	155,9	0,5	77,95	0,0196903	1,53
18-3	471,6	0,5	235,8	0,0196903	4,64
5-20	739,65	1	739,65	0,0196903	14,56
7-24	598,7	1	598,7	0,0196903	11,79
24-22	685,9	1	685,9	0,0196903	13,51

### 6.1.3. Узловые расходы

Путевые расходы считаются равномерно-распределенными и заменяются узловыми расходами в граничных точках равных полусумме всех путевых расходов принимаются к данному узлу.

$$Q_{\text{узл}} = 0,5 * \sum Q_{\text{пут}}, \text{ л/с}$$

Общий узловой расход складывается из путевых, приведенных к узловым и сосредоточенным.

$$Q_{\text{узл}} = 0,5 * \sum Q_{\text{пут}} + q_{\text{соср}},$$

Подсчет узловых расходов удобно производить в табличной форме.

Подсчеты узловых расходов приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3

#### Расчёт узловых расходов

Номер узла	quot.равн-распр		0.5Σquot	qсоср.наим	qусоср	qузл.
	Нучастков	л/с				
1	1-2	0,33	2,14			2,14
	1-17	3,94				
2	2-1	0,33	3,27			3,27
	2-3	6,22				
3	3-2	6,22	14,17			15,85
	3-18	7,79				
	3-4	14,34		Прачечная 2	1,68	
4	4-3	14,34	9,74			9,74
	4-5	5,15				
5	5-4	5,15	13,96			13,96
	5-6	8,20				
	5-20	14,56				
6	6-5	8,20	11,45			11,82
	6-7	14,69		Гостиница2	0,37	
7	7-6	14,69	17,14			17,14
	7-8	7,81				
	7-24	11,79				
8	8-7	7,81	8,23	Стек.завод	0,76	8,99
	8-9	8,65				
9	9-8	8,65	5,91	Завод ж.б.шпал	1,24	7,15
	9-10	3,18				
10	10-9	3,18	9,49	Пас.здание	0,58	10,13

	10-11	3,31		Гостиница1	0,06	
	10-23	12,49				
11	11-10	3,31	3,63	Вагонное хозяйство	2,55	6,19
	11-12	3,95				
12	12-11	3,95	2,91			2,91
	12-13	1,87				
13	13-12	1,87	2,88			2,88
	13-14	3,90				
14	14-13	3,90	9,18			9,18
	14-15	2,60				
	14-23	11,85				
15	15-14	2,60	10,48	Шок.фабрика	24,47	34,95
	15-16	7,73				
	15-21	10,64				
16	16-15	7,73	11,61	Прачечная 1	1,09	12,94
	16-17	5,32				
	16-19	10,19				
17	17-1	3,94	9,75			9,75
	17-16	5,32				
	17-18	10,24				
18	18-17	10,24	10,30	Хлебозавод	2,67	13,34
	18-19	2,57				
	18-3	7,79				
19	19-18	2,57	11,52	Больница2	1,72	13,23
	19-20	10,27				
	19-16	10,19				
20	20-19	10,27	16,58	Прачечная1	1,09	17,67
	20-21	8,33				
	20-5	14,56				
21	21-20	8,33	12,14			12,14
	21-22	5,30				
	21-15	10,64				
22	22-21	5,30	12,28			12,28
	22-24	15,68				
	22-23	3,59				
23	23-22	3,59	13,96	Больница 1	0,90	14,87
	23-14	11,85				
	23-10	12,49				
24	24-22	14,00	13,00	Прачечная2	1,68	14,68
	24-7	12,00				

#### 6.1.4. Предварительное потокораспределение

На основе определенных узловых расходов производится предварительное потокораспределение, представленное на рис. 6.1, 6.2. При составлении потокораспределения учитывалось соблюдение условия равенства суммы расходов в узле нулю и условия надежности работы водопроводной сети (взаимозаменяемости линий при аварии на участках водопроводной сети).

Задачей расчета является такое перераспределение расходов по участкам сети, после которого алгебраическая сумма потерь напора будет равна нулю.

Вода от насосной станции второго подъема подается в водопроводную сеть по двум линиям водовода диаметром 450 мм.

#### 6.1.5 Гидравлический расчет и анализ работы водопроводной сети на ЭВМ

Использование ЭВМ для расчета многокольцевых водопроводных сетей дает возможность находить оптимальные решения и значительно сокращает затраты труда и времени проектировщика. Применение ЭВМ позволило не только ускорить решение задачи по расчету сети, но и решать принципиально новые, более сложные задачи систем подачи и распределения воды. Длительное использование ЭВМ для гидравлического и технико-экономического расчета водопроводных сетей привело к созданию большого числа программ, различных по совершенству и области применения.

Гидравлический расчёт в выпускной квалификационной работы произведён программой **WS1**. Эта программа выполнена в режиме диалога “человек-ЭВМ”. В определенные моменты происходит прерывание вычислений, выдаются промежуточные результаты, и предлагается “меню” ответов. Участие пользователя проявляется в оперативной оценке результатов вычислений и корректировке хода проектирования.

Современные ЭВМ требуют, как правило, чтобы вся исходная информация, в том числе информация о геометрии сети, была представлена в цифровом виде. Все исходные данные для гидравлического расчёта в программе **WS1** приведены в таблице 6.4, 6.5.

Исходные данные для гидравлического расчёта в программе WS1 на максимальный час

Участок	Расход	Длина участка	Наружный диаметр	Толщина стенки	Расчётный внутренний диаметр $d_p$	V	i	$H=i*L$
Магистраль								
1-2	135,42	50,00	300	4	266,00	2,44	25,79	1,29
2-3	285,68	722,65	400	4	369,00	2,67	20,66	14,93
3-4	160,05	986,55	400	4	317,00	2,03	14,55	14,35
4-5	148,48	522,65	300	4	266,00	2,67	30,87	16,14
5-6	91,20	416,65	250	3	213,00	2,56	37,27	15,53
6-7	77,46	873,35	200	3	187,70	2,80	51,85	45,29
7-8	15,67	793,05	200	3	146,00	0,94	8,50	6,74
8-9	4,49	878,60	200	3	146,00	0,27	0,82	0,72
9-10	5,00	322,60	200	3	146,00	0,30	1,00	0,32
10-11	8,39	496,80	200	3	146,00	0,50	2,61	1,30
10-23	8,00	774,05	200	3	146,00	0,48	2,39	1,85
11-12	14,97	592,90	200	3	146,00	0,89	7,79	4,62
12-13	18,07	279,90	200	3	146,00	1,08	11,16	3,12
13-14	21,14	584,60	200	3	146,00	1,26	15,07	8,81
14-15	15,00	276,45	200	3	146,00	0,90	7,82	2,16
15-16	26,00	579,10	200	3	146,00	1,55	22,45	13,00
16-17	20,59	654,00	200	3	146,00	1,23	14,33	9,37
17-1	16,00	590,95	200	3	146,00	0,96	8,84	5,23
3-18	107,69	471,60	250	3	238,50	2,41	28,87	13,61
18-19	78,82	155,90	200	3	187,70	2,85	53,65	8,36
19-20	45,00	621,85	200	3	146,00	2,69	65,17	40,53
20-21	64,33	504,50	200	3	171,80	2,78	56,82	28,67
21-22	26,00	196,90	200	3	146,00	1,55	22,45	4,42
22-23	39,94	217,10	200	3	146,00	2,39	51,63	11,21
Перемычки								
7-24	41,44	598,7	250,00		250,00	0,94	3,54	2,12
22-24	26,76	685,9	200,00		200,00	0,94	4,71	3,23
15-21	24,98	797,45	200,00		200,00	0,88	4,17	3,33
5-20	40,71	739,65	250,00		250,00	0,92	3,43	2,54
14-23	15,92	888,55	560,00		560,00	3,99	17,26	0,28
16-19	20,00	763,55	180,00		180,00	0,87	4,65	3,55
17-18	14,98	767,90	160,00		160,00	0,83	4,91	3,77

Результаты гидравлического расчёта по программе WS1 на максимальный час, на случай пожара и аварии приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6

**Гидравлический расчёт водопроводной сети на час максимального водопотребления**

	NN колец		Диаметр	Длина,	Расход,	Скорость	Потери,	
	NN	уч.						лев.
1	0	1	300	50.0	85.5	1.13	0.22	
2	0	1	450	722.7	235.7	1.38	2.79	
3	2	1	250	471.6	79.6	1.50	4.58	
4	1	8	110	767.9	6.6	0.77	3.65	
5	1	0	250	591.0	66.0	1.24	3.94	
6	0	2	400	986.5	138.2	1.04	2.51	
7	0	2	350	522.7	126.6	1.22	2.19	
8	3	2	250	739.7	41.7	0.94	1.84	
9	2	7	150	621.8	12.5	0.71	0.72	
10	2	8	250	155.9	72.3	1.36	1.25	
11	0	3	250	416.6	68.4	1.29	2.98	
12	0	3	250	873.3	54.6	1.03	3.99	
13	4	3	175	598.7	16.0	0.86	0.80	
14	4	3	110	685.9	6,3	0.76	0.19	
15	3	6	175	196.9	23.2	1.28	0.52	
16	3	7	175	504.5	27.6	1.22	5.61	
17	0	4	175	793.0	18.3	0.81	3.85	
18	0	4	100	878.6	7.5	0.73	5.35	
19	0	4	100	322.6	7.6	0.74	2.26	
20	4	5	100	774.0	10.2	1.00	9.83	
21	4	6	150	217.1	12.8	0.70	0.64	
22	0	5	150	496.8	15.2	0.78	1.87	
23	5	0	100	592.9	10.1	0.99	7.35	
24	5	0	150	279.9	14.7	0.77	1.05	
25	5	0	150	584.6	16.3	0.83	3.33	
26	6	5	250	888.5	14.5	0.83	0.04	
27	6	0	200	276.5	40.6	1.18	2.22	
28	7	6	160	797.5	12.9	0.79	1.09	
29	7	0	300	579.1	85.5	1.13	2.51	
30	7	8	250	763.5	51.1	1.15	2.73	
31	8	0	200	654.0	49.0	1.43	7.65	

Таблица 6.7

**Гидравлический расчёт водопроводной сети на случай пожара**

NN уч.	NN колец		Диаметр мм	Длина, м	Расход, л/с	Скорость м/с	Потери, м
	лев.	прав.					
1	0	1	300	50.0	85.9	1.13	0.22
2	0	1	450	722.7	236.1	1.38	2.80
3	2	1	250	471.6	78.0	1.47	4.39
4	1	8	110	767.9	6.4	0.75	3.51
5	1	0	250	591.0	65.5	1.23	3.89
6	0	2	400	986.5	140.3	1.05	2.59
7	0	2	350	522.7	128.7	1.24	2.26
8	3	2	250	739.7	44.0	0.99	2.03
9	2	7	100	621.8	6.2	0.71	1.30
10	2	8	250	155.9	70.5	1.33	1.19
11	0	3	250	416.6	68.1	1.28	2.96
12	0	3	250	873.3	54.3	1.02	3.95
13	4	3	200	598.7	18.7	0.75	0.77
14	4	3	110	685.9	8.1	0.72	0.13
15	3	6	200	196.9	24.6	0.76	0.49
16	3	7	175	504.5	26.8	1.18	5.28
17	0	4	175	793.0	18.2	0.80	3.84
18	0	4	100	878.6	7.5	0.79	5.31
19	0	4	100	322.6	7.6	0.74	2.24
20	4	5	100	774.0	10.3	1.01	9.94
21	4	6	150	217.1	15.8	0.75	0.55
22	0	5	150	496.8	25.3	0.78	1.88
23	5	0	100	592.9	10.1	0.99	7.30
24	5	0	150	279.9	15.2	0.77	1.04
25	5	0	150	584.6	16.3	0.83	3.32
26	5	6	400	888.5	62.9	0.89	0.15
27	6	0	200	276.5	41.5	1.21	2.32
28	7	6	160	797.5	19.1	0.80	1.13
29	7	0	300	579.1	86.6	1.14	2.58
30	7	8	250	763.5	52.5	1.18	2.87
31	8	0	200	654.0	48.7	1.42	7.56

Таблица 6.8

**Гидравлический расчёт водопроводной сети на случай аварии**

NN уч.	NN колец		Диаметр мм	Длина, м	Расход, л/с	Скорость м/с	Потери, м
	лев.	прав.					
10	1		300	50.0	49.6	0.72	0.05
2	0	1	450	722.7	189.9	1.11	1.81
3	2	1	250	471.6	79.6	1.41	18.38
4	1	8	110	767.9	10.9	1.27	8.92
5	1	0	250	591.0	52.8	1.11	11.31
6	0	2	400	986.5	42.4	0.72	0.02
7 -й участок отключен - авария							
8	2	3	250	739.7	52.9	1.19	2.82
9	2	7	100	621.8	14.7	1.41	61.93
10	2	8	250	155.9	56.6	0.95	5.85
11	0	3	250	416.6	37.2	0.70	0.88
12	0	3	250	873.3	33.4	0.74	0.73
13	3	4	200	598.7	13.5	0.72	0.05
14	3	4	110	685.9	12.2	1.41	19.75
15	6	3	200	196.9	19.3	1.27	0.08
16	7	3	175	504.5	25.6	1.01	15.29
17	0	4	175	793.0	16.5	0.79	0.49
18	4	0	100	878.6	14.6	0.95	2.28
19	4	0	100	322.6	14.1	1.40	0.66
20	4	5	100	774.0	14.3	1.50	24.87
21	6	4	150	217.1	30.2	1.05	7.54
22	0	5	150	496.8	17.6	1.39	0.61
23	5	0	100	592.9	15.1	1.50	17.91
24	5	0	150	279.9	18.9	0.96	2.14
25	5	0	150	584.6	22.0	1.12	6.05
26	6	5	400	888.5	73.5	0.74	0.63
27	6	0	200	276.5	54.3	1.44	14.65
28	7	6	160	797.5	29.7	1.43	22.89
29	7	0	300	579.1	90.0	1.50	12.39
30	7	8	250	763.5	64.0	1.47	11.35
31	8	0	200	654.0	40.5	1.44	26.11

**6.2. Построение линий пьезометрического давления**

Пьезометрическую линию обычно строят исходя из величины напора в характерных точках (узловые точки) – поэтому пьезометрическая линия представляет собой максимальную линию. При построении пьезометрической линии исходят из условия, что в диктующей точке сети, т.е. точке наиболее

удаленной от источника и имеющей наибольшую отметку, должен быть не ниже нормального.

КМК дает следующие величины требуемого свободного напора  $H_{св}$  в сети водопровода населенных мест: при одноэтажной застройке  $H_{св}=10$  м, а при большой этажности необходимо прибавлять по 4 м на следующий этаж, например: для застройки 4 этажей составляет  $10 + 4 \cdot 4 = 26$  м.

Расчеты, связанные с построением линий пьезометрического давления, оформляют в специальную таблицу, которая приведена ниже.

Построение пьезометрической линии начинается с выбора на генплане диктующей точки, свободный напор, который равен принимаемому в зависимости от этажности застройки.

Пьезометрическая отметка каждой последующей точки равна пьезометрической отметке предыдущей точки плюс потери напора на участке между этими угловыми точками. Свободный напор последующей (последней действующей точки) равен пьезометрической отметке предыдущей точки минус отметка поверхности земли.

Расчёты приведены в таблице 6.9.

Таблица 6.9

**Пьезометрические отметки и фактические свободные напоры в узловых точках сети**

№№ узлов	Отметка земли, м	№№ участков сети	Потери напора на участках, м			Пьезометрическая отметка на узле, м			Свободный напор в узле, м		
			при $Q_{\max}$ час	при пожаре	при аварии	при $Q_{\max}$ час	при пожаре	при аварии	при $Q_{\max}$ час	при пожаре	при аварии
3	178,78					246,42	231,55	252,24	67,64	52,77	73,46
		3-18	5,03	7,51	10,87						
18	182,31					241,39	224,04	241,37	59,08	41,73	59,06
		18-19	0,15	2,93	0						
19	182,78					241,39	221,11	241,37	58,61	38,33	58,59
		19-20	0,07	0,74	0						
20	186,67					241,39	220,37	241,37	54,72	33,70	54,70
		20-21	0,78	6,83	0,54						
21	189,77					240,85	213,54	240,83	51,08	23,77	51,06
		21-22	0,49	2,07	0,02						
22	191,5					240,83	211,47	240,81	49,33	19,97	49,31
		22-23	0	0,4	0,01						
23	193,63					240,82	211,07	240,80	47,19	17,44	47,17

### **6.3. Построение профиля водовода**

Глубина заложения водоводов и водопроводных сетей обеспечивает их нормальную работу в зимнее время, исключая возможность недопустимого нагревания воды летом, а также повреждения труб внешними нагрузками (транспортом и др.).

Глубина заложения труб, считая до низа, на 0,5 м больше расчетной глубины, проникновения в грунт нулевой температуры.

Водоводы и водопроводные сети уложены с уклоном не менее 0,001 по направлению к выпуску, при плоском рельефе местности уклон допускается уменьшить до 0,0005.

### **6.4. Детализировка основных узлов водопроводной сети**

После расчета магистральных линий водопроводной сети произведена детализировка основных узлов её, т.е. составлена монтажная схема сети. Устройства рассчитанной магистральной водопроводной сети проектируемая из полиэтиленовых водопроводных раструбных труб.

При детализировке сети применено условное обозначение труб, фасонных частей, водоразборной, предохранительной, регулирующей и запорной арматуры. При этом задвижки размещены таким образом, чтобы можно было выключать отдельные участки сети без нарушения подачи воды потребителям.

При определении размеров колодцев в плане учтены размеры арматуры, установленной в колодце и минимально допустимые расстояния между стенами труб и стенами колодцев и др.: так расстояние до внутренней стенки колодца его не менее от стенок труб  $\text{Ø}400$  мм – 0,32 м, 450 – 800 мм – 0,5 м, более 800 мм – 0,7 м. Расстояние от стен и покрытий до маховика задвижки не менее 0,25 – 0,5 м.

## **7. ОХРАНА ТРУДА**

### **7.1. Задача в области охраны труда**

В соответствии с законом «об охране труда» Республики Узбекистан условия труда на рабочем месте, безопасность технических процессов работы машин, механизмов оборудования и других средств, производства, состоянии средств коллективной и индивидуальной защиты используемых работником, а также санитарно-бытовые условия должны соответствовать требованиям нормативных актов об охране труда.

Эксплуатация объектов водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) связано с повышенной опасностью, к которой относятся: влагуосваимость колодцев, камер, коллекторов, опасность взрыва, удушения и отравления работающих; возможность падения работающих, при спуске в колодцы; опасность в колодцах больших диаметров; возможность обрушения грунта при земляных работах; опасность при соприкосновении со сточной жидкостью; возможность наезда транспорта при работе на улице и др.

Задачей органов охраны труда является разработка организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасных и вредных условий труда в конкретных производственных условиях, в данном проекте разработаны мероприятия по обеспечению условий труда на станции водоподготовки Наманганской области.

### **7.2. Инструкция и обучение труда на предприятии**

Инструкция это документ, в котором описывается порядок действия работника при возникновении различных ситуаций на производстве, также в нем указывается права и обязанности которые имеет работник. В частности работник обязан проходить обучение охране труда на предприятии.

Рабочие могут быть допущены к выполнению работ в том случае, если они изучили технику безопасности и производственную санитариию в объеме вводного

(общего) инструктажа, инструктажа на рабочем месте, курсового и специального профессионально-технического обучения.

1) Вводный (общий) инструктаж по технике безопасности проводят в форме беседы до приема рабочих и служащих на работу. О прохождении инструктажа рабочему выдается справка и только после этого его должны оформлять на работу.

2) Инструктаж на рабочем месте (производственный) проводит руководитель работ. В данном случае изучаются правила, инструкции, памятки по технике безопасности, касающиеся работы на конкретном месте.

3) Повторный инструктаж на рабочем месте положено проводить через 6 месяцев, что должно оформляться записью в журнале. Курсовое обучение рабочих по типовым программам для каждой специальности проводят после инструктажа, но не позднее чем в трехмесячный срок. По окончании обучения рабочие сдают экзамены им выдается удостоверение, которое действительно в течении года. В дальнейшем знания по специальности проверяют ежегодно.

4) Специальное профессионально-техническое обучение проходят рабочие по тем профессиям или видам работ, к которым предъявляют повышенные требования по технике безопасности (например, монтажники конструкций и операторы монтажного пистолета).

Перед обучением некоторые профессии рабочих и служащих проходят обязательный предварительный, а затем периодические медицинские осмотры с целью определения возможности выполнения работ без ущерба для здоровья. К таким профессиям отнесены, в частности, работы, связанные с подъемом на высоту, применение вредных веществ, эксплуатации электроустановок.

Руководящие, инженерно-технические и административно-хозяйственные работники должны проходить ежегодную проверку знаний правил техники безопасности и норм производственной санитарии. ИТР, занятые на эксплуатации

объектов Госгортехнадзора и Госэнергонадзора, сдают дополнительные экзамены и получают удостоверение допуска на право производства работ.

### **7.3. Краткое описание технологического процесса и анализ опасных и вредных факторов при эксплуатации водопроводной станции. Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда**

Требование безопасности работ:

- кто допускается
- порядок действия работ
- требования к режиму работы
- порядок окончания работы
- поведение в аварийной ситуации
- требования пожарной безопасности
- расчетная часть

Работа на любом из сооружений на водопроводной станции подразумевает ту или иную степень опасности. Это относится как к работе, непосредственно связанной с технологическим процессом и работе с реагентами, применяемыми на станции и имеющими высокую степень токсичности (будь то хлор, коагулянт и т.д.), так и к проведению сопутствующих погрузочно-разгрузочных, ремонтных или монтажных работ. Правила, описываемые требованиями техники безопасности, рассматривают все возможные аспекты риска и являются предписанием действий и работ, необходимых для минимизации или полного исключения травм на производстве. Кроме того, правила описывают действия персонала в условиях нештатных ситуаций (авария или пожар), выполнение которых позволит четко и быстро устранить причину происшедшего. Неукоснительное соблюдение правил техники безопасности позволяет повысить надежность производства и сохранить работоспособность персонала.

В состав водопроводной станции в общем случае входят следующие сооружения:

- 1) водозаборное сооружение и насосная станция первого подъема, где производится забор воды из скважины и перекачка на очистные сооружения;
- 2) реагентное хозяйство, где осуществляется приготовление, дозирование реагентов;
- 3) РЧВ, где происходит обеззараживание воды перед подачей в распределительную сеть населенного пункта;
- 4) насосная станция 2-ого подъема, откуда вода поступает непосредственно в распределительную сеть.

Независимо от сооружений, правила техники безопасности на водопроводной станции предусматривают следующие общие правила:

- 1) работа может, поручена лицам не моложе 18 лет, прошедшим медицинскую комиссию и предварительный и вторичный инструктаж на месте по технике безопасности;
- 2) перед началом работы следует надеть полагающуюся спецодежду и проверить наличие личных средств защиты, если таковые предусмотрены родом производства;
- 3) получить задание и допуск для проведения работ;
- 4) по окончании работ произвести уборку рабочего места, сдать инструменты. Снять рабочую спецодежду;
- 5) в случае аварии действовать в соответствии с порядком, установленным требованиями по технике безопасности в зависимости от рода работ;
- 6) требования пожарной безопасности: курить только в специально отведенных местах. Не допускается включение электроприборов с оголенным проводом или неисправных приборов. Электронагревательные приборы должны быть защищены стальными листами, и располагаться на некотором расстоянии от стен;

7) режим работ возможен различный в зависимости от рода производства: 8 часов ежедневно, далее 2 дня отдыха, дополнительно - праздничные дни; 1 сутки, за которыми следует 3 суток отдыха; 12 часов работы, после этого 24 часа отдыха. В последних 2-ух случаях за время, отработанное свыше 168 часов в месяц, полагаются дополнительные денежные выплаты или отгулы. Кроме того, работа в ночное время суток оплачивается по повышенному тарифу.

Вредные условия работы, к примеру, работа с реагентами, повышают тариф в зависимости от класса вредности. Кроме того, при работе во вредных условиях полагается бесплатное молоко.

Каждое из сооружений водопроводной станции имеет собственные специфические рабочие объекты, представляющие опасность.

В машинных залах насосных и воздуходувных станций устройства для снижения уровня производительного шума, вибрации (звукопоглощение и звукоизолирующие облицовки, кожухи и пружины на агрегатах и др.).

Территории очистных станций должны быть ограждены, благоустроены, озеленены, обеспечены наружным освещением и безопасными подходами к сооружениям, как в нормальных условиях, так и в случаях аварийных ситуаций. На территориях должны быть устройства обеспечивающие безопасность эксплуатации технологических коммуникаций (труб, каналов, лотков).

Электрическое освещение в производственных помещениях должно дублироваться аварийным освещением.

Резервуар чистой воды ограждают со стороны возможного наезда транспорта и механизмов.

При выполнении работ по эксплуатационно-технологическому обслуживанию водопроводных сооружений должны применяться:

а) при работах на водопроводных сетях:

- предохранительные пояса;

- шланговые противогазы;
- индикаторы газа;
- аккумуляторные фонари;
- знаки безопасности;
- ограждения;
- ключи и ломы для открывания крышек колодцев;
- защитные каски;
- шланги – вилки для открывания задвижек в колодцах;
- переносные лестницы.

б) при работах в складах реагентов, в хлораторных и дозаторных помещениях:

- шланговые противогазы;
- кислородные изолирующие противогазы;
- индикаторы газа;
- химические пенные огнетушители;
- средство для дегазации;

в) при работе по приготовлению реагентов:

- защитные очки;
- респираторы;
- противогазы.

Выявлены следующие опасные и вредные производственные факторы.

На насосной станции при транспортировке реагента из склада в расходный бак получается повышение уровня шума и вибрации на рабочем месте; интенсивные шум и вибрация действуют на человека отрицательно сказываются на состоянии его здоровья и, следовательно, потери работоспособности. Для снижения уровня шума и вибрации в машинных залах насосных и воздуходувных станций, в зале грузоподъёма используют звукопоглощающие, звукоизолирующие облицовки, кожух и пружины на агрегатах.

Происходит повышение температуры воздуха на насосной станции и повышение влажности воздуха в помещениях контактных осветлителей. Тогда необходима подстановка вентиляции, аэрации в рабочем зале станции и помещении.

На хлораторных установках, где необходимо постоянное наблюдение за ходом производственного процесса освещенность должна быть не менее 75 лк, а насосных станциях, промывочных установках – не менее 50 лк. При работе в ночное время в местах с недостаточной освещенностью у работающих ослабится зрение, будет прогрессировать близорукость.

При эксплуатации систем водоснабжения и обработке питьевой воды используются вредные для организма человека вещества: хлор и его соединения, коагулянт, флокулянт, щелочи, которые могут оказывать раздражающее действие на кожу и слизистую оболочку дыхательных путей и глаз. Возможно, вызывать снижение работоспособности, появление бессонницы, головные боли, дрожание пальцев рук, а также тяжелые отравления.

Работающим необходимо обеспечивать: шланговые противогазы, кислородные изолирующие противогазы, индексаторы газа, химические пенные огнетушители, средства для дегазации, перчатки и защитные очки, респираторы и др.

## **8. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, НАХОДЯЩИХСЯ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ**

Для систем водоснабжения всех категорий в районах с сейсмичностью 8-9 баллов допускается использование одного источника водоснабжения. Для повышения надежности работы систем водоснабжения следует предусматривать возможность рассредоточение напорных резервуаров; устройства по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы перемычек между сетями хозяйственно-питьевого, производственного и противопожарного

водопровода, а также подачи необработанной воды, но обеззараженной в сеть хозяйственно-питьевого водопровода.

При блокировке насосных станций со зданиями и сооружениями водоснабжения необходимо предусматривать мероприятия, исключающие возможность затопления машинных залов и помещений, электроустройств при нарушении герметичности емкостных сооружений.

Количество резервуаров одного назначения в одном узле должно быть не менее двух, при этом соединение каждого резервуара с подающими и отводящими трубопроводами должно быть самостоятельным, без устройств между ними общей камеры переключения.

Жесткая заделка труб в стенках и фундаментах зданий не допускается. Размеры отверстий для прохода труб должны обеспечивать зазор по периметру не менее 10 см; заделку зазора надлежит принимать из плотных эластичных материалов.

В системах водоснабжения III категории допускается прокладка водоводов в одну линию, при этом объем емкостей следует принимать по большей величине.

Выбор класса прочности труб необходимо производить с учетом основных и особых сочетаний нагрузок при сейсмических воздействиях. Компенсационные способности стыков необходимо обеспечивать применением гибких стыковых соединений [2].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Данная выпускная квалификационная работа выполнена согласно требованиям КМК 2.04.02-97 Водоснабжение. Наружные сети, СанПиН РУз №0025-94 «Гигиенические и санитарно технические требования к источникам централизованного хозяйственно питьевого водоснабжения. Правила выбора».

Работа выполнена с использованием современных программ Microsoft Word, чертежи начерчены в программе AutoCAD, гидравлический расчет выполнен в программе WS1.

Выпускная квалификационная работа соответствует требованиям Приложения впускных квалификационных работ бакалавров.

Данная работа может быть использована в научных и проектных организациях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. И.А.Каримов. Мировой финансовый кризис, пути и меры его преодолению в условиях Узбекистана. Ташкент 2011
2. КМК 2.04.02-97. Водоснабжение наружные сети и сооружения. Ташкент, 1997.
3. КМК 2.04.01-98. Внутренний водопровод и канализация зданий. Ташкент, 1998.
4. КМК 2.01.01-94 Климатические и физико-геологические данные для проектирования. Ташкент, 1996.
5. Ф.А. Шевелев. Таблица для гидравлического расчёта стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных труб. Москва, 1973.
6. Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте. Учеб. для вузов ж.д.трансп./ В.С. Дикаревский, П.П. Якубчик, В.Г. Иванов, Е.Г. Петров.: /издательская группа « вариант» 1999 440с.
7. Водоснабжение. Николадзе Г.И. , Сомов М.А., Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Водоснабжение и водоотведение».: М. 1995
8. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж. М. Говорова Том 1, М. 2003
9. Водоснабжение. Схемы распределения и подачи воды. М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж. М. Говорова Том 3
10. Трубопроводный транспорт А.Е. Смолдырев (Основы расчета) : /М 1980
11. Курганов А.М. Водозаборные сооружения коммунального водоснабжения: Учеб. пособие / Изд-во «АСВ»; СПбГАСУ. - М.: СПб., 1998. -246 с.
12. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий / Под ред. И.А Назарова. - М.: Стройиздат, 1977. - 288 с.

- 13.Оборудование водопроводно-канализационных сооружений.  
Справочник Монтажника / Под ред. А.С. Москвитина. - М.: Стройиздат,  
1979. – 430 с.
- 14.Водозаборные сооружения поверхностных вод. Методические указания  
к выполнению курсового и дипломного проектов для студентов  
специальности 290800. – Казань, КГАСА, 2006. – 47 с.

## ОТЗЫВ

на выпускную квалификационную работу по теме “Проектирование систем водоснабжения населенного пункта и железнодорожной станции “Мехнат” выпускника Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта Мишина А.Г.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки объёмом 112 листов и 7 чертежей.

В выпускной квалификационной работе выполнено проектирование систем водоснабжения железнодорожной станции и населённого пункта. Выпускная квалификационная работа А.Г. Мишина состоит из следующих основных разделов: определение расчетного числа жителей и расходов воды в населённом пункте, проектирование водозаборных сооружений берегового типа, расчет насосной станции I-го и II-го подъёма, расчет станции водоподготовки, проектирование и расчёт систем подачи и распределения воды, охрана труда.

Выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии с КМК 2.04.02-97 “Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», чертежи соответствуют ГОСТ. Расчёты выполнены в программе Microsoft Excel, гидравлический расчёт выполнен в программе Wsl, чертежи выполнены в программе AutoCAD.

Выпускная квалификационная работа отвечает предъявляемым требованиям. Студент Мишин А.Г. при выполнении выпускной квалификационной работы проявил себя как добросовестный, умеющий принимать грамотные решения проектировщик. Мишин А.Г. заслуживает хорошей оценки и после защиты присвоения квалификации бакалавра по направлению 5340400 “Строительство и монтаж инженерных коммуникации (системы водоснабжения и канализации на железнодорожном транспорте) ”.

Руководитель, к.т.н., доц.  
каф. “Инженерные  
коммуникации и системы



О.М.Мусаев

## РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу “Проектирование систем водоснабжения железнодорожной станции “Мехнат” и населенного пункта” выпускника Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта Мишина А.Г.

В выпускной квалификационной работе выполнено проектирование систем водоснабжения железнодорожной станции и населённого пункта. Выпускная квалификационная работа А.Г.Мишина состоит из трёх основных разделов. В первом разделе спроектирован водозабор (берегового типа), во втором разделе спроектирована станция очистки, в третьем разделе спроектированы сети водоснабжения.

Выпускная работа состоит из пояснительной записки объёмом 112 листов и 7 чертежей.

Пояснительная записка, расчёты и чертежи выполнены на современных программах. Пояснительная записка выполнена в программе Microsoft Word, расчёты выполнены в программе Microsoft Excel, гидравлический расчёт сети выполнен в программе Ws1, чертежи выполнены в программе AutoCAD.

К выпускной работе имеются следующие замечания:

1. На ген.плане очистных сооружений нет отметок земли.
2. В пояснительной записке отсутствует нумерация таблиц.

Рецензируемая работа отвечает требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам и, после устранения замечаний, может быть допущена к защите. Студент Мишин А.Г. после защиты заслуживает присвоения квалификации бакалавра по направлению 5340400 “Строительство и монтаж инженерных коммуникации (системы водоснабжения и канализации на железнодорожном транспорте)”.



Руководитель группы  
АО “Боштранслейха”

Ескина О.Я.