БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

Факультет энергетического строительства

Кафедра «Водоснабжение и водоотведение»

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

**«ВОДОПРОВОДНАЯ СЕТЬ ГОРОДА»**

Выполнил: Малиновский А. А.

гр. 110129

Руководитель: Казанли Е. А.

Минск 2001

# Содержание:

Содержание: 2

Введение 3

1. Определение расчетных расходов воды 4

1.1. Определение расчетного населения 4

1.2. Определение расчетных расходов воды на хозяйственно питьевые нужды населения 4

1.3. Определение расходов воды на поливку 5

1.4. Определение расходов воды для промышленных предприятий 6

1.4.1 Определение расхода воды на хозяйственно питьевые нужды рабочих 7

1.4.2. Определение расхода воды на душевые нужды 8

1.4.3. Определение расхода воды на технологические нужды 8

1.5. Составление суммарного графика водопотребления 11

1.6. Определение расходов воды на пожаротушение 12

2. Основные положения по трассировке водопроводной сети 13

3. Выбор режима работы насосов насосной станции 2-го подъема 14

3.1. Составление совмещенного графика водопотребления и работы насосов насосных станций 1-го и 2-го подъема 14

3.2. Определение емкости бака водонапорной башни 14

3.3. Определение размеров бака водонапорной башни 15

3.4. Определение емкости запасно-регулирующих резервуаров 15

3.5. Выбор числа и основных размеров резервуара 17

4. Гидравлический расчет водопроводной сети 18

4.1. Основы гидравлического расчета 18

4.2. Определение характерных режимов работы сети 18

4.3. Определение удельного путевого и узловых расходов 18

4.4. Гидравлический расчет сети 20

# Введение

Водоснабжение является одной из важнейших отраслей тех­ники, направленной на повышение уровня жизни людей, благоуст­ройство населенных мест и развитие промышленности. Снабжение населения чистой, доброкачественной водой в достаточном количе­стве имеет важное санитарно-гигиеническое значение, предохраня­ет людей от всевозможных эпидемических заболеваний, распрост­раняемых через воду.

Комплекс инженерных сооружений, предназначенных для полу­чения воды из природных источников, улучшения ее качества и пе­редачи к местам потребления, называют системой водоснабжения или водопроводом.

Для нужд современных городов и промышленных предприя­тий требуется огромное количество воды, строго отвечающей по своим качествам требованиям потребителей. Выполнение перечис­ленных задач требует тщательного выбора источников водоснаб­жения, организации охраны их от загрязнений и очистки воды на водопроводных сооружениях. Важной водохозяйственной пробле­мой является плановое проведение широких комплексных меро­приятий по защите от загрязнения почвы, воздуха и воды, оздоровления рек и речных бассейнов.

В настоящее время особое внимание уделяется благоустройству городов и рабочих поселков, включая сооружение водопроводов и канализации.

# 1. Определение расчетных расходов воды

## 1.1. Определение расчетного населения

Суммарное население принимается по данным генплана развития города и плотности населения в зоне жилой застройки.



*Ni –* число жителей в районе

*pi* – плотность населения данного района, *чел/Га*

*Fi* – площадь района, *Га*

Площадь района А – 345,5 *Га.,* района Б – 234,8 *Га.*

*pА = 300 чел/Га. pБ = 210 чел/Га.*

*NА= pА ∙FA=300 ∙345,5=103650 чел. NБ= pБ ∙FБ=210 ∙234,8=49308 чел.*

*Nгорода=152958 чел.*

## 1.2. Определение расчетных расходов воды на хозяйственно питьевые нужды населения

Расчетный средний за год суточный расход воды на питьевые нужды населения определяется в зависимости от расчетного числа жителей и нормы водопотребления.

Норма водопотребления – расход воды, приходящейся на одного потребителя в единицу времени.(*дм3/чел ∙сут*)

*м3/сут*  *м3/сут*



*qжi –* норма водопотребления *i*-го района, которая принимается по СНиП 2.04.02-84

Степень санитарно-технического благоустройства зданий:

Район А 2 160 – 230 – 200 *дм3/чел ∙сут*

Район Б 3 230 – 350 – 300 *дм3/чел ∙сут*



Максимальный суточный расход воды в сутки наибольшего водопотребления определяется по формуле:



*Kсут.max* – коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий степень благоустройства зданий и изменение водопотребления по сезонам года и дням недели.

*Kсут.max –* принимают по СНиП 2.04.02-84

*Kсут.max=*1,1 – 1,3 *Kсут.max=1,2*



Максимальный часовой расход воды определяется по формуле:



*K.ч.max* – коэффициент часовой неравномерности, показывающий неравномерность потребления воды по часам суток и определяется согласно СНиП 2.04.02-84



αmax – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия.

αmax=1,2..1,4 примем: αmax=1,3

βmax – коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте. Он принимается согласно СНиП 2.04.02-84

Nгорда=152958 βmax=1,075



## 1.3. Определение расходов воды на поливку

В зависимости от покрываемой территории, способа поливки, вида насаждений, климатических и других местных условий расходы воды на поливку в населенных пунктах и на территории промышленных предприятий определяют по СНиП 2.04.02-84 и формуле:



Fiпол – площадь поливаемой территории Га.

qiпол – норма расхода воды на одну поливку в дм3/м2 в зависимости от вида поливаемых площадей.

Fгорода=580,3 Га.

Определение расчетных расходов воды на поливку сводим в таблицу 1.1.

Из системы водоснабжения города забирается расход воды только на поливку газонов и цветников в объеме 552 м3/сут. Поливка остальных видов территории осуществляется специальными машинами и вода забирается непосредственно из поверхностных источников. Поливка осуществляется 2 раза в сутки в течение 6 часов, 3 часа утром с 6 до 9, и 3 часа вечером с 18 до 21.



Таблица 1.1. Расходы воды на поливку.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Поливаемая территория | Площадь поливаемой территории, Га. | Норма расхода воды, дм3/м2 | Расход воды на поливку, м3/сут |
| Механизированная мойка улиц и площадей | 28,43 | 1,5 | 426 |
| Механизированная поливка улиц и площадей | 28,43 | 0,4 | 114 |
| Поливка зеленых насаждений парков | 16,83 | 4 | 673 |
| Поливка газонов и цветников | 11,03 | 5 | 552 |

## 1.4. Определение расходов воды для промышленных предприятий

Исходные данные для расчета водопотребления промышленных предприятий приводятся в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Характеристика промышленных предприятий

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование предприятия | Санитарная характеристика производственных процессов | Нормативное число рабочих на одну душевую сетку | Общее число рабочих | Количество работающих по сменам человек | | | | | | | | | Количество рабочих принимающих душ | Суточный расход воды на технические нужды м3/сут | Распределение расходов воды по сменам м3/сут | | |
| I | | | II | | | III | | |
| Всего | Холодные цеха | Горячие цеха | Всего | Холодные цеха | Горячие цеха | Всего | Холодные цеха | Горячие цеха | I | II | III |
| №1 | IIв | 5 | 1750 | 875 | 525 | 350 | 525 | 315 | 210 | 350 | 210 | 140 | 306 | 2500 | 1000 | 875 | 625 |
| №2 | Iб | 7 | 1900 | 1140 | 912 | 228 | 760 | 608 | 152 | — | — | — | 228 | 2800 | 1680 | 1120 | — |

### **1.4.1 Определение расхода воды на хозяйственно питьевые нужды рабочих**

Суточный расход воды на хозяйственно питьевые нужды рабочих промышленных предприятий зависит от характера производства, количества рабочих, числа смен на предприятии, и складывается из хозяйственно питьевых и душевых нужд.

Суточный расход воды на хозяйственно питьевые нужды определяется по формуле:



*qхол* – норма расхода воды в холодных цехах на одного рабочего. Она составляет 25 дм3 в смену.

*qгор* – норма расхода воды в горячих цехах на одного рабочего. Она составляет 45 дм3 в смену.

I предприятие:

I смена:

Nрхол = 525 Nргор = 350



II смена:

Nрхол = 315 Nргор = 210



III смена :

Nрхол = 210 Nргор = 140



II предприятие:

I смена:

Nрхол = 912 Nргор = 288



II смена :

Nрхол = 608 Nргор = 152



### **1.4.2. Определение расхода воды на душевые нужды**

Максимальный расход воды на пользование душем принимается равным 500 дм3/час на одну душевую сетку. Продолжительность пользования душем после окончания смены – 45 минут или 0,75 часа.

Расчетное количество душевых сеток принимается для смены с максимальным количеством работающих.



– число душевых сеток



Nдуш – максимальное число человек в смену, принимающих душ

Nнорм – нормативное число рабочих приходящихся на одну душевую сетку, принимаемое в зависимости от группы производственных процессов



### **1.4.3. Определение расхода воды на технологические нужды**

Количество воды, требуемое на технологические нужды, определяется в соответствии с заданием на проектирование.

Расходование воды в течение смены принимается равномерным.



Т – время работы смены – 8 часов.

I предприятие:



II предприятие:



Суммарные расходы воды по отдельным предприятиям сводим в таблицу 1.3.

Таблица 1.3. Потребление воды промышленными предприятиями

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Часы суток | Питьевые нужды | | | | | | Душевые нужды | | Технологические нужды | | Суммарные расходы | | Приведенные расходы воды | |
| Распределение расходов в хол. цехах | | | Распределение расходов в гор. цехах | | |
| % Qсм | №1 м3/ч | №2 м3/ч | % Qсм | №1 м3/ч | №2 м3/ч | №1 м3/ч | №2 м3/ч | №1 м3/ч | №2 м3/ч | №1 м3/ч | №2 м3/ч | №1 м3/ч | №2 м3/ч |
| III смена |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-1 | 6,25 | 0,328125 | — | 12,05 | 0,75915 | — | 22,875 | 12,375 | 78 | — | 101,9623 | 12,375 | 102 | 12 |
| 1-2 | 12,5 | 0,65625 | — | 12,05 | 0,75915 | — | — | — | 78 | — | 79,4154 | 0 | 79 | 0 |
| 2-3 | 12,5 | 0,65625 | — | 12,05 | 0,75915 | — | — | — | 78 | — | 79,4154 | 0 | 79 | 0 |
| 3-4 | 18,75 | 0,984375 | — | 12,05 | 0,75915 | — | — | — | 78 | — | 79,74353 | 0 | 80 | 0 |
| 4-5 | 6,25 | 0,328125 | — | 12,05 | 0,75915 | — | — | — | 78 | — | 79,08728 | 0 | 79 | 0 |
| 5-6 | 12,5 | 0,65625 | — | 12,05 | 0,75915 | — | — | — | 78 | — | 79,4154 | 0 | 79 | 0 |
| 6-7 | 12,5 | 0,65625 | — | 12,05 | 0,75915 | — | — | — | 78 | — | 79,4154 | 0 | 79 | 0 |
| 7-8 | 18,75 | 0,984375 | — | 15,65 | 0,98595 | — | — | — | 79 | — | 80,97033 | 0 | 81 | 0 |
| Qсм | 100 | 5,25 | — | 100 | 6,3 | — | 22,875 | 12,375 | 625 | — | 659,425 | 12,375 | 658 | 12 |
| I смена |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8-9 | 6,25 | 0,820313 | 1,425 | 12,05 | 1,897875 | 1,23633 | 22,875 | — | 125 | 210 | 150,5932 | 212,6613 | 151 | 213 |
| 9-10 | 12,5 | 1,640625 | 2,85 | 12,05 | 1,897875 | 1,23633 | — | — | 125 | 210 | 128,5385 | 214,0863 | 129 | 214 |
| 10-11 | 12,5 | 1,640625 | 2,85 | 12,05 | 1,897875 | 1,23633 | — | — | 125 | 210 | 128,5385 | 214,0863 | 129 | 214 |
| 11-12 | 18,75 | 2,460938 | 4,275 | 12,05 | 1,897875 | 1,23633 | — | — | 125 | 210 | 129,3588 | 215,5113 | 129 | 216 |
| 12-13 | 6,25 | 0,820313 | 1,425 | 12,05 | 1,897875 | 1,23633 | — | — | 125 | 210 | 127,7182 | 212,6613 | 128 | 213 |
| 13-14 | 12,5 | 1,640625 | 2,85 | 12,05 | 1,897875 | 1,23633 | — | — | 125 | 210 | 128,5385 | 214,0863 | 129 | 214 |
| 14-15 | 12,5 | 1,640625 | 2,85 | 12,05 | 1,897875 | 1,23633 | — | — | 125 | 210 | 128,5385 | 214,0863 | 129 | 214 |
| 15-16 | 18,75 | 2,460938 | 4,275 | 15,65 | 2,464875 | 1,60569 | — | — | 125 | 210 | 129,9258 | 215,8807 | 130 | 216 |
| Qсм | 100 | 13,125 | 22,8 | 100 | 15,75 | 10,26 | 22,875 | — | 1000 | 1680 | 1051,75 | 1713,06 | 1054 | 1714 |
| II смена |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16-17 | 6,25 | 0,4925 | 0,95 | 12,05 | 1,138725 | 0,82422 | 22,875 | 12,375 | 109 | 140 | 133,5062 | 154,1492 | 134 | 154 |
| 17-18 | 12,5 | 0,985 | 1,9 | 12,05 | 1,138725 | 0,82422 | — | — | 109 | 140 | 111,1237 | 142,7242 | 111 | 143 |
| 18-19 | 12,5 | 0,985 | 1,9 | 12,05 | 1,138725 | 0,82422 | — | — | 109 | 140 | 111,1237 | 142,7242 | 111 | 143 |
| 19-20 | 18,75 | 1,4775 | 2,85 | 12,05 | 1,138725 | 0,82422 | — | — | 109 | 140 | 111,6162 | 143,6742 | 112 | 144 |
| 20-21 | 6,25 | 0,4925 | 0,95 | 12,05 | 1,138725 | 0,82422 | — | — | 109 | 140 | 110,6312 | 141,7742 | 111 | 142 |
| 21-22 | 12,5 | 0,985 | 1,9 | 12,05 | 1,138725 | 0,82422 | — | — | 110 | 140 | 112,1237 | 142,7242 | 112 | 143 |
| 22-23 | 12,5 | 0,985 | 1,9 | 12,05 | 1,138725 | 0,82422 | — | — | 110 | 140 | 112,1237 | 142,7242 | 112 | 143 |
| 23-24 | 18,75 | 1,4775 | 2,85 | 15,65 | 1,478925 | 1,07046 | — | — | 110 | 140 | 112,9564 | 143,9205 | 113 | 144 |
| Qсм | 100 | 7,88 | 15,2 | 100 | 9,45 | 6,84 | 22,875 | 12,375 | 875 | 1120 | 915,205 | 1154,415 | 916 | 1156 |
| Qпр | 300 | 26,255 | 38 | 300 | 31,5 | 17,1 | 68,625 | 24,75 | 2500 | 2800 | 2626,38 | 2879,85 | 2628 | 2882 |

## 1.5. Составление суммарного графика водопотребления

Расход воды населением города в течение суток характеризуется большой неравномерностью. Режим суточного потребления воды в городе зависит от многих факторов: режима жизни и работы населения, степени санитарно-технического благоустройства зданий, культуры и быта населения и т.д.

Для правильного определения расчетной мощности проектируемого водопровода необходимо определить максимальные значения расчетных расходов воды, подачу которой он должен обеспечить потребителям.

Для определения максимального часового расхода, необходимого для расчета водопроводной сети и выбора режима работы насосной станции второго подъема, определяем режимы потребления воды отдельными категориями водопотребителей.

Потребление воды на нужды населения по часам суток определяется в зависимости от коэффициента часовой неравномерности. Если величина расчетного коэффициента часовой неравномерности отличается от табличной, то для расчета принимаем график с наиболее близким к расчетному коэффициентом неравномерности и проводим соответствующую корректировку.

Определение расходов по часам суток в населенном пункте сводим в таблицу 1.4.

Таблица 1.4. определение суммарных расходов воды.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Часы суток | Питьевые нужды населения | | | Расход воды на поливку м3/ч | Расход воды на предприятиях | | Суммарные расходы | |
| В% для ктч=1,4 | В% для ктч=1,4 | м3/ч | №1 м3/ч | №2 м3/ч | м3/ч | % |
| 0-1 | 2,5 | 2,5 | 1065 |  | 102 | 12 | 1179 | 2,42 |
| 1-2 | 2,45 | 2,45 | 1044 |  | 79 | 0 | 1123 | 2,31 |
| 2-3 | 2,2 | 2,2 | 938 |  | 79 | 0 | 1017 | 2,09 |
| 3-4 | 2,25 | 2,25 | 959 |  | 80 | 0 | 1039 | 2,13 |
| 4-5 | 3,2 | 3,2 | 1364 |  | 79 | 0 | 1443 | 2,96 |
| 5-6 | 3,9 | 3,9 | 1662 |  | 79 | 0 | 1741 | 3,58 |
| 6-7 | 4,5 | 4,5 | 1918 | 92 | 79 | 0 | 2089 | 4,29 |
| 7-8 | 5,1 | 5,1 | 2174 | 92 | 81 | 0 | 2347 | 4,82 |
| 8-9 | 5,35 | 5,35 | 2281 | 92 | 151 | 213 | 2737 | 5,62 |
| 9-10 | 5,85 | 5,85 | 2494 |  | 129 | 214 | 2837 | 5,83 |
| 10-11 | 5,35 | 5,35 | 2281 |  | 129 | 214 | 2624 | 5,39 |
| 11-12 | 5,25 | 5,25 | 2238 |  | 129 | 216 | 2583 | 5,31 |
| 12-13 | 4,6 | 4,6 | 1961 |  | 128 | 213 | 2302 | 4,73 |
| 13-14 | 4,4 | 4,4 | 1876 |  | 129 | 214 | 2219 | 4,56 |
| 14-15 | 4,6 | 4,6 | 1961 |  | 129 | 214 | 2304 | 4,73 |
| 15-16 | 4,6 | 4,6 | 1961 |  | 130 | 216 | 2307 | 4,74 |
| 16-17 | 4,9 | 4,9 | 2089 |  | 134 | 154 | 2377 | 4,88 |
| 17-18 | 4,8 | 4,8 | 2046 |  | 111 | 143 | 2300 | 4,72 |
| 18-19 | 4,7 | 4,7 | 2003 | 92 | 111 | 143 | 2349 | 4,82 |
| 19-20 | 4,5 | 4,5 | 1918 | 92 | 112 | 144 | 2266 | 4,65 |
| 20-21 | 4,4 | 4,4 | 1876 | 92 | 111 | 142 | 2221 | 4,56 |
| 21-22 | 4,2 | 4,2 | 1790 |  | 112 | 143 | 2045 | 4,2 |
| 22-23 | 3,7 | 3,7 | 1577 |  | 112 | 143 | 1832 | 3,76 |
| 23-24 | 2,7 | 2,7 | 1151 |  | 113 | 144 | 1408 | 2,9 |
| ∑Qгор | 100 | 100 | 42627 | 552 | 2628 | 2882 | 48689 | 100 |

## 1.6. Определение расходов воды на пожаротушение

Расчетный расход воды на наружное пожаротушение и число одновременных пожаров зависит от числа жителей в населенном пункте и этажности застройки. На промышленном предприятии количество пожаров зависит от площади предприятия, а расход зависит от степени огнестойкости зданий, категории производства по пожарной опасности, объема наибольшего здания и ширины здания.

Нормы расхода воды на нужды пожаротушения принимаются по СНиП 2.04.02-84 — на наружное пожаротушение, и по СНиП 2.04.01-85 — на внутреннее.

В нашем случае:

В населенном пункте:

*Nгорда* =152958 чел. Одновременно происходит 3 пожара.

Расход воды на один пожар – 40 дм3/сек.

На предприятиях:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование предприятия | Количество одновременных пожаров | Расход воды на наружное пожаротушение дм3/сек | Расход воды на внутреннее пожаротушение дм3/сек |
| I предприятие | 2 | 20 | 2 струи по 5 |
| II предприятие | 1 | 30 | 2 струи по 5 |

В соответствие со СНиП 2.04.02-84 расход воды на наружное пожаротушение следует определять, как сумму потребного большего расхода (в населенном пункте или на промышленном предприятии) и 50% потребного меньшего (в населенном пункте или на промышленном предприятии).



*qн —* расход воды на наружное пожаротушение

*qв —* расход воды на внутреннее пожаротушение

*n* — число одновременных пожаров



# 2. Основные положения по трассировке водопроводной сети

При выборе трассы водопроводных линий следует соблюдать следующие требования:

1. Обеспечить подачу воды в заданных количествах с необходимым давлением.
2. Обеспечить надежность работы сети, как при нормальной работе, так и при аварии.
3. Запроектированная сеть должна обеспечивать наименьшую приведенных затрат на строительство и эксплотацию систем водоснабжения.

Факторы, влияющие на конфигурацию сети:

1. Планировка объекта водоснабжения.
2. Местоположение наиболее крупных водопотребителей.

Соблюдая требования, предъявляемые к водопроводной сети и учитывая факторы, влияющие на ее устройство, выбирается такая конфигурация сети, которая обеспечивает, возможно, меньшую протяженность сети, наилучшие условия прокладки и позволяет легко осуществлять ее дальнейшее развитие при увеличении числа потребителей.

Линии водопроводной сети прокладывают по проездам.

При трассировке исходят из следующих соображений:

1. Основное направление линий магистральной сети должно соответствовать главному направлению движения воды по территории города.
2. Магистральная сеть должна охватывать всех наиболее крупных потребителей, подавать воду к регулирующим емкостям и принимать воду от всех источников питания.

# 3. Выбор режима работы насосов насосной станции 2-го подъема

## 3.1. Составление совмещенного графика водопотребления и работы насосов насосных станций 1-го и 2-го подъема

Выбор режимов работы насосов насосной станции 2-го подъема основывается на суммарном графике водопотребления города.

Число рабочих насосов принимается 3 и мы задаем максимальное значение подачи насосами, исходя из максимального значения потребления воды города.

Можно снижать подачу насосами на 0,3 – 1 %.

Примем максимальное значение потребления воды городом – 5,82% от общего количества воды.

1 насос — 1,94%

2 насоса — 3,88%

3 насоса — 5,82%

## 3.2. Определение емкости бака водонапорной башни

Емкость водонапорной башни определяется по формуле:



Wрег — регулирующая емкость водонапорной башни. Определяется совмещением графиков суммарного водопотребления и режима работы насосов насосной станции 2-го подъема, не должно превышать 5%.

Wпож — расход воды на пожаротушение, рассчитывается на 10 минут тушения пожара.

Определение Wрег сводится в таблицу 3.1.



Qсутmax — максимальный суточный расход воды принимается из таблицы 1.4.

Qсутmax=48689 м3

P — максимальное значение остатка воды в баке P=8,69 %



Таблица 3.1. Определение регулирующей емкости бака.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Часы суток | Потребление городом % | Подача НС-II % | Поступление в бак % | Расход из бака % | Остаток в баке % |
| 0-1 | 2,42 | 1,94 |  | 0,48 | 2,78 |
| 1-2 | 2,31 | 1,94 |  | 0,37 | 2,41 |
| 2-3 | 2,09 | 1,94 |  | 0,15 | 2,26 |
| 3-4 | 2,13 | 1,94 |  | 0,19 | 2,07 |
| 4-5 | 2,96 | 1,94 |  | 1,02 | 1,05 |
| 5-6 | 3,58 | 3,88 | 0,3 |  | 1,35 |
| 6-7 | 4,29 | 3,88 |  | 0,41 | 0,94 |
| 7-8 | 4,82 | 3,88 |  | 0,94 | 0 |
| 8-9 | 5,62 | 5,82 | 0,2 |  | 0,2 |
| 9-10 | 5,83 | 5,82 |  | 0,01 | 0,19 |
| 10-11 | 5,39 | 5,82 | 0,43 |  | 0,62 |
| 11-12 | 5,31 | 5,82 | 0,51 |  | 1,13 |
| 12-13 | 4,73 | 5,82 | 1,09 |  | 2,22 |
| 13-14 | 4,56 | 5,82 | 1,26 |  | 3,48 |
| 14-15 | 4,73 | 5,82 | 1,09 |  | 4,57 |
| 15-16 | 4,74 | 5,82 | 1,08 |  | 5,65 |
| 16-17 | 4,88 | 5,82 | 0,94 |  | 6,59 |
| 17-18 | 4,72 | 5,82 | 1,1 |  | 7,69 |
| 18-19 | 4,82 | 5,82 | 1 |  | 8,69 |
| 19-20 | 4,65 | 3,88 |  | 0,77 | 7,92 |
| 20-21 | 4,56 | 3,88 |  | 0,68 | 7,24 |
| 21-22 | 4,2 | 3 |  | 1,2 | 6,04 |
| 22-23 | 3,76 | 1,94 |  | 1,82 | 4,22 |
| 23-24 | 2,9 | 1,94 |  | 0,96 | 3,26 |
| ∑ | 100 | 100 | 9 | 9 |  |

## 3.3. Определение размеров бака водонапорной башни



## 3.4. Определение емкости запасно-регулирующих резервуаров



Wрег — регулирующий объем резервуаров определяемый путем сравнения режимов подачи насосами НС 1-го и 2-го подъемов.

Wпож — неприкосновенный противопожарный запас воды рассчитанный на 3-х часовое тушение пожара.

W0 — объем воды на собственные нужды очистной станции, принимается равным 5-10 % от Qсутmax.

Определение Wрег сводим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2. Определение Wрег

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Часы суток | Подача НС-II % | Подача НС-I % | поступление в резервуар % | расход из резервуара % | остаток в резервуаре % |
| 0-1 | 1,94 | 4,17 | 2,23 |  | 8,36 |
| 1-2 | 1,94 | 4,17 | 2,23 |  | 10,59 |
| 2-3 | 1,94 | 4,17 | 2,23 |  | 12,82 |
| 3-4 | 1,94 | 4,17 | 2,23 |  | 15,05 |
| 4-5 | 1,94 | 4,17 | 2,23 |  | 17,28 |
| 5-6 | 3,88 | 4,17 | 0,29 |  | 17,57 |
| 6-7 | 3,88 | 4,17 | 0,29 |  | 17,86 |
| 7-8 | 3,88 | 4,17 | 0,29 |  | 18,15 |
| 8-9 | 5,82 | 4,17 |  | 1,65 | 16,5 |
| 9-10 | 5,82 | 4,17 |  | 1,65 | 14,85 |
| 10-11 | 5,82 | 4,17 |  | 1,65 | 13,2 |
| 11-12 | 5,82 | 4,17 |  | 1,65 | 11,55 |
| 12-13 | 5,82 | 4,17 |  | 1,65 | 9,9 |
| 13-14 | 5,82 | 4,17 |  | 1,65 | 8,25 |
| 14-15 | 5,82 | 4,17 |  | 1,65 | 6,6 |
| 15-16 | 5,82 | 4,17 |  | 1,65 | 4,95 |
| 16-17 | 5,82 | 4,17 |  | 1,65 | 3,3 |
| 17-18 | 5,82 | 4,17 |  | 1,65 | 1,65 |
| 18-19 | 5,82 | 4,17 |  | 1,65 | 0 |
| 19-20 | 3,88 | 4,17 | 0,29 |  | 0,29 |
| 20-21 | 3,88 | 4,17 | 0,29 |  | 0,58 |
| 21-22 | 3 | 4,17 | 1,17 |  | 1,75 |
| 22-23 | 1,94 | 4,17 | 2,23 |  | 3,98 |
| 23-24 | 1,94 | 4,09 | 2,15 |  | 6,13 |
| ∑ | 100 | 100 | 18,15 | 18,15 |  |



*Qхозmax* — максимальный хозяйственный расход за 3 часа. Определяется по таблице 1.4. графа №8 *Qхозmax*=2837 *м3/час.*

*Qпож* — расход воды на пожаротушение. *Qпож* =612 *м3/час.*

*Q1* — подача насосами НС-I за 1 час.



## 3.5. Выбор числа и основных размеров резервуара

принимаем к установке на станции два резервуара, емкость каждого определяем по формуле:



Подбираем резервуар:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер типового проекта | Марка резервуара | Емкость | | Ширина | Высота | Длина |
| Полезная | Номинальная |
| 901-4-62,83 | РЕ-100М-100 | 9864 м3 | 10000 м3 | 36 м | 4,8 м | 60 м |

176,64

176

176

4,8

4,16

hпож

0,99

171,84

# 4. Гидравлический расчет водопроводной сети

## 4.1. Основы гидравлического расчета

## 4.2. Определение характерных режимов работы сети

1. Режим — максимальный хозяйственный водозабор — основной расчетный режим.
2. Режим — максимальный хозяйственный водозабор — проверочный режим.
3. Режим — максимальный транзит в башню — проверочный режим.

Определение расходов для характерных режимов работы сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчетный случай работы сети | Водопотребление дм3/сек. | | | | | | Способ подачи дм3/сек. | |
| Суммарное водопотребление | Население | Пром. предприятия | | Пожар | Транзит | НС | ВБ |
| №1 | №2 |
| 1-й | 788 | 693 | 36 | 59 | — | — | 787 | 1 |
| 2-й | 958 | 693 | 36 | 59 | 170 | — | 958 | — |
| 3-й | 786 | 521 | 36 | 60 | — | 170 | 787 | — |

Час максимального водопотребления приходится на 9-10 часов. В это время насосы НС-2 подают 5,82% от максимального суточного расхода. Производительность водонапорной башни в тот час, то есть расход из бака составляет 0,01% от максимального суточного расхода, по данным таблицы 3.1.



Максимальный транзит в башню приходится на час 13-14. Это составляет 1,26% от максимального суточного расхода, по данным таблицы 3.1.



В это время насосы НС-2 подают 5,82% от максимального суточного расхода.



## 4.3. Определение удельного путевого и узловых расходов

Удельный расход, т. е. Расход приходящийся на единицу длины, определяется по формуле:



Определение путевых расходов сводим в таблицу 4.2.

Таблица 4.2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № Участков | Длины линий, м | | Путевые расходы, дм3/с | |
| Фактические | Расчетные | Режим №1 | Режим №3 |
| 1-2 | 2050 | 2050 | 92 | 70 |
| 2-3 | 1050 | 1050 | 47 | 36 |
| 3-4 | 500 | 500 | 23 | 17 |
| 4-5 | 300 | 300 | 14 | 10 |
| 5-1 | 1400 | 1400 | 63 | 48 |
| 4-6 | 850 | 850 | 38 | 30 |
| 6-7 | 500 | 500 | 23 | 17 |
| 7-3 | 950 | 950 | 43 | 32 |
| 2-8 | 1300 | 1300 | 59 | 44 |
| 8-9 | 650 | 650 | 29 | 22 |
| 9-10 | 500 | 500 | 23 | 17 |
| 10-11 | 950 | 700 | 32 | 24 |
| 11-12 | 600 | 600 | 27 | 20 |
| 12-13 | 1400 | 1400 | 63 | 48 |
| 13-9 | 450 | 450 | 20 | 15 |
| 3-10 | 1450 | 725 | 33 | 25 |
| 7-11 | 1400 | 1400 | 63 | 46 |
| Σ |  | 15325 | 693 | 521 |

Узловые расходы.

Узловой расход определяется, как сумма путевых расходов линий, подходящих к данному узлу.



Расчет по определению узловых расходов сводим в таблицу 4.3.

Таблица 4.3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № узла | № примыкающих участков | Максимальный хозяйственный водоразбор | | | Максимальный транзит | | | Сосредоточенный при пожаре |
| ΣQпут | qуз | Сосред. | ΣQпут | qуз | Сосред. |
| 1 | 1-2, 1-5 | 155 | 78 | — | 118 | 59 | — | — |
| 2 | 2-1, 2-3, 2-8 | 198 | 99 | — | 150 | 75 | — | — |
| 3 | 3-2, 3-4, 3-7, 3-10 | 146 | 73 | — | 110 | 55 | — | — |
| 4 | 4-3, 4-6, 4-5 | 75 | 38 | — | 57 | 28 | — | — |
| 5 | 5-4, 5-1 | 77 | 38 | 36 | 58 | 29 | 36 | — |
| 6 | 6-7, 6-4 | 61 | 31 | — | 47 | 24 | — | — |
| 7 | 7-6, 7-3, 7-11 | 129 | 64 | — | 95 | 48 | — | — |
| 8 | 8-2, 8-9 | 88 | 44 | — | 66 | 33 | — | — |
| 9 | 9-8, 9-10, 9-13 | 72 | 36 | 59 | 54 | 27 | 170 | — |
| 10 | 10-9, 10-12, 10-11 | 88 | 44 | — | 66 | 33 | 60 | 45 |
| 11 | 11-10, 11-12, 11-7 | 122 | 61 | — | 90 | 45 | — | 40 |
| 12 | 12-11, 12-13 | 90 | 45 | — | 68 | 34 | — | 45 |
| 13 | 13-12, 13-9 | 83 | 42 | — | 63 | 31 | — | 40 |
| Σ |  |  | 693 |  |  | 521 |  |  |

## 4.4. Гидравлический расчет сети

Гидравлический расчет выполняется методом Лобачева-Кросса. Этот метод основан на решении систем уравнений относительно расходов воды. При этом поправочные расходы определяют без учета взаимного влияния колец в сети, в связи с этим необходимо проводить несколько повторных определений Δq и невязок Δh, кольцевой сети. Условие: Δh=0 может быть получено во всех кольцах путем проведения по контуру каждого кольца некоторого фиксированного расхода воды в направлении обратном знаку невязки кольца.

— увязочный или поправочный расход.



Расчет выполняется на ЭВМ. Для выполнения расчета делаем предварительное потокораспределение. Потокораспределение выполняем исходя из I закона Кирхгофа, считая, что сколько воды пришло в узел столько и вышло из него.

**I**

13

48

3

42

45

12

V

ВБ

39

18

44

44

61

131

III

8

9

10

11

378

157

1

48

157

96

2

127

36+[59]

IV

127

46

99

64

II

3

7

2

787 НС

378

I

170

4

73

6

170

78

38

1

31

5

38+[36]

112

**III**

787 НС

382

V

IV

III

II

I

3

4

5

6

7

1

2

8

9

10

11

12

13

ВБ

170

177

176

144

4

61

53

122

167

112

89

144

381

167

61

27

55

27

29+[36]

24

59

75

33

28

33+[60]

31

45

34

48

131

**II**

958 НС

464

V

IV

III

II

I

3

4

5

6

7

1

2

8

9

10

11

12

13

ВБ

213

212

170

123

49

61

131

200

139

87

169

463

200

50

41

73

36+[59]

38+[36]

31

78

99

44

38

44+[40]

42+[40]

61+[40]

45+[45]

64

Таблица 4.4. Определение диаметров участков сети.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № участков | Расходы воды | | | Диаметр участка |
| Режим №1 | Режим №2 | Режим №3 |
| 1-2 | 18 | 61 | 53 | 300 |
| 2-3 | 127 | 169 | 144 | 450 |
| 3-4 | 170 | 212 | 176 | 500 |
| 4-5 | 170 | 213 | 177 | 500 |
| 5-1 | 96 | 139 | 112 | 400 |
| 4-6 | 378 | 463 | 381 | 700 |
| 6-7 | 378 | 464 | 382 | 700 |
| 7-3 | 157 | 200 | 167 | 500 |
| 2-8 | 46 | 131 | 122 | 400 |
| 8-9 | 2 | 87 | 89 | 350 |
| 9-10 | 131 | 131 | 112 | 400 |
| 10-11 | 48 | 50 | 61 | 300 |
| 11-12 | 48 | 49 | 61 | 300 |
| 12-13 | 3 | 41 | 27 | 300 |
| 13-9 | 39 | 123 | 4 | 400 |
| 3-10 | 127 | 170 | 144 | 450 |
| 7-11 | 157 | 200 | 167 | 500 |

Подготовка к гидравлическому расчету на ЭВМ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Режим №1 | | | | | | | |
| № участков | № позиций | Кольцо | | Диаметр мм | Факт. длина м. | Расход дм3/с | Тип труб |
| Лево | Право |
| 1-2 | 1 | 0 | 1 | 300 | 2050 | 18 | 2 |
| 2-3 | 2 | 1 | 3 | 450 | 1050 | 127 | 2 |
| 3-4 | 3 | 1 | 2 | 500 | 500 | 170 | 2 |
| 4-5 | 4 | 0 | 1 | 500 | 300 | 170 | 2 |
| 5-1 | 5 | 0 | 1 | 400 | 1400 | 96 | 2 |
| 4-6 | 6 | 0 | 2 | 700 | 850 | 378 | 2 |
| 6-7 | 7 | 2 | 0 | 700 | 500 | 378 | 2 |
| 7-3 | 8 | 2 | 4 | 500 | 950 | 157 | 2 |
| 2-8 | 9 | 0 | 3 | 400 | 1300 | 46 | 2 |
| 8-9 | 10 | 0 | 3 | 350 | 650 | 2 | 2 |
| 9-10 | 11 | 3 | 5 | 400 | 500 | 131 | 2 |
| 10-11 | 12 | 4 | 5 | 300 | 950 | 48 | 2 |
| 11-12 | 13 | 5 | 0 | 300 | 600 | 48 | 2 |
| 12-13 | 14 | 5 | 0 | 300 | 1400 | 3 | 2 |
| 13-9 | 15 | 0 | 5 | 400 | 450 | 39 | 2 |
| 3-10 | 16 | 3 | 4 | 450 | 1450 | 127 | 2 |
| 7-11 | 17 | 4 | 0 | 500 | 1400 | 157 | 2 |
| Режим №2 | | | | | | | |
| № участков | № позиций | Кольцо | | Диаметр мм | Факт. длина м. | Расход дм3/с | Тип труб |
| Лево | Право |
| 1-2 | 1 | 0 | 1 | 300 | 2050 | 61 | 2 |
| 2-3 | 2 | 1 | 3 | 450 | 1050 | 169 | 2 |
| 3-4 | 3 | 1 | 2 | 500 | 500 | 212 | 2 |
| 4-5 | 4 | 0 | 1 | 500 | 300 | 213 | 2 |
| 5-1 | 5 | 0 | 1 | 400 | 1400 | 139 | 2 |
| 4-6 | 6 | 0 | 2 | 700 | 850 | 463 | 2 |
| 6-7 | 7 | 2 | 0 | 700 | 500 | 464 | 2 |
| 7-3 | 8 | 2 | 4 | 500 | 950 | 200 | 2 |
| 2-8 | 9 | 0 | 3 | 400 | 1300 | 131 | 2 |
| 8-9 | 10 | 0 | 3 | 350 | 650 | 87 | 2 |
| 9-10 | 11 | 3 | 5 | 400 | 500 | 131 | 2 |
| 10-11 | 12 | 4 | 5 | 300 | 950 | 50 | 2 |
| 11-12 | 13 | 5 | 0 | 300 | 600 | 49 | 2 |
| 12-13 | 14 | 0 | 5 | 300 | 1400 | 41 | 2 |
| 13-9 | 15 | 0 | 5 | 400 | 450 | 123 | 2 |
| 3-10 | 16 | 3 | 4 | 450 | 1450 | 170 | 2 |
| 7-11 | 17 | 4 | 0 | 500 | 1400 | 200 | 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Режим №3 | | | | | | | |
| № участков | № позиций | Кольцо | | Диаметр мм | Факт. длина м. | Расход дм3/с | Тип труб |
| Лево | Право |
| 1-2 | 1 | 0 | 1 | 300 | 2050 | 53 | 2 |
| 2-3 | 2 | 1 | 3 | 450 | 1050 | 144 | 2 |
| 3-4 | 3 | 1 | 2 | 500 | 500 | 176 | 2 |
| 4-5 | 4 | 0 | 1 | 500 | 300 | 177 | 2 |
| 5-1 | 5 | 0 | 1 | 400 | 1400 | 112 | 2 |
| 4-6 | 6 | 0 | 2 | 700 | 850 | 381 | 2 |
| 6-7 | 7 | 2 | 0 | 700 | 500 | 382 | 2 |
| 7-3 | 8 | 2 | 4 | 500 | 950 | 167 | 2 |
| 2-8 | 9 | 0 | 3 | 400 | 1300 | 122 | 2 |
| 8-9 | 10 | 0 | 3 | 350 | 650 | 89 | 2 |
| 9-10 | 11 | 3 | 5 | 400 | 500 | 112 | 2 |
| 10-11 | 12 | 4 | 5 | 300 | 950 | 61 | 2 |
| 11-12 | 13 | 5 | 0 | 300 | 600 | 61 | 2 |
| 12-13 | 14 | 5 | 0 | 300 | 1400 | 27 | 2 |
| 13-9 | 15 | 0 | 5 | 400 | 450 | 4 | 2 |
| 3-10 | 16 | 3 | 4 | 450 | 1450 | 144 | 2 |
| 7-11 | 17 | 4 | 0 | 500 | 1400 | 167 | 2 |