Санкт–Петербургский государственный политехнический университет

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Инженерно - строительный факультет

Заочное отделение

***Курсовая работа № \_\_\_***

по дисциплине: «Водоснабжение».

Работу выполнил:

Студент 3 курса В.П. Рязанцев

Зачётная книжка № 08013908

« 17 » марта 2009 г.

Работу проверил Ю.Б. Емелин

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2009г.

Санкт – Петербург

2009 г.

**Содержание**

[1. Определение суточных, часовых и расчетных расходов воды. 3](#_Toc225094454)

[1.1. Определение среднесуточных расходов воды 3](#_Toc225094455)

[1.2. Определение максимальных и минимальных суточных расходов воды 5](#_Toc225094456)

[1.3. Определение расчетных часовых расходов 6](#_Toc225094457)

[2. Построение графика водопотребления по часам суток для населенного пункта. 9](#_Toc225094458)

[3. Определение режима работы насосных станций. 10](#_Toc225094459)

[4. Определение вместимости резервуаров чистой воды и объема бака водонапорной башни. 11](#_Toc225094460)

[4.1. Определение вместимости резервуаров чистой воды. 11](#_Toc225094461)

[4.2. Определение числа и размеров резервуаров чистой воды. 12](#_Toc225094462)

[4.3. Определение вместимости бака водонапорной башни. 13](#_Toc225094463)

[4.4. Определение размеров бака водонапорной башни. 14](#_Toc225094464)

[5. Трассирование магистральной водопроводной сети. Определение местоположения водопроводных сооружений. 15](#_Toc225094465)

[6. Расчет водоводов 17](#_Toc225094466)

[7. Гидравлический расчет магистральной водопроводной сети. 19](#_Toc225094467)

[7.1. Подготовка к гидравлическому расчету. 19](#_Toc225094468)

[7.2. Гидравлический расчет. 23](#_Toc225094469)

[8. Построение линий пьезометрических высот 28](#_Toc225094470)

[Приложение 1 32](#_Toc225094471)

[Приложение 2 33](#_Toc225094472)

[Приложение 3 33](#_Toc225094473)

[Приложение 4 35](#_Toc225094474)

[Приложение 5 35](#_Toc225094475)

[Приложение 6 37](#_Toc225094476)

[Приложение 7 38](#_Toc225094477)

[Приложение 8 39](#_Toc225094478)

[Приложение 9 39](#_Toc225094479)

[Приложение 10 41](#_Toc225094480)

[Приложение 11 42](#_Toc225094481)

[Приложение 12 43](#_Toc225094482)

[Приложение 13 44](#_Toc225094483)

[Приложение 14 45](#_Toc225094484)

[Приложение 15 46](#_Toc225094485)

[Приложение 16 47](#_Toc225094486)

[Литература 49](#_Toc225094487)

1. **Определение суточных, часовых и расчетных расходов воды.**

### **Определение среднесуточных расходов воды**

Среднесуточный расход водына хозяйственно – питьевые и коммунальные нужды населенногопункта определим по формуле (1):

**Qсут.ср = qн × N × 10-3,** (1)

где **qн** – среднесуточное удельное хозяйственно-питьевое водопотребление на одного жителя в л/сут, принимаемое по приложению 1;

**N** – число жителей в населенном пункте на расчетный период.

Для зданий, оборудованных внутренним водопроводом и канализацией и местными водонагревателями в соответствии с приложением 1 норма потребления воды на хозяйственно – питьевые и коммунальные нужды населенногопункта лежит в пределах от 160 до 230 л/сут на одного жителя. Принимаем для Псковской области 200 л/сут на жителя (берем среднее значение). Таким образом, норма холодной воды составит 200 л/сут. на человека.

Число жителей по заданию оставляет 12800 человек.

**Q к.с.сут.ср = qн × N × 10-3 = 200 × 12800 × 10-3=2560 м3/сут**

Среднесуточный расход водына общественные здания также определяют по формуле (1),

где **qн** - норма расхода холодной воды в л/сут на одного посетителя (проживающего, учащегося), принимаемая по приложению 2;

**N** – расчетное за сутки число посетителей (проживающих, учащихся).

В задании заданы общественно-бытовые здания. Определим для каждого среднесуточный расход.

Среднесуточный расход воды на театр:

**Q гост.сут.ср = qн × N × 10-3= 7 × 600 × 10-3= 4,2 м3/сут.**

Среднесуточный расход воды на детские ясли:

**Q д.сад.сут.ср = qн × N × 10-3= 70 × 400 × 10-3= 28 м3/сут.**

Среднесуточный расход воды на детский сад:

**Q общ.сут.ср = qн × N × 10-3= 70 × 350 × 10-3= 24,5 м3/сут.**

Среднесуточный расход водыжилого сектора найдем, как разницу между расходом на хозяйственно – питьевые нужды населенного пункта и расходом на общественные здания.

**Q жил.с.сут.ср  = Q к.с.сут.ср - Σ Q общ.зд.сут.ср= 2560 – (4,2 + 28 + 24,5) = 2503,3 м3/сут**

Среднесуточный расход водына хозяйственно–питьевые нуждыпромышленного предприятия по видам цехов находим, как сумму объемов воды, потребляемых в каждую смену и определяемых по формуле (1):

**Q см = qн × Nсм. ×10-3,**

Горячие цехи:

1 смена  **Q х.п.1 см.= 21 × 200 × 10-3= 4,2 м3/сут;**

2 смена **Q х.п.2 см.= 21 × 200 × 10-3= 4,2 м3/сут;**

3 смена **Q х.п.3 см.= 21 × 200 × 10-3= 4,2 м3/сут.**

**Q гор.ц.сут.ср  = Σ Q х.п.см. = 4,2 + 4,2 + 4,2 = 12,6 м3/сут.**

Остальные цехи:

1 смена  **Q х.п.1 см.= 14 × 800 × 10-3= 11,2 м3/сут;**

2 смена **Q х.п.2 см.= 14 × 800 × 10-3= 11,2 м3/сут;**

3 смена **Q х.п.3 см.= 14 × 700 × 10-3= 9,8 м3/сут.**

**Q ост..ц.сут.ср  = Σ Q х.п.см. = 11,2 + 11,2 + 9,8 = 32.2 м3/сут.**

Среднесуточный расход водына производственные (технологические) нуждыпромышленного предприятия также определяем, как сумму объемов воды, потребляемых в каждую смену и определяемых по формуле (1),

где **qн**  - норма расхода воды в л на единицу выпускаемой продукции;

**Nсм.** – количество выпускаемойпредприятием продукции по сменам;

1 смена  **Q техн.1 см.= 90 × 900 × 10-3= 81 м3/сут;**

2 смена **Q техн.2 см.= 90 × 900 × 10-3= 81 м3/сут;**

3 смена **Q техн.3 см.= 90 × 800 × 10-3= 72 м3/сут.**

**Q техн.сут.ср  = Σ Q техн.см. = 81 + 81 + 72 = 234 м3/сут.**

Среднесуточный расход водына пользование душемнаходимисходя из количества рабочих, пользующихся душем в максимальную смену и группы производственного процесса. Расчетное число человек на одну душевую сетку определяем исходя из санитарных характеристик производственного процесса (приложение 4). В нашем случае в максимальную смену работает 1000 человек, из них 30% (300 человек) пользуется душем. Согласно приложению 4 примем на одну душевую сетку 7 человек. Тогда потребное количество душевых сеток по формуле (2) будет равно:

**nдуш = Nмакс / Nн ,= 300 / 7 = 43**  (2)

где **Nмакс** – количество рабочих, пользующихся душем в максимальную смену;

**Nн** – расчетное число человек на одну душевую сетку.

Среднесуточный расход воды на душ определим из выражения (5)

**Q душсут.ср = 0,75×qн × nдуш × nсм × 10-3,**

где **qн** – норма расхода воды на одну душевую сетку, равная 230 л/ч по холодной воде;

**nсм** – количество смен работы в сутки;

**0,75** – коэффициент, учитывающий время пользования душем (45 минут после окончания смены).

**Q душсут.ср = 0,75×qн × nдуш × nсм × 10-3= 0,75 × 230 × 43 × 3 × 10-3=**

**= 22,2 м3/сут.**

### **Определение максимальных и минимальных суточных расходов воды**

Расчетные расходы воды в сутки наибольшего водопотребления на хозяйственно-питьевые и коммунальные нужды надлежит определять по формуле (4):

**Qсут.макс = Kсут.макс × Qсут.ср,** (4)

где **Ксут** - коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели. Согласно СНиП 2.04.01-85 **Kсут.макс = 1,1 … 1,3.**

Принимаем **Kсут.макс = 1,2** т.к заданная степень благоустройства зданий не является наивысшей, т.е. потребление воды в течение суток не равномерное.

Для всех остальных категорий водопотребителей максимальное и минимальное суточное потребление воды можно принять равным среднему.

Результаты расчета сводим в таблицу 1.

***Определение расчетных суточных расходов воды***

**Таблица 1.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  водопотребителей | Измеритель | Норма  потреб  ления | Количество  потребителей | **Qсут.ср** | **Qсут.max** |
| **м3/сут** | |
| **А. Жилой и коммунальный сектор** | 1 житель | 200 | 12800 | **2560** | **3072** |
| Театр | 1 житель | 7 | 600 | 4,2 | 5,04 |
| Детские ясли | 1 ребенок | 70 | 400 | 28 | 33,6 |
| Детский сад | 1 ребенок | 70 | 350 | 24,5 | 29,4 |
| Жилой сектор |  |  |  | 2503,3 | 3003,96 |
| **Б.Промышленный**  **сектор** |  |  |  | **301,05** | **301,05** |
| Хоз.питьевые нужды  Горячие цехи  1 смена  2 смена  3 смена  Остальные цехи  1 смена  2 смена  3 смена | 1 работаю-  щий | 21  21  21  14  14  14 | 200  200  200  800  800  700 | 4,2  4,2  4,2  11,2  11,2  9,8 | 4,2  4,2  4,2  11,2  11,2  9,8 |
| Технологические нужды  1 смена  2 смена  3 смена | Единица  продукции | 90  90  90 | 900  900  800 | 81  81  72 | 81  81  72 |
| Расход воды  на душ | 1 душевая  сетка | 230 | 43 | 22,25 | 22,25 |
| **Всего по**  **населенному**  **пункту** | **А + Б** | | | **2861,05** | **3373,05** |

## Определение расчетных часовых расходов

Распределение расходов воды по часам суток в населенном пункте, на промышленном предприятии, а также в общественных зданиях принимаем на основании расчетных графиков водопотребления. При этом постараемся избежать совпадения по времени максимальных отборов воды из сети на различные нужды. Например, объем воды, необходимый для пользования душем на промышленном предприятии будем запасать в специальных аккумулирующих баках. Расчетные графики водопотребления примем на основании опыта эксплуатации аналогичных объектов (населенных пунктов, промышленных предприятий, общественных зданий). Так, например, расчетные графики часового водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды населения (жилой сектор) выберем по величине максимального коэффициента часовой неравномерности водопотребления:

**К ч.макс** = **α макс.**  **β макс**., (5)

где **α макс -** коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия. Согласно [1] **α макс** = **1,2** … **1,4.** Для заданной степениблагоустройства зданий (без централизованного горячего водоснабжения) примем **α макс** = **1,3.**

**β макс** - коэффициент, учитывающий количество жителей в населенном пункте, принимаемый по приложению 5. В нашем случае, для населенного пункта с числом жителей 12.8 тысяч человек коэффициент **β макс** колеблется в пределах от значения 1.3 (при 10 т.чел) до 1.2 (при 20 т.чел). Примем **β макс = 1,3.**

**К ч.макс** = **α макс.**  **β макс.= 1.3  1,3 = 1,69.**

Для остальных водопотребителей в соответствии с нормами величину **К ч.макс** считают постоянной и не рассчитывают.

Режимы водопотребления для различных категорий водопотребителей приведены в приложениях 6…8. Они показывают распределение воды по часам суток от максимального суточного расхода в процентах. Тогда расход воды в каждый час суток можно определить по формуле:

**Qч.. = Qсут.макс** **р / 100,** (6)

где **р** - процент суточного потребления для конкретного часа суток.

Режим потребления воды на технологические нужды предприятия считаем равномерным в течение смены. Не забудем, что первая смена начинается в 8 часов утра.

Запас воды на душ создаем за счет накопления воды в баке-аккумуляторе. Время заполнения бака-аккумулятора принимаем равным 4 часам в течение каждой смены (приложение 9). Тогда часовой расход воды на пополнение запаса воды на душ будет равен:

**Q душч.. = Q душсут.макс / (nсм. × t) = 22,25 / (3×4) = 1.85 м3/ч.** (7)

Заполнение баков – аккумуляторов будем проводить в часы не совпадающие по времени с максимальными отборами воды из сети.

Все расчеты сводим в табл.2. В графе 19 вычислены объемы воды, расходуемые населенным пунктом, нарастающим итогом. Эти данные нам потребуются при определении регулирующего объема бака водонапорной башни.

***Определение расчетных часовых расходов в сутки максимального водопотребления***

**Таблица 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Часы**  **суток** | **Жилой**  **сектор** | | **Театр** | | **Детские ясли** | | **Детский сад** | | **Промышленное предприятие** | | | | | **ΣQ**  **предв.** | **Расход**  **на**  **душ** | **ΣQ**  **оконч.** | **W** |
| **Хоз.питьевые нужды** | | | | **Техн.**  **нужды** |
| **Гор.цехи** | | **Ост.цехи** | |
| **Час** | **%** | **м3/ч** | **%** | **м3/ч** | **%** | **м3/ч** | **%** | **м3/ч** | **%** | **м3/ч** | **%** | **м3/ч** | **м3/ч** | **м3/ч** | **м3/ч** | **м3/ч** | **м3** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 |
| 0-1 | 2,19 | 67,28 | - | - | - | - | - | - | 12,05 | 0,51 | 6,25 | 0,70 | 10,13 | 78,61 | - | 78,61 | 78,61 |
| 1-2 | 1,14 | 35,02 | - | - | - | - | - | - | 12,05 | 0,51 | 12,50 | 1,40 | 10,13 | 47,05 | 1,85 | 48,90 | 127,51 |
| 2-3 | 1,02 | 31,33 | - | - | - | - | - | - | 12,05 | 0,51 | 12,50 | 1,40 | 10,13 | 43,37 | 1,85 | 45,22 | 172,73 |
| 3-4 | 1,14 | 35,02 | - | - | - | - | - | - | 12,05 | 0,51 | 18,75 | 2,10 | 10,13 | 47,75 | 1,85 | 49,60 | 222,33 |
| 4-5 | 1,35 | 41,47 | - | - | - | - | - | - | 12,05 | 0,51 | 6,25 | 0,70 | 10,13 | 52,80 | 1,85 | 54,65 | 276,98 |
| 5-6 | 2,52 | 77,41 | - | - | - | - | - | - | 12,05 | 0,51 | 12,50 | 1,40 | 10,13 | 89,45 | - | 89,45 | 366,43 |
| 6-7 | 5,21 | 160,05 | - | - | 10,00 | 3,36 | 5,00 | 1,47 | 12,05 | 0,51 | 12,50 | 1,40 | 10,13 | 176,91 | - | 176,91 | 543,34 |
| 7-8 | 5,45 | 167,42 | - | - | 5,00 | 1,68 | 3,00 | 0,88 | 15,65 | 0,66 | 18,75 | 2,10 | 10,13 | 182,87 | - | 182,87 | 726,21 |
| 8-9 | 6,77 | 207,97 | 7,00 | 0,35 | 7,00 | 2,35 | 15,00 | 4,41 | 12,05 | 0,51 | 6,25 | 0,70 | 10,13 | 226,42 | - | 226,42 | 952,63 |
| 9-10 | 6,56 | 201,52 | 8,00 | 0,40 | 5,00 | 1,68 | 5,50 | 1,62 | 12,05 | 0,51 | 12,50 | 1,40 | 10,13 | 217,25 | - | 217,25 | 1 169,88 |
| 10-11 | 5,68 | 174,49 | - | - | 7,00 | 2,35 | 3,40 | 1,00 | 12,05 | 0,51 | 12,50 | 1,40 | 10,13 | 189,87 | - | 189,87 | 1 359,75 |
| 11-12 | 4,98 | 152,99 | - | - | 3,00 | 1,01 | 7,40 | 2,18 | 12,05 | 0,51 | 18,75 | 2,10 | 10,13 | 168,90 | - | 168,90 | 1 528,65 |
| 12-13 | 3,70 | 113,66 | - | - | 20,00 | 6,72 | 21,00 | 6,17 | 12,05 | 0,51 | 6,25 | 0,70 | 10,13 | 137,89 | 1,85 | 139,74 | 1 668,39 |
| 13-14 | 3,42 | 105,06 | - | - | 6,00 | 2,02 | 2,80 | 0,82 | 12,05 | 0,51 | 12,50 | 1,40 | 10,13 | 119,93 | 1,85 | 121,78 | 1 790,18 |
| 14-15 | 3,14 | 96,46 | - | - | 6,00 | 2,02 | 2,40 | 0,71 | 12,05 | 0,51 | 12,50 | 1,40 | 10,13 | 111,21 | 1,85 | 113,06 | 1 903,24 |
| 15-16 | 3,97 | 121,96 | - | - | 6,00 | 2,02 | 4,50 | 1,32 | 15,65 | 0,66 | 18,75 | 2,10 | 10,13 | 138,18 | 1,85 | 140,03 | 2 043,27 |
| 16-17 | 4,49 | 137,93 | 8,00 | 0,40 | 2,00 | 0,67 | 4,00 | 1,18 | 12,05 | 0,51 | 6,25 | 0,61 | 9,00 | 150,30 | 1,85 | 152,15 | 2 195,42 |
| 17-18 | 4,23 | 129,95 | 15,00 | 0,76 | 12,00 | 4,03 | 16,00 | 4,70 | 12,05 | 0,51 | 12,50 | 1,23 | 9,00 | 150,17 | 1,85 | 152,02 | 2 347,44 |
| 18-19 | 4,74 | 145,61 | 9,00 | 0,45 | 6,00 | 2,02 | 3,00 | 0,88 | 12,05 | 0,51 | 12,50 | 1,23 | 9,00 | 159,70 | 1,85 | 161,55 | 2 508,99 |
| 19-20 | 5,91 | 181,56 | 14,00 | 0,71 | 1,00 | 0,34 | 2,00 | 0,59 | 12,05 | 0,51 | 18,75 | 1,84 | 9,00 | 194,53 | - | 194,53 | 2 703,51 |
| 20-21 | 6,34 | 194,76 | 10,00 | 0,50 | 1,00 | 0,34 | 2,00 | 0,59 | 12,05 | 0,51 | 6,25 | 0,61 | 9,00 | 206,31 | - | 206,31 | 2 909,83 |
| 21-22 | 7,08 | 217,50 | 8,00 | 0,40 | 3,00 | 1,01 | 3,00 | 0,88 | 12,05 | 0,51 | 12,50 | 1,23 | 9,00 | 230,52 | - | 230,52 | 3 140,35 |
| 22-23 | 6,13 | 188,31 | 9,00 | 0,45 | - | - | - | - | 12,05 | 0,51 | 12,50 | 1,23 | 9,00 | 199,50 | - | 199,50 | 3 339,85 |
| 23-24 | 2,84 | 87,24 | 12,00 | 0,60 | - | - | - | - | 15,65 | 0,66 | 18,75 | 1,84 | 9,00 | 99,34 | 1,85 | 101,19 | 3 441,04 |
| **Итого** | **100,00** | **3 072,00** | **100,00** | **5,04** | **100,00** | **33,60** | **100,00** | **29,40** | **300,00** | **12,60** | **300,00** | **32,20** | **234,00** | **3 418,84** | **22,20** | **3 441,04** |  |

Суммируя по горизонтали расходы всех водопотребителей, получим распределение максимального суточного расхода населенного пункта по часам суток. Выделим строку, в которой часовой расход населенного пункта максимальный. Час, которому соответствует эта строка (с21 до 22 часов), будет расчетным, а все расходы – расчетные расходы. По этим расходам будем производить гидравлический расчет магистральной водопроводной сети населенного пункта. Однако, максимальные часовые расходы отдельных потребителей больше расчетных. Поэтому для отдельных потребителей помимо расчетного расхода воды определяем максимальный расход, по которому подберем диаметры труб ответвлений, подающих воду из магистральной сети непосредственно к потребителю.

Полученные расчетные и максимальные расходы сведем в табл.3.

***Расчетные и максимальные расходы воды в сутки максимального водопотребления***

**Таблица 3**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование потребителей** | **Расчетные расходы**  **воды** | | **Максимальные**  **расходы воды** | |
| **м3/ч** | **л/с** | **м3/ч** | **л/с** |
| 1 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **Жилой сектор** | 217,5 | 60,42 | 217,5 | 60,42 |
| **Театр** | 0,4 | 0,11 | 0,76 | 0,21 |
| **Детские ясли** | 1,1 | 0,31 | 6,72 | 1,87 |
| **Десткий сад** | 0,88 | 0,24 | 6,17 | 1,71 |
| **Пром. предпр.** | 10,73 | 2,98 | 12,88 | 3,58 |
| **Населенный**  **пункт** | **230,61** | **64,06** | **244,03** | **67,79** |

Для удобства последующих вычислений расходы воды в табл.3 приведены в м3/ч и в л/с. (1 л/с = 3,6 м3/ч).

# 2. Построение графика водопотребления по часам суток для населенного пункта.

График водопотребления по часам суток для населенного пункта строим, откладывая по оси ординат часы суток, а по оси абсцисс часовые расходы воды в населенном пункте (табл.2, столбец 18). Построенный график приведен на рис.2.

2



1

3

**Рис.2.** ***Графики водопотребления населенного пункта и подачи воды насосными станциями: 1 - график водопотребления; 2 - график подачи воды насосной станцией первого подъема; 3 – график подачи воды насосной станцией второго подъема.***

# 3. Определение режима работы насосных станций.

Для насосной станции первого подъема (НС I) режим работы в течение суток назначаем равномерным.

**Qнс1ч.= Qнпсут.макс./ 24 = 3441,04 / 24 = 143,38 м3/ч,** (8)

где **Qнпсут.макс** – максимальный суточный расход населенного пункта.

Для насосной станции второго подъема (НС II) график подачи воды, по возможности, должен совпадать с графиком водопотребления населенного пункта. Анализируя график водопотребления примем три расчетных режима работы НС II. Первый режим – минимальная подача воды в период с 0 до 6 и с 23 до 24 часов. Второй режим – средняя подача воды в периоды с 13 до 19 часов. Третий режим – максимальная подача воды в периоды с 6 до 13 и с 20 до 23 часов. Соотношение между подачами примем:

**Q нсII  ч .макс / Q нсII  ч .мин = 3**

**Q нсII  ч .ср / Q нсII  ч .мин = 2**

Эти соотношения могут быть и иными, но, при использовании одинаковых насосов, обязательно кратными 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 и т.д. Например, если при минимальной подаче будет работать два насоса, а при максимальной – пять, то соотношение между подачами составит 2,5.

Подачу одного насоса определим по формуле:

**Qч.нас = Q нпсут.макс / ∑ (n i × ti)** , (9)

где **n i** – количество работающих насосов; **t i** – время работы данного количества насосов в часах суток.

В первом приближении будем считать, что минимальную подачу осуществляет один насос, тогда при средней подаче необходимо два насоса, а при максимальной – три.

**Qч.нас = 3441,04 / (1×7+2×7+3×10) = 67,43 м3/ч.**

Принятые графики подачи насосных станций приведены на рис.2.

# 4. Определение вместимости резервуаров чистой воды и объема бака водонапорной башни.

## 4.1. Определение вместимости резервуаров чистой воды.

Вместимость резервуаров чистой воды (РЧВ) найдем, как сумму трех объемов воды: регулирующего объема, запасного объема на собственные нужды очистных сооружений и неприкосновенного запасного объема на противопожарные нужды.

Регулирующий объем определяем, сопоставляя приток воды в РЧВ (подача НС I) и отбор воды из РЧВ (подача НС II). Расчет проводим табличным способом (табл.4). Заносим в графу 3 в интегральном (суммарном) виде подачу НС I, а в графу 4 - НС II. Разница между ними дает нам текущее значение объема воды аккумулированного в резервуарах чистой воды. Искомый регулирующий объем получим, как сумму максимального положительного и максимального отрицательного (по абсолютной величине) значений текущего объема воды в резервуарах.

**Wрчврег.= 446,22 + 73,76 = 596,89 м3.**

Запасной объем воды на собственные нужды очистных сооружений ориентировочно примем равным 7% от суточного потребления воды:

**Wрчво.с.= 0,07 × 3441,04 = 240,87 м3.**

Неприкосновенный запас воды на противопожарные нужды найдем по формуле:

**Wрчвпож.= ΣW + 3(3,6 × nпож ×qпож – Qнс1ч),** (10)

где **ΣW** – максимальная сумма потребления воды за три часа подряд (по графику водопотребления это период с 20 до 23 часов);

**nпож –** расчетное количествоодновременных пожаров;

**qпож –** расчетный расход воды на наружное пожаротушение в л/с;

**Qнс1ч –** подача насосной станции первого подъема в м3/ч.

**Wрчвпож.= (206,31+230,52+199,5) + 3(3,6 × 2 × 15 – 143,38) = 530,19 м3.**

**Wрчв = Wрчврег. + Wрчво.с. + Wрчвпож. =596,89 + 240,87 + 530,19 = 1367,95 м3.**

***Определение регулирующих объемов резервуаров чистой воды и***

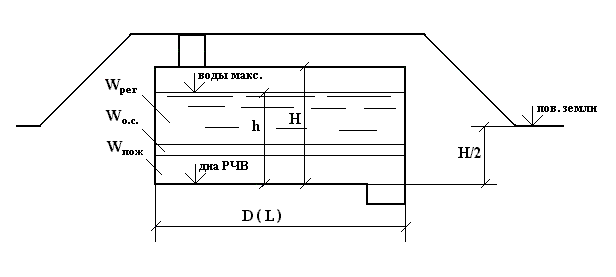
***бака водонапорной башни***

**Таблица 4**.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Часы**  **суток** | **Объем потребления** | **Объем подачи НС I** | **Объем подачи**  **НС II** | **Изменение объема воды в РЧВ** | **Изменение объема воды в ВБ** |
| Час | м3 | м3 | м3 | м3 | м3 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0-1 | 78,61 | 143,38 | 67,43 | 75,95 | -11,18 |
| 1-2 | 127,51 | 286,76 | 67,43 | 219,33 | -60,08 |
| 2-3 | 172,73 | 430,14 | 134,86 | 295,28 | -37,87 |
| 3-4 | 222,33 | 573,52 | 202,29 | 371,23 | -20,04 |
| 4-5 | 276,98 | 716,90 | 269,72 | 447,18 | -7,26 |
| 5-6 | 366,43 | 860,28 | 337,15 | 523,13 | -29,28 |
| 6-7 | 543,34 | 1 003,66 | 539,44 | 464,22 | -3,90 |
| 7-8 | 726,21 | 1 147,04 | 741,73 | 405,31 | 15,52 |
| 8-9 | 952,63 | 1 290,42 | 944,02 | 346,4 | -8,61 |
| 9-10 | 1 169,88 | 1 433,80 | 1 146,31 | 287,49 | -23,57 |
| 10-11 | 1 359,75 | 1 577,18 | 1 348,60 | 228,58 | -11,15 |
| 11-12 | 1 528,65 | 1 720,56 | 1 550,89 | 169,67 | 22,24 |
| 12-13 | 1 668,39 | 1 863,94 | 1 753,18 | 110,76 | 84,79 |
| 13-14 | 1 790,18 | 2 007,32 | 1 888,04 | 119,28 | 97,86 |
| 14-15 | 1 903,24 | 2 150,70 | 2 022,90 | 127,8 | 119,66 |
| 15-16 | 2 043,27 | 2 294,08 | 2 157,76 | 136,32 | 114,49 |
| 16-17 | 2 195,42 | 2 437,46 | 2 292,62 | 144,84 | 97,20 |
| 17-18 | 2 347,44 | 2 580,84 | 2 427,48 | 153,36 | 80,04 |
| 18-19 | 2 508,99 | 2 724,22 | 2 562,34 | 161,88 | 53,35 |
| 19-20 | 2 703,51 | 2 867,60 | 2 764,63 | 102,97 | 61,12 |
| 20-21 | 2 909,83 | 3 010,98 | 2 966,92 | 44,06 | 57,09 |
| 21-22 | 3 140,35 | 3 154,36 | 3 169,21 | -14,85 | 28,86 |
| 22-23 | 3 339,85 | 3 297,74 | 3 371,50 | -73,76 | 31,65 |
| 23-24 | 3 441,04 | 3 441,04 | 3 441,04 | 0 | 0 |
| Регулирующий объем | | | | 596,89 | 179,74 |

## 4.2. Определение числа и размеров резервуаров чистой воды.

Число резервуаров должно быть, по возможности, наименьшим, но не менее двух. По приложению 10 подбираем количество и размеры подходящих по объему типовых резервуаров для воды. Выбираем три круглых резервуара из сборного железобетона вместимостью по 500 м3 каждый. Диаметр резервуаров 12 м, высота 4,8 м. Резервуары делают полузаглубленными с защитной насыпью сверху. В соответствии с расчетной схемой резервуара (рис.3) определим максимально возможную глубину воды в нем и проведем высотную привязку.



**Рис.3.** ***Расчетная схема резервуара чистой воды.***

Максимальная глубина воды в резервуаре:

**h = 4Wрчв / nπD2 = 4 × 1367,95 / 3 × 3,14 × 122 = 4,03 м.**

Отметка поверхности земли в месте расположения резервуаров, согласно плану населенного пункта (рис.1), составляет 78,5 м. Отметка дна резервуара будет равна:

**∇дна РЧВ = ∇пов. земли – H/2 = 78,5 – 4.8 / 2 = 76,1 м.**

Отметка максимального уровня воды:

**∇воды макс = ∇дна РЧВ + h = 76,1 + 4,03 = 80,13 м.**

## 4.3. Определение вместимости бака водонапорной башни.

Вместимость бака водонапорной башни (ВБ) определяем, как сумму регулирующего объема и запасного объема воды на пожаротушение.

Регулирующий объем определим, сопоставляя приток воды в ВБ (подача НС II) и отбор воды из ВБ (потребление воды населенным пунктом).

Расчет проводим табличным способом (табл.4). Заносим в графу 2 в интегральном виде потребление воды населенным пунктом (переписываем столбец 19 табл.2). Подача НС II у нас уже есть в графе 4. Разница между ними дает нам текущее значение объема воды, который должен быть в баке водонапорной башни. Искомый регулирующий объем получим, как сумму максимального положительного и максимального отрицательного (по абсолютной величине) значений текущего объема воды в баке.

**Wвбрег. = 60,08 + 119,66 = 179,74 м3.**

Объем воды на пожаротушение, запасаемый в баке водонапорной башни, должен обеспечивать десятиминутное тушение одного наружного и одного внутреннего пожара при одновременном наибольшем расходе воды на другие нужды населенного пункта:

**Wвбпож.= 0,6 ( qпож + qвнпож + qнп ),** (11)

где **qпож. –** расчетный расход воды на наружное пожаротушение, принимаемый согласно приложению 11 (в нашем случае **qпож.** = **15 л/с**);

**qвнпож. -** расчетный расход воды на внутреннее пожаротушение (согласно СНиП **qвнпож. 2,5** **л/с**);

**qнп –** максимальный расход населенного пункта, равный **67,79 л/с** (см.табл.3).

**Wвбпож.= 3,6 ( 15 + 2,5 + 67,79) = 307,04 м3.**

**Wвб = Wвбрег. + Wвбпож. = 179,74 + 307,04 = 486,78 м3.**

## 4.4. Определение размеров бака водонапорной башни.

Резервуар или бак водонапорной башни обычно делают цилиндрическим. Максимальную глубину воды в баке определяют по зависимости:

**h = 4Wрчв / πD2.**

Отношение наибольшей глубины воды в баке к диаметру бака лежит в пределах от 0,8 до 1,2. В первом приближении примем это соотношение равным 1. Тогда **h** =**D** иформула примет вид:

**D = 4Wвб / πD2;**

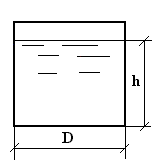
**D3 = 4Wвб / π** **= 4 × 486,78 / 3,14 = 620,10 м3;**

**D = 8,53 м.**

Округлим диаметр до полуметра в ближайшую сторону. **D = 8,5 м.**

**h = 4Wрчв / πD2 = 4 × 486,78 / 3,14 × 8,5 2 = 8,58 м;**

**h / D = 8,58 / 8,53 = 1,01.**



**Рис.4.** ***Расчетная схема бака водонапорной башни.***

# 5. Трассирование магистральной водопроводной сети. Определение местоположения водопроводных сооружений.

Магистральную водопроводную сеть проектируем кольцевой так, чтобы она равномерно охватывала районы жилой застройки населенного пункта.

Магистральную сеть прокладываем по кратчайшему направлению вблизи автодорог и проездов, прямолинейно, параллельно линиям застройки. Пересечение проездов выполняем под прямым углом.

Местоположение водозаборных сооружений (артезианская скважина) у нас задано. Насосную станцию первого подъема совмещаем со скважиной. Очистные сооружения, резервуары чистой воды и насосную станцию второго подъема располагаем в непосредственной близости от насосной станции первого подъема. Водонапорную башню устанавливаем в начале магистральной водопроводной сети, желательно на высоких отметках местности.

На план населенного пункта наносим трассу магистральной сети и обозначаем местоположение водопроводных сооружений (рис.5).

Сосредоточенные отборы воды из магистральной сети на нужды общественных зданий и промышленного предприятия намечаем на перекрестках улиц в непосредственной близости от них.

Магистральное кольцо разбиваем на расчетные участки, узловые точки которых устанавливаем в местах сосредоточенного отбора воды из сети и на перекрестках улиц, но не более чем через 400…600 метров. Узловые точки нумеруем по часовой стрелке, начиная с водонапорной башни.

Намечаем направление движения воды в магистральной сети и назначаем точку встречи потоков (диктующую точку). Как правило, это будет узловая точка наиболее отдаленная от начала сети. В нашем случае такой точкой будет узел 6.

77

**1**

**10**

1

а

78

3

2

**9**

**2**

79

Парк

**8**

**3**

б

Центральная

площадь

в

**7**

**4**

80

**6**

**5**

81

Промышленное

предприятие

**Рис.5 *План населенного пункта.***

1-Очистные сооружения; 2-Насосная станция второго подъема; 3-Насосная станция первого подъема; 4-Резервуары чистой воды; 5-Водонапорная башня

# 6. Расчет водоводов

Сооружения для транспортирования воды от источника к объекту водоснабжения называют водоводами.

Количество линий водоводов надлежит принимать с учетом категории системы водоснабжения и очередности строительства (приложение 17). Принимаем для второй категории надежности две линии водоводов.

Водоводы, как правило, рассчитывают на средний часовой расход в сутки максимального водопотребления. В нашем случае этот расход равен:

**Qч.ср. = Qнпсут.макс./ 24 = 3441,04 / 24 = 143,38 м3/ч,**

**qср. = 143,38 / 3,6 = 39,83 л/с**

Так как водоводов два, то расчетный расход каждого водовода составит **19,92 л/с**. Водоводы выполним из стальных труб. По приложению 12 выберем среднее значение экономического фактора Э в зависимости от географического положения населенного пункта. Псковская область (см. задание) относится к центральным районам Европейской части России, следовательно, Э = 0,75. В соответствии с приложением 13 (стальные трубы) условный диаметр водоводов принимаем равным **150 мм.**

Определим потери напора в водоводах при различных режимах водопотребления.

При максимальном водопотреблении населенного пункта от насосной станции второго подъема в водоводы поступает **202.29 м3/ч** (см. рис.2), что соответствует **56.19 л/с** или **28.1 л/с** на каждый водовод.

Потери напора определяем по формуле 12.

**h = K × A × q2 × L,** (12)

где: **K** – поправочный коэффициент, зависящий от скорости движения воды в трубопроводе и материала трубопровода;

**A** – удельное сопротивление трубопровода;

**q –** расход воды в трубопроводе;

**L** – длина трубопровода.

Величину скорости найдем из выражения **ν= q** **× m,** где **m = 4/πd2**.

Значения **A** и **m** принимаем по приложению 15. Для стальных труб диаметром **150 мм:** **m = 0,051; A = 30,65 × 10-6.**

**ν = 28.1 × 0,051 = 1,43 м/с**

Значение коэффициента **К** найдем из приложения 16, прибегнув при необходимости к интерполяции. **К = 1,0**.

**h1 = 1,0 × 30,65 × 10-6 × 28,12 × 225 = 5,45 м**

При пожаротушении расход воды в водоводах необходимо увеличить на величину противопожарного расхода, принимаемого по приложению 11 (в нашем случае возможно два одновременных пожара с расходом воды на каждый пожар **qпож.** = **15 л/с**). Расход воды в одном водоводе при тушении пожаров составит **28,1 + 15 = 43,1 л/с**.

**ν = 43,1 × 0,051 = 2,2 м/с**

**К = 1,0**

**h2 =** **1,0 × 30,65 × 10-6 × 43,12 × 225 = 12,81 м**

При прокладке водоводов в две или более линий и общих водозаборных сооружениях, между водоводами устраивают переключения, при этом в случае аварии на одном из водоводов подачу воды на хозяйственно-питьевые нужды снижаем на 30 % расчетного расхода, а на производственные нужды - по аварийному графику (см. задание).

**qав. = 0,7 qх.п. + 0,7 qпр.**

**qав. = 0,7 × 56,19 = 39,33 л/с**

Количество переключений (перемычек) между водоводами определим исходя из условия равенства потерь напора в водоводах при нормальной эксплуатации и при аварии на одном из водоводов. Для двух параллельных водоводов число участков переключений при одинаковом их диаметре и длине можно определить из уравнения:

**n = 3 qав.2/ ( q2 - qав2 ),** (13)

где: **n** – число участков переключений;

**qав.** – расход воды при аварии;

**q** – расход воды при нормальной эксплуатации.

**n = 3 × 39,33 2/ ( 56,19 2 - 39,33 2 ) = 2,88**

Принимаем три участка переключений.

# 7. Гидравлический расчет магистральной водопроводной сети.

Гидравлический расчет магистральной водопроводной сети в случае расположения водонапорной башни в начале сети проведем для двух основных режимов работы системы водоснабжения:

1. Максимальный часовой расход воды на все нужды населенного пункта в сутки максимального водопотребления;
2. То же, но при тушении пожаров.

## 7.1. Подготовка к гидравлическому расчету.

Потребление воды жилым сектором в городских водопроводах обычно принимают по упрощенной схеме, которая условно допускает, что отбор воды в жилые здания происходит равномерно по длине сети. Тогда количество воды, отбираемое на каждом расчетном участке, будет пропорционально его длине и наличию жилой застройки. Оба эти фактора учитывает так называемая «условная длина» участка. При отсутствии жилой застройки условную длину участка принимают равной нулю. Если жилая застройка имеется только с одной стороны участка, то условную длину участка принимают равной геометрической длине этого участка. Если жилая застройка имеется с двух сторон от участка, то условную длину участка принимают равной удвоенной геометрической длине этого участка.

Исходя из вышеизложенных допущений, можно вычислить **удельный путевой** расход воды, т.е. расход воды, отбираемый с единицы условной длины магистральной сети:

**qуд.пут. = qжил.с. / ΣL усл. ,** (14)

где **qжил.с.** – расчетный расход воды жилого сектора населенного пункта;

**ΣL усл. –** сумма условных длин всех участков магистральной водопроводной сети.

Расход воды, забираемый на нужды жилого сектора на каждом конкретном участке, носит название **путевого** расхода воды. Путевые расходы воды определяем по формуле:

**qm-nпут. = qуд.пут. Lm-nусл. ,** (15)

где **Lm-nусл.** – условная длина участков сети.

Отбор воды из магистральной сети в общественные здания и промышленные предприятия осуществляют из конкретных узлов сети. Такие отборы называют сосредоточенными отборами, а расходы воды – **сосредоточенными** расходами воды. Перенесем в виде схемы с рис.5 трассу магистральной водопроводной сети с основными сооружениями. На этой схеме для двух расчетных режимов работы системы укажем все расчетные отборы воды из сети (табл.3), кроме жилого сектора. Отбор воды на тушение пожаров наметим в самой неблагоприятной точке. Такой точкой будет наиболее удаленный узел сети – узел 6.

Полученная схема представлена на рис 6.

ВБ

ВБ

10

1

2

3

4

5

6 (Д)

7

8

9

0,31 л/с

2,98 л/с

0,24 л/с

0,11 л/с

10

1

2

3

4

5

6 (Д)

7

8

9

0,31 л/с

32,98 л/с

0,24 л/с

0,11 л/с

НСII

НСII

***Рис.6.*** *Расчетная схема магистральной водопроводной сети (сосредоточенные расходы воды):* ***а*** *– режим максимального водопотребления;* ***б*** *– то же, при тушении пожаров.*

Для удобства ведения расчетов путевые расходы воды также заменяют сосредоточенными, т.е. условно считают, что половину путевого расхода забирают в начале участка, а половину в конце. Эти фиктивные сосредоточенные расходы воды называют **условными узловыми** расходамиводы.

**Qmу.узл. = 0,5(ql-mпут. + qm-nпут.).** (16)

**Расчетный узловой** расход воды:

**Qmр.узл. = Qmу.узл. + Qmсоср.** (17)

Результаты вычислений заносим в табл.5 и представляем в виде расчетной схемы на рис.7.

После вычисления узловых водоотборов производим предварительное (в первом приближении) потокораспределение по участкам магистральной сети. Направление потоков в кольце задаем согласно схеме. Точку встречи потоков намечаем в узле 6, как наиболее удаленном от начала сети. В дальнейшем этот узел будем именовать диктующим узлом.

При определении расчетных расходов воды по участкам сети следует руководствоваться следующим положением:

- для всех узлов сети должно выполняться условие (первый закон Кирхгофа):

**ΣQ i = 0** (18)

Количество воды, приходящее в узел, должно быть равно количеству воды, выходящему из этого узла.

Расчетные расходы воды по участкам сети будем определять, двигаясь от диктующего узла к началу сети. Предварительно выпишем на расчетную схему значения расчетных узловых расходов. В диктующем узле значения расчетных узловых расходов в рассматриваемом примере равны 10,35 л/с для первого расчетного случая и 40,35 л/с для случая пожаротушения. В соответствии с первым законом Кирхгофа расход воды, забираемый из узла, равен сумме расходов воды, поступающих в узел. В первом приближении будем считать, что половина расчетного узлового расхода, забираемого в диктующей точке, приходит по участку 5-6 и половина по участку 6-7. Тогда расчетный расход воды на участках, примыкающих к диктующему узлу составит 5,175 л/с для первого расчетного случая и 20,175 л/с для случая пожаротушения. Двигаясь от диктующего узла к началу сети, расчетные расходы воды на каждом участке получаем как сумму транзитного расхода, уходящего в последующий участок, и расчетного узлового расхода в концевом узле данного участка. Полученные в первом приближении значения расчетных расходов по участкам сети записываем на расчетную схему (рис.8).

***Определение расчетных узловых расходов для режимов максимального часового водоразбора и максимального часового водоразбора с пожаротушением в сутки максимального водопотребления***

**Таблица 5.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номера  узлов | Номера  участков | Длина  участков  м | Раздача | Условная  длина  участков  м | Путевой  расход  л/с | I расчетный случай | | | II расчетный случай | | |
| q усл.узл  л/с | q соср  л/с | q р.узл  л/с | q усл.узл  л/с | q соср  л/с | q р.узл  л/с |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 |  |  |  |  |  | 7,37 |  | 7,37 | 7,37 |  | 7,37 |
|  | 1-2 | 160 | 1 | 160 | 3,86 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  | 3,86 |  | 3,86 | 3,86 |  | 3,86 |
|  | 2-3 | 160 | 1 | 160 | 3,86 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  | 3,86 |  | 3,86 | 3,86 |  | 3,86 |
|  | 3-4 | 160 | 1 | 160 | 3,86 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  | 5,795 | 0,31 | 6,105 | 5,795 | 0,31 | 6,105 |
|  | 4-5 | 160 | 1 | 320 | 7,73 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  | 9,305 |  | 9,305 | 9,305 |  | 9,305 |
|  | 5-6 | 225 | 2 | 450 | 10,88 |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  | 7,37 | 2,98 | 10,35 | 7,37 | 32,98 | 40,35 |
|  | 6-7 | 160 | 1 | 160 | 3,86 |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  | 3,86 | 0,24 | 4,1 | 3,86 | 0,24 | 4,1 |
|  | 7-8 | 160 | 1 | 160 | 3,86 |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  | 3,86 |  | 3,86 | 3,86 |  | 3,86 |
|  | 8-9 | 160 | 1 | 160 | 3,86 |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  | 5,77 | 0,11 | 5,88 | 5,77 | 0,11 | 5,88 |
|  | 9-10 | 160 | 2 | 320 | 7,68 |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  | 9,28 |  | 9,28 | 9,28 |  | 9,28 |
|  | 10-1 | 225 | 2 | 450 | 10,88 |  |  |  |  |  |  |
| **Итого:** | | | | **3135** | **35,71** | **35,71** | **2,80** | **38,51** | **35,71** | **32,80** | **68,51** |

**ВБ**

**7,37 л/с**

**6,105 л/с**

**ВБ**

**10**

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6 (Д)**

**7**

**8**

**9**

**10,35 л/с**

**4,10 л/с**

**5,88 л/с**

**10**

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6 (Д)**

**7**

**8**

**9**

**6,105 л/с**

**4,10 л/с**

**5,88 л/с**

**НСII**

НСII

**3,86 л/с**

**3,86 л/с**

**9,305 л/с**

**3,86 л/с**

**9,28 л/с**

**3,86 л/с**

**9,28 л/с**

**9,305 л/с**

**3,86 л/с**

**3,86 л/с**

**7,37 л/с**

**40,35 л/с**

**Рис.7.** Расчетная схема магистральной водопроводной сети (расчетные узловые расходы воды): **а** – режим максимального водопотребления; **б** – то же, при тушении пожаров.

## 7.2. Гидравлический расчет.

Гидравлический расчет водопроводной сети сводится к выбору экономически наивыгоднейших диаметров труб и определению потерь напора на ее участках. Вычисленные потери напора используются затем для расчета высоты водонапорной башни и потребного напора насосов, питающих водопроводную сеть.

Начнем с определения диаметров труб. Магистральную водопроводную сеть будем изготовлять из асбестоцементных водопроводных труб (диаметры труб не более 500 мм). Заполним последовательно в табл.6 и 7 столбцы 1;2 и 4. При заполнении таблицы выделим участки с движением воды по часовой стрелке и против часовой стрелки. Для первого расчетного случая по приложению 14 (асбестоцементные трубы) в зависимости от экономического фактора Э (в нашем случае Э = 1) и расчетных расходов воды по участкам сети назначим условные диаметры труб. Диаметр труб магистральной сети согласно [1] должен быть не менее 100 мм. Выбранные диаметры заносим в столбец 3. Во втором расчетном случае (тушение пожаров) расчетные расходы по участкам сети больше, следовательно, больше будут и потери напора. Чтобы избежать чрезмерного (свыше 60 м) свободного напора в сети, необходимо на отдельных участках сети диаметр труб увеличить.

**ВБ**

**7,37 л/с**

**6,105 л/с**

**ВБ**

**10**

**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6 (Д)**

**7**

**8**

**9**

**10,35 л/с**

**4,10 л/с**

**5,88 л/с**

**10**

**1**

**2**

**3**

**4**

**6 (Д)**

**7**

**8**

**9**

**6,105 л/с**

**4,10 л/с**

**5,88 л/с**

**НСII**

НСII

**3,86 л/с**

**3,86 л/с**

**9,305 л/с**

**3,86 л/с**

**9,28 л/с**

**3,86 л/с**

**9,28 л/с**

**9,305 л/с**

**3,86 л/с**

**3,86 л/с**

**7,37 л/с**

**40,35 л/с**

**5,175 л/с**

**9,275 л/с**

**13,135 л/с**

**19,015 л/с**

**28,305 л/с**

**24,445 л/с**

**20,585 л/с**

**14,48 л/с**

**5,175 л/с**

**20,175 л/с**

**43,295 л/с**

**28,295 л/с**

**34,015 л/с**

**28,135 л/с**

**24,275 л/с**

**20,175 л/с**

**29,48 л/с**

**35,585 л/с**

**39,445 л/с**

**43,305 л/с**

**Рис.8.** Расчетная схема магистральной водопроводной сети (расчетные узловые расходы воды и расчетные расходы воды по участкам сети): **а** – режим максимального водопотребления; **б** – то же, при тушении пожаров.

Рекомендуем сравнить расчетные расходы воды по участкам сети для рассматриваемых режимов работы системы водоснабжения. Если при тушении пожаров расчетный расход возрастает более чем в 2,5 раза, то диаметр труб можно увеличить на один размер по сортаменту. В рассматриваемом примере диаметры труб увеличены на участках 3-4; 4-5; 5-6; 6-7.

Потери напора на отдельных участках сети определяем по формуле 12 (см. раздел 6). Величину скорости находим из выражения **ν= q** **× m,** где **m = 4/πd2**. Значения **А, m** и **К** берем из приложений 15 и 16.

Вычисляем и заносим в столбец 8 произведения **КАqрl**, которые потребуются в дальнейшем для определения поправочных расходов воды.

Проверим нашу сеть на соответствие второму закону Кирхгофа:

**Σh i = 0** (19)

Сумма потерь напора на участках с движением воды по часовой стрелке должна быть равна сумме потерь напора на участках с движением воды против часовой стрелки.

В практических расчетах считается допустимой невязка потерь напора **Δh** не более 0,3 м для первого расчетного случая и не более 0,5 м для случая пожаротушения.

В рассматриваемом примере:

**Δh 1 = 5,21 – 5,15 = 0,06 м < Δh доп = 0,3 м;**

**Δh 2 = 23,77 – 19,75 = 4,02 м > Δh доп = 0,5 м.**

В первом случае невязка потерь напора не превышает допустимую невязку, поэтому коррекцию расходов по участкам сети, производить не будем. Во втором случае невязка потерь напора превышает допустимую невязку, следовательно, заданное в первом приближении потокораспределение не соответствует реальности. Необходимо произвести коррекцию расходов по участкам сети или, как говорят, увязку сети.

Увязка кольцевой водопроводной сети сводится к определению значения поправочного расхода **Δq**, при внесении которого будет найдено истинное распределение расходов воды по участкам сети. Наибольшее распространение получил метод увязки кольцевых сетей предложенный проф. В.Г.Лобачевым. Согласно этому методу поправочный расход воды вычисляют по формуле:

**Δq = Δh / 2Σ КАqрl**  (20)

Полученный поправочный расход воды вносим со знаком «+» во все участки того полукольца магистральной водопроводной сети, в котором сумма потерь напора была меньше, и, наоборот, со знаком «-» во все участки полукольца, в котором сумма потерь напора была больше (первый закон Кирхгофа будет соблюден).

Определим поправочные расходы.

**Δq 2 = 4,02 / 2(0,702 + 0,915) = 1,24 л/с.**

В соответствии с вышеизложенным внесем поправки во все участки водопроводной сети. Получим новые расчетные расходы воды и проведем повторный гидравлический расчет водопроводной сети. Диаметры труб при этом не меняем (значения А останутся прежними). По окончании расчетов выполняем проверку на соблюдение второго закона Кирхгофа:

**Δh 2 = 21,68 – 21,43 = 0,25 м < Δh доп = 0,5 м.**

Результаты расчета удовлетворяют всем условиям. Гидравлический расчет завершен.

***Гидравлический расчет кольцевой магистральной сети в режиме максимального часового водоразбора в сутки максимального водопотребления***

**Таблица 6.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номера**  **участков** | | **Длина**  **участков**  **м** | **Диаметр**  **труб**  **мм** | **Предварительное распределение расходов** | | | | | | **Первое исправление** | | | |
| **qр, л/с** | **ν, м/с** | К | **А 10-6** | **КАqрl** | **h, м** | **qр±Δq**  **л/с** | **ν, м/с** | **К** | **h, м** |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1-2 | | 160 | 200 | 28,305 | 1,008 | 1,000 | 6,898 | 0,031 | 0,88 |  |  |  |  |
| 2-3 | | 160 | 200 | 24,445 | 0,870 | 1,016 | 6,898 | 0,027 | 0,67 |  |  |  |  |
| 3-4 | | 160 | 150 | 20,585 | 1,311 | 0,963 | 31,55 | 0,100 | 2,06 |  |  |  |  |
| 4-5 | | 160 | 150 | 14,48 | 0,922 | 1,016 | 31,55 | 0,074 | 1,08 |  |  |  |  |
| 5-6 | | 225 | 125 | 5,175 | 0,464 | 1,135 | 76,08 | 0,101 | 0,52 |  |  |  |  |
| **Итого:** | | | | | | | | **0,334** | **5,21** |  | | |  |
| 6-7 | 225 | | 125 | 5,175 | 0,464 | 1,135 | 76,08 | 0,101 | 0,52 |  |  |  |  |
| 7-8 | 160 | | 125 | 9,275 | 0,832 | 1,025 | 76,08 | 0,116 | 1,07 |  |  |  |  |
| 8-9 | 160 | | 150 | 13,135 | 0,837 | 1,025 | 31,55 | 0,068 | 0,89 |  |  |  |  |
| 9-10 | 160 | | 150 | 19,015 | 1,211 | 0,974 | 31,55 | 0,093 | 1,78 |  |  |  |  |
| 10-1 | 160 | | 200 | 28,295 | 1,007 | 1,000 | 6,898 | 0,031 | 0,88 |  |  |  |  |
| **Итого:** | | | | | | | | **0,409** | **5,15** |  | | |  |

***Гидравлический расчет кольцевой магистральной сети в режиме максимального часового водоразбора и пожаротушения в сутки максимального водопотребления***

**Таблица 7.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номера участков** | **Длина участков,м** | **Диаметртруб, мм** | **Предварительное распределение расходов** | | | | | | **Первое исправление** | | | |
| **qр, л/с** | **ν,м/с** | **К** | **А**  **10-6** | **КАqрl** | **h, м** | **qр±Δq**  **л/с** | **ν, м/с** | **К** | **h, м** |
| 1-2 | 160 | 200 | 43,305 | 1,542 | 0,944 | 6,898 | 0,045 | 1,95 | 44,545 | 1,586 | 0,936 | 2,05 |
| 2-3 | 160 | 200 | 39,445 | 1,404 | 0,953 | 6,898 | 0,041 | 1,64 | 40,685 | 1,448 | 0,944 | 1,72 |
| 3-4 | 160 | 150 | 35,585 | 2,267 | 0,895 | 31,55 | 0,161 | 5,72 | 36,825 | 2,346 | 0,895 | 6,13 |
| 4-5 | 160 | 150 | 29,48 | 1,878 | 0,916 | 31,55 | 0,136 | 4,02 | 30,72 | 1,957 | 0,910 | 4,34 |
| 5-6 | 225 | 125 | 20,175 | 1,810 | 0,922 | 76,08 | 0,318 | 6,42 | 21,415 | 1,921 | 0,916 | 7,19 |
| **Итого:** | | | | | | | **0,702** | **19,75** | **Итого:** | | | **21,43** |
| 6-7 | 225 | 125 | 20,175 | 1,810 | 0,922 | 76,08 | 0,318 | 6,42 | 18,935 | 1,698 | 0,928 | 5,70 |
| 7-8 | 160 | 125 | 24,275 | 2,177 | 0,900 | 76,08 | 0,266 | 6,46 | 23,035 | 2,066 | 0,905 | 5,85 |
| 8-9 | 160 | 150 | 28,135 | 1,792 | 0,922 | 31,55 | 0,131 | 3,68 | 26,895 | 1,713 | 0,928 | 3,39 |
| 9-10 | 160 | 150 | 34,015 | 2,167 | 0,900 | 31,55 | 0,155 | 5,26 | 32,775 | 2,088 | 0,905 | 4,91 |
| 10-1 | 160 | 200 | 43,295 | 1,541 | 0,944 | 6,898 | 0,045 | 1,95 | 42,055 | 1,497 | 0,944 | 1,84 |
| **Итого:** | | | | | | | **0,915** | **23,77** | **Итого:** | | | **21,68** |

# 8. Построение линий пьезометрических высот

Разбор воды большинством потребителей происходит на некоторой высоте над поверхностью земли, в связи, с чем в водопроводной сети должно поддерживаться определенное давление. Пьезометрическая высота, обеспечивающая нормальные условия эксплуатации водопровода, носит название свободного напора. Иначе говоря, свободный напор это расстояние от поверхности земли до пьезометрической линии. Минимальный свободный напор для населенных пунктов при максимальном хозяйственно-питьевом водопотреблении принимают [1, п.2.26]: при одноэтажной застройке не менее 10 м над поверхностью земли, при большей этажности на каждый этаж следует добавлять 4 м. В период тушения пожаров свободный напор в сети должен быть не менее 10 м, независимо от этажности зданий [1, п.2.30]. Максимальный напор хозяйственно-питьевого водопровода не должен превышать 60 м [1, п.2.28], в противном случае необходима установка регуляторов давления или зонирование системы водоснабжения.

Перед построением пьезометрических линий необходимо нанести на чертеж продольный профиль поверхности земли по трассе водопроводной сети. Трассу водопроводной сети намечаем от насосной станции второго подъема по водоводам и далее по полукольцу магистральной сети до диктующей точки (выбираем то полукольцо, где сумма потерь напора больше).

Построение пьезометрических линий начинаем от конца сети (от диктующей точки). Принимаем свободный напор в диктующей точке равным минимальному. Для режима максимального хозяйственно-питьевого водопотребления

**Нсв.мин = 10 + 4(n – 1),**

где **n** – количество этажей.

В нашем примере этажность зданий (см. задание) равна 5 этажам.

**Нсв.мин = 10 + 4(4 – 1) = 22 м.**

Для режима пожаротушения **Нсв.мин = 10 м.**

Добавив к отметке поверхности земли в диктующей точке значения минимальных свободных напоров, получим начальные отметки линий пьезометрических высот. Двигаясь последовательно по участкам сети к водонапорной башне и добавляя к полученным ранее отметкам пьезометрических линий потери напора на каждом из участков (табл.6 и 7), строим две линии пьезометрических высот. Свободный напор в узлах магистральной сети определяем как разность между отметками пьезометрических линий и поверхности земли. Свободный напор в точке расположения водонапорной башни (в режиме максимального хозяйственно-питьевого водопотребления) определяет высоту башни от поверхности земли до дна бака. Аналитически высоту водонапорной башни можно определить из выражения:

**НВБ = Нсв.мин + Σh - ( ∇1 - ∇д ),**

где: **Нсв.мин** – минимальный свободный напор в диктующей точке для случая максимального хозяйственно-питьевого водопотребления;

**Σh** – сумма потерь напора от диктующей точки до начала кольцевой сети (см. табл.6);

**∇1** и **∇д** – отметки поверхности земли в начале сети и в диктующей точке.

Для рассматриваемого варианта **НВБ = 22 + 5,21 - (78,1 – 80,82) = 29,93 м**

В режиме максимального водопотребления пьезометрическая линия в створе водонапорной башни делает скачок вверх на высоту, равную наибольшей глубине воды в баке водонапорной башни (см. п.4.3.). При пожаротушении водонапорная башня не работает, поэтому пьезометрическая линия в этом случае разрывов не имеет и является непрерывной. Добавив к отметкам пьезометрических линий в створе водонапорной башни соответствующие потери напора в водоводах (см. п.6), получим отметки пьезометрических линий в створе насосной станции второго подъема. Разница между этими отметками и отметкой дна резервуаров чистой воды (см. п.4.2.) определяет расчетный напор насосов насосной станции второго подъема. Для первого расчетного случая:

**Нр1 = 111,28 – 76,10= 35,18 м;**

Для второго расчетного случая:

**Нр2 = 122,86 – 76,10 = 46,76 м.**

На рис.9 построены линии пьезометрических высот для рассматриваемого конкретного примера и обозначены расчетные значения напоров насосной станции второго подъема и высоты водонапорной башни.





1

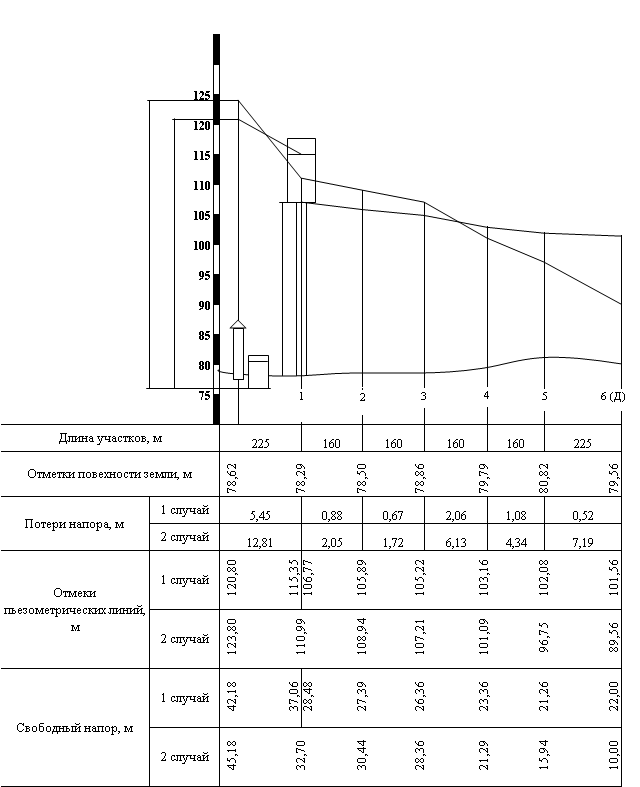
2











**Рис.9.** Линии пьезометрических высот: 1–режим максимального хозяйственно-питьевого водопотребления; 2- то же при пожаротушении.

**Приложения**

## Приложение 1

**Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах [1]**

|  |  |
| --- | --- |
| Степень благоустройства районов жилой застройки | Удельное хозяйственно-питьевоеводопотребления в населенных пунктах на 1 жителя среднесуточное (за год) в л/сут |
| 1. Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией без ванн | 125-160 |
| 2. То же, с ваннами и местными водонагревателями | 160-230 |
| 3. То же, с централизованным горячим водоснабжением | 230-350 |

Примечания:

1. Для районов застройки зданиями с водопользованием из водоразборных колонок норму среднесуточного за год водопотребления на одного жителя следует принимать 30-50 л/сут.
2. Нормами водопотребления учтены расходы воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды в жилых и общественных зданиях (за исключением домов отдыха, санаториев и пионерских лагерей).
3. Выбор норм водопотребления в пределах, указанных в таблице, производят в зависимости от природно-климатических условий, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства зданий, этажности застройки, уклада жизни населения и других местных условий.
4. При централизованной системе горячего водоснабжения до 40% общего расхода воды подают из сетей теплоснабжения.

## Приложение 2

**Нормы расхода холодной воды в общественных зданиях [2]**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование водопотребителя | Измеритель | Максимальный суточный расход в л/сут |
| 1. Общежития:  - с общими душевыми  - с душами при всех жилых комнатах  - с общими кухнями и блоками душевых  на этажах при жилых комнатах в каждой  секции здания  2. Гостиницы:  - с общими ваннами и душами  - с душами во всех отдельных номерах  - с ваннами в отдельных номерах, % от  от общего числа номеров:  до 25  до 75  до 100  3. Больницы:  - с общими ваннами и душевыми  - с санитарными узлами, приближенными  к палатам  4. Детские ясли-сады  - с дневным пребыванием детей  5. Школы-интернаты  - со спальными помещениями  6. Клубы  7. Предприятия общественного питания | 1 житель  1 житель  1 житель  1 житель  1 житель  1 житель  1 житель  1 житель  1 койка  1 койка  1 ребенок  1 место  1 место  1 блюдо | 40  50  70  50  90  100  100  120  40  110  70  40  7  13,3 |

## Приложение 3

**Удельное водопотребление холодной воды на хозяйственно-питьевые нужды на промышленных предприятиях [2]**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Виды цехов | Нормы расхода воды на 1 человека в смену в л. | Коэффициент часовой неравномерности водопотребления |
| В цехах с тепловыделением более 84 кДж на 1 м/ч  (горячие цехи)  В остальных цехах | 21  14 | 2,5  3 |

Нормы расхода воды на технологические нужды промышленных предприятий определяют в зависимости от вида и технологии производства.

## Приложение 4

**Нормативные данные для расчета расхода воды на душ на промышленных предприятиях [2,3]**

Часовой расход холодной воды на одну душевую сетку на промышленных предприятиях следует принимать равным 230 л; продолжительность пользования душем – 45 минут после окончания смены.

Количество человек, обслуживаемых одной душевой сеткой принимают в зависимости от группы производственного процесса и его санитарных характеристик в соответствии с таблицей:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группы производственных процессов | Санитарные характеристики производственных процессов | Количество человек на 1 душевую сетку |
| I | а) Не вызывающие загрязнение одежды и рук  б) Вызывающие загрязнение одежды и рук | 15  7 |
| II | в) С применением воды  г) С выделением больших количеств пыли, либо особо загрязняющих веществ | 5  3 |

## Приложение 5

**Коэффициенты неравномерности водопотребления [1]**

Коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели, надлежит принимать равным:

**К сут.**макс **=** **1,1 … 1,3;** **К сут.мин** **= 0,7 … 0,9.**

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления следует определять из выражений:

**К ч.макс** **=** **α макс** **β макс**;

**К ч.мин** **=** **α** **мин**  **β мин**,

где **α**- коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимаемый:

**α макс**  **= 1,2 … 1,4**; **α** **мин**  **= 0,4 … 0,6**.

**β**- коэффициент, учитывающий количество жителей в населенном пункте,

и принимаемый по таблице:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число жителей  в тыс.чел. | от 4 до 6 | 10 | 20 | 50 | 100 | 300 | 1000 и более |
| **β макс**  **β мин** | 1,4  0,25 | 1,3  0,4 | 1,2  0,5 | 1,15  0,6 | 1,1  0,7 | 1,05  0,85 | 1  1 |

## Приложение 6

**Режим хозяйственно-питьевого водопотребления населения**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Часы  суток | Расчетные расходы воды в % от максимального суточного потребления при **К ч.макс** | | | | | | |
| 1,35 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 2,0 |
| 0-1  1-2  2-3  3-4  4-5  5-6  6-7  7-8  8-9  9-10  10-11  11-12  12-13  13-14  14-15  15-16  16-17  17-18  18-19  19-20  20-21  21-22  22-23  23-24 | 3,13  2,12  2,10  2,10  2,55  3,36  4,83  4,93  5,50  5,41  5,03  4,71  4,07  3,91  3,74  4,21  4,48  4,34  4,60  5,14  5,32  5,63  5,23  3,56 | 2,98  1,92  1,91  1,91  2,36  3,23  4,90  5,02  5,68  5,58  5,14  4,76  4,03  3,85  3,66  4,19  4,50  4,35  4,63  5,26  5,48  5,83  5,37  3,46 | 2,70  1,58  1,57  1,58  2,01  2,99  5,02  5,18  6,05  5,92  5,34  4,86  3,93  3,72  3,49  4,14  4,51  4,32  4,69  5,49  5,78  6,25  5,63  3,25 | 2,44  1,36  1,26  1,36  1,61  2,75  4,13  5,33  6,42  6,24  5,52  4,92  3,82  3,58  3,32  4,06  4,51  4,29  5,72  5,70  6,07  6,67  5,88  3,04 | 2,19  1,14  1,02  1,14  1,35  2,52  5,21  5,45  6,77  6,56  5,68  4,98  3,70  3,42  3,14  3,97  4,49  4,23  4,74  5,91  6,34  7,08  6,13  2,84 | 1,96  0,96  0,83  0,96  1,12  2,31  4,28  5,55  7,12  6,86  5,82  5,01  4,56  3,27  2,96  3,87  4,45  4,17  4,75  6,09  6,61  7,50  6,35  2,64 | 1,56  0,69  0,53  0,69  0,74  1,91  5,36  5,75  7,81  7,46  6,07  5,03  3,30  2,95  2,60  3,64  4,34  3,99  4,69  6,72  7,11  8,03  6,77  2,26 |

## Приложение 7

**Режимы хозяйственно-питьевого водопотребления на промышленных предприятиях**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Восьмичасовая смена | | | Семичасовая смена | | |
| Часы смены | Расходы воды в % от  потребления за смену | | Часы смены | Расходы воды в % от потребления за смену | |
| **Кч**=2,5  (горячие цехи) | **Кч=3**  (другие цехи) | **Кч** =2,5  (горячие цехи) | **К ч**=3  (другие цехи) |
| 1-2  2-3  3-4  4-5  5-6  6-7  7-8  8-9 | 12,05  12,05  12,05  12,05  12,05  12,05  12,05  15,65 | 6,25  12,50  12,50  18,75  6,25  12,50  12,50  18,75 | 1-2  2-3  3-4  4-5  5-6  6-7  7-8 | 10  13  18  10  13  18  18 | 5,8  12,0  21,4  5,9  12,0  21,4  21,5 |

## Приложение 8

**Режимы суточного водопотребления в общественных зданиях**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Часы суток | Расходы воды в % от суточного потребления | | | | | |
| Общежития,  интернаты | Больницы,  гостиницы | Столовые | Детские сады | Детские  ясли | Клубы |
| 0-1  1-2  2-3  3-4  4-5  5-6  6-7  7-8  8-9  9-10  10-11  11-12  12-13  13-14  14-15  15-16  16-17  17-18  18-19  19-20  20-21  21-22  22-23  23-24 | 0,15  0,15  0,15  0,15  0,15  0,25  0,30  30,00  6,80  4,60  3,60  2,00  3,00  3,00  3,00  3,00  4,00  3,60  3,30  5,00  2,60  18,60  1,60  1,00 | 0,2  0,2  0,2  0,2  0,5  0,5  3,0  5,0  8,0  10,0  6,0  10,0  10,0  6,0  5,0  8,5  5,5  5,0  5,0  5,0  2,0  0,7  3,0  0,5 | -  -  -  -  -  -  12,0  3,0  1,0  18,0  16,0  2,0  1,0  1,0  4,0  4,0  4,0  6,0  3,0  6,0  7,0  10,0  -  - | -  -  -  -  -  -  5,0  3,0  15,0  5,5  3,4  7,4  21,0  2,8  2,4  4,5  4,0  16,0  3,0  2,0  2,0  3,0  -  - | -  -  -  -  -  -  10  5  7  5  7  3  20  6  6  6  2  12  6  1  1  3  -  - | -  -  -  -  -  -  -  -  7  8  -  -  -  -  -  -  8  15  9  14  10  8  9  12 |

## Приложение 9

**Время заполнения баков-аккумуляторов [2]**

Запас воды в баках-аккумуляторах, устраиваемых в бытовых зданиях и помещениях промышленных предприятий, следует определять в зависимости от времени их заполнения в течение смены, принимаемого по таблице:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Число душевых сеток | 10 - 20 | 21 - 30 | 31 и более |
| Время заполнения баков-аккумуляторов в часах | 2 | 3 | 4 |

## Приложение 10

**Размеры типовых резервуаров для воды**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вмести-  мость,  м3 | Круглые резервуары | | | | Прямоугольные резервуары | | |
| Сборные | | Монолитные | | Сборные | | |
| Диаметр | Высота | Диаметр | Высота | Ширина | Длина | Высота |
| 50  100  150  250  400  500  600  1000  1500  2000  3000 | 6  6  -  9  -  12  -  18  -  24  30 | 1,8  3,6  -  3,6  -  4,8  -  4,8  -  4,8  4,8 | 4,7  6,5  8,0  10,0  13,0  -  13,0  19,0  22,0  25,4  - | 3,5  3,5  3,5  3,7  3,7  -  5,0  4,0  4,5  4,5  - | 3  6  -  6  -  12  -  12  -  18  24 | 6  6  -  12  -  12  -  18  -  24  30 | 3,6  3,6  -  3,6  3,6  4,8  -  4,8  -  4,8  4,8 |

## Приложение 11

**Расчетный расход воды на наружное пожаротушение и расчетное количество одновременных пожаров в населенных пунктах [1]**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Количество жителей в населенном пункте в тыс.чел.,до | Расчетное количество одновременных пожаров | Расходы воды на наружное пожаротушение в населенных пунктах в л/с | |
| Застройка зданиями до двух этажей включительно | Застройка зданиями свыше двух этажей |
| 5  10  25  50  100  200  300  400  500 | 1  1  2  2  2  3  3  3  3 | 10  10  10  20  25  -  -  -  - | 10  15  15  25  35  40  55  70  80 |

## Приложение 12

**Средние значения экономического фактора Э [1]**

Значения предельных экономических расходов зависят от экономического фактора **Э**, средние значения которого в первом приближении можно принимать:

Для Сибири и Урала (большая глубина заложения труб, относительно дешевая электроэнергия)……………… ………………………………… …**0,5**

Для центральных и западных районов Европейской части России……….………………………………………………………………. .. **.0,75**

Для южных районов (небольшая глубина заложения труб, относительно дорогая электроэнергия)………………………… ……… ……**1,0**

## Приложение 13

**Предельные экономические расходы для стальных и чугунных труб [4]**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Условный диаметр труб **dУ**  в мм | Предельные экономические расходы в л/с | | | | | |
| **Э=0,5** | | **Э=0,75** | | **Э=1,0** | |
| Стальные | Чугунные | Стальные | Чугунные | Стальные | Чугунные |
| 100  125  150  175  200  250  300  350  400  450  500  600 | 13,4  19,0  25,0  33,4  53,0  82,0  118,0  161,0  211,0  268,0  360,0  507,0 | 10,6  16,8  28,3  -  51,2  82,2  121,0  167,0  220,0  286,0  394,0  581,0 | 11,7  16,6  21,8  29,2  46,0  71,0  103,0  140,0  184,0  234,0  315,0  443,0 | 9,3  14,5  24,0  -  43,0  73,0  106,0  146,0  196,0  256,0  352,0  530,0 | 10,6  15,1  19,8  26,5  42,0  65,0  93,0  128,0  167,0  213,0  286,0  402,0 | 8,4  13,3  22,4  -  40,6  65,3  96,0  132,0  175,0  227,0  313,0  461,0 |

## Приложение 14

**Предельные экономические расходы для асбестоцементных труб [4]**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Условный диаметр труб **dУ**  в мм | Предельные экономические расходы в л/с | | |
| **Э=0,5** | **Э=0,75** | **Э=1,0** |
| 100  125  150  200  250  300  350  400  500 | 10,1  15,2  26,1  48,7  78,2  114,0  160,0  240,0  560,0 | 9,1  13,8  23,6  44,0  71,0  103,0  144,0  217,0  505,0 | 8,4  12,7  21,8  40,7  65,3  95,6  133,0  201,0  465,0 |

## Приложение 15

**Значения удельных сопротивлений А (для q в м3/с) и коэффициента m=4/πd2 для асбестоцементных, неновых стальных и чугунных труб [4]**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **dУ**,  мм | Стальные | | Чугунные | | Асбестоцементные | |
| **А** | **m** | **А** | **m** | **А** | **m** |
| 100  125  150  175  200  250  300  350  400  450  500  600 | 172,9  76,36  30,65  20,79  6,969  2,187  0,8466  0,3731  0,1859  0,09938  0,05784  0,02262 | 0,098  0,072  0,051  0,044  0,0292  0,0188  0,0132  0,00966  0,00743  0,00586  0,00478  0,00336 | 311,7  96,72  37,11  -  8,092  2,528  0,9485  0,4365  0,2189  0,1186  0,06778  0,02596 | 0,122  0,0787  0,0548  -  0,0310  0,0199  0,0137  0,0103  0,00791  0,00697  0,00508  0,00354 | 187,7  76,08  31,55  -  6,898  2,227  0,914  0,4342  0,2171  -  0,07138  - | 0,127  0,0897  0,0637  -  0,0356  0,0231  0,0164  0,0123  0,0094  -  0,00611  - |

## Приложение 16

**Поправочные коэффициенты к значениям А для стальных, чугунных и асбестоцементных труб в зависимости от скорости движения воды υ [4]**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **υ**, м/с | **К** | |
| Стальные и чугунные трубы | Асбестоцементные трубы |
| 0,10  0,20  0,25  0,30  0,35  0,40  0,45  0,50  0,55  0,60  0,65  0,70  0,75  0,80  0,85  0,90  1,00  1,10  1,20  1,30  1,40  1,50  1,60  1,70  1,80  1,90  2,00  2,10  2,20  2,30  2,40  2,50 | 1,68  1,41  1,33  1,28  1,24  1,20  1,175  1,15  1,13  1,115  1,10  1,085  1,07  1,06  1,05  1,04  1,03  1,015  1,00  1,00  1,00  1,00  1,00  1,00  1,00  1,00  1,00  1,00  1,00  1,00  1,00  1,00 | 1,483  1,308  1,257  1,217  1,185  1,158  1,135  1,115  1,098  1,082  1,069  1,056  1,045  1,034  1,025  1,016  1,000  0,986  0,974  0,963  0,953  0,944  0,936  0,928  0,922  0,916  0,910  0,905  0,900  0,895  0,891  0,887 |

**Приложение 17**

**Категории централизованных систем водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды [1]**

**I** — допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30 % расчетного расхода и на производственные нужды до предела, устанавливаемого аварийным графиком работы предприятий; длительность снижения подачи не должна превышать 3 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускаются на время выключения поврежденных и включения резервных элементов системы (оборудования, арматуры, сооружений, трубопроводов и др.), но не более чем на 10 мин;

**II** — величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при I категории; длительность снижения подачи не должна превышать 10 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускаются на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 6 ч;

**III** — величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при I категории; длительность снижения подачи не должна превышать 15 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время проведения ремонта, но не более чем на 24 ч.

Объединенные хозяйственно-питьевые и производственные водопроводы населенных пунктов при числе жителей в них более 50 тыс. чел. следует относить к I категории; от 5 до 50 тыс. чел. — ко II категории; менее 5 тыс. чел. — к III категории.

**Литература**

1. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М.: Стройиздат, 1985.
2. СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий./Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.
3. СНиП 2.09.02-85
4. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1973.