Таблица 1. Исходные данные к курсовому проекту «водопроводная сеть населенного пункта»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Местонахождение города | Рязанская область |
| 2 | Число районов | 2 |
| 3 | Грунтовые условия | суглинок |
| 4 | Средняя глубина до УГВ | 5,0 м |
| 5 | Степень благоустройства зданий по районам | 1 район - III2 район - II |
| 6 | Этажность застройки по районам | 1 район – 42 район – 2 |
| 7 | Плотность населения по районам | 1 район – 100 чел/га2 район – 110 чел/га |
| 8 | Поливаемая площадь в % от площади района | 1 район – 23 %2 район – 12 % |
| 9 | Расстояние от насосной станции второго подъема до города | 700 м |
| 10 | Сведения о предприятии | Завод синтетического каучука |
| 10.1 | Часы работы смен | 1 смена – 7…152 смена – 15…23 |
| 10.2 | Количество работающих по сменам | 1 смена – 1500 чел2 смена – 1000 чел |
| 10.3 | Количество работающих в холодных цехах в % от общего числа работающих по сменам | 1 смена – 70 %2 смена – 60 % |
| 10.4 | Количество работающих, принимающих душ в % от числа работающих в данную смену | 1 смена:ХЦ – 25 %ГЦ – 37 %2 смена:ХЦ – 32 %ГЦ – 42 % |
| 10.5 | Одной душевой сеткой пользуются | 9 человек |
| 10.6 | Расход питьевой воды на технологические нужды по сменам | 1 смена – 6000 м32 смена – 4000 м3 |
| 10.7 | Категория производства по пожарной опасности | В |
| 10.8 | Степень огнестойкости здания | IV |
| 10.9 | Объем наибольшего здания | 25000 м3 |
| 10.10 | Требуемый напор на воде | 20 м |
| 10.11 | Поливаемая площадь в % от общей площади промпредприятия | 9 % |

* 1. Основные принципы трассировки кольцевых водопроводных сетей

Кольцевание сети должны обеспечить требования бесперебойности подачи воды, определенные СНиП.

Магистральные водопроводные линии предназначены для транзитного транспортирования воды на территории города. Распределительные линии получают воду от магистралей и отдают ее потребителям через домовые вводы и водоразборные колонки. Трассы магистральных трубопроводов намечают исходя из следующих соображений:

а) магистральные линии проложены в направлении основных потоков воды;

б) линии наружного контура сети обеспечивают двухстороннее питание потребителей;

в) водонапорной башни располагается на самой высокой отметке;

г) насосная станция II подъема удалена от города на 700 м.

1.2 Определение расчетных расходов воды населенного пункта

Суточное количество потребляемой на хозяйственно-питьевые нужды воды населенного пункта зависит от нормы водопотребления, назначаемой взависимости от степени благоустройства жилой застройки и от географического расположения населенного пункта.

Количество населения определяется по формуле

где - плотность населения, чел/га;

 - площадь обводняемой территории, га.

В населенном пункте имеется два района с различной плотностью, количество населения определяется

 *человек*

 *человек*

N = 13578+1887=15473 человека

Расчетный (средний за год) суточный расход воды определяется по формуле

где - норма водопотребления, принимаемая по табл. 3, л/сут. чел

 - расчетное число жителей, чел.







Расчетный расход воды в сутки максимального и минимального водопотребления определяется по формуле

где - максимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления, учитывающий уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства здания, изменение водопотребления по сезонам года и дня.



Максимальный расчетный часовой расход определяется по формуле

где - максимальный коэффициент часовой неравномерности, определяемой по формуле

где - коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия и равный 0,5 – 1,3

 - коэффициент, учитывающий количество жителей в населенном пункте, принимаемый по таблице 4.



По часам суток максимальное общее суточное водопотребление населенного места на хозяйственно-питьевые нужды распределяется в зависимости от величины .

1.2.1 Расход воды в банях

В соответствии с нормами водопотребления расход воды в бане составляет 180 л/ч на одного человека. Количество мест в бане определяется из расчета 10 мест на 1000 жителей (с учетом перспективы повышения благоустройства количество мест на 1000 жителей может быть снижено до 5).

Продолжительность работы бани принимается = 16 часов, т.е. две смены (7...15, 15…23), продолжительность одной помывки = 0,75 1 час.

Количество мест в бане равно

I район

 мест

II район

 мест

Разработаны проекты типовых бань вместимостью 50,100,200, 300 мест в бане.

Принимаем 2 бани вместимостью 100 мест в первом районе и 50 – во втором.

Суточный расход бани

где - количество мест в типовой бане;

 - норма водопотребления на одного человека, л/ч

 - продолжительность работы бани, ч

 - продолжительность помывки, ч

 м3/сут

 м3/сут

 м3/сут

Коэффициент неравномерности Кчас=1. По часам суток этот коэффициент распределен в таблице 2 (графа 4).

Часовой расход обеих бань составляет

 м3/ч

1.2.2 Расход воды в прачечной

Норма водопотребления воды в прачечной составляет 75 л на 1 кг сухого белья. Количество белья, поступающее в прачечную за одну смену (продолжительность смены 8 часов) от 1000 жителей, равно кг (с учётом перспективы развития населенного пункта может быть увеличено до 100 кг). Общее количество белья

 кг/смена

Прачечные следует проектировать производительностью 1000, 2000, 3000, 5000, 7500 и более кг белья в смену. Прачечные работают по 16 часов (7...15, 15…23) в 2 смены ().

Суточное потребление воды

, м3/сут

где - норма водопотребления воды в прачечной, л/кг;

= 75 л/кг

 - количество смен;

 м3/сут

Коэффициент неравномерности Кчас=1. По часам суток этот коэффициент распределен в таблице 2 (графа 5).

Часовой расход равен

 м3/час

1.2.3 Расход воды в больнице

Норма водопотребления на койку в больнице составляет = 250 л в сутки. Количество коек в больнице определяется из расчета 4÷6 коек на 1000 жителей

 места

Принимаем к расчёту типовую больницу на 100 мест.

Суточное потребление воды в больнице равно

 м3/сут

 м3/сут

Часовое распределение воды в больнице следует принимать согласно графы 6.табл.2.

1.2.4 Расход воды в гостинице

Норма суточного водопотребления в гостинице принимается из расчета =200÷300 л/сут на одного человека. Число мест в гостинице определяется из расчета 3-5 мест (с учетом перспективы развития до 10 мест) на 1000 жителей.

 места

Принимаем гостиницу на 100 мест.

Суточное потребление гостиницы

м3/сут

 м3/сут

Часовое распределение суточного расхода гостиницы в *%* приведено в графе 8 табл.2.

1.2.5 Расход воды на предприятии

1.2.5.1 Расход воды на технологические процессы

Распределение расходов воды, на производственные нужды, принимается равномерным по часам смены (Кч=1). В соответствии с заданием расходы воды для каждой смены делим на восемь часов (распределяем в графе 11). Тогда часовой расход в I смену составит

 м3/час

Аналогично определяем расходы воды во II смену

 м3/час

Расходы воды на производственные нужды распределены в графе 13 таблицы 2. Первая смена начинает свою работу в 7 часов, вторая - в 15 часов.

1.2.5.2 Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в горячих цехах определяется по формуле

, м3/см

где 45 - норма хозяйственно-питьевого водопотребления на промпредприятии на одного человека в смену в горячих цехах, л/с;

*n -* число рабочих в данную смену;

 - процент работающих в горячих цехах, %.

 м3/см

 м3/см

В холодных цехах расход определяется по формуле

, м3/см

 м3/см

 м3/см

Распределение хозяйственно-питьевых расходов по часам суток производится в зависимости от коэффициента часовой неравномерности (табл.2, графы 15, 19).

1.2.5.3 Определение душевых расходов

Следует находить в соответствии количество душевых сеток, которые принимают в горячих цехах семь человек на одну душевую сетку, в холодных цехах семь человек на одну душевую сетку.

Определяем количество душевых сеток

В горячих цехах

В горячих цехах душем пользуются в I смену 37 %, II смена 42 % работников.

I смена

1500∙0,30=450 человек работает. Из них принимает душ 37 %: 450∙0,37=167 чел.

 сеток

II смена

1000∙0,40=400 человек работает. Из них пользуются душем 42%:400∙0,42=168 человек

 сеток

В холодных цехах

В холодных цехах душем пользуются в I смену 25% работников, во II смену 32%.

I смена

1500∙0,7=1050 человек работает. Из них пользуются душем 25% 1050∙0,25=263 чел.

 сеток

II смена

1000∙0,60=600 человек работает. Из них пользуется душем 32% 600∙0,32=192 чел.

 сетки

Количество воды на душ в смену

; м3/см

где - принимается в соответствии с п.3.8 [1]равным 375л (часовой расход на одну душевую сетку принимается равным 500 л*,* продолжительность пользования душем - 45 мин).

В горячих цехах

 м3/см

 м3/см

В холодных цехах

м3/см

 м3/см

Принимаем, что в каждую смену за 5 часов до конца ее подогревается половина необходимого количества воды, т.е. по 10% в час, а холодная вода будет подаваться после окончания данной смены (в первый час последующей) в количестве 50% общего расхода смены на душевые установки.

1.2.6 Расход воды на поливку

Расход воды на поливку улиц и зеленых насаждения принимается дополнительно к городскому расходу. При отсутствии данных в величине и характере площадей поливки суммарный расход на поливку в пересчете на одного жителя принимается в зависимости от местных условий в пределах 50 90 л/чел в сутки. Поливка производится, как правило, поливочными машинами в течении 16 часов и дворниками в течение 6-8 часов (по 3-4 утром и вечером).

При распределении поливочных расходов по часам суток следует стремиться к тому, чтобы часы поливки не совпадали с часами максимального хозяйственно-питьевого расхода.

Расход воды на поливку автомашинами составляет 60 - 70% от общего расхода на поливку. Общий расход на поливку

 , м3/сут

 м3/сут

Расход воды на поливку автомашинами

 м3/сут

 м3/сут

Расход воды на поливку дворниками составляет 30 – 40% от общего расхода на поливку

 м3/сут

 м3/сут

Специфика отбора воды из сети для поливки улиц и зеленых насаждений позволяет классифицировать поливочные расхода как равномерно распределённые по длине сети расходы.

Расход воды в час на поливку автомашинами

 м3/час

 м3/час

Расход воды на поливку дворниками

 м3/час

 м3/час

Распределение расходов воды на поливку произведено в графах 21 и 22 табл.2.

Путевые расходы получены в результате сложения граф 10, 21 и 22, приведены в графе 23. Суммарное значение расходов графы 23должно быть равно соответственно суммарных значений этих же граф.

Графа 24 - Сосредоточенные расходы - является результатом сложения граф 4, 5, 7, 9, 20. Причем сумма 24-ой графы должна быть равна сумме этих граф.

Общегородские расходы (графа 25) получаются в результате сложения путевых, или равномерно распределенных расходов (графа 23), и сосредоточенных расходов (графа 24).

1.2.7 Расход воды на тушение пожаров

Расход воды на тушение пожаров определяется по таблице 10 [1]. Согласно п.3.22 [1] и [пункт 3.10, 2] расход воды на тушение пожара внутри зданий; оборудованных пожарными кранами, следует учитывать дополнительно к расходам на наружное пожаротушение из расчета двух пожарных струй производительностью до 2,5 л/с каждая для общественных и жилых зданий объемом более 25000 м3 и одной струи для здания менее 25000 м3. При определении расчетных расходов во время пожаротушения согласно [пункт 3.20, 1] не учитываются на промпредприятиях расходы воды поливку территорий, прием душа, мытье полов и мойку технологического оборудования.

При количестве населения 115473 человек и этажности застройки 4 этажей должны быть приняты 2 расчетных пожара по 15 л/с, то есть по 30 л/с на каждый пожар и 20 л/с на тушение пожара на предприятии.

Таблица 2. Определение расходов по часам в сутки максимального водопотребления

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Часы суток | Городские расходы | Расходы без коммунальных объектов | Промышленное предприятие |
| % от суточного расхода при к=1,50 | Максимальные расходы, м3/час | Баня, м3/ч | Прачечная, м3/ч | больница | гостиница | Производственные расходы, м3/час | Холодные цеха |
| Бытовые | душевые |
| % | м3/ч | % | м3/ч | % | м3/час | % | м3/час |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 0 - 1 | 1,50 | 93,35 | - | - | 0,2 | 0,05 | 0,2 | 0,05 | 93,25 | - | - | - | - | - |
| 1 - 2 | 1,50 | 93,35 | - | - | 0,2 | 0,05 | 0,2 | 0,05 | 93,25 | - | - | - | - | - |
| 2 - 3 | 1,50 | 93,35 | - | - | 0,2 | 0,05 | 0,2 | 0,05 | 93,25 | - | - | - | - | - |
| 3 - 4 | 1,50 | 93,35 | - | - | 0,2 | 0,05 | 0,2 | 0,05 | 93,25 | - | - | - | - | - |
| 4 - 5 | 2,50 | 155,58 | - | - | 0,5 | 0,13 | 0,5 | 0,13 | 155,33 | - | - | - | - | - |
| 5 - 6 | 3,50 | 217,82 | - | - | 0,5 | 0,13 | 0,5 | 0,13 | 217,57 | - | - | - | - | - |
| 6 - 7 | 4,50 | 280,05 | - | - | 3 | 0,75 | 3 | 0,75 | 278,55 | - | - | - | - | - |
| 7 - 8 | 5,50 | 342,28 | 27,00 | 18,75 | 5 | 1,25 | 5 | 1,25 | 294,03 | 750 | 6,25 | 1,64 | - | - |
| 8 - 9 | 6,25 | 388,96 | 27,00 | 18,75 | 8 | 2,00 | 8 | 2,00 | 339,21 | 750 | 12,5 | 3,28 | - | - |
| 9 - 10 | 6,25 | 388,96 | 27,00 | 18,75 | 10 | 2,50 | 10 | 2,50 | 338,21 | 750 | 12,5 | 3,28 | - | - |
| 10 - 11 | 6,25 | 388,96 | 27,00 | 18,75 | 6 | 1,50 | 6 | 1,50 | 340,21 | 750 | 18,75 | 4,92 | 10 | 1,125 |
| 11 - 12 | 6,25 | 388,96 | 27,00 | 18,75 | 10 | 2,50 | 10 | 2,50 | 338,21 | 750 | 6,25 | 1,64 | 10 | 1,125 |
| 12 - 13 | 5,00 | 311,17 | 27,00 | 18,75 | 10 | 2,50 | 10 | 2,50 | 260,42 | 750 | 12,5 | 3,28 | 10 | 1,125 |
| 13 - 14 | 5,00 | 311,17 | 27,00 | 18,75 | 6 | 1,50 | 6 | 1,50 | 262,42 | 750 | 12,5 | 3,28 | 10 | 1,125 |
| 14 - 15 | 5,50 | 342,28 | 27,00 | 18,75 | 5 | 1,25 | 5 | 1,25 | 294,03 | 750 | 18,75 | 4,92 | 10 | 1,125 |
| 15 - 16 | 6,00 | 373,40 | 27,00 | 18,75 | 8,5 | 2,13 | 8,5 | 2,13 | 323,40 | 500 | 6,25 | 0,94 | 50 | 5,625 |
| 16 - 17 | 6,00 | 373,40 | 27,00 | 18,75 | 5,5 | 1,38 | 5,5 | 1,38 | 324,90 | 500 | 12,5 | 1,88 | - | - |
| 17 - 18 | 5,50 | 342,28 | 27,00 | 18,75 | 5 | 1,25 | 5 | 1,25 | 294,03 | 500 | 12,5 | 1,88 | - | - |
| 18 - 19 | 5,00 | 311,17 | 27,00 | 18,75 | 5 | 1,25 | 5 | 1,25 | 262,92 | 500 | 18,75 | 2,81 | 10 | 0,825 |
| 19 - 20 | 4,50 | 280,05 | 27,00 | 18,75 | 5 | 1,25 | 5 | 1,25 | 231,80 | 500 | 6,25 | 0,94 | 10 | 0,825 |
| 20 - 21 | 4,00 | 248,93 | 27,00 | 18,75 | 2 | 0,50 | 2 | 0,50 | 202,18 | 500 | 12,5 | 1,88 | 10 | 0,825 |
| 21 - 22 | 3,00 | 186,70 | 27,00 | 18,75 | 0,7 | 0,18 | 0,7 | 0,18 | 140,60 | 500 | 12,5 | 1,88 | 10 | 0,825 |
| 22 - 23 | 2,00 | 124,47 | 27,00 | 18,75 | 3 | 0,75 | 3 | 0,75 | 77,22 | 500 | 18,75 | 2,81 | 10 | 0,825 |
| 23 - 24 | 1,50 | 93,35 | - | - | 0,5 | 0,13 | 0,5 | 0,13 | 93,10 | - | - | - | 50 | 4,125 |
| Итого | 100,00 | 6223,33 | 432,0 | 300,00 | 100 | 25,00 | 100 | 25 | 5441,33 | 10000 | 300 | 41,25 | 300 | 19,50 |

2. Определение производительности насосов П подъёма и емкости бака водонапорной башни

По данным графы 25 таблицы 2 строится ступенчатый график расхода воды по часам суток. По нему ориентировочно определяется производительность и режим работы насосов, подающих воду в сеть (см Приложения). Производительность насосов подбирается из такого расчета: один или два насоса работают круглые сутки, а один или два других будут работать неполные сутки, включаясь в работу в определенные часы и время. При двух рабочих насосах при параллельной их работе производительность каждого равна половине расчетного расхода, а высота подъёма насоса принимается для случая подачи всего расчетного расхода.Аналогично при трех рабочих насосах при параллельной работе производительность каждого равна трети от расчетного расхода.

При выключении из работы одного; или нескольких насосов следует учитывать коэффициент параллельности: при выключении из работы одного насоса производительность оставшихся увеличивается на 11%, при выключении двух - на 18%, трех - на 25%.

По ступенчатому графику назначаем следующий режим работы

4 насоса работают 2 часа, 3 насоса - 4 часов, 2 насоса - 8 часа, 1 насос – 10 часов. Это может быть выражено уравнением

где х - подача одного насоса, м3/час;

4 насоса подадут

3 насоса подадут ;

2 насоса подадут ;

1 насос подаст 1,25∙320,24=400,34.

Подбор марки насоса

Для подбора марки насосов определяем потребный напор, который ориентировочно определяется по формуле

где - отметка поверхности земли у водонапорной башни (принимается по генплану города), м; =35,10 м;

- отметка среднего уровня воды в резервуарах чистой воды; принимаемого ниже поверхности земли у насосной станции II подъема на 2÷3 м

= 22,00-2=20,00 м,

- расчетная глубина воды в резервуаре напорной башни, ориентировочно принимается равной 5÷6 м;

 - потери напора на внутренних коммуникациях насосной станции, принимаемые предварительно равными 2÷2,5 м вод .ст.;

 - потери напора в водопроводах и водопроводной сети от насосной станции до водонапорной башни, м.

 - расчетная высота ствола водонапорной башни до дна резервуара, м.

где Z – отметка поверхности земли в диктующей точке, питающейся в час максимального водозабора от водонапорной башни.

Диктующая точка – это точка, имеющая наибольшую геодезическую отметку и наиболее удалённая от башни. В нашем случае можно принять в качестве диктующей точки – точку 3.

 - свободный напор в диктующей точке, определяемый в зависимости от этажности застройки по [пункту 3. 27; 1]. Для четырехэтажной застройки = 14 м.

 - потери напора на участке от башни до диктующей точки, м.

 и - определяются из расчета потери напора по длине в 2 – 3 м водяного столба на один погонный километр сети, т. е. Гидравлический уклон равен 0,002 – 0,003.

, м

где i – гидравлический уклон;

 - длина контура НС - … - ВБ, равная 4380 м.

, м

, м

где - длина водоводов от диктующей точки до башни, равная 200 м.

, м

, м

Потребный напор насосов

, м

Определение объема бака водонапорной башни

При определении регулирующей емкости башни назначается час суток после длительного и большего расхода из бака (в данном случае с 3 до 4 часов), считая, что к этому часу бак опорожняется и за следующий час в графу 29 ставим 0. Затем суммируем приток поступающей воды в бак за каждый час или вычитаем расход из бака. Наибольшее значение 29 графы и есть регулирующая емкость бака. В моем случае она равна 753,79.

Наибольшее значение графы 27 соответствует максимальному транзиту. В нашем случае максимальный транзит составляет 205,02 и приходится на час 6 – 7.

Суммарная емкость бака определяется по формуле

, м3

где - регулирующая емкость башни, м3 (гр. 29); - 1831,32;

 - запас воды на тушение одного внутреннего и одного наружного пожара, м3.

где - расход воды на тушение одного внутреннего и одного наружного пожара. Тогда суммарная емкость бака равна

 м3

Суммарная емкость бака водонапорной башни должна находиться в пределах 2 - 6%от суточного расхода. Полученная емкость бака составляет

что соответствует вышеприведенному

требованию. По суммарной емкости подбираем типовую башню – 2000 м3. При отсутствии типовых проектов окончательные размеры бака башни можно определить исходя из соотношения высоты бака и диаметра

 м

 м

3. Гидравлический расчёт сети

3.1 Расчет сети на случай максимального хозяйственно-питьевого водопотребления по методу А.Ф.Мошнина (I случай расчета).

3.1.1 Определение путевых расходов

По таблице суточного водопотребления определяем час максимального водопотребления. Этот расход распределяется так

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **наименование** | **м3/ч** | **л/с** |
| Расход без коммунальных объектов (гр.23) | 340,21 | 94,50 |
| Расход в бане (гр.4) | 27,00 | 7,50 |
| Расход в прачечной (гр.5) | 18,75 | 5,21 |
| Расход в больнице (гр.7) | 1,50 | 0,42 |
| Расход в гостинице (гр.9) | 1,50 | 0,42 |
| Расход на промпредприятии (гр. 20) | 759,20 | 210,89 |
| Итого | 1148,16 | 318,94 |
| Подача воды в сеть |  |  |
| НС подает (гр. 26) | 1066,42 | 296,23 |
| ВБ подает (гр. 28) | 81,74 | 22,71 |
| Итого  | 1148,16 | 318,94 |

Далее определяются путевые расходы, т.е. равномерно распределенные по участкам сети. Для этого находят длину каждого участка сети, причем если кварталы находятся с одной стороны, то длина участка делится на два. Длины водоводов, переходов под дорогами, реками не учитываются. Длины и номера участков заносим в таблицу 3. Путевой расход определяется по формуле

, л/с

где l - длина участка, км;

- удельный расход в л/с на один километр сети. Удельный расход определяется по формуле:

 л/с

 - сумма путевых расходов, л/с (гр.23, табл. 2);

 - сумма длин всех участков водопроводной сети, км

Таблица 4. Путевые расходы по участкам сети

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № участка | Длина, км | Уд. расход на 1 км л/с | Путевой расход, л/с |
| 1-2 | 0,82 | 15,4664 | 12,68 |
| 2-3 | 0,18 | 15,4664 | 2,78 |
| 3-4 | 0,29 | 15,4664 | 4,49 |
| 4-5 | 0,65 | 15,4664 | 10,05 |
| 5-6 | 0,41 | 15,4664 | 6,34 |
| 6-7 | 0,63 | 15,4664 | 9,74 |
| 7-8 | 0,30 | 15,4664 | 4,64 |
| 8-9 | 0,24 | 15,4664 | 3,71 |
| 9-10 | 0,30 | 15,4664 | 4,64 |
| 9-11 | 0,22 | 15,4664 | 3,40 |
| 11-12 | 0,19 | 15,4664 | 12,68 |
| 12-13 | 0,20 | 15,4664 | 1,70 |
| 13-14 | 0,32 | 15,4664 | 2,94 |
| 14-15 | 0,31 | 15,4664 | 3,09 |
| 15-11 | 0,12 | 15,4664 | 4,95 |
| 4-7 | 0,82 | 15,4664 | 4,79 |
| 10-1 | 0,25 | 15,4664 | 1,86 |
| ∑ | 6,11 | ∑ | 94,50 |

3.1.2 Определение узловых расходов

При расчете сети по методу Мошнина путевые расходы заменяются условными узловыми расходами. Для этого путевые расходы делятся пополам и половина расхода привязывается к соответствующему узлу.

Условные узловые расходы определяются следующим образом. Условный узловой расход в узле I составит

 , л/с

Аналогично находим узловые расходы для всех остальных узлов

q2 = 7,73 л/с

q3 = 3,36 л/с

q4 = 13,61 л/с

q5 = 8,20 л/с

q6 = 8,04 л/с

q7 = 13,53 л/с

q8 = 4,18 л/с

q9 = 5,03 л/с

q10 = 4,02 л/с

q11 = 3,25 л/с

q12 = 3,02 л/с

q13 = 4,02 л/с

q14 = 4,87 л/с

q15 = 3,33 л/с

В сумме все узловые расходы составляют 94,50 л/с. К этим расходам надо добавить сосредоточенные расходы к расходу в узле 6 – расход прачечной, тогда

, л/с

к расходу в узле 7 – расход больницы, гостиницы и бани тогда

, л/с;

к расходу в узле 11 – расход бани, тогда

, л/с;

в узле 15 расположено промпредприятие с расходом 210,89 л/с и тогда общий расход в этом узле составит

 л/с.

Полученные расходы наносятся на схему сети, где ставится нумерация колец сети, узлов, участков, назначается первоначальное распределение потоков воды.

На этой же схеме намечается направление потоков воды, приходящих к каждому узлу, и потоков отходящих от них.

Полученные величины расчётных расходов, намеченные диаметры водоводов, значения потерь напора и скоростей следует нанести на окончательные схемы для всех 3-х случаев работы сети.

3.1.3 Гидравлический расчет сети выполняется в табличной форме

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Назначается материал труб и экономический фактор Э по таблице 5 принимаем значение В.

Таблица 5. Значение параметра В для водопроводных труб.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Материал труб |  |  |  |
| Э = 0,5 | Э = 0,75 | Э = 1,0 |
| Стальные | 0,785 | -0,375 | 0,00378 | 0,00224 | 0,00179 |
| Чугунные | 0,76 | -0,308 | 0,00303 | 0,00223 | 0,00179 |
| Асбестоцементные | 0,715 | -0,187 | 0,00194 | 0,00145 | 0,00118 |
| полиэтиленовые | 0,71 | -0,195 | 0,00172 | 0,00129 | 0,001052 |

Примечание: значения Э следует 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.

Назначаем материал труб -полиэтиленовые, значение

В = 0,00129

1. Определяются путевые расходы на всех участках сети.
2. Путевые расходы приводятся к узловым расходам.

3. При незаданных диаметрах труб предварительно намечается распределение потоков воды по отдельным участкам сети. Распределение потоков должно соответствовать принципу подачи по наикратчайшему пути транзитных расходов для питания удаленных районов, а также заменяемости отдельных участков при аварии. Намеченные расходы заносятся в графу 5 табл. 6.

4. По принятым расходам производится предварительная увязка в следующем порядке:

- для каждого участка определяются значения

, (см.графу 6)

* графа 7 получается в результате перемножения длины участка на

, т.е. графы 3 на графу 6

* для каждого кольца находится алгебраическая сумма значений

Значение принимается со знаком " + ", если направление движения воды на участке совпадает с движением часовой стрелки, и наоборот;

- графа 8 получается в результате деления на величину q,

Для каждого значения находится арифметическая сумма значений

Сеть считается увязанной, если соблюдается соотношение

 ;

Если это неравенство не выполняется, то необходимо сделать предварительную увязку следующим образом. Для каждого кольца определяются поправочные расходы по формуле

водопроводный трассировка сеть

Гидравлический расчет сети на случай максимального хозяйственно – питьевого водоснабжения методом Мошнина Таблица 6.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кольцо | участок | *L, м* | *d, мм* |  |  |  |  | скорость м/с | уклон 1000i | i\*l |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| I | 1-2 | 820 | 180 | 10,08 | 0,656571 | -538,388421 | 62,241436 | 0,44 | 1,529 | 0,361 |
| 2-3 | 180 | 110 | 2,35 | 0,862123 | -155,182170 | 72,515032 | 0,285 | 1,297 | 0,051 |
| 3-4 | 290 | 75 | 1,01 | 1,016392 | 294,753772 | 320,384535 | 0,263 | 1,795 | 0,076 |
| 4-7 | 820 | 140 | 5,77 | 0,732069 | 226,941374 | 45,846742 | 0,41 | 1,829 | 0,127 |
| 7-8 | 300 | 355 | 55,36 | 0,459691 | 137,907293 | 2,562380 | 0,703 | 1,523 | 0,211 |
| 8-9 | 240 | 355 | 59,54 | 0,454062 | 108,974971 | 1,900837 | 0,742 | 1,676 | 0,178 |
| 9-10 | 300 | 630 | 295,82 | 0,328795 | 98,638378 | 0,328652 | 1,239 | 2,062 | 0,372 |
| 10-1 | 250 | 630 | 299,84 | 0,328077 | 82,019340 | 0,270236 | 1,26 | 2,123 | 0,315 |
| **Итого** |  |  |  |  | **4,837781** | **255,664538** | **506,049851** |  |  |  |
| II | 4-5 | 650 | 140 | 8,77 | 0,676505 | 439,728481 | 59,262598 | 0,474 | 2,011 | 0,308 |
| 5-6 | 410 | 250 | 16,97 | 0,575589 | -471,982769 | 27,780033 | 0,446 | 1,043 | 0,428 |
| 6-7 | 630 | 280 | 30,22 | 0,509863 | 321,213979 | 10,152149 | 0,658 | 1,815 | 0,415 |
| 7-4 | 820 | 140 | 5,77 | 0,732069 | -226,94138 | 45,846742 | 0,41 | 0,314 | 0,127 |
| **Итого** |  |  |  |  | **2,494027** | **62,018317** | **143,041523** |  |  |  |
| III | 9-11 | 110 | 500 | 231,25 | 0,344049 | 75,690882 | 0,318229 | 1,574 | 4,185 | 0,460 |
| 11-12 | 190 | 160 | 5,43 | 0,684045 | 560,917305 | 80,016734 | 0,448 | 1,822 | 0,357 |
| 12-13 | 200 | 125 | 2,41 | 0,795140 | 174,930849 | 53,991003 | 0,336 | 1,474 | 0,074 |
| 13-14 | 320 | 110 | 1,61 | 0,860561 | -327,013073 | 151,394941 | 0,299 | 1,408 | 0,268 |
| 14-15 | 310 | 180 | 6,48 | 0,662192 | -132,438447 | 15,994982 | 0,42 | 1,406 | 0,084 |
| 15-11 | 120 | 500 | 220,07 | 0,348460 | -219,529702 | 0,985278 | 1,476 | 3,732 | 0,448 |
| **Итого** |  |  |  |  | **3,694448** | **132,557814** | **302,701167** |  |  |  |

3.2 Расчет сети на случай максимального хозяйственно - питьевого водопотребления плюс пожар по методу Лобачева-Кросса

В соответствии с [пунктами 3.13, 3.18; 1]приняты три пожара 2- в городе и 1- на промпредприятии. Расход воды на тушение пожара в городе составляет 30 л/с, на промпредприятии - 40 л/с. Условные узловые расходы остаются без изменения за исключением точек пожара.

В городе за точку пожара принимается наиболее удаленная от насосной станции и высокорасположенная точка. В этой точке к узловому расходу следует прибавить величину расхода на тушение пожара, т.е. 15 л/с, а в точке, где находится промпредприятие - 40 л/с.

В случае пожара емкость башни может оказаться быстро использованной, поэтому следует считать, что расчетный расход целиком подает насосной станции II подъема. Расход, подаваемый насосной станцией II подъема при пожаре, равен

где - подача насосной станции для 1 случая работы сети,

 - расход воды на тушение пожаров,

 - подача воды от водонапорной башни.

, л/с

Предварительное распределение расходов по участкам сети выполняется аналогично I случаю расчета. При этом диаметры труб остаются без изменения.

Полученные результата наносят на окончательную схему для данного случая работы.

Таблица 7. Гидравлический расчет на случай максимального хозяйственно - питьевого расхода плюс пожар методом Лобачева-Кросса

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № уч | l, км | d, мм | Удельное сопротивление S0 | 1 увязка сети | СкоростьV, м/с | Уклон1000i | Поправоч. коэф. для пласт. Труб K | Потери напора i\*l |
|
| 1-2 | 0,82 | 180 | 0,0001025 | 20,37 | 0,00000008 | 0,00000161 | 0,00003082 | 0,962 | 6,111 | 1,015 | 0,83 |
| 2-3 | 0,18 | 110 | 0,0067974 | 13,86 | 0,00000122 | 0,00001547 | 0,00019548 | 1,699 | 30,702 | 0,887 | 0,16 |
| 3-4 | 0,29 | 75 | 0,0706158 | 6,64 | 0,00002048 | 0,00011099 | 0,00060159 | 1,578 | 43,111 | 0,909 | 0,26 |
| 4-7 | 0,82 | 140 | 0,0002037 | 7,97 | 0,00000006 | 0,00000043 | 0,00000288 | 0,569 | 3,272 | 0,989 | 0,31 |
| 7-8 | 0,30 | 355 | 0,0000008 | 59,54 | 0,00000000 | 0,00000001 | 0,00000085 | 0,755 | 1,729 | 1,069 | 0,32 |
| 8-9 | 0,24 | 355 | 0,0000009 | 63,05 | 0,00000000 | 0,00000001 | 0,00000086 | 0,807 | 1,946 | 1,052 | 0,25 |
| 9-10 | 0,30 | 630 | 0,0000001 | 340,85 | 0,00000000 | 0,00000001 | 0,00000214 | 1,404 | 2,574 | 0,926 | 0,28 |
| 10-1 | 0,25 | 630 | 0,0000001 | 344,23 | 0,00000000 | 0,00000001 | 0,00000187 | 1,425 | 2,642 | 0,923 | 0,23 |
|  |  |  | **Сумма** | **0,00002185** | **0,00012854** | **0,00083648** |  |  |  |  |
| 4-5 | 0,65 | 140 | 0,0004038 | 11,34 | 0,00000026 | 0,00000266 | 0,00002688 | 0,836 | 6,485 | 1,046 | 0,68 |
| 5-6 | 0,41 | 250 | 0,0000201 | 20,91 | 0,00000002 | 0,00000032 | 0,00000639 | 1,012 | 6,693 | 0,978 | 0,80 |
| 6-7 | 0,63 | 280 | 0,0000035 | 35,56 | 0,00000000 | 0,00000008 | 0,00000263 | 0,721 | 2,132 | 1,077 | 0,68 |
| 7-4 | 0,82 | 140 | 0,0002037 | 7,97 | 0,00000006 | 0,00000043 | 0,00000288 | 0,569 | 3,272 | 1,131 | 0,35 |
|  |  |  | **Сумма** | **0,00000034** | **0,00000348** | **0,00003878** |  |  |  |  |
| 9-11 | 0,11 | 500 | 0,0000004 | 274,07 | 0,00000000 | 0,00000002 | 0,00000679 | 1,771 | 5,157 | 0,884 | 0,19 |
| 11-12 | 0,41 | 160 | 0,0002449 | 17,23 | 0,00000020 | 0,00000322 | 0,00005148 | 1,025 | 7,899 | 0,986 | 0,81 |
| 12-13 | 0,20 | 125 | 0,0017930 | 13,46 | 0,00000039 | 0,00000483 | 0,00005910 | 1,284 | 15,952 | 0,957 | 0,21 |
| 13-14 | 0,32 | 110 | 0,0032176 | 9,38 | 0,00000122 | 0,00000998 | 0,00008141 | 1,114 | 14,533 | 0,963 | 0,37 |
| 14-15 | 0,31 | 180 | 0,0000615 | 15,50 | 0,00000001 | 0,00000018 | 0,00000251 | 0,721 | 3,668 | 1,074 | 0,21 |
| 15-11 | 0,19 | 500 | 0,0000004 | 250,03 | 0,00000000 | 0,00000006 | 0,00001411 | 1,64 | 4,499 | 0,893 | 0,56 |
|  |  |  | **Сумма** | **0,00000183** | **0,00001828** | **0,00021540** |  |  |  |  |

3.3 Расчет водопроводной сети на случай максимального транзита в бак водонапорной башни по методу Лобачева-Кросса (З случай расчета сети)

В соответствии с табл.2 максимальный транзит в бак водонапорной башни приходится на 0 - 1 часа и составляет 286,68 м3/час.

Таблица 8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **наименование** | **м3/ч** | **л/с** |
| Расход без коммунальных объектов (гр.23) | 113,56 | 31,54 |
| Расход в больнице (гр.7) | 0,05 | 0,01 |
| Расход в гостинице (гр.9) | 0,05 | 0,01 |
| Итого | 113,66 | 31,56 |
| Подача воды в сеть |  |  |
| НС подает (гр. 26) | 400,34 | 111,21 |
| Транзит в бак (гр.27) | 286,68 | 79,65 |
| Итого  | 113,66 | 31,56 |

Определяются удельные путевые расходы по формуле


### Таблица 9 Путевые расходы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № участка | Длина, км | Уд. расход на 1 км л/с | Путевой расход, л/с |
| 1-2 | 0,82 | 5,1620 | 4,23 |
| 2-3 | 0,18 | 5,1620 | 0,93 |
| 3-4 | 0,29 | 5,1620 | 1,50 |
| 4-5 | 0,65 | 5,1620 | 3,36 |
| 5-6 | 0,41 | 5,1620 | 2,12 |
| 6-7 | 0,63 | 5,1620 | 3,25 |
| 7-8 | 0,30 | 5,1620 | 1,55 |
| 8-9 | 0,24 | 5,1620 | 1,24 |
| 9-10 | 0,30 | 5,1620 | 1,55 |
| 9-11 | 0,11 | 5,1620 | 1,14 |
| 11-12 | 0,41 | 5,1620 | 4,23 |
| 12-13 | 0,20 | 5,1620 | 0,57 |
| 13-14 | 0,32 | 5,1620 | 0,98 |
| 14-15 | 0,31 | 5,1620 | 1,03 |
| 15-11 | 0,19 | 5,1620 | 1,65 |
| 4-7 | 0,82 | 5,1620 | 1,60 |
| 10-1 | 0,25 | 5,1620 | 0,62 |
| ∑ | 6,11 | ∑ | 31,54 |

 , л/с

Аналогично находим узловые расходы для всех остальных узлов

q2 = 2,58 л/с

q3 = 1,21 л/с

q4 = 4,54 л/с

q5 = 2,74 л/с

q6 = 2,68 л/с

q7 = 4,52 л/с

q8 = 1,39 л/с

q9 = 1,68 л/с

q10 = 1,34 л/с

q11 = 1,08 л/с

q12 = 1,01 л/с

q13 = 1,34 л/с

q14 = 1,63 л/с

q15 = 1,11 л/с

Далее определяются новые условные узловые расходы для каждого из узлов сети. В сумме все узловые расходы составляют 31,54 л/с распределенные расходы. К этим расходам надо добавить сосредоточенные расходы к расходу в узле 7 – расход больницы и гостиницы, тогда

, л/с.

Диаметры труб остаются без изменения. Выполняется предварительное распределение расходов по участкам сети и ее гидравлический расчет выполняется аналогично 2 случаю расчета.

Гидравлический расчет на случай максимального транзита в бак методом Лобачёва-Кросса

Таблица 10

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № уч | l, км | d, мм | Удельное сопротивлениеS0 | 1 увязка сети | Скорость V, м/с | Уклон 1000i | Поправоч. коэф. для пласт. труб K | Потери напораi\*l |  |  |  |
|  |  |  |  | qпредв, л/с | S=S0l/1000 | Sq | h=Sq2 |  |  |  |  |
| 1-2 | 0,82 | 180 | 0,0000241 | 3,43 | 0,00000002 | 0,00000006 | 0,00000017 | 0,172 | 0,289 | 1,439 | 0,24 |
| 2-3 | 0,18 | 110 | 0,0003186 | 0,85 | 0,00000006 | 0,00000004 | 0,00000003 | 0,177 | 0,554 | 1,439 | 0,10 |
| 3-4 | 0,29 | 75 | 0,0023571 | 0,36 | 0,00000068 | 0,00000021 | 0,00000007 | 0,175 | 0,875 | 1,439 | 0,25 |
| 4-7 | 0,82 | 140 | 0,0000896 | 1,96 | 0,00000003 | 0,00000005 | 0,00000008 | 0,176 | 0,407 | 1,439 | 0,13 |
| 7-8 | 0,30 | 355 | 0,0000006 | 14,86 | 0,00000001 | 0,00000001 | 0,00000004 | 0,254 | 0,25 | 1,317 | 0,08 |
| 8-9 | 0,24 | 355 | 0,0000006 | 16,25 | 0,00000001 | 0,00000001 | 0,00000004 | 0,254 | 0,25 | 1,317 | 0,06 |
| 9-10 | 0,30 | 630 | 0,0000000 | 24,10 | 0,00000001 | 0,00000001 | 0,00000001 | 0,244 | 0,115 | 1,377 | 0,03 |
| 10-1 | 0,25 | 630 | 0,0000000 | 25,44 | 0,00000001 | 0,00000001 | 0,00000001 | 0,244 | 0,115 | 1,377 | 0,03 |
|  |  |  | **Сумма** | **0,00000083** | **0,00000040** | **0,00000043** |  |  |  |  |  |
| 4-5 | 0,65 | 140 | 0,0000896 | 2,94 | 0,00000006 | 0,00000014 | 0,00000036 | 0,176 | 0,407 | 1,439 | 0,26 |
| 5-6 | 0,41 | 250 | 0,0000043 | 5,68 | 0,00000001 | 0,00000002 | 0,00000011 | 0,181 | 0,211 | 1,439 | 0,17 |
| 6-7 | 0,63 | 280 | 0,0000024 | 8,36 | 0,00000001 | 0,00000001 | 0,00000012 | 0,186 | 0,193 | 1,439 | 0,12 |
| 7-4 | 0,82 | 140 | 0,0000896 | 1,96 | 0,00000003 | 0,00000005 | 0,00000008 | 0,176 | 0,407 | 1,439 | 0,13 |
|  |  |  | **Сумма** | **0,00000011** | **0,00000022** | **0,00000067** |  |  |  |  |  |
| 9-11 | 0,11 | 500 | 0,0000001 | 6,17 | 0,00000001 | 0,00000001 | 0,00000001 | 0,259 | 0,17 | 1,313 | 0,04 |
| 11-12 | 0,19 | 160 | 0,0000446 | 1,81 | 0,00000004 | 0,00000009 | 0,00000020 | 0,186 | 0,382 | 1,439 | 0,31 |
| 12-13 | 0,20 | 125 | 0,0001617 | 0,80 | 0,00000004 | 0,00000004 | 0,00000004 | 0,168 | 0,431 | 1,439 | 0,09 |
| 13-14 | 0,32 | 110 | 0,0003186 | 0,54 | 0,00000012 | 0,00000009 | 0,00000006 | 0,177 | 0,554 | 1,439 | 0,21 |
| 14-15 | 0,31 | 180 | 0,0000241 | 2,17 | 0,00000001 | 0,00000001 | 0,00000004 | 0,172 | 0,289 | 1,439 | 0,06 |
| 15-11 | 0,19 | 500 | 0,0000001 | 3,28 | 0,00000001 | 0,00000001 | 0,00000001 | 0,259 | 0,17 | 1,313 | 0,11 |
|  |  |  | **Сумма** | **0,00000022** | **0,00000024** | **0,00000036** |  |  |  |  |  |

1. Расчет водоводов

На участие НС - 1 наибольший расход, равный 346,23 л/с, имеет место при подаче максимального хозяйственно-питьевого расхода плюс пожар. На этом участке намечается к прокладке 2 стальных водовода и ведется расчет на пропуск одним водоводом 50% полного расхода, т.е. 173,12 л/с.

Длина водовода 700 м. Диаметр назначается равным 700 мм. По таблице II [11] 1000i = 0,388, υ = 0,44 м/с

м

На участке ВБ – 3 наибольший расход, равный 79,65 л/с, имеет место при транзите в бак ВБ. Здесь также намечается прокладка 2х стальных водоводов, по каждому из которых идет 50% расхода, т.е. 39,83 л/с. Длина водоводов 200 м.

Диаметр водоводов принимается равным диаметрам примыкающим участков сети 2-3 и 3-4, т.е. 250 мм. Если диаметры этих участков разные, то для водоводов следует принимать больший из них.

По таблице II [2] определяется 1000i =3,67; V = 0,74 м/с; потери напора h = 0,734 м.

При хозяйственно-питьевом расходе расчетный расход каждому из водоводов на участке ВБ – 9 будет равен22,71:2=11,36 л/с; 1000i = 0,217; V = 0,40 м/с;

 м

Полученные величины расчетных расходов, намеченные диаметры водоводов, значения потерь напора и скоростей следует нанести на окончательные схемы для всех 3х случаев работы сети.

5. График пьезометрических линий

На основании расчета трех случаев работы сети строится график пьезометрических линий. Построение, осуществляется от диктующей точки, которая для обеспечения в ней необходимого свободного напора (в зависимости от этажности зданий) потребует наибольшего полного напора насосов П подъема, а также определит необходимую высоту водонапорной башни.

В данном примере самой высокой расположенной точкой является точка 3: геодезическая отметка точки 3 – 33,10 м.

Для построения графика пьезометрических линий необходимо выбрать контур сети по направлению ВБ - НС таким образом, чтобы в этот контур попала точка пожара и точка с наиболее крупным водопотребителем.

По принятому контуру сети на графике строим контур земли в масштабах: горизонтальный I : 10000 ; вертикальный I : 500.

На графике для отсчета отметок поверхности земли не обязательно брать нулевую отметку, а достаточно взять отметку, близкую наименьшим заданным отметкам, что сэкономит место на чертеже и позволит взять больший вертикальный масштаб.

Построение пьезометрических линий на первый случай работы сети

Начинать построение следует с диктующей точки. В нашем примере ей является точка 3. В этой точке должен быть свободный напор в 25 м. Геодезическая отметка точки равна 33,10 м, а пьезометрическая отметка - есть сумма геодезической отметки и свободного напора, т.е. 33,10+25=58,10 м. Отметка дна бака водонапорной башни равна пьезометрической отметке точки 3 минус потери напора на участке ВБ - 3, т.е. 58,10-0,734=57,366 м.

Отметку уровня воды в баке получают путем прибавления к отметке дна бака высоту слоя воды в нем, которая определена раньше: 57,366+5=62,366 м.

Полученные отметки наносят на график пьезометрических линий.

Построение пьезометрической линии на второй случай работы сети

Начинать построение линии для данного случая работы сети следует с точки пожара. В соответствии с [пунктом 3.31; 9],свободный напор при тушении пожара должен быть не менее 10 м. Пьезометрическая отметка точки для этого случая равна геодезическая отметка + 10,0м. Аналогично расчету на первый случай работы определяем отметки точек.

Построение пьезометрической линии на третий случай работы сети

Исходной точкой для третьего случая работы сети является отметка верхнего уровня воды в баке водонапорной башни. Пьезометрическая линия строится аналогично разобранным двум случаям в зависимости от направления потоков и величин потерь напора.

6. Линии равных свободных напоров

В целях наиболее полного выяснения всех условий работы сети определяются свободные напоры во всех узлах сети и наносятся на схему линии равных свободных напоров.

Свободный напор - напор над уровнем земли. Свободные напоры в узлах сети приведены в табл. 11

Таблица 11 Свободные напоры

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № узлов | отметка от поверхн. земли | Max хоз-питьевой расход | Мах хоз-питьевой расход +пожар | Мах транзит в бак |
| пьезометрич. отметки | свободные напоры | пьезометрич. отметки | свободные напоры | пьезометрич. отметки | свободные напоры |
| НС | 22,00 | 60,63 | 38,63 | 46,87 | 24,87 | **88,68** | **66,68** |
| 1 | 25,95 | 60,36 | 34,41 | 46,60 | 20,65 | **88,41** | **62,46** |
| 10 | 24,80 | 60,04 | 35,24 | 46,37 | 21,57 | **88,38** | **63,58** |
| 9 | 23,24 | 59,67 | 36,43 | 46,09 | 22,85 | **88,35** | **65,11** |
| 8 | 25,63 | 59,49 | 33,86 | 45,84 | 20,21 | **88,29** | **62,66** |
| 7 | 25,37 | 59,28 | 33,91 | 45,52 | 20,15 | **88,21** | **62,84** |
| 6 | 24,00 | 58,86 | 34,86 | 44,84 | 20,84 | **88,09** | **64,09** |
| 5 | 30,81 | 58,49 | 27,68 | 44,04 | 13,23 | **87,92** | **57,11** |
| 4 | 32,91 | 58,18 | 25,27 | 43,36 | 10,45 | **87,66** | **54,75** |
| 3 | 33,10 | 58,10 | 25,00 | 43,10 | 10,00 | **87,41** | **54,31** |
| ВБ | 35,10 | 58,83 | 23,73 | 43,83 | 8,73 | 62,37 | **52,27** |
| 3 | 33,10 | 58,10 | 25,00 | 43,10 | 10,00 | **87,41** | **54,31** |
| 2 | 33,08 | 58,15 | 25,07 | 43,93 | 10,85 | **87,51** | **54,43** |
| 1 | 25,95 | 60,36 | 34,41 | 46,60 | 20,65 | **88,41** | **62,46** |
| НС | 22,00 | 60,63 | 38,63 | 46,87 | 24,87 | **88,68** | **66,68** |
| 11 | 21,50 | 39,37 | 17,87 | 35,39 | 13,89 | **88,31** | **66,81** |
| 12 | 22,10 | 38,32 | 16,22 | 34,46 | 12,36 | **88,00** | **65,90** |
| 13 | 24,25 | 38,25 | 14,00 | 34,25 | 10,00 | **87,91** | **63,66** |
| 14 | 24,20 | 38,36 | 14,16 | 34,62 | 10,42 | **88,14** | **63,94** |
| 15 | 21,50 | 38,44 | 16,94 | 34,83 | 13,33 | **88,20** | **66,70** |

Список используемой литературы

1. Строительные нормы и правила. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения:

СНиП 2.04.02-84\*. Мин строй России- М.: ГУП ЦПП, 1996.- 128 с.

2. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1995- 176 с.

3. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. - Учебник для вузов.-М.:Стройиздат,1982.-440 с.