1. **РАСЧЕТ КОЛЬЦЕВОЙ ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ НАСЕЛЁННОГО ПУНКТА**
	1. **Определение расчетных расходов воды в сутки максимального водопотребления**
		1. В населённом пункте

Расчетное количество жителей в населенном пункте NЖ, человек, определяем

где - плотность населения,

 - площадь обводняемой территории, га;

Приняв по [9, таблица 1] удельное водопотребление на одного жителя , расчетный (средний за год) суточный расход воды , на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте определяем по формуле

где - удельное среднесуточное (за год) водопотребление на одного жителя, принимаемое с учетом степени благоустройства зданий, л/сут;

 - расчетное число жителей в районах жилой застройки с данной степенью благоустройства;

При коэффициенте максимальной суточной неравномерности, Ксут.max.=1,2, [9, п.2.2] максимальный суточный расход воды вычисляем по формуле

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

Расходы воды на нужды местной промышленности и неучтённые расходы воды , принимаем в размере 15% [9, п.2.1] от максимального суточного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте

* + 1. На предприятие

Вода на предприятие расходуется на технологические нужды, хозяйственно-питьевые и душевые нужды работающих.

Часовой расход воды на технологические нужды .

Расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды рабочих любой смены вычисляем по формуле

где - норма водопотребления на одного работающего в i-ом цехе; л/см;

 - число работающих в смену в i-ом цехе;

Нормой водопотребления в «горячих» цехах является 45, а в «холодных» – 25 л в смену на одного рабочего [8, приложение 3].

Сменные , и суточные , расходы воды в «горячих» цехах составят

Сменные , и суточные , расходы воды в «холодных» цехах составят

Расходы воды на душевые нужды любой смены определяем по формуле

где - расход воды одной душевой сеткой, л/ч;

 - количество рабочих в цехах с i-ой санитарной характеристикой прозводственных процессов;

 - количество рабочих, обслуживаемых одной душевой сеткой в цехах с i-ой санитарной характеристикой производственных процессов.

Расход воды на одну душевую сетку равен .

Сменные , и суточные , расходы воды на душевые нужды в производственных процессах, не вызывающих загрязнения одежды и рук и числе рабочих, пользующихся одной душевой сеткой () равным 15, определятся

Сменные , и суточные , расходы воды на душевые нужды в производственных процессах, с применением воды и числе рабочих, пользующихся одной душевой сеткой () равным 5, составят

* + 1. На тушение пожаров

Соглсно [9, п.2.12] (при числе жителей, в населенном пункте 55,2 тыс. человек и застройке жильк микрорайонов в 7 этажей), [9, п.2.14] (при объеме наибольшего здания 10 тыс. м3, степени огнестойкости здания – «III» и категории производства по пожарной опасности «В»), [9, п.2.22] с учетом [9, п. 2.12] расход воды на пожаротушение определяем



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| часы суток | Расход воды по населённому пункту | Расходы воды по предприятию | Суммарный расход воды по населённому пункту и предприятию |
| На хозяйственно-питьевые нужды, Кч.мах=1.5 | Поливка, м3 | Местная проиышленность, м3 | Суммар-ный, м3 | Технолог., м3 | На хоз-пит. Нужды рабочих в цехах | На душевые нужды | сумма, м3 |
| Автомобилями | вручную |
| "Горячий" цех | "Холодный" цех |   |   |
| % | м3 |   |   |   |   | % | м3 | % | м3 | м3 | м3 | м3 | м3 | % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 0-1 | 1.5 | 183.3 |   |   | 101.8 | 285.1 | 100 | 15.65 | 1.6 | 18.75 | 3.2 | 10.1 | 11.8 | 126.7 | 411.8 | 2.11 |
| 1-2 | 1.5 | 183.3 |   |   | 101.8 | 285.1 | 100 | 12.05 | 1.2 | 6.25 | 1.1 |   |   | 102.3 | 387.4 | 1.98 |
| 2-3 | 1.5 | 183.3 |   |   | 101.8 | 285.1 | 100 | 12.05 | 1.2 | 12.5 | 2.1 |   |   | 103.3 | 388.5 | 1.99 |
| 3-4 | 1.5 | 183.3 |   |   | 101.8 | 285.1 | 100 | 12.05 | 1.2 | 12.5 | 2.1 |   |   | 103.3 | 388.5 | 1.99 |
| 4-5 | 2.5 | 305.5 |   |   | 101.8 | 407.3 | 100 | 12.05 | 1.2 | 18.75 | 3.2 |   |   | 104.4 | 511.7 | 2.62 |
| 5-6 | 3.5 | 427.7 |   | 118 | 101.8 | 647.0 | 100 | 12.05 | 1.2 | 6.25 | 1.1 |   |   | 102.3 | 749.3 | 3.83 |
| 6-7 | 4.5 | 549.9 | 102.8 | 118 | 101.8 | 872.0 | 100 | 12.05 | 1.2 | 12.5 | 2.1 |   |   | 103.3 | 975.4 | 4.99 |
| 7-8 | 5.5 | 672.1 | 102.8 | 118 | 101.8 | 994.2 | 100 | 12.05 | 1.2 | 12.5 | 2.1 |   |   | 103.3 | 1097.6 | 5.61 |
| 8-9 | 6.25 | 763.8 | 102.8 |   | 101.8 | 968.4 | 100 | 15.65 | 1.9 | 18.75 | 2.3 | 12.4 | 14.4 | 131.1 | 1099.5 | 5.62 |
| 9-10 | 6.25 | 763.8 | 102.8 |   | 101.8 | 968.4 | 100 | 12.05 | 1.5 | 6.25 | 0.8 |   |   | 102.3 | 1070.7 | 5.47 |
| 10-11 | 6.25 | 763.8 | 102.8 |   | 101.8 | 968.4 | 100 | 12.05 | 1.5 | 12.5 | 1.6 |   |   | 103.0 | 1071.4 | 5.48 |
| 11--12 | 6.25 | 763.8 | 102.8 |   | 101.8 | 968.4 | 100 | 12.05 | 1.5 | 12.5 | 1.6 |   |   | 103.0 | 1071.4 | 5.48 |
| 12-13 | 5.0 | 611.0 | 102.8 |   | 101.8 | 815.6 | 100 | 12.05 | 1.5 | 18.75 | 2.3 |   |   | 103.8 | 919.5 | 4.70 |
| 13-14 | 5.0 | 611.0 | 102.8 |   | 101.8 | 815.6 | 100 | 12.05 | 1.5 | 6.25 | 0.8 |   |   | 102.3 | 917.9 | 4.69 |
| 14-15 | 5.5 | 672.1 | 102.8 |   | 101.8 | 876.7 | 100 | 12.05 | 1.5 | 12.5 | 1.6 |   |   | 103.0 | 979.8 | 5.01 |
| 15-16 | 6.0 | 733.2 | 102.8 |   | 101.8 | 937.8 | 100 | 12.05 | 1.5 | 12.5 | 1.6 |   |   | 103.0 | 1040.9 | 5.32 |
| 16-17 | 6.0 | 733.2 | 102.8 |   | 101.8 | 937.8 | 100 | 15.65 | 1.8 | 18.75 | 2.1 | 11.3 | 13.1 | 128.3 | 1066.1 | 5.45 |
| 17-18 | 5.5 | 672.1 | 102.8 | 118 | 101.8 | 994.2 | 100 | 12.05 | 1.4 | 6.25 | 0.7 |   |   | 102.1 | 1096.3 | 5.60 |
| 18-19 | 5.0 | 611.0 | 102.8 | 118 | 101.8 | 933.1 | 100 | 12.05 | 1.4 | 12.5 | 1.4 |   |   | 102.8 | 1035.9 | 5.30 |
| 19-20 | 4.5 | 549.9 | 102.8 | 118 | 101.8 | 872.0 | 100 | 12.05 | 1.4 | 12.5 | 1.4 |   |   | 102.8 | 974.8 | 4.98 |
| 20-21 | 4.0 | 488.8 | 102.8 |   | 101.8 | 693.4 | 100 | 12.05 | 1.4 | 18.75 | 2.1 |   |   | 103.5 | 796.9 | 4.07 |
| 21-22 | 3.0 | 366.6 | 102.8 |   | 101.8 | 571.2 | 100 | 12.05 | 1.4 | 6.25 | 0.7 |   |   | 102.1 | 673.3 | 3.44 |
| 22-23 | 2.0 | 244.4 |   |   | 101.8 | 346.2 | 100 | 12.05 | 1.4 | 12.5 | 1.4 |   |   | 102.8 | 449.0 | 2.30 |
| 23-24 | 1.5 | 183.3 |   |   | 101.8 | 285.1 | 100 | 12.05 | 1.4 | 12.5 | 1.4 |   |   | 102.8 | 387.9 | 1.98 |
|   | 100 | 12220.0 | 1645.0 | 705 | 2444.00 | 17014.0 | 2400 | 300 | 33.8 | 300 | 40.6 | 33.8 | 39.4 | 2547.5 | 19561.5 | 100.00 |

* 1. **Режим водопотребления**

Значения часовых расходов, определенных для различных водопотребителей населенного пункта и промышленного предприятия с учетом их режима водопотребления, заносим в таблицу 1.

Расходы воды в населенном пункте на хозяйственно питьевые нужды распределяются по часам суток в соответствии с максимальным коэффициентом часовой неравномерности () определяемого по формуле

,

где - коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия;

 - коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте

По назначаем распределение по часам суток максимально-суточного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населения.

* 1. **Выбор схемы водоснабжения и трассировки водопроводной сети**

Источником водоснабжения проектируемого объекта является река. С учетом рельефа местности и коэффициента часовой неравномерности () принимаем централизованную схему водоснабжения с контррезервуаром. Место забора воды для нужд потребителей назначаем выше города по течению реки, и вблизи этого места располагаются водозаборные и очистные сооружения, насосные станции I-го и II-го подъемов, резервуары чистой воды. Водонапорную башню располагаем в месте с наибольшими геодезическими отметками земли (в конце сети). От насосной станции П-го подъема и от водонапорной башни до сети прокладываются водоводы.

* 1. **Предварительный выбор насосов станции второго подъема**

По ступенчатому графику водопотребления определяем количество рабочих насосов, их производительность, продолжительность работы и назначаем режим работы (время включения и выключения) насосов насосной станции второго подъема.

Подача насосов насосной станции II-го подъема , рассчитывается с учетом формулы

где - максимальное часовое потребление воды в течении суток, %;

 - принятая подача водонапорной башни в час максимального водопотребления, %;

Количество рабочих насосов находим по выражению

где - наименьшее часовое водопотребление в течении суток, %;

Принимаем 2 рабочих насоса. Тогда подача двух насосов соответствует подаче насосной станции (). При отключении одного из двух рабочих насосов подачю оставшегося в работе насоса , рассчитываем по формуле

На ступенчатый график водопотребления наносим график работы насосов (подачу, время включения и отключения). Время включения второго насоса необходимо назначать так, чтобы избежать большой разности ординат между подачей насосов и потреблением в населенном пункте.

Напор насосов Нн , м, станции второго подъема может быть определен по формуле:

HH=Z2-Z1+Hсв+i\*∑l+hб+hнс ,

Где

Z2 – отметка поверхности земли в точке подключения водонапорной башни к водопроводной сети, м;

Z1 – отметка дна РЧВ, м;

Нсв- свободный напор в диктующей точке;

i – потери напора в водопроводной сети и водоводах;

∑l – сумма длин участков водопроводных линий по кратчайшему расстоянию от насосной станции до водонапорной башни.

hб – расчетная глубина воды в баке водонапорной башни;

hнс – потери напора во внутренних коммуникациях насосной станции;

НН=111-97,4+26+6\*4+6+2,5=72,1 м

Высота ствола водонапорной башни может быть определена по формуле:

Hб=Zд+Нсв+∑hд-б-Zб ,

Где

Zд – отметка поверхности земли в диктующей точке, м;

Zб - отметка поверхности земли в точке расположения водонапорной башни, м;

Нсв – свободный напор в диктующей точке, принимаемый в зависимости от этажности застройки, м;

∑hд-б – потери напора в водопроводных линиях от водонапорной башни до диктующей точки, м.

Нб = 109,1-111+26+11,63 = 35,73 м.

* 1. **Определение объемов бака водонапорной башни (ВБ) и резервуаров чистой воды (РЧВ)**

Полный объем бака водонапорной башни складывается из регулирующего и противопожарного объемов воды.

Регулирующий объем, бака определяем по ступенчатому графику потребления и подачи воды табличным способом. Если подача насосов больше потребления, то вода поступает в бак, если меньше, то вода поступает в сеть из бака.

Регулирующий объем бака , определяем по формуле

где - максимальный остаток воды в баке, %;

Объем противопожарного запаса воды , хранящегося в баке водонапорной башни вычисляем по формуле

где и - расходы воды на тушение одного наружнего и одного внутреннего пожаров, л/с;

Приняв расход воды на наружный пожар 35 л/с и - на внутренний пожар 5 л/с (принимаем в расчетах тушение одного внутреннего пожара двумя струями по 2,5 л/с)

Объем бака водонапорной башни , определяем по формуле

Принимаем железобетонную башню с круглым в плане баком объемом 550 м3. Диаметр бака , рассчитываем по формуле для принятого объема бака

В РЧВ хранятся регулирующий объем, неприкосновенный пожарный запас и запас воды на собственные нужды очистной станции.

Регулирующий объем РЧВ , вычисляем по формуле

Неприкосновенный пржарный запас воды, хранящийся в РЧВ , рассчитываем по формуле

где - продолжительность тушения пожаров, ч;

 - расход воды на тушение пожаров, л/с;

 - водопотребление в три часа смежных с часом тушения пожара, %;

 и - расход воды на поливку и душевые нужды на предприятие, м3/ч;

 - подача насосов НС I подъема, м3/ч;

Приняв очистную, станцию с повторным использованием воды и расход воды на собственные нужды очистной станции в размере 4 % от полного суточного расхода, рассчитываем запас воды на собственные нужды очистной станции , хранящийся в РЧВ

Полный объем резервуаров чистой водьг , определяем по формуле

Принимаем 2 типовых РЧВ емкостью по 2500 м3. Размер РЧВ в плане 18·30 м, высота слоя воды 4,8 м. РЧВ расположены в районе насосной станции II-го подъема.

Отметку дна РЧВ , определяем с учетом превышения уровня воды в РЧВ над поверхностью земли на 0,5 м по формуле

где - отметка земли около РЧВ, м;

 - высота слоя воды в РЧВ, м;

Отметку уровня НПЗ в РЧВ определяем по формуле

где - число РЧВ;

 - площадь одного РЧВ в плане, м2;



|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| часы суток | водопотребление населённого пункта, % | Подача насосов станции II подъёма, % | Поступление воды в бак, % | Поступление воды из бака, % | Остаток в баке,% |
| 0-1 | 2.11 | 2.81 | 0.7 | 0 | 2.04 |
| 1-2 | 1.98 | 2.81 | 0.83 | 0 | 2.87 |
| 2-3 | 1.99 | 2.81 | 0.82 | 0 | 3.69 |
| 3-4 | 1.99 | 2.81 | 0.82 | 0 | 4.51 |
| 4-5 | 2.62 | 2.81 | 0.19 | 0 | 4.7 |
| 5-6 | 3.83 | 2.81 | 0 | 1.02 | 3.68 |
| 6-7 | 4.99 | 5.06 | 0.07 | 0 | 3.75 |
| 7-8 | 5.61 | 5.06 | 0 | 0.55 | 3.2 |
| 8-9 | 5.62 | 5.06 | 0 | 0.56 | 2.64 |
| 9-10 | 5.47 | 5.06 | 0 | 0.41 | 2.23 |
| 10-11 | 5.48 | 5.06 | 0 | 0.42 | 1.81 |
| 11-12 | 5.48 | 5.06 | 0 | 0.42 | 1.39 |
| 12-13 | 4.7 | 5.06 | 0.36 | 0 | 1.75 |
| 13-14 | 4.69 | 5.06 | 0.37 | 0 | 2.12 |
| 14-15 | 5.01 | 5.06 | 0.05 | 0 | 2.17 |
| 15-16 | 5.32 | 5.06 | 0 | 0.26 | 1.91 |
| 16-17 | 5.45 | 5.06 | 0 | 0.39 | 1.52 |
| 17-18 | 5.6 | 5.06 | 0 | 0.54 | 0.98 |
| 18-19 | 5.3 | 5.06 | 0 | 0.24 | 0.74 |
| 19-20 | 4.98 | 5.06 | 0.08 | 0 | 0.82 |
| 20-21 | 4.07 | 3.88 | 0 | 0.19 | 0.63 |
| 21-22 | 3.44 | 2.81 | 0 | 0.63 | 0 |
| 22-23 | 2.3 | 2.81 | 0.51 | 0 | 0.51 |
| 23-24 | 1.98 | 2.81 | 0.83 | 0 | 1.34 |

* 1. **Определение расходов воды для расчетных случаев водопотребления**

При гидравлическом расчете водопроводной сети принимают упрощенную схему, основанную на предположении, что отдача воды каждым участком сети пропорциональна его длине при одинаковой плотности застройки и степени благоустройства зданий. Расходы воды, отдаваемой любым участком (путевой расход) qп , л/с, можно определить по формуле:

Где qуд – удельный расход воды, л/с на 1 км сети;

Удельные секундные расходы , л/с на 1 км для расчетных режимов определяем:

Для режима максимального водопотребления

;

Для режима максимального транзита

; где,

Q – общий расход воды в данный расчетный период, л/с;

 - сумма всех сосредоточенных расходов воды в данный расчетный период, л/с;

 - суммарная длина участков водопроводной сети, из которых осуществляется водоотбор, км.

Приведенные узловые расходы (в соответствии с генпланом) рассчитываем по формуле:

 где,

 - сумма длин всех участков, прилегающих к узлу, км.

Узловые расходы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|   |   |   | Приведённые узловые расходы, л/с, для режимов |
| № узла | Номера прилегающих участков | Длина участка, км | Мах, в/потребления | Транзита |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1-2, 1-11 | 1.22 | 13.89 | 11.7 |
| 2 | 2-1, 2-12, 2-3 | 1.91 | 21.75 | 18.32 |
| 3 | 3-2, 3-4 | 0.87 | 9.91 | 8.34 |
| 4 | 4-3, 4-13, 4-5 | 1.51 | 17.2 | 14.48 |
| 5 | 5-4, 5-6 | 1.56 | 17.77 | 14.96 |
| 6 | 6-5, 6-13, 6-7 | 2.27 | 25.85 | 21.77 |
| 7 | 7-6, 7-8 | 1.26 | 14.35 | 12.09 |
| 8 | 8-7, 8-13, 8-9 | 2.18 | 24.83 | 20.91 |
| 9 | 9-8, 9-12, 9-10 | 1.97 | 22.44 | 18.9 |
| 10 | 10-9, 10-11 | 1.28 | 14.58 | 12.28 |
| 11 | 11-10, 11-12, 11-1 | 1.97 | 22.44 | 18.9 |
| 12 | 12-11, 12-2, 12-13, 12-9 | 2.66 | 30.29 | 25.51 |
| 13 | 13-12, 13-4, 13-6, 13-8 | 2.96 | 33.7 | 28.39 |
| итого |  | 11.81 | 269 | 226.55 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Режимы | общий расход | Путевой расход | Сосредоточенный расход | Подача насосов | Поступ в бак | Поступ из бака |
| м3/ч | л/с | м3/ч | л/с | м3/ч | л/с | м3/ч | л/с | л/с | л/с |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Макс | 1099.5 | 305.42 | 968.4 | 269 | 131.1 | 36.42 | 989.8 | 274.94 | 0 | 30.48 |
| Транз. | 917.9 | 254.97 | 815.6 | 226.55 | 102.3 | 28.42 | 989.8 | 274.94 | 19.97 | 0 |
| Пож | 1297.51 | 355.42 | 986.4 | 269 | 311.11 | 86.42 | 1297.5 | 355.42 | 0 | 0 |

|  |  |
| --- | --- |
| № узла | РЕЖИМЫ |
| мах водопотребления | мах транзита | тушения пожаров |   |
| узловые расходы л/с |   |
| прив. | сосред. | расчёт. | прив. | сосред. | расчёт. | прив. | сосред. | расчёт. |   |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |
| 1 | 13.89 |  | 13.89 | 11.7 |   | 11.7 | 13.89 |  | 13.89 |  |
| 2 | 21.75 |  | 21.75 | 18.32 |  | 18.32 | 21.75 |  | 21.75 |  |
| 3 | 9.91 |  | 9.91 | 8.34 |  | 8.34 | 9.91 |  | 9.91 |  |
| 4 | 17.2 |  | 17.2 | 14.48 |  | 14.48 | 17.2 |  | 17.2 |  |
| 5 | 17.77 | 36.42 | 54.19 | 14.96 | 28.42 | 43.38 | 17.77 | 36.42 | 54.19 |  |
| 6 | 25.85 |  | 25.85 | 21.77 |  | 21.77 | 25.85 | 25 | 50.85 |  |
| 7 | 14.35 |  | 14.35 | 12.09 |  | 12.09 | 14.35 | 25 | 39.35 |  |
| 8 | 24.83 |  | 24.83 | 20.91 |  | 20.91 | 24.83 |  | 24.83 |  |
| 9 | 22.44 |  | 22.44 | 18.9 |  | 18.9 | 22.44 |  | 22.44 |  |
| 10 | 14.58 |  | 14.58 | 12.28 |  | 12.28 | 14.58 |  | 14.58 |  |
| 11 | 22.44 |  | 22.44 | 18.9 |  | 18.9 | 22.44 |  | 22.44 |  |
| 12 | 30.29 |  | 30.29 | 25.51 |  | 25.51 | 30.29 |  | 30.29 |  |
| 13 | 33.7 |   | 33.7 | 28.39 |   | 28.39 | 33.7 |   | 33.7 |  |
|  | 269 | 36.42 | 305.42 | 226.55 | 28.42 | 254.97 | 269 | 86.42 | 355.4 |  |

* 1. **Подготовка сети к расчету**

Для устройства водопроводной сети принимаем чугунные трубы.

В соответствии со схемой расчетных узловых отборов намечаем начальное распределение потоков воды на всех участках сети по величине и по направлению для режимов максимального водопотребления максимального транзита воды в бак водонапорной башни. При предварительном потокораспределении (как и при последующих увязках) алгебраическая сумма расходов воды в узлах должна быть равной нулю (входящие в узел расходы принимаются со знаком «+», а узловые и выходящие из узла - со знаком «-»). К потребителям с большими расходами вода должна поступать наикратчайшем путем, по параллельно работающим магистралям должны проходить примерно одинаковые расходы. С учетом экономического фактора Э=0,5 (для Сибири) по предельным экономическим расходам (приложение Г) независимо для каждой из расчетных схем назначаем диаметры участков сети, принимая для дальнейших расчетов наибольшие из назначенных. Принятые диаметры труб для основных расчетных случаев являются принятыми и для проверочных расчетов. Минимальные диаметры труб для наружной водопроводной сети принимаем 150 мм.

* 1. **Расчет водоводов**

Водоводы от насосной станции до сети проектируем в две нитки из стальных труб. Расчет этих водоводов производим на пропуск расходов при режимах, максимального водопотребления, тушения пожаров и аварии. В каждом рассчитываемом случае по одной нитке водовода проходит половина требуемого расхода.

Диаметр водовода определяем, как экономически выгодный, при режиме максимального водопотребления по расходу. Диаметр равен 350 мм. Таким же он будет и для других режимов. Длина водоводов равна, 710 *м* (в соответствии с генпланом).

Потери напора в водоводах при режиме максимального водопотребления (транзита) м, тушения пожаров м, при соответствующих гидравлических уклонах =*0,00831, =0.*

*i* – гидравлический уклон, принимаемый по [13];

*l* – длина участка, *м*

Водоводы от водонапорной башни до сети проектируем в две нитки из стальных труб. Расчет этих водоводов ведем на транспортирование воды при режимах максимального водопотребления, максимального транзита воды в бак водонапорной башни. По [13, таблице 12] принимаем экономически выгодный диаметр d=200 мм (больший для двух расчетных режимов). При гидравлическом уклоне i=0,00209 для режима максимального водопотребления, i=0,0079 - для режима транзита и при длине водоводов l=100м потери напора м, для соответствующих режимов определяем по формуле

* 1. **Графики пьезометрических линий**

По результатам гидравлических расчетов строим графики пьезометрических линий и линий равных напоров для всех случаев расчета сети.

Вначале по формуле [4, (25)] определяем высоту ствола водонапорной башни (до низа бака), обеспечивающей в диктующей точке требуемый свободный напор. Этот напор *Нсв, м*, определяем с учетом [9, п. 2.26]

;

где *N -* этажность зданий населенного пункта.

Диктующей точкой выбирается точка 10.

Высота ствола ВБ=95,5+26+2,52-96,5=27,5 м

Пьезометрическую отметку в диктующей точке Н10 м, определяем по формуле [4, (45)]

где *Zi* - отметка земли в i-ой точке, м;

 - свободный напор в i-ой точке, м;

H10=95,5+26=121,5 м

Пьезометрическую отметку в другой (соседней точке вычисляем по формуле [4, (46)], прибавляя (если " перемещение" к соседней точке осуществляется против направления потока воды) или отнимая потери напора на участке сети для режима максимального водопотребления. Свободные напоры в любой точке определяются разностью между пьезометрической отметкой и отметкой земли этой точки. Пьезометрические отметки водонапорной башни и насосной станции определяются сложением потерь напора в водоводах при этом режиме и пьезометрических отметок в точках, с которыми связаны водоводы.

где - рассчитанная пьезометрическая отметка, м;

 - потери напора на участке i – k, м.

При режиме максимального транзита воды в бак водонапорной башни диктующей точкой является водонапорная башня со слоем воды в баке. Пьезометрическую отметку башни определяем

Пьезометрическая отметка в пятой точке определяется сложением пьезометрической отметки башни и потерь напора в водоводах при режиме транзита Дальнейшие расчеты аналогичны расчетам режима максимального водопотребления. Данные этих расчетов заносим в столбцы 5 и 6 таблицы 7.

Для режимов тушения пожаров и аварии расчеты аналогично вышеприведенным. Свободный напор в диктующих точках для указанных режимов должен быть соответственно не менее 10 и 34 м. По результатам расчетов заполняем столбцы 7, 8, 9 и 10 таблицы 7.

* 1. **Окончательный выбор насоса**

При режиме максимального транзита воды в бак (этот режим является диктующим для выбора насоса) требуемый напор насоса *Hтр* , м определяем

Подача насоса:

По расходу *Q=384,14* и напору по каталогу GRUNDFOS принимаем насосы HS 1450 200х150х440.

Ширина 450 мм

Длина 1950 мм

Мощность 110 кВт

**2. Водозаборные сооружения из поверхностных источников**

**2.1 Определение размеров водоприёмных окон и сеточных отверстий водозаборных сооружений**

Размеры водоприёмных окон и сеточных отверстий водозаборных сооружений определяют из условия пропуска через них расчетного расхода

Qр=α\*Qп

где - расчётный расход воды, м /сут;

- коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды водозабора и очистных сооружений, принимаемый равным 1,03-1,04 при повторном использовании воды на очистной станции;

- объём воды, подаваемой потребителям в сутки максимального водопотребления, мі/сут.

Qр=1,03\*19561,5/24=839,5 м3/ч

Расчётный расход воды для каждой секции , мі/ч, определяют по формуле

где - общее число секций (принимаем 2 секции).

Расход воды в работающих секциях , мі/ч, в момент возникновения в одной из них аварии определится:

где - коэффициент, учитывающий снижение подачи воды потребителям в период аварии (принимают равным 0,7 для водозаборов II и Ш категории надёжности).

Определяем требуемую площадь водоприёмных отверстий ,мІ,каждой секции

где 1,25 - коэффициент, учитывающий засорение решёток водоприёмных отверстий;

 - коэффициент, характеризующий стеснение размеров этих отверстий стержнями решётки;

 - скорость потока в прозорах решетки водоприемного отверстия, м/с.

Значение коэффициента определяется по формуле:

где а - расстояние между стержнями решетки в свету (50-60 мм);

с - толщина стержней решетки (8-10 мм).

Скорость воды в прозорах водоприемных отверстий принимают:

-0,6-0,2 м/с - в береговых незатопленных водоприемниках;

-0,3-0,1 м/с- в затопленных водоприемниках.

Для водозаборов, на которых предусматриваются рыбозащитные устройства в виде устанавливаемых перед водоприемными окнами заградительных сеток с отверстиями 3-4 мм, в средних и тяжелых, природных условиях забора воды, допустимую скорость воды в прозорах принимают равной 0,25 м/с - для рек со скоростью течения не менее 0,4 м/с и 0,1 м/с - дня рек со скоростью течения не выше 0,4 м/с.

Принимаем решетку с размерами 1320×1100 мм (по габаритам) при размере окна 1000×1200 мм

Определяем площадь окон для сороудерживающих плоских сеток, м

где - коэффициент стеснения сечения сеточных отверстий проволоками сетки;

- скорость потока в ячейках сетки (принимают равной 0,2-0,4 м/с), м/с.

Вычисляем коэффициент стеснения сечения сеточных отверстий проволоками сетки:

где а - размер ячейки сетки в свету, мм; d - диаметр проволоки сетки, мм.

Скорость в плоских сетках от 0,2 - 0,4 м/с.

Принимаем плоскую сетку размерами 1130×1630 мм (по габаритам) при размере отверстия 1500×1000 мм.

**2.2 Расчет самотечных линий**

Прокладка водоводов с уклоном или без уклонов не влияет на характер движения в водоводе наносов. В пределах русла реки водоводы укладывают под дно для защиты от подмыва речным потоком и повреждения якорями судов. На судоходных реках заглубление должно быть в пределах от 0,8 до 1,5 м, на несудоходных – 0,5 м.

Скорости движения воды в самотечных и сифонных водоводах при нормальном режиме работы водозаборных сооружений следует принимать по табл. 1.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Диаметр водовода, мм | Скорость движения воды, м/с, к водозаборах категории |
| I | II и III |
| 300-500 | 0,7-1 | 1-1,5 |
| 500-800 | 1-1,4 | 1,5-1,9 |
| Более 800 | 1,5 | 2 |

Диаметр самотечного водовода D, м, определяем по предварительно принятой скорости движения воды и величине расчётного расхода на одну секцию.

где - расчетный расход воды на одну секцию, мі/с

- скорость движения воды в водоводе, м/с

Принимаем трубу, ,.

Определяем скорость движения воды при промывке , м/с

где А - параметр, принимаемый равным 10;

D - диаметр самотечного водовода, м;

 *-* диаметр отложившихся в водоводе частиц взвеси, м.

При промывке самотечных водоводов прямым током воды должно выполняться условие:

где - сумма всех потерь напора в водоводе от водоприемника до берегового колодца, м;

 - превышение уровня воды в источнике над уровнем воды в береговом колодце при форсированном режиме, м.

Определяем величину промывного расхода , мі/с

где D - диаметр самотечного водовода, м.

Диаметр трубопровода , м, подающего промывную воду от насосной станции 1-го подъема, к самотечным водоводам, определяем по формуле

где VB - скорость движения воды в трубопроводе от насосной станции 1-го подъема до самотечных водоводов (принимают равной 3-4 м/с), м/с;

- промывной расход, мі/с.

Принимаем диаметр трубопровода для подачи промывной воды = 300мм.

Суммарная величина потерь напора в самотечном водоводе складывается из потерь напора по длине и потерь напора на местные сопротивления.

**Нормальный режим.** Потери напора по длине , м, в самотечной линии определяем с помощью таблиц Шевелёва:

где - гидравлический уклон (потери напора на 1 км длины трубопровода);

- длина самотечного водовода, км.

Потери напора на местные сопротивления , м, определяем по формуле

где- коэффициент местного сопротивления, принимаемый по табл. 2;

V - скорость движения воды в самотечном водоводе, м/с;

g - ускорение свободного падения, м/сІ.

Таблица 2

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование местного сопротивления |  |
| Переходный расширяющийся конус | 0,5 |
| Переходный сужающийся конус | 0,2 |
| Резкий поворот трубы на 90є | 1,2 |
| Плавный поворот трубы на 90є | 0,15 |
| Плавный поворот трубы на 45є | 0,1 |
| Задвижка при полном открытии | 0,15 |
| Выход из трубы в резервуар | 1 |
| Вход в трубу при нескруглённых кромках | 0,5 |
| Вход в трубу со скруглёнными кромками | 0,2 |

Коэффициенты местных сопротивлений принимаем согласно схеме водозабора:

Итого : 1,66

**Аварийный режим.** При промывке или ремонте одной секции весь расход 254 л/с пройдет по одной линии, а скорость удвоится. Тогда потери напора:

**2.3 Определение отметок уровней воды в береговом колодце**

Отметки уровней воды в береговом колодце определяют при нормальной и аварийной эксплуатации водозабора. При нормальной эксплуатации

одновременно действуют все секции водозабора. В аварийном режиме одна

из секций отключена, и весь расчетный расход воды или значительная его часть (не менее 70%) протекает через остальные секции.

Отметку уровня воды в приемном отделении *,* м, при нормальном режиме работы водозабора определяем по формуле:

где - отметка минимального уровня воды в источнике, м;

 - отметка максимального уровня воды в источнике, м;

- потери напора в решетке (принимают равными 0,05 м), м;

 - потери напора по длине водовода, м;

 *-* .потери напора на местные сопротивлении, м*.*

Отметку уровня воды во всасывающем отделении , мопределяют по формуле

где hc - потери напора в сетке (принимают равными 0,1 м), м.

Отметку уровня воды в приемном отделении , *м,* двухсекционного водозабора при аварийном режиме работы определяем по формуле:

где - потери напора в решетке при аварийном режиме (принимают равными 0,1 м), м;

- потери напора по дайне водовода при аварийном режиме, м;

 - потери напора на местные сопротивления при аварийном режиме, м.

Отметку уровня воды во всасывающем отделении Z'BC, м, при аварийном режиме работы водозабора определяем по формуле

где - потери напора в сетке при аварийном режиме (принимают равными 0,15 м), м.

**2.4 Определение отметки днища берегового колодца**

Отметку днища колодца , м, устанавливают исходя из высот полотна плоской сетки, отсчитываемой от минимального уровня воды во всасывающем отделении

где - высота полотна плоской сетки, м;

- глубина приямка для осадка (принимают равной 0,5-0,7 м), м.

Отметку днища колодца необходимо проверить по заглублению под минимальный уровень воды всасывающей трубы (рис.1).

где - допускаемое заглубление отверстия всасывающей трубы, принимают равным: (0,6-2), м;

 - расстояние от низа воронки до бетонного откоса приямка (принимают равным 0,8), м;

 - высота бетонного откоса приямка, м.

Высоту бетонного откоса приямка , м, можно ориентировочно определить по формуле

Диаметр отверстия воронки , м, принимают в зависимости от диаметра всасывающей трубы

Принимаем диаметр воронки

Допускаемое заглубление отверстия всасывающей трубы, можно принять

Расстояние от низа воронки до бетонного откоса приямка, можно принять

Из двух полученных расчетных отметок днища берегового колодца принимают меньшую.

Рис.1. Береговой колодец

**2.5 Выбор насосной станции I подъема**

Выбор насосов следует производить в зависимости от величины расчетного расхода, требуемого напора и в соответствии с номенклатурой выпускаемых отечественной промышленностью насосов.

Принимаем насос Grundfos HS 250x200x300, с частотой оборотов , L1=1700м, как наиболее рациональный с точки зрения соответствия напорно-расходной характеристики требуемым параметрам и экономичности.

Отметку оси насоса м, станции 1-го подъема определяем по формуле:

где - отметка уровня воды во всасывающем отделении при аварийном режиме работы водозабора, м;

 - допускаемая геометрическая высота всасывания, м;

- конструктивный запас (принимают равным 0,5-1 м), м.

Допускаемая геометрическая высота всасывания , м, определяется по формуле

 - атмосферное давление в зависимости от высоты над уровнем моря (принимаемое по табл. 3)*,* м;

- давление насыщенных водяных паров в зависимости от температуры воды (принимаемое по табл. 4), м;

Δh- кавитационный запас (определяют по зависимости Q-Δh, приводимой на рабочих характеристиках насосов), м;

- потери напора во всасывающем трубопроводе (ориентировочно можно принимать равным 1-1,5 м), м.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Высота над уровнем моря, м | -600 | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1500 |
| ,м | 11,3 | 10,3 | 10,2 | 10,1 | 10,0 | 9,8 | 9,7 | 9,6 | 9,5 | 9,4 | 9,3 | 9,2 | 8,6 |

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура воды, єС | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| ,м | 0,09 | 0,12 | 0,24 | 0,43 | 0,75 | 1,25 |

**2.6 Грузоподъемное оборудование**

Типы и параметры грузоподъемного оборудования зависят от его назначения и требуемой грузоподъемности. Для обслуживания решеток и плоских сеток используют кошки и тали.

Грузоподъемность кошек и талей принимают исходя из необходимости преодоления ими тяжести решетки или сетки и силы их трения в пазах. Грузоподъемность этих устройств R, кг, определяют по формуле

где m –масса сетки в воде, кг;

f -коэффициент трения рамки сетки в пазах, принимаемый в зависимости от вида материалов (при трении стали по стали f =0,3, стали по бетону f = 0,5);

h -перепад уровней воды на сетке, м;

 -коэффициент обтекания стержней сетки, принимаемый равным 0,07-0,6 в зависимости от размеров и формы стержней сетки;

V - скорость на подходе к сетке, м/с;

F - площадь сетки, мІ;

 -плотность воды, кг/мі;

 -коэффициент запаса, равный 1,5.

Для монтажных и ремонтных работ рекомендуется предусматривать следующее подъемно-транспортное оборудование при массе груза:

-до 1 т - неподвижные балки с кошками-талями или кран-балки

подвесные ручные;

-до 5 т - краны мостовые ручные.

При подъеме груза на высоту более 6 м или при длине машинного зала более 18 м следует применять электрическое подъемно-транспортное оборудование.

Принимаем таль шестеренную, типа А.

Грузоподъемностью – 0,5 тонн

А(ширина) = 210 мм

Н (высота) = 320мм

Скорость подъема груза 1,45 м/мин

Масса = 27 кг

**3. Расчёт и проектирование водоочистных сооружений**

**3.1 Определение производительности очистной станции**

Полную расчетную производительность водопроводной очистной станции определяют по формуле:

Q=α∙Qп

где Q – полная расчётная производительность очистной станции, м/сут;

Qп - полезная производительность очистной станции, м/сут;

α - коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды станции.

Q=1,04∙19561,5=20343,96 м/сут

Расходы воды на собственные нужды станции осветления, обезжелезивания и др. принимают: при повторном использовании промывной воды в размере 3-4% количества воды, подаваемой потребителям; без повторного использования – 10-14%.

Станцию водоподготовки рассчитывают на равномерную работу в течение суток, причем предусматривают возможность отключения отдельных сооружений для профилактического осмотра, чистки, текущего и капитального ремонтов.

**3.2 Реагентное хозяйство**

Реагентное хозяйство состоит из сооружений для хранения реагентов, приготовления их растворов и дозирования в обрабатываемую воду.

Доставку реагентов на крупные станции осуществляют железнодорожным транспортом. При доставке реагентов автомобильным транспортом предусматривают удобный проезд к месту выгрузки, места разворота и стоянки транспортных средств.

**3.3 Определение для реагентов**

Лучшей коагуляционной способностью обладают ионы алюминия и железа, соли которых применяют в качестве коагулянтов. Аl2(SO4)3- очищенные

Дозу коагулянта для обработки воды устанавливают на основании результатов пробного коагулирования. При невозможности проведения технологического анализа воды дозу принимают по табл.16 [1].

Дозу коагулянта для обработки цветных вод определяют по формуле

Дк=,

где Дк – доза коагулянта, мг/л;

Ц – цветность обрабатываемой воды, град.

При одновременном содержании в воде взвешенных веществ и цветности принимают большую из доз коагулянта, определенных по табл.16 [1].

По табл.16 [1] принимаем Дк= 37,5/л. т.к. приняли контактные осветлители, то принятое значение уменьшаем на 15% и получаем Дк расчётное=37,5мг/л.

Если щелочность обрабатываемой воды недостаточная, добавляют известь Са(ОН)2 или соду Na2CO3, т.е. подщелачивают ее. Дозу подщелачивающих реагентов определяют по формуле:

где Дщ – доза подщелачивающего реагента, мг/л;

Дк – доза коагулянта, мг/л;

lК - эквивалентная масса коагулянта (безводного), мг/(мг-экв), принимаемая для Аl(SO) - 57;

Кщ – коэффициент, равный для извести (по СаО) – 28;

Щ0 - минимальная щелочность воды (карбонатная жесткость), (мг-экв)/л.

Берём известь в целях экономии.

В случае получения отрицательной величины подщелачивания не требуется.

**3.4 Хранение реагентов. Определение емкости растворных и расходных баков**

Склады реагентов обычно совмещают с отделениями для приготовления и хранения их растворов. Рассчитывают склады для хранения 30-суточного запаса, считая по периоду максимального потребления реагентов, но не менее объема их разовой поставки. При обосновании объем складов допускается принимать на другой срок хранения, но не менее 15 суток.

При мокром хранении растворные баки являются одновременно хранилищами насыщенного раствора коагулянта. Объем баков определяют из расчета 2,2-2,5 м на 1 т товарного неочищенного и 1,9-2,2 м на 1т очищенного коагулянта. Общая емкость растворных баков должна быть увязана с объемом разовой поставки реагента. Количество баков должно быть не менее трех.

Количество реагента (коагулянта) на принятый срок хранения определяют по формуле:

Мк=Q∙Др∙Т/10000∙р

где Мк - количество реагента, т;

Q – полная расчетная производительность очистной станции, м/сут;

Др - доза реагента по максимальной потребности, мг/л;

Т – продолжительность хранения реагента, сут;

р – содержание активного безводного продукта в реагенте,%.

М=20343,96∙37,5∙30/10000∙40=57,2 т.

Доставка осуществляется ж/д путем. Принимаем 1 вагон на 60т.

Объём растворных баков определяем исходя из расчёта 2 м3 на 1 т. очищенного коагулянта:

W=2∙57,2=114,4м

Принимаем 3 растворных бака размером 4,44,4 м каждый, высоту слоя раствора принимаем 2,0 м.

Из растворных баков (баки мокрого хранения) раствор коагулянта перекачивают насосами в расходные, объём которых определяют по формуле:

Принимаем 2 расходных бака объемом 6,36 м каждый, высоту слоя раствора принимаем 2,0 м, площадью 1,78х1,78 м.

Для растворения коагулянта и перемешивания его в баках предусматривают подачу сжатого воздуха с интенсивностью: 8-10 л/(с∙м) для растворения; 3-5 л/(с∙м) для перемешивания при разбавлении до требуемой концентрации в расходных баках.

По площади баков, их числу и интенсивности подачи воздуха определяют для сухого растворения по формуле:

Qв=qв∙F∙n,

где Q в- расход воздуха, л/с;

qв - интенсивность подачи сжатого воздуха, л/(с∙м);

F – площадь одного бака, м;

n – число баков.

Расчет выполняют отдельно для растворных и расходных баков, затем полученные значения складывают и по суммарному результату подбирают воздуходувки (рабочую и резервную). Основные характеристики воздуходувок приведены в табл.4.28 [2].

Для растворных баков:

Qв=10∙19,36·3=580,8 л/с.

Для расходных баков:

Qв=5∙3,18∙2=31,8 л/с.

Принимаем 1 рабочий и 1 резервный насосы.

Х150-125-315-Д; подача 200 м/ч; напор 32 м; допустимый кавитационный запас 4,5 м; частота вращения 24 с; мощность насоса 24 кВт; КПД насоса 73%; масса насоса 200 кг.

Известь вводят в воду в виде раствора или суспензии (известкового молока). На водоочистные станции известь поставляют негашеной (комовой или молотой порошкообразной) и гашеной в виде известкового молока 30% концентрации или теста 50% концентрации.

При использовании комовой извести предусматривают ее гашение и хранение в виде теста в емкостях. Объем емкостей определяют из расчета 3,5-5 м на 1 т товарной извести. Количество извести на принятый срок хранения определяют по формуле:

Мu=Q∙Др∙Т/10000∙р

Мu=20343,96∙16,5∙30/10000∙60=1,68т.

W=3,5∙1,68=5,87 м.

Принимаем 2 расходных бака объемом 5,87 м каждый, высоту слоя раствора принимаем 2,0 м, площадью 1,72х1,72 м.

Доставка осуществляется автотранспортом.

Известковое тесто из баков или перегружают, или перекачивают в расходные баки, оборудованные мешалками, где разбавляют до заданной концентрации (не более 5% по СаО). Объем расходного бака (из расчета суточной потребности извести) определяют по формуле:

Wu=W∙ bu/T∙ bu.м

где Wu - объем расходного бака, м;

W - объем баков мокрого хранения известкового теста, м;

Т – продолжительность хранения известкового теста, сут;

bu - концентрация извести (по СаО) в известковом тесте, % (35-40%);

bu.м - концентрация известкового молока, % (до 5%).

WU=7,7∙35/30∙5=1,8 м.

Количество баков для мокрого хранения известкового теста и расходных баков известкового молока должно быть не менее двух.

Принимаем 2 бака мокрого хранения известкового теста объемом 1,8 м каждый, высота слоя раствора принимаем 2,0 м, площадью 0,950,95 м

При сухом хранении негашеной извести (в закрытых складских помещениях) технологическая схема получения известкового молока аналогична изложенной выше, а объем баков определяют из расчета суточной потребности.

Если известь поступает на очистные сооружения в виде известкового теста или молока, предусматривают их мокрое хранение.

При расходе извести до 50 кг/сут по СаО допускается применение схемы с использованием известкового раствора, получаемого в сатураторах двойного насыщения.

Для непрерывного перемешивания известкового молока применяют гидравлическое перемешивание (с помощью насосов) или механические мешалки. При гидравлическом перемешивании восходящую скорость движения известкового молока в баке принимают не менее 5 мм/с.

Производительность насоса для гидравлического перемешивания определяют по формуле:

Qн=3,6∙V∙F∙n,

где Qн - производительность насоса, м/ч;

V – восходящая скорость известкового молока, мм/с;

F – площадь бака, м;

n – количество баков.

Qн=3,6∙5∙0,9∙2=32,4 м/ч.

Количество насосов должно быть не менее двух (1 рабочий и 1 резервный).

Принимаем 1 рабочий и 1 резервный насосы.

Х150-125-315-Д; подача 200 м/ч; напор 32 м; допустимый кавитационный запас 4,5 м; частота вращения 24 с; мощность насоса 24 кВт; КПД насоса 73%; масса насоса 200 кг.

* 1. **Дозирование реагентов**

Дозирование реагентов в обрабатываемую воду осуществляют дозаторами. Наиболее часто применяют поплавковые дозаторы и насосы-дозаторы. Поплавковые дозаторы изготавливают непосредственно на станциях водоподготовки и размещают в расходных баках. Характеристики разработанных поплавковых дозаторов приведены в табл.18.5 [3] и табл.5.5 [2].

Насосы-дозаторы марки НД и IB применяют для дозирования растворов коагулянтов и флокулянтов. Основные характеристики насосов приведены в табл.18.6, 18.7, 18.8 [3], в табл.9.14.7.2 [4] и табл.4.24 [2].

Подачу насосов для дозирования реагентов определяют по формуле:

Q=Qч∙Др/10000∙в∙γ

где QН - подача насоса, м/ч;

Qч - производительность очистной станции, м/ч;

Др - доза реагента, г/м;

b – концентрация раствора реагента в расходном баке, %;

 - объемный вес раствора реагента, т/м.

=824,3∙21,9/10000∙10∙1=0,18 м/ч.

Количество насосов-дозаторов должно быть не менее двух (1 рабочий и 1 резервный).

Принимаем 1 рабочий и 1 резервный насосы.

НД2,5 1000/10 Д,К 14 А(В); подача при наибольшей длине хода плунжера – 1000 л/ч; предельное давление – 10 кгс/см; диапазон регулирования длины хода плунжера (наибольший 0-60 мм, рабочий 15-60 мм); электродвигатель АО2-31-4 (В9ОL4, В3Г4); мощность 2.2 к Вт; напряжение 220 В.

 Для известкового молока рекомендуется применять дозаторы типа ДИМБА, основные характеристики которых приведены в табл.9.14.7.3. [4].

Q=824,3∙2,24/10000∙5∙1=0,037 м/ч.

Принимаем 1 рабочий и 1 резервный насосы.

1)НД2,5 100/10 Д,К Г 14 А(В); подача при наибольшей длине хода плунжера – 100 л/ч; предельное давление – 10кгс/см; диапазон регулирования длины хода плунжера (наибольший 0-60 мм, рабочий 15-60 мм); электродвигатель 4АХ80А4 (ВАО21-4, В3Г); мощность 0,25 к Вт;

2) 1)НД2,5 100/10 Д,К Г 24 А(В); подача при наибольшей длине хода плунжера – 100 л/ч; предельное давление – 10кгс/см; диапазон регулирования длины хода плунжера (наибольший 0-60 мм, рабочий 15-60 мм); электродвигатель 4АХ80А4 (ВАО21-4, В3Г); мощность 0,25 к Вт;

**3.6 Смесители**

Смесители предназначены для быстрого и полного смешения реагентов с обрабатываемой водой. В практике водоподготовки применяют смесители гидравлического типа (вихревые и перегородчатые). При обосновании допускается применение смесителей механического типа (мешалок). Смесители должны иметь не менее двух отделений. Резервные смесители не предусматривают, но устраивают обводные линии. Смесители должны иметь переливные трубы, а также трубы для опорожнения и выпуска осадка.

**3.6.1 Вихревой смеситель**

Вихревой (вертикальный) смеситель может быть круглым или квадратным в плане.

По скорости входа воды в смеситель и расходу на одно отделение определяют диаметр подающей трубы:

d=

где d – диаметр подающей трубы, м;

q – расход воды на одно отделение, м/с;

V – скорость входа воды в смеситель, принимаем 1,2-1,5 м/с;

d==0,316 м.

Принимаем условный проход Ду=350 мм, dн=370 мм.

Сторону квадрата нижнего сечения смесителя (смеситель квадратный в плане) определяют по формуле:

bн=dн+0,05

где bн - сторона квадрата нижнего сечения смесителя, м;

dн - наружный диаметр подающей трубы, м.

bн=0,37+0,05=0,42 м.

Сторону квадрата верхнего сечения определяют по формуле:

bв=,

где bв - сторона квадрата верхнего сечения смесителя, м;

Vb - скорость восходящего потока в верхней части смесителя (0,03-0,04 м/с).

bв==2,0 м.

Угол между наклонными стенками нижней (пирамидальной) части смесителя находится в пределах 30-40. По величине угла между наклонными стенками определяют высоту нижней части смесителя:

hн=0,5∙ctg(bв-bн),

где hн - высота нижней части смесителя, м;

 - угол между наклонными стенками нижней части смесителя.

hн=0,5∙ ctg(2,0-0,42)=1,37 м.

Высоту верхней части смесителя принимают в пределах 1-1,5 м. Общую высоту смесителя определяют по формуле:

h= hн+hв+0,3

где h – общая высота смесителя, м;

 0,3 – строительная высота, м.

h=1,37+1,5+0,3=3,17 м.

Площадь поперечного сечения сборного лотка смесителя определяют по расходу, который делится на два потока, и скорости движения воды в нем:

Fл=q/2∙V

где Fп - площадь поперечного сечения сборного лотка, м;

V – скорость движения воды в лотке, принимаемая равной 0,6 м/с.

Fл=0,118/2∙0,6=0,098 м.

Принимаем глубину потока в лотке 0,5 м.

Приняв глубину потока в лотке, определяют его ширину:

bл= Fл/hл

где bл - ширина сборного лотка смесителя, м;

hл - глубина потока в лотке, равная 0,5 м.

bл=0,098/0,5=0,2 м.

Дно лотка выполняют с уклоном i=0,02.

В лоток вода поступает через затопленные отверстия, общую площадь которых определяют по формуле:

F= q/V

где F - общая площадь отверстий, м;

V – скорость воды в отверстиях, принимаемая равной 1 м/с

F=0,118/1=0,118 м2.

Принимаем диаметр одного отверстия 50 мм.

Приняв диаметр одного отверстия, определяют их число:

n=F/f

где n - число отверстий;

f - площадь одного отверстия, м.

n=0,118/0,002=59.

Шаг отверстий определяют по формуле:

l=4∙Вв/ n

где l - шаг отверстий, м.

l=4∙2/59=0,14 м.

**3.7 Осветлители со слоем взвешенного осадка**

Осветлитель со взвешенным осадком принимают для удаления из воды коагулированной взвеси при производительности станции свыше 5000 м3/сут, мутность воды до 1500 мг/л и цветности – до 120 град.

Расчет осветлителей производят с учетом годовых колебаний качества обрабатываемой воды. При отсутствии данных технологических исследований скорость восходящего потока в зоне осветления и коэффициент распределения воды между зоной осветления и зоной отделения осадка принимают по данным табл.20[1].

**3.7.1 Осветлитель коридорного типа**

Осветлитель коридорного типа состоит из двух рабочих коридоров осветления и центрального для накопления и уплотнения осадка.

Площадь зоны осветления Fосв , м2, определяют по формуле

Fосв=Qчkp/3,6Vосв,

Где Qч – производительность ОС

kp - коэффициент распределения воды между зонами осветления и отделения осадка, принимаемый по табл. 20[1]

Vосв – скорость восходящего потока воды в зоне осветления, мм/с

Fосв=847,7·0,8/3,6·0,8=235,47 м2

Площадь зоны накопления и уплотнения осадка определяют по формуле:

F= = = 58,87 м,

где F - площадь зоны накопления и уплотнения осадка, м;

Принимаем 4 рабочих и 1 резервный осветлители.

Площадь каждого коридора осветления определяют по формуле:

f= = = 39,25 м,

где N - количество рабочих осветлителей;

f - площадь коридора осветления, м.

Площадь каждого осадконакопителя определяют по формуле:

f = = = 19,6 м,

где f - площадь осадконакопителя, м.

Ширину коридоров осветления принимают в соответствии с размерами балок 3м. Длину коридора осветления определяют по формуле:

l = = = 13,08 м,

где l - длина коридора осветления, м;

В - ширина коридора осветления, м.

Ширину осадконакопителя определяют по формуле:

В = = = 1,5 м,

где В - ширина осадконакопителя, м.

Объём зоны накопления и уплотнения определяют по формуле при времени уплотнения осадка не менее 6ч:

W = = = 24,56 м,

где Т - период работы отстойника между сбросами осадка, ч;

 - средняя по всей высоте осадочной части концентрация твердой фазы осадка, г/м, в зависимости от мутности воды и продолжительности интервалов между сбросами, принимаемая по табл.19[1];

 - мутность воды, восходящей из отстойника г/м, принимаемая от 8 до 15 г/м;

С - концентрация взвешенных веществ в воде, г/м, поступающих в отстойник.

Концентрацию взвешенных веществ в воде (г/м), поступающих в отстойник определяют по формуле:

С = + К · Д + 0,25 · Ц + В = 250 + 0,5 · 37,5 + 0,25 · 45 + 24,75 =

= 304,75 г/м,

где - количество взвешенных веществ в исходной воде, г/м;

Д - доза коагулянта по безводному продукту, г/м;

К - коэффициент, принимаемый для очищенного серного алюминия – 0,5;

Ц – цветность исходной воды, град;

В - количество нерастворимых веществ, вводимых с известью, г/м.

Количество нерастворимых веществ, вводимых с известью, определяют по формуле:

В= - Д = - 16,5 = 24,75 г/м,

где К - долевое содержание СаО в извести;

Д - доза извести по СаО, г/м.

Расход в осадкосбросных трубах определяют по формуле:

q = = = 49,12 м/ч,

где q - расход в осадкосборных трубах, м/ч;

W - объём зоны накопления и уплотнения осадка, м;

t – время удаления осадка, ч.

Диаметр осадкосбросного трубопровода определяют по формуле:

d= = = 0,39~0,4 м,

где d - диаметр осадкосбросного трубопровода, м;

q - производительность очистной станции, м/с;

V – скорость движения воды с осадком на выходе из осадкосбросной трубы, принимают не менее 1 м/с;

n - количество осадкосбросных труб.

Подачу воды в осветлитель осуществляют с помощью дырчатого коллектора, диаметр которого определяется по формуле:

d = = = 0,29~0.3 м,

где d - диаметр дырчатого коллектора, м;

q – производительность очистной станции, м/с;

N - количество рабочих осветлителей;

V – скорость движения воды на входе в коллектор, равная 0,5-0,6 м/с.

Принимаем d=200 мм .

Отверстия в коллекторе принимают диаметром 25 мм и располагают в шахматном порядке в нижней части трубы под углом 45 к ее оси на расстоянии не более 0,5 м между ними. Скорость движения воды на выходе из отверстий – 1,5-2 м/с.

Сбор осветленной воды в зоне осветления предусматривают желобами с треугольными водосливами высотой 40-60 мм. Расстояние между осями водосливов – 100-150 мм. Расход воды в одном желобе определяют по формуле:

q = = =0,016 м/с,

где q - расход воды в одном желобе, м/с;

q – производительность очистной станции, м/с.

Расстояние между желобами не должно быть более 3 м. Расчетная скорость движения воды в желобах 0,5-0,6 м/с.

Для отвода избыточного осадка из зоны осветления в осадкоуплотнитель служат осадкоприемные окна, площадь которых с каждой стороны осадкоуплотнителя определяют по формуле:

f = = = 0,78 м,

где f - площадь осадкоприемных окон с каждой стороны осадкоуплотнителя, м;

q – производительность очистной станции, м/с;

V - скорость движения воды с осадком в осадкоприемных окнах, равная 0,01 – 0,015 м/с.

Высоту окна принимают равной 0,2 м. Общую длину окон определяют по формуле:

l = = = 3,9 м,

где l - общая длина окон, м;

h - высота окон, м.

Принимаем 6 окон.

Определяем размеры каждого окна:

==0,65 м.

Определяем шаг окна:

==1,0 м.

Высота слоя взвешенного осадка в зоне осветления может быть определена по формуле, но не должна превышать 2 – 2,5 м.

h=h + 0,5 · h = 1 + 0,5 · 2,34 = 2,1 м,

где h - высота слоя взвешенного осадка, м;

h - высота зоны взвешенного осадка выше перехода стенок осветлителя в вертикальные (до нижней кромки осадкоприёмных окон), равная 1 – 1,5 м;

h - высота пирамидальной части осветлителя, м.

Высоту пирамидальной части осветлителя определяют по формуле:

h = = = 2,34 м,

где а – ширина коридора понизу (под распределительным коллектором), равная 0,3 – 0,5 м;

 - угол между наклонными стенками нижней части зоны взвешенного осадка, равный 60 - 70.

Полную высоту осветлителя определяют по формуле:

H = h + h + h + h = 2,5 + 1 + 2,1 + 0,3 = 5,9 м,

где H – полная высота осветлителя, м;

h - высота зоны осветления (от нижней кромки осадкоприемных окон до поверхности воды в осветлителе), равная 2-2,5 м;

h - строительная высота, равная 0,3 м.

Сбор осветленной воды в верхней части осадкоуплотнителя осуществляют с помощью одной или двух дырчатых труб, располагаемых на 30 см ниже поверхности воды в осветлителе и не менее чем на 1,5 м выше верха осадкоприёмных окон. Расход воды в одной трубе определяют по формуле:

q=((1 - K) - ) = ((1-0,8) - ) = 26,62 м/ч,

где q - расход воды в одной трубе, м/ч;

Q - производительность очистной станции, м/ч;

С - концентрация взвешенных веществ в воде, поступающих в осветлитель, г/м;

 - мутность воды, выходящей из осветлителя, г/м, принимаемая в пределах от 8 до 15 г/м;

 - средняя по всей высоте осадкоуплотнителя концентрация твердой фазы осадка, г/м, принимаемая по табл. 19 [1];

n – количество водоотводящих труб.

**3.8 Фильтры**

Фильтры применяют в качестве второй ступени очистки в ступенчатой схеме водоподготовки. В качестве фильтрующего материала используют кварцевый песок, дробленые антрацит и керамзит, а также другие материалы. Фильтры и их коммуникации рассчитывают на работы при нормальном режиме и форсированном(часть фильтров находится в ремонте) режимах. На станциях с количеством фильтров до 20 предусматривают возможность выключения на ремонт одного фильтра, при большем количестве – двух фильтров.

Расчетные скорости фильтрования при нормальном и форсированном режимах, в зависимости от качества воды в источнике водоснабжения, технологии ее обработки перед фильтрованием и других местных условий по табл. 21 [1] с учетом обеспечения продолжительности работы фильтров между промывками не менее: при нормальном режиме 8 – 12 ч, при форсированном режиме или полной автоматизации промывки фильтров – 6 ч.

Принимаем однослойные скорые фильтры с загрузкой различной крупности, материал загрузки – кварцевый песок.

Диаметр зерен: наименьших – 0,5 м;

наибольших – 1,2 м;

эквивалентный – 0,7-0,8м.

Коэффициент неоднородности загрузки 1,8-2.

Высота слоя 0,7-0,8 м.

Скорость фильтрования:

- при нормальном режиме V=5-6 м/ч;

 - при форсированном режиме V=6-7,5 м/ч.

Общую площадь фильтров определяют по формуле:

F = = =171,81 м,

где F - общая площадь фильтров, м;

Т - продолжительность работы станции в течении суток, ч;

V - расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, м/ч;

n – число промывок одного фильтра в сутки при нормальном режиме эксплуатации;

 - интенсивность промывки фильтра, л/(с\*м), принимаемая по табл. 23 [1];

t - продолжительность промывки, ч, принимаемая по табл. 23 [1];

t - время простоя фильтра в связи с промывкой, принимаемое для фильтров, промываемых водой – 0,33 ч.

Количество фильтров на станции производительностью более 1600 м/сут принимают не менее четырех. При производительности станции более 8 -10 тыс. м/сут количество фильтров определяют с округлением до ближайших целых чисел по формуле:

N = 0,5 = 0,5 = 6,5,

где N - количество фильтров на станции.

Принимаем 7 фильтров.

При этом должно обеспечиваться соотношение:

V= = = 7 м/ч,

где V - скорость фильтрования при форсированном режиме, м/ч;

N - число фильтров, находящихся в ремонте.

Условие выполняется.

Определим площадь одного фильтра:

F===24,5 м.

Принимаем фильтры без центрального кармана, т.к. F<30 м,

в плане 46,2 м.

Трубчатую распределительную (дренажную) систему большого сопротивления, предназначенную для сбора фильтрата и подачи промывной воды, рассчитывают по промывному расходу:

q = · F = 12 · 24,5 = 294,0 л/с,

где q - промывной расход, л/с;

F - площадь фильтра, м.

Диаметр коллектора распределительной системы определяют по формуле:

d = = = 0,56 м,

где d - диаметр коллектора распределительной системы, м;

q - промывной расход, м/с;

V - скорость движения воды в коллекторе, равная 0,8-1,2 м/с.

Принимаем d=600 .

Количество ответвлений дренажной системы определяют по формуле:

n = = = 24,

где n - количество ответвлений дренажной системы;

b - ширина фильтра (длина стороны фильтра в направлении оси коллектора или центрального канала), м;

a – расстояние между осями ответвлений, равное 0,25 – 0,35 м.

Диаметр ответвлений определяют по промывному расходу в одном ответвлении и скорости движения воды в нем

d = = = 0,088 м,

где d - диаметр ответвления, м;

q - промывной расход, м/с;

V- скорость движения воды в ответвлении, равная 1,6 – 2 м/с.

Принимаем d=100 мм.

На ответвлениях, при наличии поддерживающих слоев, принимаем отверстия диаметром 12 мм на расстоянии 150 – 200 мм друг от друга.

Для сбора и отведения промывной воды предусматривают желоба пятиугольного сечения. Расстояние между осями соседних желобов должно быть не более 2,2 м. Ширину желоба определяют по формуле:

В = К = 2,1 = 0,47 м,

где В - ширина желоба, м;

К – коэффициент, принимаемый для желобов для пятиугольного сечения - 2,1;

q - расход воды в желобе, м/с;

a - отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины, принимаемое в пределах 1-1,5.

Найдем расход промывной воды в одном желобе:

q===0,098 м/с.

По ширине желоба и принятому значению a определяют полную высоту желоба:

H = 0,5 · В · (1 + а) = 0,5 · 0,47(1 + 1) = 0,47 м,

где H - полная высота желоба, м;

В - ширина желоба, м.

Расстояние от верхней кромки желоба до поверхности фильтрующей загрузки определяют по формуле:

h = = + 0,3 = 0,19 м,

где h - расстояние от верхней кромки желоба до поверхности фильтрующей загрузки, м;

H - высота фильтрующей загрузки, м;

а - относительное расширение фильтрующей загрузки, %, принимаемое по табл.23 [1].

Т.к. H> h, то h конструктивно принимаем на 5 см больше полной высоты желоба.

Верх желобов проектируют строго горизонтально, дно – с уклоном 0,01 в сторону сборного кармана. В фильтрах со сборным карманом расстояние от дна желоба до дна кармана определяют по формуле:

Н = 1,73 + 0,2 = 1,73 + 0,2 = 0,65 м,

где Н - расстояние от дна желоба до дна кармана, м;

q - промывной расход, м/с;

В - ширина кармана, принимаемая не менее 0,7м;

g – ускорение свободного падения, м/с.

Промывку фильтров осуществляют чистой водой с помощью специальных насосов. При использовании насосов забор воду осуществляют из резервуаров чистой воды. Принимаем насосы 1 рабочий и 1 резервный типа HS 200150300, n = 1450 мин, с подачей Q = 300 л/с и напором H = 10 м, диаметр колеса 240 мм.

Скорость движения воды в трубопроводах, подающих и отводящих промывную воду, принимают 1,5-2 м/с.

Для удаления воздуха из дренажной системы фильтра на коллекторе предусматривают воздушник диаметром 75-100 мм, для опорожнения фильтра - спускные трубы диаметром 100-200 мм.

Полную высоту фильтра определяют по формуле:

Н = Н + Н + Н + Н + h,

где Н - полная высота фильтра, м;

Н - общая высота поддерживающих слоев, м, принимаемая по табл. 22 [1];

Н - высота фильтрующей загрузки, м, принимаемая по табл. 21 [1];

Н - высота слоя воды над фильтрующей загрузкой, принимаемая не менее 2 м;

Н - дополнительная высота, м;

h - превышение строительной высоты над уровнем воды (не менее 0,5 м).

При выключении части фильтров на промывку и при работе оставшихся фильтров с постоянной скоростью фильтрования, предусматривают над нормальным уровнем воды в фильтрах дополнительную высоту, которую определяют по формуле:

Н = ,

где Н - дополнительная высота, м;

W - объем воды, м, накапливающийся за время простоя одновременно промываемых фильтров;

F – суммарная площадь фильтров, м, в которых происходит накопление воды.

Подача одного фильтра будет равна:

Q = = 116,4 м/ч,

W= Q · t = 116,4 · 0,33 = 38,42 м,

F = F · N = 24,98 · 7 = 174,86 м

Н==0,22 м.

Н=0,35+0,8+2+0,22+0,5=3,88 м.

**3.9****Обеззараживание воды**

В технологии водоподготовки известно много методов обеззараживания, которые можно классифицировать на четыре основные группы: термический; с помощью сильных окислителей; олигодинами (воздействие ионов благородных металлов); физический (с помощью ультразвука радиоактивного излучения, ультрафиолетовых лучей). Из перечисленных наиболее широко применяют методы второй группы. В качестве окислителей используют хлор, диоксид хлора, озон и т.д. В свою очередь, из перечисленных окислителей, на практике отдают предпочтение хлору и озону. Выбор метода обеззараживания воды производят, руководствуясь расходом и качеством обрабатываемой воды, эффективностью ее предварительной очистки, условиями поставки, транспорта и хранения реагентов.

**3.9.1 Хлорирование воды**

Принимаем дозу хлора для предварительного хлорирования 5 мг/л. Необходимый объём хлора определяем по формуле:

qx = Dx · Qч/1000

где Dx – доза хлора, мг/л;

Qч – производительность очистной станции, м3/ч;

qx = 10 · 847,67/1000 = 8,477 кг/ч

Принимаем два хлоратора (1 резервный, 1 рабочий) марки ЛК – 10 (СП) для предварительного хлорирования.

Принимаем дозу хлора для обеззараживания воды 1 мг/л, тогда доза хлора составит:

qx = 3 ·847,67 /1000 = 2,54кг/ч

Принимаем два хлоратора для обеззараживания (1раб., и 1рез.) марки ЛК-10 (СП). Хранение хлора осуществляется в бочках максимальной вместимостью 500л. Потребное количество хлора определяем по формуле:

Qx = 720 · qx,

где qx – расход хлора, кг/ч.

Qx = 720 · 10,713 = 7713 кг

Количество бочек для хранения хлора определяем по формуле:

n = Qx / Мx = 7713,36/500 = 15 шт.

Принимаем 15 бочек. Вместимостью -400

**3.10 Подбор трубопроводов по таблице Шевелева**

* Трубопровод для отвода осветленной воды с расходом Q = 114 л/с и скоростью V = 1,03 м/с имеет диаметр d = 300 мм;

114 / 4 = 28,5 л/с, d = 100 мм, V = 1,01 м/с.

* Трубопровод для подачи исходной воды в осветлитель с расходом Q = 114 л/с и скоростью V = 1,03 м/с имеет диаметр d = 300 мм;

 Q = 114 / 4 = 28,5 л/с, V = 0,58 м/с, d = 100 мм;

 Q = 114 / 8 = 14,25 л/с, V = 0,73 м/с, d = 100 мм.

* Обводной трубопровод с расходом Q = 114 л/с и скоростью V=1,03 м/с имеет диаметр d = 300 мм.
* Трубопроводы для подачи и отвода воды на фильтр с расходами Q=114 л/с и скоростью V = 1,47 м/с имеет диаметр d = 300 мм;

 114 / 7 = 16,28 л/с, d=100 мм, V = 1,25 м/с.

* Трубопроводы для подачи и отвода промывной воды с расходами Q=294 л/с и скоростью V = 0,77 м/с имеет диаметр d = 600 мм;

 294 / 7 = 42 л/с; V = 0,81 м/с, d = 250 мм.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. СНиП 2.04.02-84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/ Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2007.-128с.
2. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений / Под. Ред. А.С. Москвитина. – М.: Стройиздат, 1979. – 430 с., ил – (Справочник монтажника)
3. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий; Под ред. И.А. Назарова. – М.: Стройиздат, 1977. – 288с.
4. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды. В двух частях. Ч – 1, Ч – 2/ Л.А. Кульский, И.Т. Гороновский, А.М. Когановский, М.А. Шевченко. – Киев: Наука думка, 1980. – 1206 с.
5. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.
6. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации./ Под ред. А.К.Перешивкина. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: С 576. ил.. 1978.

 Оборудование водопроводно-канализационных сооружений./ Под ред. А.С.Москвитина. -М.: Стройиздат, С 430, ил., 1979.

1. СниП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий / Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстрой СССР, С 56, 1986.
2. Справочник проектировщика. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий / Под ред. И.А.Назарова. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, С 288, ил., 1977.

10. Тугай A.M., Терновцев В.Ю. Водоснабжение. Курсовое проектирование: Учебн. пособие для вузов. — Киев: Высш.шк. Головное изд-во, С 208, 1980.

11. Л.Турк В.И., Минаев А.В., Карелин В.Я. Насосы и насосные станции. Учебник для вузов. М., Стройиздат, С 304, 1976.

12. Шевелев ФА,, Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ.пособие. Изд.6-е доп - М.: Стройиздат, С 116. 1984 г.

1З. СНиП 2.04.02-84\*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Гос-стой России.- М: ГУП ЦПП, 1997 - 128 с.

14. Лашкивская Н.Д., Лашкивский.Б.П. Водопроводные очистные сооружения. Очистка природных под. - Томск: ТГАСУ 1998 - 54с.

15. Кожинов В.Ф. очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты. 3-е изд. - М.: Стройиздат, 300 с.