# Водоснабжение и водоотведение на ГСХ-3

## Задание

**на выполнение курсовой работы по водоснабжению и водоотведению студенту факультета ГСХ курс 3, группа 9, Иванов И.И.**

**выдано: 10.09.01;    срок сдачи:21.12.01**

Исходные данные для проектирования:

- генеральный план юрода с промышленным предприятием в масштабе 1:5000 или 1:10000; на плане нанесены горизонтали. тающие полную картину рельефа местности, а так же нанесены поверхностные источники водоснабжения.

Расчетные данные:

- расчетная плотность населения, 196 чел/га,

- норма хозяйственно-питьевого водопотребления на 1 жи­теля, 310 л/сут,

*-* этажность застройки, 6 этажей  ,

- 10% территории города, поливается автомашина­ми/вручную (полив осуществляется в течение 2 часов в сутки, в период с 22(22) до 24(24)

*-* город расположен в Северной части,

*-* глубина промерзания грунта, 1,95м

*-* отметка залегания грунтовых вод ---,

-отметки горизонта воды в водоеме:

максимального  144

минимального  140

Данные о промышленном предприятии:

.- технологический расход,  75 л/с,

*-* часы работы предприятия 8-16; 16-24,

*-* количество работников, 710 чел., из них  12% в горя­чих цехах:

-      пользуются душем в цехах:

-      горячих 90%, холодных 20%,

-      экономический фактор 0,75 .

Курсовая работа состоит из пояснительной записки с расче­тами и графической части (лист формата А2).

**Раздел «Водоснабжение города»**

Данный раздел должен включать следующие подразде­лы:

1. Расчет водопотребления города и составление свод­ной таблицы водопотребления.

2. Построение графиков водопотребления города и ра­боты насосной станции второго подъема (Н.С.- II).

3. Определение емкости и размеров бака водонапорной башни.

4. Подготовка сети к гидравлическому расчету.

5. Гидравлический расчет (увязка) водопроводной сети города.

6. Определение диаметров водоводов, напора насосов и высоты водонапорной башни.

Каждый подраздел в обязательном порядке должен со­держать необходимые таблицы, графики и рисунки (см. ни­же).

*1*. *Расчет водопотребления города и составление сводной таблицы водопотребления*

Цель расчета сводится к определению расходов воды:

на хозяйственно-питьевые нужды населения (а), на поливку территорий (б), на нужды местной промышленности (в) и промышленных предприятий (г).

*а). Определение расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населения*

Численность населения города рассчитывается но фор­муле:

N = S х r (чел.),

N=250x196=49000 (чел.),

где  r *-* плотность населения, чел. /га (принимается по заданию);

S - площадь города, га (принимается по расчету).

Cреднесуточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды определяется по формуле:

Qср.сут.=q x N/l000(м3/cyт),

Qср.сут.=310x49000/1000=15190(м3/cyт),

где q - удельное водопотребление, л/сут. на 1 чел. (принимается по заданию);

N - численность населения города, чел.

Максимальный суточный расход воды определяется по формуле:

Qcyт. мак. = Kcyт. мак. х Qcp.cyт. (м3/сут),

Qcyт. мак. =1,1x15190=16709(м3/сут),

где Ксут.мак. - коэффициент суточной неравномерности (см. СниП, стр. 2); коэффициент учитывает уклад жизни населе­ния, режим работы промышленных предприятий, степень благоустройства зданий и т.д. (согласно СниП Ксут мак реко­мендуется принимать равным 1,1-1,3).

Максимальный часовой расход воды определяется по формуле:

Qч.мак. = Kч.мак. x Qсут.мак./24,

Qч.мак. =1,38x16709/24=960,7675,

где Кч.мак. — коэффициент часовой неравномерности; согласно СниП

Кч.мак. =aмак. х bмак. ;

Кч.мак. =1,2x1,15=1,38;

где  aмак. - коэффициент, учитывающий те же обстоятельства, что и Ксут. мак.; согласно СниП aмак рекомендуется принимать равным 1,2-1,4;

bмак - коэффициент, который учитывает количество жите­лей в населенном пункте (принимается по СниП, табл. 2, стр. 3) или по табл. 1 настоящих методических указаний.

# Таблица 1

**Значения bмак. в зависимости от количества жителей**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Количество жителей в городе, тыс. чел.: | | | | |
| 6 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| b мак. | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,15 | 1,1 |

###### Таблица  2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Величины расходов по часам суток при разных коэффициентах часовой неравномерности Kч.мак.  % | |
| Часы суток | К ч.мак.,% |
| **1,38** |
| 0-1 | 3.2 |
| 1-2 | 3,25 |
| 2-3 | 2,9 |
| 3-4 | 2,9 |
| 4-5 | 3,35 |
| 5-6 | 3.75 |
| 6-7 | 4,15 |
| 7-8 | 4,65 |
| 8-9 | 5,05 |
| 9-10 | 5,4 |
| 10-11 | 4,85 |
| 11-12 | 4,6 |
| 12-13 | 4,5 |
| 13-14 | 4,3 |
| 14-15 | 4.4 |
| 15-16 | 4,55 |
| 16-17 | 4,5 |
| 17-18 | 4.25 |
| 18-19 | 4,45 |
| 19-20 | 4.4 |
| 20-21 | 4,4 |
| 21-22 | 4,5 |
| 22-23 | 4,2 |
| 23-24 | 3,5 |

*б). Определение расхода воды на поливку территорий*

Цель расчета - определение часового поливочного рас­хода воды в городе. Поливка осуществляется дворниками (вручную) и (или) поливочными машинами.

Площадь территории поливки в городе П (%) указыва­ется в задании, а площадь территории S (га) поливаемой ма­шинами (дворниками) определяется по формуле:

Sмаш. = Sдв.= SхП/100,

Sмаш. =250x10/100=25,

Нормы расхода воды на поливку машинами и дворни­ками составляют:

qп.маш. = 1,2-1,5 л/м2   и  qп.дв.*=* 0,4-0,5 л/м2     (СНиП табл. 3,стр. 3).

Количество воды, идущее на поливку машинами и дворниками определяется по следующим формулам:

Wмаш = Sмаш x qп.маш. (м3)

Wмаш =25x1,2=30(м3)

Wдв.= S дв. x q п.дв (м3)

Wдв.= 25x0,4=10 (м3)

Продолжительность поливки tмаш. и tдв. , указывается в задании.

Часовой поливочный расход определяется но форму­лам:

q ч.маш. = W маш. / t маш. (м3/ч)

q ч.дв. = W дв. / t дв. (м3/ч)

q ч.маш.=30/2=15 (м3/ч)

q ч.дв. = 10/2=5 (м3/ч)

*в). Определение расхода воды на нужды местной про­мышленности*

Цель расчета - определение часового расхода воды, по­требляемой местной промышленностью города (магазины, рынки, предприятия общественного питания, прачечные, па­рикмахерские и т.д.). Местная промышленность потребляет от 10 до 15% Qcут.мак. с учетом расхода на полив

Q м.пром. =(Q сут.мак. + W маш. + W дв. )x(0,1…0,015),

Q м.пром. = (16709+30+10)x0,1=1673,9

Предприятия местной промышленности работают в среднем 16 часов в сутки, т.е. часовой расход определится по формуле:

q ч.м.пром. = Q м.пром. /16 (м3/ч)

q ч.м.пром. = 1673,9/16=104,62 (м3/ч)

*г). Определение расхода воды на промышленных пред­приятиях*

Цель расчета - определение часового технологического расхода qч.техн. ,а также расходов воды в холодных и горячих цехах (на хозяйственно-питьевые нужды и прием душа в конце смены).

#### Определение технологического расхода воды

Данные о величине секундного расхода воды на техно­логические нужды предприятия qc.техн. , (л/с) и регламенте ра­боты предприятия (I, II или III смены) приводятся в задании.

Часовой технологический расход определяется по фор­муле:

q ч.техн. = 3,6 x q с.тeхн. (м3/ч).

q ч.техн. = 3,6 x 75 = 270 (м3/ч).

Суточный технологический расход Qcyт.техн. определя­ется по формуле:

Q сут.техн. = q ч.техн. x t (м3/сут),

Q сут.техн. = 270 x 16 = 4320 (м3/сут),

где t — количество часов работы предприятия в сутки.

##### Определение расходов воды в холодном цехе

Количество работников цеха Nx определяется по зада­нию.

Норма водопотребления составляет qx = 25 л/чел. (0,025м3/ чел.).

Тогда в смену на хозяйственно-питьевые нужды по­требляется

qx.х-п = Nx x qx (м3/смен).

qx.х-п =625x0,025=15,625(м3/смен).

За n смен ( т.е. в сутки) будет потребляться

Qcyт.х.х-п. = qх.х-п. х n (м3/сут),

Qcyт.х.х-п. =15,625x2=31,24 (м3/сут),

а ежечасно

qч.х.х-п. = Qсут.х.х-п. / t (м3/ч).

qч.х.х-п. = 31,25/16=1,95 (м3/ч).

Количество работников цеха, пользующихся душем, Nx.д. определяется по заданию.

Нормативное количество ра­ботников, пользующихся одной душевой сеткой в цехе со­ставляет 15 чел. Отсюда количество потребных душевых се­ток nс составит

nc=Nx.д. / 15 (шт.).

nc= 125/15=8,3 ≈ 8 (шт.).

При норме расхода воды на одну душевую сетку 0,5 м3 душевой расход составит

qx.д. = nc х 0,5 (м3/ смен).

qx.д. = 8 x 0,5 = 4 (м3/ смен).

За n смен (т.е. в сутки) будет потребляться

Qсут.х.д. = qх.д. х n (м3/сут).

Qсут.х.д. = 4 x 2 = 8 (м3/сут).

Определение расходов воды к горячем цехе

Количество работников цеха Nг. , определяется по зада­нию.

Норма водопотребления составляет qг. *=* 45 л/чел. (0,045 м3/чел).

Тогда в смену на хозяйственно-питьевые нужды по­требляется

qг.х-п. = Nг. x qг.  (м3/смен).

qг.х-п. = 85,2 x 0,045 = 3,834 (м3/смен).

За n смен (т.е. в сутки) будет потребляться

Qсут.г.х-п. = qг.х-п. x n (м3/сут),

Qсут.г.х-п. = 3,834 х 2 = 7,668 (м3/сут),

а ежечасно

qч.г.х-п. = Qсут.г.х-п. / t (м3/ч).

qч.г.х-п. = 7,668 / 16 = 0,47925 (м3/ч).

Количество работников цеха, пользующихся душем, Nг.д. определяется по заданию. Нормативное количество ра­ботников, пользующихся одной душевой сеткой в цехе, со­ставляет 7 чел. Отсюда количество потребных сеток nс. со­ставит

nc. = Nг.д. / 7 (шт.).

nc. = 77 / 7 = 11(шт.).

При норме расхода воды на одну душевую сетку 0,5 м3 душевой расход составит

qг.д. = nс. х 0,5 (м3/смен).

qг.д. = 11 x 0,5 = 5,5 (м3/смен).

За n смен (т.е. в сутки) будет потребляться

Qсут.г.д. = qг.д. х n (м3/сут).

Qсут.г.д. = 5,5 х 2 = 11 (м3/сут).

Определив все необходимые расходы воды (пункты а-г), расчетные данные сводятся в табл. 3 *(приведенные в табл. 3 и последующих таблицах конкретные численные данные представлены в качестве наглядного примера заполнения со­ответствующих строк и столбцов).* В сводной табл. 3 дан­ные по часовым расходам воды на принятие душа qx.д. и qг.д. заносятся в строку, соответствующую последнему часу рабо­ты каждой смены.

2. *Построение графиков водопотребления города и работы насосов Н. С.-II*

График водопотребления и работы насосов как функ­ция Q = f (t) строится на миллиметровке (формат А 4).

Данные для построения графика водопотребления вы­бираются из табл. 3 (столбцы 1 и 13), а при построении гра­фика работы H.C.-II необходимо руководствоваться следую­щими положениями. В часы усиленного водоразбора в город подается вода, поступающая от H.C.-II и водонапорной баш­ни, причем на долю насосов приходится 75-90% подаваемой воды, а оставшиеся 10-15% поступают из бака башни.

*Таблица 3*

**Сводные данные о водопотреблении в городе**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Час  Суток | Хоз.-пит. расход | | Расход па полив | | Мест. про­мыш., м3/ч | Промышленные предприятия | | | | | Суммарн. рас­ход, Qсут.сум. | |
| *%* | м3,ч | маши­ны,  м3/ч | двор­ники,  м3/ч | Хол.  цех.  м3/ч | душ.  хол.  цеха,  м3/ч | гор. цех,  м3/ч | душ. гор. цеха.  м3/ч | техно­лог. расх.  м3/ч | м3/ч | % |
| 1 | *2* | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 0-1 | 3,20 | 486,08 |  |  |  |  |  |  |  |  | 486,08 | 1,68 |
| 1-2 | 3,25 | 493,675 |  |  |  |  |  |  |  |  | 493,675 | 1,7 |
| 2-3 | 2,90 | 440,51 |  |  |  |  |  |  |  |  | 440,51 | 1,52 |
| 3-4 | 2,90 | 440,51 |  |  |  |  |  |  |  |  | 440,51 | 1,52 |
| 4-5 | 3,35 | 508,865 |  |  |  |  |  |  |  |  | 508,865 | 1,76 |
| 5-6 | 3,75 | 569,625 |  |  |  |  |  |  |  |  | 569,625 | 1,97 |
| 6-7 | 4,15 | 630,385 |  |  |  |  |  |  |  |  | 630,385 | 2,18 |
| 7-8 | 4.65 | 706,335 |  |  |  |  |  |  |  |  | 706,335 | 2,44 |
| 8-9 | 5.05 | 767,095 |  |  | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1621,85 | 5,61 |
| **9-10** | **5,40** | **820,26** |  |  | **104,68** | **1,95** |  | **478,125** |  | **270** | **1675,015** | **5,79** |
| 10-11 | 4,85 | 736,715 |  |  | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1591,47 | 5,5 |
| 11-12 | 4,60 | 698,74 |  |  | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1553,495 | 5,37 |
| 12-13 | 4,50 | 683,55 |  |  | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1538,305 | 5,32 |
| 13-14 | 4,30 | 653,17 |  |  | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1507,925 | 5,21 |
| 14-15 | 4,40 | 668,36 |  |  | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1523,115 | 5,27 |
| 15-16 | 4,55 | 691,145 |  |  | 104,68 | 1,95 | 4 | 478,125 | 5,5 | 270 | 1555,4 | 5,38 |
| 16-17 | 4,50 | 683,55 |  |  | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1538,305 | 5,32 |
| 17-18 | 4,25 | 645,575 |  |  | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1500,33 | 5,19 |
| 18-19 | 4,45 | 675,955 |  |  | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1530,71 | 5,29 |
| 19-20 | 4.40 | 668,36 |  |  | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1523,115 | 5,27 |
| 20-21 | 4,40 | 668,36 |  |  | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1523,115 | 5,27 |
| 21-22 | 4,50 | 683,55 |  |  | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1538,305 | 5,32 |
| 22-23 | 4,20 | 637,98 | 15 | 5 | 104,68 | 1,95 |  | 478,125 |  | 270 | 1512,735 | 5,23 |
| 23-24 | 3,50 | 531,65 | 15 | 5 | 104,68 | 1,95 | 4 | 478,125 | 5.5 | 270 | 1415,905 | 4,97 |
| Итого | 100% | 15190 | 30 | 10 | 1674,9 | 31,25 | 8 | 7650 | 11 | 4320 | 28925,15  28925,15 | 100% |

*3. Определение емкости и размеров бака водонапорной башни*

Целью расчета является определение общей емкости бака Wб водонапорной башни, включающего регулирующий объем воды W peг.б. , а также пожарный запас Wп.б.

Wб = W рег.б + W п.б.

Wб = 309,5 + 30 = 339,5

Регулирующий объем определяется но данным табл. 4 (столбец 6). Для нахождения величины W peг.б.  необходимо сложить самое большое (W ост.мак. ) и самое малое значение (W ост.мин. ) остатка воды в баке в течение суток, выраженное в %. Тогда W peг.б.  определится по формуле:

W peг.б= Q сут.сум. х (W ост.мак. + W ост.мин. ) х 0,01 (м3).

W peг.б= 28925,15 x ( 1,07 + 0) x 0,01 = 309,5 (м3).

Пожарный объем Wп.б. определяется из расчета тушения n количества одновременно возникающих пожаров в городе, насчитывающим определенное количество жителей (СНиП табл. 5 стр. 5). По данной таблице определяется расход воды, требуемый для тушения каждого пожара. Тогда Wп.б. будет определяться по формуле:

Wп.б. = n x qп x 600 х 0,001 (м3),

Wп.б. = 2 х 25 х 600 х 0,001 = 30 (м3),

где n - количество одновременных пожаров:

q - расход воды на тушение каждого пожара, л/с;

600 - продолжительность тушения пожара, с;

0,001 - переводной коэффициент.

После нахождения Wп.б и Wpeг.б подсчитывается их сумма, т.е. определяется емкость бака водонапорной башни Wб .

Бак водонапорной башни выполняется в форме цилин­дра высотой h и диаметром d. Как правило h = (2/3) d.

Объем бака подсчитывается по формуле:

Wб = F осн x h = ( p d2/ 4) x [( 2/3) d] = ( p /6) d3.

Подставляя значения Wб в данную формулу, определя­ется величина d, а затем h.

d = 8,6586

h= (2/3)d = 5,7724

F осн = 58,81.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 4  **Определение регулируюшей емкости водонапорной башни** | | | | | | |
| Часы суток | Водопо-требл. города,  % | Работа H.C.-II,  % | Посту­пление в бак,  % | Отвод из ба­ка, % | Остаток в баке, W | |
| в% | (при-вед. к 0%) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0-1 | 1,68 | 1,85 | 0,17 |  | 0,17 | 1,09 |
| 1-2 | 1,7 | 1,85 | 0,15 |  | 0,32 | 1,24 |
| 2-3 | 1,52 | 1,85 | 0,33 |  | 0,65 | 1,57 |
| 3-4 | 1,52 | 1,85 | 0,33 |  | 0,98 | 1,9 |
| 4-5 | 1,76 | 1,85 | 0,09 |  | 1,07 | 1,99 |
| 5-6 | 1,97 | 1,85 |  | 0,12 | 0,95 | 1,87 |
| 6-7 | 2,18 | 1,85 |  | 0,33 | 0,62 | 1,54 |
| 7-8 | 2,44 | 1,85 |  | 0,59 | 0,03 | 0,95 |
| 8-9 | 5,61 | 5,33 |  | 0,28 | -0,25 | 0,67 |
| 9-10 | 5,79 | 5,33 |  | 0,46 | -0,71 | 0,21 |
| 10-11 | 5,5 | 5,33 |  | 0,17 | -0,88 | 0,04 |
| 11-12 | 5,37 | 5,33 |  | 0,04 | -0,92 | 0 |
| 12-13 | 5,32 | 5,33 | 0,01 |  | -0,91 | 0,01 |
| 13-14 | 5,21 | 5,33 | 0,12 |  | -0,79 | 0,13 |
| 14-15 | 5,27 | 5,33 | 0,06 |  | -0,73 | 0,19 |
| 15-16 | 5,38 | 5,33 |  | 0,05 | -0,78 | 0,14 |
| 16-17 | 5,32 | 5,33 | 0,01 |  | -0,77 | 0,15 |
| 17-18 | 5,19 | 5,33 | 0,14 |  | -0,63 | 0,29 |
| 18-19 | 5,29 | 5,33 | 0,04 |  | -0,59 | 0,33 |
| 19-20 | 5,27 | 5,33 | 0,06 |  | -0,53 | 0,39 |
| 20-21 | 5,27 | 5,33 | 0,06 |  | -0,47 | 0,45 |
| 21-22 | 5,32 | 5,33 | 0,01 |  | -0,46 | 0,46 |
| 22-23 | 5,23 | 5,33 | 0,1 |  | -0,36 | 0,56 |
| 23-24 | 4,97 | 5,33 | 0,36 |  | 0 | 0,92 |
| Итого | 100 % | 100 % | - | - | - | - |

*4. Подготовка сети к гидравлическому расчету*

Водопроводная сеть рассчитывается на максимальный секундный расход в час максимального водопотребления (см. строку 9-10 ч в табл. 3); в данный час город потребляет оп­ределенное количество воды (в % суточного расхода - стол­бец 13 или в м3/ч - столбец 12).

В час максимального водопотребления вода подается насосами Н.С.-II (см. табл. 4 - количество подаваемой воды в % в строке 9-10 ч столбца 3) и из бака водонапорной башни (см. табл. 4 - разница между значениями в столбцах 2 и 3 строки 9-10 ч).

Для расчета водопроводной сети необходимо предвари­тельно выделить значения сосредоточенного расхода qcocp.,т.е. расхода воды для промышленного предприятия (см. табл. 3 - сумма величин расходов в строке 9-10 ч столбцах 7-11), а также равномерно распределенного расхода q p.p.

q p.p. = q ч.макс. - q соср. (л/с).

q p.p. = 820,26 – 750,075 = 70,185

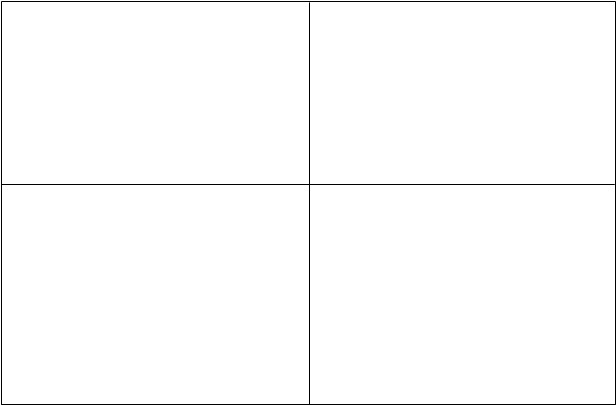


Схема водопроводной сети

При определении указанных расходов необходимо под­считать удельный qуд. и путевые расходы qпут.

qуд. = q р.р. / å L (л/с на 1 м длины сети),

qуд. = 70,185/8280 = 0,085

где  å L — общая (суммарная) длина участков водопроводной сети, м ( å L и q р.р.  заносятся в итоговую строку табл. 5).

qпут. = q уд. x Li (л/с),

 где  Li -длина соответствующего участка водопроводной сети.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Таблица 5 **Величины путевых расходов** | | |
| Номер участка | Длина участка Li ,м | Расход воды  qпут.  , л/с |
| 1 | 2 | 3 |
| 1-2 | 700 | 59,5 |
| 2-3 | 460 | 39,1 |
| 3-4 | 800 | 68,0 |
| 4-5 | 460 | 39,1 |
| 5-6 | 700 | 59,5 |
| 6-9 | 800 | 68,0 |
| 8-9 | 700 | 59,5 |
| 7-8 | 460 | 39,1 |
| 5-8 | 800 | 68,0 |
| 6-1 | 800 | 68,0 |
| 2-5 | 800 | 68,0 |
| 4-7 | 800 | 68,0 |
| **Итого** | **å L = 8280** | **q р.р. = 70,185** |

Следующим этапом подготовки водопроводной сети к расчету является определение узловых расходов, которые представляют собой полусуммы приложенных расходов на смежных участках (т.е. участках, имеющих общий узел). Данные но расчету узловых расходов сводятся в табл. 5.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Таблица 6 **Величины узловых расходов** | | | |
| Но­мер узла | Линии, при­легающие к  УЗЛУ | Полусумма приложенных расходов, л/с | Узловой расход,  q узл ,л/с |
| 1 | 1-2,1-6 | (59,5+68,0)/2 | 63,75 |
| 2 | 1-2,2-5,2-3 пром. предпр. | (59,5+68,0+39,1)/2+75 | 158,3 |
| 3 | 2-3,3-4 | (39,1+68,0)/2 | 53,55 |
| 4 | 3-4,4-5,4-7 | (68,0+39,1+68,0)/2 | 87,55 |
| 5 | 4-5,5-6,5-8,2-5 | (39,1+59,5+68,0+68,0)/2 | 117,3 |
| 6 | 5-6,6-1,6-9 | (59,5+68,0+68,0)/2 | 97,75 |
| 7 | 4-7,7-8 | (68,0+39,1)/2 | 53,55 |
| 8 | 7-8,8-9,5-8 | (39,1+59,5+68,0)/2 | 83,3 |
| 9 | 8-9,6-9 | (59,5+68,0)/2 | 63,75 |
|  | | Максимальный часовой расход | 778,8 |

Этапом подготовки сети к гидравлическому расчету является назначение диаметров труб и предварительное распределение расходов по кольцевой водопроводной сети города. На рис. 2, иллюстрирующим водопроводную сеть, наносится следующая информация:

-    номер кольца (римскими цифрами) в л/с;

- величины узловых расходов воды (на конце стрелки, отходящей от соответствующего узла);

-  величины расходов воды в л/с от водонапорной баш­ни и двух водоводов, питающих кольцевую сеть (в узле № 1);

-   направления течения воды (в виде стрелок на участ­ках (линиях);

-  назначаемые расходы в л/с и диаметры труб в мм на участках (информация записывается вблизи участка в виде дроби "расход / диаметр".

Определение величин расходов воды на участках про­изводится в строгой последовательности, начиная от узла № 1. Принцип определения расхода на участках состоит в вы­читании из питающего узел расхода величины узлового рас­хода и распределения остатка по прилегающим к узлу участ­кам пропорционально их длинам и с учетом тяготения к крупному водопотребителю - промышленному предприятию, а также учитывая подпитку сети из бака водонапорной баш­ни. При этом величина назначаемого расхода на каждом из участков должна превосходить величину узлового расхода в следующем по длине участка узле.

Например, для узла № 1: 282 - 24,52 - 257,48 (л/с); да­лее вода поступает на две линии 1-2 и 1-8. Пусть на линию 1-2 будет поступать 74,5 л/с (т.е. более 32,22 л./с, что соот­ветствует узловому расходу в узле №2). Тогда на линию 1-8 будет поступать 257,48 - 74,5 = 182.98 (л/с).

Диаметр линии 1-2 и 1-8 устанавливается в зависимо­сти от величин назначаемых расходов по табл. 7.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Таблица 7* | | |
| **Диапазоны расходов воды и значения удельного** | | |
| **сопротивления в трубопроводах соответствующего диаметра** | | |
| Диаметр труб, мм \* | Расходы,  л/с | Удельное сопротивление. So |
| 200 | 0-35,5 | 7,399\*10-6 |
| 250 | 35,5 - 57 | 2,299\*10-6 |
| 300 | 57 - 83,8 | 0,8336\*10-6 |
| 350 | 83,8- 116 | 0,4151\*10-6 |
| 400 | 116-153 | 0,2085\*10-6 |
| 450 | 153-197 | 0,1134\*10-6 |
| 500 | 197-273 | 0,06479\*10-6 |
| 600 | 273 - 402 | 0,02493\*10-6 |
| 700 | 402 - 600 | 0.01111\*10-6 |

\*Диаметры линий можно также определять, используя две формулы:

*d (мм) = Э 0,145 x q 0,42 или d (мм) = 3,33 x*



Используя данные табл. 7, диаметр линии 1-2 составит 300мм, а 1-8-450 мм.

Для других узлов и линий расходы составят следующие величины.

Узел № 8: 182,98 - 37,9 = 145,08 (л/с). Вода поступает на линии 7-8 и 8-9; расход на линии 7-8 - 22,08 л/с и диа­метр 200 мм; тогда расход на линии 8-9 составит 145,08 -22,08 == 123 (л/с), а диаметр 400 мм.

Узел № 3: 71,64 - 20,56 = 51,08 (л/с). Вода поступает на линии 3^4 и 2-3; расход на линии 3-4 - 30,08 л/с и диаметр 200 мм; тогда расход на линии 2-3 составит 51,08 - 30,08 *=~-1*1 (л/с), а диаметр 200 мм.

Узел № 2: (74,5 + 21) - 32,22 == 63,28 (л/с). Вода посту­пает на линию 2-7; расход на линии 2-7 составит 63,28 л/с, а диаметр 300 мм.

Узел № 7: (63,28 + 22,08) - 45,39 = 39.97 (л/с). Вода по­ступает па линии 4-7 и 6-7; расход на линии 4-7 - 18.47 л/си диаметр 200 мм; тогда расход на линии 6-7 составит 39,97 - 18,47 -= 21,5 (л/с), а диаметр 200 мм.

Узел № 4: (30,08 + 18,47) - 33.9 - 14,65 (л/с). Вода по­ступает на линию 4-5; расход па линии 4-5 составит 14,65 л/с, а диаметр 200 мм.

Узел № 6: (16,77 + 21,5) - 32,38 -- 5,89 (л/с). Вода по­ступает на линию 5-6; расход на линии 5-6 составит 5,89 л/с, а диаметр 200 мм.

*5. Гидравлический расчет (увязка) водопроводной сети города*

Цель расчета (увязки) - определение истинных расходов и потерь напора на каждой линии кольцевой сети. По завер­шению расчета сети подбираются соответствующие насосы. Расчет сети сопровождается заполнением сводной табл. 8.

*6. Определение диаметров водоводов, напора насосов и высоты башни*

Длина водоводов, как правило, составляет 2000-3000 м, а их диаметр принимается равным наибольшему из диа­метров участков кольцевой сети. В рассматриваемом приме­ре длина водоводов принята равной 1„ = 2000 м. а диаметр 450 мм. По двум водоводам к сети поступает 282 л/с. На каж­дый водовод приходится 282 / 2 - 141 (л/с). По таблице Ше­велева Ф.А. определяются потери напора i на единицу длины водоводов диаметром 450 мм для расхода 141 л/с. Величина i составляет 0,00211. Тогда потери напора в водоводе опреде­лятся по следующей формуле:

hв = i x lв = 0,0021 1 x 2000 = 4,22 (м).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| !-^J | | *Ttio.'iuiii.i S* Сводные данные по гидравлическому расчету кольцевой водопроводной сети города | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
| 11о-  МСр КО. 11, Ц;1 | | 11омср  .111НИП 11  папран-  .IL'II. | | L.\i | | l';IC-  \o;i q. .1 С | | Ди;1-  MCIp 1.1. MM | | S,,-10'' | | 110 •) | | Sq | | li^Sq2 | | д<и | | Ч | | Sq | h=Sir | Aq; | Ч,.а |  |
| IV | | 5-6(+) | | 410 | | 5.S9 | | 200 | | *~1.W)* | | .^O.U | | 0.017K7 | | +0.1 | | -0,6S | | 5,21 | | 0,015S | +0,0<S23 | - | 5.21 |  |
| 4-5(-) | | 7 90 | | 14.()5 | | ;()() | | *~J..W* | | 5.S4'' | | 0.0,S5fi2 | | -1 2'i | | +0.6.S | | 15.33 | | O.OS'Xi | -1.37 | - | 15.33 |  |
| 6-7(+) | | 7KO | | 21,5 | | 200 | | 7JW | | 5,771 | | 0.12407 | | +2.66 | | -0,()S -1.76= -2,44 | | 1У,06 | | 0.10')1) | +2.044 | - | 19,06 |  |
| 4-7(-) | | 440 | | IS.47 | | 200 | | *1,W* | | 3,256 | | 0.06013 | | -1.1106 | | +0.6S +0.15= +C.X3 | | 1').3 | | 0.062S4 | -1.21 | - | 19,3 |  |
|  | |  |
| I Sq= Aq,= | | | | | | =0,285; Ah=+0,39, Ah =-0,4037: ncpci pyii<'a "+" 1Ы < 0,5:  Ah / 2 £ Sq 1 = 10,39 / 0,571 = 0,68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
| *Продолжение таблицы S* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Но­мер  КОЛЬ | | 1 ioml'p .Illlllll] 11 l]illlp;ll)- | | Д:|Ц||;1 L. м | | Рас­ход q.  .I/C | | /1ча-MC'rp d, mm | | SH'40" | | S^S,!"!. (10 ') | | Su | | li=Sir | | Aqi | | Ч | | Sc| | | I^Sq^ | ДЧ2 | 4m I. | |
|  | Hil | | .ICI]. | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  |  |  | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | +0.15 | |  | |  | |  |  |  | |
|  |  | | 2-7(+) | | 750 | | 61,2S | | 300 | | O.K336 | | 0,6252 | | 0,03^3 | | +2,34 | | -0,47= | | 60.96 | | 0.03S] | | +2,32 | - | 60.96 | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | -0.32 | |  | |  | |  |  |  | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | +0,15 | |  | |  | |  |  |  | |
|  | 11 | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  |  |  | |
|  |  | | 4-7(+) | | 440 | | IS.47 | | 200 | | 7 *W* | | ^ 256 | | 0 0601^ | | +1,1106 | | +0,6S= | | 19.3 | | 0.062S4 | | +1.21 |  | 19,3 | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | +O.S3 | |  | |  | |  |  |  | |
| I-J |  | | 3-41-) | | 750 | | 30.0S | | 200 | | 7.399 | | 5.549 | | 0,1669 | | -5.02 | | -0,15 | | 29.9.1 | | 0.1660S | | -4.97 | - | 29.93 | |
|  |  | | 2-3(+) | | 450 | | 21.0 | | 200 | | 7.399 | | 3.^29 | | 0.069Ц | | +1.46 | | +0,15 | | 21.15 | | 0.0704 | | +1.4.S | - | 21.15 | |
| £Sq= 0,3352; ЛЬ =-0,101: Д h = + 0,04; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| перегрузка "-" Ilil < 0.5, --' | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aq, =IAh/2£Sq 1=1-0,101/0.67 1=0,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Продолжение таблицы S* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Но­мер | | 11омср линии и | | Длина | | I'ac- | | Диа­ | |  | | S-S -1 | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | -1 | |
|  | КО; Hi | | нанраи- | | L, м | | ход q, | | метр | | Si,"-10" | | (10'') | | Si] | | I^Sq2 | | Дс|] | | Ч | | Sq | | h=Sq2 | | A<h | | Ч 1,4. | |
|  |  | |  | |  | | ;1/C | | (.1, MM | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | на | | JICII. | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | -1,76 | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  | | 6-7(-) | | 780 | | 2l,5 | | 200 | | 7.399 | | 5.771 | | 0.124 | | -2.66 | | -0,6S= | | 19.06 | | 0,1099 | | -2,094 | | - | | 19,06 | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | -2,44 | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  | III | | 6-9(+) | | 700 | | 16,77 | | 200 | | 7.399 | | 5,179 | | 0,08685 | | +1,456 | | +1.76 | | 18,53 | | 0.09596 | | +1.778 | |  | | i.S,?3 | |
|  |  | | 8-9(+) | | 780 | | 123.0 | | 400 | | 0,20Х5 | | 0,1626 | | 0,01999 | | +2,45 | | +1,76 | | 124.76 | | 0,02028 | | +2.53 | |  | | 124.76 | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | Т———— | | | | -1,76 | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  | | 78Ы | | 680 | | 22,08 | | 200 | | 7.399 | | 5.031 | | 0.1 1 1 | | -2.45 | | +0,47= | | 20.79 | | 0,10459 | | -2.17 | | - | | 20,79 | |
| *'•^* |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | -1,29 | |  | |  | |  | |  | |  | |
| £Sq= 0,3418, Ah =-1,2; Д h =+0,044; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| iiepci pvik-ii " - " 1 h 1 < 0,5; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Л qi *=-* 1 A h / 2 ESq i = 1 - 1,2 / 0,6836 1 = 1,76; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Продолжение таблицы S* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
| Но­мер коль | | 11омер линии и направ­ | | Длина L, м | | 1'ас-ход q.  л/с | | Диа­метр  (.1. MM | | s„\*nr" | | S=S„\*L (10-') | | Sq | | h=Sq' | | Aq, | | Ч | | Sq | | 1^=SL[: | | A<l2 | | Чи.-.. | |  |
| Ц;1 | | лен. | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  |
|  | | 1-2(-) | | 6SO | | 74,5 | | 300 | | 0,8336 | | 0,5668 | | 0.04222 | | -3,14.5 | | -0.47 | | 74.03 | | 0.04196 | | -3.1 | | - | | 74.03 | |  |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | -0,47 | |  | |  | |  | |  | |  | |  |
|  | | 2-7(-) | | 750 | | 61.28 | | 300 | | 0.8^36 | | 0,6265 | | 0.0383 | | -2.34 | | +0,15= | | 60.96 | | 0,0381 | | -"' 4'' | | - | | 60.96 | |  |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | -0,32 | |  | |  | |  | |  | |  | |  |
| 1 | | 1-8(+) | | 750 | | 182,98 | | 450 | | 0,1 134 | | 0085 | | 001555 | | +2,84 | | +0,47 | | 183.45 | | 0,0155'> | | +2.85 | | - | | 1S3,45 | |  |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | +0,47 | |  | |  | |  | |  | |  | |  |
|  | | 7-8(+) | | 6SO | | 22.08 | | 200 | | 7.399 | | 5.031 | | 0.1 1 1 | | +2,45 | | -1,76= | | 20,79 | | 0,10459 | | +2,17 | | - | | 20.79 | |  |
|  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | -1,29 | |  | |  | |  | |  | |  | |  |
| £Sq= 0,207; Ah =-0,195; Ah =-0,4; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
| персгружя "-" 1 hi <0,5; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
| A qi = 1 A h / 2 £Sq 1 = | | | | | | | | | | -0,195/0.4141=0,47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Для определения напора насосов необходимо опреде­лить самую удаленную от места подвода водоводов точку на сети. Такой точкой является узел № 5. К нему вода может подходить по следующим направлениям:

1-8-9-6-5 (суммарная длина пути 2640 м);

1-8-7-6-5 (то же 2620 м);

1-.2-7-4-5 (то же 2660 м);

1 -2-7-6-5 (то же 2620 м);

1-.8-7-4- 5 (то же 2660 м).

Наиболее протяженным является путь движения воды 1 -2-7-4-5. Примем его -за диктующий.

Напор насосов определяется по следующей (формуле:

Ннас = Zд - Zнас + hсв +hв + åhc ,

где Zд и Zнас - соответственно геодезические отметки диктующей точки (учла № 5 у поверхности земли) и насоса; отметка оси насоса соответствует минимальному горизонту воды в источнике водоснабжения (для рассматриваемого примера согласно плану местности и исходным данным для проекти­рования Zд = 132.8 м, Zнас = 124 м):

hсв = 10 + 4 (n - 1); n — этажность застройки (например, но заданию 6 этажей); hсв = 10 + 4 (6 - 1) = 30 (м);

åhc *-* суммарные потери напора по направлению I -2-7- 4 -5 (см. величины потерь напора на данных участках к итоговых графах табл. 8). Отсюда суммарные потери напора составят åhc =3,l – 2,32 + 1,21. + 1,37 = 8(м).

Тогда Ннас = 132,8 - 124 + 30 + 4,22 + 8 = 51,02. Прини­мается напор насосов Ннас = 51,1 м. По величинам расхода Qнас = 282 л/с и напора Ннас = 51,1 м по каталогу подбирается насос типа Д 800-51.

Для определения высоты водонапорной башни выбира­ется кратчайший путь движения воды от узла, вблизи кото­рого установлена башня до диктующего узла. Кратчайший путь в рассматриваемом примере 3-4-5. Тогда высота башни будет определяться по формуле:

Нб = Zд – Zб + hсв + hв.б. + åhc + h,

где Zб - геодезическая отметка в месте установки в месте уста­новки башни (определяется согласно плану местности по горизонталям); hв.б. - потери напора в водоводах башни; оп­ределяются аналогично потерям в водоводах по формуле hв.б.= i х lв.б. (для рассматриваемого примера расход по каждому водоводу от башни составляет 71,64 / 2 *=* 36 (л/с); длина во­доводов, как правило, составляет hв.б. = 150м, а диаметр при­нимается равным наибольшему в точке подвода водоводов к сети, т.е. 200 мм); отсюда hв.б. = i х lв.б. = 0,0092 х 150 = 1,38 (м);

åhc - суммарные потери напора на участках 3-4 и 4-5 (со­ответственно 4,97+1,37=6,34 м);

h *-* высота бака башни ( в рассматриваемом примере 8,33 м).

Тогда Нб = 132,8 - 134,75 + 30 + 1,38 + 6,34 + 8,33 = 44,1 (м).

**Раздел «Городская канализация»**

Данный раздел должен включать следующие подразде­лы:

1. Определение расчетных расходов сточных вод.

2. Гидравлический расчет канализационной сети и по­строение продольного профиля главного коллектора.

Каждый подраздел в обязательном порядке должен со­держать приводимые ниже таблицы, графики и рисунки.

*1.* *Определение расчетных расходов сточных вод*

Цель расчета сводится к определению модуля стока, коэффициентов неравномерности притока сточных вод ирасходов воды (попутного, транзитного, бокового и сосредо­точенного).

Расчетная плотность населения города r = 185 чел/га, норма хозяйственно-питьевого водопотребления на 1 жителя города r = 285 л/сут и глубина промерзания грунта h = 2,55 м (принимаются по заданию).

Модуль стока для года определяется по следующей формуле:

qo = (r х q / 86400) = (185 х 285) / 86400 = 0,61 л/с с 1 га.

Для определения коэффициента неравномерности при­тока сточных вод К используются данные СниП, помещен­ные в табл. 9.

*Таблица 9*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Q,  л/с | До  5 | До  15 | До  30 | До  50 | До  100 | До  200 | До  300 | До  500 | До  800 | До  1250 |
| К | 3.0 | 2,5 | 2,0 | 1.8 | 1.6 | 1,4 | 1.35 | 1,25 | 1.2 | 1,15 |

Расчетный расход сточных вод складывается из:

1) попутного (т.е. поступающего на участок от примыкаю­щего жилого квартала или его части);

2) транзитного (т.е. поступающего из выше расположенных кварталов или их частей);

3) бокового (т.е. поступающего от боковых ответвлений);

4) сосредоточенного (т.е. поступающего от промышленных предприятий).

Данные но расчету сети сводятся в табл. 10.

Трассировка канализационной сети города и главного коллектора приводятся на чертежах листа. Трасса главного коллектора для рассматриваемого примера включает участки 1-1, II-III, III-IV, IV-V, V-V1 и VI-VII (рис. 3 и 4).

*2*. *Гидравлический расчет канализационной сети и построение продольного профиля главного коллектора*

Целью гидравлического расчета и проектирования яв­ляется назначение диаметров труб, определение скоростей течения сточной воды в трубопроводах, уклонов и глубин заложения трубопроводов водоотводящей сети.

При проектировании должны соблюдаться следующие условия:

1) скорость течения сточной воды в трубопроводах должна быть в диапазоне 0,6-1,5 м/с;

2) минимальный уклон трубопровода рассчитывается по формуле imin = 1/d, где d - диаметр трубопровода в мм (желательно укладывать трубопроводы с уклоном земли, т.к. это наиболее оптимальный для производства земля­ных работ (рытье траншей) вариант;

3) глубина заложения шелыги трубы в начальной точке I главного коллектора определяется по формуле:

hi = hпром. + 0,5 м = 2,55 + 0,5 = 3,05 м;

4) материал труб для главного коллектора - бетон; коэффи­циент шероховатости - 0,014;

5) трубы соединяются "шелыга в щелыгу".

Гидравлический расчет водоотводящей сети произво­дится с использованием таблиц Калицуна В.И. (приложение).

Пример расчета главного коллектора по методике Ка­лицуна В.И. (исходные данные для проектирования, а также план города представляются в приложении) изложен ниже в виде алгоритма.

Участок **I-II**

Уклон земли iзем. = (131б6 - 131,4) / 360 = 0,000555.

а) уклон трубопровода принимается равным уклону земли, т.е. i = 0,000555;

 = 0,023569, q = 41,08 л/с (табл. 10, столбец 10);



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Таблица 1(1* Расходы сточных вод | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |
| 11омср  участка | | I ijio-щадь канали-знроиа-  11ИЯ | | Модуль стока. л/схга | | 11опутный расход,л/с | | Co-сред рас­ход,  л./с | | Боковой рас­ход. л/с | | 'I'pan-  SHTHbIH  расход,  л/с | | Суммар­ный рас­ход. л/с (4 + 5 + 6  +7) | | Коэффи­циент неравно­мерности. К | | Q„,c„„^.  л/с | |  |
| 1 | | ^ | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |  |
| 0-1 | | 4,84 | | 0.61 | | 4,84х0.61-2,95 | | — | | - | | - | | 2,95 | | 3,0 | | 8.85 | |  |
| i -i | | 4.10 | | 0.61 | | 2,50 | | - | | 4.84х0.61-2,95 | | 2,95 | | 8,40 | | 2.5 | | 21,0 | |  |
| 2-3 | | 4,80 | | 0,61 | | 2,93 | | - | | 4.1х0.61-2.50 | | 8,40 | | 13,83 | | 2,5 | | 34,58 | |  |
| 3-1 | | 6,20 | | 0,61 | | 3,78 | | - | | 4,8х0,61=2,93 | | 13,83 | | 20,54 | | 2,0 | | 41,08 | |  |
| 4-5 | | 1,76 | | 0,61 | | 1,07 | | - | | - | | - | | 1.07 | | 3,0 | | 3,21 | |  |
| 5-6 | | - | | 0,61 | | -'- | | - | | 1.76х0.61-1,07 | | 1,07 | | 2,14 | | 3,0 | | 6.42 | |  |
| 6-7 | | 4,29 | | 0,61 | | 2.62 | | - | | 2.04х0,61-1.24 | | 2,14 | | 6.00 | | 2,5 | | 15.0 | |  |
| 7-8 | | 4,29 | | 0,61 | | 2,62 | | - | | 4,29х0.61-2.62 | | 6,00 | | 11,24 | | 2,5 | | 28,1 | |  |
| S-9 | | 4.45 | | 0,61 | | 2,7 | | „ | | 4.29х0.61-2.62 | | 11,24 | | 16,56 | | 2,0 | | 33,12 | |  |
| 9-11 | | 6,60 | | 0,61 | | 4,03 | | - | | 4,45х0,61=2,70 | | 16,56 | | 23,29 | | 2,0 | | 46,58 | |  |
| it)-!! | | 1,82 | | 0,61 | | I.I 1 | | - | | - | | - | | 1,1 1 | | 3,0 | | 3,33 | |  |
| 11-12 | | - | | 0,61 | | - | | - | | 1.82х0.61-1,1 1 | | 1,1 1 | | 2 22 | | 3,0 | | 6,66 | |  |
| 12-13 | | 4.76 | | 0,61 | | 2,90 | | - | | 2.04х0-61-1.24 | | 7 n0 | | 6,36 | | 2,5 | | 15,90 | |  |
| 13-14 | | 4,76 | | 0.61 | | 2,90 | | - | | 4.76х0.61-2.90 | | 6,36 | | 12,16 | | 2,5 | | 30,40 | |  |
| 14-15 | | 5,27 | | 0.61 | | 3,20 • | | - | | 4.76х0.61-2.90 | | 12,16 | | 18,26 | | 2,0 | | 36,52 | |  |
| 15-III | | 7,35 | | 0,61 | | 4,48 | | - | | 5,27х0,61=3,20 | | 18,26 | | 25,94 | | 2,0 | | 51,88 | |  |
| 16-17 | | 1,87 | | 0,61 | | 1.11 | | - | | - | | - | | 1.14 | | 3.0 | | 3.42 | |  |
| 1 7-1 8 | | - | | 0,61 | | - | | - | | 1.87х0.61-1.14 | | 1.14 | | 2,28 | | 3.0 | | 6,84 | |  |
| IS-19 | | -1.73 | | 0,61 | | 2.88 | | - | | 2.04х0.61-1.24 | | 2,28 | | 6,40 | | 2,5 | | 16,00 | |  |
| -; | 1 | | 7 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
| 1 9-20 | | 4.73 | | 0,61 | | 2,88 | | - | | 4.73х0.61-2.88 | | 6.40 | | 12,16 | | 2.5 | | 30,40 | |
| 20-21 | | 5,42 | | 0,61 | | 3,30 | | - | | 4.73х0,61-2.88 | | 12.16 | | 18,34 | | 2,0 | | 36,68 | |
| 21-IV | | 7,35 | | 0,61 | | 4.48 | | - | | 5,42х0.61=3,30 | | 18,34 | | 26,12 | | 2,0 | | 52,24 | |
| "'^—?3 | | 1.76 | | 0.61 | | 1,07 | | - | | - | | - | | 1.07 | | 3,0 | | 3,21 | |
| 23-24 | | - | | 0.61 | | - | | - | | 1.76х0.61-1.07 | | 1,07 | | 2,14 | | 3.0 | | 6.42 | |
| 24-25 | | 4,62 | | 0,61 | | 2,82 | | - | | 1.86х061-1.13 | | 2,14 | | 6,09 | | 2.5 | | 15,22 | |
| 25-26 | | 4,62 | | 0.61 | | 2,82 | | - | | 4.62х0.61-2.82 | | 6.09 | | • 11,73 | | 2,5 | | 29,32 | |
| 26-27 | | 4,95 | | 0,61 | | 3,02 | | - | | 4.62х0.61=2.82 | | 11.73 | | 17.57 | | 2,0 | | 35,14 | |
| 27-V | | 6,93 | | 0,61 | | 4,23 | | - | | 4,95х0,61=3,02 | | 17,57 | | 24,82 | | 2,0 | | 49,64 | |
| 28-29 | | 4,48 | | 0,61 | | 2,74 | | - | | - | | - | | 2,74 | | 3,0 | | 8.22 | |
| 29-30 | | - | | 0,61 | | - | | - | | 4.48х0.61---2,74 | | 2,74 | | 5,48 | | 2,5 | | 13.7 | |
| 30-31 | | 4.8 | | 0,61 | | 2,93 | | - | | 4,48х0,61-2,74 | | 5.48 | | -11,15 | | 2,5 | | 27.87 | |
| 31-VI | | - | | - | | - | | 80,85 | | 4,48х0,61=2,74 | | 11,15 | | 94,74 | | 1,6 | | 151,58 | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

б) модуль расхода составит К= q / = 41,08 / 0,023569 = 1742,96 (л/с);



в) по значению К = 1742,96 л/с назначается диаметр d, определяется наполнение h/d и модуль скорости W (поиск состоит в последовательном просмотре величин К в столбцах таблицы Калицупа В.И. от минимального до максимального значения диаметров с выбором ближайшего большего значе­ния К). Например, К = 1782 (ближайшее большее) для диа­метра 400 мм; тогда W *=* 17,6 (м/с), h/d = 0,75 и скорость V = W х  =17,6 х 0,023569 == 0,41 (м/с) < 0,7 (м/с), т.е. вариант не удовлетворяет по скоростям течения сточной жидкости;



г) оставляя диаметр трубы неизменным d *=* 400 мм, увеличивается ее уклон до минимального imin = 1/400 = 0,0025,   = 0,05, К = q/ - 41,08/ 0,05 =821,6 (л/с).



Для d = 400 мм ближайшее большее К из таблицы Калицуна В.И. 977 л/с, тогда h/d = 0,5, W= 15,6 (м/с) и скорость V = W х  = 15,6 х 0,05 = 0,78 (м/с) > 0,7 (м/с).



Данные расчетов но первому участку I-II вносятся в таблицу 11 (строка I-II):

- глубина воды в трубопроводе h (м) *=* (h / d) / d (м) = 0,5 х 0,4 - 0,2 (м);

- заглубление шелыги трубы в первом колодце (I) hi = hпром + 0,5 (м) = 2,55 + 0,5 = 3,05 м;

- отметка шелыги в точке I: 131,6-3,05= 128,55(м);

- отметка шелыги в точке II: 128,55 - i х L *=* 128,55 - 0,0025 х 360 = 128,55 - 0,9 = 127,65 (м);

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *:^* | *Таблица 11* Гидравлический расчет главного коллектора | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Но­мер уча­стка | 1.,  м | Q расч..  ;]/С | <J,  MM | Уклон. i | V.  м/с | Наполнение | | ix L | otmci k'll, М | | | | | | | |
| покер, земли | | шелыг. труб | | лотка 'ip\6 | | новер. воды | |
| *h/d* | h.M | нача­ло уча­стка | конец уча­стка | чало уча­стка | ко­нец уча­стка | на­чало  стка | ко­нец уча­стка | на-ч;по уча­стка | ко­нец уча­стка |
| 1-11 | 360 | 41,08 | 400 | 0.0025 | 0.78 | 0,5 | 0.2 | (1.9 | 131,6 | 131,4 | 13 1.6-3.05= 128,55 | 128,55-0.9= 127,65 | 128,55-0,4= 128.15 | 127.65-0.4= 127,25 | 128.15+ 0.2= 128,35 | 127.25+ 0,2= 127,45 |
| 11-III | 400 | 41.08+ 46,58= 87,66 | 600 | 0.00166 | 0.79 | 0,45 | 0,27 | 0.664 | 131.4 | 131,2 | 127,65 | 127,65-0.664= 126,98 | 127,65-0.6= 127,05 | 126.98-0,6= 126,38 | 127.05+ 0,27= 127,32 | 126.38+ 0,27= 126,65 |
| III-IV | 400 | 87.66+ 51,88= | 600 | 0.00125 | 0,79 | 0.65 | 0.39 | 0.5 | 131,2 | 130,7 | 126,98 | 126.98-0,5= 126,38 | 126,98-0.6= 126,38 | 126,48-0.6= 125,88 | 126.38+ 0,39= 126,77 | 125.88+ 0,39= 126,27 |
| 139,54 |
| IV-  V | 380 | 139.54+ 52,24= 191,78 | 600 | 0,001315 | 0.84 | 0,8 | 0.48 | 0,5 | 130,7 | 130,2 | 126,48 | 126,48-125,98 | 126,48-0,6= 125,88 | 125,98-0.6-125,38 | 125.88+ 0.48= 126,36 | 125.38+ 0.4= 125,86 |
| V-VI | 350 | 191,78± 49.64= 241,42 | 700 | 0.001143 | 0,85 | 0.7 | 0,49 | 0.4 | 130,2 | 129,8 | 125,98 | 125.98-0,4= 125,58 | 125,88-0.7= 125.28 | 125.58-0,7= 124,88 | 125.28+ 0.49= 125,77 | 124.88+ 0.49= 125,37 |
| VI-VII | 150 | 241.42+ 151,58= 393,0 | 800 | 0,00133 | 1,02 | 0,75 | 0.6 | 0,2 | 129,8 | 129,6 | 125,58 | 125.58-0.2= 125,38 | 125.58-0,8= 124,78 | 125.38-0,8= 124,58 | 124.78+ 0,6= 125,38 | 124.58+ 0.6= 125,18 |

- отметка лотка трубы в точке I: 128.55 - d (м)  128,55

-0,4- 128,15 (м):

- отметка лотка трубы в точке II: 127.65 - d (м) = 127,65

-0,4- 127,25 (м);

- отметка поверхности воды в точке I: 128,15 + h (м) = 128,15 +0,2= 128,35 (м);

- отметка поверхности воды в точке II: 127,25 + h (м) *=* 127,25 +0,2 = 127.45 (м).

Иллюстрацией расчета и проектирования продольного профиля главного коллектора служит фрагмент трассы с уча­стком I-II(рис. 3).

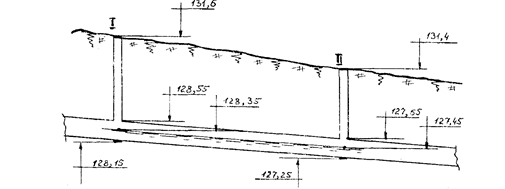


Рис. 3. Фрагмент трассы главного коллектора на участке I-II

**Участок II-III**

Уклон земли iзем = (131,4 - 131,2) / 400 = 0.0005;  = 0,02236; q = 87,6 (л/с); К = q/  *=* 87,66/ 0,02236 = 3920,39 (л/с); по значению К = 3920,39 назначается d, h/d и W:d = 600 мм (ближайшее большее К = 4360), W = 22,4 (м /с); h/d = 0,65; тогда V = W x  = 22,4 x 0,02236 = 0,5 (м/с) < 0,7 (м/с), т.е. вариант не удовлетворяет по скоростям течения сточной воды; оставляя диаметр d = 600 мм, увеличивается уклон трубы до минимального: imin = 1/600 = 0,001666:  *=* 0.0408; К = q/ *=* 87,66/ 0,0408 = 2148,5 (л/с); ближайшее большее К по таблице Калипуна В.И. для d = 600 мм составляет К = 2402 (л/с), h/d = 0,45; W = 19,4 (м/с); тогда скорость V = W x  = 19,4 x 0,0408 = 0,79 (м/с) > 0,7 (м/с).



**Участок III-IV**

Уклон земли iзем = (131,2 - 130,7) / 400 = 0,00125;  = 0,03535; q = 139,54 (л/с); К = q /  = 139.54 /0,03535 = 3947,38 (м/с); по значению К назначаются d, h/d и W d = 600 мм (ближайшее большее К = 4360); W = 22,4 (м/с); h/d = 0,65; тогда V = W x  = 22,4 х 0,03535 = 0,79 (м/с) > 0,7 (м/с).



**Участок IV-V**

Уклон земли iзем = (130,7 - 130,2) / 380 = 0,001315;  = 0,03627; q = 191,78 (л/с); К = q / = 191,78 / 0,03627 = 5287,56 (м/с); по значению К назначаются d, h/d и W d = 600 мм (ближайшее большее К = 5654); W = 23,2 (м/с); h/d = 0,8; тогда V = W x  = 23,2 х 0,03627 = 0,84 (м/с) > 0.7 (м/с).



**Участок V-VI**

Уклон земли iзем = (130,2 – 129,8) / 350 = 0,0011428;  = 0,0338; q = 241,42 (л/с); К = q /= 241,42 / 0,0338 = 7142,6 (м/с); по значению К назначаются d, h/d и W d *=* 700 мм (ближайшее большее К = 7180); W = 25,4 (м/с); h/d *=* 0,7; то­гда V = W х = 25,4 х 0,0338 = 0,85 (м/с) > 0,7 (м/с).

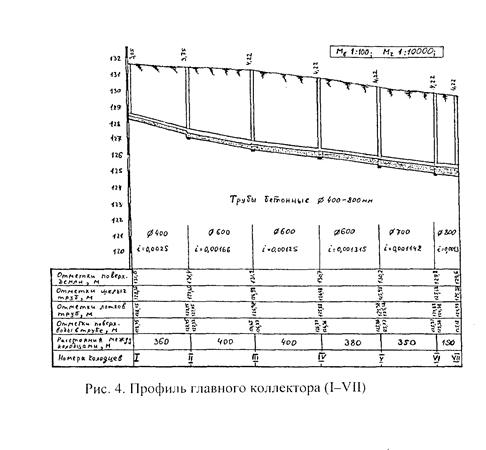


Участок **VI-VII**

Уклон земли iзем = (129,8-129,6) / 150 = 0,001333;  = 0,0365; q = 393 (л/с); К = q / = 393 / 0,0365 = 10767,12 (л/с); по значению К назначаются d, h/d и W d *=* 800 мм (ближай­шее большее К = 11314); W = 28 (м/с); h/d *=* 0,75; тогда V = W х = 28 х 0,0365 = 1,02 (м/с) > 0,7 (м/с).



Согласно полученным расчетным данным заполняется табл. 11 и строится продольный профиль главного коллекто­ра в масштабе: вертикальный 1:100, горизонтальный 1:10000 (рис.4).



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение модулей расхода, л/с, и скорости, м/с, для труб (п *=* 0,014) | | | | | | | | | | | | |  |
| h/d | Диаметры, мм | | | | | | | | | | | |  |
| 125 | | | | 159 | | | | 200 | | | |  |
| К | | W | | К | | W | | К | | W | |  |
| 0,65 | 66,8 | | 7,9 | | 108 | | 8,9 | | 233 | | 10,8 | |  |
| 0,6 | 59,3 | | 7,7 | | 96,3 | | 8,7 | | 207 | | 10,5 | |  |
| 0,55 | 51,7 | | 7,5 | | 84,0 | | 8,4 | | 180 | | 10,2 | |  |
| 0,5 | 44,2 | | 7,2 | | 71,7 | | 8,1 | | 154 | | 9,8 | |  |
| 0.45 | 36,8 | | 6,9 | | 59,7 | | 7,7 | | 128 | | 9.4 | |  |
| 0,4 | 29,8 | | 6.5 | | 48,3 | | 7,3 | | 104 | | 8,8 | |  |
| 0,35 | 73 2 | | 6,0 | | 37,6 | | 6,8 | | 80,8 | | 8,2 | |  |
| 0,3 | 17,3 | | 5,6 | | 28,1 | | 6,3 | | 60,3 | | 7,6 | |  |
| h/d | | Диаметры, мм | | | | | | | | | | | |
| 260 | | | | 300 | | | | 350 | | | |
| К | | W | | К | | W | | К | | W | |
| 0,75 | | 509 | | 12,9 | | 828 | | 14,6 | | 1 249 | | 16,1 | |
| 0,7 | | 467 | | 12,7 | | 760 | | 14,4 | | 1 146 | | 15.9 | |
| 0,65 | | 422 | | 12,5 | | 687 | | 14,1 | | 1 035 | | 15,6 | |
| 0,6 | | 375 | | 12,2 | | 610 | | 13,8 | | 920 | | 15,3 | |
| 0,55 | | 327 | | 11,8 | | 532 | | 13,4 | | 802 | | 14,8 | |
| 0,5 | | 279 | | 11,4 | | 454 | | 12,9 | | 685 | | 14,2 | |
| 0,45 | | 232 | | 10,9 | | 378 | | 12,3 | | 570 | | 13,6 | |
| 0,4 | | 188 | | 10,3 | | 306 | | 11,6 | | 461 | | 12,8 | |
| 0.35 | | 146 | | 9,6 | | 238 | | 10,8 | | 359 | | 12,0 | |
| 0,3 | | 109 | | 8,8 | | 178 | | 10,0 | | 268 | | 11,0 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| h./d | Диаметры, мм | | | | | | | | | | |
| 400 1 450 | | | | | | | 500 | | | |
| К | | W | К | | W | | К | | W | |
| 0,75 | 1782 | | 17.6 | 2444 | | 19,1 | | 3234 | | 20.6 | |
| 0.7 | 1636 | | Р.4 | 2243 | | 18.9 | | 2968 | | 20.2 | |
| 0.65 | J478 | | 17.1 | 2027 | | 18-5 | | 2682 | | 19.9 | |
| ! 0.6 | 1312 1 ! 6,7 | | | i 1800 | | 18,1 | | 2382 | | 19.4 | |
| 0.55 0,5 | 1 144 | | 16.2 | 1570 | | 17.5 | | 2077 | | 18,8 | |
| 977 | | i5.6 | 1340 | | L1^L | | 1773 | | 18,1 | |
| h/d | | Дилметры, мм | | | | | | | | |  |
| 600 | | 700 | | | 800 | | | |  |
| К "Т W | | К | W | | К | | W | |  |
| .... ^  0.8 | | 5654 | 23.2 1 8500 | | 25.8 | | 12124 | | 28.2 | |  |
| 0,75 | | *^•'У,* | 23,2 1 7932 | | Г 25.6 | | 1 1314 | | 28.0 ' | |  |
| 0.7 | | 1Ш61 | 22,8 I 7180 | | 25.4 | | 10384 | | 27,6 J | |  |
| 0,65 | | 4360 | 22.4 j 6578 | | 24,8 | | 9382 1 27.2 | | | |  |
| 0.6 | | 3872 | 21,8 | 5842 | 24.2 | | 8332 | | 26.4 1 —————- | |  |
| 0,55 | | 3376 | -> [ ^ | 5094 | 23,4 | | 7266 | | ^u | |  |
| 0.5 | | 2882 | 20.4 | 4348 | 22.6 | | 6202 | | 24.6 | |  |
| 0,45 | | 2402 | 19,4 | 3624 | 21.6 | | 5168 | | 23.6 | |  |
| 0.4 | | 1942 | 18.4 | 2932 | 20,4 | | 4180 | | -П П | |  |
| 0,35 | | 1512 | 17,2 | 2282 | 19,0 | | 3256 | | 20.8 | |  |
| 0.3 | | j1 124 | 15.8 | 1702 | 17.6 | | 2,428 | | 19,2 | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| h/cl | Диаметры, мм | | | |
| 900 | | 1000 | |
| К | W | К | W |
| 0.8 | 16612 | 30.4 | 21920 | 32.6 |
| 0.75 | 15532 | 30,2 | 20460 | 32,4 |
| 0,7 | 14230 | 30.0 | 18784 | 32,0 |
| 0.65 | 12856 | 29,4 | 16970 | 31.4 |
| 0,6 | 11418 | 28.6 | 15072 | 30.6 |
| 0.55 | 9956 | 27,8 | 1.3 142 | 29.6 |
| 0.5 | 8500 | 26,8 | 11220 | 28,6 |
| 0,45 | 7082 | 25,6 | 9348 | 27,2 |
| 0,4 | 5728 | 24,2 | 7562 | 25,8 |
| 0,35 | 4460 | 22.4 | 5888 | 24,0 |
| 0.3 | 3328 | 20.8 | 4394 | '">•"> 2 |