

4

Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

Розрахунково-графічна робота

по курсу:

Водопостачання, водовідведення та поліпшення якості води

Виконала:

студентка 139 гр.

Харченко А. В.

Перевірив:

Кирієнко П.Г.

Харків 2010

ЗМІСТ

Вихідні дані

Визначення добових, годинних і розрахункових витрат води

Визначення середньодобових витрат води

Визначення максимальних добових витрат води

Визначення розрахункових погодинних витрат води

Побудова графіка водоспоживання по годинах доби для населеного пункту

Визначення режиму роботи насосних станцій

Визначення об'єму резервуарів чистої води і обсягу баку водонапірної башти

Визначення об'єму резервуарів чистої води

Визначення числа й розмірів резервуарів чистої води

Визначення об'єму бака водонапірної башти

Визначення розмірів бака водонапірної башти

Трасування магістральної водогінної мережі.

Визначення місця розташування водопровідних споруд

Розрахунок водогонів

Гідравлічний розрахунок магістральної водогінної мережі

Підготовка до гідравлічного розрахунку

Гідравлічний розрахунок

Побудова ліній п'єзометричних висот

Додатки

Література

Всі розрахунки, що наведені нижче, проведені для наступних вихідних даних:

ВИХІДНІ ДАНІ:

1. Розрахункове число жителів у населеному пункті, чол. 10700

2. Ступінь санітарно-технічного благоустрою будинків:

внутрішній водопровід і каналізація із централізованим гарячим водопостачанням

3. Поверховість будинків: 4 поверха

4. Джерело водопостачання: річковий водозабір
5. Суспільно-побутові будинки:
 - а) готель на 1000 чол.
 - б) дитячий садок на 500 чол.
 - в) гуртожиток на 2100 чол.
 - г) школа на 700 чол.
 - д) ПТУ на 1000 чол.
 - е) інститут на 2200 чол.
6. Промислове підприємство:
 - 6.1. Норма споживання води на одиницю виробленої продукції 100 л.
 - 6.2. Кількість виробленої продукції по змінах, в одиницях:
 - а) 1 зміна 500
 - б) 2 зміна 500
 - в) 3 зміна 500
 - 6.3. Кількість робітників та службовців на промисловому підприємстві, чол:
 - а) 1 зміна 1100, з них у гарячих цехах - 300
 - б) 2 зміна 1100, з них у гарячих цехах - 300
 - в) 3 зміна 1000, з них у гарячих цехах - 300
 - г) Кількість робітників, що користуються душем 36 %
 - 6.4. Припустиме зниження подачі води на промислове підприємство при аварії на одному з водогонів 30 %
7. Географічне розташування населеного пункту: Харківська обл.

ПОТРІБНО:

1. Визначити добові, годинні й розрахункові витрати води.
 2. Побудувати графіки водоспоживання по годинниках доби для населеного пункту
 3. Визначити режим роботи насосних станцій.
 4. Визначити місткість резервуарів чистої води й обсяг бака водопровідної вежі.
 5. Намітити в плані водогінну мережу, місце розташування насосних станцій, очисних споруджень і водонапірної башти.
 6. Зробити розрахунок водогонів.
 7. Зробити гідравлічний розрахунок водогінної мережі.
 8. Побудувати лінії п'єзометричних висот, визначити висоту водонапірної башти.
 9. Оформити пророблену роботу у вигляді пояснювальної записки.
1. Визначення добових, годинних і розрахункових витрат води

Визначення розрахункових витрат води в розглянутому прикладі проведемо для режиму максимального водоспоживання. Обрані нормативні й отримані розрахункові значення величин будемо вносити у відповідні таблиці.

1.1 Визначення середньодобових витрат води

Середньодобова витрата води на господарсько - питні і комунальні потреби населеного пункту визначимо по формулі (1):

Q_{доб.сер.} = q_н N 10-3, (1)

де q_н - середньодобове питоме господарсько-питне водоспоживання на одного жителя в л/доб, прийняте по додатку 1; N - число жителів у населеному пункті на розрахунковий період.

Для споруд (див. завдання), обладнаних внутрішнім водопроводом і каналізацією і які мають централізовану систему гарячого водопостачання відповідно до додатка 1 норма споживання води на господарсько - питні й комунальні потреби населеного пункту лежить у межах від 230 до 350 л/доб на одного жителя. Приймаємо для Харківської області 300 л/доб на жителя (на півдні водоспоживання більше, ніж на півночі). Відповідно до примітки 4 додатку 1 до 40% води подається по мережах тепlopостачання. Тоді, норма витрат холодної води складе 60% від 300 л/ доб, тобто 180 л/ доб. на людину.

Число жителів за завданням становить 10000 чоловік.

Q_{к.с.доб.порівн} = q_н N 10-3 = 300 10700 10-3 = 1926 м³/ діб.

Середньодобова витрата води на суспільні будинки також визначають по формулі (1), де q_н - норма витрати холодної води в л/ доб на одного відвідувача (проживаючого, учня), прийнята по додатку 2; N - розрахункове за добу число відвідувачів (проживаючих, учнів).

У навчальній роботі обмежимося трьома суспільними будинками (див. завдання), хоча в реальних умовах їхня кількість досягає десятків і сотень одиниць.

Середньодобова витрата води на готель:

Q_{школа.доб.порівн} = q_н N 10-3 = 10 700 10-3 = 7 м³/ доб.

Середньодобова витрата води на готель:

Q_{гот.доб.порівн} = q_н N 10-3 = 90 1000 10-3 = 90 м³/ доб.

Середньодобова витрата води на дитячий садок:

Q_{дит.сад.доб.порівн} = q_н N 10-3 = 70 500 10-3 = 35 м³/ доб.

Середньодобова витрата води на гуртожиток:

Q_{гур.доб.порівн} = q_н N 10-3 = 70 2100 10-3 = 147 м³/ доб.

Середньодобова витрата води на ПТУ:

Q_{технік. доб.порівн} = q_н N 10-3 = 10 41000 10-3 = 10 м³/ доб.

Середньодобова витрата води на інститут:

Q_{ін-т доб.порівн} = q_н N 10-3 = 10 42200 10-3 = 22 м³/ доб.

Середньодобова витрата води житлового сектора знайдемо, як різницю між витратою на господарсько - питні потреби населеного пункту й витратою на суспільні будинки.

Q_{жит.с.доб.порівн} = Q_{к.с.доб.порівн} - Q_{сус.буд.доб.порівн} = 1926 - (7+35+147+90+10+22) = 1615 м³/ доб

Середньодобова витрата води на господарсько-питні потреби промислового підприємства по видах цехів знаходимо, як суму витрат води, споживаних у кожному зміні й обумовлених по формулі(1),:

Q_{див} = q_н N_{см.} 10-3 ,

де q_n - норми витрати холодної води в л/доб. на одного працюючого по видах цехів, прийнята відповідно до додатка 3; $N_{см}$ - число людей, що працюють на підприємстві в кожну зміну по видах цехів (див. завдання).

Гарячі цехи:

1 зміна $Q_{х.п.1}$ див.= $21\ 300\ 10-3=6,3$ м³/доб;

2 зміна $Q_{х.п.2}$ див.= $21\ 300\ 10-3=6,3$ м³/доб;

3 зміна $Q_{х.п.3}$ див.= $21\ 300\ 10-3=6,3$ м³/доб.

$Q_{гор.ц.доб.ср} = Q_{х.п.див.} = 6,3 + 6,3 + 6,3 = 18,9$ м³/діб.

Інші цехи:

1 зміна $Q_{х.п.1}$ див.= $14\ 800\ 10-3=11,2$ м³/доб;

2 зміна $Q_{х.п.2}$ див.= $14\ 800\ 10-3=11,2$ м³/доб;

3 зміна $Q_{х.п.3}$ див.= $14\ 700\ 10-3=9,8$ м³/доб.

$Q_{ост.ц.доб.ср} = Q_{х.п.див.} = 11,2+11,2 + 9,8 = 32,2$ м³/доб.

Середньодобова витрата води на виробничі (технологічні) потреби промислового підприємства також визначаємо, як суму витрат води, споживаних у кожну зміну й обумовлених по формулі (1), де q_n - норма витрати води в л на одиницю продукції що випускається (див. завдання); $N_{см}$ - кількість продукції, що випускається підприємством, по змінах (див. завдання);

1 зміна $Q_{техн.1}$ див.= $100\ 500\ 10-3=50$ м³/діб;

2 зміна $Q_{техн.2}$ див.= $100\ 500\ 10-3=50$ м³/діб;

3 зміна $Q_{техн.3}$ див.= $100\ 500\ 10-3=50$ м³/діб.

$Q_{техн.доб.порівн} = Q_{техн.див.} = 50 + 50 + 50 = 150$ м³/діб.

Середньодобова витрата води на користування душем знаходять виходячи з кількості робітників, що користуються душем у максимальну зміну й групи виробничого процесу. Розрахункове число людей на одну душову сітку визначають виходячи із санітарних характеристик виробничого процесу (додаток 4). У нашому випадку в максимальну зміну працює 1000 чоловік, з них 30% користується душем. Відповідно до додатку 4 прийmemo на одну душову сітку 7 чоловік. Тоді потрібна кількість душових сіток по формулі (2) буде дорівнювати:

$n_{душ} = N_{макс} / N_n = 396 / 7 = 57$, (2)

де $N_{макс}$ - кількість робітників, що користуються душем у максимальну зміну;

N_n - розрахункове число людей на одну душову сітку.

Середньодобова витрата води на душ визначимо з вираження (3)

$Q_{душ. доб. порівн} = 0,75q_n n_{душ} n_{зм} 10-3$, (3)

де q_n - норма витрати води на одну душову сітку, рівна 230 л/год по холодній воді; $n_{см}$ - кількість змін роботи в добу; 0,75 - коефіцієнт, що враховує час користування душем (45 хвилин після закінчення зміни).

$Q_{душ. доб. порівн} = 0,75q_n n_{душ} n_{зм} 10-3 = 0,75\ 230\ 57\ 3\ 10-3 = 29,4$ м³/доб,

1.2 Визначення максимальних і мінімальних добових витрат води

Розрахункові витрати води на добу найбільшого водоспоживання на господарсько-питні й комунальні потреби слід визначати по формулі (4):

$$Q_{\text{доб.макс}} = K_{\text{доб.макс}} Q_{\text{доб.ср}}, \quad (4)$$

де $K_{\text{доб}}$ - коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання, що враховує уклад життя населення, режим роботи підприємств, ступінь благоустрою будинків, зміни водоспоживання по сезонах року й дням тижня. Згідно СНІП 2.04. 01-85 $K_{\text{доб.макс}} = 1,1 \dots 1,3$

Приймаємо $K_{\text{доб.макс}} = 1,1$ так як заданий ступінь благоустрою споруд є найвищим, а чим вище ступінь благоустрою, тим рівномірніше споживання води протягом доби.

Для всіх інших категорій водоспоживачів максимальне й мінімальне добове споживання води можна прийняти рівним середньому.

Результати розрахунку зводимо в таблицю 1.

1.3 Визначення розрахункових годинних витрат

Розподіл витрат води по годинах доби в населеному пункті, на промисловому підприємстві, а також у суспільних спорудах приймаємо на підставі розрахункових графіків водоспоживання. При цьому постараємося уникнути збігу за часом максимальних відборів води з мережі на різні потреби. Наприклад, обсяг води, необхідний для користування душем на промисловому підприємстві будемо запасати в спеціальних баках, що акумулюють. Розрахункові графіки водоспоживання приймемо на підставі досвіду експлуатації аналогічних об'єктів (населених пунктів, промислових підприємств, суспільних споруд). Так, наприклад, розрахункові графіки годинного водоспоживання на господарсько-питні потреби населення (жилий сектор) виберемо по величині максимального коефіцієнта годинної нерівномірності водоспоживання:

Таблиця 1. Визначення розрахункових добових витрат води

Найменування
водоспоживачів

Одиниці вимірювання

Норма
споживання,
л/добу

Кількість
споживачів,
чол

Qдоб.ср

Qдоб.мах

м3/ діб

А. Жилий і комунальний сектор

1 житель

180

10700

1926

2118,6

Готель

1 житель

90

1000

90

99

Дитячий садок

1 дитина

70

500

35

38,5

Гуртожиток

1 житель

70

2100

147

161,7

Школа

1 дитина

10

700

7

11

Університет

1 студент

10

2200

22

24,2

ПТУ

1 студент

10

1000

10

11

Житловий сектор

1615

1773,2

Б.Промисловий сектор

230,5

230,5

Хоз.питні потреби

Гарячі цехи

1 зміна

2 зміна

3 зміна

Інші цеха

1 зміна

2 зміна

3 зміна

1 працюючий

21
21
21
14
14
14

300
300
300
800
800
700

6,3
6,3
6,3
11,2
11,2
9,8

6,3
6,3
6,3
11,2
11,2
9,8

Технологічні потреби

1 зміна

2 зміна

3 зміна

Одиниця
продукції

100

100

100

500

500

500

50

50

50

50

50

50

Витрата води на душ

1 душева
сітка

230

57

29,4

29,4

Усього по населеному пункту

A + B

2156,5

2349,1

$K_{\text{год.макс}} = \text{макс. макс.}, (5)$

де макс - коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою споруд, режим роботи підприємств і інші місцеві умови. Згідно [1] (Додаток 5) макс = 1,2...1,4. Для заданого ступеню благоустрою споруд (централізоване гаряче водопостачання приймемо макс = 1,2. макс - коефіцієнт, що враховує кількість жителів у населеному пункті, прийнятий по додатку 5. У нашому випадку, для населеного пункту із числом жителів 10 тисяч чоловік коефіцієнт макс = 1,3.

$K_{\text{год.макс}} = \text{макс. макс.} = 1,2 \cdot 1,3 = 1,56.$

Для інших водоспоживачів відповідно до норм величини $K_{\text{год.макс}}$ вважають постійною і не розраховують. Режими водоспоживання для різних категорій водоспоживачів наведені в додатках 6...8. Вони показують розподіл води по годинах доби від максимальної добової витрати у відсотках. Тоді погодинну витрату води за добу можна визначити по формулі:

$Q_{\text{год.}} = Q_{\text{дрб.макс}} p / 100, (6)$

де p - відсоток добового споживання для конкретної години доби.

Режим споживання води на технологічні потреби підприємства вважаємо рівномірним протягом зміни. Не забудемо, що перша зміна починається в 8 годин ранку.

Запас води на душ створюємо за рахунок нагромадження води в баку-акумуляторі. Час заповнення бака-акумулятора приймаємо рівним 4 годинникам протягом кожної зміни (додаток 9). Тоді годинна витрата води на поповнення запасу води на душ буде дорівнювати:

$$Q \text{ душгод.} = Q \text{ душ доб.макс} / (\text{псм. } t) = 29,4 / (34) = 2,45 \text{ м}^3/\text{год. (7)}$$

Заповнення баків - акумуляторів будемо проводити в години що не співпадають за часом з максимальними відборами води з мережі.

Всі розрахунки зводимо в табл.2. У графі 27 обчислені обсяги води, що витрачаються населеним пунктом, за наростаючим підсумком. Ці дані нам будуть потрібні при визначенні регулюючого обсягу бака водонапірної башти.

Підсумовуючи по горизонталі витрати всіх водоспоживачів, одержимо розподіл максимальної добової витрати населеного пункту по годинах доби. Виділимо рядок, у якій годинна витрата населеного пункту максимальна. Година, якій відповідає цей рядок (з 21 до 22 годин), буде розрахунковим, а всі витрати, що входять у цей рядок, називаються розрахунковими витратами. По цих витратах роблять гідравлічний розрахунок магістральної водогінної мережі населеного пункту. Однак, максимальні годинні витрати окремих споживачів можуть бути більше розрахункових. Тому для окремих споживачів крім розрахункових витрат води варто визначати максимальні витрати, за якими підбирають діаметри труб відгалужень, що подають воду з магістральної мережі безпосередньо до споживача.

Отримані розрахункові й максимальні витрати зведемо в табл.3.

Таблиця 2. Визначення розрахункових годинних витрат на добу максимального водоспоживання

Години
доби

Житловий
сектор

Готель

Дитячий садок

Гуртожиток

Година

%

м3/год

%

м3/год

%

м3/год

%

м3/год

1

2

3

4

5

6

7

8

9

0-1

2,44

43,26

0,2

0,19

-

-

0,15

0,24

1-2

1,36

24,11

0,2

0,19

-

-

0,15

0,24

2-3

1,26

22,34

0,2

0,19

-

-

0,15

0,24

3-4

1,36

24,11

0,2

0,19

-

-

0,15

0,24

4-5

1,61

28,55

0,5

0,49

-

-

0,15

0,24

5-6

2,75

48,76

0,5

0,49

-

-

0,25

0,41

6-7

4,13

73,23

3,0

2,97

5,0

1,92

0,30

0,48

7-8

5,33

94,51

5,0

4,95

3,0

1,15

30,0

48,51

8-9

6,42

113,83

8,0

7,92

15,0

5,77

6,80

11,00

9-10

6,24

110,65

10,0

9,9

5,5

2,11

4,60

7,43

10-11

5,52

97,88

6,0

5,94

3,4

1,31

3,60

5,82

11-12

4,92

87,24

10,0

9,9

7,4

2,85

2,00

3,23

12-13

3,82

67,74

10,0

9,9

21,0

8,08

3,00

4,85

13-14

3,58

63,48

6,0

5,94

2,8

1,08

3,00

4,85

14-15

3,32

58,87

5,0

4,95

2,4

0,93

3,00

4,85

15-16

4,06

71,99

8,5

8,41

4,5

1,73

3,00

4,85

16-17

4,51

79,97

5,5

5,44

4,0

1,54

4,00

6,47

17-18

4,29

76,07

5,0

4,95

16,0

6,16

3,60

5,82

18-19

5,72

101,42

5,0

4,95

3,0

1,15

3,30

5,34

19-20

5,70

101,07

5,0

4,95

2,0

0,77

5,00

8,09

20-21

6,07

107,63

2,0

1,98

2,0

0,77

2,60

4,20

21-22

6,67

118,27

0,7

0,69

3,0

1,15

18,6

30,07

22-23

5,88

104,26

3,0

2,97

-

-

1,60

2,59

23-24

3,04

53,90

0,5

0,49

-

-

1,00

1,61

Разом

100

1773,2

100

99

100

38,5

100

161,7

Години
доби

Університет

ПТУ

Школа

Година

%

м3/год

%

м3/год

%

м3/год

11

12

13

14

15

16

17

0-1

0,1

0,02

0,1

0,01

0,15

0,01

1-2

0,1

0,02

0,1

0,01

0,15

0,01

2-3

0,1

0,02

0,1

0,01

0,15

0,01

3-4

0,1

0,02

0,1

0,01

0,25

0,02

4-5

0,1

0,02

0,1

0,01

0,3

0,03

5-6

0,25

0,06

0,5

0,06

0,5

0,05

6-7

0,3

0,7

0,7

0,08

0,5

0,05

7-8

25

6,05

21

2,31

0,6

0,06

8-9

6,8

1,65

11,86

1,30

0,6

0,06

9-10

4,6

1,11

10,3

1,13

4,0

0,4

10-11

3,6

0,88

7,25

0,8

7,0

0,78

11-12

2,25

0,54

5,63

0,61

20,5

2,26

12-13

11,5

2,8

12,65

1,39

25,0

2,75

13-14

11,0

2,66

12,01

1,32

10,02

1,10

14-15

3,5

0,84

5,0

0,55

10,0

1,1

15-16

3,0

0,72

4,75

0,52

9,8

1,08

16-17

4,0

0,96

2,05

0,22

4,0

0,44

17-18

8,6

2,08

1,35

0,15

3,0

0,33

18-19

3,3

0,8

1,25

0,14

1,39

0,15

19-20

5,0

1,21

0,7

0,08

1,39

0,15

20-21

3,2

0,77

0,7

0,08

0,3

0,03

21-22

1,6

0,38

0,6

0,07

0,2

0,02

22-23

1,0

0,24

0,6

0,07

0,1

0,01

23-24

1,0

0,24

0,6

0,07

0,1

0,01

Разом

100

24,2

100

11

100

11

Години
доби

Промислове підприємство

(Q
попер.

Витрата
на
душ

(Q
остаточ.

W

Гос.питні потреби

Техн.
потреби

Гар. цехи

Інші цехи

Година

%

м3/год

%

м3/год

м3/год

м3/год

м3/год

м3/год

м3

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

0-1

12,05

0,76

6,25

0,68

6,25

51,42

-

51,42

51,42

1-2

12,05

0,76

12,50

1,34

6,25

32,93

2,45

35,38

86,8

2-3

12,05

0,76

12,50

1,34

6,25

31,16

2,45

33,61

120,41

3-4

12,05

0,76

18,75

2,01

6,25

33,61

2,45

36,06

156,47

4-5

12,05

0,76

6,25

0,68

6,25

37,03

2,45

39,48

195,95

5-6

12,05

0,76

12,50

1,34

6,25

58,18

-

58,18

254,13

6-7

12,05

0,76

12,50

1,34

6,25

87,78

-

87,78

341,91

7-8

15,65

0,98

18,75

2,01

6,25

166,78

-

166,78

508,69

8-9

12,05

0,76

6,25

0,68

6,25

149,22

-

149,22

657,91

9-10

12,05

0,76

12,50

1,34

6,25

141,08

-

141,08

798,99

10-11

12,05

0,76

12,50

1,34

6,25

121,76

-

121,76

920,75

11-12

12,05

0,76

18,75

2,01

6,25

115,65

-

115,65

1036,4

12-13

12,05

0,76

6,25

0,68

6,25

105,2

2,45

107,65

1144,05

13-14

12,05

0,76

12,50

1,34

6,25

88,78

2,45

91,23

1235,28

14-15

12,05

0,76

12,50

1,34

6,25

80,44

2,45

82,89

1318,17

15-16

15,65

0,98

18,75

2,01

6,25

98,54

2,45

100,99

1419,16

16-17

12,05

0,76

6,25

0,68

6,25

102,73

2,45

105,18

1524,34

17-18

12,05

0,76

12,50

1,34

6,25

103,91

2,45

106,36

1630,7

18-19

12,05

0,76

12,50

1,34

6,25

122,3

2,45

124,75

1755,45

19-20

12,05

0,76

18,75

2,01

6,25

125,34

-

125,34

1880,79

20-21

12,05

0,76

6,25

0,68

6,25

123,15

-

123,15

2003,94

21-22

12,05

0,76

12,50

1,34

6,25

159

-

159

2162,94

22-23

12,05

0,76

12,50

1,34

6,25

118,49

-

118,49

2281,43

23-24

15,65

0,98

18,75

2,01

6,25

65,56

2,45

68,01

2349,1

Разом

300

18,90

300

32,2

150

29,4

2349,1

Таблиця 3. Розрахункові й максимальні витрати води на добу максимального водоспоживання

Найменування споживачів

Розрахункові витрати

води

Максимальні
витрати води

м3/год

л/с

м3/год

л/с

1

2

3

4

5

Житловий сектор

94,51

26,25

118,27

32,85

Готель

4,95

1,37

9,9

2,75

Дитячий садок

1,15

0,32

8,08

2,24

Гуртожиток

48,51

13,48

48,51

13,48

Університет

6,05

1,68

6,05

1,68

ПТУ

2,31

0,64

2,31

0,64

Школа

0,06

0,016

2,75

0,76

Промислове підприємство

9,24

2,57

9,24

2,57

Населений пункт

166,78

46,32

166,78

46,32

Для зручності наступних обчислень витрати води в табл.3 наведені в м3/год і в л/с.
(1 л/с = 3,6 м3/год).

2. Побудова графіку погодинного водоспоживання води за добу для населеного пункту

Графік погодинного водоспоживання води за добу для населеного пункту будемо, відкладаючи по осі ординат години доби, а по осі абсцис погодинні витрати води в населеному пункті (табл.2, стовпець 26). Побудований графік наведений на мал.2.

Споживання (подача) води

Години доби

Мал.1. Графіки водоспоживання населеного пункту й подачі води насосними станціями: 1 - графік добового водоспоживання; 2 - графік подачі води насосною станцією першого підйому; 3 - графік подачі води насосною станцією другого підйому.

3. Визначення режиму роботи насосних станцій

Для насосної станції першого підйому (НС I) режим роботи протягом доби призначаємо рівномірним.

$$Q_{нсI год.} = Q_{нп доб. макс.} / 24 = 2349,1 / 24 = 97,88 \text{ м}^3/\text{год}, (8)$$

де $Q_{нп доб. макс.}$ - максимальна добова витрата населеного пункту.

Для насосної станції другого підйому (НС II) графік подачі води, по можливості, повинен збігатися із графіком водоспоживання населеного пункту. Аналізуючи графік водоспоживання прийmemo три розрахункових режими роботи НС II (може бути і менше і більше). Перший режим - мінімальна подача води в період з 0 до 6 годин. Другий режим - середня подача води в періоди з 6 до 7, з 12 до 18 і з 23 до 24 годин. Третій режим - максимальна подача води в періоди з 7 до 12 і з 18 до 23 години. Співвідношення між подачами прийmemo:

$$Q_{нсII год. макс.} / Q_{нсII год. хв} = 3$$

$$Q_{нсII год. порівн.} / Q_{нсII год. хв} = 2$$

Ці співвідношення можуть бути й іншими, але, при використанні однакових насосів, обов'язково кратними 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 і т.д. Наприклад, якщо при мінімальній подачі буде працювати два насоси, а при максимальній - п'ять, то співвідношення між подачами складе 2,5.

Подачу одного насоса визначимо по формулі:

$$Q_{год. нас.} = Q_{нп год. макс.} / (n \cdot t_i), (9)$$

де n і - кількість працюючих насосів; t і - час роботи даної кількості насосів у годинах доби.

У першому наближенні будемо вважати, що мінімальну подачу здійснює один насос, тоді при середній подачі необхідно два насоси, а при максимальній - три.

$$Q_{\text{год.нас}} = 2349,1 / (16+28+310) = 45,2 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Прийняті графіки подачі насосних станцій наведені на мал.1.

4. Визначення об'єму резервуарів чистої води і об'єму бака водонапірної башти

4.1 Визначення об'єму резервуарів чистої води

Об'єм резервуарів чистої води (РЧВ) знайдемо, як суму трьох обсягів води: регулюючого обсягу, запасного обсягу на власні потреби очисних споруд і недоторканного запасу води на протипожежні потреби.

Регулюючий обсяг визначаємо як подачу води в РЧВ (подача НС I) і відбір води із РЧВ (подача НС II). Розрахунок проводимо табличним способом (табл.4). Заносимо в графу 3 в інтегральному (сумарному) виді подачу НС I, а в графу 4 - НС II. Різниця між ними дає нам поточне значення обсягу води акумульованого в резервуарах чистої води. Шуканий регулюючий обсяг одержимо, як суму максимального позитивного і максимального негативного (по абсолютній величині) значень поточного обсягу води в резервуарах. Негативних значень може й не бути.

$$W_{\text{рчврег.}} = 323,56 + 8,67 = 332,32 \text{ м}^3.$$

Запасний обсяг води на власні потреби очисних споруд орієнтовно приймемо рівним 7% від добового споживання води:

$$W_{\text{рчво.с.}} = 0,07 \cdot 2349,1 = 164,4 \text{ м}^3.$$

Недоторканий запас води на протипожежні потреби знайдемо по формулі:

$$W_{\text{рчвпож.}} = W + 3(3,6 \cdot \text{ппож} \cdot \text{қпож} - Q_{\text{нс1ч}}), \quad (10)$$

де W - максимальна сума споживання води за третю годину підряд (за графіком водоспоживання це період з 7 до 10 годин); ппож - розрахункова кількість одночасних пожеж; қпож - розрахункова витрата води на зовнішнє пожежогасіння в л/с; $Q_{\text{нс1год}}$ - подача насосної станції першого підйому в м³/год.

$$W_{\text{рчвпож.}} = (166,78 + 149,22 + 141,08) + 3(3,6 \cdot 2 \cdot 15 - 97,88) = 487,44 \text{ м}^3.$$

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{рчврег.}} + W_{\text{рчво.с.}} + W_{\text{рчвпож.}} = 164,4 + 487,44 + 332,32 = 984,16 \text{ м}^3.$$

Таблиця 4. Визначення регулюючих обсягів резервуарів чистої води й бака водонапірної башти

Години
доби

Обсяг споживання

Обсяг подачі НС I

Обсяг подачі
НС II

Зміна обсягу води в РЧВ

Зміна обсягу води у ВБ

Година

м3

м3

м3

м3

м3

1

2

3

4

5

6

0-1

51,42

97,88

45,2

52,68

-6,22

1-2

86,8

195,76

90,4

105,36

3,6

2-3

120,41

293,64

135,6

158,04

15,19

3-4

154,47

391,52

180,8

210,72

26,33

4-5

195,95

489,5

226

263,5

30,05

5-6

254,13

587,28

271,2

316,08

17,07

6-7

341,91

685,16

361,6

323,56

19,69

7-8

508,69

783,04

497,2

285,4

-11,49

8-9

657,91

880,92

632,8

248,12

-25,11

9-10

798,99

979,8

768,4

210,4

-30,59

10-11

920,75

1076,68

904

172,68

-16,75

11-12

1036,4

1174,56

1039,6

134,96

3,2

12-13

1144,05

1272,44

1130

142,44

-14,05

13-14

1235,28

1370,32

1220,1

150,22

-15,18

14-15

1318,17

1468,2

1310,8

157,4

-7,37

15-16

1419,16

1566,08

1401,2

164,88

-17,96

16-17

1524,34

1663,96

1491,6

172,36

-32,74

17-18

1630,17

1761,84

1582

179,84

-48,17

18-19

1755,45

1859,72

1717,6

142,12

-37,85

19-20

1880,79

1957,6

1853,2

104,4

-27,59

20-21

2003,94

2055,48

1988,4

67,08

-15,54

21-22

2162,91

2153,36

2124,2

29,16

-38,71

22-23

2281,43

2251,24

2262

-8,76

-21,43

23-24

2349,1

2349,1

2349,1

0

0

Регулюючий обсяг

332,32

78,22

4.2 Визначення числа й розмірів резервуарів чистої води

Число резервуарів має бути, по можливості, найменшим, але не менш двох. По додатку 10 підбираємо кількість і розміри підходящих за обсягом типових резервуарів для води. Вибираємо два круглих резервуара зі збірною залізобетону місткістю в 500 м³ (Діаметр одного резервуара 12 м, висота 4,8м). Резервуари роблять напівзаглибленими із захисним насипом зверху. Відповідно до розрахункової схеми резервуару (рис.2) визначимо максимально можливу глибину води в ньому й проведемо висотну прив'язку.

Рис.2. Розрахункова схема резервуара чистої води.

Тому що ми маємо два однакових резервуара, по об'єму, розглянемо їх водночас (кожен на 500 м³):

Максимальна глибина води в резервуарі:

$$h = 4W_{рчв} / \pi D^2 = 4 \cdot 984,16 / 2 \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 4,35 \text{ м.}$$

Оцінка поверхні землі в місці розташування резервуарів, відповідно до плану населеного пункту (мал.1), становить 42м. Оцінка дна резервуара буде дорівнювати: дна РЧВ = пов. землі - Н/2 = 42 - 4,8/2 = 39,6 м.

Оцінка максимального рівня води:

$$\text{води макс} = \text{дна РЧВ} + h = 39,6 + 4,35 = 43,95 \text{ м.}$$

4.3 Визначення об'єму бака водонапірної башти

Об'єм баку водонапірної башти (ВБ) визначаємо, як суму регулюючого обсягу й запасного об'єму води на пожежогасіння.

Регулюючий обсяг визначимо, зіставляючи приплив води у ВБ (подача НС II) і відбір води із ВБ (споживання води населеним пунктом).

Розрахунок проводимо табличним способом (табл.4). Заносимо в графу 2 в інтегральному виді споживання води населеним пунктом (переписуємо стовпець 27, табл.2). подача НС II у нас уже є в графі 4. Різниця між ними дає нам поточне значення обсягу води, що повинен бути в баку водонапірної башти. Шуканий регулюючий обсяг одержимо, як суму максимального позитивного і максимального негативного

(по абсолютній величині) значень поточного обсягу води в баку.

$$W_{вбрег.} = 30,05 + 48,17 = 78,22 \text{ м}^3.$$

Обсяг води на пожежогасіння, що запасється в баку водонапірної башти, повинен забезпечувати десятихвилинне гасіння однієї зовнішньої й однієї внутрішньої пожежі при одночасній найбільшій витраті води на інші потреби населеного пункту:

$$W_{вбпож.} = 0,6 (q_{пож} + q_{внпож} + q_{нп}), \quad (11)$$

де - $q_{пож}$ - розрахункова витрата води на зовнішнє пожежогасіння, прийнята відповідно до додатку 11 (у нашій випадку $q_{пож} = 15$ л/с); $q_{внпож}$ - розрахункова витрата води на внутрішнє пожежогасіння (відповідно до додатка 12, приймаємо $q_{внпож} = 2,5$ л/с);

$q_{нп}$ - максимальна витрата населеного пункту, дорівнює 46,32/с (див.табл.3).

$$W_{вбпож.} = 0,6 (15 + 2,5 + 46,32) = 38,3 \text{ м}^3.$$

$$W_{вб} = W_{вбрег.} + W_{вбпож.} = 78,22 + 38,3 = 116,52 \text{ м}^3.$$

4.4 Визначення розмірів бака водонапірної башти

Резервуар або бак водонапірної башти звичайно роблять циліндричним.

Максимальну висоту води в баку визначають по залежності:

$$h = 4W_{рчв} / D^2.$$

Відношення найбільшої висоти води в баку до діаметра бака лежить у межах від 0,8 до 1,2. У першому наближенні приймемо це співвідношення рівним 1. Тоді $h = D$ і формула прийме вид:

$$D = 4W_{вб} / D^2;$$

$$D^3 = 4W_{вб} / 4 = 4 \cdot 116,52 / 3,14 = 148,43 \text{ м}^3;$$

$$D = 5,29 \text{ м}.$$

Округлимо діаметр до півметра в найближчу сторону. $D = 5,5$ м.

$$h = 4W_{рчв} / D^2 = 4 \cdot 116,52 / 3,14 \cdot 5,5^2 = 4,90 \text{ м};$$

$$h / D = 4,90 / 5,5 = 0,89.$$

Мал.4. Розрахункова схема бака водонапірної башти.

5. Трасування магістральної водогінної мережі. Визначення місця розташування водопровідних споруд

Магістральну водогінну мережу проектуємо кільцевою так, щоб вона рівномірно охоплювала райони житлової забудови населеного пункту.

Магістральну мережу прокладаємо по найкоротшому шляху поблизу автодоріг і проїздів, прямолінійно, паралельно лініям забудови. Перетинання проїздів виконуємо під прямим кутом.

Місце розташування водозабірних споруд (артезіанська свердловина) у нас задана.

Насосну станцію першого підйому поєднуємо із свердловиною. Очисні споруди, резервуари чистої води і насосну станцію другого підйому розташовуємо в безпосередній близькості до насосної станції першого підйому. Водонапірну башту встановлюємо на початку магістральної водогінної мережі, бажано на високій місцевості.

На план населеного пункту наносимо трасу магістральної мережі й позначаємо місце розташування водопровідних споруд.

Вузлові зосереджені відбори води з магістральної мережі на потреби суспільних будинків і промислового підприємства намічаємо на перехрестях вулиць у безпосередній близькості до них.

Магістральне кільце розбиваємо на розрахункові ділянки, вузлові крапки яких установлюємо в місцях зосередженого відбору води з мережі і на перехрестях вулиць, але не більш ніж через 400...600 метрів. Вузлові крапки нумеруємо за годинниковою стрілкою, починаючи з водонапірної башти.

Намічаємо напрямок руху води в магістральній мережі й призначаємо точку зустрічі потоків (диктуючу точку). Як правило, це буде вузлова точка найбільш віддалена від початку мережі. У нашій випадку такою точкою буде вузол 7.

6. Розрахунок водогонів

Споруди для подачі води від джерела до об'єкту водопостачання називають водогонами (водопроводами).

Кількість ліній водогонів слід приймати з урахуванням категорії системи водопостачання і черговості будівництва (додаток 17). Приймаємо для другої категорії надійності дві лінії водогонів.

Водогони, як правило, розраховують на середню годинну витрату води на добу максимального водоспоживання. У нашому випадку цей об'єм водоспоживання дорівнює:

$$Q_{\text{год.ср.}} = Q_{\text{нпдоб.макс.}} / 24 = 2349,1 / 24 = 97,88 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$q_{\text{ср.}} = 97,88 / 3,6 = 27,2 \text{ л/с}$$

Тому що водогонів два, то розрахункова витрата кожного водогону складе 13,6 л/с.

Водогони виконаємо із чавунних труб. По додатку 12 виберемо середнє значення економічного фактора \mathcal{E} в залежності від географічного положення населеного пункту. Харківська область (див. завдання) перебуває на сході України, отже, $\mathcal{E} = 1$. Відповідно до додатка 13 (чавунні труби) умовний діаметр водогонів приймаємо рівним 150 та 200 мм.

Визначимо втрати напору у водогонах при різних режимах водоспоживання.

При максимальному водоспоживанні населеного пункту від насосної станції другого підйому у водогони надходить 135,6 м³/год (див. мал.2), що відповідає 37,6л/с або 18,8 л/с на кожний водогін.

Втрати напору визначаємо по формулі 12.

$$h = K A q^2 L, (12)$$

де: K - поправочний коефіцієнт, що залежить від швидкості руху води в трубопроводі і матеріалу трубопроводу; A - питомий опір трубопроводу; q - витрата води в трубопроводі; L - довжина трубопроводу.

Величину швидкості знайдемо з виразу $v = q / m$, де $m = 4/d^2$.

Значення A і m приймаємо по додатку 15. Для чавунних труб діаметром 150 мм: $m = 0,0548$; $A = 37,11 \cdot 10^{-6}$.

$$v = 18,8 / 0,0548 = 1,03 \text{ м/с}$$

Значення коефіцієнта K знайдемо з додатку 16, удавшись при необхідності до інтерполяції. $K = 1,015$.

$$h_1 = 1,015 \cdot 37,11 \cdot 10^{-6} \cdot 18,8^2 \cdot 200 = 2,7 \text{ м}$$

При пожежогасінні витрату води у водогонах необхідно збільшити на величину протипожежної витрати, прийнятого по додатку 11 (у нашім випадку можливо дві одночасних пожежі з витратою води на кожну пожежу $q_{\text{пож}} = 15 \text{ л/с}$). Витрата води в одному водогоні при гасінні пожеж складе $18,8 + 15 = 33,8 \text{ л/с}$.

$$v = 33,8 \cdot 0,0548 = 1,85 \text{ м/с}$$

$$K = 1,015$$

$$h_2 = 1,015 \cdot 37,11 \cdot 10^{-6} \cdot 33,8^2 \cdot 200 = 8,6 \text{ м}$$

При прокладенні водогонів у дві або більше лінії із загальних водозабірних споруд, між водогонами влаштовують перемички, при цьому у випадку аварії на одному з водогонів подачу води на господарсько-питні потреби знижуємо на 30 % розрахункової витрати, а на виробничі потреби - за графіком (див. завдання).

$$q_{\text{ав}} = 0,7 \text{ қх.п.}$$

$$q_{\text{ав}} = 0,7 \cdot 37,7 = 26,39 \text{ л/с}$$

Кількість перемичок між водогонами визначимо виходячи з умови рівності втрат напору у водогонах при нормальній експлуатації і при аварії на одному з водогонів. Для двох паралельних водогонів число ділянок перемикань при однаковому їхньому діаметрі й довжині можна визначити з рівняння:

$$n = 3 \cdot q_{\text{ав}}^2 / (q^2 - q_{\text{ав}}^2), \quad (13)$$

де: n - число ділянок перемикань; $q_{\text{ав}}$ - витрата води при аварії; q - витрата води при нормальній експлуатації.

$$n = 3 \cdot 26,39^2 / (37,7^2 - 26,39^2) = 1,92$$

Приймаємо дві ділянки перемикань.

7. Гідравлічний розрахунок магістральної водогінної мережі

Гідравлічний розрахунок магістральної водогінної мережі у випадку розташування водонапірної башти на початку мережі проведемо для двох основних режимів роботи системи водопостачання:

Максимальна годинна витрата води на всі потреби населеного пункту на добу максимального водоспоживання; Те ж, але при гасінні пожеж.

7.1 Підготовка до гідравлічного розрахунку

Споживання води житловим сектором у міських водопроводах звичайно приймають за спрощеною схемою, що умовно допускає, що відбір води в житлові будинки відбувається рівномірно по довжині мережі. Тоді кількість води, що відбирається на кожній розрахунковій ділянці, буде пропорційно його довжині й наявності житлової забудови. Обидва ці фактори враховує так звана «умовна довжина» ділянки. При відсутності житлової забудови умовну довжину ділянки приймають рівної нулю. Якщо житлова забудова є тільки з однієї сторони ділянки, то умовну довжину ділянки приймають рівній геометричній довжині цієї ділянки. Якщо житлова забудова є із двох сторін від ділянки водогону, то умовну довжину ділянки рівна подвоєній геометричній довжині цієї ділянки.

Виходячи з вищевикладених допущень, можна обчислити питому шляхову витрату води, тобто витрату води, що відбирається з одиниці умовної довжини магістральної мережі:

$$Q_{\text{пит.шл.}} = q_{\text{жил.с.}} / L_{\text{умов.}}, \quad (14)$$

де $q_{\text{жил.с.}}$ - розрахункова витрата води житлового сектора населеного пункту, таблиця 3 в л/с; $L_{\text{умов.}}$ - сума умовних довжин всіх ділянок магістральної водогінної мережі. $q_{\text{жил.с.}} = 26,25 \text{ л/с}$,

$$L_{\text{умов.}} = 3280 \text{ (Дані з таблиці 5, стовпець 5)},$$

$$Q_{\text{пит.шл.}} = 26,25 / 3280 = 0,008 \text{ л/(см)}.$$

Витрата води, що забирається на потреби житлового сектора на кожній конкретній ділянці, зветься шляховою витратою води. Шляхові витрати води визначаємо по формулі:

$$q_{\text{т-пшл.}} = q_{\text{пит.шл.}} \cdot L_{\text{т-пумов.}}, \quad (15)$$

де $L_{\text{т-пумов.}}$ - умовна довжина ділянок мережі.

$$q_{1-2\text{шл.}} = 0,008400 = 3,2 \text{ л/(см)}. \quad q_{2-3\text{шл.}} = 0,008150 = 1,2 \text{ л/(см)}.$$

$$q_{3-4\text{шл.}} = 0,008100 = 0,8 \text{ л/(см)}. \quad q_{4-5\text{шл.}} = 0,008280 = 2,24 \text{ л/(см)}.$$

$$q_{5-6\text{шл.}} = 0,008120 = 0,96 \text{ л/(см)}. \quad q_{6-7\text{шл.}} = 0,008800 = 6,4 \text{ л/(см)}.$$

$$q_{7-8\text{шл.}} = 0,008240 = 1,72 \text{ л/(см)}. \quad q_{8-9\text{шл.}} = 0,008140 = 1,12 \text{ л/(см)}.$$

$$q_{9-10\text{шл.}} = 0,008100 = 0,8 \text{ л/(см)}. \quad q_{10-11\text{шл.}} = 0,008150 = 1,2 \text{ л/(см)}.$$

$$q_{11-12\text{шл.}} = 0,008400 = 3,2 \text{ л/(см)}. \quad q_{12-1\text{шл.}} = 0,008400 = 3,2 \text{ л/(см)}.$$

Відбір води з магістральної мережі в суспільні будинки й промислові підприємства здійснюють із конкретних вузлів мережі. Такі відбори називають зосередженими відборами, а витрати води - зосередженими витратами води. Перенесемо у вигляді схеми трасу магістральної водогінної мережі з основними спорудами. На цій схемі для двох розрахункових режимів роботи системи вкажемо всі розрахункові відбори води з мережі (табл.3), крім житлового сектора. Відбір води на гасіння пожеж намітимо в самій несприятливій точці. Такою точкою буде найбільш віддалений вузол мережі - вузол 7.

Для зручності ведення розрахунків шляхові витрати води також замінюють зосередженими, тобто умовно вважають, що половину шляхової витрати забирають на початку ділянки, а половину наприкінці. Ці фіктивні зосереджені витрати води називають умовними вузловими витратами води.

Результати обчислень заносимо в табл.5 і представляємо у вигляді розрахункової схеми на мал.7.

Після обчислення вузлових водовідборів робимо попереднє (у першому наближенні) поточкорозподілення по ділянках магістральної мережі. Напрямок потоків у кільці задаємо відповідно до схеми. Точку зустрічі потоків намічаємо у вузлі 5, як найбільш віддалену від початку мережі. Надалі цей вузол будемо іменувати вузлом, що диктує. При визначенні розрахункових витрат води по ділянках мережі варто керуватися наступним положенням:

- для всіх вузлів мережі повинна виконуватися умова (перший закон Кірхгофа):

$$Q_i = 0 \quad (18)$$

Кількість води, що приходить у вузол, повинна дорівнювати кількості води, що виходить із цього вузла.

Розрахункові витрати води по ділянках мережі будемо визначати, рухаючись від вузла, що диктує, до початку мережі. Попередньо випишемо на розрахункову схему

значення розрахункових вузлових витрат води. У вузлі, що диктує, значення розрахункових вузлових витрат у розглянутому прикладі складає 2,4535 л/с для першого розрахункового випадку і 32,4535 л/с для випадку пожежогасіння. Відповідно до першого закону Кірхгофа витрата води, що забирається з вузла, дорівнює сумі витрат води, що надходять у вузол. У першому наближенні будемо вважати, що половина розрахункової вузлової витрати, що забирається в точці, що диктує, приходить по ділянці 4-5 і половина по ділянці 5-6. Тоді розрахункова витрата води на ділянках, що примикають до вузла, що диктує, складе 1,2 л/с для першого розрахункового випадку й 16,2 л/с для випадку пожежогасіння. Рухаючись від вузла, що диктує, до початку мережі, розрахункові витрати води на кожній ділянці одержуємо як суму транзитної витрати, що йде в наступну ділянку, і розрахункової вузлової витрати в кінцевому вузлі даної ділянки. Отримані в першому наближенні значення розрахункових витрат по ділянках мережі записуємо на розрахункову схему (мал.8)

Таблиця 5. Визначення розрахункових вузлових витрат для режимів максимального годинного водоразбору і максимального годинного водоразбору з пожежогасінням на добу максимального водоспоживання

Номера
вузлів

Номера
ділянок

Довжина ділянок, м

Роздача

Умовна довжина
ділянок, м

Шляхова витрата, л/с

I розрахунковий випадок

II розрахунковий випадок

q умов.вузл
л/с

q зосер
л/с

q р.вузл
л/с

q умов.вузл
л/с

q зосер
л/с

q р.вузл
л/с

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

1

3,2

3,2

3,2

3,2

1-2

200

2

400

3,2

2

2,2

0,32

2,52

2,2

0,32

2,52

2-3

150

1

150

1,2

3

1

1

1

1

3-4

100

1

100

0,8

4

1,52

1,52

1,52

1,52

4-5

140

2

280

2,24

5

1,6

1,37

2,97

1,6

1,37

2,97

5-6

120

1

120

0,96

6

3,78

6,35

3,78

2,57

6,35

6-7

400

2

800

6,6

7

4,16

0,64

4,8

4,16

0,64+30,0

34,8

7-8

120

2

240

1,72

8

1,42

1,42

1,42

1,42

8-9

140

1

140

1,12

9

0,96

13,48

14,44

0,96

13,48

14,44

9-10

100

1

100

0,8

10

1

1,68

2,68

1

1,68

2,68

10-11

150

1

150

1,2

11

2,2

0,016

2,216

2,2

0,016

2,216

11-12

200

2

400

3,2

12

3,2

3,2

3,2

3,2

12-1

400

1

400

3,2

Разом:

3280

26,25

26,25

20,076

46,326

26,25

50,076

76,326

7.2 Гідрравлічний розрахунок

Гідрравлічний розрахунок водогінної мережі зводиться до вибору економічно найвигідніших діаметрів труб і визначенню втрат напору на її ділянках. Обчислені втрати напору використовуються потім для розрахунку висоти водонапірної башти й потрібного напору насосів, що постачає водогінну мережу.

Почнемо з визначення діаметрів труб. Магістральну водогінну мережу будемо виготовляти з азбестоцементних водопровідних труб (діаметри труб не більше 500 мм). Заповнимо послідовно в табл.6 і 7 стовпці 1;2 і 4. При заповненні таблиці виділимо ділянки з рухом води за годинниковою стрілкою й проти годинникової стрілки. Для першого розрахункового випадку по додатку 14 (азбестоцементні труби) залежно від економічного фактора Ξ (у прикладі $\Xi = 1$) і розрахункових витрат води по ділянках мережі призначимо умовні діаметри труб. Не забуваємо, що діаметр труб магістральної мережі згідно [1] повинен бути не менш 100 мм. Обрані діаметри заносимо в стовпець 3. У другому розрахунковому випадку (гасіння пожеж) розрахункові витрати по ділянках мережі більше, отже, більше будуть і втрати напору. Щоб уникнути надмірного (понад 60 м) вільного напору у мережі, необхідно на окремих ділянках мережі діаметр труб збільшити. Рекомендуємо порівняти розрахункові витрати води по ділянках мережі для розглянутих режимів роботи системи водопостачання. Якщо при гасінні пожеж розрахункова витрата зростає більш ніж в 2,5 рази, то діаметр труб можна збільшити на один розмір за сортаментом. У розглянутому прикладі діаметри труб збільшені на ділянках 3-4; 4-5; 5-6; 6-7.

Втрати напору на окремих ділянках мережі визначаємо по формулі 12 (див. розділ 6). Величину швидкості знаходимо з вираження $v = q$, де $q = 4/d^2$. Значення A , m і K беремо з додатків 15 і 16.

Обчислюємо й заносимо в стовпець 8 добуток $KAvq^3$, які будуть потрібні надалі для визначення виправних витрат води.

Перевіримо нашу мережу на відповідність другому закону Кірхгофа:

$$h_i = 0 \quad (19)$$

Сума втрат напору на ділянках з рухом води за годинниковою стрілкою повинна дорівнювати сумі втрат напору на ділянках з рухом води проти годинникової стрілки.

У практичних розрахунках вважається припустима неув'язка втрат напору (h не більше 0,3 м для першого розрахункового випадку і не більше 0,5 м для випадку пожежогасіння).

У розглянутому прикладі:

$$h_1 = 4,365189 - 3,745835 = 0,619354 \text{ м} \quad h_{\text{прип}} = 0,3 \text{ м};$$

$$h_2 = 20,29532 - 13,70309 = 6,592225 \text{ м} \quad h_{\text{прип}} = 0,5 \text{ м}.$$

І в тому і в іншому випадку неув'язка втрат напору перевищує припустиму неув'язку, отже, задане в першому наближенні потокорозподілення не відповідає реальності. Необхідно зробити корекцію витрат по ділянках мережі або, як говорять, ув'язування мережі.

Ув'язування кільцевої водогінної мережі зводиться до визначення значення поправочної витрати (q), при внесенні якого буде знайдений реальний розподіл витрат води по ділянках мережі. Найбільше поширення одержав метод ув'язування кільцевих мереж запропонований проф. В.Г.Лобачевим. Відповідно до цього методу поправочну витрату води обчислюють по формулі:

$$q = h / 2 \sum K A q p l \quad (20)$$

Отримана поправочна витрата води вносять зі знаком «+» в усі ділянки того півкільця магістральної водогінної мережі, у якому сума втрат напору була менше, і, навпаки, зі знаком «-» в усі ділянки півкільця, у якому сума втрат напору була більше (перший закон Кірхгофа буде дотриманий).

Визначимо поправочні витрати для нашого прикладу.

$$q_1 = 0,619354 / 2(0,221683 + 0,340166) = 0,173992 \text{ л/с;}$$

$$q_2 = 6,59 / 2(0,833707 + 0,448908) = 2,5 \text{ л/с.}$$

Відповідно до вище наведеного внесемо поправки в усі ділянки водогінної мережі.

Одержимо нові розрахункові витрати води й проведемо повторний гідравлічний розрахунок водогінної мережі. Діаметри труб при цьому не міняємо (значення A залишаться попередніми). По закінченні розрахунків виконуємо перевірку на дотримання другого закону Кірхгофа:

$$h_1 = 4,326048 - 3,831523 = 0,204525 \text{ м} \quad h_{\text{доп}} = 0,3 \text{ м;}$$

$$h_2 = 16,35 - 15,85 = 0,5 \text{ м} \quad h_{\text{доп}} = 0,5 \text{ м.}$$

Результати розрахунку задовольняють всім умовам. Гідравлічний розрахунок завершений. Якщо розрахунок буде незадовільним, ув'язування мережі необхідно повторити ще раз.

8. Побудова ліній п'єзометричних висот

Розбір води більшістю споживачів відбувається на деякій висоті над поверхнею землі, у зв'язку, із чим у водогінній мережі повинен підтримуватися певний тиск. П'єзометрична висота, що забезпечує нормальні умови експлуатації водопроводу, носить назву вільного напору. Інакше кажучи, вільний напір - це відстань від поверхні землі до п'єзометричної лінії. Мінімальний вільний напір для населених пунктів при максимальному господарсько-питному водоспоживанні приймають [1, п.2.26]: при одноповерховій забудові не менш 10 м над поверхнею землі, при більшій поверховості на кожний поверх варто додавати 4 м. У період гасіння пожеж вільний напір у мережі повинен бути не менш 10 м, незалежно від поверховості будинків [1, п.2.30]. Максимальний напір господарсько-питного водопроводу не повинен перевищувати 60 м [1, п.2.28], у протилежному випадку необхідна установка регуляторів тиску або зонування системи водопостачання.

Перед побудовою п'єзометричних ліній необхідно нанести на креслення поздовжній профіль поверхні землі по трасі водогінної мережі. Трасу водогінної мережі

позначаємо від насосної станції другого підйому по водогонах і далі по півкільцю магістральної мережі до точки, що диктує (вибираємо те півкільце, де сума втрат напорів більше).

Побудова п'єзометричних ліній починаємо від кінця мережі (від точки, що диктує). Приймаємо вільний напір у точці, що диктує, рівним мінімальному. Для режиму максимального господарсько-питного водоспоживання

$$H_{\text{вл.мін}} = 10 + 4(n - 1),$$

де n - кількість поверхів.

У нашому прикладі поверховість будинків (див. завдання) дорівнює 4 поверхам.

$$H_{\text{вл.мін}} = 10 + 4(4 - 1) = 22 \text{ м.}$$

Для режиму пожежогасіння $H_{\text{вл.мін}} = 10 \text{ м.}$

Додавши до відмітки поверхні землі в точці, що диктує, значення мінімальних вільних напорів, одержимо початкові відмітки ліній п'єзометричних висот.

Рухаючись послідовно по ділянках мережі до водонапірної башти і додаючи до отриманої раніше відмітки п'єзометричних ліній втрати напорів на кожній з ділянок (табл.6 і 7), будемо дві лінії п'єзометричних висот. Вільний напір у вузлах магістральної мережі визначаємо як різницю між відмітками п'єзометричних ліній і поверхні землі. Вільний напір у точці розташування водонапірної башти (у режимі максимального господарсько-питного водоспоживання) визначає висоту вежі від поверхні землі до дна баку. Аналітично висоту водонапірної башти можна визначити з вираження:

$$H_{\text{ВБ}} = H_{\text{вл.мін}} + h - (1 - d),$$

де: $H_{\text{вл.мін}}$ - мінімальний вільний напір у точці, що диктує, для випадку максимального господарсько-питного водоспоживання; h - сума втрат напорів від точки, що диктує, до початку кільцевої мережі (див. табл.6); 1 і d - відмітки поверхні землі на початку мережі й у точці, що диктує.

$$\text{Для розглянутого прикладу } H_{\text{ВБ}} = 22 + 3,94 - 3,8 = 22,14 \text{ м}$$

У режимі максимального водоспоживання п'єзометрична лінія в створі водонапірної башти робить стрибок вгору на висоту, рівну найбільшій глибині води в баку водонапірної башти (див. п.4.3.). При пожежогасінні водонапірна башта не працює, тому п'єзометрична лінія в цьому випадку розривів не має і є безперервною. Додавши до оцінок п'єзометричних ліній у створі водонапірної башти відповідні втрати напорів у водогонах (див. п.6), одержимо відмітки п'єзометричних ліній у створі насосної станції другого підйому. Різниця між цими відмітками і відміткою дна резервуарів чистої води (див. п.4.2.) визначає розрахунковий напір насосів насосної станції другого підйому. Для першого розрахункового випадку:

$$H_{p1} = 72,31 - 39,6 = 32,71 \text{ м;}$$

Для другого розрахункового випадку:

$$H_{p2} = 77,75 - 39,6 = 38,15 \text{ м.}$$

На мал.9 побудовані лінії п'єзометричних висот для розглянутого конкретного прикладу і позначені розрахункові значення напорів насосної станції другого

підйому і висоти водонапірної башти.

Таблиця 6. Гідравлічний розрахунок кільцевої магістральної мережі в режимі максимального погодинного водозабору на добу максимального водоспоживання

Номера
ділянок

Довжина ділянок, м

Діаметр труб, мм

Попередній розподіл витрат

Перше виправлення

Друге виправлення

qr, л/с

, м/с

К

A, 10-6

КАқрl

h, м

қрқ, л/с

, м/с

К

h, м

қрқ, л/с

, м/с

К

h, м

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

1-2

200

200

16,76

0,51956

1,15

8,092

0,31193

0,522795

16,93399

0,524954

1,15

0,533706

17,05566

0,528725

1,13

0,531978

2-3

150

150

14,24

0,780352

1,06

37,11

0,084023

1,196487

14,41399

0,789887

1,06

1,225904

14,53566

0,796554

1,06

1,246687

3-4

100

150

13,24

0,725552

1,085

37,11

0,05331

0,705824

13,41399

0,735087

1,07

0,714481

13,53566

0,741754

1,07

0,727501

4-5

140

150

11,72

0,642256

1,1

37,11

0,066979

0,784995

11,89399

0,651791

1,1

0,808476

12,01566

0,658458

1,1

0,8251

5-6

120

150

8,75

0,4795

1,15

37,11

0,04481

0,39209

8,923992

0,489035

1,15

0,407839

9,045657

0,495702

1,15

0,419035

6-7

400

150

2,4

0,13152

1,68

37,11

0,059851

0,143642

2,573992

0,141055

1,68

0,165225

2,695657

0,147722

1,68

0,181213

Разом:

0,340166

3,745835

Разом:

3,855631

Разом:

3,831523

7-8

120

150

2,4

0,13152

Страница:

1 2

курсовая работа "Водопостачання, водовідведення та поліпшення якості води"
скачать

Подобные документы

Водопостачання цехів переробки та об'єктів сільськогосподарського призначення Групи споживачів води: населення, тваринництво, виробничі процеси, гасіння пожежі. Розрахунок споживання води. Вибір діаметрів ділянок трубопроводів та втрати напору на них. Визначення характеристик водонапірної башти. Графік споживання та подачі води. контрольная работа [197,2 К], добавлен 10.11.2012
Мінеральні води Чернігівської області Фізико-хімічні властивості, основні бальнеологічні групи, класифікація та ринок мінеральної води в Україні. Особливості лікувальної дії на організм. Зберігання, обробка, розливання та пакування води і контроль якості її основних хімічних показників. дипломная работа [969,2 К], добавлен 16.09.2010
Водопостачання плавальних басейнів Охорона здоров'я і спорт та їх значення в житті

людини. Проектування пляжів та водопостачання плавальних басейнів в закритих приміщеннях. Вимоги до води і до режимів рівня води у водоймах. Вплив рекреації на інших учасників водогосподарського комплексу. реферат [21,5 К], добавлен 19.12.2010

Розрахунок гідравлічної мережі з насосною подачею рідини. Характеристика трубопроводних мереж з насосною подачею рідини. Одержання рівняння напору насосу для мережі. Гідравлічний розрахунок трубопроводної мережі. Уточнення швидкостей течії рідини у трубопроводах. Вибір типу насосу та визначення його напору. курсовая работа [780,5 К], добавлен 28.07.2011

Підземні води. Гіпотези походження води на Землі, їх головні відмінні ознаки та значення на сучасному етапі. Фізичні властивості підземних вод, їх характеристика та особливості. Методика розрахунку витрат нерівномірного потоку підземних вод у двошаровому пласті. контрольная работа [15,1 К], добавлен 13.11.2010

Водний транспорт, лісоплав, рибне господарство як учасники водогосподарського комплексу. Внутрішні та зовнішні водні шляхи. Перевезення вантажів і пасажирів. Шлюзовані судноплавні річки. Визначення потреби води для шлюзування.

Транспортування деревини водними шляхами. Відтворення різних порід риб.

Витрата води для наповнення ставка. реферат [26,7 К], добавлен 19.12.2010

Види води в земній корі. Різновиди води в гірських породах, оцінка її стану та основні властивості. Класифікації підземних вод за критерієм умов їх формування та розповсюдження. Методика та головні етапи розрахунку притоку підземних вод до досконалого артезіанського колодязя. контрольная работа [15,4 К], добавлен 13.11.2010

Другие документы, подобные "Водопостачання, водовідведення та поліпшення якості води"

[главная](#)

[рубрики](#)

[по алфавиту](#)

[вернуться в начало страницы](#)

[вернуться к началу текста](#)

[вернуться к подобным работам](#)