

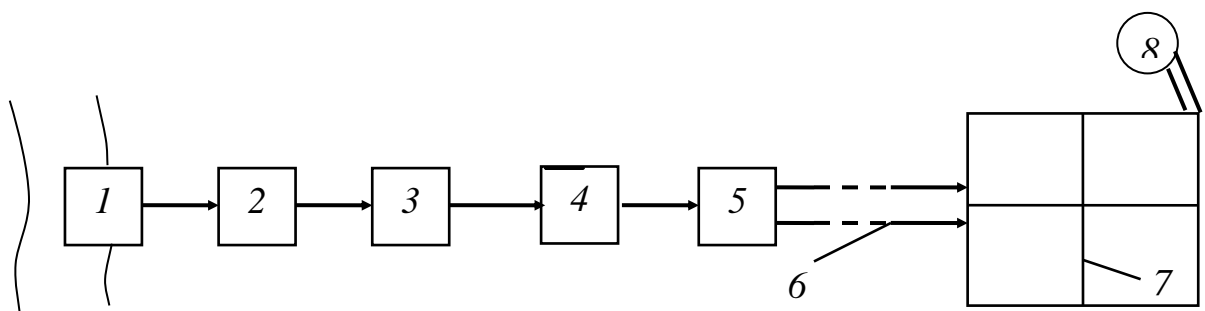
Лекція 3. Режим подачі розрахункових витрат елементами системи водопостачання

План

1. Режим роботи окремих водопровідних споруд і їх взаємний зв'язок.
2. Роль регулюючих ємностей в системі водопостачання.
3. Сумісні графіки водоподачі і водоспоживання.
4. Визначення ємності регулюючих резервуарів.

Розглянемо елементи системи водопостачання.

Забір води з джерела виконується рівномірно, а з мережі вода розбирається за законом вірогідності. Система водопостачання повинна забезпечити таку можливість. Як це можна зробити? Всі елементи системи водопостачання за добу повинні подавати витрату води в максимальну добу. Але забезпечувати таку витрату можна по різному. При цьому режим роботи окремих споруд також може бути різним. Водопровідна мережа, яка являється безпосереднім розподільником води, повинна мати режим роботи, який збігається з режимом водоспоживання.



- 1 - водозабірні споруди,
- 2 - насосна станція I підйому,
- 3 - очисна станція,
- 4 - резервуари чистої води,
- 5 - насосна станція II підйому,
- 6 - водоводи (водогони),

7 - водопровідна мережа,

8 - водонапірна башта.

Рисунок 5.1 – Схема системи водопостачання міста

Вода подається в мережу міста насосною станцією II підйому. В ідеальному випадку насосна станція II підйому кожної одиниці часу повинна подавати точно таку ж витрату, яку забирають споживачі. Але це неможливо тому, що ні одна насосна станція не здатна змінювати свій режим в точній відповідності до вірогідного графіка водоспоживання. Тому приймається ступенева робота насосів. При цьому для компенсації розбіжності режимів подачі і споживання води в окремі години доби, влаштовуються водонапірні башти, які акумулюють надлишок подаваної води в одні години і поповнюють недостачу в інші години (рис.5.2).

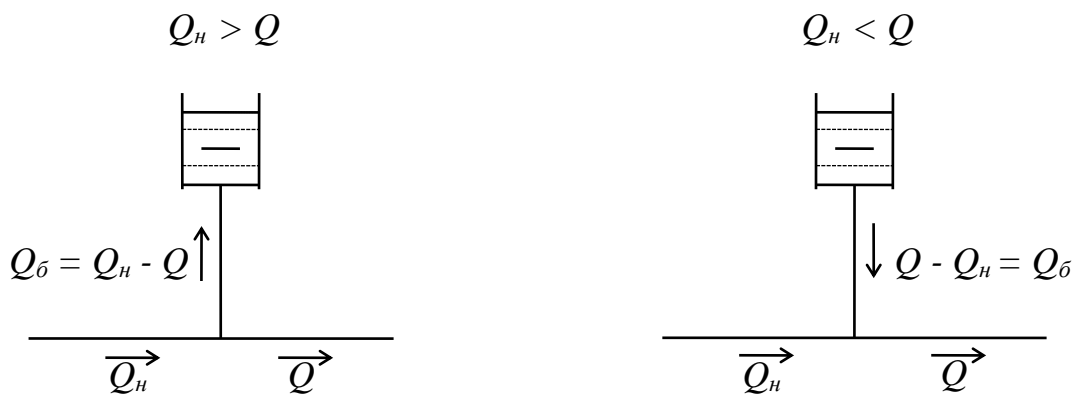


Рисунок 5.2 – Схема регулювання при наявності башти в мережі

Таким чином, водонапірна башта дозволяє "ув'язати" режим водоспоживання з режимом водоподачі.

Від насосної станції II підйому до мережі вода подається водоводами транзитом, тобто без розбору на протязі шляху до мережі. Тому режим роботи водоводів співпадає з режимом роботи насосної станції II підйому і, якщо насосна станція II підйому в різні години подає різні витрати, то і водоводами в різні години йдуть різні витрати.

Насосна станція II підйому забирає воду із резервуарів чистої води. В ідеальному випадку слід було б проектувати подачу води в РЧВ по графіку роботи насосної станції II підйому. Але при цьому очисні споруди мали б змінний режим роботи (в години максимальної подачі насосної станції II підйому очисні споруди повинні були б подавати також більші витрати, в години мінімальної подачі працювала б тільки частина споруд). Це економічно не вигідно. Тому очисні споруди, а отже і насосна станція I підйому повинні працювати рівномірно. Але тоді для забезпечення безперебійної подачі насосної станції II підйому РЧВ повинні мати деяку резервну ємність, яка додавала б частину води до витратів, які поступають від очисної станції в години максимального водорозбору, і акумулювала б частину подаваної витрати в години мінімальної подачі, тобто вона як регулююча ємність працювала б так, як і відповідна ємність водонапірної башти.

Таким чином, **загальна регулююча ємність резервуарів дозволяє здійснювати рівномірний забір води із джерела при вірогідному відбиранні з мережі.** При цьому загальна регулююча ємність розподіляється між ємністю бака водонапірної башти і РЧВ.

$$W_{\text{рег}} = W_{\text{рег.в.б.}} + W_{\text{рег.РЧВ}}$$

Враховуючи, що вірогідність водоспоживання залежить тільки від розмірів населеного пункту і не залежить від елементів системи водопостачання $W_{\text{рег}}$ при різних режимах елементів системи водопостачання буде залишатись постійною, тобто

$$W_{\text{рег}} = \text{const.}$$

Враховуючи, що $W_{\text{рег}}$ включає дві складові, можна їх співвідношення змінювати без зміни їх суми. Наближаючи графік роботи насосів насосної станції II підйому до графіку водоспоживання, ми можемо зменшувати ємність баку водонапірної башти, одночасно збільшуючи ємність РЧВ і навпаки. Враховуючи, що вартість 1 м^3 баку башти більше вартості 1 м^3 резервуару, прагнення до мінімальної ємності баку водонапірної башти економічно виправдано.

Ємність баку водонапірної башти, а також РЧВ може бути легко визначена на основі відповідних **сумісних графіків** водоспоживання і водоподачі. Для цього можна використати **табличний** або **графічний** методи. При табличному методі розрахунок виконується в вигляді таблиці 9, яка заповнюється на основі таблиці сумарного водоспоживання і сумісного графіку водоподачі і водоспоживання, який для наочності краще виконувати в графічній формі. Він має вигляд, приведений на рис.5.3.

Графік складається так, щоб режим роботи насосної станції II підйому був найбільш простим при мінімальній ємності баку водонапірної башти. Цей графік дає початкові дані для заповнення таблиці 9. Він може корегуватися в процесі розрахунку регулюючої ємності.

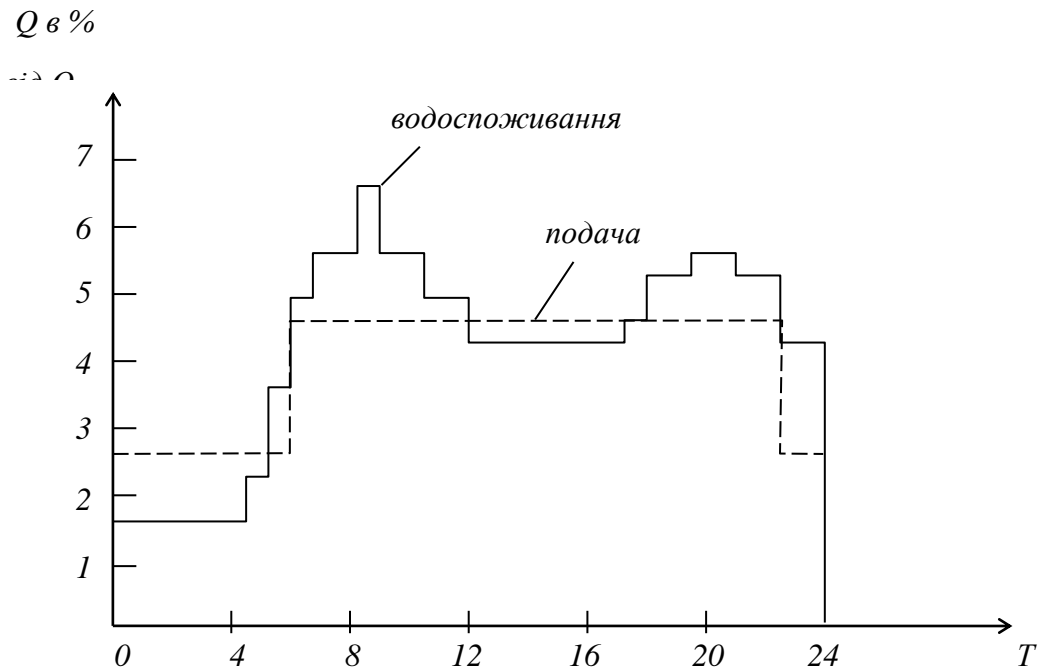


Рисунок 5.3 – Сумісний графік водоподачі і водоспоживання

При розрахунку $W_{рег}$ в колонку "2" табл.9 записуються відсотки погодинних витрат з таблиці сумарного водоспоживання. В колонку "3" записуються відсотки погодинної подачі з сумісного графіку водоподачі і водоспоживання. Колонки "4" і "5" знаходяться, як різниця відповідних витрат і подач. Для заповнення колонки "6" намічається година, до закінчення якої бак буде порожнім. Найбільша з літер колонки "6" дає величину потрібної регулюючої ємності баку башти. Якщо допущена помилка при визначенні години, до кінця якої слід чекати, що бак буде порожнім, то деякі з літер колонки "6" одержують від'ємні значення. Тоді ємність визначається як сума абсолютних значень найбільшої додатної і найбільшої від'ємної величини колонки "6".

Таблиця 9.- Розрахунок регулюючої ємності баку водонапірної башти

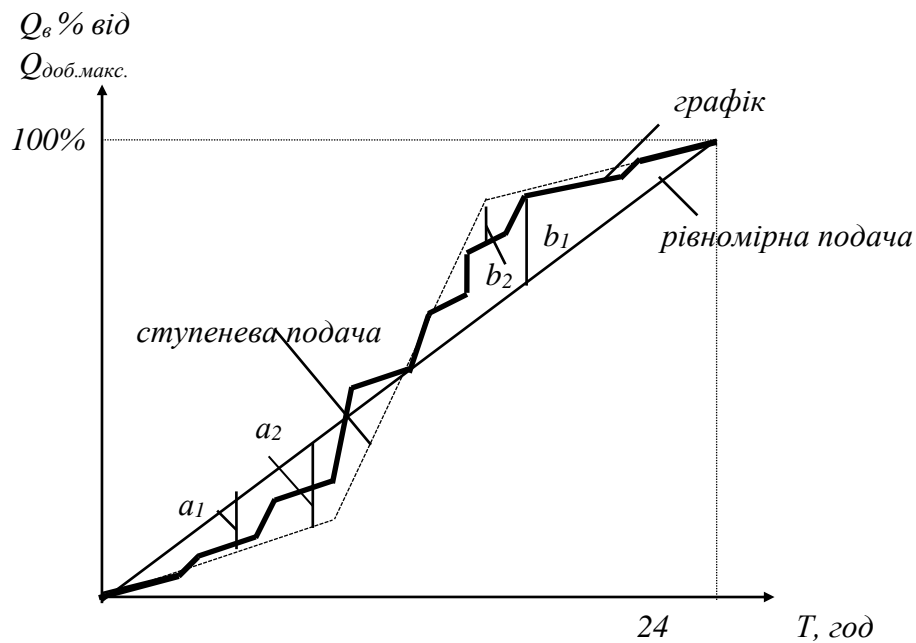
Годинний проміжок	Витрата води містом	Подача води насосами	Надходження в бак	Витрата з баку	Залишок в баці
1	2	3	4	5	6
0 - 1	1,5	2	0,5	-	1

1 - 2	1,5	2	0,5	-	1,5
2 - 3	1,5	2	0,5	-	2
3 - 4	1,5	2	0,5	-	2,5
4 - 5	2,5	2	-	0,5	2

Продовження таблиці 9

1	2	3	4	5	6
5 - 6	3,5	2	-	1,5	0,5
6 - 7	4,5	6	1,5	-	2
7 - 8	5,5	6	0,5	-	2,5
8 - 9	6,25	6	-	0,25	2,25
9 - 10	6,25	6	-	0,25	2,0
10 - 11	6,25	6	-	0,25	1,75
11 - 12	6,25	6	-	0,25	1,5
12 - 13	5	6	1	-	2,5
13 - 14	5	6	1	-	3,5
14 - 15	5,5	6	0,5	-	4
15 - 16	6	6	-	-	4
16 - 17	6	6	-	-	4
17 - 18	5,5	6	0,5	-	4,5
18 - 19	5	6	1,0	-	<u>5,5</u>
19 - 20	4,5	2	-	2,5	3
20 - 21	4	2	-	2	1
21 - 22	3	2	-	1	0
22 - 23	2	2	-	-	0
23 - 24	1,5	2	0,5	-	0,5

Регулююча ємність баку башти може бути визначена графічним



шляхом на основі інтегральних графіків (рис. 5.4).

Рисунок 5.4 – Сумісний інтегральний графік водоподачі і водоспоживання

$$W_{1\text{рег}} = |a_1| + |b_1|$$

$$W_{2\text{рег}} = |a_2| + |b_2|$$

де a_1 і a_2 - максимальна від'ємна різниця між графіками водоспоживання і подачі,

b_1 і b_2 - максимальна додатна різниця між графіками водоспоживання і водоподачі.

Враховуючи, що кожний насос володіє авторегулюванням, а відбір з мережі, а отже і витрати, та і рівень води в баці, змінюються, то реальний графік подачі насосів буде трохи відрізнятись від прийнятого (рис.5.5).

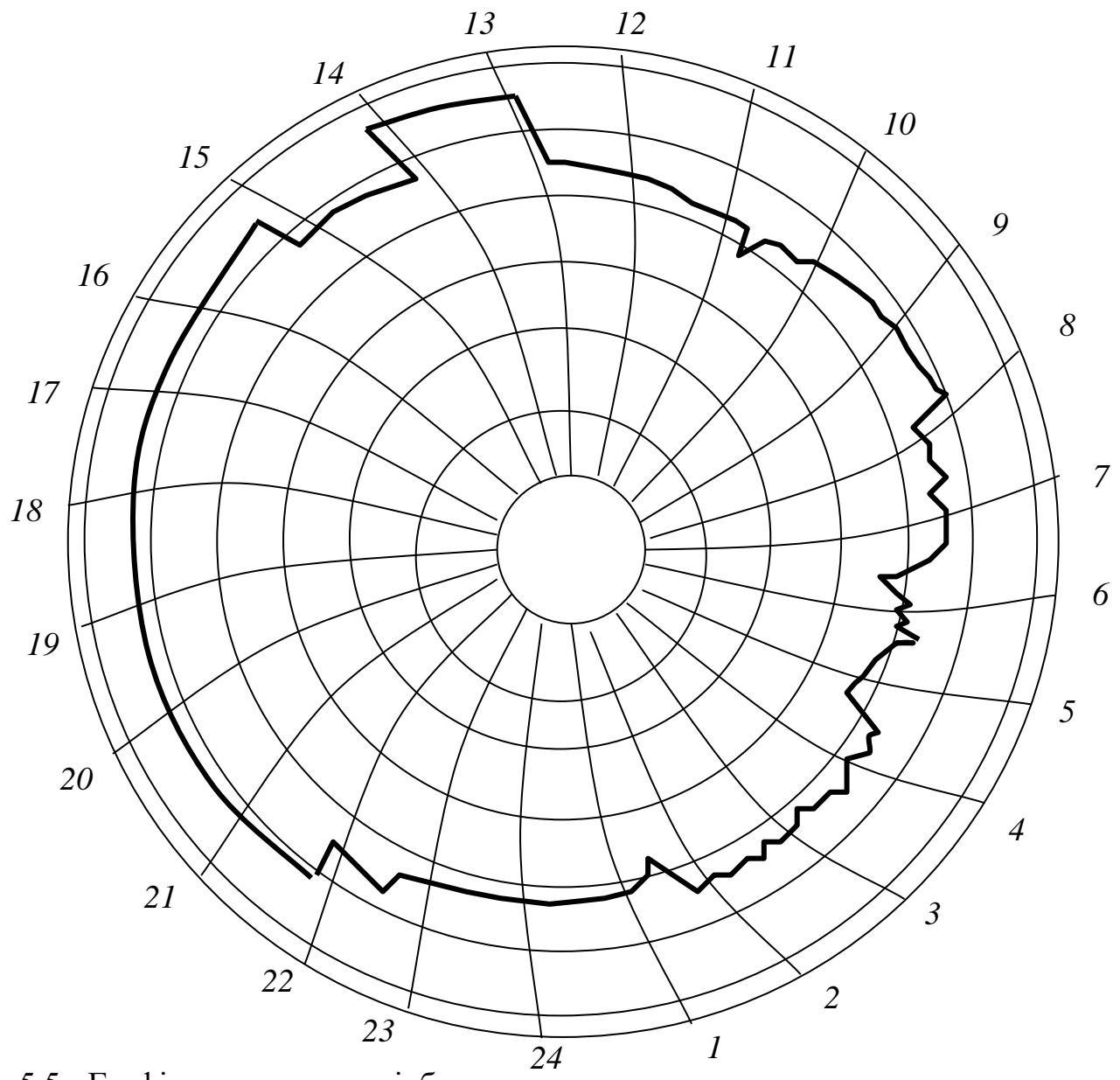


Рисунок 5.5 - Графік погодинного відбору

При ступеневій роботі насосів вдається одержати ємність баку башти в межах (2,5-6)% від $Q_{\text{доб.макс.}}$, а при рівномірній подачі - (8-15)% і більше. За нормами (СНиП), крім регулюючої ємності, бак повинен мати об'єм для 10-хвилинного запасу води для гасіння однієї зовнішньої і однієї внутрішньої пожежі. Якщо замість водонапірних башт використовуються водонапірні резервуари, то ємність їх визначається аналогічно. Крім того, в них зберігають аварійні і пожежні запаси води.

Регулюючу ємність **резервуарів чистої води** визначають за тією ж методикою, але надходження води приймається рівномірним, а розбір - згідно з режимом роботи насосної станції II підйому.

При відсутності графіків регулюючий об'єм води $W_{\text{рег}}$ в ємностях визначається з формулою :

$$W_{\text{рег}} = Q_{\text{доб.макс.}} \left[1 - K_H + (K_2 - 1) \left(K_H / K_2 \right)^{K_2 / (K_2 - 1)} \right],$$

де $K_H = Q_{\text{Г.макс. в бак}} / Q_{\text{Г. в макс.доб.}}$ - коефіцієнт нерівномірності надходження,

$Q_{\text{Г.макс. в бак}}$ - максимальна годинна подача води в регулюючу ємність при станціях водопідготовки, насосних станціях або в мережу водопроводу з регулюючими ємностями,

$\overline{Q_{\text{г.в.макс.доб.}}}$ - середньогодинна витрата в добу максимального водоспоживання :

$$\overline{Q_{\text{г.в.макс.доб.}}} = Q_{\text{макс.доб.}} / 24 ,$$

де K_G - коефіцієнт годинної нерівномірності відбору води з регулюючої ємності або мережі водопроводу з регулюючою ємністю :

$$K_{\Gamma} = Q_{\text{від.макс.год.}} / \overline{Q_{2.в.макс.доб.}}$$

Максимальний годинний відбір води безпосередньо на потреби споживачів, які не мають регулюючих ємностей, слід приймати рівним максимальному годинному водоспоживанню.

Максимальний годинний відбір води з регулюючої ємності насосами для подачі в водопровідну мережу при наявності на мережі регулюючої ємності визначається виходячи з максимальної годинної продуктивності насосної станції.

В резервуарах чистої води, крім $W_{\text{рег}}$, зберігається запас води на гасіння пожежі тривалістю 2-3 години. При пожежі з РЧВ буде відбиратись $Q_{\text{п}}$ – витрата, яка необхідна для гасіння пожежі ($\text{м}^3/\text{год}$) і $Q_{\text{макс}}$ - максимальна господарсько-питна витрата. За цей же період в резервуар буде поступати кількість води Q_1 , згідно з графіком роботи насосів I підйому. Тоді запас води для пожежогасіння буде :

$$W_{\text{п}} = TQ_{\text{п}} + \sum Q_{\text{макс}} - TQ_1 ,$$

де $\sum Q_{\text{макс}}$ -сумарна витрата за T годин найбільшого водоспоживання,

T - термін гасіння пожежі.

Крім того, в РЧВ зберігається запас води на промивання фільтрів очисної станції $W_{\text{ф}}$. Тоді повна ємність РЧВ повинна бути рівною :

$$W = W_{\text{рег}} + W_{\text{п}} + W_{\text{ф}} ,$$

Якщо вода в РЧВ подається одним водоводом, витрата Q_1 не повинна враховуватися.

? Питання для самоконтролю

1. Як розподіляється змінна витрата на господарсько-питні потреби робочих на виробництві по її окремим годинам?
2. Який режим водоспоживання на прийняття душу робочими на виробництві?
3. Як розподіляється добова витрата води на душ по годинам доби?
4. Який режим водоспоживання на виробничі потреби?
5. Як розподіляється добова витрата води на виробничі потреби по годинам доби?

