

## Лекція 2. Режими водоспоживання. Головні поняття

**Мета вивчення теми:** ознайомлення з режимами споживання води населенням та підприємствами, засвоєння теоретичних знань з визначення розрахункових годинних і секундних витрат води, усвідомлення методів побудови графіків водоспоживання та сфер їх використання.

### План

1. Режим споживання води населенням на господарсько-питні цілі.
2. Режим споживання води промисловими підприємствами.
3. Графіки сумарного водоспоживання і методи їх побудування.
4. Визначення розрахункових годинних і секундних витрат води.
5. Режим витрачання води на пожежогасіння.

Для визначення розмірів, кількості, потужності елементів системи водопостачання необхідно знати, яку кількість води повинна подавати система водопостачання в кожний момент часу. Ці витрати визначаються **режимом водоспоживання**. Прогнозування режиму водоспоживання проектуємої системи водопостачання являється однією з найбільш важливих задач. Єдиним правильним методом розв'язання цієї задачі являється аналіз режиму витрачання води в існуючих системах водопостачання і виявлення факторів, які впливають на характер режиму водоспоживання. Але це можливо тільки для вже діючої системи. Питоме водоспоживання дозволяє визначити середньорічну добову витрату води. Але ця витрата впродовж доби **нерівномірна** (рис.4.1). Для того, щоб правильно запроектувати режим роботи окремих елементів системи, необхідно прийняти вірогідний графік водоспоживання впродовж доби (зокрема доби найбільшого водоспоживання). Для того, щоб визначити водоспоживання в різні доби

року, користуються **коефіцієнтом добової нерівномірності**, який згідно з будівельними нормами і правилами може прийматися в межах:

-  $K_{\text{доб.мін.}} = 0,7-0,9$ ,

-  $K_{\text{доб.макс.}} = 1,1-1,3$ .

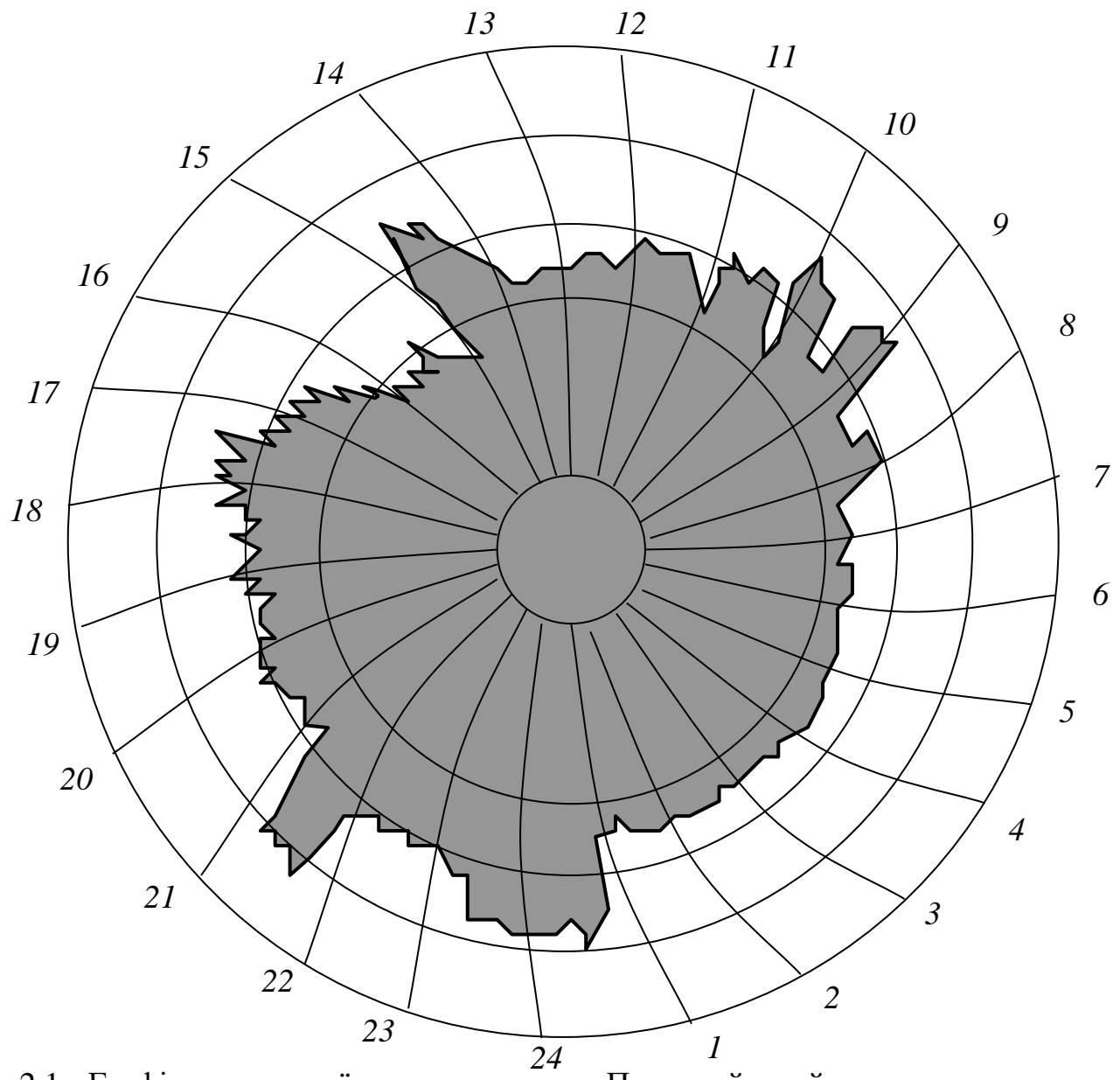


Рисунок 2.1 - Графік погодинної витрати води пос.Первомайський

Коефіцієнт добової нерівномірності в загальному вигляді визначається так :

$$K_{\text{доб.і}} = Q_{\text{доб.і}} / \overline{Q_{\text{доб.}}},$$

де  $Q_{\text{доб.і}}$  - добова витрата води за і-ту добу;

$\overline{Q_{\text{доб.}}}$  - середня за рік добова витрата води, яка визначається на основі норм водоспоживання на 1 мешканця.

При відомій витраті  $\overline{Q_{\text{доб.}}}$  і відповідних коефіцієнтах добової нерівномірності є можливість визначити мінімальну і максимальну добову витрату :

$$Q_{\text{доб.мін.}} = K_{\text{доб.мін.}} * \overline{Q_{\text{доб.}}}$$

$$Q_{\text{доб.макс.}} = K_{\text{доб.макс.}} * \overline{Q_{\text{доб.}}}$$

Аналогічно оцінюється нерівномірність споживання води в продовж доби. Для цього користуються **коефіцієнтом годинної нерівномірності** :

$$K_{\text{год.і}} = Q_{\text{год.і}} / \overline{Q_{\text{год.}}} = Q_{\text{год.і}} / (Q_{\text{доб.}} / 24),$$

де  $Q_{\text{год.і}}$  - витрата води в і-ту годину розглядаємої доби,

$\overline{Q_{\text{год.}}}$  - середня годинна витрата води,

$Q_{\text{доб.}}$  - добова витрата для води, яка розглядається.

Для любой години визначити витрату води можна за формулою:

$$Q_{\text{год.і}} = K_{\text{год.і}} * \overline{Q_{\text{год.}}}$$

Якщо в формулу підставити величину максимального і мінімального коефіцієнта годинної нерівномірності, то можна знайти витрату в години максимального і мінімального водоспоживання:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Год.макс.}} &= K_{\text{Год.макс.}} * \overline{Q_{\text{год.}}} = K_{\text{Год.макс.}} * Q_{\text{доб.макс.}} / 24 = \\
 &= K_{\text{Год.макс.}} * K_{\text{доб.макс.}} * (\overline{Q_{\text{доб.}} / 24}) \\
 Q_{\text{Год.мін.}} &= K_{\text{Год.мін.}} * \overline{Q_{\text{год.}}} = K_{\text{Год.мін.}} * Q_{\text{доб.мін.}} / 24 = \\
 &= K_{\text{Год.мін.}} * K_{\text{доб.мін.}} * (\overline{Q_{\text{доб.}} / 24})
 \end{aligned}$$

Згідно з будівельними нормами і правилами коефіцієнт годинної нерівномірності визначається за формулою :

$$\begin{aligned}
 K_{\text{Год.макс.}} &= \alpha_{\text{макс.}} * \beta_{\text{макс.}} , \\
 K_{\text{Год.мін.}} &= \alpha_{\text{мін.}} * \beta_{\text{мін.}} ,
 \end{aligned}$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт, який залежить від ступеню благоустрою будівель, режиму роботи підприємства і т.п.,  $\alpha_{\text{макс.}} = 1,2-1,4$ ;  $\alpha_{\text{мін.}} = 0,4-0,6$

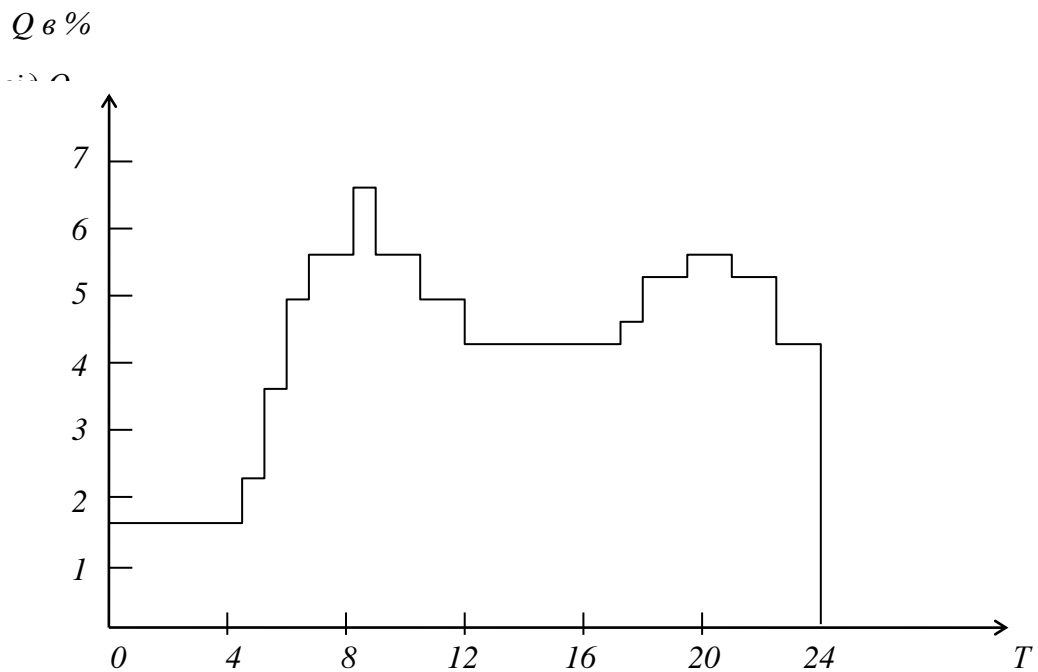
$\beta$  - коефіцієнт, який залежить від кількості мешканців і який береться з таблиці 6.

Таблиця 2.1. – Величини коефіцієнтів  $\beta_{\text{макс}}$  і  $\beta_{\text{мін}}$

Число мешканців, $\beta$ тис.чол.	до 1 тис	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 і більше
	$\beta_{\text{макс.}}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05

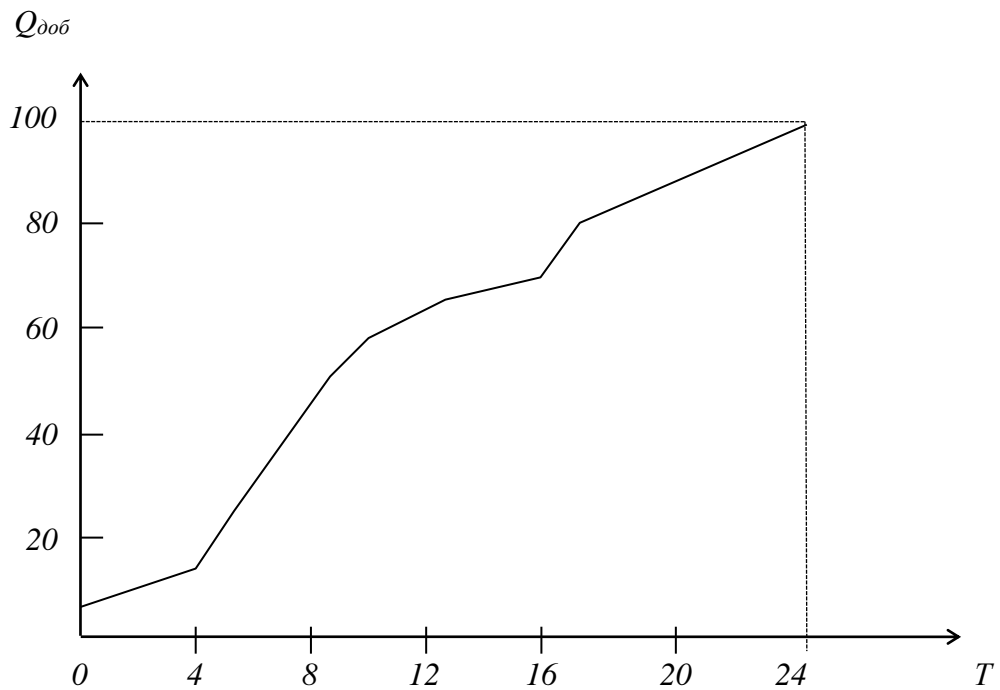
$\beta_{\text{мін.}}$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,83	1,0
-----------------------	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	------	-----

Користуючись коефіцієнтами нерівномірності можна визначити витрати за добу для двох екстремальних годин. Але цього недостатньо для визначення режиму насосної станції другого підйому і об'ємів регулюючих резервуарів. Для цього необхідно знати величину витрат за кожну годину характерних діб. На основі вивчення реального водоспоживання для різних міст одержані слідуєчі типи розподілу в залежності від коефіцієнтів годинної нерівномірності (табл.7). Цю ж залежність можна зобразити у вигляді ступеневого(диференційного) (рис.4.2) або інтегрального графіка



водоспоживання (рис.4.3).

Рисунок 2.2 – Ступеневий графік водопостачання



Таблиця 2.1 - Розподіл добової витрати за годинами доби (в % від  $Q_{доб}$ .)

)

Години доби	$K_{год} = 1,25$	$K_{год} = 1,35$	$K_{год} = 1,5$	$K_{год} = 1,7$	$K_{год} = 2$
1	2	3	4	5	6
0 - 1	3,35	3,0	1,5	1	0,75
1 - 2	3,25	3,2	1,5	1	0,75
2 - 3	3,30	2,5	1,5	1	1,00
3 - 4	3,20	2,6	1,5	1	1,00
4 - 5	3,25	3,5	2,5	2	3,00
5 - 6	3,40	4,1	3,50	3,00	5,5
6 - 7	3,85	4,5	4,50	5,00	5,5
7 - 8	4,45	4,9	5,50	6,50	5,5
8 - 9	5,20	4,9	6,25	6,50	3,5
9 - 10	5,05	5,6	6,25	5,50	3,5
10 - 11	4,85	4,9	6,25	4,50	6,0
11 - 12	4,60	4,7	6,25	5,50	8,5
12 - 13	4,60	4,4	5,00	7,00	8,5
13 - 14	4,55	4,1	5,00	7,00	6,0
14 - 15	4,75	4,1	5,00	5,50	5,0
15 - 16	4,70	4,4	6,00	4,50	5,0
16 - 17	4,65	4,3	6,00	5,00	3,5
17 - 18	4,35	4,4	5,50	6,50	3,5

18 - 19	4,40	4,5	5,00	6,50	6,0
19 - 20	4,30	4,5	4,50	5,00	6,0
20 - 21	4,30	4,5	4,00	4,50	6,0
21 - 22	4,20	4,8	3,00	3,00	3,0
22 - 23	3,75	4,6	2,00	2,00	2,0
23 - 24	3,70	3,3	1,50	1,00	1,0
	100	100	100	100	100

Цей розподіл характеризує тільки господарсько-питне водоспоживання міст. При проектуванні нових міських водопроводів графік коливання таких витрат води приймається по аналогії з водопроводом іншого міста, подібного до розглядаємого за кількістю мешканців, кліматичними умовами, рівнем розвитку промисловості і т.п.. Відміна дійсного режиму водоспоживання від прийнятого для розрахунку не створює особливих труднощів тому, що може бути компенсована відповідною корекцією експлуатаційних графіків подачі води насосами. Як видно з реальних графіків, витрата на протязі години приймається умовно постійною, що не відповідає дійсності, але не створює труднощів враховуючи велику довжину мереж і велику кількість споживачів.

Крім господарсько-питного водоспоживання на потреби населення, вода в місті споживається на поливання зелених насаджень і проїздів. Методика розрахунку добових витрат води на полив розглянута раніше. **Режим витрачання води на поливання - рівномірний.** Але кількість годин поливок залежить від місця розміщення населеного пункту, тобто від кліматичних умов. В містах поливання може виконуватись вручну силами двірників і механізованим способом (поливальними машинами). При цьому поливання вручну виконується силами двірників звичайно вранці і ввечері (по 3-4 години), а машинами в ранішній, денний і вечірній час (на протязі 2-х змін – 14-16 годин).



Витрати на поливання повинні враховуватись додатково до господарсько-питного водоспоживання. Витрати води на промислових підприємствах включають наступні види витрат:

- витрати на господарсько-питні потреби робітників на виробництві,
- витрати на прийняття душів,
- витрати на технологічні потреби.

Вода на господарсько-питні потреби робітників на виробництві використовується також нерівномірно. Будівельні норми 2.04.02-84 встановлюють коефіцієнти годинної нерівномірності такими :

- для гарячих цехів -  $K_{год} = 2,5$ ,
- для холодних цехів -  $K_{год} = 3,0$ .

Очевидно, що режими витрачання однотипних цехів для обої зміни будуть близькими.

Приблизний розподіл змінної кількості води можна прийняти згідно з таблицею 8.

Вода на приймання душу витрачається після кожної зміни в першу годину наступної зміни.

Таблиця 2.3 - Режим витрачання води впродовж зміни

Години зміни	Кількість води, яка витрачається за кожну годину зміни, в % від повної витрати за зміну	
	В гарячих цехах	В холодних цехах
I	7	0
II	10	7
III	14	15
IV	18	22
V	0	0
VI	10	7

VII	14	15
VIII	18	23
Після закінчення зміни	9	11

Нерівномірність витрачання води впродовж доби на виробничі потреби промисловості визначається особливостями технологічного процесу і способами споживання води, а також режимом роботи підприємства. Більшість підприємств витрачає воду на технологічні потреби рівномірно. Враховуючи, що мережа водоспоживання міста і мережа водоспоживання промислових підприємств можуть бути гідравлічно зв'язані, графік витрачання води з міського водопроводу приймається з врахуванням схеми системи водопостачання промислових підприємств.

Для обліку всіх витрат міста будується графік **сумарного водоспоживання**. Для цього складається зведена **таблиця** годинних витрат води всіх споживачів в % від добової витрати. Якщо скласти витрати окремих споживачів для кожної години доби, одержимо годинні витрати в сумарному графіку водоспоживання.

**Сумарний графік** дає вірогідну картину зміни витрат води впродовж доби. Цей графік кладеться в основу всіх подальших розрахунків водопроводу. З цього графіку встановлюється **максимальна годинна витрата**, на основі якої знаходиться розрахункова секундна витрата :

$$q_{\text{макс.}} = Q_{\text{год.макс.}} / 3600,$$

де  $Q_{\text{год.макс.}}$  - максимальна годинна витрата за графіком сумарного водоспоживання.

Методика визначення витрати води на потреби **пожежогасіння** відрізняється від розглянутої вище.

Режим роботи системи при пожежі являється **перевірочним**, а не розрахунковим. Тому в сумарний графік витрати на пожежогасіння не додаються.

Для встановлення режиму водоспоживання при пожежі можна збудувати свій графік сумарного водоспоживання. Методика його побудовування така ж, як і раніше розглянутого. Але при пожежі згідно з нормами ДБН витрати води на поливання території, прийом душів, миття підлоги в виробничих будівлях і миття технологічного обладнання не повинні враховуватися.

**Розрахункова витрата** води на гасіння пожежі визначається за нормами в залежності від кількості пожежних струменів і розрахункової кількості пожеж, які залежать від кількості мешканців і характеру забудови міста. **Режим** витрачання води на гасіння пожежі - **рівномірний**. Розрахункова тривалість гасіння пожежі - **2 або 3 години** в залежності від категорії пожежної небезпеки і категорії вогнетривкості конструкцій (СНиП). Так як виникнення пожежі випадкове і може бути в будь-яку годину доби, то при забезпечені нормальної роботи системи в годину максимального водоспоживання, буде забезпечена її нормальна робота і в інші години доби. Тому графіки сумарного водоспоживання не будують, а розрахункову витрату при пожежі визначають за формулою :

$$Q_{\text{макс.пож.}} = Q'_{\text{год.макс.}} + 3,6Q_{\text{пож.}},$$

де  $Q'_{\text{макс.пож.}}$  - витрата води в годину максимального водоспоживання без врахування витрати води на поливання території, миття технологічного обладнання, миття підлоги і приймання душів на промислових підприємствах;

$Q_{\text{пож.}}$  - витрата води на гасіння пожежі в л/с.

## **? Питання для самоконтролю**

1. Чим оцінюється коливання водоспоживання на протязі доби і року?
2. Який режим водоспоживання на господарсько-питні потреби міста?
3. Як визначається коефіцієнт годинної нерівномірності?
4. Як розподіляється максимальна добова витрата міста по годинам доби?
5. Як розподіляється добова витрата на полив проїздів і зелених насаджень по годинам доби?
6. Який режим водоспоживання на господарсько-питні потреби на виробництві?