

Лекція 11. Особливості проектування і розрахунку зонних систем водопостачання

1. Область використання зонних водопроводів.
2. Техніко-економічне обґрунтування зонування водопроводів.
3. Зонування гравітаційних систем водопостачання.
4. Особливості розрахунку зонних водопроводів.

Якщо єдину централізовану систему водопостачання розділити на ряд самостійних районів, які живляться кожний від своєї мережі, то одержимо зонну систему водопостачання. Зонування використовується в двох випадках:

- в тому випадку, коли вільні напори в деяких частинах мережі більші, ніж 60 м;
- в тому випадку, коли зонний водопровід виявляється більш дешевим за приведеними витратами, ніж централізований.

В залежності від того, чим визвані великі напори, зонування буває:

- вертикальним,
- горизонтальним.

Вертикальне зонування використовується тоді, коли місцевість має великий перепад позначок. Якщо в найбільш високо розташованій точці мережі необхідно забезпечити вільний напір H_v , то в її нижній точці при незонованій системі буде напір

$$H_{\max} = (Z_{\max} - Z_{\min}) + H_v + h ,$$

де $Z_{\max} - Z_{\min} = \Delta Z$ - максимальна різниця позначок місцевості в межах території, в яку подається вода (рис.15.1);

h - максимальна втрата напору в мережі.

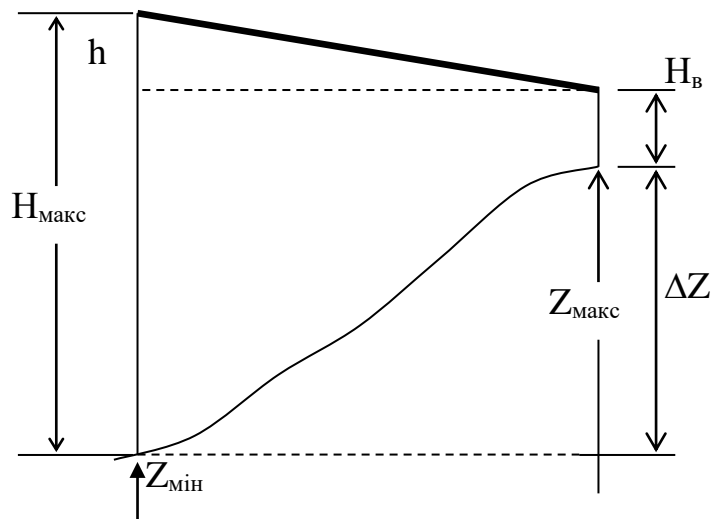


Рисунок 11.1 – Формування напорів в незонованій водопровідній мережі

Якщо одержана величина $H_{макс}$ перевищує допустимі межі, то необхідно розділити мережу на зони з таким розрахунком, щоб в межах кожної зони напір не перевищував допускаємої величини.

Необхідність в горизонтальному зонуванні виникає тоді, коли водопровідна мережа дуже довга. В цьому випадку великі втрати напору можуть привести до $H_{макс} > 60м$ (рис.11.2).

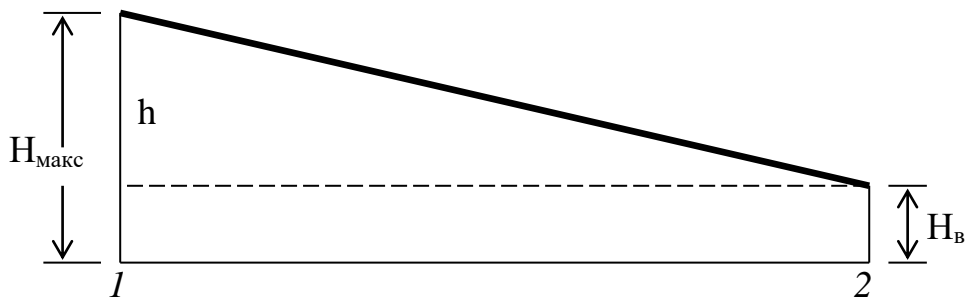


Рисунок 11.2 – Формування напорів в довгій водопровідній мережі

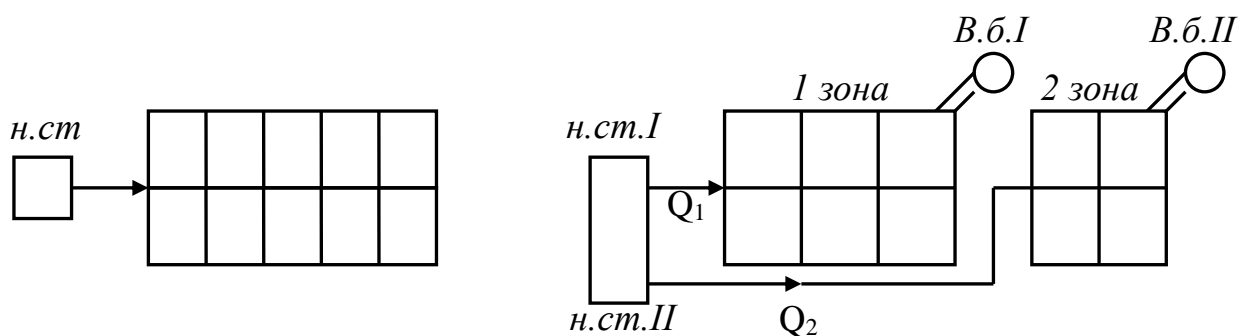
В залежності від того, як організована подача води в зону, розрізняються такі види зонування:

- паралельне зонування;
- послідовне зонування.

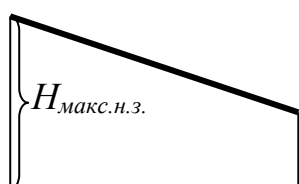
При паралельному зонуванні всі зони, які виділяються з загальної мережі, гідравлічно повністю автономні (рис.15.3).

Незонована система

Паралельне зонування



Ії п'єзометрична лінія



$$H_{\text{макс.н.з.}} > H_{\text{макс.І з}}$$

Іх п'єзометрична лінія

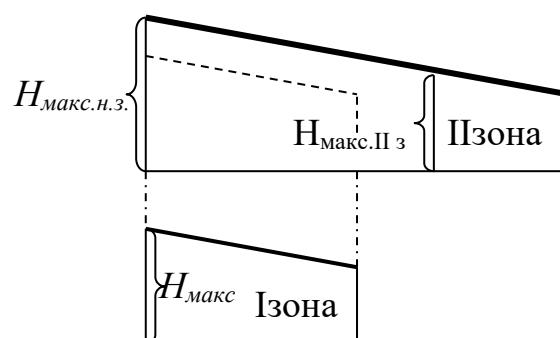


Рисунок 11.3 – Характер п'єзометричних ліній в незонуваній і зонуваній системах при паралельному зонуванні

При паралельному зонуванні вода подається в мережу кожної зони окремо своїми групами насосів, які можуть бути встановлені на одній насосній станції, але вони мають окремі водоводи і різні напори. Подача цих груп можуть бути однаковими. За рахунок зонування напір в зонах знижується, хоч напір в водоводах може залишатися таким же (ІІ зона). В кожній зоні при необхідності повинна бути своя водонапірна башта.

При послідовному зонуванні через нижні зони проходять транзитом витрати зон, які розміщені вище. Послідовна схема має вигляд, приведений на рис.11.4.

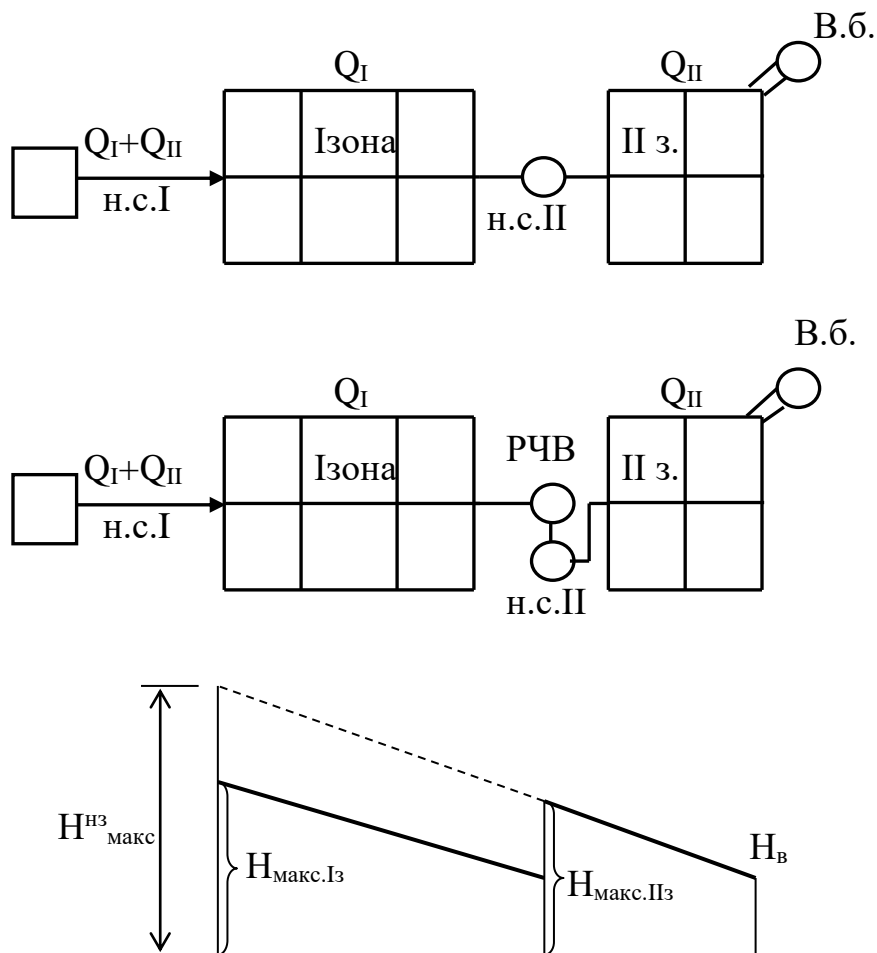


Рисунок 11.4 – Характер п'езометричних ліній в незонуваній і зонуваній системах при послідовному зонуванні

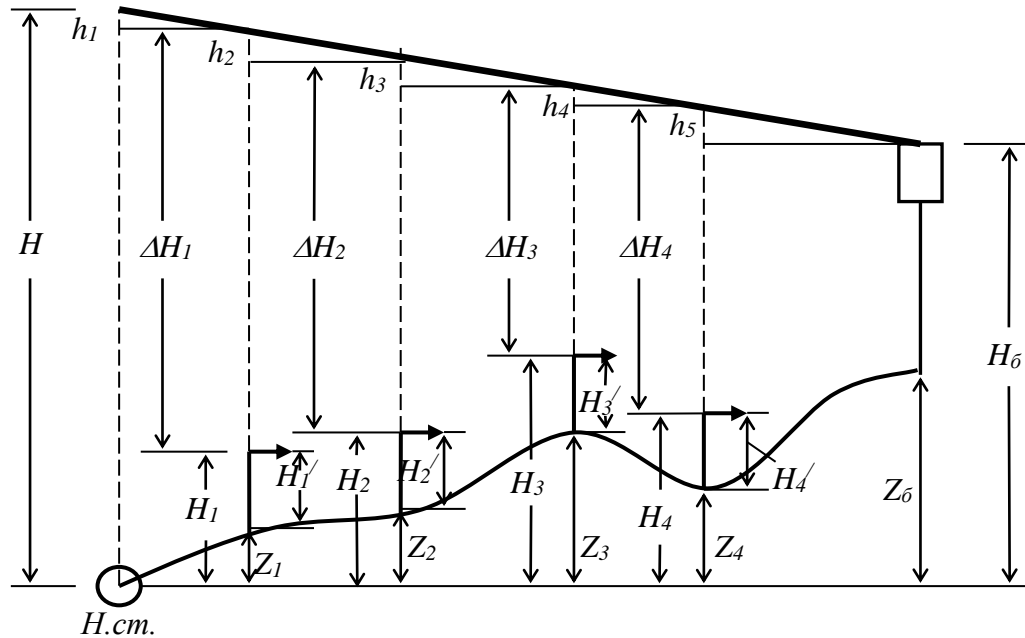
Напори насосних станцій не залежать один від другого. Вони при необхідності можуть бути однаковими, але можуть бути і різними. Насоси верхньої зони можуть брати воду або безпосередньо з мережі нижньої зони або з проміжного резервуара, який одночасно може служити джерелом живлення насосів II зони і контррезервуаром для нижньої зони.

При зонуванні систем водопостачання загальна потужність насосних станцій знижується, зменшується витрата енергії, а отже і експлуатаційні витрати.

Органічним недоліком централізованої системи являється те, що напір насосів в ній визначається необхідним напором в невідгідній точці, яка, як правило, сама далека і висока. Для решти точок напори будуть автоматично забезпечуватися, а для цього в них створюються деякі

надлишки напорів. Розглянемо, як витрачається енергія в водоводі з кількома відборами Q_i і одним насосом.

Рисунок 11.5 – Формування напорів в незонованій системі



Загальна кількість енергії, як витрачається в одиницю часу насосом при подачі витрати Q на загальну висоту під'йому H , може бути виражена добутком

$$E = Q \rho g H.$$

Ця енергія витрачається на виконання:

- роботи на підймання потрібних споживачам кількостей води Q_i до необхідних висот H_i , які складаються з позначки землі Z_i і висоти розміщення точки відбору над рівнем землі H_i' :

$$E_{\Gamma} = \sum_1^n Q_i H_i \rho g ,$$

де n - кількість точок відбору;

- роботи по переборювані гідравлічних опорів в трубах при транспортуванні необхідних кількостей води до місць її відбору:

$$E_T = \sum_1^n q_{i-k} h_{i-k} \rho g ,$$

де q_{i-k} і h_{i-k} - розрахункові витрати і втрати напору в ділянках мережі;
- марної роботи при відборах води з надлишковим в порівнянні з необхідним напором :

$$E_H = \sum_1^n Q_i \Delta H_i \rho g .$$

Загальна кількість енергії, яка витрачається в одиницю часу насосом, являє собою суму цих трьох компонентів

$$E = E_G + E_T + E_H .$$

З цих трьох компонентів тільки перший E_G - це корисно витрачена енергія. Вона для розрахункової години являється заданною і не може бути зміненою.

Графік витрати енергії можна зобразити так, як приведено на рис.15.6.

Другий компонент E_T являє собою енергію, яка хоч і втрачена для споживача, але необхідна для транспортування води. Величина цього компоненту знаходиться після техніко-економічного розрахунку мережі з визначенням найбільш вигідних економічних діаметрів труб. Очевидно, що бажання знизити E_T приведе до зменшення h_i і порушення найвигіднішого співвідношення будівельних і експлуатаційних витрат.

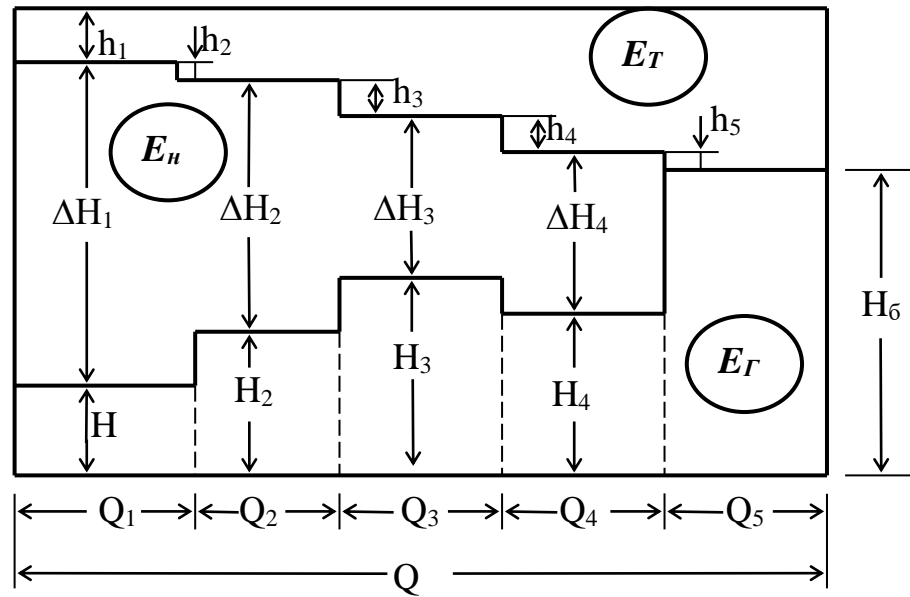


Рисунок 11.6 – Схема використання енергії в незонаній системі

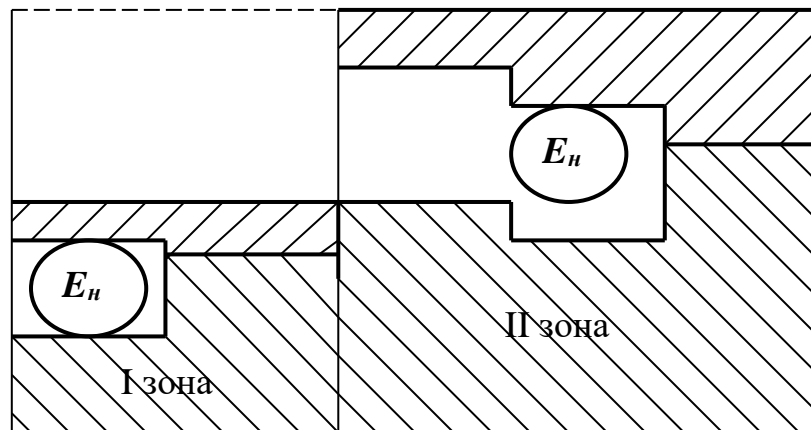


Рисунок 11.7 - Схема використання енергії в зонаній системі

Третій компонент E_n - органічна вада централізованих систем водопостачання. Обслуговування єдиною системою споживачів, які відбирають воду з мережі на різних позначках H_i , приведе до того, що насосна станція повинна подавати всю воду під напором, який необхідний для одного високорозміщеного і віддаленого споживача.

Показник ефективності використання енергії в централізованих системах водопостачання може бути оцінений співвідношенням

$$\varphi = \frac{E_{\Gamma} + E_T}{E} = 1 - \frac{E_n}{E}.$$

Підвищити ефективність використання енергії можна за рахунок зменшення E_n . Це можна зробити зонуючи загальну систему водопостачання, як показано на графіку (рис.15.7). Одночасно із зменшенням надлишкових напорів зменшуються витоки і нераціональне витрачання води.

Зонні системи влаштовуються також в гравітаційних системах (рис.15.8), коли тиск в низьких зонах перевищує допустимий. При цьому роль гасителів напору відіграють резервуари.

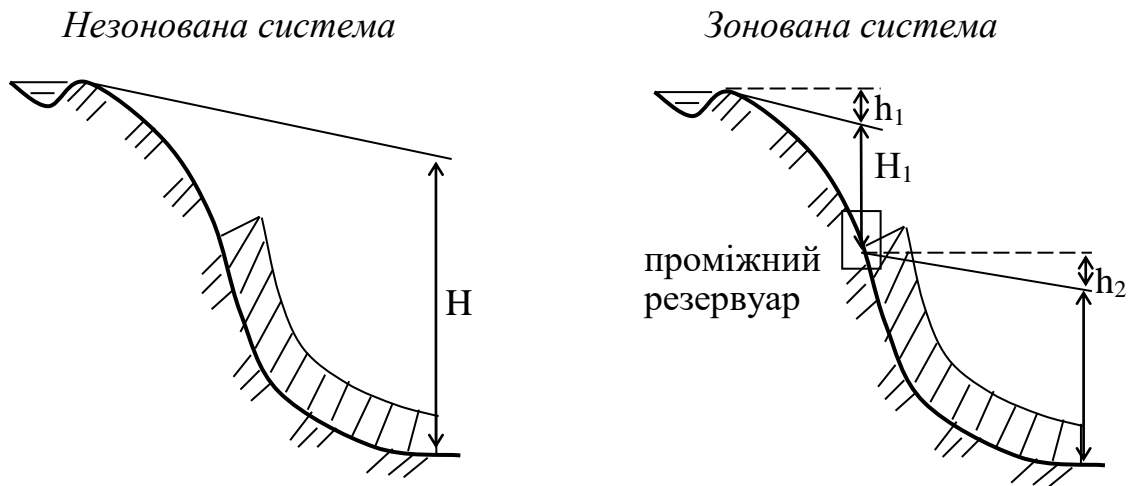


Рисунок 11.8 – Зонування гравітаційних водопроводів

При проектуванні зонного водопроводу головним питанням являється вибір числа зон і схеми зонування. За чисто технічними міркуваннями кількість зон визначають, виходячи із необхідності забезпечення в мережі напорів, які допустимі за умовами експлуатації водопроводу. Розрахункова “висота зони”, тобто різниця позначок місцевості в межах зони

$$\Delta Z = Z_{\text{макс}} - Z_{\text{мін}},$$

не повинна перевищувати

$$\Delta Z_{\text{кр}} = H_{\text{макс}} - H_v - h_{\text{макс}},$$

де $H_{\text{макс}}$ - максимальний напір, який можна допустити в водопровідній мережі ($H_{\text{макс}} \leq 60\text{м}$);

H_v - необхідний вільний напір;

$h_{\text{макс}}$ - орієнтовно можливі найбільші втрати напору в мережі.

Якщо $\Delta Z_{кр} < \Delta Z$, необхідно зонування. Якщо зонування приймається за економічними міркуваннями (для скорочення вартості енергії, яка витрачається на підйом води), то, очевидно, економічно найвигідніше число зон буде відповідати мінімальній величині приведенних затрат на будівництво і експлуатацію систем. Аналіз показує, що економічно найвигідніше число зон росте із збільшенням вартості енергії, загальної продуктивності водопроводу і максимальної різниці геодезичних позначок в межах території об'єкту. Для малих міст з незначними витратами води в залежності від вартості енергії економічна висота зони сягає 60-100м і більше, в великих містах економічно найвигідніша висота зони падає до 25-40м.

Вибір типу зонування (послідовного чи паралельного) залежить в основному від конфігурації території, яка обслуговується, і рельєфу місцевості.

Гідравлічний розрахунок зонних систем проводиться тими ж методами, що і розрахунок звичайних водопроводів, але при розрахунку мереж нижчих зон необхідно врахувати зв'язок їх з верхніми зонами. Прикладом такого зв'язку можуть служити: транзит води в верхні зони (постійний або змінний в залежності від співвідношення розмірів водоспоживання в окремих зонах); гасіння пожежі з забором води з підземних регулюючих резервуарів; поповнення пожежного запасу (витрата для поповнення пожежного запасу повинна проходити транзитом через мережі нижчих зон).

Якщо в системі передбачається обладнання проміжних резервуарів, то вони звичайно розраховуються так, що мережі окремих зон працюють незалежно. Для цього регулююча ємність резервуарів повинна бути достатньою. При зонуванні систем немає необхідності для нижчої і проміжних зон обладнувати водонапірну башту. Роль таких регулюючих ємностей виконують звичайно РЧВ вищерозміщеної зони. При цьому вони можуть відігравати тільки роль регулятора витрати, а напір підтримується насосами відповідної насосної станції. При зонних системах збільшується число можливих розрахункових випадків, які підлягають розгляданню. Але

принципово ці розрахунки не відрізняються від однозонних систем. Слід одначе відмітити, що при розрахунках регулюючих ємностей подача в них води визначається режимом подачі нищої насосної станції і режимом водорозбору в цій зоні, а відбір - режимом подачі насосів, які забирають воду з цього резервуару.

Питання для самоконтролю

1. Що таке питомий опір трубопроводу, і як він визначається?
2. Що таке повний опір ділянки мережі, і як він визначається?
3. Що таке питомі втрати напору, і як вони визначаються?
4. Як за допомогою питомих втрат напору визначаються втрати на ділянці?
5. Що таке зосереджені витрати води?
6. Якій умові повинні задовольняти витрати води у вузлі мережі?

