

## Лабораторне заняття

### Тема заняття: Техніко-економічний аналіз роботи міських водопровідних мереж

Питання для перевірки засвоєння і контролю теоретичного матеріалу:

- Які етапи входять в комплекс робіт по вивченню роботи діючих систем водопостачання [1]?
- Які за будівельними нормами і правилами [4] необхідно приймати питомі витрати на одного мешканця при перспективному проектуванні населених пунктів?
- Як визначаються середньодобові витрати для населених пунктів [2,3,4] ?
- Як визначаються максимальні добові витрати для населених пунктів [2,3,4] ?
- Як визначаються максимальні добові і годинні коефіцієнти нерівномірності водопостачання [4] ?
- Як визначаються максимальні годинні витрати для населених пунктів [2,3]

Мета заняття - набути навички аналізу техніко-економічних показників елементів водопровідних інженерних об'єктів.

### Задача

В місті відчуваються перебої в одержанні води з мережі мешканцями різних районів. Для встановлення причин цих перебоїв була виконана п'єзометрична зйомка, результати якої наведені в табл.6.

Таблиця 1 – Результати п'єзометричної зйомки мережі

|                                           |  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10       | 11       | 12       |
|-------------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|
| Позначка поверхні землі в точці виміру, м |  | $Z_1$ | $Z_2$ | $Z_3$ | $Z_4$ | $Z_5$ | $Z_6$ | $Z_7$ | $Z_8$ | $Z_9$ | $Z_{10}$ | $Z_{11}$ | $Z_{12}$ |
| Вільний напір в точці виміру, м           |  | $H_1$ |       | $H_3$ | $H_4$ | $H_5$ | $H_6$ | $H_7$ | $H_8$ | $H_9$ | $H_{10}$ | $H_{11}$ | $H_{12}$ |

Схема мережі міста наведена на рис.1. Визначити райони недостатнього напору, якщо вся поверхня забудована будинками в  $n$  поверхів. Встановити кількість водоживлювачів, які забезпечують мережу водою, а також визначити, на скільки необхідно збільшити їх напір, щоб виключити перебої в подачі води. Чисельні величини прийняти по додатку А.

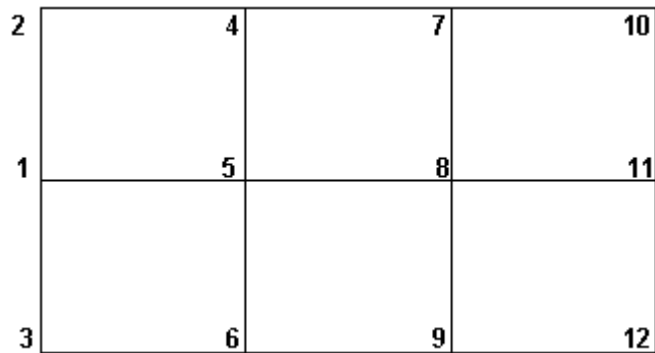


Рисунок 1 – Схема мережі міста.

### Розв’язування типової задачі.

Припустимо, що напори в мережі характеризуються даними, що наведені в табл.27.

Таблиця 2 – Результати п’езометричної зйомки мережі

| Номер точки виміру                        | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8    | 9  | 10 | 11 | 12 |
|-------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|
| Позначка поверхні землі в точці виміру, м | 30 | 31 | 37 | 33 | 36 | 35 | 32 | 31   | 31 | 33 | 32 | 31 |
| Вільний напір в точці виміру, м           | 40 | 36 | 29 | 27 | 20 | 22 | 24 | 25,5 | 20 | 30 | 20 | 24 |

а) Визначається район недостатніх напорів. Для цього порівнюється вільний напір у вузлових точках  $H_i$  з потрібним вільним напором  $H_{in}$ . При нормальній роботі повинна зберігатися умова:

$$H_i \geq H_{in} \quad (1)$$

При п’ятиповерховій забудові

$$H_{in} = 6 + 4 \cdot n = 6 + 4 \cdot 5 = 26 \text{ (м)}.$$

Район недостатнього напору – це частина мережі в районі вузлів 5, 6, 7, 8, 11, 12.

б) Обчислюються п’езометричні позначки в усіх вузлах за формулою:

$$П_i = H_i + Z_i. \quad (2)$$

Результати обчислення приведені на рис. 2.

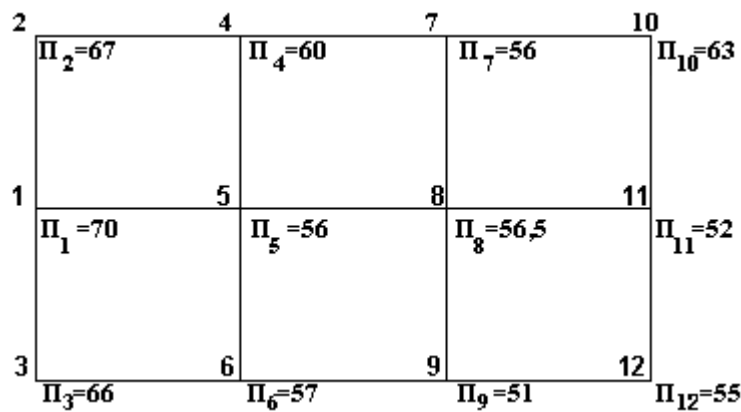


Рисунок 2 – П'єзометричні позначки в вузлах мережі

в) За результатами визначення п'єзометричних позначок на схемі показуються напрями руху води (від більшої п'єзометричної позначки до меншої) (рис. 3).

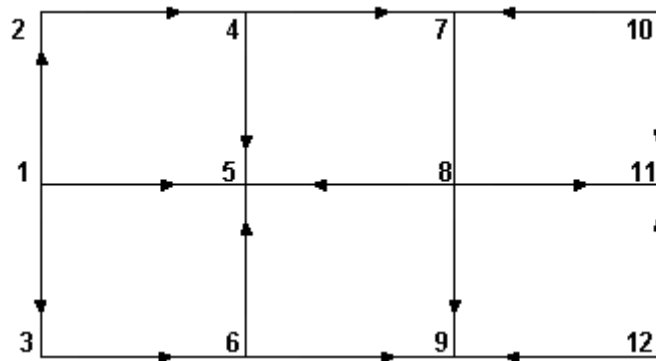


Рисунок 3 – Схема з напрямками руху води в мережі.

За законами гідравліки в кожній вузловій точці повинна зберігатися умова:

$$\sum q_{\text{вузл.}} = 0 \quad (3)$$

Для схеми, яка наведена на рис. 3, ця умова не буде зберігатися в двох випадках:

- 1) коли з вузла потоки тільки виходять;
- 2) коли у вузол потоки тільки входять.

В першому випадку для виконання умови (4) в вузли, з яких потоки тільки виходять, необхідно направляти потік від водоживлювача.

В другому випадку споживач повинен відібрати загальні витрати з вузлів, в які потоки тільки входять. Аналізуючи схему з напрямками потоків (рис.3), бачимо, що вузлів, з яких потоки тільки виходять на мережі чотири: 1, 8, 10, 12. Таким чином, в ці вузли вода повинна надходити від водоживлювачів. Приймаючи, що в кожний вузол вода подається від свого водоживлювача (насосної станції або резервуара), встановлюємо, що повинно бути 4 водоживлювача.

г) Щоб встановити наскільки треба збільшити напір водоживлювачів, визначаємо, в якому вузлі найбільший додатній нестаток напору:

$$\Delta H_i = H_{in} - H_i. \quad (4)$$

Враховуючи, що мережа обслуговує забудову, яка має однакову кількість поверхів, максимальна величина  $\Delta H$  може бути отримана при мінімальній величині  $H_i$ . Аналізуючи вузли з недостатнім напором, бачимо, що найнижчі вільні напори спостерігаються у вузлах 5, 9 і 11.

$$\Delta H_5 = \Delta H_9 = \Delta H_{11} = 26 - 20 = 6 \text{ м}.$$

Таким чином, якщо не змінювати одержаний розподіл потоків в мережі, то для ліквідації перебоїв в подачі води необхідно напір кожного водоживлювача збільшити на 6м. При цьому на таку ж величину збільшаться напори у всіх вузлах.

### Контрольні питання

1. В чому зміст загальної задачі удосконалення роботи мереж?
2. Якими шляхами розв'язується загальна задача модернізації інженерного об'єкту?
3. В чому головний зміст кожного окремого шляху розв'язування загальної задачі модернізації інженерного об'єкту?

### Література

1. ДБН В.2.5 – 74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01] Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2013. 172 с. URL: [www.minregion.gov.ua/.../DBN\\_V.2.5-74\\_2013](http://www.minregion.gov.ua/.../DBN_V.2.5-74_2013) (дата звернення: 15.09. 2019).
2. ДСТУ 7525:2014 Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та контролювання якості . [Чинний від 2015-02-01] Вид. офіц. Київ: Міністерство економічного розвитку України, 2014. 26 с. URL: [www.http://iccwc.org.ua/docs/dstu\\_7525\\_2014.pdf](http://iccwc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf) (дата звернення: 28.09. 2019).