

## Практичне заняття

### АНАЛІЗ НАСЛІДКІВ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА МЕРЕЖАХ

#### Питання для повторювання

- Причини зниження подачі води в мережу.
- Які шляхи ліквідації зниження подачі води в мережу?
- В яких межах може змінюватися напір насосного агрегату і як можна керувати положенням робочої точки?
- Чим визивається необхідність реконструкції водопровідних мереж?

#### Задача

Для мережі, яка наведена на рис 7, визначити еквівалентну подачу і оцінити можливу абсолютну і відносну максимальну помилку визначення напорів в вузлах, якщо вузол 6 буде невідгідним, місцевість плоска, а лінія живить дев'ятиповерхові будинки. Чисельні значення прийняти по додатку А.

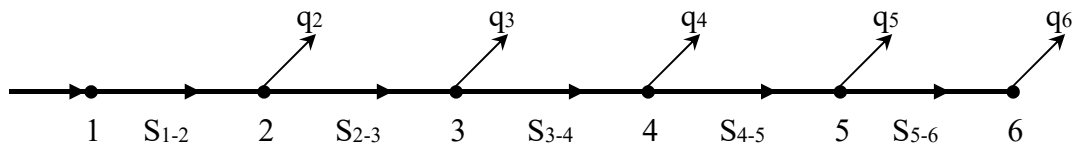


Рисунок – Схема водопровідної мережі.

#### Розв'язування типової задачі.

Дано: q<sub>2</sub> = 10 л/с; q<sub>3</sub> = 20 л/с; q<sub>4</sub> = 10 л/с; q<sub>5</sub> = 20 л/с; q<sub>6</sub> = 20 л/с;

S<sub>1-2</sub> = 0,001; S<sub>2-3</sub> = 0,002; S<sub>3-4</sub> = 0,003; S<sub>4-5</sub> = 0,002; S<sub>5-6</sub> = 0,004 (всі опори даються для витрат в л/с).

Еквівалентна подача по мережі визначається за формулою:

$$Q_{екв} = \sqrt{\frac{h_{1-7}}{\sum S_i}},$$

де h<sub>1-6</sub> – втрати напору в мережі від вузла 1 до вузла 6;

$\sum S_i$  - сума опорів ділянок від вузла 1 до вузла 6.

$$\sum S_i = S_{1-2} + S_{2-3} + S_{3-4} + S_{4-5} + S_{5-6} = 0.001 + 0.002 + 0.003 + 0.002 + 0.004 = 0.012$$

Загальні втрати напору в мережі визначимо, як суму втрат на кожній ділянці (величина цих втрат буде в подальшому необхідною для співставлення їх із втратами, що будуть визначені на основі еквівалентної витрати):

$$\begin{aligned}
h_{1-2} &= S_{1-2} * Q_{1-2}^2 = 0.001 * (20 + 20 + 10 + 20 + 10)^2 = 6.4 \text{ м}, \\
h_{2-3} &= S_{2-3} * Q_{2-3}^2 = 0.002 * (20 + 20 + 10 + 20)^2 = 9.8 \text{ м}, \\
h_{3-4} &= S_{3-4} * Q_{3-4}^2 = 0.003 * (20 + 20 + 10)^2 = 7.5 \text{ м}, \\
h_{4-5} &= S_{4-5} * Q_{4-5}^2 = 0.002 * (20 + 20)^2 = 3.2 \text{ м}, \\
h_{5-6} &= S_{5-6} * Q_{5-6}^2 = 0.004 * 20^2 = 1.6 \text{ м}, \\
h_{1-6} &= \sum h_{i-j} = 6.4 + 9.8 + 7.5 + 3.2 + 1.6 = 28.5 \text{ м}.
\end{aligned}$$

Тоді еквівалентна витрата буде дорівнювати

$$Q_{екв} = \sqrt{28.5/0.012} = 48.74 \text{ л/с}.$$

Втрати напору на ділянках на основі еквівалентної витрати визначаються за формулою:

$$\begin{aligned}
h'_{1-2} &= S_{1-2} * Q_{екв}^2 = 0.001 * 48.74^2 = 2.38 \text{ м}, \\
h'_{2-3} &= S_{2-3} * Q_{екв}^2 = 0.002 * 48.74^2 = 4.75 \text{ м}, \\
h'_{3-4} &= S_{3-4} * Q_{екв}^2 = 0.003 * 48.74^2 = 7.13 \text{ м}, \\
h'_{4-5} &= S_{4-5} * Q_{екв}^2 = 0.002 * 48.74^2 = 4.75 \text{ м}, \\
h'_{5-6} &= S_{5-6} * Q_{екв}^2 = 0.004 * 48.74^2 = 9.5 \text{ м}.
\end{aligned}$$

Абсолютну величину відхилення напорів в вузлах можна знайти виходячи з таких міркувань.

Вільний напір в вузлах визначається за формулою:

$$H_{iб} = \Pi_{iб} - Z_i,$$

де  $\Pi_{iб}$  – п'езометрична позначка в  $i$  – му вузлі;

$Z_i$  – позначка землі в  $i$  – му вузлі.

При визначенні вільного напору за еквівалентною витратою будемо мати співвідношення:

$$H'_{iб} = \Pi'_{iб} - Z_{i,},$$

де  $H'_{iб}$  та  $\Pi'_{iб}$  – відповідно вільний напір і п'езометрична позначка в  $i$ -му вузлі при використанні еквівалентної витрати.

Тоді різниця вільних напорів в  $i$  – му вузлі буде:

$$\Delta H_{iб} = H'_{iб} - H_{iб} = \Pi'_i - Z_i - \Pi_i + Z_i = \Pi'_i - \Pi_i.$$

П'езометричні позначки можна визначити відносно вузла б мережі

$$\Pi_i = \Pi_б + \sum h_{б-i}$$

i

$$P_i' = P_6 + \sum h_{6-i}' ,$$

де  $P_6$  - п'єзометрична позначка у вузлі 6;

$\sum h_{6-i}$ ,  $\sum h_{6-i}'$  - сумарні втрати напору в мережі від вузла 6 до і-го вузла, які обчислені за дійсними та еквівалентними витратами відповідно.

Тоді

$$\Delta H_{i6} = P_6 + \sum h_{6-i}' - P_6 - \sum h_{6-i} = \sum h_{6-i}' - \sum h_{6-i} .$$

Співставлення відповідних втрат напору представлено в табл. 13. При розрахунках відносного відхилення, враховуючи, що місцевість плоска,  $H_{i6}$  визначався за формулою:

$$H_{i6} = 42 + \Delta H_i .$$

Таблиця 11.1 – Співставлення вільних напорів у вузлах

Показник	Величина показника для вузлів					
	6	5	4	3	2	1
Сумарні втрати напору $\sum h_{6-i}$ , м	0	1,6	4,8	12,3	22,1	28,5
Сумарні втрати напору $\sum h_{6-i}'$ , м	0	9,5	14,25	21,38	26,13	28,51
Абсолютне відхилення $\Delta H_i$ , м	0	+7,9	+9,45	+9,08	+4,03	+0,01
Відносне відхилення $100 * \Delta H_i / H_{i6}$ , %	0	18,1	20,2	16,7	6,3	0

Із табл. 11.1 видно, що максимальна відносна похибка в визначенні вільного напору в вузлах для дев'ятиповерхових будинків досягає 20% в сторону їх завищення.

Показник	Одиниці вимірювання	Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
q <sub>2</sub>	л/с	8	9	10	11	12	11	10	9	8	7
q <sub>3</sub>	л/с	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
q <sub>4</sub>	л/с	7	8	9	10	11	12	13	12	11	10

q <sub>5</sub>	л/с	19	18	17	16	17	18	19	20	21	22
q <sub>6</sub>	л/с	17	19	20	18	19	20	21	20	19	18
S <sub>1-2</sub>	для q в л/с	0,0012	0,0013	0,0014	0,001	0,002	0,0015	0,0014	0,0013	0,001	0,002
S <sub>2-3</sub>	для q в л/с	0,001	0,002	0,0015	0,002	0,003	0,0025	0,002	0,003	0,002	0,001
S <sub>3-4</sub>	для q в л/с	0,002	0,003	0,002	0,003	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,003
S <sub>4-5</sub>	для q в л/с	0,003	0,001	0,003	0,0015	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003	0,001
S <sub>5-6</sub>	для q в л/с	0,004	0,003	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003	0,004	0,003

### Література

1. Сокольник В.І., Пієнко К.С. Експлуатація водопровідно – каналізаційного господарства. Частина 1. Експлуатація систем водопостачання: навчально – методичний посібник. ЗДІА, 2011. 133 с.
2. Сокольник В.І., Пієнко К.С. Експлуатація водопровідно – каналізаційного господарства. Частина 2. Експлуатація систем водовідведення: навчально – методичний посібник. ЗДІА, 2013. 151 с.
3. Нормативні документи: ДБН В.2.5 – 74:2013.Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2013.
4. 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). 3. Нормативні документи: Національний стандарт України Вода питна. Вимоги та контролювання якості ДСТУ 7525:2014.Київ: МІНЕКОНОМПРОЗВИТКУ.URL:[www.http://iccwc.org.ua/docs/dstu\\_7525\\_2014.pdf](http://www.iccwc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf) (дата звернення: 28.06. 2020).