

Практичне заняття

Тема заняття: Техніко-економічна оцінка реконструкції інженерних мереж

Питання для перевірки засвоєння і контролю теоретичного матеріалу:

- Якими економічними показниками характеризується кожний варіант реконструкції мереж?
- Що таке приведені витрати і як вони визначаються?
- Що таке термін окупності і як його визначити?
- Як визначається найбільш економічний варіант реконструкції?

Мета заняття – набути навички виконання аналізу економічних показників роботи інженерних об'єктів в системі водопостачання будівель.

Задача №1.

При розробці проекту системи водопостачання було розглянуто три варіанти з економічними показниками, які наведено в табл.1.

Таблиця 1 - Економічні показники варіантів, що розглядаються

Номер варіанту	Види витрат, тис. грн.	
	капітальні	експлуатаційні
I	K_1	E_1
II	K_2	E_2
III	K_3	E_3

Визначити, який з трьох варіантів, що порівнюються є самим оптимальним і знайти можливі річні економічні ефекти і фактичні терміни окупності.

Чисельні величини показників прийняти за останньою цифрою залікової книжки згідно з додатком А.

Розв'язування типової задачі.

Дано: $K_1 = 4800$ тис. грн., $K_2 = 2980$ тис. грн., $K_3 = 3700$ тис. грн.,
 $E_1 = 456,2$ тис. грн., $E_2 = 606,4$ тис. грн., $E_3 = 570$ тис. грн.

Для співставлення між собою всіх варіантів необхідно визначити приведені витрати для кожного з варіантів, виходячи з нормативного терміну окупності при коефіцієнті порівняльної ефективності $E = 0,14$.

$$\Pi_i = E \cdot K_i + E_i,$$

де K_i – капітальні витрати для i – го варіанту,

E_i – експлуатаційні витрати для i – го варіанту.

Тоді:

$$\Pi_1 = 0,14 \cdot 4800 + 456,9 = 1128,9 \text{ тис. грн.},$$

$$\Pi_2 = 0,14 \cdot 2980 + 606,4 = 1023,6 \text{ тис. грн.},$$

$$\Pi_3 = 0,14 \cdot 3700 + 570 = 1088 \text{ тис. грн.}$$

Таким чином, при нормативному термінові окупності найбільш економічним буде другий варіант, тому що у нього приведені витрати мінімальні. При цьому річні економічні ефекти можуть бути такими:

– другий варіант в порівнянні з першим дає економію:

$$\Delta\Pi_{1-2} = \Pi_1 - \Pi_2 = 1128,9 - 1023,6 = 105,3 \text{ тис. грн./ рік},$$

– другий варіант в порівнянні з третім дає економію

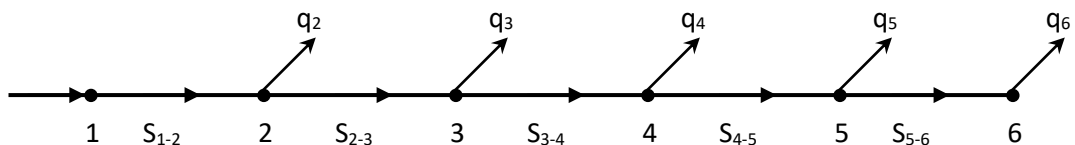
$$\Delta\Pi_{2-3} = \Pi_3 - \Pi_2 = 1088 - 1023,6 = 64,6 \text{ тис. грн. /рік},$$

– третій варіант в порівнянні з першим може дати економію:

$$\Delta\Pi_{1-3} = \Pi_1 - \Pi_3 = 1128,9 - 1088 = 40,9 \text{ тис. грн. / рік}.$$

Задача №2.

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 невідгидним, місцевість плоска, а лінія



живить дев'ятиповерхові будинки. Чисельні значення прийняти по додатку А.

Рисунок 1 – Схема водопровідної мережі

Розв'язування типової задачі.

Дано: $q_2 = 10$ л/с; $q_3 = 20$ л/с; $q_4 = 10$ л/с; $q_5 = 20$ л/с; $q_6 = 20$ л/с;

$S_{1-2} = 0,001$; $S_{2-3} = 0,002$; $S_{3-4} = 0,003$; $S_{4-5} = 0,002$; $S_{5-6} = 0,004$ (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_{1-6} – 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):

$$h_{1-2} = S_{1-2} * Q_{1-2}^2 = 0.001 * (20 + 20 + 10 + 20 + 10)^2 = 6.4 м,$$

$$h_{2-3} = S_{2-3} * Q_{2-3}^2 = 0.002 * (20 + 20 + 10 + 20)^2 = 9.8 м,$$

$$h_{3-4} = S_{3-4} * Q_{3-4}^2 = 0.003 * (20 + 20 + 10)^2 = 7.5 м,$$

$$h_{4-5} = S_{4-5} * Q_{4-5}^2 = 0.002 * (20 + 20)^2 = 3.2 м,$$

$$h_{5-6} = S_{5-6} * Q_{5-6}^2 = 0.004 * 20^2 = 1.6 м,$$

$$h_{1-6} = \sum h_{i-j} = 6.4 + 9.8 + 7.5 + 3.2 + 1.6 = 28.5 м.$$

Тоді еквівалентна витрата буде дорівнювати

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

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

$$h'_{1-2} = S_{1-2} * Q_{екв}^2 = 0.001 * 48.74^2 = 2.38 м,$$

$$h'_{2-3} = S_{2-3} * Q_{екв}^2 = 0.002 * 48.74^2 = 4.75 м,$$

$$h'_{3-4} = S_{3-4} * Q_{екв}^2 = 0.003 * 48.74^2 = 7.13 м,$$

$$h'_{4-5} = S_{4-5} * Q_{екв}^2 = 0.002 * 48.74^2 = 4.75 м,$$

$$h'_{5-6} = S_{5-6} * Q_{екв}^2 = 0.004 * 48.74^2 = 9.5 м.$$

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

Вільний напір в вузлах визначається за формулою:

$$H_{iв} = \Pi_{iв} - Z_i,$$

де $\Pi_{iв}$ – 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:

$$H'_{i\varnothing} = \Pi'_{i\varnothing} - Z_{i,},$$

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

Тоді різниця вільних напорів в i – му вузлі буде:

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

П'езометричні позначки можна визначити відносно вузла 6 мережі

$$\Pi_i = \Pi_6 + \sum h_{6-i}$$

i

$$\Pi'_i = \Pi_6 + \sum h'_{6-i} ,$$

де Π_6 - п'езометрична позначка у вузлі 6;

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

Тоді

$$\Delta H_{i\varnothing} = \Pi_6 + \sum h'_{6-i} - \Pi_6 - \sum h_{6-i} = \sum h'_{6-i} - \sum h_{6-i} .$$

Співставлення відповідних втрат напору представлено в табл. 2. При розрахунках відносного відхилення, враховуючи, що місцевість плоска, $H_{i\varnothing}$ визначався за формулою:

$$H_{i\varnothing} = 42 + \Delta H_i .$$

Таблиця 2 – Співставлення вільних напорів у вузлах

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

Із табл. 2 видно, що максимальна відносна похибка в визначені вільного напору в вузлах для дев'ятиповерхових будинків досягає 20% в сторону їх завищення.

Таблиця А1 – Чисельні величини вихідних даних

Показник	Одиниці вимірювання	<i>Величина показника при останній цифрі залікової книжки</i>									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
К ₁	тис.грн	4900	5000	5100	5200	5300	5250	5150	5050	4950	5350
К ₂	тис.грн	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3450	3350	3250	3150
К ₃	тис.грн	3800	4000	4000	4100	4200	3850	3950	4050	4150	4250
Е ₁	тис.грн	460	470	480	490	500	510	480	475	495	465
Е ₂	тис.грн	610	620	615	625	635	640	620	615	625	635
Е ₃	тис.грн	570	600	610	590	580	620	605	575	580	595
Б ₁	%	59	58	61	62	57	56	55	54	57	58
Б ₂	%	41	41	42	48	41	44	43	45	43	42
Б ₃	%	50	51	50	50	52	50	52	51	50	50
М ₁	%	11	11	9	8	11	14	13	15	13	12
М ₂	%	30	31	31	32	33	31	32	31	30	31
М ₃	%	34	34	33	34	34	36	33	33	33	34
Г ₁	%	30	31	30	30	32	30	32	31	30	30
Г ₂	%	29	28	27	20	26	25	25	24	27	27
Г ₃	%	16	15	17	16	14	14	15	16	17	16
З ₁	%	24,5	25,5	26	26,5	25,5	24	23,5	22	22,5	23
З ₂	%	28	28,5	29	29,5	30	28	28,5	29	29,5	30
З ₃	%	30,5	31	31,5	32	32,5	33	33,5	34,5	34	35
Р ₁	%	37	36	37	36,5	37,5	38	37,5	38	37,5	37
Р ₂	%	14	15	16	17	14	15	16	17	16	15
Р ₃	%	18,5	19,0	19,5	18,5	19	19,5	20	18	18	18,5
ЕН ₁	%	30	30	31	32	31	32	33	34	32	31
ЕН ₂	%	49	49	49,5	50	50,5	51	49,5	48	48,5	49,5

EH ₃	%	41	42	41	42	41	42	40	41	42	40,5
I ₁	%	8,5	8,5	6	5	6	6	6	6	8	8
I ₂	%	9	7,5	5,5	3,5	5,5	6	6	6	6	5,5
I ₃	%	10	8	8	7,5	7,5	5,5	6,5	6,5	6	6
N ₁	тис.люд	195	190	185	180	175	180	187	193	191	205
N ₂	тис.люд	95	105	90	100	97	99	85	88	90	96
Q ₁	тис.м ³ /добу	50	49	48	47	46	45	46	47	48	49
Q ₂	тис.м ³ /добу	19	20	18	19	20	18	19	20	21	22
Z ₁	м	29	30	29,5	30,5	31	32	31	30	30,5	29
Z ₂	м	30	29	28	29	30	31	30	29	31	30
Z ₃	м	36	35	34	33	32	33	34	35	36	37
Z ₄	м	34	34,5	35	35,5	36	35,5	35	34,5	34	33,5
Z ₅	м	35	35,5	34,5	34	35	34,5	33	33,5	33	34
Z ₆	м	34	34,5	34	33	33,5	35	33	34	35	35

Продовження табл.А1

Показник	Одиниці вимірювання	<i>Величина показника при останній цифрі залікової книжки</i>									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z ₇	м	31	32	31	30	30,5	31,5	32	32,5	33	32
Z ₈	м	30	31	32	31	32	30	31	32	30	31
Z ₉	м	30	29	30	29	30	31	30	29	31	29
Z ₁₀	м	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30
Z ₁₁	м	32	31	30	31	32	31	30	29	30	31
Z ₁₂	м	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30
H ₁	м	39	43	27	30	59	31	26	42	38	38
H ₂	м	35	37	28	46	35	45	27	36	34	33
H ₃	м	29	35	29	42	29	41	28	34	28	27
H ₄	м	27	26	25	25	43	24	24	25	26	25
H ₅	м	21	27	41	45	41	44	40	26	20	19

H ₆	м	23	40	26	30	48	29	25	39	22	21
H ₇	м	24	28	25	29	36	28	24	27	23	22
H ₈	м	25	40	29	30	32	29	28	39	24	23
H ₉	м	21	27	28	31	39	30	27	26	20	19
H ₁₀	м	30	35	36	30	40	29	35	34	29	28
H ₁₁	м	20	26	28	29	50	28	27	26	19	18
H ₁₂	м	23	35	34	35	40	34	33	34	22	21
N	поверхів	5	6	7	8	9	8	7	6	5	4
S	для Q в м ³ /с	1700	1800	1900	2000	1900	1800	1700	1750	1850	1950
Q ₃	м ³ /с	0,052	0,05	0,046	0,045	0,046	0,05	0,052	0,053	0,05	0,045
p	%	17	18	19	20	17	18	19	20	18	20
П ₁	м	109	110	109	110	109,5	108,5	109	110	111	110
П ₂	м	104	105	104	105	104	103	104	105	106	105
Z ₁₃	м	96	97	96	97	96	95	96	97	97	97
l ₁	м	320	350	360	370	380	390	380	365	355	340
l ₂	м	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500
l ₃	м	300	310	290	320	330	340	320	340	330	310
h ₁	м	4.10	3.56	3.48	3.44	3.76	4.06	4.05	4.07	4.26	4.32
Q ₄	л/с	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1
q _i	л/с	19	18	20	21	22	23	24	25	24	23
K _{фm}	м ² /добу	550	540	530	520	510	500	510	520	530	540
H _Г	м	17	18	18	17	16	15	16	15	17	15
h ₂	м	6,2	6,1	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3
l ₄	м	70	74	76	78	80	82	84	86	88	86
l ₅	м	42	44	46	44	42	44	46	48	46	44
l ₆	м	48	50	52	54	56	58	60	58	56	54
h _е	м	13	14	15	16	17	16	15	14	13	14

Продовження табл.А1

Показник	Одиниці вимірювання	<i>Величина показника при останній цифрі залікової книжки</i>									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K_{ϕ}	м/добу	23	22	20	19	23	19	20	21	22	23
h_k	м	0,9	0,95	1,1	1,05	1,2	1,3	1,2	1,15	1,1	1,0
l_7	м	1000	1050	1100	1200	1250	1300	1250	1200	1150	1100
h_H	м	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
l_8	м	5500	5600	5700	5800	5900	6000	6100	6200	6300	6400
Q_5	м ³ /с	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48
q_2	л/с	8	9	10	11	12	11	10	9	8	7
q_3	л/с	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
q_4	л/с	7	8	9	10	11	12	13	12	11	10
q_5	л/с	19	18	17	16	17	18	19	20	21	22
q_6	л/с	17	19	20	18	19	20	21	20	19	18
S_{1-2}	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_{2-3}	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_{3-4}	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_{4-5}	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_{5-6}	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
Σq_i	л/с	50	60	70	90	100	110	120	130	140	150
S_M	для Q в л/с	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,013	0,012	0,011	0,010	0,010
ϕ	разів	1,3	1,4	1,5	1,4	1,3	1,35	1,45	1,55	1,4	1,3
Q_6	л/с	105	110	115	120	125	132	135	140	145	137
ϕ_1	разів	1,1	1,15	1,17	1,19	1,20	1,22	1,23	1,24	1,25	1,27
l_9	м	1350	1370	1400	1410	1420	1430	1440	1450	1480	1500
l_{10}	м	1800	1830	1850	1900	1930	1950	1970	2000	2020	2050
l_{11}	м	1600	1620	1650	1680	1700	1720	1750	1770	1780	1800
n_1	разів	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1

m_1	шт.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
W_{oc}	M^3	650	910	1300	700	1100	1200	750	1300	1500	1000
D_k	мг/л	100	90	80	100	95	85	95	75	65	70
Q_{ct}	$M^3/дoбy$	20000	25000	22000	26000	28000	35000	40000	41000	50000	45000
L	м	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
B	м	2,5	3,0	2,5	3,0	2,5	3,0	2,5	3,0	2,5	3,0
H_p	м	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4
v	мм/с	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1
u	мм/с	0,4	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49

-

