

Новохатній В.Г.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

**ГРАФІЧНЕ ПОДАННЯ НАДІЙНОСТІ
РОЗГАЛУЖЕНИХ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ**

Проблема надійності споруд подавально-розподільного комплексу (ПРК) систем водопостачання в Україні поступово набуває свого вирішення. Про це свідчать роботи Найманова А.Я. [1], Ткачука О.А. [2], Хоружого П.Д. [3] та інших [4]. Проте, суттєві результати отримані лише для достатньо простих водопровідних споруд, наприклад – розгалужених водопровідних мереж.

Розглянемо систему водопостачання сільського населеного пункту, яка включає підземний водозабір, водогін і водопровідну мережу розгалуженого типу. Відповідно до ДБН [5] питні водопроводи можуть мати розгалужену водопровідну мережу необмеженої протяжності, якщо ці системи не використовуються для пожежегасіння, а діаметри труб не перевищують 100мм. “Правила надання послуг з централізованого опалення, постачання холодної та гарячої води і водовідведення”

вимагають, щоб "допустимий термін відхилення показників з безперебійного водопостачання складав не більше 6-ти годин на добу та не більше 2-ох разів на місяць". Отже, розрахунки надійності повинні бути складовою частиною технологічних розрахунків. Маючи на увазі те, що вода подається розгалуженою мережею, будемо розглядати напрямки подавання води від водозабору до кінцевих споживачів, котрі знаходяться в найгірших умовах з точки зору надійності. Критерієм відмови системи водопостачання за напрямком подавання води будемо вважати відсутність води у диктувального споживача. Базовими показниками надійності приймемо середнє напрацювання на відмову T та середню тривалість відновлення працездатності T_B .

Технологічні розрахунки дозволили законструювати водопровідну мережу (рис. 1).

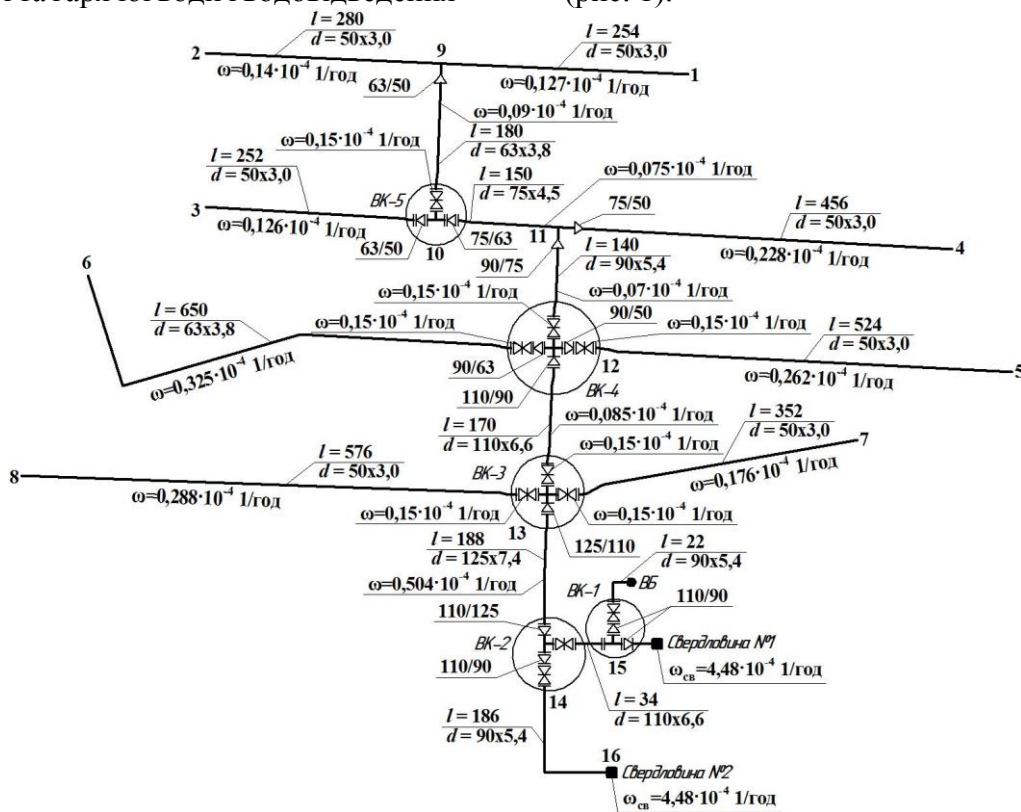


Рис. 1. Схема системи водопостачання для розрахунку безвідмовності

3 точки зору надійності ділянки водогону поєднані послідовно. З урахуванням двох засувок параметр потоку відмов водогону становить

$$\omega_{\text{вод}} = \omega_0 \sum_{i=1}^n l_i + 2\omega_3,$$

де ω_0 – питомий параметр потоку відмов поліетиленових труб (прийнято $\omega_0 = 0,44$ 1/рік·км = $0,5 \cdot 10^{-4}$ 1/год·км [6]; $T_B = 8$ год); ω_3 – параметр потоку відмов мережевої засувки (прийнято $\omega_3 = 0,15 \cdot 10^{-4}$ 1/год; $T_B = 6$ год [7]).

$$\omega_{\text{вод}} = 0,504 \cdot 10^{-4} \text{ 1/год.}$$

Середній час відновлення працездатності водогону

$$T_B = \frac{\omega_{\text{тр}} T_{B_{\text{тр}}} + 2\omega_3 T_{B_3}}{\omega_{\text{вод}}} = 6,8 \text{ год.}$$

Кількість напрямків подавання води відповідає кількості кінцевих споживачів. Ділянки і засувки на цих напрямках наведені в табл. 1.

Середній час відновлення працездатності водопровідних споруд

$$T_B = \frac{\omega_{\text{вз}} T_{B_{\text{вз}}} + \omega_{\text{вод}} T_{B_{\text{вод}}} + \omega_{\text{тр}} T_{B_{\text{тр}}} + \omega_3 T_{B_3}}{\omega_{\text{вз}} + \omega_{\text{вод}} + \omega_{\text{тр}} + \omega_3}, \text{ год,}$$

де $T_{B_{\text{вз}}}$, $T_{B_{\text{вод}}}$, $T_{B_{\text{тр}}}$, T_{B_3} – середній час відновлення працездатності, відповідно, водозабору, водогону, трубопроводу, засувки.

Розрахунки безвідмовності та відновлюваності водопостачання виконано у табличній формі (табл. 2, 3). Графічне подання безвідмовності у вигляді епюр для середнього напрацювання на відмову представлено на рис. 2.

Таблиця 1 - Довжина трубопроводів і кількість засувок за напрямками

№ з/п	Назва напрямку подавання води	Перелік ділянок напрямку	Загальна довжина L , км	Кількість засувок на напрямку
1	1 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13	1 – 9, 9 – 10, 10 – 11, 11 – 12, 12 – 13	$0,254 + 0,18 + 0,15 + 0,14 + 0,17 = 0,894$	$1 + 1 + 1 = 3$
2	2 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13	2 – 9, 9 – 10, 10 – 11, 11 – 12, 12 – 13	$0,28 + 0,18 + 0,15 + 0,14 + 0,17 = 0,92$	$1 + 1 + 1 = 3$
3	3 – 10 – 11 – 12 – 13	3 – 10, 10 – 11, 11 – 12, 12 – 13	$0,252 + 0,15 + 0,14 + 0,17 = 0,712$	$1 + 1 = 2$
4	4 – 11 – 12 – 13	4 – 11, 11 – 12, 12 – 13	$0,456 + 0,14 + 0,17 = 0,766$	$1 + 1 = 2$
5	5 – 12 – 13	5 – 12, 12 – 13	$0,524 + 0,17 = 0,694$	$1 + 1 = 2$
6	6 – 12 – 13	6 – 12, 12 – 13	$0,65 + 0,17 = 0,82$	$1 + 1 = 2$
7	7 – 13	7 – 13	0,576	1
8	8 – 13	8 – 13	0,352	1

Таблиця 2 - Безвідмовність системи водопостачання за напрямками подавання води

№ з/п	Напрямок подавання води	Загальна довжина трубопроводу L , км	Параметр потоку відмов, 1/год:					Середнє напрацювання на відмову	
			трубопроводу $\omega_{\text{тр}} 10^{-4}$	засувок за напрямком $\omega_3 10^{-4}$	водозабору $\omega_{\text{вз}} 10^{-4}$	водогону $\omega_{\text{вод}} 10^{-4}$	загальний $\omega_n 10^{-4}$	годин	місяців
1	1 – 13	0,894	0,447	0,45	2,64	0,504	4,041	2475	3,4
2	2 – 13	0,92	0,46	0,45	2,64	0,504	4,054	2467	3,4
3	3 – 13	0,712	0,356	0,3	2,64	0,504	3,8	2632	3,6
4	4 – 13	0,766	0,383	0,3	2,64	0,504	3,827	2613	3,6
5	5 – 13	0,694	0,347	0,3	2,64	0,504	3,791	2638	3,7
6	6 – 13	0,82	0,41	0,3	2,64	0,504	3,854	2595	3,6
7	7 – 13	0,576	0,176	0,15	2,64	0,504	3,47	2882	4,0
8	8 – 13	0,352	0,288	0,15	2,64	0,504	3,582	2792	3,9

Таблиця 3 - Відновлюваність системи водопостачання за напрямками подавання води

№ з/п	Напрямок подавання води	Середній час відновлення працездатності, год:				
		трубопроводу $T_{B_{mp}}$	засувки T_{B_z}	водозабору $T_{B_{вз}}$	водогону $T_{B_{вод}}$	системи водопостачання за напрямком подавання води T_B
1	1 – 13	8,0	6,0	12,0	6,8	10,24
2	2 – 13	8,0	6,0	12,0	6,8	10,23
3	3 – 13	8,0	6,0	12,0	6,8	10,46
4	4 – 13	8,0	6,0	12,0	6,8	10,44
5	5 – 13	8,0	6,0	12,0	6,8	10,47
6	6 – 13	8,0	6,0	12,0	6,8	10,43
7	7 – 13	8,0	6,0	12,0	6,8	10,69
8	8 – 13	8,0	6,0	12,0	6,8	10,78

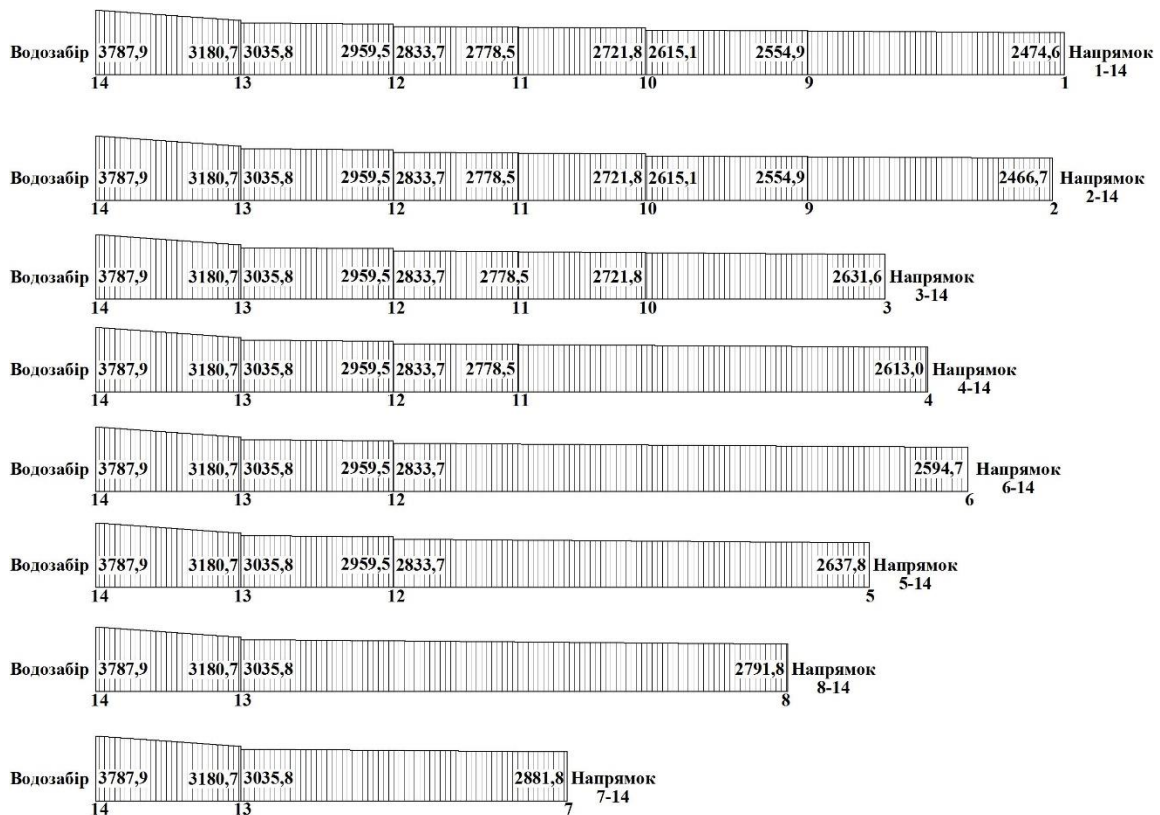


Рис. 2 Епюри середнього напрацювання на відмову за напрямками подавання води

ЛІТЕРАТУРА:

1. Найманов А.Я. Расчет показателей надежности водопроводных насосных станций / А.Я. Найманов, Ю.В. Гостица // Науковий вісник будівництва. Вип. 70. – Х.: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2012. – С. 307-312.
2. Ткачук О.А. Удосконалення систем подачі та розподілення води населених пунктів / О.А. Ткачук. – Рівне: НУВГП, 2008. – 301 с.
3. Хоружий П.Д. Ресурсозберігаючі технології водопостачання / П.Д. Хоружий, Т.П. Хомутецька, В.П. Хоружий. – К.: Аграрна наука, 2008. – 534 с.
4. Новохатний В.Г. Надежность водоводов систем водоснабжения / В.Г. Новохатний, С.А. Костенко // MOTROL. – Commission of motorization and energetic in agriculture: Polish Academy of sciences. – Lublin – Rzeszow. – 2013, Vol. 15, №6. – pp. 101-108.
5. Водопостачання. Зовнішні мережі і споруди: ДБН В.2.5-74:2013
6. Ильин Ю.А. Надежность водопроводных сооружений и оборудования / Ю.А. Ильин. – М.: Стройиздат, 1985. – 240 с.
7. Храменков С.В. Стратегия модернизации водопроводной сети / Храменков С.В. – М.: Стройиздат, 2005. – 400.