

Н.В. Ковальчук, викл., Л.Г. Мещишена, доц.
Кіровоградський національний технічний університет

Алгоритм розрахунку розгалуженої мережі водопостачання

Розроблена блок-схема розрахунку розгалуженої мережі водопостачання дозволяє за будь-якою програмою виконати багато варіантів цих розрахунків за короткий час, а також визначити оптимальні економічно-вигідні діаметри трубопроводів.

розгалужена водопровідна мережа, водонапірна башта, швидкість, діаметр, витрата рідини, втрати напору, потрібний напір, приведені витрати

В сучасних умовах виробництва сільськогосподарської продукції особливе місце займають фермерські господарства. Доля фермерських господарств у виробництві і переробці сільськогосподарської продукції з кожним роком значно зростає. А без гарантованої централізованої системи водопостачання сільськогосподарське виробництво неможливе. Безперебійне постачання високоякісної води в достатній кількості потрібне не тільки населеним пунктам, але і при виконанні сільськогосподарських робіт в полі, для водопою скотини на фермах, пасовиськах, при переробці сільськогосподарської продукції, тощо. Не кожне фермерське господарство має таку сучасну систему водопостачання. Тому задача забезпечення фермерських господарств централізованою системою водопостачання є досить актуальною і вирішити її можна тільки шляхом будівництва нових систем сільськогосподарського водопостачання.

Централізовані системи сільськогосподарського водопостачання згідно з БніП [1] можуть мати розгалужену тупикову водопровідну мережу необмеженої протяжності.

Незалежно від джерела водопостачання до складу цієї системи частіше всього входить водонапірна башта, яка створює і підтримує потрібний напір в системі, різкі коливання якого пояснюються нерівномірністю водоспоживання протягом доби.

Тому при гідравлічних розрахунках розгалуженої мережі разом з діаметром трубопроводів визначається потрібний напір на початку системи і висота водонапірної башти [2].

Розрахунок діаметра безпосередньо залежить від швидкості руху рідини в трубопроводі. При збільшенні швидкості зменшуються діаметри, необхідна кількість матеріалу труб, але збільшуються втрати напору. Це призводить до збільшення потрібного напору і висоти водонапірної башти. При зменшенні швидкості збільшуються діаметри і витрати на матеріал, але зменшується висота водонапірної башти.

Вибір швидкості і діаметра в гідравлічних розрахунках повинен здійснюватись на основі техніко-економічного порівняння варіантів [3].

Тому виконання цих розрахунків за допомогою комп'ютера дозволять швидко отримати різні варіанти основних параметрів водопровідної мережі і вибрати з них оптимальні.

Розрахунок починають зі складання схеми водопостачання з урахуванням її розташування на місцевості в плані. Приклад такої схеми наведено на рис. 1

Тупикова мережа містить в собі магістральний трубопровод 1-2, водонапірну башту ВБ і тупикові відгалуження 2-3; 3-4; 4-5; 2-6. Напрямки для розрахунку приймаються від

водонапірної башти ВБ (вузол 1) до кінцевих споживачів, котрі знаходяться в найгірших умовах з точки зору віддаленості від джерела водопостачання. Цих споживачів називають такими, хто диктує, а пронумеровані вузли 5, 6 – диктуючими вузлами. На схемі водопостачання крім нумерації вузлів позначасмо їх геодезичні відмітки (z_i) і геодезичну відмітку водопровідної башти ($z_{ВБ}$), довжину магістралі 1-2 і довжини відгалужень 2-3; 3-4; 4-5; 2-6, необхідну витрату для господарчо-питних потреб мешканців, виробничих потреб підприємств та агро-промислових потреб селища, а також вільний напір $h_{віль}$ в кінцевих пунктах мережі. Ці витрати визначаються на основі норм водоспоживання по кожній групі споживачів окремо з урахуванням нерівномірності потреб за годинами доби [1,5].

Алгоритм гідравлічного розрахунку водопровідної мережі полягає в наступному.
Діаметр трубопроводу визначається за формулою

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{v}}, \quad (1)$$

де Q - витрата в трубопроводі, м³/с;
 v - швидкість руху води в трубі, м/с.

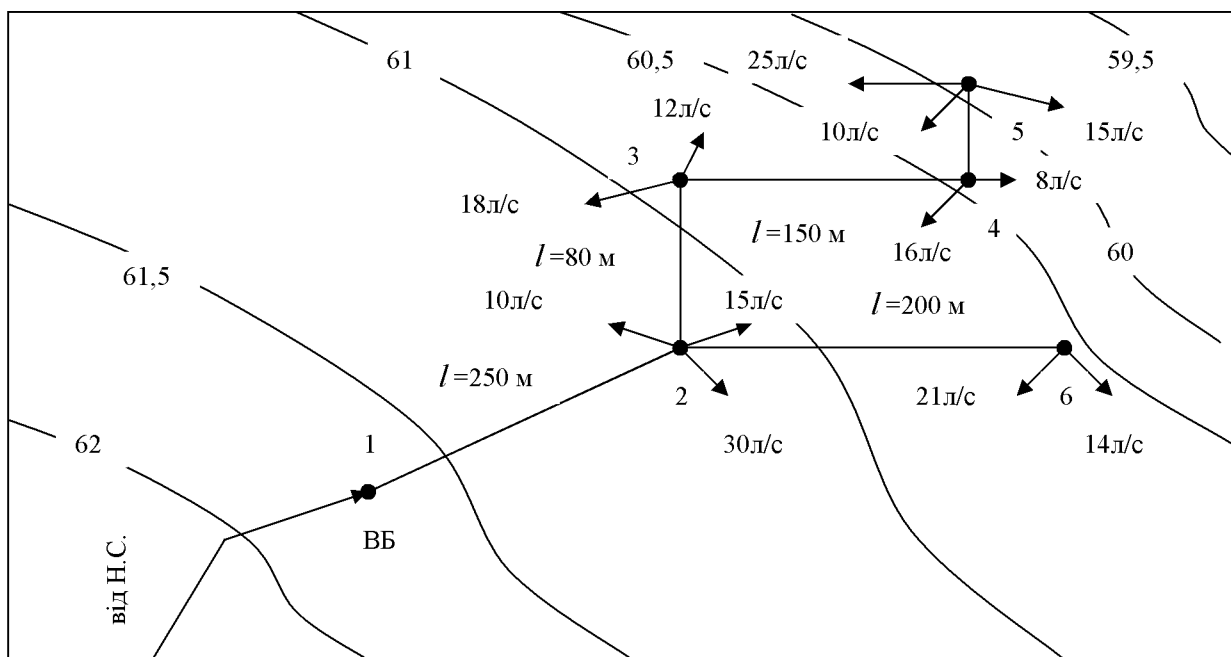


Рисунок 1 – Схема водопостачання для гідравлічного розрахунку

Витрату рідини потрібно обчислити, виходячи з вихідних даних схеми водопостачання. Розрахунок починають з кінцевих пунктів мережі водопостачання. Зручно ці розрахунки представити у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1 – Дані для гідравлічного розрахунку системи водопостачання

Напрямок	Характеристика обраного напрямку					
	послідовність ділянок	перелік ділянок	довжина l , м	витрата Q , м ³ /с	$h_{\text{ввл}}$, м	z_i , м диктуючих вузлів
1-5	1-2-3-4-5	1-2	250	0,194	-	-
		2-3	80	0,104	-	-
		3-4	150	0,074	-	-
		4-5	70	0,050	12	$z_5 = 59,75$
1-6	1-2-6	1-2	250	0,194	-	-
		2-6	200	0,035	12	$z_6 = 60,7$

Згідно [1] економічну швидкість для металевих труб невеликого діаметру можна прийняти 0,75-1,25 м/с, а для труб великого діаметру – 1-1,4 м/с. Після розрахунку діаметра необхідно обрати найближчий (більший) стандартний діаметр згідно табл. 2 [2].

Таблиця 2 – Модуль витрати K для труб діаметром d при $k_\epsilon = 0,012$ мм

d , мм	50	75	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500
K , м ³ /с	0,00987	0,0287	0,0614	0,1109	0,1794	0,3836	0,6921	1,121	1,6842	2,3978	4,2592	4,3242

Втрати напору на ділянках визначаються за формулою:

$$h_{\text{втр}} = \frac{Q^2 \cdot l}{K^2}, \quad (2)$$

де Q - витрата рідини, м³/с;

l - довжина трубопроводу, м;

K – модуль витрати, значення якого вибирається в залежності від діаметра по табл. 2.

Необхідний напір на початку магістральної лінії розраховується за формулою:

$$H = h_{\text{ввл}} + 1,1 \sum h_{\text{втр}} + z, \quad (3)$$

де $h_{\text{ввл}}$ - вільний напір в диктуючому вузлі;

z - геодезична координата диктуючого вузла;

$1,1 \sum h_{\text{втр}}$ - сумарні втрати напору від водонапірної башти до диктуючого вузла з урахуванням можливих місцевих втрат напору.

Висота рівня води в резервуарі водонапірної башти:

$$h_{\text{в.б.}} = H - z_{\text{в.б.}}, \quad (4)$$

де $z_{\text{в.б.}}$ - геодезична висота місця розташування водонапірної башти.

Економічні розрахунки полягають у визначенні приведених витрат, які можна знайти за формулою:

$$S_{\text{прив}} = S_{\text{ел}} + (S_{\text{ам}} + 0,15 \cdot S_{\text{к}}), \quad (5)$$

де $S_{\text{ел}}$ - вартість електроенергії;

$$S_{el} = C \cdot T \cdot N_{II}, \quad (6)$$

де C – ціна 1 кВт.год;

T – тривалість роботи насоса на рік (год.);

N_{II} - потужність потоку рідини, кВт;

$$N_{II} = \rho_{води} \cdot g \cdot Q_{max} \cdot H, \quad (7)$$

де Q_{max} - максимальна витрата на початку магістралі, м³/с;

$S_{ам}$ - амортизаційні відрахування, грн.;

$$S_{ам} = \frac{S_k}{t_c}, \quad (8)$$

де t_c - строк експлуатації трубопровода, років;

S_k - капітальні вкладення, грн.;

$$S_k = S_T + S_M, \quad (9)$$

де S_T - вартість труб, грн.;

$$S_T = M \cdot Ц_T, \quad (10)$$

де M – маса труб, т;

$Ц_T$ – ціна труб, грн./т;

S_M - вартість монтажу труб можна прийняти:

$$S_M = 0,3 \cdot S_T;$$

$$M = \rho_T \cdot \frac{\pi}{4} [(d + 2\delta)^2 - d^2] \cdot l \quad (11)$$

де ρ_T - густина матеріалу труб, т/м³;

δ - товщина стінки труб, м.

Послідовність гідравлічних і економічних розрахунків подана у вигляді блок-схеми (рис.2)

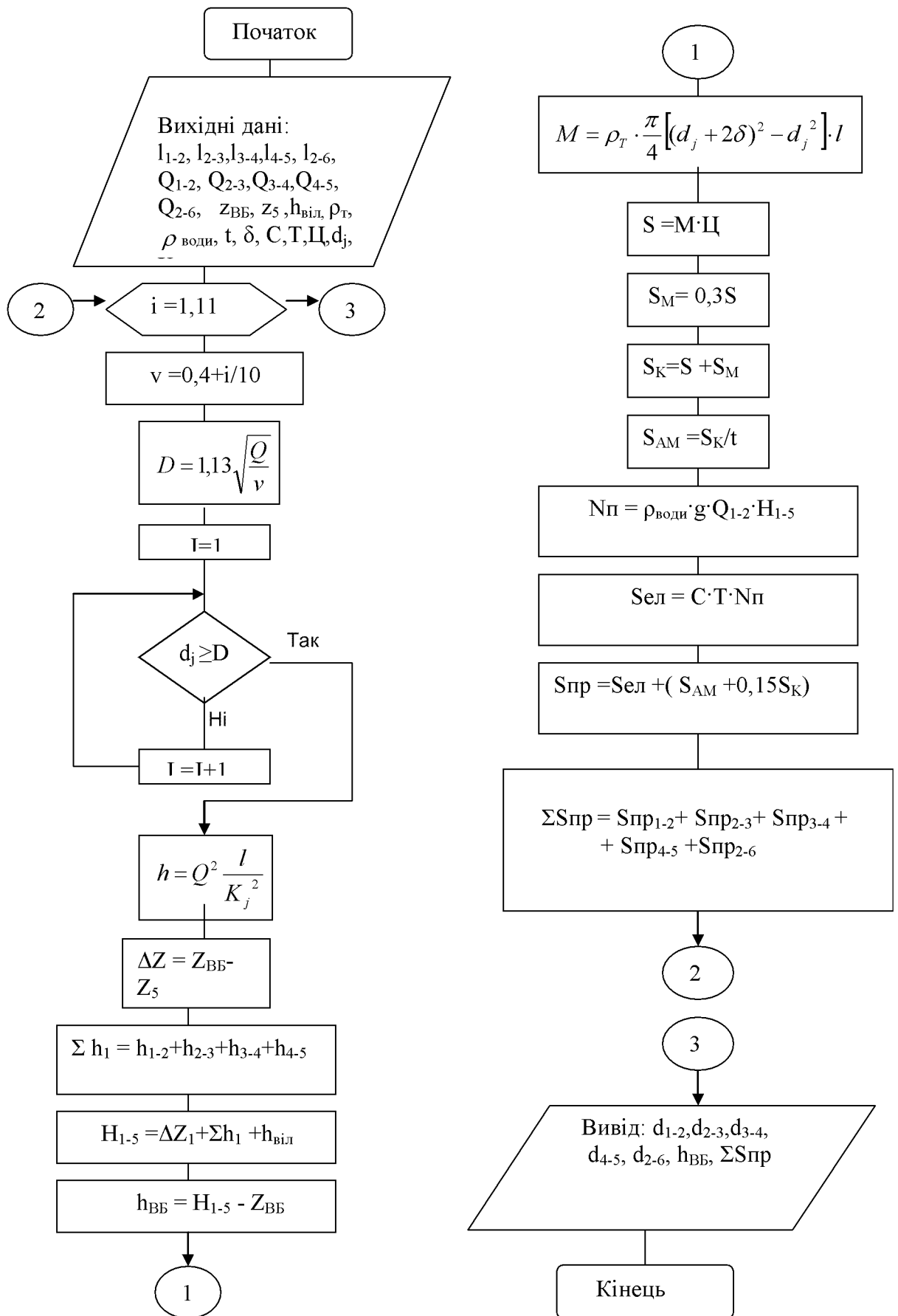


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму гідралічних і економічних розрахунків тушової мережі водопостачання

Запропонована блок-схема алгоритму гідравлічних і економічних розрахунків системи сільськогосподарського водопостачання дуже проста і може бути реалізована на будь-якому алгоритмічному мові програмування. Вона може бути корисна не тільки проектувальникам систем водопостачання, але і студентам при виконанні курсових і дипломних проектів.

Список літератури

1. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.
2. Циклаури Д.С. Гидравлика, сельскохозяйственное водоснабжение и гидросиловые установки. – Москва. Издательство литературы по строительству, 1970. – 255 с.
3. Карасев Б.В. Гидравлика, основы сельскохозяйственного водоснабжения и канализации. Минск. Высшая школа, 1983. – 285 с.
4. Абрамов Н.Н., Поспелова М.М. и др. Расчет водопроводных сетей. – М.: Стройиздат, 1983. – 278 с.
5. Логинов В.П., Шуссер Л.М. Справочник по сельскохозяйственному водоснабжению/ Под. Ред. В.С. Оводова.-М.: Колос, 1980.-287 с.

Н.Ковальчук, Л.Мецишена

Алгоритм расчёта разветвлённой сети водоснабжения

Предложенная блок-схема алгоритма гидравлических и экономических расчётов сетей сельскохозяйственного водоснабжения позволяет с помощью компьютера очень быстро определить оптимальные конструктивные и гидравлические параметры водопроводной сети.

N.Kovalchuk, L.Meshishena

Computation algorithm for water supply extensive network

Designed algorithm of agriculture water supply systems' hydraulic and cost-efficiency evaluation is an easy-to-use approach for computer-assisted finding of the best values of water main network parameters.

Одержано 12.02.10