

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДИК ГІДРАВЛІЧНОГО РОЗРАХУНКУ РОЗГАЛУЖЕНИХ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ

Виконано порівняння розрахункових витрат води для гідравлічного розрахунку розгалужених водопровідних мереж, обчислених за двома методиками – для зовнішніх і для внутрішніх водопровідних мереж; встановлено, що із збільшенням кількості жителів у селищах міського типу розбіжність у розрахункових витратах води зростає.

Выполнено сравнения расчетных расходов воды для гидравлического расчёта разветвленных водопроводных сетей, вычисленных за двумя методиками - для внешних и для внутренних водопроводных сетей; установлено, что из увеличением количества жителей в поселках городского типа расхождение в расчётных расходах воды возрастает.

The comparison of calculable expenses of water for hydraulic computation of the ramified water networks for two methods – for external water networks and for internal water networks was executed; it was set, that with the increase of quantity of habitants in rural settlement disagreement for calculable expenses of water grows.

Ключові слова: водопровідна мережа, гідравлічний розрахунок, система.

Постановка проблеми. У селищах міського типу система централізованого водопостачання з використанням підземних вододжерел складається, зазвичай, із декількох незалежно працюючих підсистем. Викликано це значною протяжністю селища та наявністю природних і штучних перешкод (річки, ставки, байраки, залізниця й т.ін.). При цьому система виконує тільки господарсько-питні функції, а пожежогасіння здійснюється з окремих пожежних резервуарів або водойм. Застосовуються водопровідні мережі розгалуженого типу, а їх гідравлічний розрахунок виконується за класичною методикою, як для міст [1]. Ця методика передбачає визначення питомих, шляхових, вузлових та розрахункових витрат води. При цьому загальна витрата води може бути незначною, а протяжність мережі настільки великою, що вузлові витрати води у кінцевих споживачів будуть занадто малими (менше 0,05 л/с). Виникає запитання – як це може бути, коли мінімальна витрата холодної води сантехнічним приладом становить 0,09 л/с, а за наявності місцевих водонагрівачів загальна розрахункова витрата води складає 0,3 л/с. Такі дані використовуються при розрахунках мережі внутрішнього водопроводу відповідно до вимог СНиП 2.04.01-85 [2]. У цьому разі виникає сумнів щодо застосування класичної методики гідравлічного

розрахунку зовнішніх водопровідних мереж для розрахунку розгалужених водопровідних мереж селищ міського типу.

Розгалужені водопровідні мережі багатоповерхових будинків розраховуються за методикою внутрішнього водопроводу [2], але ці мережі можна вважати аналогами зовнішніх розгалужених водопровідних мереж. Альтернативою може бути застосування методики розрахунку мереж внутрішнього водопроводу для зовнішніх розгалужених водопровідних мереж для селищ міського типу. Потрібно оцінити результати розрахунків за двома методиками та запропонувати межі застосування вказаних методик.

Аналіз останніх публікацій щодо розрахунку водопровідних мереж сільських населених пунктів показав [1, 3, 4, 5, 6, 7], що фахівці з водопостачання звичайно вважають системи централізованого водопостачання сіл і селищ міського типу такими, що виконують одночасно й протипожежні функції. У такому разі мінімальна розрахункова витрата води пожежогасіння складає 5 л/с, а мінімальний умовний діаметр труб ділянок водопровідної мережі приймається конструктивно 100 мм. Але у більшості діючих систем централізованого водопостачання сіл і селищ міського типу зовнішнє пожежогасіння виконується з незалежних джерел, а тоді гідравлічний розрахунок водопровідних мереж викликає сумніви, зважаючи на дуже малі витрати води на кінцевих ділянках.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Невирішеною частиною проблеми гідравлічного розрахунку водопровідних мереж сіл і селищ міського типу в разі, коли пожежогасіння виконується з незалежних джерел, є методика визначення розрахункових витрат води на кінцевих ділянках мережі. Потрібно встановити межі застосування класичної методики гідравлічного розрахунку водопровідних мереж міст для розрахунку водопровідних мереж сільських населених пунктів, ураховуючи те, що класична методика занижує витрати води на кінцевих ділянках.

Мета статті – виконати порівняння класичної методики гідравлічного розрахунку зовнішніх розгалужених водопровідних мереж для селищ міського типу з методикою розрахунку внутрішніх водопровідних мереж при обладнанні помешкань місцевими водонагрівачами та оцінити межі застосування методик.

Виклад основного матеріалу досліджень. Розглянемо план однієї із систем централізованого водопостачання селища міського типу (рис.1). Система обслуговує 966 жителів, будинки обладнані газовими водонагрівачами, загальна протяжність мережі 5100 м. Прийmemo згідно з нормативом [2] норму водоспоживання 225 л/добу. Витрата води для доби максимального водопостачання становить

$$Q_{\text{доб}}^{\text{зн}} = 966 \cdot 0,225 = 217,35 \text{ м}^3 / \text{добу}. \quad \text{Відповідно до роботи [3]}$$

$\alpha_{\text{max}} = 1,3; \beta_{\text{max}} = 2,03$. Витрата води в годину максимального водоспоживання

$$Q_{\text{год}}^{\text{зн}} = K_{\text{год}} \cdot \frac{Q_{\text{доб}}^{\text{зн}}}{24} = 1,3 \cdot 2,03 \cdot \frac{217,35}{24} = 23,9 \text{ м}^3 / \text{год} = 6,6 \text{ л/с}.$$

Побудуємо розрахункову схему (рис.2) та обчислимо розрахункові витрати води на ділянках водопровідної мережі за класичною методикою [1]. Як альтернативні, здійснимо розрахунки розгалуженої водопровідної мережі селища міського типу за методикою для внутрішнього водопроводу. Перенумеруємо ділянки і розрахунки виконаємо в табличній формі (табл.1). Труби прийемо поліетиленові. За результатами розрахунків загальна розрахункова витрата води становить $q = 5,71 \text{ л/с}$. Загальна витрата води, яка обчислена за методикою для внутрішнього водопроводу, менша на $6,6 - 5,71 = 0,89 \text{ л/с}$. Розбіжність складає

$$\Delta q = \frac{6,6 - 5,71}{6,6} 100\% = 14,0\%.$$

Порівняємо розрахункові витрати на ділянці 6 – 7 (рис.2) та на ділянках 1 – 8 (рис.1) відповідно до даних таблиці 1. Розрахункова витрата води на ділянці 6 – 7 $0,261 \text{ л/с}$, але згідно з даними таблиці 1 розрахункова витрата води змінюється з $0,24$ до $1,05 \text{ л/с}$. Саме такі розрахункові витрати води слід вважати більш точними, адже розрахунки виконані для ділянок до кожної садиби.

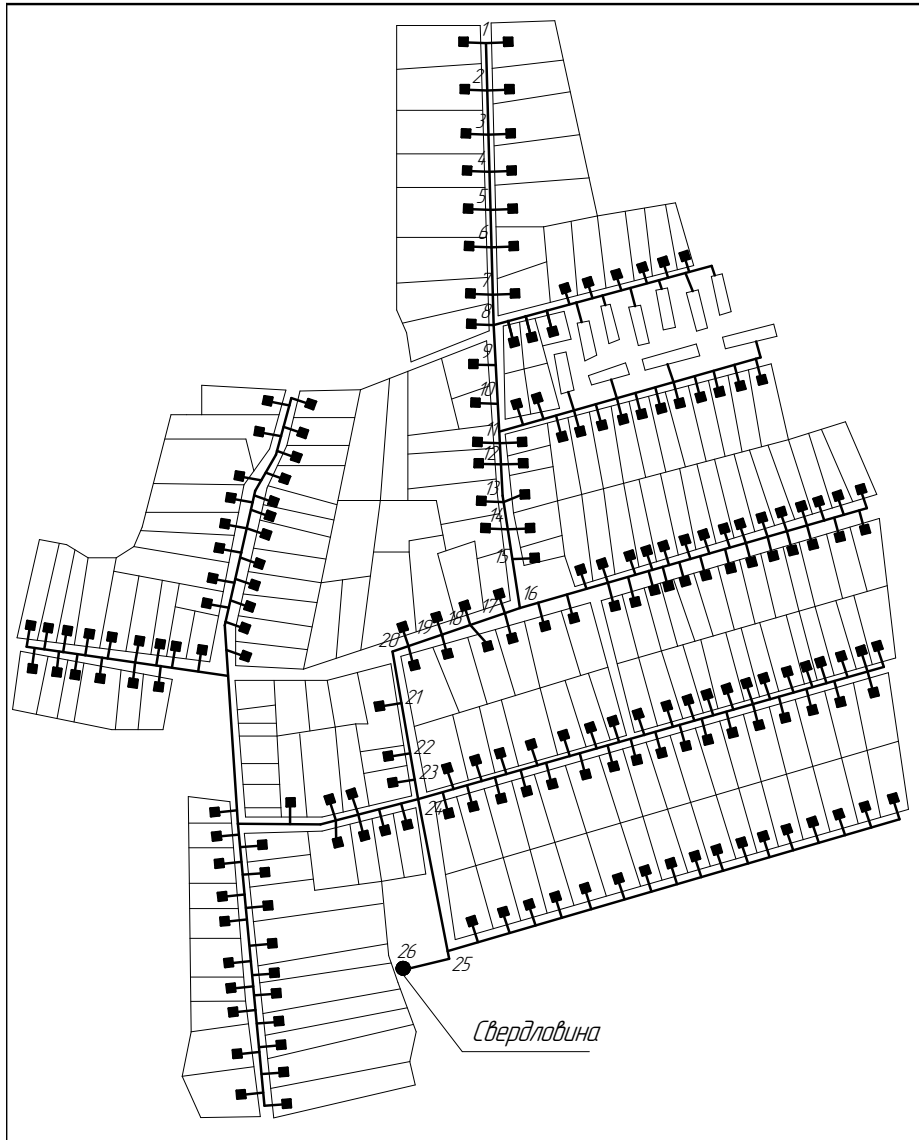


Рис. 1 – План системи централізованого водопостачання

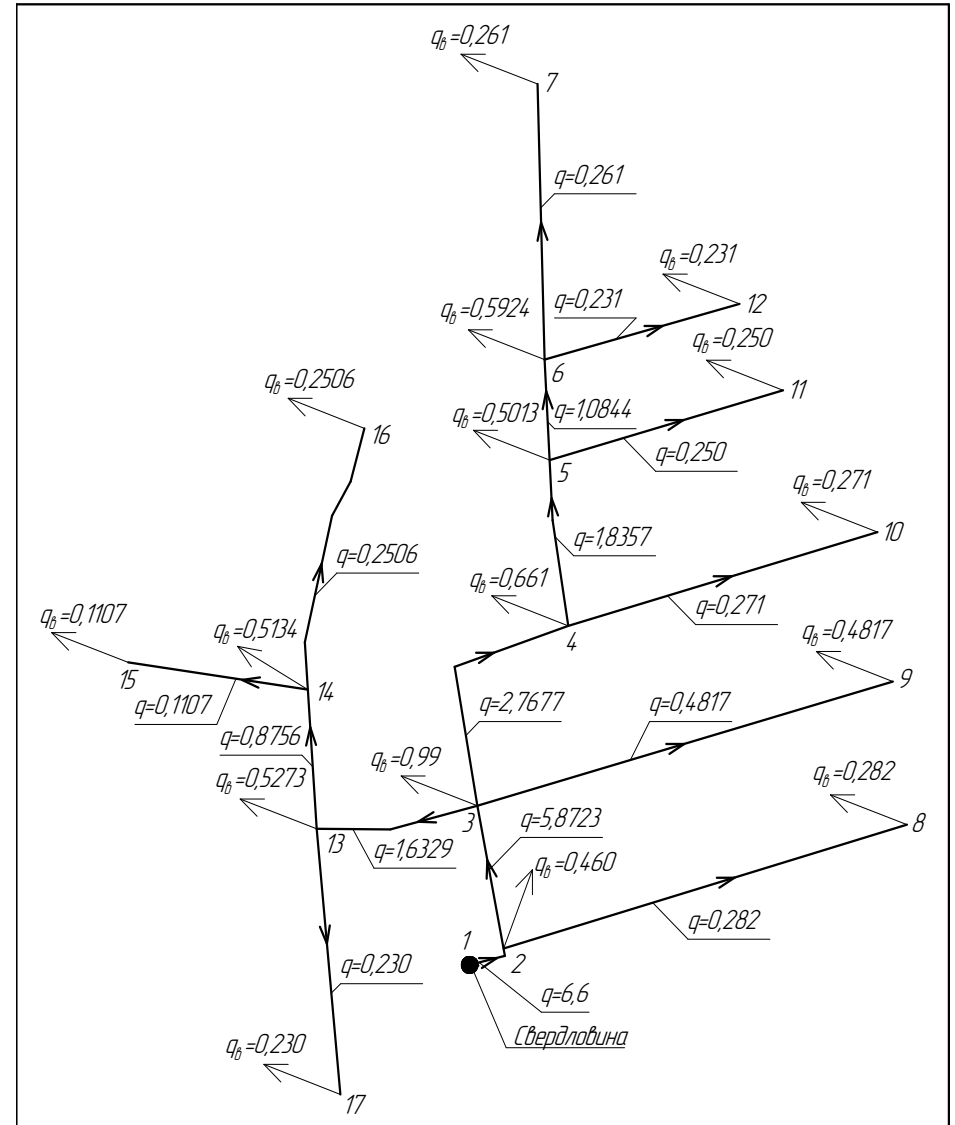


Рисунок 2 – Схема розрахунку за класичною методикою

Таблиця 1 – Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі селища за методикою для внутрішнього водопроводу

Номер ділянки	Витрата води приладом q_0 , л/с	Кількість споживачів U , чол.	Кількість водорозбірних приладів N , шт.	Імовірність P	N·P	α	Розрахункова витрата води $q=5 \cdot q_0 \cdot \alpha$, л/с	Довжина ділянки l , м	Зовнішній діаметр труби $d_{зов}$, мм	Розрахунковий діаметр труби d_p , мм	Середня швидкість V , м/с	Втрати напору	
												1000i	$h=i \cdot l$, м
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	0,3	8	8	0,029	0,233	0,47	0,24	50	50	42,6	0,17	2,6	0,13
2-3	0,3	16	16	0,010	0,156	0,40	0,60	50	50	42,6	0,42	13,8	0,69
3-4	0,3	24	24	0,010	0,233	0,47	0,71	55	50	42,6	0,50	18,6	1,02
4-5	0,3	32	32	0,010	0,311	0,54	0,81	53	63	53,6	0,36	7,6	0,40
5-6	0,3	40	40	0,010	0,389	0,60	0,89	58	63	53,6	0,40	9,1	0,53
6-7	0,3	48	48	0,010	0,467	0,65	0,98	69	63	53,6	0,43	10,7	0,74
7-8	0,3	56	56	0,010	0,544	0,70	1,05	57	63	53,6	0,47	12,2	0,70
8-9	0,3	120	120	0,010	1,167	1,06	1,58	46	75	63,8	0,50	10,9	0,50
9-10	0,3	124	124	0,010	1,206	1,08	1,61	50	75	63,8	0,51	11,2	0,56
10-11	0,3	128	128	0,010	1,244	1,10	1,64	55	75	63,8	0,51	11,6	0,64
11-12	0,3	224	224	0,010	2,178	1,52	2,28	35	90	76,6	0,49	8,5	0,30
12-13	0,3	232	232	0,010	2,256	1,55	2,33	40	90	76,6	0,51	8,9	0,35
13-14	0,3	240	240	0,010	2,333	1,58	2,38	33	90	76,6	0,52	9,2	0,30
14-15	0,3	248	248	0,010	2,411	1,62	2,42	45	90	76,6	0,53	9,54	0,43
15-16	0,3	252	252	0,010	2,450	1,63	2,45	39	90	76,6	0,53	9,71	0,38
16-17	0,3	372	372	0,010	3,617	2,07	3,11	40	90	76,6	0,67	15,01	0,60
17-18	0,3	380	380	0,010	3,694	2,10	3,15	50	90	76,6	0,68	15,38	0,77
18-19	0,3	388	388	0,010	3,772	2,13	3,19	51	90	76,6	0,69	15,75	0,80
19-20	0,3	396	396	0,010	3,850	2,15	3,23	43	90	76,6	0,70	16,12	0,69
20-21	0,3	408	408	0,010	3,967	2,19	3,29	55	90	76,6	0,71	16,68	0,92
21-22	0,3	412	412	0,010	4,006	2,21	3,31	55	90	76,6	0,72	16,87	0,93
22-23	0,3	416	416	0,010	4,044	2,22	3,33	40	90	76,6	0,72	17,06	0,68
23-24	0,3	420	420	0,010	4,083	2,23	3,35	35	90	76,6	0,73	17,25	0,60
24-25	0,3	898	898	0,010	8,731	3,63	5,45	185	110	93,8	0,79	15,37	2,84
25-26	0,3	966	966	0,010	9,392	3,81	5,71	70	110	93,8	0,83	16,78	1,17

17,69

Із метою узагальнення розбіжностей проведемо розрахунки для різної кількості жителів у селищі міського типу. Розрахункова витрата води за класичною методикою для зовнішніх водопровідних мереж обчислена аналогічно розглянутому прикладу. Розрахункова витрата води за методикою для внутрішніх водопровідних мереж визначалась за формулою $q = 5q_0\alpha$ при $q_{hr}^{tot} = 10,5$ л. Результати розрахунків зведені в таблицю 2, а залежність розбіжності у витратах води від кількості жителів наведена на рисунку 3.

Таблиця 2 – Розрахунок розбіжностей Δq витрат води за двома методиками

Кількість жителів	Розрахункова витрата q (л/с) за методикою		$\Delta q, \%$
	для зовнішніх мереж	для внутрішніх мереж	
1000	$1,3 \cdot 2,0 \cdot 2,6 = 6,76$	5,84	13,61
1250	$1,3 \cdot 1,9 \cdot 3,25 = 8,03$	6,76	15,82
1500	$1,3 \cdot 1,8 \cdot 3,9 = 9,13$	7,62	16,54
1750	$1,3 \cdot 1,75 \cdot 4,56 = 10,37$	8,44	18,61
2000	$1,3 \cdot 1,7 \cdot 5,21 = 11,51$	9,22	19,89
2250	$1,3 \cdot 1,65 \cdot 5,86 = 12,57$	9,97	20,68
2500	$1,3 \cdot 1,6 \cdot 6,51 = 13,54$	10,7	20,97
2750	$1,3 \cdot 1,57 \cdot 7,16 = 14,61$	11,4	21,97
3000	$1,3 \cdot 1,55 \cdot 7,81 = 15,73$	12,08	23,20

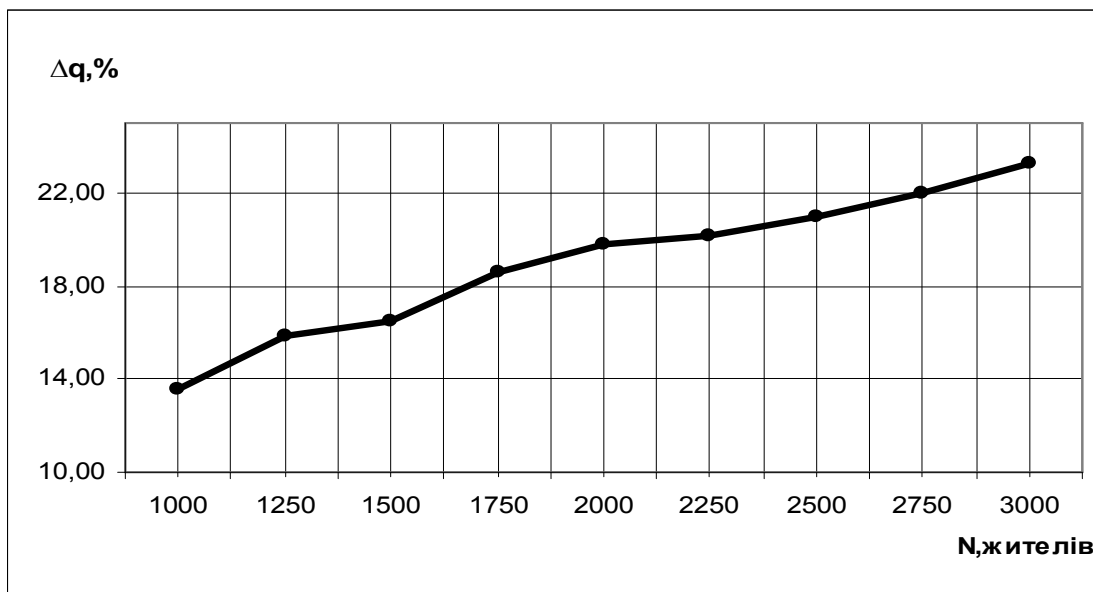


Рис. 3 – Залежність розбіжностей витрат води Δq , обчислених за двома методиками, від кількості жителів

1 Розрахункові витрати води, обчислені за методикою для внутрішнього водопроводу, на початкових ділянках зовнішньої водопровідної мережі мають більш обґрунтовані значення, ніж за класичною методикою для зовнішніх мереж.

2 Загальна розрахункова витрата води селищем міського типу, яка обчислена за методикою для внутрішнього водопроводу, менша на 15 – 25% ніж за класичною методикою для зовнішніх мереж. Указана розбіжність зростає зі збільшенням кількості жителів.

3 Методика для гідравлічного розрахунку мереж внутрішнього водопроводу може бути використана для розрахунку зовнішніх розгалужених водопровідних мереж селищ міського типу після уточнення розрахункових витрат води та при витратах води на кінцевих ділянках менше 0,3 л/с.

Література

1. *Рекомендации по инженерному оборудованию сельских населенных пунктов. Часть 2. Водоснабжение/ ЦНИИЭП инженерного оборудования.* – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1984. – 80 с.
2. СНиП 2.04.01-85. *Внутренний водопровод и канализация зданий.*
3. *Николадзе Г.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация сельских населенных пунктов/ Г.И. Николадзе, Д.С. Циклаури.* – М.: Стройиздат, 1982. – 198 с.
4. *Карасев Б.В. Гидравлика, основы сельскохозяйственного водоснабжения и канализации/ Б.В. Карасев.* – Минск: Выш.шк., 1983. – 285 с.
5. *Усаковский В.М. Водоснабжение в сельском хозяйстве/ В.М. Усаковский.* – М.: Колос, 1981. – 319 с.
6. *Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения/ под ред. Б.Н. Ретина.* – М.: Выш.шк., 1995. – 431 с.
7. *Орлов В.О. Сільськогосподарське водопостачання та водовідведення/ В.О. Орлов, А.М. Зошук.* – Рівне: УДУВГ, 2002. – 203 с.
8. СНиП 2.04.02-84. *Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.*

Надійшла до редакції 28.10.2009

© В.Г. Новохатній, О.В. Матяш