

2. Луцык Р.В., Малкин Э.С., Абаржи И.И. *Тепломассообмен при обработке текстильных материалов.* Киев, 1993. – 314 с.
3. Шубин Г.С. *Сушка и тепловая обработка древесины.* М., Лесная промышленность, 1990. – 236 с.
4. Загоруйко В.А., Кривошеев Ю.И., Слышко А.Г. *Определение влагосодержания гигроскопических грузов для их сохранной перевозки.* – М. Трансибри, 1988. – 496 с.

УДК 628.17:628.74

С.Л. Кусковець, В.І. Желяк, к.т.н., доц., А.С. Кусковець (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ОРГАНІЗАЦІЯ ПОЖЕЖОГАСІННЯ В СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Розглянуто можливість використання водопровідної мережі малих сільських населених пунктів для організації пожежогасіння без використання спеціальної пожежної техніки. На прикладі конкретного населеного пункту с. Бояничі показано, що необхідний напір перед кожним з двох найбільш невідгідно розташованих гідрантів, колонки, пожежного рукава довжиною до 120 м та пожежного ствола з витратою води 3,7 л/с не перевищує 12 м, а при витраті води 5 л/с – 23 м, що може бути забезпечено висотою розміщення бака водонапірної башти. Запропонована система, це свого роду влаштування водопровідної мережі високого тиску

Як відомо з нормативних джерел [1], пожежогасіння в сільській місцевості може здійснюватись із зовнішніх штучних, або природних джерел водопостачання, систем водопостачання низького або високого тиску. При пожежогасінні від водопроводу низького тиску вільний напір біля пожежного гідранта повинен бути не менше 10 м.в.ст., а подача води до джерела пожежі забезпечується пожежними автомобілями, або мотопомпами. При пожежогасінні від водопроводу високого тиску, вільний напір біля пожежного гідранта повинен становити: $H = H_{б\gamma\delta} + 28$ м.в.ст., де $H_{б\gamma\delta}$ - висота найвищої будівлі в зоні дії пожежного гідранта; 28 – розрахункові втрати напору на пожежному гідранті, колонці та двох, паралельно під'єднаних до них непрогумованих пожежних рукавів діаметром 66 мм та довжиною 120 м із стволом з діаметром насадки 19 мм при витраті води через кожен із стволів 5 л/с. При цьому необхідний напір в мережі повинен створюватись протипожежними насосами, оскільки висоти водонапірної башти для цього переважно недостатньо. При гасінні пожежі пожежно-рятувальними частинами, час від моменту виклику до моменту прибуття пожежної команди до місця пожежі може становити від 10 хв до 50 хв в залежності від часу доби, відстані та погодних умов, що негативно впливає на час ліквідації пожежі та збільшує збитки. Окрім того, нормативна витрата води 5 л/с, або 10 л/с не відповідає технічній характеристиці існуючого обладнання, яке експлуатується в пожежно-рятувальній службі. Беручи до уваги, що основні втрати напору при подачі води до осередку пожежі виникають в пожежних рукавах, а також те, що в даний час промисловістю випускаються тільки прогумовані (латексні) пожежні рукави, опір яких практично в два рази менший, ніж в непрогумованих, доцільно виявити можливість використання для пожежогасіння сільських водопровідних мереж без застосування спеціальної пожежної техніки, тобто як мереж "високого тиску". Для цього розглянемо роботу водопровідної мережі села Бояничі з умовою гасіння пожежі двома струменями води з витратою 3,7 л/с та 5 л/с від двох гідрантів. При

цьому доцільно визначити вплив на висоту водонапірної башти та розподіл витрат між гідрантами відстані між ними та довжини пожежного рукава. Найбільш невідгідно розташованими відносно водонапірної башти гідрантами є ті, що розташовані в колодязях ВрК20 та ВрК21. Їх відмітки на схемі водопровідної мережі (рис. 1) подано для відстані між ними 120 м, для інших відстаней в табл. 1.

Таблиця 1

Залежність відмітки гідранта № 2 від відстані до гідранта № 1

Відстань між гідрантами, м	60	80	100	120
Відмітка гідранта № 2, м	252,63	252,35	252,07	251,78
Різниця відміток між гідрантами, м	3,87	4,15	4,43	4,72

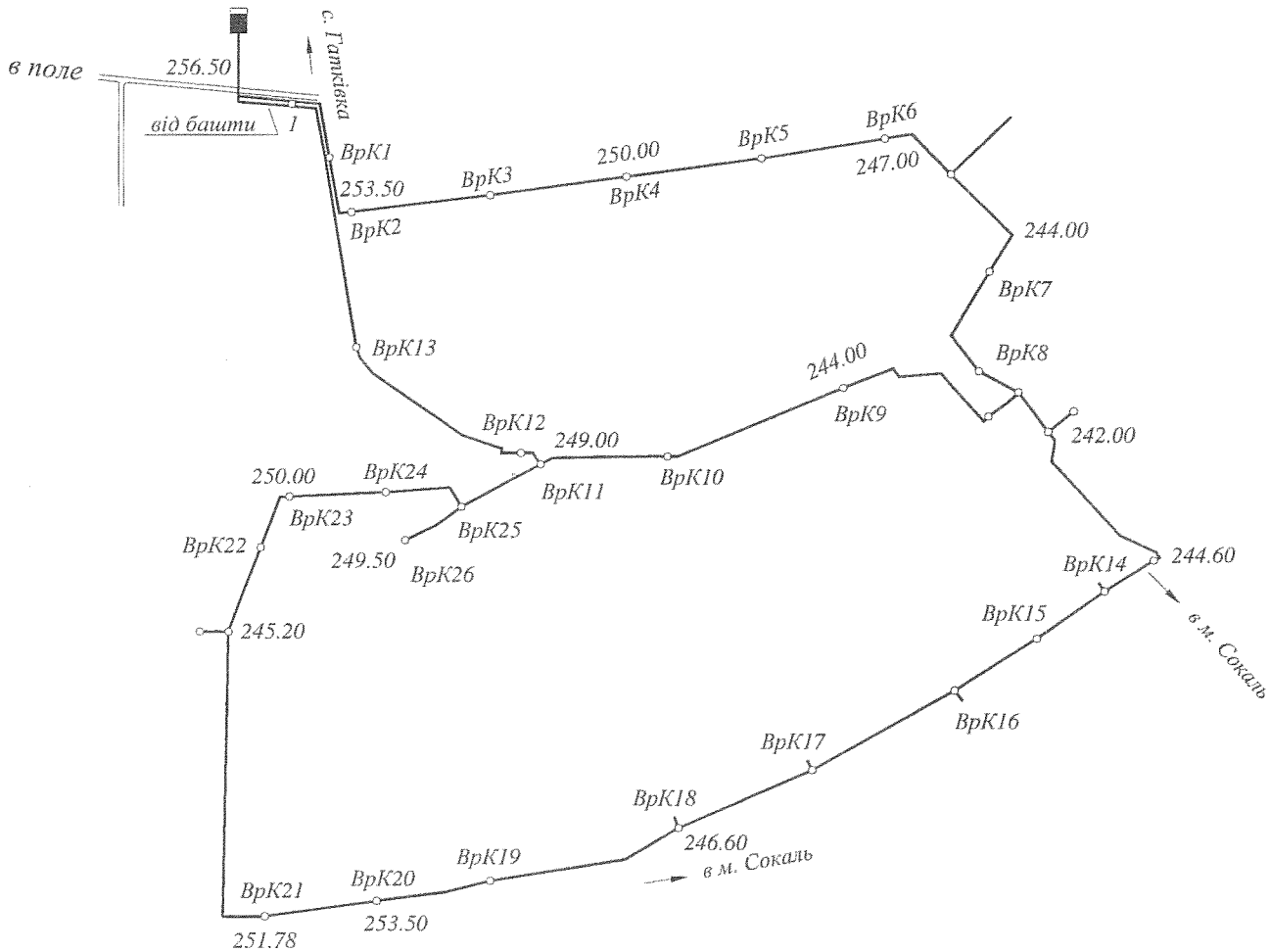


Рис. 1. Схема водопровідної мережі с. Бояничі

Враховуючи, що вода з мережі відбирається через 26 водорозбірних точок, доцільно провести розрахунок мережі використовуючи поняття рівномірно розподіленої витрати. Тоді втрати напору на окремих ділянках мережі визначаються за формулою [4]:

$$h_w = S \left[Q(Q - qL) + \frac{q^2 L^2}{3} \right], \quad (1)$$

де: h_w - втрати напору на ділянці; S - гідравлічний опір ділянки; Q - витрата на початку ділянки; L - довжина ділянки; q - рівномірно розподілена витрата. В кінці ділянки витрата дорівнює $Q - qL$. Розрахункову схему мережі показано на рис. 2. Слід зазначити, що гідрант

№ 1 має фіксоване положення, а відстань L_6 між гідрантами № 1 та № 2 змінюється від 120 до 60 м. Отже змінною буде й довжина ділянки 5:

$$L_5 = L_{заг} - L_1 - L_2 - L_3 - L_4 - L_6, \quad (2)$$

де: $L_{заг}$ - загальна довжина водопровідної мережі.

Рівномірнорозподілену витрату води визначимо як $q = \frac{Q_{роз}}{L_{заг} - L_6}$. $Q_{роз}$ - витрата води на господарськопитні та побутові потреби населення, а також потреби приватного тваринництва в годину максимального водоспоживання, яка згідно з проектними даними становить $12,27 \text{ м}^3/\text{год}$, або $3,41 \text{ л/с}$.

Для квадратичної області опору гідравлічний опір ділянки, без врахування поправки на швидкість руху води, $S = S_0 L$, де S_0 - питомий гідравлічний опір. Для пластмасових труб діаметром 125 мм, з яких змонтовано водопровідну мережу с. Бояничі $S_0 = 90,982 \text{ с}^2/\text{м}^5$ [4].

$S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ - гідравлічні опори ділянок мережі (див. рис. 2), які для відповідних ділянок визначались як: $S = S_0 L$. $S_7 = S_{від} + S_{кол} + 1,2 N_{рук} S_{рук} + S_{нас}$. $S_{від}$ та $S_{кол}$ - опори підземного гідранта та колонки московського типу, $S_{рук}$ - опір прогумованого пожежного рукава діаметром 66 мм та довжиною 20 м. $S_{нас}$ - опір насадки діаметром 19 мм. $N_{рук}$ - кількість рукавів. 1,2 - коефіцієнт, що враховує місцеві втрати напору. Згідно з [3] $S_{від} = 0,0016$, $S_{кол} = 0,0035$, $S_{рук} = 0,035$, $S_{нас} = 0,634$ для втрат напору в м та витраті л/с. Для схеми, показаної на рис. 2 отримано систему нелінійних алгебраїчних рівнянь для втрат напору:

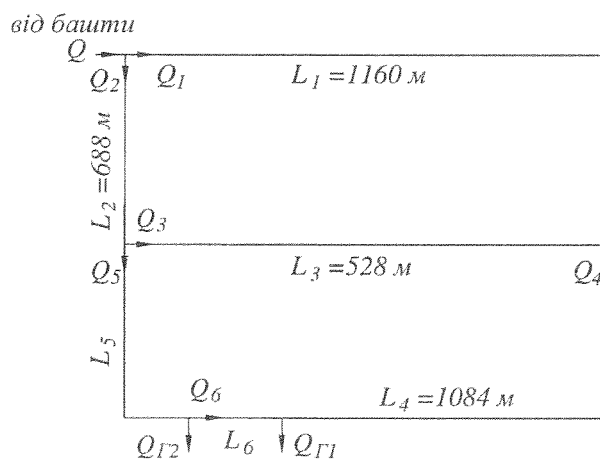


Рис. 2. Розрахункова схема

$$\begin{aligned}
 S_1 \left[Q_1(Q_1 - qL_1) + \frac{q^2 L_1^2}{3} \right] - S_3 \left[Q_3(Q_3 - qL_3) + \frac{q^2 L_3^2}{3} \right] - S_2 \left[Q_2(Q_2 - qL_2) + \frac{q^2 L_2^2}{3} \right] &= 0, \\
 S_3 \left[Q_3(Q_3 - qL_3) + \frac{q^2 L_3^2}{3} \right] + S_4 \left[Q_4(Q_4 - qL_4) + \frac{q^2 L_4^2}{3} \right] - S_5 \left[Q_5(Q_5 - qL_5) + \frac{q^2 L_5^2}{3} \right] - S_6 Q_6^2 &= 0, \\
 S_2 \left[Q_2(Q_2 - qL_2) + \frac{q^2 L_2^2}{3} \right] + S_5 \left[Q_5(Q_5 - qL_5) + \frac{q^2 L_5^2}{3} \right] + S_7 Q_{с2}^2 - dz_{02} &= H, \\
 S_6 Q_6^2 + S_7 Q_{с1}^2 - S_7 Q_{с2}^2 + dz_{12} &= 0.
 \end{aligned} \quad (3)$$

та балансу вузлових витрат:

$$\begin{aligned}(Q_1 - qL_1) - Q_4 + (Q_3 - qL_3) &= 0, \\(Q_2 - qL_2) - Q_3 - Q_5 &= 0, \\(Q_4 - qL_4) + Q_6 - Q_{z1} &= 0, \\(Q_5 - qL_5) - Q_6 - Q_{z2} &= 0.\end{aligned}\tag{4}$$

де: dz_{02} – різниця відміток гідранта № 1 та водонапірної башти, dz_{12} – різниця відміток між гідрантами № 1 та № 2, Q_{z1} та Q_{z2} – витрата через гідранти № 1 та № 2 відповідно.

Розв'язок рівнянь (3) та (4) здійснено для двох випадків, коли витрата через гідрант № 1 є фіксованою і становить 3,7 та 5,0 л/с (гідрант № 2 розташований нижче і витрата води через нього буде більшою). Результати розрахунків подано в табл. 2.

Таблиця 2

Залежність напору в вузлі № 1 (рис. 1) та витрат в гідрантах від відстані між ними та довжини пожежного рукава

Відстань між гідрантами, м	Довжина рукава, м	1-й варіант			2-й варіант		
		Напір, м	Витрата через гідрант, л/с		Напір, м	Витрата через гідрант, л/с	
			№ 1	№ 2		№ 1	№ 2
60	20	9,903	3,70	3,867	19,83	5,0	5,125
	40	10,471	3,70	3,857	20,873	5,0	5,118
	60	11,039	3,70	3,849	21,916	5,0	5,111
	80	11,609	3,70	3,841	22,961	5,0	5,106
80	20	9,922	3,70	3,921	19,832	5,0	5,166
	40	10,487	3,70	3,909	20,873	5,0	5,156
	60	11,054	3,70	3,897	21,915	5,0	5,148
	80	11,621	3,70	3,887	22,957	5,0	5,140
100	20	9,939	3,70	3,974	19,834	5,0	5,206
	40	10,502	3,70	3,959	20,872	5,0	5,195
	60	11,067	3,70	3,945	21,912	5,0	5,184
	80	11,633	3,70	3,933	22,953	5,0	5,175
120	20	9,955	3,70	4,027	19,834	5,0	5,247
	40	10,517	3,70	4,009	20,87	5,0	5,233
	60	11,079	3,70	3,992	21,908	5,0	5,22
	80	11,643	3,70	3,978	22,948	5,0	5,209

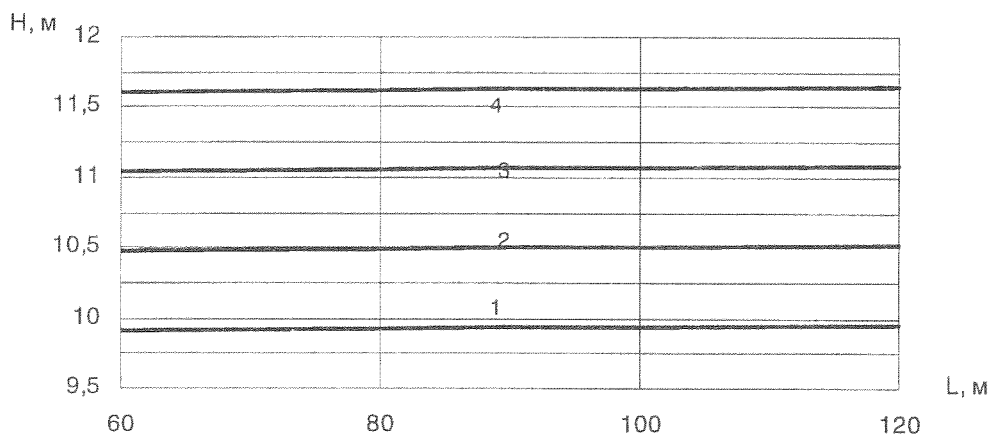


Рис. 3. Залежність напору в вузлі №1 від відстані між гідрантами та довжини пожежного рукава 20 м – 1; 40 м – 2; 60 м – 3 та 80 м – 4 для $Q_{z1} = 3,7$ л/с.

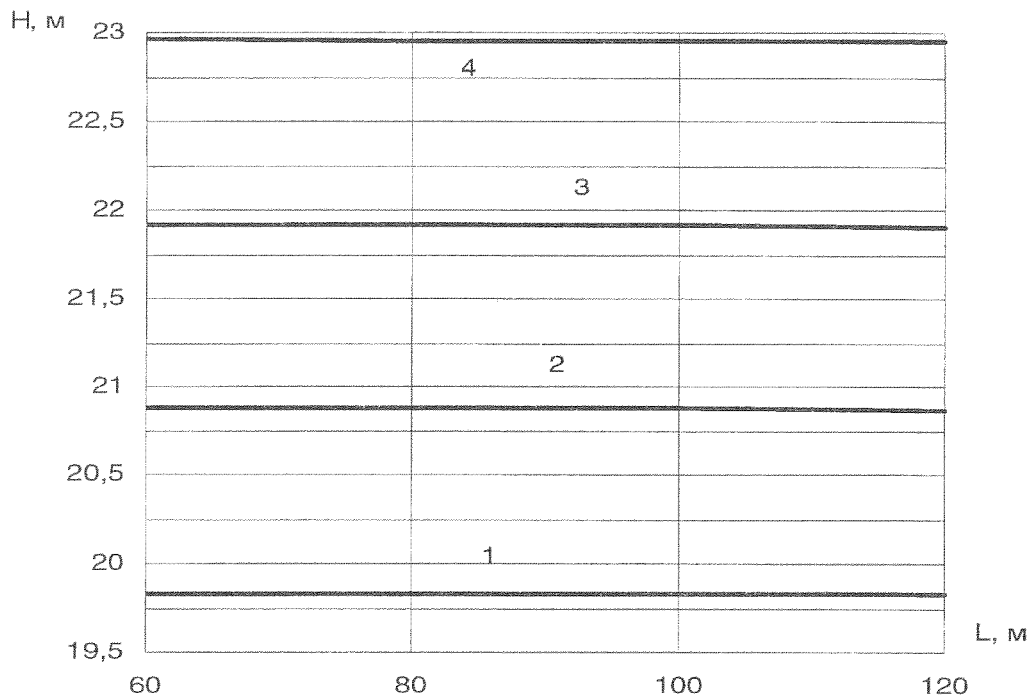


Рис. 4. Залежність напору в вузлі №1 від відстані між гідрантами та довжини пожежного рукава 20 м – 1; 40 м – 2; 60 м – 3 та 80 м – 4 для $Q_{z1} = 5,0$ л/с

З табл. 2 та рис. 3, 4 видно, що відстань між гідрантами практично не впливає на висоту водонапірної башти та співвідношення витрат в гідрантах. Основними факторами, які визначають висоту водонапірної башти, є витрата води через гідрант та довжина пожежного рукава. Також видно, що при витраті через гідрант 3,7 л/с (яка є ефективною для ствола РС-70) потрібний напір на початку мережі при довжині пожежного рукава 120 м не перевищує 12 м, що дозволяє використовувати для пожежогасіння водонапірну башту. При витраті через гідрант 5 л/с висота водонапірної башти збільшується до 23 м, що є допустимим з огляду на технічні характеристики типових проектів водонапірних башт [3]. Таким чином, без додаткових матеріальних та енергетичних затрат в сільській місцевості можлива організація пожежогасіння об'єднаннями громадян та протипожежними формуваннями без використання спеціальної пожежної техніки.

ЛІТЕРАТУРА

1. ВБН 46/33-2.5-5-96 "Сільськогосподарське водопостачання, зовнішні мережі і споруди. Норми проектування." – К. Держводгосп України; 1996. – 152 с.
2. Григоровский Е.П., Койда Н.У. Автоматизация расчета многоконтурных сетевых систем. Киев: Вища школа, 1977. – 192 с.
3. Качалов А. Противопожарное водоснабжение.
4. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных и пластмассовых водопроводных труб. М., Стройиздат, 1970.
5. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 640 с.