

В.П. КОСІНОВ, кандидат технічних наук
Національний університет водного господарства та природокористування,
м.Рівне

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ ТОЧОК ВІДБОРУ ВОДИ ІЗ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Виконано аналіз існуючих методів трасування розподільчих водопровідних мереж та розміщення пожежних гідрантів на них, приведено рекомендації для оптимізації розміщення точок відбору води для забезпечення надійного пожежогасіння і вдосконалення на етапах проектування нових мереж, та реконструкції вже діючих.

Ключові слова: трасування трубопроводів, надійність пожежогасіння, розподільні трубопроводи, пожежний гідрант, радіус дії.

Выполнен анализ существующих методов трассировки распределительных водопроводных сетей и размещения пожарных гидрантов на них, приведены рекомендации по совершенствованию на этапах проектирования новых сетей, и реконструкции уже действующих.

Ключевые слова: трассировка трубопроводов, надежность пожаротушения, распределительные трубопроводы, пожарный гидрант, радиус действия.

The analysis of existent methods of tracing of distributive plumbings networks and placing of fire-hydrant is executed on them, recommendations over are brought for optimization of placing of points of water sampling for providing reliable of fire-fighting and perfection on the stages of planning of new networks and reconstruction already of operating.

Key words: tracing of pipelines, reliability of fire--fighting, distributive pipelines, fire--fighting hydrant, cruising radius.

Постановка проблеми

Пожежі – катастрофічні події, що періодично виникають в сучасних населених пунктах і є причиною значних матеріальних втрат, нерідко супроводжуються травмуванням людей та стають причиною їх загибелі.

Тому, одним із пріоритетних завдань проектування нових і реконструкції вже діючих систем подачі та розподілення води (СПРВ) сучасних міст та невеликих населених пунктів, і в тому числі водопровідних мереж водопроводів об'єднаного типу, як складових цих систем, є розроблення і підтримування необхідного рівня пожежної безпеки.

В практиці проектування «нових» і при реконструкції вже діючих водопровідних мереж, особливо при розробці протипожежного водопостачання, важливо забезпечити надійність зовнішнього пожежогасіння в сучасних населених пунктах.

Як відомо [5,48], протипожежне водопостачання в містах і населених пунктах забезпечується через водопровідну мережу з розміщенням на ній вуличних **пожежних гідрантів** (ПГ) для відбирання води за допомогою пожежних насосних установок, що базуються на автомобілях спеціального призначення, з транспортуванням води до місця загоряння через пожежні колонки та рукавні лінії.

Система пожежогасіння має бути запроектована так, щоб в процесі експлуатації вона працювала безаварійно із заданим ступенем надійності.

При відборі води з водопроводу для гасіння пожеж застосовується спеціальний пристрій – пожежний гідрант (рис.1).

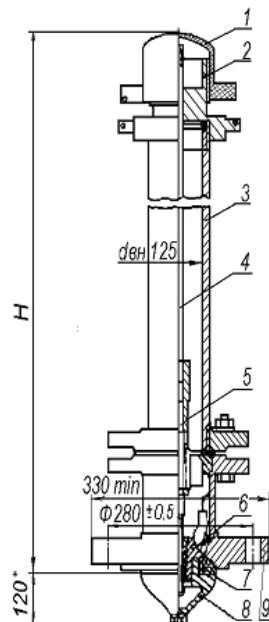


Рис.1. Схема улаштування пожежного гідранту підземного типу: **1** – кришка (поліетилен); **2** – ніпель (бронза); **3** – корпус (сталь); **4** – штанга (сталь); **5** – шпindel (нержавіюча сталь); **6** – коропус клапана (бронза); **7** – кільце; **8** – гайка клапана (чавун); **9** – патрубок (чавун)

Він встановлюється за допомогою спеціальної підставки в колодязях, які розміщуються на розподільних лініях водопровідних мереж. В Україні застосовуються підземні схеми встановлення пожежних гідрантів (у робочих камерах водопровідних колодязів, обов'язково нижче поверхні землі для запобігання їх обмерзанню в зимовий період.). Це принципово відрізняє схему їх встановлення від поширеної закордонної практики (наприклад, в північній Америці та Європі (встановлення пожежних гідрантів наземного базування). Такий «прихований» спосіб встановлення серйозно ускладнює їх пошук вогнеборцями на місцевості в темну годину доби (або в зимовий період) для проведення невідкладних пожежних заходів.

Ефективність гасіння пожежі безпосередньо залежить від: вірогідності спрацювання пожежних гідрантів, з яких робиться забір води та вибору оптимальних місць для розташування пожежних гідрантів на водопровідній мережі [1,92; 2,74]. Вірогідність безвідмовної роботи - вірогідність того, що у будь-який момент часу за допомогою пожежного гідранта можна зробити відбір води з системи водопостачання.

Питання імовірності спрацювання пожежного гідранта раніше вже розглядалась в роботах Комяка В.М., Коссе А.С. і Романова Р.В. [1,94;2,74].

Вирішення проблеми пошуку місця встановлення пожежного гідранта відкриває шляхи до вирішення глобальної проблеми забезпечення надійності водозабезпечення місця виникнення пожежі.

Розміщення пожежних гідрантів на водопровідній мережі для зовнішнього пожежогасіння будь-якої будівлі, споруди або її частини, що обслуговуються даною мережею, за умови прокладання рукавних ліній довжиною, не більшою ніж зазначено в [3,п.12.6,п.13.3.4] по дорогах із твердим покриттям, повинно забезпечуватись: від одного гідранта – при витраті води до 15 л/с включно; не менше ніж від двох гідрантів – при витраті води на зовнішнє пожежогасіння більше 15 л/с.

Відстань між гідрантами слід визначати розрахунком, який повинен враховувати сумарну витрату води на пожежогасіння та пропускну здатність встановлюваного типу гідрантів [3,п.12.6].

Загалом, рекомендації по розміщенню пожежних гідрантів наведені [5,221]. При цьому, необхідно враховувати важливу умову ДБН: пожежні гідранти з метою забезпечення надійності водопровідної мережі слід встановлювати тільки на розподільних лініях (або на магістральних лініях з діаметром умовного проходу не більше 300 мм, які виконують функцію розподільної лінії у складі водопровідних мереж з великими діаметрами труб, тобто більше 500 мм).

Питання розміщення пожежних гідрантів стоїть дуже гостро. Більшість проектувальників намагаються ставити гідранти на відстані 200 м від будівель і вважають цю відстань достатньою. Проте при цьому не враховується ряд важливих нормативних вимог, які регламентовані [3,п.12.6,п.13.3.4] та загальних характеристик системи пожежогасіння із зовнішніх пожежних гідрантів: втрати напору в пожежних комунікаціях, гідравлічні характеристики пожежних стволів, можливості спеціального автомобіля (чи переносної мотопомпи) по створюваному напору, а також місцеві умови розміщення об'єкту займання, його висоти і архітектурно-конструктивних особливостей будівлі.

Таким чином, на даний момент технічно не вирішеною залишається проблема: яка мінімально-припустима відстань між сусідніми вулицями повинна забезпечити надійне і ефективне гасіння пожежі в умовах населеного пункту? Яким чином можна зменшити число закільцювань двох суміжних розподільних ліній? На скільки менше слід встановити пожежних гідрантів без втрати ефекту пожежогасіння?

Мета роботи

Метою роботи є пошук шляхів надійного забезпечення місць можливого виникнення пожежі водою методом оптимального розміщення точок розбору води на водопровідній мережі населеного пункту. При цьому, «точками водозбору» є місця встановлення вуличних пожежних гідрантів.

Оптимальність забезпечення розташування точок розбору води для гасіння пожежі забезпечується забезпеченням *необхідної відстані між сусідніми пожежними гідрантами*, а також за рахунок *максимально допустимої відстані між двома сусідніми розподільними лініями* ($L_{\text{м.л.}}^{\text{опт.}}$). Економічну доцільність забезпечить мінімально припустима відстань між сусідніми розподільними лініями ($L_{\text{м.л.}}^{\text{min}}$).

Проте, слід при цьому враховувати, що розподільні лінії водопроводу прокладають згідно з вимогами [3,п.12.6] уздовж проїжджої частини автодороги (чи проїжджій частині вулиці), а відстані між вулицями регламентовані іншими нормами (містобудування). Враховуючи об'єктивність факту, що відстань між сусідніми вулицями найчастіше перевищує мінімально припустиму відстань між двома сусідніми розподільними лініями, це незмінно приведе до збільшення фактичної відстані між двома сусідніми пожежними гідрантами, які розміщуються на суміжних (сусідніх) розподільних лініях. Наслідком цього є неможливість гасити пожежу одночасно відбираючи воду з двох суміжних гідрантів.

Проектувальники вирішують цю проблему шляхом уведення додаткової ділянки розподільної лінії (перемички) між проблемно розташованими паралельними лініями для їх закілювання. Проте такий технічний хід призводить до додаткових витрат коштів на облаштування закілювання (прокладення трубопроводу, облаштування водопровідних колодязів для установки додаткового пожежного гідранта). Крім того, змінюється не тільки схема водопровідної мережі, ускладнюється її експлуатація. Більше того, перевищення мінімально-припустимої відстані між двома розподільними лініями водопровідної мережі призводить до утворення так званих «мертвих зон» в міській забудові, де порушується принцип обов'язкового пожежогасіння не менше як з двох сусідніх гідрантів.

Для того, щоб вирішити поставлену задачу слід визначити «можливості» кожного пожежного гідранта за умови урахування його «зони дієздатності». На плані «зона дієздатності» пожежного гідранта має форму кола із радіусом, що дорівнює радіусу дії гідранта ($R_{\text{гг}}$).

Так, у разі обмеженої довжини пожежних рукавів L_p та пропускної спроможності сприскувальних насадок, кожний пожежний гідрант має обмежену площу дії («зону дієздатності»).

Цей радіус дії можливо орієнтовно визначати використовуючи існуючий досвід експлуатації діючих водопровідних мереж та використовуючи рекомендації інших науковців [5,222;6,77;7,192] та дані наукових досліджень та спостережень за їх тривалою експлуатацією:

$$R_{\text{ПГ}} = k \cdot L_p + r - H_{\text{буд.}}, \quad (1)$$

де L_p – максимальна довжина пожежних рукавів, що залежить від виду і потужності застосованих засобів пожежогасіння (насоси із комплексу автомобіля спеціального призначення – до 200 м, або переносні мотопомпи – до 150 м), м;

Пропонується розрахунок довжини рукавної лінії для будівель різного призначення та способу прокладання визначати за табл. 1.

Таблиця 1

Розрахунок довжини рукавної лінії для будівель різного призначення

Призначення будівлі	Спосіб прокладання рукавної лінії	Максимальна довжина рукавної лінії
Житлова	Вертикальна	$l_{\text{рук.}} = 4 \cdot (n_{\text{пов.}} - 1)$
	Повзуча	$l_{\text{рук.}} = 10 \cdot (n_{\text{пов.}} - 1)$
Виробнича	Вертикальна	$l_{\text{рук.}} = 6 \cdot (n_{\text{пов.}} - 1)$
	Повзуча	$l_{\text{рук.}} = 12 \cdot (n_{\text{пов.}} - 1)$

r – максимальна довжина компактної частини пожежного струменю, що витікає із пожежного сприскувального насадка, (для сучасної спеціальної пожежної техніки $r = 11..17$ м);

Необхідні пояснення щодо термінологічного поняття «компактна частина струменю» детально наведені в [4,227]. Крім того, на основі дослідних даних наведено таблиці для практичного використання в процесі розрахунків систем зовнішнього пожежогасіння довжини «компактної частини струменю» від напору на виході з сприскувального насадка [4,229].

k – коефіцієнт зменшення пропускної спроможності пожежного рукава (за рахунок виникаючих «місцевих» опорів, орієнтовно складає $k = 0,7...0,9$ [5,222; 6,77;7,192]; $H_{\text{буд.}}$ – висота найбільшої будівлі, м, яка гіпотетично буде знаходитись в епіцентрі загоряння під час пожежі. Вона залежить від кількості поверхів і може бути визначена:

$$H_{\text{буд.}} = 3 \cdot n_{\text{пов.}} + 1,5, \quad (2)$$

де $n_{\text{пов.}}$ – кількість поверхів будівлі, яка гіпотетично буде знаходитись в епіцентрі загоряння під час пожежі; 1,5 м – запас, який враховує висоту даху та надлишковість напору на виході з сприскувального насадка.

Були отримані розрахункові величини радіусу дії пожежного гідранта $R_{\text{ПГ}}$ для будівель різної поверховості та засобів подачі води в пожежні рукавні лінії (авто насоси спецавтомобіля, переносна мотопомпа) (табл. 2).

Рекомендовані радіус дії пожежних гідрантів залежно від максимальної поверховості забудови міста

$n_{\text{пов}}^{\text{max}}$	1	2	3	4	5	6	9	12	16
Радіус дії гідранта (не більше), м									
Мотопомпи переносні									
$R_{\text{ПГ}}$	145	140	135	-	-	-	-	-	-
Насос на автомобільній базі									
$R_{\text{ПГ}}$	185	185	180	175	175	170	160	155	140

Примітка: Для забудови з кількістю поверхів $n_{\text{пов}}^{\text{max}} \leq 5$ застосовувати спеціальні насоси з довжиною компактного струменю $r = 11 \dots 13$ м, а при більшій – $r = 15 \dots 17$ м.

Однак, одною із найбільш невіршених задач, що виникає в практиці проектування водопровідних мереж залишається максимальна та мінімальна відстань між сусідніми гідрантами ($I_{\text{ПГ}}^{\text{max}}$).

Це завдання слід вважати пріоритетним, а вирішувати необхідно по двох напрямках конструктивного улаштування водопровідної мережі.

По-перше, встановити «максимальну» та «мінімальну» припустиму відстань між суміжними (сусідніми) пожежними гідрантами, які розміщені на одній розподільній лінії мережі ($I_{\text{ПГ}}^{\text{max}} ; I_{\text{ПГ}}^{\text{min}}$).

По-друге, визначити тенденцію змінюваності максимальної і мінімальної припустимої відстаней між сусідніми розподільними трубопроводами що регламентують відповідні відстані між сусідніми пожежними гідрантами різних ліній мережі ($L_{\text{мл}}^{\text{max}}$).

Як показує досвід експлуатації вже діючих водопроводів сучасних міст та інших населених пунктів України та країн ближнього зарубіжжя, надійне пожежогасіння відбувається лише у разі, якщо відстань між сусідніми вуличними пожежними гідрантами задовольняє умові:

$$0,5 \cdot R_{\text{ПГ}} \leq I_{\text{ПГ}}^{\text{max}} \leq R_{\text{ПГ}} . \quad (3)$$

При цьому, слід зауважити, що «нижня» і «верхня» межі нерівності (4), які були отримані із досвіду проектування «нових», та при реконструкції існуючих протипожежних водопроводів на сьогодні є умовними і в нормативних джерелах не внормованими.

Так, наприклад, «нижня» межа має скоріше економічне обґрунтування і забезпечує мінімальну кількість водопровідного обладнання (арматури, фасонних частин) та камер водопровідних колодязів із встановленими пожежними гідрантами на кожній водопровідній лінії, та мінімально достатньою для забезпечення надійного пожежогасіння.

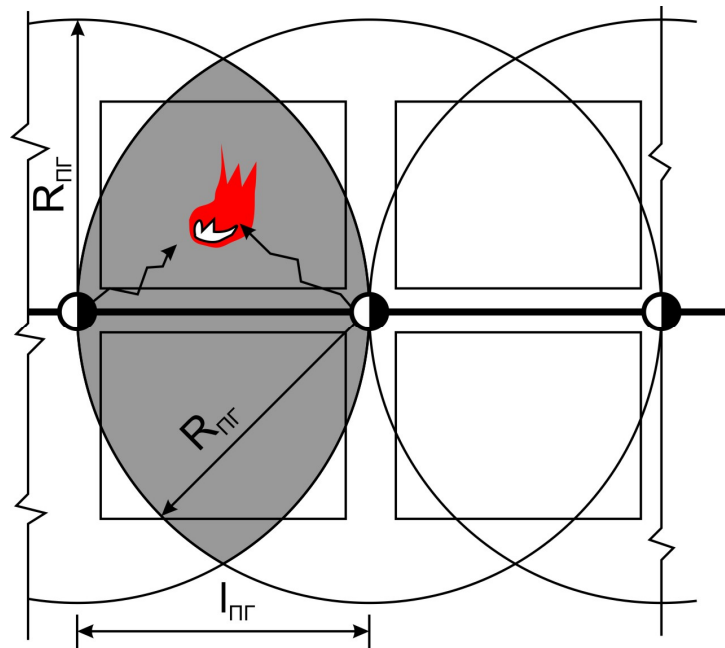


Рис.2. Схема взаємодії двох сусідніх (за розміщенням) пожежних гідрантів (лінійна схема)

«Верхня» ж межа цієї нерівності дозволяє забезпечити достатньо широку «зону перекриття» між двома суміжними площами дії пожежних гідрантів і продиктована саме умовою надійності пожежогасіння.

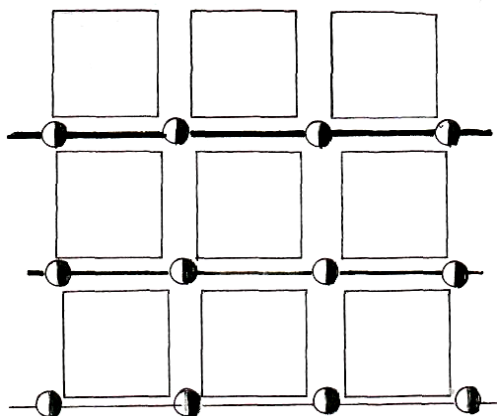
Для того, щоб забезпечити виконання вище наведених умов надійної роботи і для обґрунтування оптимального розміщення пожежних гідрантів на водопровідній мережі постає нове і актуальне завдання: визначення оптимальної відстані між двома сусідніми розподільними трубопроводними лініями ($L_{м.л.}$), яка у разі застосування різних схем планування забудови населеного пункту може виявитись змінною.

Умова економічності спорудження водопровідної мережі (або її реконструкції) вимагає встановити мінімально припустимі відстані між сусідніми розподільними лініями ($L_{м.л.}^{min}$), яка б з достатнім ступенем імовірності дозволяла розмістити на них оптимальну кількість пожежних гідрантів ($N_{пг}^{opt.}$).

Пропонується наступна методика розрахунку $L_{м.л.}$, яка шляхом досить простих геометричних обрахунків дозволить її моделювати для різних умов планової забудови населеного пункту.

Як відомо, із практики залежно від схеми розташування гідрантів (лінійне чи шахове, рис.3 а, б), та вибору відповідної схеми трасування розподільної мережі (поздовжня, перехресна) способів пожежогасіння та віддалі між суміжними лініями мережі визначають розрахункову віддаль між гідрантами $L_{м.л.}$.

а)



б)

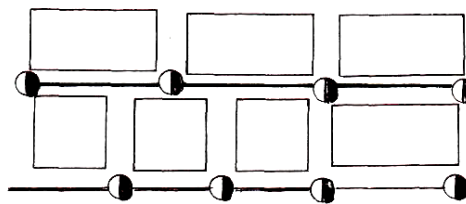


Рис 3. Схеми розташування пожежних гідрантів на конструктивній схемі водопровідної мережі: а) лінійна, б) шахова.

Так, у разі «лінійної» схеми розміщення пожежних гідрантів [5,222] пожежні гідранти розміщують на двох паралельно (або умовно паралельно) протрасованих розподільних лініях (рис.4).

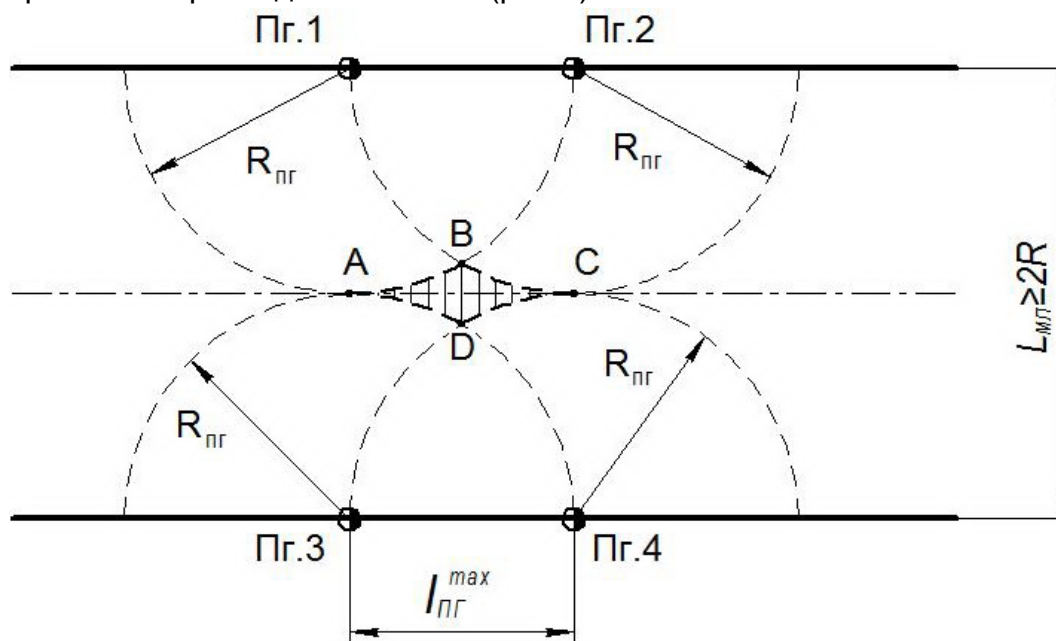


Рис.4. Схема взаємодії сусідніх пожежних гідрантів для лінійної схеми (без кільцювання)

В такому випадку, відстань між сусідніми (суміжними) гідрантами повинна прийматися виходячи із умови:

$$l_{пг}^{max} \leq R_{пг} \cdot \quad (4)$$

Однак, при цьому можливі такі випадки взаємного розміщення сусідніх розподільних ліній.

А) відстань між сусідніми трубопроводними лініями підпорядковується умові:

$$L_{м.л.} \geq 2 \cdot R_{пг} \cdot \quad (5)$$

Недоліком такої схеми трасування розподільних ліній є досить велика за розмірами «мертва зона» (на рис.4 обмежена точками $A-B-C-D$) для якої за рахунок значної відстані між сусідніми гідрантами неможливе виконання правила «одночасного забору води із двох гідрантів». Міська забудова в границях цієї площини є пожежо-небезпечною і імовірність надійного пожежогасіння вкрай низька $P_p = 0$.

При цьому, як показали попередні розрахунки, площа «мертвої зони» за розмірами пропорційно збільшується із збільшення відстані між сусідніми розподільними лініями ($L_{м.л.} \geq 2 \cdot R_{пг}$). Ця зона географічно розташована якраз у середині між двома сусідніми лініями і рівновіддалена від точок розбору води (пожежних гідрантів).

Частково ця проблема вирішується наближенням двох сусідніх розподільних ліній одна до одної з таким розрахунком, щоб $L_{м.л.} \rightarrow R_{пг}$.

Якщо наші висновки ґрунтувати на основній, «базовій» схемі паралельного трасування, то сусідні пожежні гідранти повинні знаходитись один проти другого на максимально припустимій відстані $l_{пг}^{max}$. При цьому паралельна схема передбачає безумовного дотримання умови (4) $l_{пг}^{max} \leq R_{пг}$. Тобто, відстані між сусідніми пожежними гідрантами (в межах одної розподільної лінії) повинна бути прийнята $l_{пг}^{max} = R_{пг}$ (рис.5).

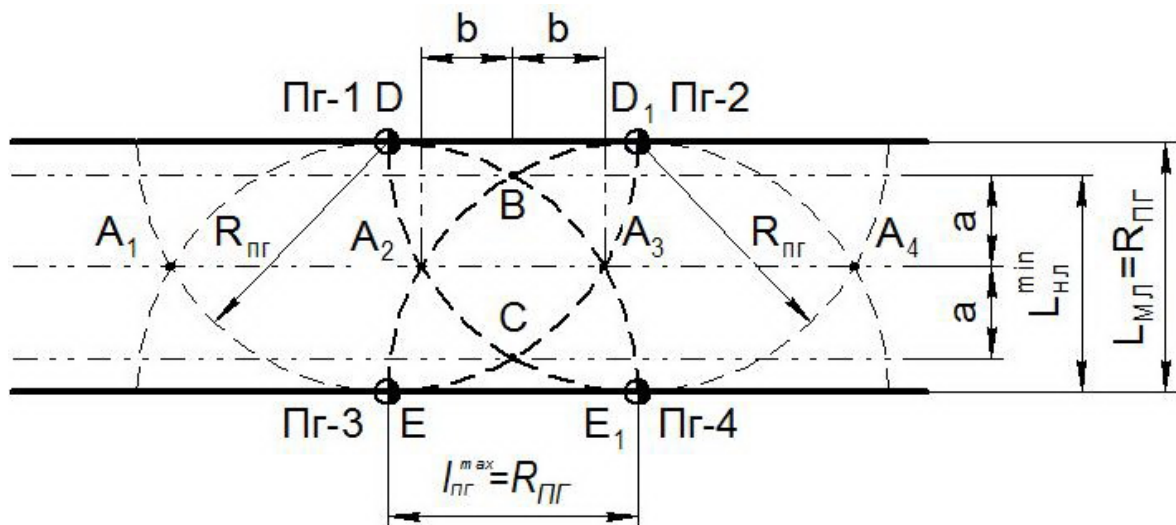


Рис.5. Схема взаємодії сусідніх пожежних гідрантів при паралельній схемі їх розташування та відстані між сусідніми розподільними лініями $L_{м.л.} = R_{пг}$

Таке взаємне розташування двох сусідніх розподільних ліній мережі має кілька суттєвих переваг перед попередньою схемою, що наведена на рис.4. Так, наприклад, в наявності кілька зон взаємного перекриття двох пожежних гідрантів ($N_{пгО} = 2$). Це площини обмежені границями $A1-D-A2-E-A1$; $E-A2-B-A3-C-E$; $A3-D1-A4-E1-A3$; $D-A2-B-D$; $B-D1-A3-B$; $E-A2-C-E$; $C-A3-E1-C$. Надійність гасіння пожежі у забудові, яка розміщена в межах вище названих площ достатньо висока, тому що такі зони ймовірно будуть

обслуговуватись не менше як двома одночасно працюючими пожежними гідрантами.

Крім того, є принаймні одна зона взаємодії кількох пожежних гідрантів А2-В-А3-С-А2, яка має надвисоку ймовірність гасіння пожежі і ймовірно має можливість обслуговуватись одночасно не менше як чотирма пожежними гідрантами. Габарити цієї зони надвисокої надійності пожежогасіння наближено складають у напрямку південь-північ $2a$, у напрямках захід-схід – $2b$. Шляхом графічної побудови і співставлення за нашими підрахунками встановлено: $a = b = 0,375 \cdot R_{\text{ПГ}}$.

Таким чином, у всіх випадках, коли неможливо конструктивно забезпечити кільцювання двох сусідніх розподільних ліній водопровідної мережі (враховуючи місцеві умови планування забудови) слід прийняти лінійну схему (рис.5) розміщення пожежних гідрантів при максимально припустимій відстані між сусідніми розподільними лініями, що звільняє умові (4):

$$L_{\text{м.л.}} = R_{\text{ПГ}} \quad (7)$$

Якщо ж є технічна можливість кільцювання двох сусідніх розподільних ліній (рис.6), то можливе збільшення відстані між лініями з дотриманням умови:

$$L_{\text{м.л.}} > R_{\text{ПГ}} \quad (6).$$

Для за кільцюваної схеми (при паралельному розміщенні пожежних гідрантів) (рис.6) у якості завдання було визначення мінімально доцільної відстані між розподільними лініями $L_{\text{мл}}^{\text{min}}$, яка забезпечує економічну доцільність кільцювання.

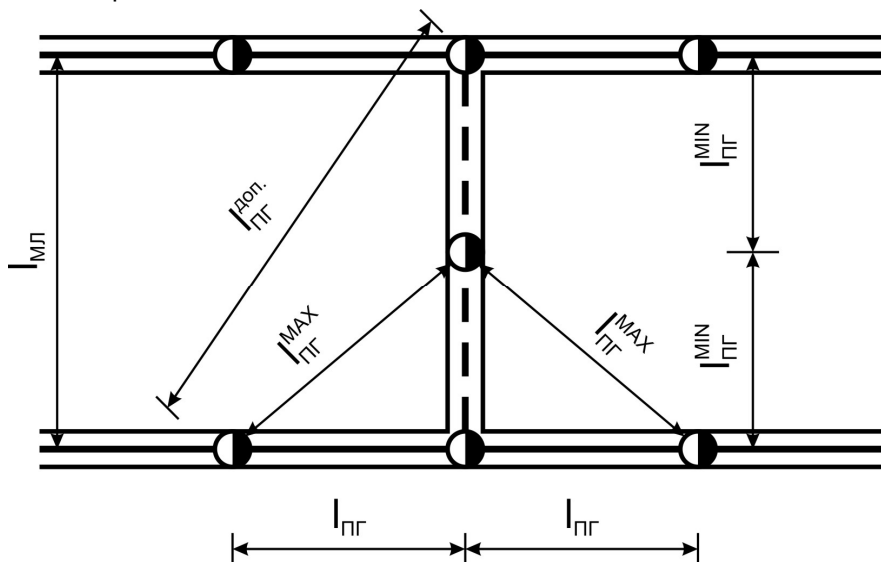


Рис.6. Обґрунтування максимально припустимої відстані між розподільними лініями для лінійної схеми розташування пожежних гідрантів (із за кільцюванням)

Якщо, максимальна відстань між сусідніми пожежними гідрантами прийнята $l_{\text{ПГ}}^{\text{max}} = R_{\text{ПГ}}$, а мінімальна відстань між сусідніми пожежними

гідрантами, що забезпечує економічну доцільні встановлення додаткового гідранта на закільцюванні $I_{\text{ПГ}}^{\text{min}} = 0,5 \cdot R_{\text{ПГ}}$, то за нашими підрахунками мінімальна відстань між розподільними лініями може бути визначена за

$$L_{\text{ПГ}}^{\text{min}} = 2 \cdot \sqrt{R_{\text{ПГ}}^2 - 0,25 \cdot R_{\text{ПГ}}^2} = 1,732 \cdot R_{\text{ПГ}}. \quad (8)$$

Для практичних розрахунків отримана таблиця рекомендованих мінімальних відстаней між двома сусідніми розподільними лініями залежно від максимального радіусу дії пожежного гідранта $R_{\text{ПГ}}$ (табл. 3).

Таблиця 3

Рекомендовані мінімальні відстані між двома сусідніми розподільними лініями (при умові їх кільцювання) залежно від максимального радіусу дії пожежного гідранта $R_{\text{ПГ}}$ та лінійної схеми розміщення

$R_{\text{ПГ}}$, м	135	140	145	155	160	170	175	180	185
Насос на автомобільній базі									
$L_{\text{МЛ}}^{\text{min}}$, м	230	240	250	265	275	290	300	310	320
Переносна мотопомпа									
$L_{\text{МЛ}}^{\text{min}}$, м	230	240	250	-	-	-	-	-	-

При цьому, слід відзначити, що мінімальна довжина ділянки закільцювання буде тільки у випадку, коли на ній передбачено встановлення лише одного пожежного гідранта (рис.6).

Тепер розглянемо шахову схему розташування пожежних гідрантів на водопровідній мережі (рис.7). При цьому, слід зауважити, що розглядається найбільш простий (базовий) варіант розміщення пожежних гідрантів (із дзеркальним зміщенням) без закільцювання сусідніх розподільних ліній мережі. Тому, відстань $a = b$.

При такій схемі отримуємо рівнобічний трикутник, сторони якого мають розміри $I_{\text{ПГ}}^{\text{max}}$.

Максимальну відстань між сусідніми розподільними лініями водопровідної мережі можна знайти як протилежний катет прямокутного трикутника до гіпотенузи

$$L_{\text{М.Л}}^{\text{max}} = \sqrt{(I_{\text{ПГ}}^{\text{max}})^2 - (0,5 \cdot I_{\text{ПГ}}^{\text{max}})^2} = \sqrt{(I_{\text{ПГ}}^{\text{max}})^2 \cdot (1 - 0,25)} = 0,866 \cdot I_{\text{ПГ}}^{\text{max}}. \quad (9)$$

Розглянемо ще один варіант схеми трасування двох суміжних (сусідніх) розподільних ліній із шаховим розміщенням пожежних гідрантів на них. При цьому, обидві лінії закільцювані між собою перемичкою із додатковим гідрантом (ПГ-6).

«Верхня» лінія улаштована пожежним гідрантом в точці закільцювання (ПГ-2), в той же час для «нижньої» лінії в місці приєднання перемички такого пожежного гідранта немає (рис.8).

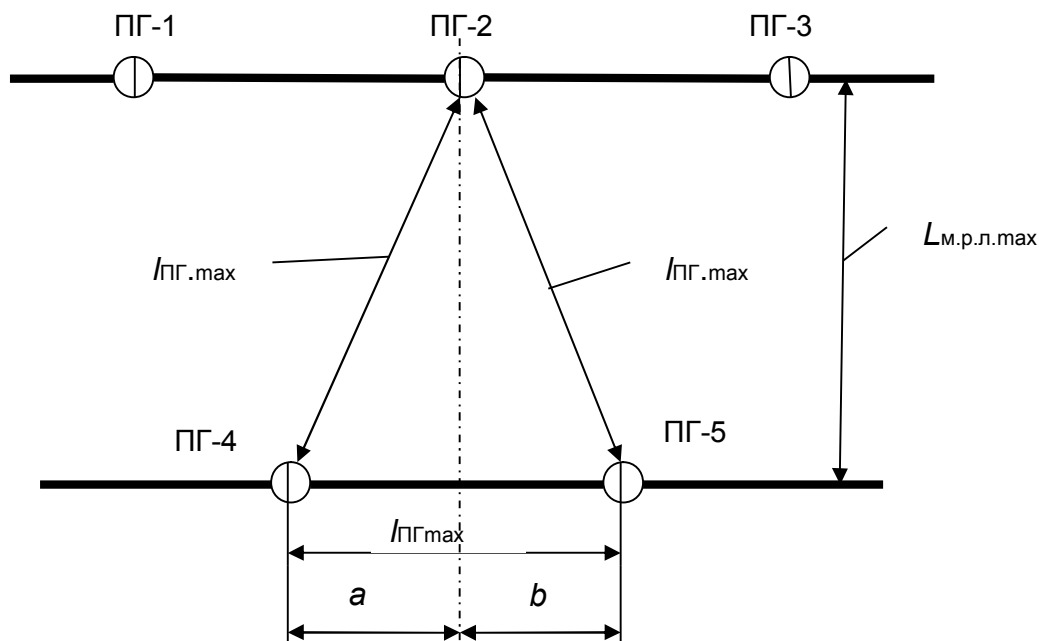


Рис.7. Схема до обґрунтування відстані між розподільними лініями водопровідної мережі шахової схеми (без кільцювання)

Таблиця 4

Рекомендовані максимальні відстані між двома сусідніми розподільними лініями залежно від максимального радіусу дії пожежного гідранта $R_{ПГ}$ та шахової схеми розміщення

$R_{ПГ}$, м	135	140	145	155	160	170	175	180	185
Насос на автомобільній базі									
$L_{мл}^{max}$, м	115	120	125	130	135	145	150	155	160
Переносна мотопомпа									
$L_{мл}^{max}$, м	115	120	125	-	-	-	-	-	-

Для такої схеми трасування і розміщення пожежних гідрантів (точок відбору води) характерними є такі геометричні особливості:

$$\begin{cases} e > a, \text{ або } e < a \\ f > b, \text{ або } f < b \end{cases} \quad (10)$$

У разі коли, $\begin{cases} e = a \\ f = b \end{cases}$ схема перетворюється у «лінійну» з вище

наведеними наслідками розрахунку відстаней між пожежними гідрантами та сусідніми розподільними лініями водопровідної мережі.

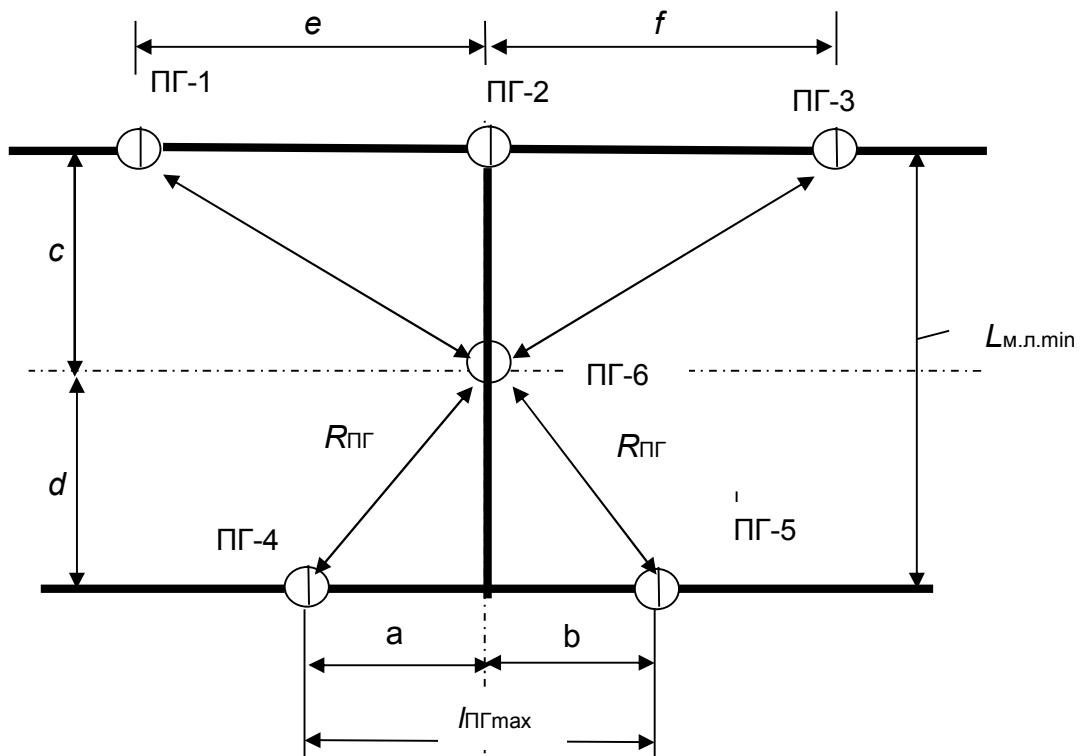


Рис.8. Схема до обґрунтування відстані між розподільними лініями водопровідної мережі шахової схеми при умові кільцювання

Для того, щоб знайти мінімально можливу відстань між сусідніми розподільними лініями (у разі їх кільцювання перемичкою) ($L_{\text{м.л.}}^{\text{min}}$) слід керуватися наступними міркуваннями.

По-перше, мінімальна відстань буде тільки тоді, коли між лініями можливо технічно (конструктивно) розмістити лише один «додатковий» пожежний гідрант.

По-друге, в даному дослідженні розглядається лише один з можливих варіантів розміщення гідрантів:

$$\begin{cases} e > a \\ f > b \end{cases} \quad (11)$$

який наведено тут тільки у якості методологічного прикладу.

У якості передумови прийнято наступні геометричні розміри розглядаємої схеми:

$$a = b = 0,5 \cdot l_{\text{ПГ}}^{\text{max}} = 0,5 \cdot R_{\text{ПГ}}, \quad c = l_{\text{ПГ}}^{\text{max}} = R_{\text{ПГ}}, \quad (12)$$

Тепер геометричною побудовою слід знайти значення розміру d .

Виходячи із розміру сторін прямокутного трикутника

$$d = \sqrt{R_{\text{ПГ}}^2 - (0,5 \cdot R_{\text{ПГ}})^2} = 0,866 \cdot R_{\text{ПГ}}, \quad (13)$$

Таким чином, мінімальна відстань між розподільними лініями водопровідної мережі при умові шахової схеми розміщення пожежних гідрантів та кільцюванні їх перемичкою складе

$$L_{\text{ПГ}}^{\text{min}} = c + d = R_{\text{ПГ}} + 0,866 \cdot R_{\text{ПГ}} = 1,866 \cdot R_{\text{ПГ}}. \quad (14)$$

Рекомендовані мінімальні відстані між двома сусідніми розподільними лініями (при умові їх кільцювання) залежно від максимального радіусу дії пожежного гідранта $R_{ПГ}$ та шахової схеми розміщення

$R_{ПГ}$, м	135	140	145	155	160	170	175	180	185
Насос на автомобільній базі									
$L_{МЛ}^{min}$, м	250	260	270	290	295	315	325	335	345
Переносна мотопомпа									
$L_{МЛ}^{min}$, м	250	260	270	-	-	-	-	-	-

Висновки

1. Розроблено методику визначення максимальної і мінімальної відстані між розподільними лініями водопровідної мережі, яка дозволяє забезпечити достатній рівень надійності відбору води на потребу пожежогасіння при різних схемах трасування розподільних ліній та розміщення пожежних гідрантів (точок відбору води) на них.

2. Встановлені аналітичні залежності для визначення мінімальної і максимальної відстані між точками відбору води на потреби пожежогасіння, які враховують основні принципи планування забудови населеного пункту та гідравлічні можливості пожежних гідрантів і засобів пожежогасіння.

3. Наведені практичні рекомендації для фахівців проєктантів із оптимального трасування водопровідної мережі та розміщення на ній пожежних гідрантів, що дозволяє при мінімумі витрат коштів на спорудження мережі забезпечувати ефективно та надійно пожежогасіння для подальшого застосування рекомендацій в практиці проєктування нових та при реконструкції вже діючих водопровідних мереж.

4. Наведені наукові засади і практичні рекомендації планується в подальшому застосовувати при оціночних розрахунках конструктивності водопровідних мереж та її надійності.

Список літератури

1. *Комяк В.М., Романов Р.В.* Подход к построению области допустимого размещения пожарных гидрантов // Проблемы пожарной безопасности: сборник научных трудов. Вып.18. Харьков: Фолио, 2005. С.93-97.

2. *В.М. Комяк, А.Г. Коссе, Р.В. Романов.* Подход к определению надежности систем противопожарного водоснабжения // Проблемы пожарной безопасности: сборник научных трудов. Вып.25. Харьков: Фолио, 2009. С.73-76.

3. *Водопостачання.* Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проєктування: ДБН В.2.5-74: 2013. [Чинний від 2014-0101]. К.:Мін.Регіонбуд України,2013. 283 с.(Державні будівельні норми України).

4. *Иванов Е.Н.* Противопожарное водоснабжение. М.: Стройиздат, 1986. 316 с.
5. *О.А. Ткачук, В.П. Косінов, О.С. Новицька.* Системи подачі та розподілення води населених пунктів. Рівне: НУВГП, 2011. 271 с.
6. *О.А.Ткачук, В.О.Шадура.* Водопровідні мережі: Навч.посібник. Рівне: НУВГП, 2004. 117 с.
7. *П.Д.Хоружий, О.А.Ткачук.* Водопровідні системи і споруди. К.: Вища школа, 1993. 262 с.
8. *Косінов В.П.* Вдосконалення водопровідних мереж із урахуванням мінливості критеріїв надійності та економічності в процесі експлуатації: дис..канд.техн.наук: 05.03.05. К., 2005. 260 с.

Надійшло до редакції 25.11.2016