

О.А. Петухова, к.т.н., доцент, доцент каф., НУЦЗУ,
С.А. Горносталь, к.т.н., ст. викладач, НУЦЗУ

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЛАДНАННЯ ВНУТРІШНЬОГО ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПРОВОДУ

(представлено д.н. Мізерські А.)

Досліджено основні характеристики обладнання внутрішнього протипожежного водопроводу. Запропоновано порядок вибору характеристик пожежного кран-комплекту, який включає визначення витрати води з пожежного кран-комплекту для напівжорстких рукавів різної довжини, ступеня розгортання і довільних значень тиску у водопровідній мережі.

Ключові слова: пожежний кран-комплект, рукав, тиск, витрата, внутрішній протипожежний водопровід.

Постановка проблеми. Внутрішній протипожежний водопровід (ВПВ) є одним з елементів протипожежного захисту будівлі. Однією з проблем залишається визначення меж його застосування та обладнання різними пристроями, здатними пропустити необхідну кількість води для відведення теплоти, що виділяється при пожежі. Розв'язання цієї проблеми дозволить підвищити рівень протипожежного захисту будівель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При проектуванні будинків і споруд різного призначення фахівцям доводиться вирішувати завдання по забезпеченню безпеки життєдіяльності людей [1]. Найважливішим з них є необхідність захистити будівлю і людей, що в ній знаходяться, від негативних наслідків пожежі. З цією метою застосовують різноманітні засоби, пристрої для виявлення, локалізації та припинення горіння [2-3]. Важливе місце належить системі ВПВ, питаннями удосконалення якої займаються вчені різних країн.

В [4] розглядаються умови, при яких система водопостачання здатна забезпечити необхідний тиск і витрату води для потреб пожежогашіння. Особливу увагу вчені приділяють питанням адекватності розрахунку водопровідної системи [5]. В [6] проаналізовані вимоги до систем протипожежного обладнання, зроблено висновок про необхідність внесення уточнень до нормативних документів з урахуванням особливостей сучасного будівництва. Велика частина робіт присвячена дослідженню облаштування систем ВПВ висотних будівель, вивченню характеристик пожежних кран-комплектів (ПКК) і їх впливу на працездатність системи [7-9]. При цьому залишаються невирішеними питання щодо вибору обладнання ПКК невеликого діаметра для різних типів будівель.

Постановка завдання та його вирішення. Метою роботи є дослідити характеристики ПКК та розробити порядок їх вибору при конкретних умовах експлуатації.

Для підвищення ефективності гасіння пожежі в будівлях незалежно від їх призначення крім ПКК діаметром 50 і 65 мм передбачено встановлення додаткових ПКК діаметром 25 і 33 мм. Таке обладнання приз-

начене для самостійної локалізації загоряння мешканцем або працівником до приїзду пожежних підрозділів. При цьому передбачається значне скорочення часу локалізації загоряння, отже, повинні зменшитися матеріальні і людські втрати. Ефективність використання ПКК залежить від того, наскільки обґрунтовано підібрані комплектуючі частини. Щоб забезпечити надійний протипожежний захист і ліквідувати загоряння з мінімальними втратами, необхідно чітко сформулювати вимоги до обладнання ПКК з урахуванням особливостей ВПВ конкретного будинку.

Експериментальне дослідження фактичних витрат води з ПКК для різних комбінацій його компонентування проведено за допомогою статистичних методів, математичного моделювання та методів теорії планування експерименту. При підготовці до експерименту використана поліноміальна залежність другого порядку, центральний, композиційний, ротатбельний уніформ-план, стандартна план-матриця. Інформації, отриманої при використанні план-матриці повного факторного експерименту, недостатньо щоб визначити коефіцієнти при квадратичних членах рівняння регресії. Для цього використовують зіркові точки. У дворівневому експерименті для чотирьох чинників зоряне плече прийнято $\alpha = 1,41421$.

При складанні плану-матриці експерименту враховано (табл. 1), що кількість води, яку фактично можна отримати з ПКК, залежить від тиску і витрати води у водопровідній мережі, до якої приєднано ПКК. Крім того, на неї впливають характеристики самого ПКК (довжина і тип рукава, діаметр насадка розпилювача). За вимогами нормативних документів ПКК укомплектовують напівжорстким рукавом довжиною 10-30 м. Розпилювач оснащений пристроєм плавної зміни діаметра випускного отвору в діапазоні 4-12 мм. Ці показники відрізняються різними значеннями опору. Вони впливають на втрати тиску, на фактичні витрати води, які можна отримати. Також враховано, що водопровідна мережа може забезпечити тиск 0,1-0,6 МПа. Метою експерименту є з'ясувати, як впливають характеристики водопровідної мережі і обладнання ПКК на витрату води, яку можна отримати з ПКК на потреби пожежогасіння.

Табл. 1. Рівні варіювання факторів

Інтервал варіювання факторів	Тиск в мережі, МПа	Ступінь розгортання рукава %	Діаметр насадка ствола, мм	Довжина рукава, м
Нулевий рівень $x_i = 0$	0,4	60	9	21
Інтервал варіювання	0,2	28	3	6
Нижній рівень $x_i = -1$	0,2	32	6	15
Верхній рівень $x_i = +1$	0,6	88	12	27
Зоряні точки: $x_i = -1.41421$	0,117	20,4	4,8	12,5
$x_i = +1.41421$	0,682	99,6	13,2	29,5
Кодове позначення	X_1	X_2	X_3	X_4

В результаті експериментальних досліджень встановлена емпірична залежність витрати води від тиску у водопровідній мережі, ступеня розгортання рукава, діаметра насадка розпилювача. Перевірка на значимість коефіцієнтів виконана шляхом статистичних оцінок дисперсії і порівняння з критичним значенням критерію Стюдента. Перевірка адекватності моделі здійснена за критерієм Фішера. Обробка результатів вимірювань дозволила записати рівняння регресії для визначення витрати води з ПКК в наступному вигляді:

- для напівжорстких рукавів діаметром 25 мм:

$$y_{25} = 1,6216 + 0,5343x_1 + 0,0706x_2 + 0,61x_3 - 0,0335x_4 + 0,199x_1^2 - 0,0885x_2^2 - 0,1385x_3^2 - 0,0735x_4^2 + 0,1437x_1x_3 + 0,0187x_2x_3 - 0,0063x_3x_4; \quad (1)$$

- для напівжорстких рукавів діаметром 33 мм:

$$y_{33} = 3,678 + 0,8233x_1 + 0,0716x_2 - 0,4526x_3 - 0,0716x_4 - 0,1862x_1^2 - 0,2737x_2^2 - 0,3862x_3^2 - 0,2988x_4^2 - 0,0156x_1x_2 + 0,0781x_1x_3 + 0,0031x_1x_4 + 0,0219x_2x_3 - 0,0156x_2x_4 + 0,0156x_3x_4, \quad (2)$$

де y_{25} і y_{33} - фактичні витрати води з ПКК, л/с; x_1 - тиск у водопровідній мережі, МПа; x_2 - ступінь розгортання рукава, %; x_3 - діаметр насадка розпилювача, мм; x_4 - довжина рукава, м. Результати чисельного рішення рівнянь 1-2 наведені на рис. 1.

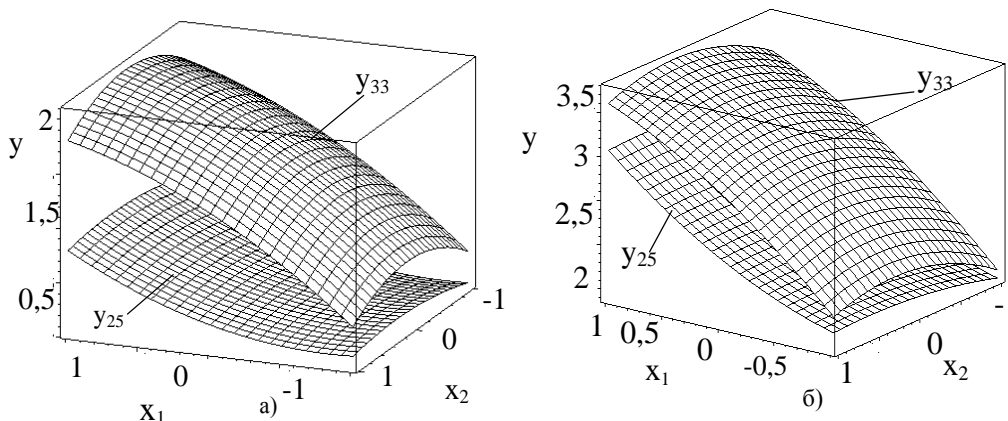


Рис. 1. Залежність фактичних витрат води y з ПКК від тиску в мережі x_1 при ступені розгортання рукава x_2 : а) при діаметрі насадка розпилювача x_3 на мінімальному рівні, довжині рукава x_4 на максимальному рівні; б) при діаметрі насадка розпилювача x_3 на максимальному рівні, довжині рукава x_4 на мінімальному рівні

Аналіз отриманих результатів (рис.1-а) показав, що фактичні витрати води з ПКК в більшій мірі залежать від тиску в мережі і змінюються в широкому діапазоні. Так, при мінімальному тиску витрата приймає значення в інтервалі $0,13 \div 0,15$ л/с, при максимальному $1,04 \div 2,1$ л/с. Такий результат отримано при найбільш не вигідних умовах використання ПКК: мінімальному ступені розгортання рукава, найменшому діаметрі

насадка, максимальній довжині рукава.

Також розрахунок був проведений для найбільш вигідних умов використання ПКК (рис. 1-б): максимальному ступені розгортання рукава, найбільшому діаметрі насадка, мінімальній довжині рукава. Отримано, що при мінімальному тиску витрата приймає значення в інтервалі $0,33 \div 1,43$ л/с, при максимальному $0,79 \div 3,9$ л/с.

Нормативними документами встановлено, що витрата води для ефективного гасіння пожежі повинна бути більше 0,5 л/с. Тільки дотримання цієї умови дозволить забезпечити відведення тієї кількості теплоти, що виділяється під час пожежі. Тому можна зробити висновок про недоцільність застосування ПКК з характеристиками обладнання, яке не забезпечує достатньої витрати води. Дослідження показали, що значний вплив на фактичні витрати води з ПКК оказує тиск в мережі і діаметр рукава. Однак не існує прямої залежності між збільшенням діаметра і зростанням витрат.

Спираючись на результати проведених досліджень, запропоновано порядок вибору характеристик ПКК. Він включає три етапи. На першому етапі визначають необхідні витрати води для успішного гасіння пожежі в залежності від характеристик пожежної навантаження (нижчої теплоти згорання і питомої масової швидкості вигорання). Крім того, враховується час вільного розвитку пожежі і час гасіння пожежі. На другому етапі за допомогою моделей (1) – (2) визначають витрати води з ПКК в залежності від напору. На третьому етапі порівнюють необхідні та фактичні витрати води. Отриманий результат дозволяє обрати ефективний варіант обладнання ПКК та надати рекомендації відносно умов його використання.

Висновки. Експериментально визначено, що витрати води з ПКК, обладнаного напівжорстким рукавом, змінюються в межах $0,13 \div 3,9$ л/с. Найбільший вплив на величину витрат тисне в мережі, до якої приєднано ПКК. Щоб створити оптимальні умови для ефективного гасіння пожежі, обладнання ПКК (рукав, насадок) має забезпечувати найменший опір. Їм відповідає максимальний діаметр рукава і насадка розпилювача, мінімальна довжина рукава. У цьому випадку може бути забезпечена подача води в достатній кількості для різних варіантів планування приміщень незалежно від розташування трубопроводу ВПВ і розміщеного на ньому ПКК.

Запропоновано порядок вибору характеристик ПКК. Його перевагою є можливість оцінити різні характеристики ПКК і їх здатність забезпечити необхідну витрату навіть при несприятливих умовах. Практична цінність запропонованого способу полягає в обґрунтованому виборі обладнання для гасіння пожежі на об'єктах різного призначення. При цьому підвищується протипожежний захист будівель, зменшуються витрати води на гасіння пожежі, знижуються матеріальні прямі і непрямі втрати.

ЛІТЕРАТУРА

1. Chow W.K. Fire Safety Technology Related to Building Design and Construction / Chow W.K. // International Journal of Integrated Engineering. Special Issue on ICONCEES. – 2012. – Vol. 4, Issue 3. – P. 22-26.

2. Węgrzyński W. The philosophy of fire safety engineering in the shaping of civil engineering development / W. Węgrzyński, P. Sulik // Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences. – 2016. – Vol. 64, Issue 4. – P. 719–730.

3. Benfer M.E. Evaluation of Fire Flow Methodologies / Benfer M.E., Scheffey J.L. – Springer New York. Baltimore. – 2015. – 50 p.

4. Yadav A. Assessment of Water Requirement and Calculation of Fire Flow Rates in Water Based Fire Fighting Installation / A. Yadav, P. Patel // International Journal of Innovations in Engineering and Technology. – 2014. – Vol. 4, Issue 1. – P. 5–12.

5. Grimwood P.A. Performance based approach to defining and calculating adequate firefighting water using s.8.5 of the design guide BS PD 7974:5:2014 (fire service intervention) / P. A. Grimwood, I.A. Sanderson // Fire Safety Journal. – 2015. – Vol. 78. – P. 155–167.

6. Liu H. Preliminary Study on the Reliability of Automatic Fire Sprinkler System in High-Rise Buildings. / Liu, H., Huang, X.J., Xie, S.B. // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vol. 501-504. – P. 2348-2351.

7. Weijie, B. L. Analysis of Characteristics and Design Key Points of Water Supply and Drainage Engineering for Fire Control in High-rise Buildings. / Weijie, B. L., Yanan, W. // Journal of Architectural Research and Development. – 2017. – Vol. 1, Issue 2. – P. 6-8.

8. Петухова О.А. Визначення характеристик елементів внутрішнього водопроводу для успішного гасіння пожеж / О.А. Петухова, С.А. Горносталь // Проблеми пожарной безопасности. – 2017. – Вып. 41. – Харьков. – С. 129-136.

9. Петухова О.А. Дослідження фактичних витрат води з пожежних кран-коплектів / О.А. Петухова, С.А. Горносталь, О.О. Шаповалова, С.М. Щербак // Проблеми пожарной безопасности. – 2016. – Вып. 39. – С. 190-195.

Отримано редколегією 19.09.2018

Е.А. Петухова, С.А. Горносталь

Характеристики оборудования внутреннего противопожарного водопровода

Исследованы основные характеристики оборудования внутреннего противопожарного водопровода. Предложен порядок выбора характеристик пожарного кран-комплекта, который включает определение расхода воды из пожарного кран-комплекта для полужестких рукавов различной длины, степени развертывания и произвольных значений давления в водопроводной сети.

Ключевые слова: пожарный кран-комплект, рукав, давление, расход, внутренний противопожарный водопровод.

O. Petuhova, S. Gornostal

Characteristics of the equipment of the internal fire pipeline

The main characteristics of the equipment of the internal fire-fighting water supply system were investigated. A procedure has been proposed for selecting the characteristics of a fireplug kit, which includes determining the flow rate of water from a fireplug kit for semi-solid hoses of various lengths, degree of deployment, and arbitrary pressures in the water supply network.

Keywords: fire faucet, sleeve, flow, pressure, internal fire water supply.