

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

## СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ВОДИ З ПОЖЕЖНИХ КРАН-КОМПЛЕКТІВ ВИСОТНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

(представлено д.т.н. Чубом І.А.)

Запропоновано спосіб визначення фактичних витрат води з пожежного кран-комплекту, встановленого в квартирі або на сходовій клітині висотної житлової будівлі. Спосіб дозволяє визначити витрату для рукавів довільної довжини, плоскоскладаних і напівжорстких, с різним ступенем розгортання та при довільних значеннях тиску в мережі. Застосування способу забезпечує виконання умови успішного гасіння пожежі.

**Ключові слова:** пожежний кран-комплект, рукав, розпорошувач, витрата, напір, внутрішній протипожежний водопровід.

**Постановка проблеми.** Основною тенденцією розвитку сучасних міст є будівництво висотних будівель різного призначення. Причин для цього декілька. По-перше, земля в межах міста дуже дорого коштує, по-друге, її просто не вистачає. Це ставить перед фахівцями, які займаються системами життєзабезпечення будівель, складні задачі [1]. Їм треба передбачити низку заходів, націлених на захист людей, що знаходяться в будівлях, від негативних факторів пожежі [2].

Протипожежний захист – комплекс заходів, направлених на попередження пожежі та зменшення ушкодження від нього. Для цього застосовують різні засоби, прилади, обладнання, які допомагають своєчасно виявити, локалізувати та припинити горіння. Одним з елементів протипожежного захисту об'єктів є внутрішній протипожежний водопровід (ВПВ). Існує проблема з визначенням характеристик складових додаткових пожежних кран-комплектів (ПКК), встановлення яких є обов'язковим в квартирах висотних житлових будівель та в шафах пожежних кран-комплектів діаметром 50 або 65 мм будівель будь-якого призначення. Вони призначені для подачі води на гасіння пожежі в початковій стадії. Для того щоб забезпечити їх ефективно застосування, необхідно запропонувати обґрунтований алгоритм вибору обладнання ПКК, здатного забезпечити подачу води для відведення теплоти, що виділяється при пожежі, та за рахунок цього підвищити рівень протипожежного захисту будівель.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Значна увага науковців направлена на підвищення ефективності гасіння пожежі за допомогою ПКК. Так, в [3] розглядаються питання адекватності розрахунку водопровідної системи та пропонується при проектуванні системи водопостачання будівлі спиратися на фактичні витрати води, що були використані пожежними при гасінні пожежі в подібних будівлях. Але при цьому виникає необхідність оперувати значною кількістю статистичних даних та постає питання з визначенням їх достовірності. В [4] розглядаються умо-

ви, при яких система водопостачання здатна забезпечити необхідний тиск і витрату води для потреб пожежогасіння. При цьому автор також звертає увагу на необхідності проведення великої кількості досліджень, які допоможуть визначити параметри водопровідної мережі.

В [5] проведено аналіз методів пожежогасіння, який показав необхідність подальшого розвитку існуючих та пошуку нових систем протипожежного захисту. Нормативними документами пропонується витрати води з ПКК, що встановлюються в квартирах висотних житлових будівель, приймати рівними 0,5 л/с. Недоліком цього є те, що не враховуються жодні характеристики ПКК, а для варіанту встановлення ПКК на сходових клітинах витрати води взагалі не регламентуються. Таким чином, дослідження способу зменшення витрат води на гасіння пожежі та зниження матеріальних прямих та побічних витрат від пожежі є актуальною науковою задачею.

**Постановка завдання та його вирішення.** В основу роботи поставлено завдання по визначенню умов застосування ПКК у висотних будівлях житлового призначення. Водопровідна мережа повинна забезпечити подачу води на потреби пожежогасіння в необхідному обсязі і з необхідним напором. Поставлена мета досягається за рахунок визначення фактичних витрат з ПКК, встановленого в квартирі та на сходовій клітині висотної житлової будівлі, для плоскоскладаних і напівжорстких рукавів довільної довжини при різних значеннях ступеню їх розгортання та довільних значеннях тиску в мережі, що забезпечує виконання умови успішного гасіння пожежі. Дослідження проводились з використанням теорії планування експерименту та імітаційного моделювання.

Умовою успішного гасіння пожежі в будівлі за допомогою ПКК є здатність ПКК забезпечити подачу необхідних витрат води на пожежогасіння

$$q_n \leq q_{\phi}, \quad (1)$$

де  $q_n$  – необхідні витрати води [6, 7], які залежать від характеристик пожежного навантаження будівлі (нижча теплота згорання, приведена масова швидкість вигорання, лінійна швидкість розповсюдження полум'я), характеристик вогнегасної речовини (кількість теплоти, що відводиться водою), часу вільного розвитку пожежі, часу подачі вогнегасної речовини, конструктивних характеристик будівлі;  $q_{\phi}$  – фактичні витрати води з ПКК [8], які визначаються шляхом регресійного аналізу та залежать від тиску в водопровідній мережі, діаметра ПКК, довжини та типу рукава, ступеня його розгортання, діаметра розпорошувача

$$q_{\phi} = f(H, S, d, l), \quad (2)$$

де  $H$  – величина фактичного тиску в водопровідній мережі (залежить від місця встановлення ПКК, змінюється від 0,02 до 0,9 МПа), кодове позначення  $x_1$ ;  $S$  – ступінь розгортання рукава (залежить від місця встановлення ПКК та його віддаленості від можливого місця виникнення пожежі),

кодове позначення  $x_2$ ;  $d$  – діаметр випускного отвору розпорошувача, кодове позначення  $x_3$ ;  $l$  – довжина рукава, кодове позначення  $x_4$ .

Для визначення витрат води за залежностями [8, 9] натуральні величини факторів перераховуються у кодові:

а)  $x_1$  – кодова величина фактичного напору в водопровідній мережі ( $H_{Г-п}$ ,  $H_{ВПВ}$ , М):

– для підключення ПКК до господарсько-питної мережі

$$x_1 = \frac{H_{Г-п} - 23}{15}; \quad (3)$$

– для підключення ПКК до внутрішнього протипожежного водопроводу

$$x_1 = \frac{H_{ВПВ} - 50}{25}; \quad (4)$$

б)  $x_2$  – кодова величина ступеня розгортання рукава *stup* (виходячи з місця встановлення ПКК в квартирі або в шафі, та його віддаленості від можливого місця виникнення пожежі, або найвіддаленішої точки захисту)

$$x_2 = \frac{stup - 60}{28}; \quad (5)$$

в)  $x_3$  – кодова величина діаметру випускного отвору розпорошувача  $d_n$

$$x_3 = \frac{d_n - 9}{3}; \quad (6)$$

г)  $x_4$  – кодова величина довжини рукава  $l_p$

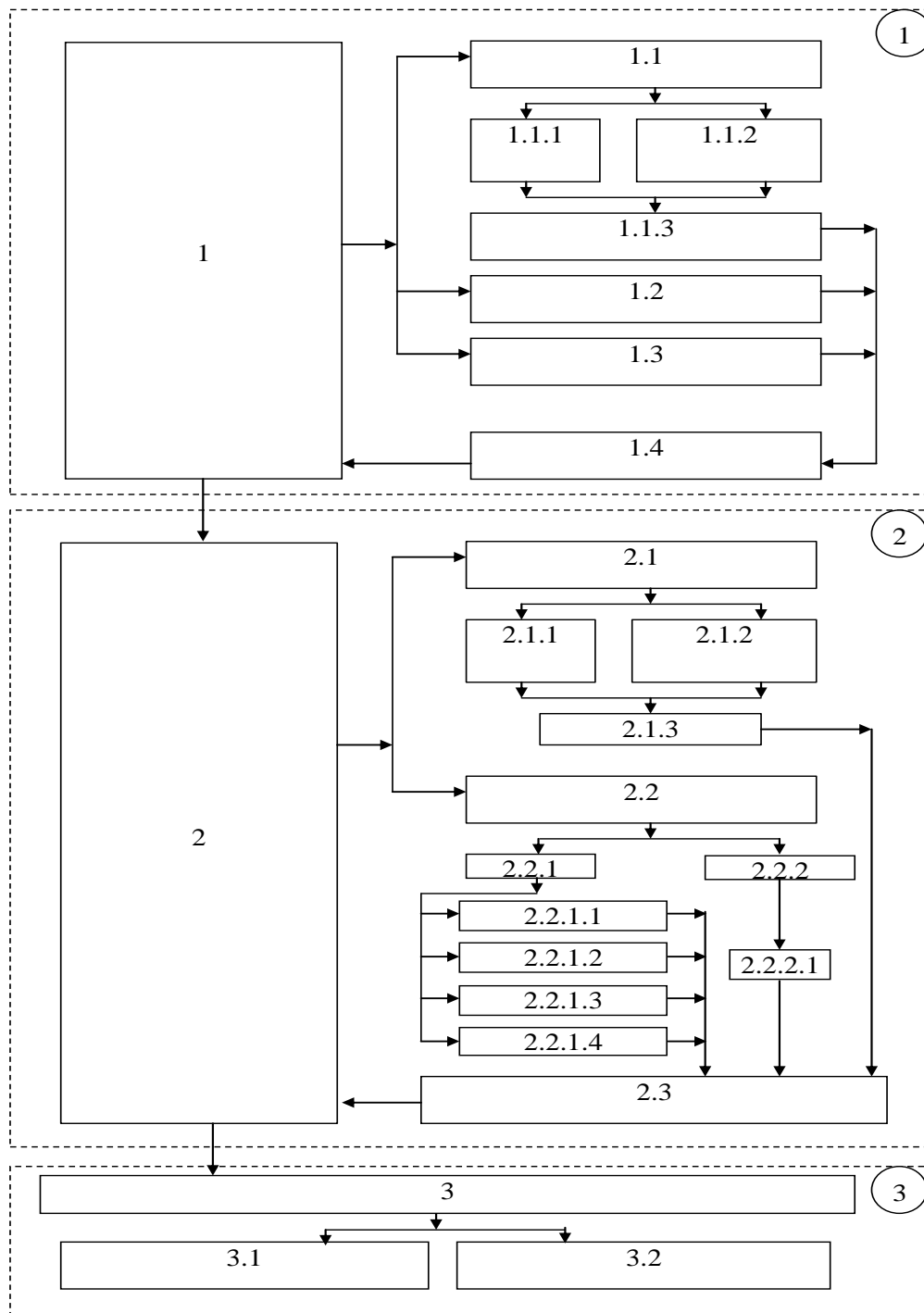
$$x_4 = \frac{l_p - 21}{6}. \quad (7)$$

Порівняння необхідних та фактичних витрат води з ПКК з різними характеристиками дає можливість прийняти рішення щодо складових ПКК. Можливі значення приймаються за умовою, що фактичні витрати води, що одержуються з ПКК, укомплектованого складовими з визначеними характеристиками, не менші ніж необхідні витрати води для заданої будівлі.

За умовою, що всі розраховані варіанти комплектування ПКК не забезпечують можливість подачі необхідної кількості води на пожежогасіння (або мінімальні нормативні витрати), приймається рішення щодо комплектування ПКК обладнанням, що забезпечує мінімальні втрати тиску (найбільші діаметри випускного отвору розпорошувача та рукава, найменша довжина рукава). Крім того, надаються пропозиції щодо умов використання ПКК. Наприклад: при спрацьовуванні ПКК включати насоси-підвищувачі

та забезпечувати тиск в мережі не менш ніж визначений; якщо час початку використання ПКК перебільшує зазначений час, використовувати ПКК, що приєднані до внутрішнього протипожежного водопроводу, та інші.

Для визначення характеристик ПКК для конкретної житлової висотної будівлі пропонується алгоритм, який складається з трьох блоків (рис. 1).



**Рис. 1. Схема способу визначення характеристик пожежних кран-комплектів висотних житлових будівель**

Запропонований спосіб визначення характеристик пожежних кран-комплектів висотних житлових будівель працює таким чином. В першому

блоці визначають необхідні витрати води для успішного гасіння пожежі. Для цього передбачається введення характеристик пожежного навантаження (поз. 1.1), що складаються з нижчої теплоти згорання (поз. 1.1.1) та приведеної масової швидкості вигорання (поз. 1.1.2). Ці показники дають можливість розрахувати додатковий параметр  $X$  (поз. 1.1.3).

Крім того задають час вільного розвитку пожежі (поз. 1.2) та час гасіння пожежі (поз. 1.3). Після цього розраховують необхідні витрати води (поз. 1.4) для гасіння пожежі.

В другому блоці визначають фактичні витрати води з пожежного кран-комплекту. Для цього потрібно ввести характеристики водопровідної мережі (поз. 2.1), а саме її тип – господарсько-питна (поз. 2.1.1) або внутрішній протипожежний водопровід (поз. 2.1.2), що визначає напір в мережі (поз. 2.1.3). Також вводять характеристики пожежного кран-комплекту (поз. 2.2), а саме характеристики рукава (поз. 2.2.1) та характеристики розпорошувача (поз. 2.2.2). До характеристик рукава належать: тип рукава (поз. 2.2.1.1), діаметр рукава (поз. 2.2.1.2), довжина рукава (поз. 2.2.1.3) та ступінь розгортання рукава (поз. 2.2.1.4); до характеристик розпорошувача належать: діаметр розпорошувача (поз. 2.2.2.1). Після того розраховують фактичні витрати води (поз. 2.3).

В третьому блоці (поз. 3) порівнюють необхідні та фактичні витрати води. Спираючись на отриманий результат, формулюють висновок про обладнання пожежного кран-комплекту (поз. 3.1) та (або) надають рекомендації щодо умов використання пожежного кран-комплекту (поз. 3.2).

**Висновки.** Запропонований спосіб визначення витрат води з ПКК дозволяє обґрунтовано обрати обладнання, яке здатне забезпечити успішне гасіння пожежі шляхом забезпечення подачі необхідних витрат. При цьому враховується довільна довжина плоскоскладаних і напівжорстких рукавів, ступень їх розгортання та довільні значення тиску в мережі. Практична цінність запропонованого способу полягає в обґрунтованому виборі обладнання для гасіння пожежі в висотних житлових будівлях. При цьому зменшуються витрати води на гасіння пожежі та знижуються матеріальні прями та побічні втрати.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Yu-ting, E. The Research on the Current Safety Status of High-rise Building at Home and Abroad [Text] / E.Yu-ting, Li Zhou // Procedia Engineering. – 2016. – Vol. 135. – P. 574-577.

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

3. Grimwooda 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) [Text] / P.A. Grimwooda,

I.A. Sanderson // Fire Safety Journal. – November, 2015. – Vol. 78. – P. 155–167.

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

5. 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.

6. Петухова О.А. Розробка пропозицій по вибору пожежних кран-комплектів для встановлення у житлових будівлях висотою понад 47. / О.А. Петухова, С.А. Горносталь // Проблеми пожарной безопасности. – Вып. 40. – 2016. – Харьков. – С. 153-157.

7. Горносталь С.А. Исследование условий эффективного применения пожарных кран-комплектов в высотных жилых зданиях / С.А. Горносталь, Е.А. Петухова, С.Н. Щербак, Е.А. Шаповалова // Science and Education a New Dimension, Natural and Technical Sciences. – V(15), Issue 140. – 2017. – P. 56-59.

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

*Отримано редколлегиею 10.03.2018*

Е.А. Петухова, С.А. Горносталь, С.Н. Щербак

**Способ определения расходов воды из пожарных кран-комплектов высотных жилых зданий**

Предложен способ определения фактического расхода воды из пожарного кран-комплекта, установленного в квартире или на лестничной клетке высотной жилого здания. Способ позволяет определить расход для рукавов произвольной длины, плоскоскатанных и полужестких, с разной степенью развертывания и при произвольных значениях давления в сети. Применение способа обеспечивает выполнение условия успешного тушения пожара.

**Ключевые слова:** пожарный кран-комплект, рукав, распылитель, расход, напор, внутренний противопожарный водопровод.

**O. Petuhova, S. Gornostal, S. Shcherbak**

**A method for determining the flow of water from fire faucet of high-rise residential buildings**

A method is proposed for determining the actual flow of water from a fire cock-kit installed in an apartment or on a stairwell of a high-rise residential building. The method allows you to determine the flow rate for hoses of arbitrary length, flat and semi-rigid, with varying degrees of deployment and for arbitrary pressure values in the network. The application of the method ensures that the condition of successful fire extinguishing is met.

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