

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

## ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТИЧНИХ ВИТРАТ ВОДИ З ПОЖЕЖНИХ КРАН-КОМПЛЕКТІВ

(представлено д-ром техн. наук Андроновим В.А.)

Для забезпечення успішного гасіння пожеж в висотних житлових будівлях за допомогою пожежних кран-комплектів та конкретизації області їх використання проведено дослідження їх характеристик. Отримано та проаналізовано моделі визначення фактичних витрат води, що можна одержати з пожежних кран-комплектів.

**Ключові слова:** пожежний кран-комплект, витрати води, модель.

**Постановка проблеми.** Використання пожежних кран-комплектів (ПКК) в будівлях регламентується вимогами [1, 2]. В документі сказано, що прилад встановлюється після лічильника та повинен забезпечити подачу води в будь-яку точку квартири, довжина струменя при цьому повинна складати 3 м. Вибір характеристик ПКК впливає на ефективність використання даного пристрою для гасіння пожежі в початковій її стадії, але чітких вимог для здійснення цього вибору немає.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В роботах [3, 4] проаналізовано різні причини, що впливають на ефективність систем внутрішнього протипожежного водопостачання висотних будівель. Авторами робіт запропоновані заходи, направлені на підвищення їхньої надійності шляхом своєчасного та якісного обслуговування. Але питання визначення фактичних характеристик елементів цих систем залишаються невирішеними.

За вимогами [5] до складу ПКК входить напівжорсткий рукав та розпорошувач визначеного діаметру випускного отвору, але виробники найчастіше комплектують ПКК плоскозгорнутими рукавами довжиною близько 15 м з розпорошувачем, який оснащений пристроєм плавної зміни діаметра випускного отвору, які мають інші значення опору та відповідно впливають на втрати напору в складових ПКК та фактичну кількість води, що з нього можливо одержати. Дослідження для рукавів діаметром 19 мм, довжиною 15 м показали, що втрати напору в рукаві можуть змінюватись від 1,1 м до 2,4 м, а витрати води від 0,15 л/с до 0,4 л/с [6].

**Постановка завдання та його вирішення.** Для визначення характеристик складових ПКК, що забезпечать успішне гасіння пожеж в умовах висотних житлових будівель, та конкретизації області їх використання необхідно провести ряд дослідів ПКК зі всіма їх можливими характеристиками.

ПКК з плоскозгорнутими рукавами діаметром 25 мм призначені для встановлення в шафах ПКК та в квартирах. В залежності від точки їх

приєднання гарантований тиск перед ПКК може знаходитися в межах від 0,02 МПа до 0,9 МПа, що значно впливає на фактичні витрати води, які реально одержати для гасіння пожежі.

Для визначення витрат води з ПКК, укомплектованого плоскозгорнутим рукавом діаметром 25 мм, довжиною 15 м та розпорошувачем з можливістю зміни діаметра випускного отвору від 2 мм до 7 мм, проведений трифакторний дворівневий експеримент. Використаний центральний, композиційний, рототабельний уніформ-план [7].

В табл. 1 наведені відомості про рівні варіювання факторів, при цьому межі змін факторів приймалися виходячи з вимог нормативних документів, пропозицій виробників відповідного обладнання, умов реального використання ПКК в квартирах висотних житлових будівель та умов лабораторії.

**Табл. 1. Рівні варіювання факторів**

Інтервал варіювання та рівень факторів	Тиск в мережі, м	Відстань від точки приєднання ПКК до ствола, м	Діаметр випускного отвору розпорошувача, мм
Нульовий рівень $x_1 = 0$	12	5,76	4,5
Інтервал варіювання	6	2,31	1,48
Нижній рівень $x_1 = -1$	6	3,45	3,02
Верхній рівень $x_1 = +1$	18	8,07	5,98
Зоряні точки: $x_1 = -1,682$	2	1,87	2
$x_1 = +1,682$	22	9,65	7
Кодове позначення	$x_1$	$x_2$	$x_3$

Обробка результатів експерименту виконувалась за допомогою програмного продукту «Планирование экспериментов» (рис. 1), розробленого кафедрою інформатики ХНУБА. В основу цього програмного продукту покладені стандартні залежності [7], за якими в якості результатів розрахунку визначаються коефіцієнти рівняння регресії, довірчий інтервал істинного значення коефіцієнтів; оцінка дисперсії коефіцієнтів; оцінка дисперсії помилок дослідів; остаточна сума квадратів; кількість ступенів свободи.

Обробка результатів вимірювань дозволила визначити коефіцієнти рівняння регресії та записати модель витрат води з ПКК у:

$$\begin{aligned}
 y = & 0,13056 + 0,04267x_1 + 0,00259x_2 + 0,00613x_3 + \\
 & + 0,00225x_1^2 + 0,0039x_2^2 + 0,01894x_3^2 + \\
 & + 0,00903x_1x_2 - 0,00513x_1x_3 - 0,0016x_2x_3.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Аналіз (1) показав, що на витрати води з ПКК, укомплектованого плоскозгорнутим рукавом діаметром 25 мм, довжиною 15 м, найзначніше впливає напір в мережі  $x_1$ , та при його зміні від 2 м до 22 м (при умові приєднання ПКК до господарчо-питного водопроводу, тобто встанов-

лення ПКК в квартирі), витрати можуть складати (рис. 2-4):

- від 0,08 л/с до 0,26 л/с при середній відстані від точки приєднання ПКК до точки розміщення розпорощувача,
- від 0,1 л/с до 0,24 л/с при мінімальному значенні ступеня розгортання рукава,
- від 0,06 л/с до 0,3 л/с при максимальному значенні ступеня розгортання рукава.

План эксперимента - расход 25-фактора.rez

Сохранение результата Вычисления Выход

X	X(1)	X(2)	X(3)	Y	Y <sub>mod</sub>	dY
1	1.00000	1.00000	1.00000	0.16863	0.21078	-0.04215
2	1.00000	1.00000	-1.00000	0.22336	0.20910	0.01426
3	1.00000	-1.00000	1.00000	0.15152	0.18785	-0.03633
4	1.00000	-1.00000	-1.00000	0.19231	0.18554	0.00677
5	-1.00000	1.00000	1.00000	0.08326	0.11764	-0.03438
6	-1.00000	1.00000	-1.00000	0.10417	0.09545	0.00872
7	-1.00000	-1.00000	1.00000	0.08897	0.13084	-0.04187

Оценка дисперсии коэффициентов

SIKV(4)	SIKV(5)	SIKV(6)	SIKV(7)	SIKV(8)	SIKV(9)	SIKV(10)
1.1534E-004	1.0940E-004	1.0930E-004	1.0821E-004	1.9761E-004	1.9761E-004	1.9761E-004

Коэффициенты уравнения регрессии в нормированных единицах

X0	X1	X2	X3	X1^2	X2^2	X3^2
0.13056	0.04267	0.00259	0.00613	0.00225	0.00390	0.01894

Доверительный интервал истинного значения коэффициентов

SIEP(1)	SIEP(2)	SIEP(3)	SIEP(4)	SIEP(5)	SIEP(6)	SIEP(7)
2.7572E-002	1.8283E-002	1.8281E-002	1.8257E-002	1.7781E-002	1.7773E-002	1.7684E-002

Оценка дисперсий ошибок наблюдений 1.5809E-003

Остаточная сумма квадратов 1.5809E-002

Число степеней свободы 10 **В центре плана Y=...**

Рис. 1. Вікно програми «Планирование экспериментов»

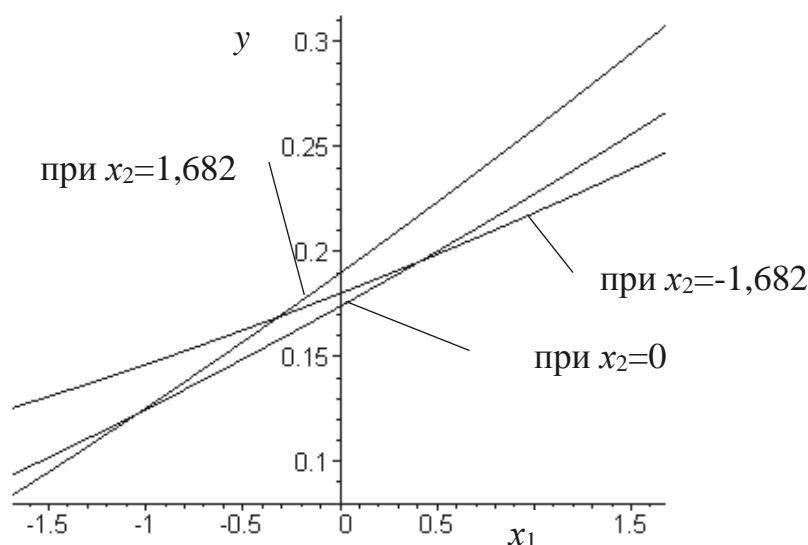
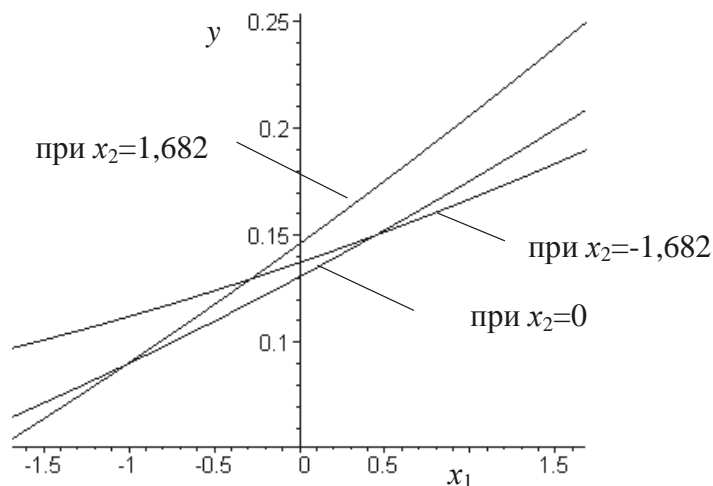
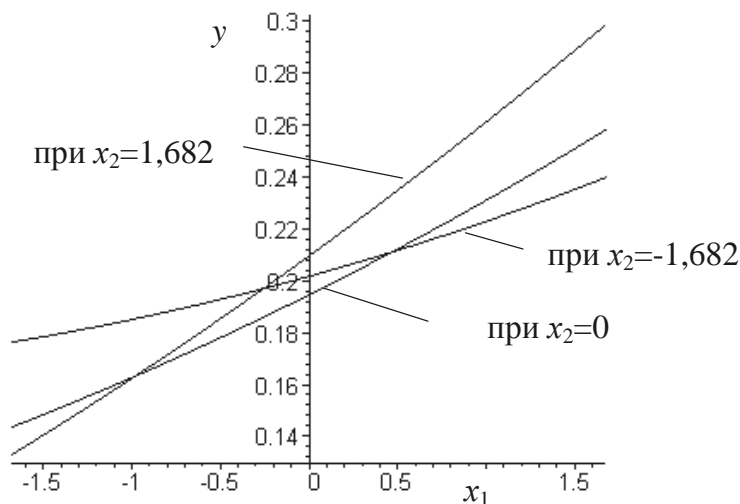


Рис. 2. Залежність витрат води з ПКК у від напору в мережі  $x_1$  при ступені розгортання рукава  $x_2$  на мінімальному, середньому та максимальному рівнях (для мінімального значення діаметра випускного отвору розпорощувача)



**Рис. 3.** Залежність витрат води з ПКК  $y$  від напору в мережі  $x_1$  при ступені розгортання рукава  $x_2$  на мінімальному, середньому та максимальному рівнях (для середнього значення діаметра випускного отвору розпорощувача)



**Рис. 4.** Залежність витрат води з ПКК  $y$  від напору в мережі  $x_1$  при ступені розгортання рукава  $x_2$  на мінімальному, середньому та максимальному рівнях (для максимального значення діаметра випускного отвору розпорощувача)

Аналізуючи експериментальні дані витрат води з ПКК, укомплектованого плоскозгорнутим рукавом діаметром 19 мм [6] та 25 мм можна зробити наступні висновки:

- значний вплив на фактичні витрати води з ПКК має напір в мережі (витрати змінюються від 0,06 л/с до 0,4 л/с);
- фактичні витрати води, які одержуються з ПКК, залежать не лише від діаметра рукава та не завжди збільшуються при збільшенні його діаметру (витрати води для рукавів діаметром 19 мм дорівнюють (0,15 ÷ 0,4) л/с, а для рукавів 25 мм (0,06 ÷ 0,3) л/с);

– при підключенні ПКК до господарчо-питної мережі та комплектації ПКК плоскозгорнутим рукавом значний вплив на можливість успішного використання ПКК має розміщення пожежного навантаження в

приміщенні (втрати напору найбільші при найменшій відстані від точки приєднання ПКК до осередку пожежі, відповідно витрати води складають  $(0,06 \div 0,4)$  л/с);

– вибір характеристик обладнання ПКК необхідно здійснювати розрахунком фактичних витрат води для конкретних умов встановлення ПКК, а доцільність використання встановленого ПКК визначати порівнянням фактичних витрат води з необхідними витратами для успішного гасіння пожежі.

Аналогічно вплив напору в мережі на витрати води з ПКК при середньому ступені розгортання рукава показав, що витрати води складатимуть (рис. 5):

– від 0,07 л/с до 0,25 л/с при середньому значенні діаметра насадки розпорощувача,

– від 0,1 л/с до 0,3 л/с при мінімальному значенні діаметра насадки розпорощувача,

– від 0,14 л/с до 0,3 л/с при максимальному значенні діаметра насадки розпорощувача.

Для розробки рекомендацій по вибору характеристик ПКК в залежності від умов їх експлуатації та для забезпечення успішного гасіння пожежі з ПКК необхідно провести ряд дослідів ПКК з іншими характеристиками (тип та довжина рукава, тип та діаметр розпорощувача).

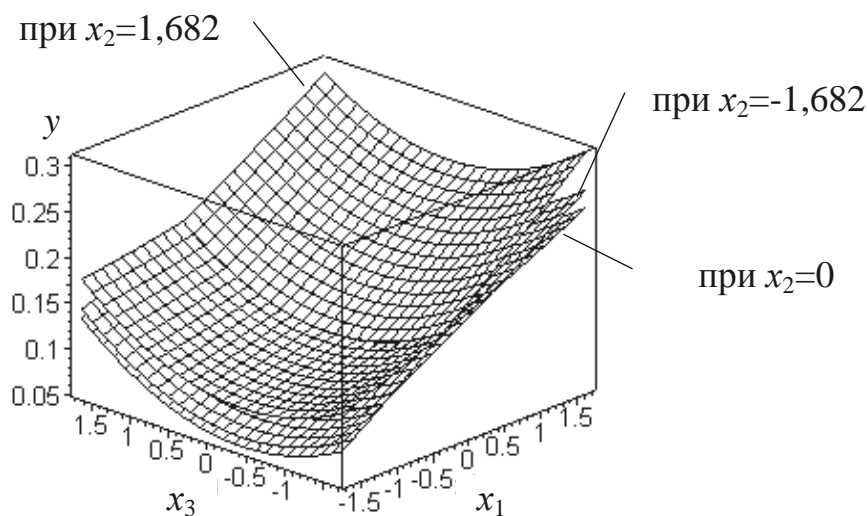


Рис. 5. Залежність витрат води з ПКК  $y$  від напору в мережі  $x_1$  та діаметра насадки розпорощувача  $x_3$  при ступені розгортання рукава  $x_2$  на мінімальному, середньому та максимальному рівнях

**Висновки.** В результаті дослідження витрат води з ПКК для плоскозгорнутих рукавів діаметром 19 мм та 25 мм довжиною 15 м було визначено робочі характеристики ПКК, встановлення яких передбачено в квартирах житлових висотних будівель.

Дослідження показали, що значний вплив на фактичні витрати води з ПКК має напір в мережі. Також витрати води залежать від діаметра рукава, але вони не завжди збільшуються при збільшенні його діаметру.

Значний вплив на можливість успішного використання ПКК має розміщення пожежного навантаження в приміщенні. Для забезпечення успішного гасіння пожежі з ПКК планується розробити рекомендацій по вибору характеристик ПКК в залежності від умов їх експлуатації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. ДБН В.2.5-64:2012. – [Чинний від 01-03-13]. – К.: Держбуд України, 2013. – 135 с.
2. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків. ДБН В.2.2-24:2009. – [Чинний від 11-09-2009]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 105 с.
3. Мешман Л.М. Внутренний противопожарный водопровод. Проблемы эффективного использования в зданиях с массовым пребыванием людей / Л.М. Мешман, В.А. Былинкин, Р.Ю. Губин // Пожарная безопасность. - ВНИИПО, 2006. - № 3. – С. 57-70.
4. Корольченко Д.А. Применение тонкораспыленной воды для тушения пожаров в зданиях / Д.А. Корольченко, В.Ю. Громовой, Ворогушин О.О. // Пожаровзрывобезопасность. – М.: Пожнаука, 2011. – Том 20, № 9. – С. 54-57.
5. Пожежна техніка. Кран-комплекти пожежні. Частина 1. Кран-комплекти пожежні з напівжорсткими рукавами. Загальні вимоги (EN 671-1:2001, MOD): ДСТУ 4401-1-2005. [Чинний від 25-05-05]. – К.: Держспоживстандарту України, 2005. – 22 с.
6. Петухова О.А. Дослідження характеристик пожежних кран-комплектів / О.А. Петухова, С.А.Горносталь, С.М. Щербак // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ, 2015. – Вып. 37. – С. 154-159. – Режим доступа: [http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol37/Ppb\\_2015\\_37\\_29.pdf](http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol37/Ppb_2015_37_29.pdf).
7. Налимов В.В. Теория эксперимента / В.В. Налимов. – М.: Наука, 1971. – 207 с.

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

### **Исследование фактических расходов воды из пожарных кран-комплектов**

Для обеспечения успешного тушения пожаров в высотных жилых зданиях при помощи пожарных кран-комплектов и конкретизации области их использования проведено исследование их характеристик. Получены и проанализированы модели определения фактических расходов воды, которые можно получить из пожарных кран-комплектов.

**Ключевые слова:** пожарный кран-комплект, расход воды, модель.

E.A. Petuhova, S.A. Gornostal, E.A. Shapovalova, S.N. Shcherbak

### **Study actual water flow from fire hydrants kits**

To ensure the success of extinguishing fires in high-rise residential buildings with the help of a fire hydrant kits and specifying areas of their use studied their characteristics. Obtained and analyzed patterns determine the actual water flow, which can be obtained from the fire crane kits.

**Keywords:** fire hydrant kit, water flow, model.