

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЖЕЖНИХ КРАН-КОМПЛЕКТІВ

(представлено д-ром техн. наук Росохою С.В.)

Одержано та проаналізовано моделі визначення втрат напору в плоскогорнутих рукавах, які входять до складу пожежних кран-комплектів, та витрат води, що можна фактично одержати з пожежних кран-комплектів.

Ключові слова: пожежний кран-комплект, рукав, опір, витрати води.

Постановка проблеми. З введенням в дію ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» та ДБН В.2.2-24:2009 «Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків» у кожній квартирі будівель висотою понад 47 м встановлюється квартирний пожежний кран-комплект (ПКК), який складається з рукава та розпорошувача. Вибір характеристик елементів ПКК впливає на ефективність використання даного пристрою для гасіння пожежі в початковій її стадії, але вимог для здійснення цього вибору немає.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За вимогами [1] ПКК комплектуються відповідно до вимог [2], а саме: довжина рукава – до 30 м, діаметр рукава – 19 мм, 25 мм або 33 мм, тип рукава – напівжорсткий, діаметр випускного отвору розпорошувача – $(4 \div 12)$ мм [3]. Але виробники найчастіше комплектують ПКК плоскогорнутими рукавами довжиною близько 15 м з розпорошувачем, який оснащений пристроєм плавної зміни діаметра випускного отвору від 2 мм до 7 мм та перетворення одержаного струменя з компактного на розпорошений.

Постановка завдання та його вирішення. Для визначення робочих характеристик ПКК, що встановлюються в квартирах житлових висотних будівель, необхідно визначити втрати напору в рукавах та розпорошувачі, а також фактичну витрату води, яку можливо одержати з ПКК.

Для визначення втрат напору в рукаві проведений експеримент з ПКК, який укомплектований рукавом довжиною 15 м, діаметром 19 мм. Проведений двофакторний дворівневий експеримент. Використаний центральний, композиційний, рототабельний уніформ-план [4].

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 ре-

ального використання ПКК в квартирах висотних житлових будівель та умов лабораторії.

Табл. 1. Рівні варіювання факторів

Інтервал варіювання та рівень факторів	Тиск в мережі, м	Ступінь розгортання рукава, % (відстань між манометрами, м)
Нульовий рівень $x_i = 0$	12	40 (5,76)
Інтервал варіювання	8	27 (3,89)
Нижній рівень $x_i = -1$	4	13 (1,87)
Верхній рівень $x_i = +1$	20	67 (9,65)
Кодове позначення	x_1	x_2

При проведенні експерименту рукав приєднався до трубопроводу водопровідної мережі [5], в якій тиск змінюється в межах (4 ÷ 20) м. У ході експерименту визначалися дві величини (рис. 1):

- показання манометру в кінці рукава, що дозволило визначити втрати напору в рукаві;
- показання лічильника води, що є витратами води з ПКК.

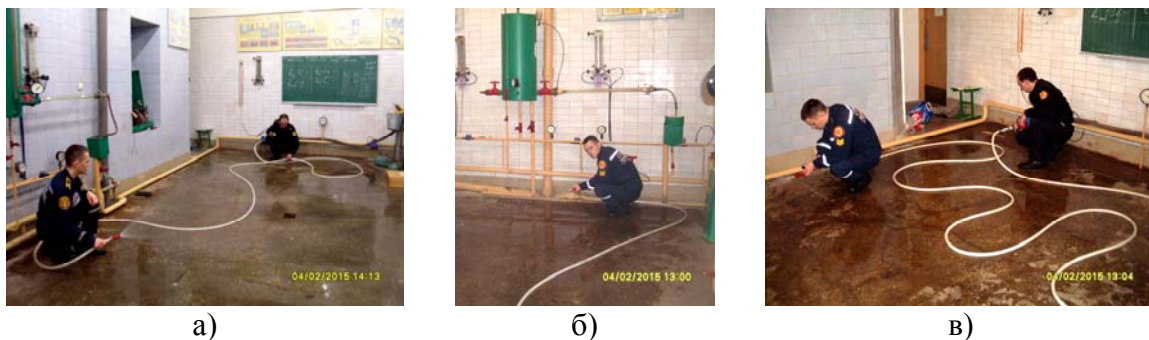


Рис. 1. Вимірювання втрат напору та витрат води з ПКК при змінах напору в мережі та відстані між манометрами (ступінь розгортання рукава): а) 5,76 м (40 %); б) 9,65 м (67 %); в) 1,87 м (13 %)

План-матриця дослідження та результати вимірювань наведені в табл. 2, де y_1 – втрати напору в рукаві, м; y_2 – витрати води з ПКК, л/с.

Обробка результатів експерименту виконувалась за допомогою програмного продукту «Планирование экспериментов», розробленого кафедрою інформатики ХНУБА (версія 1.2 від 20.03.2000 року). В основу цього програмного продукту покладені стандартні залежності [4], 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.

Табл. 2. План-матриця дослідження та результати вимірювань

Дослід	Планування		Результат	
	x_1	x_2	y_1	y_2
1	+1	+1	2,25	0,39
2	+1	-1	2,5	0,4
3	-1	+1	2	0,17
4	-1	-1	1,3	0,18
5	0	0	1,15	0,31
6	+1	0	2	0,4
7	-1	0	2	0,16
8	0	+1	1,25	0,3
9	0	-1	1,25	0,31

Обробка результатів вимірювань дозволила визначити коефіцієнти рівняння регресії. Після оцінки їх значимості модель втрат напору в рукаві y_1 можна записати:

$$y_1 = 1,189 + 0,242\delta_1 + 0,075\delta_2 + 0,792\delta_1^2 + 0,042\delta_2^2 - 0,238\delta_1\delta_2. \quad (2)$$

Аналіз (2) показав, що втрати напору в рукаві y_1 діаметром 19 мм довжиною 15 м в залежності від напору в мережі та ступеня розгортання рукава (відстані точки підключення рукава до точки розташування ствола під час гасіння пожежі) можуть знаходитися в межах (1,1 ÷ 2,4) м (рис. 2, 3).

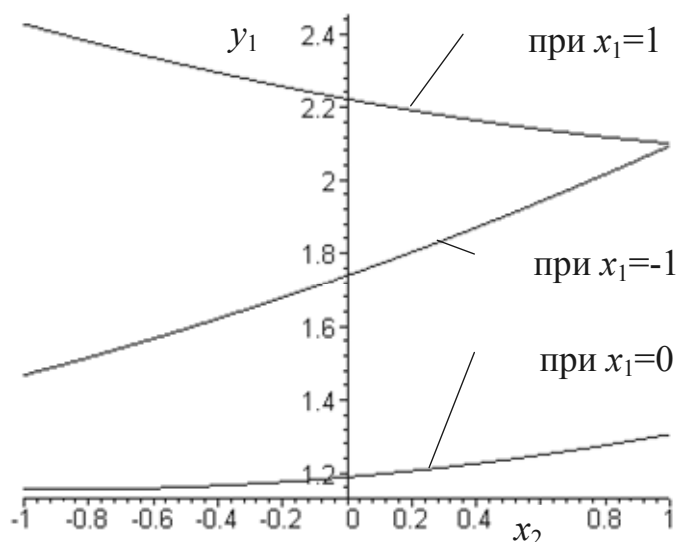


Рис. 2. Залежність втрат напору в рукаві y_1 від ступеня розгортання рукава x_2 при напорі в мережі x_1 на мінімальному, середньому та максимальному рівнях

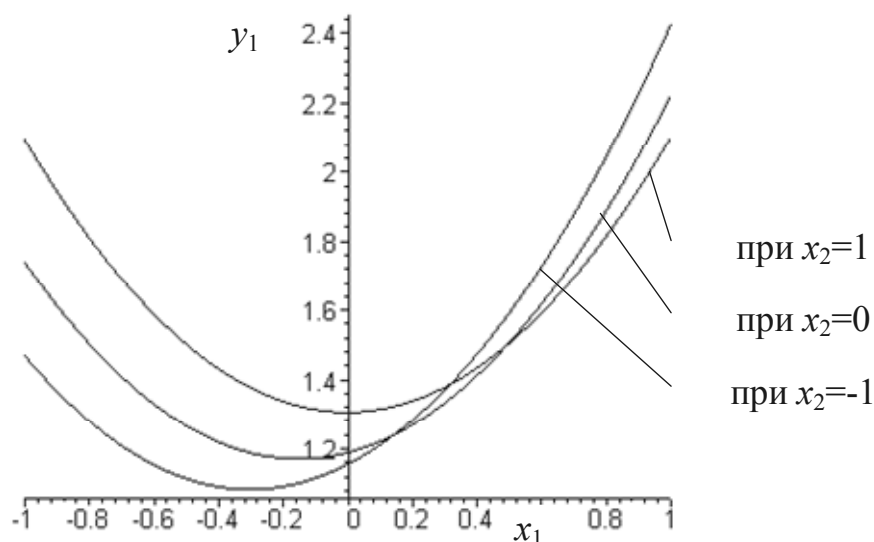


Рис. 3. Залежність втрат напору в рукаві y_1 від напору в мережі x_1 при ступені розгортання рукава x_2 на мінімальному, середньому та максимальному рівнях

Фактор x_2 впливає на втрати напору в мережі наступним чином (рис. 2):

- при мінімальному напорі в мережі вплив ступеня розгортання рукава найзначніший (втрати напору змінюються від 1,4 м до 2,1 м),

- при напорі в мережі близько 1,2 м (фактор x_1 знаходиться на нульовому рівні) ступінь розгортання рукава від 13 % до 67 % забезпечує мінімальні втрати напору при незначній їх зміні (від 1,1 м до 1,3 м);

- при напорі в мережі 2 м (максимальне значення фактора) втрати напору зменшуються від 2,4 м до 2,1 м зі збільшенням ступеня розгортання рукава.

Аналіз впливу фактора x_1 на втрати напору в мережі (рис. 3) показав, що при визначенні y_1 для трьох ступенів розгортання рукава втрати напору змінюються від 1,1 м до 2,4 м на кожному рівні дослідження з незначним відхиленням екстремуму в бік зменшення напору в мережі.

Також за результатами обробки експериментальних даних (табл. 2) була побудована модель витрат води з ПКК y_2 :

$$y_2 = 0,306 + 0,113\delta_1 - 0,005\delta_2 - 0,023\delta_1^2 + 0,0017\delta_2^2. \quad (3)$$

Проведений аналіз (3) показав, що фактичні витрати води, які реально одержати з ПКК, приєднаного до господарсько-питного водопроводу та укомплектованого рукавом діаметром 19 мм, довжиною 15 м та розпорощувачем, в залежності від напору в мережі та ступеня розгор-

тання рукава, можуть знаходитися в межах $(0,15 \div 0,4)$ л/с (рис. 4), при цьому обидва фактори значно впливають на результат дослідження.

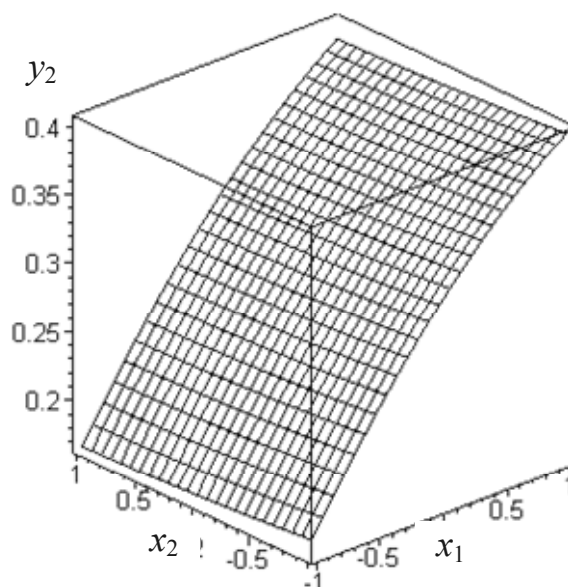


Рис. 4. Залежність витрат води з ПКК y_2 від напору в мережі x_1 та ступеня розгортання рукава x_2

Висновки. Для визначення робочих характеристик ПКК, що встановлюються в квартирах житлових висотних будівель, проведено дослідження втрати напору в рукавах та витрат води з ПКК для рукавів діаметром 19 мм, довжиною 15 м. Дослідження показали, що на результат дослідів значно впливають напір в мережі та віддаленість осередку пожежі від точки встановлення ПКК, при цьому 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. Планується провести ряд дослідів ПКК з іншими характеристиками (тип та довжина рукава, тип та діаметр розпорошувача), та визначити характеристики складових ПКК, що забезпечать успішне гасіння пожеж в умовах висотних житлових будівель.

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. (Державні будівельні норми України).
2. 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. (Національний стандарт України).

3. Щербак С.Н. Использование внутреннего водоснабжения для эффективного тушения пожаров в жилых зданиях / С.Н. Щербак // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ, 2014. – Вып. 36. – С. 279-286. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol36/scherbak.pdf>.

4. Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях / М.С. Винарский, М.В. Лурье. – К.: Техніка, 1975. – 168 с.

5. Петухова О.А. Визначення факторів, що впливають на опір рукавів пожежних кран-комплектів / О.А. Петухова, С.А. Горносталь, С.М. Щербак // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУГЗУ, 2014. – Вып. 36. – С. 180-183. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol36/petuhova.pdf>.

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

Исследование характеристик пожарных кран-комплектов

Получены и проанализированы модели определения потерь напора в плоскостатанных рукавах, входящих в состав пожарных кран-комплектов, и расхода воды, который можно фактически получить из пожарных кран-комплектов.

Ключевые слова: пожарный кран-комплект, рукав, сопротивление, расход воды.

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

Study characteristics fire crane kits

Obtained and analyzed models for the determination of pressure losses in sleeves, members of the fire crane kits and races course of water, which can actually be obtained from the fire crane kits.

Keywords: fire valve kit, sleeve, resistance, the flow of water.