

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

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕМЕНТІВ ВНУТРІШНЬОГО ВОДОПРОВОДУ ДЛЯ УСПІШНОГО ГАСІННЯ ПОЖЕЖ

(представлено д.т.н. Андроновим В.А.)

Обґрунтовано можливість вдосконалення використання внутрішнього водопроводу для гасіння пожеж за рахунок визначення характеристик пожежних кран-комплектів для конкретних умов їх експлуатації.

Ключові слова: пожежний кран-комплект, рукав, розпорошувач, господарчо-питний водопровід, внутрішній протипожежний водопровід.

Постановка проблеми. Одним з елементів системи протипожежного захисту будівель є внутрішній протипожежний водопровід (ВПВ). Його використання дозволяє вирішити питання забезпечення пожежної безпеки та успішного гасіння пожеж в будівлях. Основною складовою ВПВ є пожежні кран-комплекти (ПКК), які повинні обов'язково встановлюватися в будівлях будь-якого призначення. Вони дають можливість ввести вогнегасну речовину в осередок пожежі відразу після його виявлення, що підвищує ефективність гасіння пожежі та зменшує збитки від неї.

При виборі обладнання ПКК для конкретного типу будівлі у проектувальників виникає проблема: яким чином обирати обладнання ПКК, якому варіанту віддати перевагу. Від вірності цього вибору залежить працездатність мережі протипожежного водопостачання, її здатність забезпечити подачу необхідної кількості води з необхідним напором до осередку пожежі.

Велика кількість пожеж свідчить, що протипожежний захист будівель потребує подальшого удосконалення. Треба чітко визначити, яке обладнання ПКК приймати для різних типів будівель, щоб забезпечити високий рівень їх протипожежного захисту та ліквідацію загоряння з найменшими втратами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання використання внутрішнього водопроводу при гасінні пожеж у житлових будівлях на сьогоднішній день регламентуються низкою нормативних документів [1-4]. Згідно їх вимог основні характеристики елементів ПКК – довжина, тип і діаметр рукава; діаметр насадка ствола; спосіб отримання розпорошеного або компактного струменя; підключення до господарчо-питного або протипожежного водопроводу, – може варіюватися в значних межах. Крім цього, аналіз ПКК, існуючих на сьогоднішній день на ринках України і Європи, показує, що далеко не всі виробники випускають обладнання, що відповідає вимогам нормативних документів.

Шляхи підвищення ефективності використання ВПВ при гасінні

пожеж, які розглядаються в дисертаційних дослідженнях останнього десятиліття [5-7], спрямовані на вирішення питань зменшення часу подачі пожежно-технічного обладнання на верхні поверхи будівель [5], вдосконалення тактики гасіння з використанням конструктивних особливостей будівель [6-7], тобто на гасіння пожеж у будівлях з використанням насосно-рукавних систем. Однак такий підхід дає ряд обмежень у реалізації напрямків мінімізації часу початку гасіння пожежі.

Інший напрям досліджень полягає в створенні пристроїв з можливістю отримання дрібнодисперсної води, яка має підвищену вогнегасну здатність [8-12]. Для реалізації цього напряму автори нових технічних рішень пропонують змінити конструкцію пожежного ствола для отримання розпиленого струменя [8-10], зменшувати розмір крапель водяного струменя з пожежного ствола за рахунок використання ультразвуку [9], створювати додаткове завихрення водяного потоку [11-12] та ін. Однак в умовах внутрішнього водопроводу при гасінні пожежі, враховуючи обмеженість гідравлічних характеристик системи, не всі пропозиції можливі для реалізації. Тому дослідження характеристик ПКК для обґрунтованого вибору їх характеристик в залежності від умов експлуатації залишається важливою науковою задачею.

Постановка завдання та його вирішення. Для успішного гасіння пожеж в будівлі необхідно створити умови, при яких буде мінімізований час введення вогнегасної речовини в осередок пожежі та кількість цієї речовини буде достатньою для відведення кількості теплоти, що виділяється під час горіння. Тому задачею цього дослідження є визначення фактичних витрат води з ПКК, які залежать від довжини та типу рукава ПКК, діаметра розпошувача та тиску у ВПВ, що забезпечать успішне гасіння пожежі в конкретних умовах [13]. Дослідженню підлягають ПКК з характеристиками, що вказані в нормативних документах та ті, що виходять за рамки вимог норм.

Для прийняття обґрунтованого рішення щодо характеристик складових ПКК в залежності від умов їх використання на стадії проектування та експлуатації доцільно експериментально (з використанням теорії планування експерименту) визначити фактичну кількість води з ПКК при всіх можливих варіантах його підключення та оснащення. Вибір факторів, які впливають на фактичні витрати води з ПКК, та інтервали їх варіювання, визначені виходячи з варіантів характеристик ПКК та водопровідної мережі. При проведенні експерименту рукав приєднувався до трубопроводу водопровідної мережі [14], в який тиск змінюється в межах (0,018 ÷ 0,854) МПа. Зміна тиску в мережі при дослідженнях забезпечувалася за рахунок підключення насоса. Для контролю витрат води використовувався лічильник.

Дослідження складаються з двох блоків для двох типів рукавів: напівжорстких та плоскозгорнутих. Для кожного блоку при проведенні експерименту використовується поліноміальна залежність другого порядку [15], центральний, композиційний, рототабельний уніформ-план. На першому етапі кодуються змінні за стандартними залежностями [15]. При проведенні експерименту використовується стандартна план-

матриця експерименту. Для визначення коефіцієнтів при квадратичних членах інформації, отриманої при використанні план-матриці повного факторного експерименту (ПФЕ), проводяться додаткові експерименти у зоряних точках. При цьому зоряне плече $\alpha=1,41421$ у дворівневому експерименті для чотирьох факторів [15].

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

– рукава діаметром 19 мм (підключення можливо лише до господарчо-питного водопроводу):

– плоскозгорнутий

$$y_1 = 0,4802 + 0,1845x_1 + 0,017x_2 + 0,0522x_3 - 0,0167x_4 - 0,0063x_1^2 - 0,0039x_2^2 + 0,0137x_3^2 - 0,0014x_4^2 + 0,0156x_1x_2 - 0,0059x_1x_3 - 0,0054x_1x_4 + 0,0061x_2x_3 - 0,0044x_2x_4 + 0,0021x_3x_4; \quad (1)$$

– напівжорсткий

$$y_2 = 0,694 + 0,1649x_1 + 0,0811x_2 + 0,0924x_3 - 0,0148x_4 - 0,085x_1^2 - 0,03x_2^2 - 0,08x_3^2 - 0,04x_4^2 + 0,0387x_1x_2 + 0,0125x_1x_3 - 0,0037x_1x_4 - 0,0187x_2x_3 + 0,0013x_3x_4; \quad (2)$$

– рукава діаметром 25 мм (підключення до господарчо-питного водопроводу):

– плоскозгорнутий

$$y_3 = 1,3552 + 0,5356x_1 + 0,0606x_2 + 0,5432x_3 - 0,0376x_4 - 0,1158x_1^2 - 0,0283x_2^2 - 0,2407x_3^2 + 0,0467x_4^2 - 0,0544x_1x_2 + 0,2919x_1x_3 - 0,0081x_1x_4 + 0,0581x_2x_3 - 0,0081x_2x_4 + 0,0044x_3x_4; \quad (3)$$

– напівжорсткий

$$y_4 = 1,2876 + 0,387x_1 + 0,0962x_2 + 0,591x_3 - 0,0291x_4 - 0,136x_1^2 - 0,0735x_2^2 - 0,2585x_3^2 + 0,0015x_4^2 + 0,0187x_1x_2 + 0,2687x_1x_3 + 0,0063x_1x_4 + 0,0063x_2x_3 - 0,0187x_2x_4 - 0,0187x_3x_4; \quad (4)$$

– рукава діаметром 25 мм (підключення до внутрішнього протипожежного водопроводу):

– плоскозгорнутий

$$\begin{aligned}
y_5 = & 1,936 + 0,4973x_1 + 0,0521x_2 + 0,6212x_3 - 0,0421x_4 + 0,2025x_1^2 - \\
& - 0,1725x_2^2 - 0,16x_3^2 - 0,0725x_4^2 + 0,05x_1x_2 + 0,1375x_1x_3 - \\
& - 0,0187x_2x_3 + 0,0063x_2x_4 + 0,0063x_3x_4;
\end{aligned} \quad (5)$$

– напівжорсткий

$$\begin{aligned}
y_6 = & 1,6216 + 0,5343x_1 + 0,0706x_2 + 0,61x_3 - 0,0335x_4 + \\
& + 0,199x_1^2 - 0,0885x_2^2 - 0,1385x_3^2 - 0,0735x_4^2 + \\
& + 0,1437x_1x_3 + 0,0187x_2x_3 - 0,0063x_3x_4;
\end{aligned} \quad (6)$$

– рукава діаметром 33 мм (підключення до господарчо-питного водопроводу):

– плоскозгорнутий

$$\begin{aligned}
y_7 = & 2,8088 + 0,6924x_1 + 0,0737x_2 + 0,5468x_3 - 0,05316x_4 - 0,4805x_1^2 - \\
& - 0,168x_2^2 - 0,393x_3^2 - 0,1305x_4^2 + 0,0175x_1x_2 + 0,28x_1x_3 - \\
& - 0,0138x_1x_4 - 0,0013x_2x_3 - 0,02x_2x_4 + 0,005x_3x_4;
\end{aligned} \quad (7)$$

– напівжорсткий

$$\begin{aligned}
y_8 = & 3,168 + 0,7426x_1 + 0,1183x_2 + 0,6626x_3 - 0,0591x_4 - 0,5925x_1^2 - \\
& - 0,2175x_2^2 - 0,5675x_3^2 - 0,1675x_4^2 + 0,0063x_1x_2 + 0,4313x_1x_3 - \\
& - 0,025x_1x_4 + 0,0187x_2x_3 - 0,0125x_2x_4;
\end{aligned} \quad (8)$$

– рукава діаметром 33 мм (підключення до внутрішнього протипожежного водопроводу):

– плоскозгорнутий:

$$\begin{aligned}
y_9 = & 3,464 + 0,6994x_1 + 0,1141x_2 + 0,4436x_3 - 0,0706x_4 - 0,2025x_1^2 - \\
& - 0,2275x_2^2 - 0,3025x_3^2 - 0,24x_4^2 + 0,0125x_1x_2 + 0,05x_1x_3 + \\
& + 0,025x_1x_4 - 0,0187x_2x_3 - 0,0187x_2x_4 + 0,0187x_3x_4;
\end{aligned} \quad (9)$$

– напівжорсткий:

$$\begin{aligned}
y_{10} = & 3,678 + 0,8233x_1 + 0,0716x_2 + 0,4526x_3 - 0,0716x_4 - 0,1862x_1^2 - \\
& - 0,2737x_2^2 - 0,3862x_3^2 - 0,2988x_4^2 - 0,0156x_1x_2 + 0,0781x_1x_3 + \\
& + 0,0031x_1x_4 + 0,0219x_2x_3 - 0,0156x_2x_4 + 0,0156x_3x_4;
\end{aligned} \quad (10)$$

де $y_1 - y_{10}$ – фактичні витрати води з ПКК, л/с; x_1 – тиск в мережі, який при приєднанні ПКК до господарчо-питної мережі змінюється в межах $(1,8 \div 44,2)$ м, а при приєднанні до внутрішнього протипожежного водопроводу – $(14,6 \div 85,4)$ м; $x_2 = (20,4 \div 99,6)$ % – ступінь розгортання рукава; $x_3 = (4,8 \div 13,2)$ мм – діаметр насадка розпорошувача; $x_4 = (12,5 \div 29,5)$ м – довжина рукава.

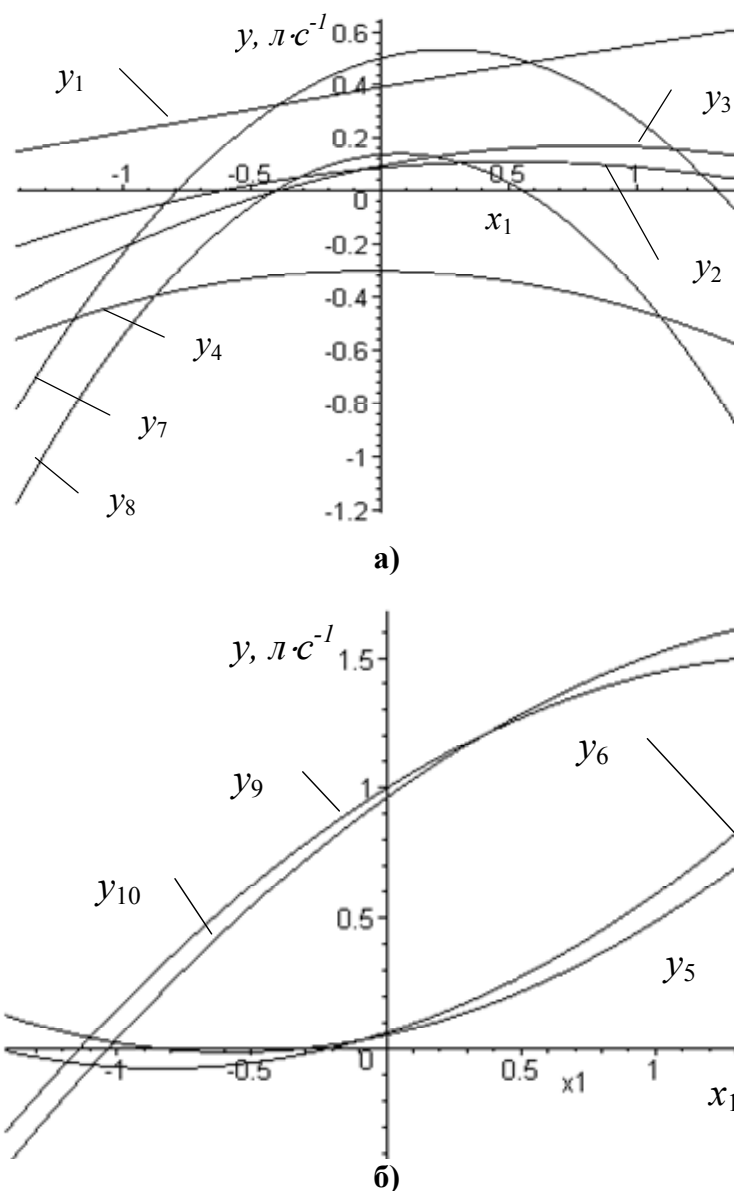


Рис. 1. Залежність фактичних витрат води з ПКК y від напору в мережі x_1 при ступені розгортання рукава x_2 та діаметрі насадка розпорошувача x_3 на мінімальному рівні, а довжині рукава x_4 – на максимальному рівні; при підключенні: а) до господарчо-питного водопроводу; б) до ВПВ

Аналіз (1) – (10) показав, що фактичні витрати води з ПКК в значній мірі залежать від тиску в мережі та можуть дорівнювати:

– $(0,13 \div 0,15)$ л/с – при мінімальному тиску в мережі або $(0,04 \div 1,63)$ л/с – при максимальному тиску в мережі (рис. 1) та при найгірших умовах використання ПКК (ступінь розгортання рукава та діаметр насадка розпорошувача найменші, довжина рукава найбільша);

– $(0,33 \div 1,43)$ л/с – при мінімальному тиску в мережі або $(0,79 \div 3,56)$ л/с – при максимальному тиску в мережі (рис. 2) та при найкращих умовах використання ПКК (ступінь розгортання рукава та діаметр насадка розпорошувача найбільші, довжина рукава найменша).

Аналіз результатів розрахунку (рис. 1, 2) дає можливість стверджувати, що характеристики ПКК, які забезпечують витрати води менші, ніж приблизно 0,5 л/с, недоцільні для використання на потреби пожежогашіння. Вони не зможуть відвести ту кількість теплоти, яка виділяється при пожежі, до того ж за вимогами [1] витрати що приймаються для розрахунку ПКК, дорівнюють саме 0,5 л/с.

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.

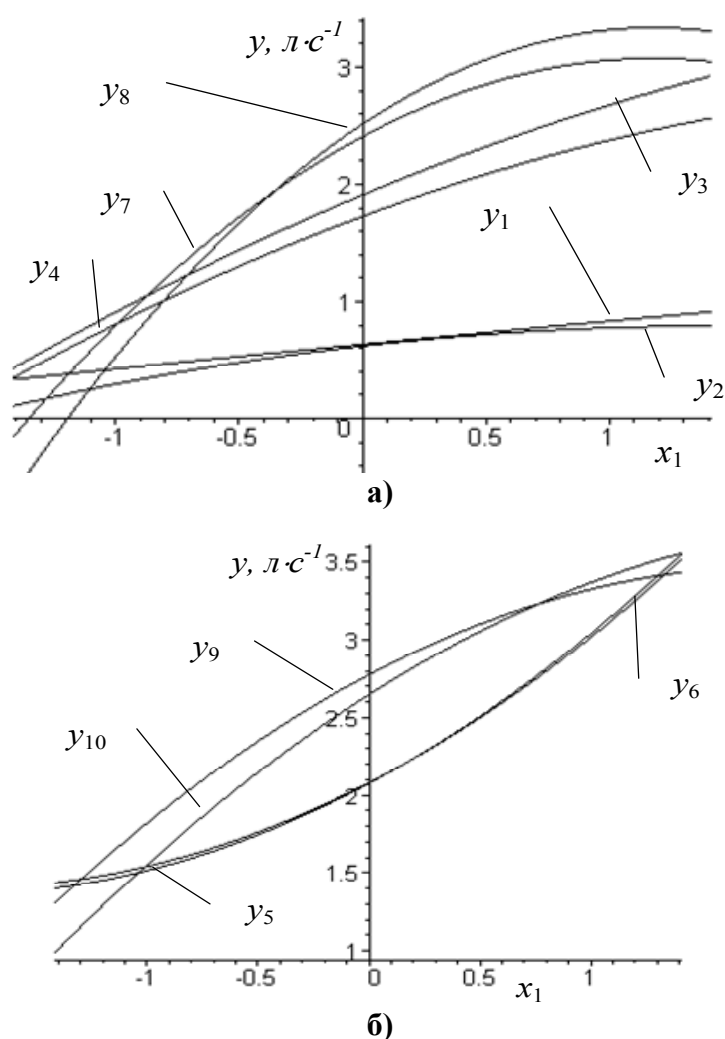


Рис. 2. Залежність фактичних витрат води з ПКК у від напору в мережі x_1 при ступені розгортання рукава x_2 та діаметрі насадка розпорошувача x_3 на максимальному рівні, а довжині рукава x_4 – на мінімальному рівні; при підключенні: а) до господарчо-питного водопроводу; б) до ВПВ

Висновки. Для успішного гасіння пожеж в будівлі необхідно з ПКК одержати кількість води, що достатня для відведення теплоти, що

виділяється при горінні. При комплектуванні ПКК характеристики його елементів можуть прийматися в значному діапазоні значень. При цьому фактична кількість води з ПКК залежить від довжини та типу рукава ПКК, діаметра розпорошувача та тиску у ВПВ. Вона може змінюватися в межах (0,04÷3,56) л/с. Найбільший вплив на величину витрат оказує тиск в мережі, до якій приєднаний ПКК.

Для забезпечення необхідної довжини компактної частини струменя величина тиску повинна бути не менш 6 м, або характеристики складових ПКК повинні забезпечувати найменший опір, тобто мати максимальний діаметр рукава, насадка розпорошувача, мінімальну довжину рукава. Інакше неможливо забезпечити зрошення кожної точки квартири від ПКК. Для ефективного використання внутрішнього водопроводу пропонується ще на стадії проектування визначати фактичні витрати води з ПКК, що надасть змогу обґрунтовано обирати його обладнання.

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.: Держспоживстандарт України, 2005. – 22 с. (Національний стандарт України).
3. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2–15–2005. – [Чинний від 18–05–05]. – К.: Держбуд України, 2005. – 44 с. (Державні будівельні норми України).
4. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків: ДБН В.2.2–24–2009. – [Чинний від 01–09–09]. – К.: Держбуд України, 2009. – 105 с. (Державні будівельні норми України).
5. Динь Конг Хынг. Обеспечение пожарной безопасности верхних этажей высотных зданий: автореф. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.26.03 “Пожарная и промышленная безопасность (строительство)”/ Динь Конг Хынг. – М., 2013. – 20 с.
6. Ву Суан Хоа. Оптимизация системы противопожарной защиты зданий гостиниц повышенной этажности: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.26.03 / Ву Суан Хоа. – М., 2002. – 141 с.
7. Смирнов А. С. Методика анализа качества технических средств обеспечения тушения пожаров в зданиях повышенной этажности: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.26.03 / Смирнов Алексей Сергеевич. – Санкт-Петербург, 2002. – 155 с.
8. Пат. 12352 України, МПК (2006) А62С 31/00. Комбінований пожежний ствол / Аксентьєв С.Т.; винахідник та власник Аксентьєв С.Т. – № u200501477; заяв. 17.02.05; опуб. 15.02.2006, Бюл. № 2/2006.
9. Пат. 58516 України, МПК (2011.01) А62С31/00. Пожежний

ствол / Колеснік Д.В., Стась С.В., Кришталь В.М., Яхно О.М., Луговський О.Ф.; винахідник Колесніков Д.В., Стась С.В., Кришталь В.М., Яхно О.М., Луговський О.Ф., власник Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля МНС України. – № u201013306; заяв. 09.11.2010; опуб. 11.04.2011, Бюл. №7/2011.

10. Пат. 46874 України, МПК (2006) А62С 31/00, В05В 7/02. Пожежний ствол / Компанець С.С.; винахідник та власник Компанець С.С. – № 99063091; заяв. 04.06.1999; опуб. 17.06.2002, Бюл. № 6/2002.

11. Пат. 85924 України, МПК А62С 31/07 (2006.01). Переносний пожежний скомбінований ствол / Паснак І.В., Калинчук А.І.; винахідник та власник Паснак І.В., Калинчук А.І.; – № u201305818; заяв. 07.05.2013; опуб. 10.12.2013, Бюл. № 23/2013.

12. Пат. 64206 України, МПК А62С 31/07 (2006.01). Переносний пожежний ствол пістолетного типу / Паснак І.В., Васильєва О.Е.; винахідник та власник Паснак І.В., Васильєва О.Е.; – № u201107378; заяв. 14.06.2011; опуб. 25.10.2011, Бюл. № 20/2011.

13. 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>.

14. Петухова О.А. Дослідження фактичних витрат води з пожежних кран-комплектів / О.А. Петухова, С.А. Горносталь, О.О. Шаповалова, С.М. Щербак // Проблемы пожарной безопасности. – Вып. 39. – 2016. – Харьков. – С. 190-195. – Режим доступа: http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol39/Petuhov%b0%b0_Gornostal.pdf.

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

Отримано редколлегією 06.03.2017

Е.А. Петухова, С.А. Горносталь

Определение характеристик элементов внутреннего водопровода для успешного тушения пожаров

Обоснована возможность повышения эффективности использования внутреннего водопровода для тушения пожаров за счет определения характеристик пожарных кран-комплектов для конкретных условий их эксплуатации.

Ключевые слова: пожарный кран-комплект, рукав, распылитель, хозяйственно-питьевой водопровод, внутренний противопожарный водопровод.

E. Petuhova, S. Gornostal

The characterization of the elements of the internal water to successfully extinguish fires

The possibility of increasing the efficiency of use of domestic water supply for extinguishing fires by determining the characteristics of fire faucet for specific conditions.

Keywords: fire faucet, sleeve, nebulizer, drinking water, internal fire fighting water.