

С.Н. Щербак, ст. преподаватель, НУГЗУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

(представлено д-ром техн. наук Чубом И.А.)

Определены фактические расходы воды, получаемые из пожарных кран-комплектов, при их использовании для тушения пожаров в жилых зданиях.

Ключевые слова: пожарные кран-комплекты (ПКК), жилые здания, система внутреннего водопровода, расход воды, мелкодисперсная вода.

Постановка проблемы. На жилой сектор приходится 70-80 % от общего числа пожаров, которые приводят к большому материальному ущербу и даже к человеческим жертвам. Нередко увеличение ущерба от пожара происходит во время его тушения за счет использования воды в количествах, значительно превышающих необходимые. Снизить ущерб от пожара возможно сократив время начала его тушения и повысив эффективность теплоотводящей способности огнетушащего вещества. Одним из элементов современных зданий является система внутреннего водоснабжения, использование которой позволяет решить вопрос успешного пожаротушения в зданиях. Так, например, пожарные кран-комплекты, которые на сегодняшний день обязательны для установки в жилых зданиях высотой более 26,5 м дают возможность ввести огнетушащее вещество в очаг пожара сразу после его обнаружения, а их конструкция – повысить эффективность использования воды за счет ее распыления.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросы использование внутреннего водопровода при тушении пожаров в жилых зданиях на сегодняшний день регламентируются рядом нормативных документов [1-4].

Пути повышения эффективности использования внутреннего водопровода при тушении пожаров, которые рассматриваются в диссертационных исследованиях последнего десятилетия [5-7], направлены на решение вопросов уменьшения времени подачи пожарно-технического оборудования на верхние этажи зданий [5], совершенствование тактики тушения с использованием конструктивных особенностей зданий [6-7], то есть – на тушение пожаров в зданиях с использованием насосно-рукавных систем. Однако такой подход дает ряд ограничений в реализации направления минимизации времени начала тушения пожара.

Другое направление исследований лежит в создании устройств получения мелкодисперсной воды, которая обладает повышенной огнетушащей способностью [8-12]. Для реализации этого направления авторы новых технических решений предлагают:

- изменить конструкцию пожарного ствола для получения распыленной струи [8-10];
 - уменьшать размер капель водяной струи из пожарного ствола за счет использования ультразвука [9];
 - создавать дополнительное завихрение водяного потока [11-12]
- и др.

Однако в условиях внутреннего водопровода, при тушении пожара, из-за ограниченности гидравлических характеристик системы не все предложения возможны для реализации.

Постановка задачи и ее решение. Для повышения эффективности использования внутреннего водопровода при тушении пожара необходимо определить характеристики элементов ПКК, которые обеспечат успешное их использования в конкретных условиях. Изменение характеристик пожарных кран-комплектов приводит к изменению эффективности их использования для тушения пожара в здании.

По требованиям современных нормативных документов, основные характеристики элементов ПКК – длина, тип и диаметр рукава; диаметр насадка ствола; способ получения распыленной или компактной струи; подключение к хозяйственно-питьевому или противопожарному водопроводу, – варьируются в значительных пределах (табл. 1).

Кроме этого, анализ ПКК, присутствующих на сегодняшний день на рынках РФ, Украины и Западной Европы, показывает, что далеко не все производители выпускают оборудование, соответствующее требованиям нормативных документов. Значит, исследованию подлежат также и ПКК с характеристиками, выходящими за рамки требований норм.

Несоответствие характеристик ПКК по таким позициям, как тип рукава, может иметь принципиальное значение при использовании ПКК в жилых высотных зданиях из-за гидравлических характеристик систем водоснабжения, на которой они устанавливаются. Так, по требованиям [1], давление в хозяйственно-питьевом водопроводе здания может лежать в пределах (2 ÷ 45) м, а в противопожарном – достигать 90 м. Это означает, что фактический напор перед ПКК может изменяться в десятки раз. При этом, в наихудших условиях размещения ПКК (верхние этажи здания при нижней разводке или нижние – при верхней), если использовать оборудование с максимальным сопротивлением, может оказаться, что количество воды, полученное из ПКК с полужестким рукавом или из ПКК с плоскоскатанным, не может обеспечить отвод такого количества тепла, которое выделяется при пожаре в рассматриваемом здании.

Табл. 1. Требования нормативных документов к характеристикам основных элементов ПКК

Нормативный документ	Тип водопровода для подключения	Элементы ПКК		Длина и тип струи
		рукав	ствол	
ДБН В.2.2-15:2005 (Жилые здания)	хозяйственно-питьевой	длина – 15 м; тип – не указано; диаметр – 19, 25, 33 мм	распылитель	3м; тип – не указано
ДБН В.2.2-24:2009 (Проектирование высотных жилых и общественных зданий)	хозяйственно-питьевой	длина – 15 м; тип – не указано; диаметр – 19, 25, 33 мм	распылитель	3м; тип – не указано
	противопожарный	длина – 15 м; тип – полужесткий; диаметр – 25, 33 мм	ссылка на ДСТУ 4401-1:2005	не указано
ДБН В.2.5-64:2012 (Внутренний водопровод и канализация)	хозяйственно-питьевой	ссылка на ДСТУ 4401-1:2005	ссылка на ДСТУ 4401-1:2005	3м
	противопожарный	длина и тип – ссылка на ДСТУ 4401-1:2005; диаметр – 25 мм	ссылка на ДСТУ 4401-1:2005	не указано
ДСТУ 4401-1:2005 (Кранкомплекты пожарные)	не указано	длина – до 30 м; тип – полужесткий; диаметр – 19, 25, 33 мм	распылитель с насадком диаметром 4 – 12 мм	компактная – 10 м; плоскораспыленная – 6 м; коническисраспыленная – 3 м

Фактический расход, получаемый из ПКК с разными характеристиками его элементов и давлением в сети [14], к которой он подключен, может составлять (рис. 1):

– 0,05 л/с – при максимальных значениях сопротивлений (длина рукава 30 м, диаметр насадка ствола 4 мм, тип рукава – плоскоскатанный, тип струи – распыленная), при этом суммарное сопротивление ПКК достигает 80 (при расходах в л/с);

– 6 л/с – при минимальных значениях сопротивлений (длина рукава 15 м, диаметр насадка ствола 12 мм, тип рукава – полужесткий, тип струи – компактная), при этом суммарное сопротивление ПКК не превышает 2 (при расходах в л/с) будет составлять 2.

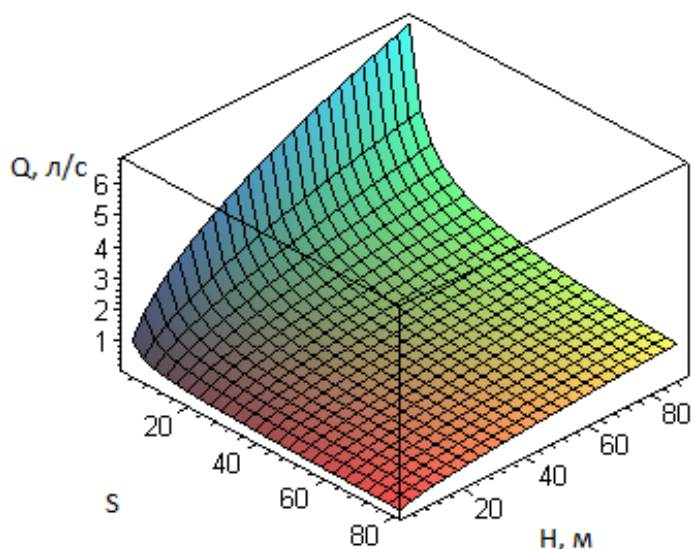


Рис. 1. Зависимость расхода воды из ПКК от свободного напора $H=(2 \div 90)$ м и сопротивления ПКК $S=(2 \div 80)$

Анализируя график, представленный на рисунке 1, можно сделать вывод, что изменение характеристик элементов ПКК приводит к значительным изменениям фактических расходов, которые возможно использовать для тушения пожара в здании, что в свою очередь влияет на эффективность использования системы водоснабжения здания. В нормативной документации отсутствуют требования по определению конкретных значений элементов ПКК, а значит может сложиться ситуация, когда установленный ПКК не сможет вообще потушить возникший пожар или его использовать с конкретными характеристиками будет неэффективно.

Для успешного тушения пожара в жилых или общественных зданиях при использовании ПКК необходимо, чтобы количество воды, которая подается через них от водопроводной сети, была достаточной для отвода энергии, которая выделяется в процессе пожара в жилых или общественных зданиях.

Количество энергии, которую может отвести единица массы огнетушащего вещества, определяется следующей зависимостью [2]

$$Q_{вод} = c_p^p (t_{кин} - t_0) + Q_{вин} + c_p^{нар} (t_{пол} - t_{кин}), \text{ кДж/кг}, \quad (1)$$

где c_p^p – теплоемкость огнетушащего вещества, кДж/кг·К; $t_{кин}$ – температура кипения огнетушащего вещества, К; t_0 – начальная температура огнетушащего вещества, К; $Q_{вин}$ – количество энергии, которое необходимо для выпаривания огнетушащего вещества, кДж/кг; $c_p^{нар}$ – теплоемкость пара, кДж/кг·К; $t_{поль}$ – температура пламени, К.

Пожарные кран-комплекты предусматривают в качестве огнету-

шащего вещества использования воды. Согласно справочным данным количество энергии, которую может отвести вода составляет приблизительно 2000 кДж/кг (или 2000 кДж/л).

Определение необходимых затрат воды для успешного тушения пожара рассчитывается следующим образом [3]

$$q = \frac{Q_n \cdot v_m \cdot \tau_b^3 \cdot v_l^2 \cdot \pi}{4 \cdot Q_{вод} \cdot \tau_{зас}}, \text{ л/с}, \quad (2)$$

где Q_n – низшая теплота сгорания, кДж/кг; v_m – приведенная массовая скорость выгорания, кг/(с·м²); τ_b – время свободного развития пожара, с; v_l – линейная скорость распространения пламени, м/с; $Q_{вод}$ – количество теплоты, которое отводится водой, кДж/кг; $\tau_{зас}$ – время подачи огнетушащего вещества на тушение пожара, с.

Для реализации этого расчета необходимо определить характеристики пожарной нагрузки, которая фактически будет находиться в жилом здании, а именно необходимо определить низшую теплоту сгорания Q_n , приведенную массовую скорость выгорания v_m и линейную скорость распространения пламени v_l . Для пожарной нагрузки жилых зданий эти величины по справочным данным находятся в пределах: $Q_n = (10000 \div 50000)$ кДж/кг; $v_m = (0,001 \div 0,015)$ кг/(с·м²); $v_l \approx 0,01$ м/с [13].

Перечисленные характеристики постоянны для определенного материала, составляющего пожарную нагрузку, поэтому, предлагается ввести дополнительный параметр X :

$$X = \frac{Q_n \cdot v_m \cdot v_l^2 \cdot \pi}{4 \cdot Q_{вод}}, \quad (3)$$

который для жилых зданий зависит лишь от двух величин, и при их изменении может находиться в пределах $(0,0000001 \div 0,00005)$.

Расчеты необходимых расходов воды для успешного тушения пожара за (2) возможно выполнить для нескольких значений параметра X , определенного по (3). Анализ этих расчетов показал, что необходимые расходы воды для тушения пожара могут находиться в пределах $(0,015 \div 7)$ л/с (рис. 2) что свидетельствует о верности выбора времени свободного развития пожара и времени подачи огнетушащего вещества на тушение пожара. В других границах принятых величин значения необходимых расходов воды возрастают до 800 л/с, но водопроводная сеть не сможет обеспечить подачу такого количества воды, то есть можно сделать вывод, что использование ПКК целесообразно лишь в пределах указанного времени.

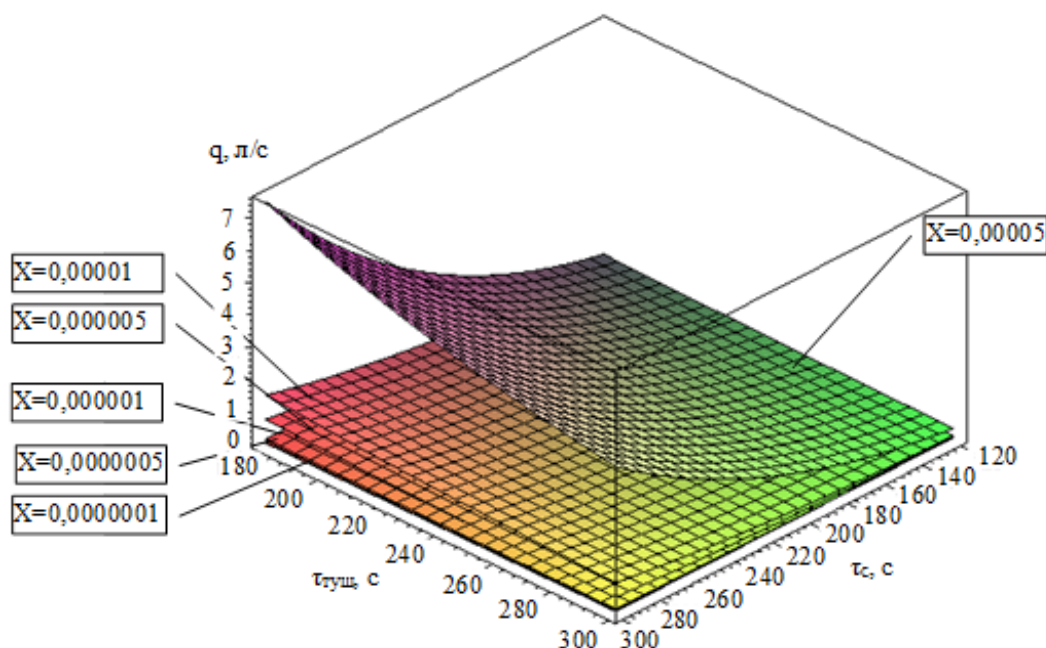


Рис. 2. Зависимость q – необходимых расходов воды для тушения пожара в зависимости от $\tau_{\text{туш}}$ – времени подачи огнетушащего вещества на тушение и $\tau_{\text{с}}$ – свободного времени развития пожара при разных значениях дополнительного параметра X

Выводы. Необходимые расходы воды для успешного тушения пожара при применении ПКК зависят от характеристик пожарной нагрузки (низшая теплота сгорания, приведенная массовая скорость выгорания, линейная скорость распространения пламени), времени свободного развития пожара и времени подачи огнетушащего вещества на тушение пожара, а также количества теплоты, которое отводится водой. Для успешного тушения пожара в жилых или общественных зданиях при использовании пожарных кран-комплектов время начала их применения должно быть минимальным, тогда для обычной пожарной нагрузки жилых или общественных зданий подача необходимого количества воды будет обеспечена существующей водопроводной сетью и необходимые расходы воды для тушения пожара будут находиться в пределах $(0,015 \div 7)$ л/с.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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).
2. 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).

3. Внутрішній водопровод та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. ДБН В.2.5.-64-2012 . – [Чинний від 01-03-13]. – К.: Держбуд України, 2013. – 135 с. (Державні будівельні норми України).

4. 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).

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 : 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 : 05.26.03 / Смирнов Алексей Сергеевич. – Санкт-Петербург, 2002. – 155 с.

8. Пат. 12352 України, МПК (2006) А62С 31/00. Комбінований пожежний ствол / Аксентьев С. Т.; винахідник та власник Аксентьев 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. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.

14. Петухова О.А. Спеціальне водопостачання: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Петухова О.А., Горносталь С.А., Уваров Ю.В. – Х.: НУЦЗУ, 2013. – 248 с.

С.М. Щербак

Використання внутрішнього водопостачання для ефективного гасіння пожеж в житлових будинках

Визначені фактичні витрати води, які одержуються з пожежних кран-комплектів, при їх використанні для гасіння пожеж у житлових будинках.

Ключові слова: пожежні кран-комплекти (ПКК), житлові будинки, система внутрішнього водопостачання, витрати води, дрібнодисперсна вода.

S.M. Shcherbak

The use of domestic water supply for the effective home fire fighting

It is determined the actual water expenses obtained from fire hydrants faucet, when used to extinguish fires in residential buildings.

Keywords: fire faucets, a residential building, the system of internal water supply, water discharge, fine water.