

О.В. Лазаренко, В.І. Желяк, канд. техн. наук, доцент (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТВОЛА ДЛЯ ОДНОЧАСНОЇ ПОДАЧІ СУЦІЛЬНОГО ТА РОЗПИЛЕНОГО СТРУМЕНЯ

Проведено дослідження розподілу витрат води в стволі для одночасної подачі суцільного струменя води на гасіння та розпиленого струменя води, що утворює захисний водяний екран. Дослідження розподілу витрат води на гасіння та створення захисного водяного екрана проводилися для насадок 13-22 мм та різній ширині розсіювальної щілини в діапазоні 0.5-2.5 мм. Результати досліджень показали, що витрата води на гасіння практично не залежить від витрати води на створення захисного водяного екрана а витрата води на створення захисного водяного екрана суттєво збільшується при зміні ширини щілини.

Ключові слова: Захисний водяний екран, комбінований ствол, розподіл витрат води.

Вступ. На сьогодні гасіння більшості пожеж здійснюється за допомогою ручних і лафетних пожежних стволів. Залежно від масштабу пожежі, речовини, що горить та ін. використовується відповідний тип пожежного ствола, який забезпечує необхідну витрату води, глибину гасіння пожежі, а за необхідності і захист особового складу від небезпечних факторів пожежі (теплове випромінювання, дим).

Постановка проблеми. У підрозділах МНС України і інших країн СНД для гасіння пожежі в основному використовуються стволи типу РСК-50, РС-70, РСКЗ-70, VIPER SG 3012, Galaxie Automatic, Rosenbauer Projet і інші стволи, схожі за конструкцією і можливостями. Для захисту особового складу від небезпечних факторів пожежі ці стволи використовуються разом з насадками типу НРТ [1] або насадкою РВ-12 [5]. Одночасне використання стволів для захисту особового складу від теплового випромінювання та гасіння пожежі призводить до збільшення кількості особового складу та технічних засобів [2], задіяних для гасіння пожежі, що також впливає на маневреність особового складу під час гасіння.

Якщо розглядати ствол РСКЗ-70 [4] то слід відмітити, що він поєднує в собі можливість одночасної подачі комбінованого струменя води (суцільного та захисного водяного екрана), але основним недоліком ствола є:

- відсутність можливості регулювання витрати води на створення захисного водяного екрана;
- зменшення витрати води на створення суцільного струменя води з одночасним утворенням захисної водяної завіси;
- невеликий діаметр захисної завіси.

На відміну від вітчизняних зразків закордонні стволи мають набагато кращі тактико-технічні показники, але разом з тим в них залишається відкритим питання розподілу витрат води, оскільки в технічних характеристиках вказана лише загальна витрата води [3]. У порівнянні з вітчизняними стволами основними недоліками закордонних є:

- складність виготовлення елементів ствола;
- складність ремонту та заміни окремих елементів ствола;
- висока вартість виробу.

У зв'язку з вище викладеним виникає необхідність спроектувати конструкцію ствола яка б дозволила здійснювати регулювання витрати води на створення захисного водяного екрана, що, в свою чергу, не впливало б на витрату води на створення суцільного струменя. Відповідно до цього нами запропоновано конструкцію ствола (рис. 1), яка дозволяє змінювати ширину розсіювальної щілини завдяки переміщенню регулюючої муфти 5.

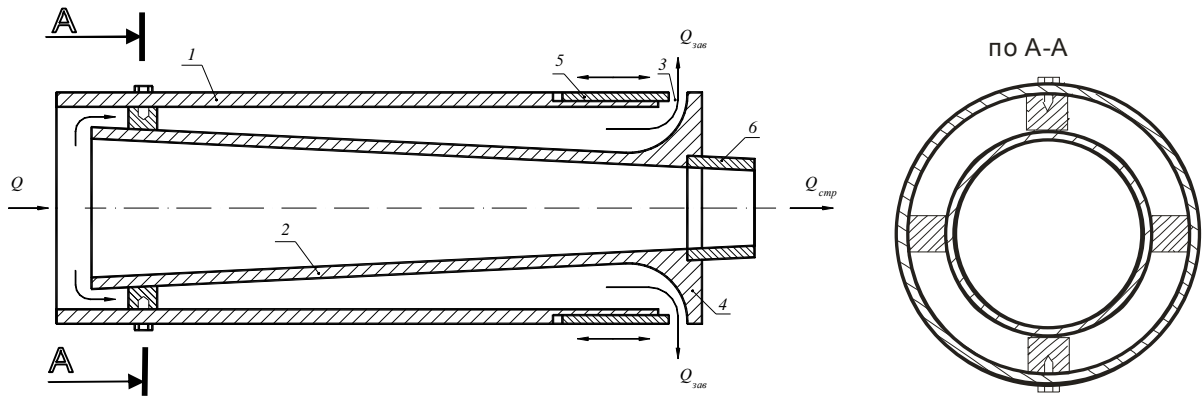


Рис. 1. Ствол для одночасної подачі суцільного та розпиленого струменя

1 – корпус, 2 – внутрішній канал, 3 – розсіювальна щілина, 4 – криволінійна твірна, 5 – регулююча муфта (на різьбовому з'єднанні), 6 – насадка змінного діаметра.

Мета роботи.

Експериментальне дослідження впливу ширини розсіювальної щілини та тиску на розподіл витрати для створення захисного водяного екрана та створення суцільного струменя при різних діаметрах насадки.

Виклад матеріалів дослідження. Подача води на створення суцільного струменя здійснювалась через насадки діаметром 13, 16, 19 та 22 мм. Витрата на створення захисного водяного екрана визначалась для різних значень ширини щілини ($\delta = 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5$ мм відповідно) для кожного із діаметрів насадок.

В результаті фізичного моделювання отримано дані, які дали можливість отримати залежність загальної витрати води через ствол $Q_{заг}$, витрати на створення суцільного струменя $Q_{стр}$ для гасіння пожежі та витрати на створення захисного екрана від теплового випромінювання $Q_{зае}$ від тиску на стволі P при різній ширині щілини δ . На рис. 2 показано деякі з отриманих залежностей для насадки діаметром 13 мм.

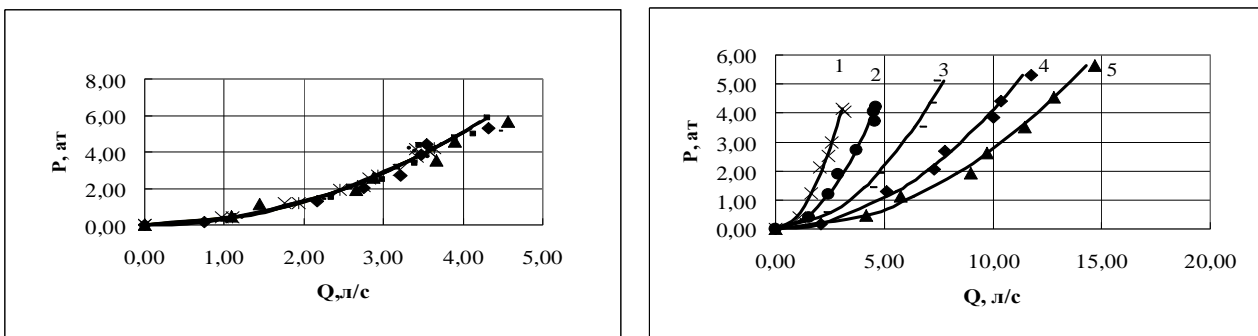


Рис. 2. Залежність витрат води ($Q_{заг}$, $Q_{стр}$, $Q_{зае}$) через ствол при різній ширині розсіювальної щілини для насадки 13 мм

а) $Q_{стр} = f(P_{ств}, \delta)$; $\delta = 0.5 \dots 2.5$ мм; $d_{нас} = 13$ мм.

б) 1. $Q_{зае} = f(P_{ств}, \delta = 0.5)$, 2. $Q_{зае} = f(P_{ств}, \delta = 1.0)$,
3. $Q_{зае} = f(P_{ств}, \delta = 1.5)$, 4. $Q_{зае} = f(P_{ств}, \delta = 2.0)$,
5. $Q_{зае} = f(P_{ств}, \delta = 2.5)$

Залежність представлена на рис. 2а можна пояснити тим що величина гідравлічного опору насадки ствола є набагато меншою ніж опір щілини, навіть при найбільшому її розкритті. Таким чином зміна ширини розсіювальної щілини не впливає на витрату води для створення суцільного струменя.

Розподіл витрати води на залежностях, які представлені на рис. 2 б показує, що при збільшенні ширини щілини зменшується гідравлічний опір. Це призводить до збільшення витрат води.

Проведені дослідження показали, що наведені вище залежності спостерігаються і при використанні насадок діаметром 16, 19 та 22 мм, а тому ми вважали недоцільним показувати їх для кожної з насадок в рамках цієї статті.

Для визначення розподілу витрати води для різних насадок, але при сталій ширині щілини (нехай $\delta = 1,5$ мм) отримані такі графічні залежності.

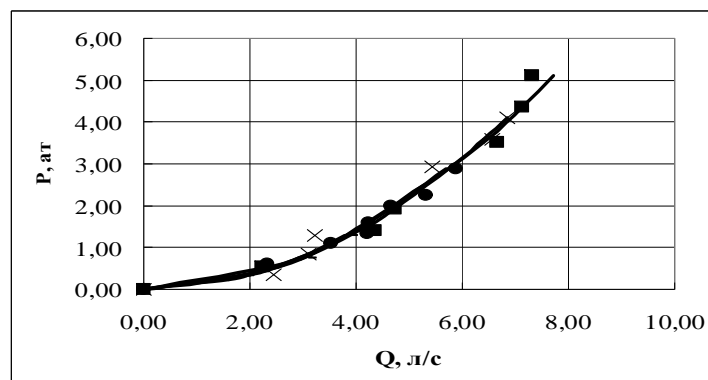


Рис. 3. Залежність витрат води ($Q_{зав}$) при сталій ширині розсіювальної щілини, $\delta = 1,5$.

$$Q_{зав} = f(P_{ств}, \delta = 1,5); d_{нас} = 13...22\text{мм}$$

Як видно з рис. 3, витрата води на створення захисного екрана практично не змінюється від діаметра вихідного отвору ствола, а залежить лише від тиску перед стволом, відповідно цю залежність можна пояснити аналогічно залежності, представленої на рис. 2а.

Залежність на рис. 3 є характерною і для інших ширин щілини δ .

Представлені на рис. 2, 3 графічні залежності можна використати для визначення необхідних параметрів техніки, яка використовується для пожежогасіння. Для цього необхідно знати необхідні мінімальні значення витрат на створення суцільного струменя $Q_{спр}$ та захисної завіси $Q_{зав}$. Тоді можна визначити дійсні значення витрати на створення суцільного струменя $Q_{спр}$ та захисної завіси $Q_{зав}$, необхідну ширину щілини δ та тиск, необхідний для подачі загальної витрати води Q по насосно-рукавній системі. Дані графіки можна апроксимувати залежністю:

$$P = SQ^2 \tag{1}$$

де P – тиск на стволі, ат;
 S – гідравлічний опір, ат \cdot с²/л²;
 Q – відповідна витрата води, л/с.

Значення гідравлічних опорів ствола в загальному та окремих його елементів, подано в табл. 1.

Значення гідравлічного опору окремих елементів ствола

Діаметр насадки ствола	Гідравлічний опір S , ат·с ² /л ²	Розмір ширини розсіювальної щілини δ (мм)					
		$\delta = 0$	$\delta = 0,5$	$\delta = 1,0$	$\delta = 1,5$	$\delta = 2,0$	$\delta = 2,5$
13	$S_{\text{заг}}$	0,5642	0,3181	0,2478	0,1897	0,147	0,1304
	$S_{\text{нас}}$	0,5633	0,5633	0,5633	0,5633	0,5633	0,5633
	$S_{\text{щіл}}$		0,6659	0,4452	0,293	0,2032	0,1665
16	$S_{\text{заг}}$	0,3761	0,2447	0,2058	0,1659	0,1289	0,114
	$S_{\text{нас}}$	0,3676	0,3676	0,3676	0,3676	0,3676	0,3676
	$S_{\text{щіл}}$		0,6699	0,4439	0,2962	0,2062	0,1691
19	$S_{\text{заг}}$	0,2423	0,1796	0,1528	0,1352	0,1125	0,097
	$S_{\text{нас}}$	0,2342	0,2342	0,2342	0,2342	0,2342	0,2342
	$S_{\text{щіл}}$		0,6785	0,4461	0,2984	0,2085	0,1691
22	$S_{\text{заг}}$	0,1903	0,1489	0,1297	0,1166	0,0958	0,0864
	$S_{\text{нас}}$	0,1859	0,1859	0,1859	0,1859	0,1859	0,1859
	$S_{\text{щіл}}$		0,6796	0,4466	0,2991	0,206	0,1702

* – загальний гідравлічний опір ствола $S_{\text{заг}}$, гідравлічний опір насадки ствола $S_{\text{нас}}$, гідравлічний опір розсіювальної щілини $S_{\text{щіл}}$.

З представлених табличних даних можна зробити висновок, що гідравлічний опір щілини в залежності від її ширини зменшується, а не впливає на збільшення загальної витрати води через неї, що можна показати такими залежностями (2) та (3):

$$Q = \sqrt{\frac{P}{S_{0,5}}} = \sqrt{\frac{4,5}{0,6659}} = 2,59 \text{ л/с} \quad (2)$$

$S_{0,5}$ – гідравлічний опір щілини шириною 0,5 мм.

P – сталий тиск перед стволом

$$Q = \sqrt{\frac{P}{S_{2,5}}} = \sqrt{\frac{4,5}{0,1702}} = 5,14 \text{ л/с} \quad (3)$$

$S_{2,5}$ – гідравлічний опір щілини шириною 2,5 мм.

Вище наведені залежності показують як збільшується витрата води залежно від величини гідравлічного опору елемента ствола при сталому тиску.

Висновки:

1. Розроблено простий в конструктивному відношенні пожежний ствол для одночасної подачі суцільного та розпиленого струменів води, який відповідно до результатів проведених експериментів показав, що:

- витрата води на суцільний струмінь $Q_{\text{суп}}$ майже не змінюється від ширини розсіювальної щілини δ . Так відповідно при $\delta = 0,5 \dots 2,5 \text{ мм}$ та $d_{\text{нас}} = 13 \text{ мм}$, $P = 5 \text{ ат}$ $Q_{\text{суп}} = 4 \text{ л/с}$, що можна визначити з отриманих графічних залежностей;
- витрата води на створення захисного водяного екрана $Q_{\text{зав}}$ збільшується зі збільшенням ширини розсіювальної щілини δ . Так відповідно при $\delta = 0,5 \dots 2,5 \text{ мм}$ та $d_{\text{нас}} = 13 \text{ мм}$, $P = 3,5 \text{ ат}$, $Q_{\text{зав}} = 2,8 - 11,2 \text{ л/с}$ відповідно;
- витрата води на створення захисного водяного екрана практично не залежить від діаметра вихідного отвору ствола, а залежить від ширини розсіювальної щілини і є

сталою при різних діаметрах вихідного отвору ствола, так при $\delta = 1,5 \text{ мм}$ $P = 2,6 \text{ ат}$, $d_{\text{нас}} = 13 \dots 22 \text{ мм}$, $Q_{\text{заг}} = 5,6 \text{ л/с}$.

2. Результати експерименту показали, що конструкція розробленого ствола дозволила досягти поставлених перед авторами задач зазначених вище.

3. Доцільно провести подальше дослідження по визначенню захисної здатності водяної завіси від величини теплового випромінювання.

Список літератури:

1. Иванов А.Ф. Пожарная техника. 1.Пожарно-техническое оборудование. – Москва: Стройиздат, 1988. – 415 с.
2. Иванников В.П. Справочник руководителя тушения пожара / В.П.Иванников, Ключ. – М: «Стройиздат», 1987. – 172 с.
3. Шкарабура М.Г. Монографія. Вступ до гідроструминних технологій / Шкарабура М.Г. – Черкаси: 2006. – 191 с.
4. Паспорт РС-00-00. ПС на ствол ручной пожарный РСП-70, РСКЗ-70 / Харцизький машинобудівний завод. – 2007. – Режим доступу: <http://www.xmz.com.ua/trunks.shtml>
5. Стась С.В. Анализ гидродинамических характеристик потока жидкости в специальных пожарных стволах и насадках щелевого типа / Стась С.В. Вестник національного технического университета Украины «Киевская политехника», 2009. – 4 с.

А.В. Лазаренко, В.И. Желяк, канд. техн. наук, доцент (Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТВОЛА ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОЙ ПОДАЧИ СПЛОШНОЙ И РАСПЫЛЕННОЙ СТРУИ

Проведено исследование распределения расходов воды в стволе для одновременной подачи сплошной струи воды на тушение и распыленной струи воды, которая образует защитный водяной экран. Исследование распределения расходов воды на тушение и создание защитного водяного экрана проводились для насадок 13-22 мм и разной ширине рассеивающей щели в диапазоне 0.5-2.5 мм. Результаты исследований показали, что расход воды на тушение практически не зависит от расхода воды на создание защитного водяного экрана, а расход воды на создание защитного водяного экрана существенно увеличивается при изменении ширины щели.

Ключевые слова: Защитный водяной экран, комбинированный ствол, распределение расходов воды

O.V. Lazarenko, V. I. Zhelyak, Candidate of Sciences (Engineering), Assistant Professor, (Lviv State University of Vital Activity Safety)

INVESTIGATION OF NOZZLE HYDRAULIC PARAMETERS FOR SIMULTANEOUS SOLID AND FOG STREAM FORMING

The article deals with exploration of water consumption distribution in proposed nozzle, for the simultaneous forming of a solid stream for fire-extinguishing and a fog stream that makes a protective water screen. Investigation of water consumption distribution were made for a 13-22 mm nozzle and fog stream forming crack width 0.5-2.5 mm respectively. The experimental results showed that the water flow for extinguishing is almost independent of the flow of water to create the protective screen, and the flow of water to create the screen increases significantly when the gap width increasing.

Key words: protective water screen, the combined nozzle, water consumption distribution

