

В.І. Желяк, к. т. н., доцент, О.В. Лазаренко (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РУЧНИХ ПОЖЕЖНИХ СТВОЛІВ ТА МОЖЛИВІСТЬ ЇХ УДОСКОНАЛЕННЯ

Проведено аналіз технічних характеристик ручних пожежних стволів вітчизняного і закордонного виробництва. Виявлено, що ручні пожежні стволи вітчизняного і закордонного виробництва вимагають додаткових сил і засобів для гасіння пожеж на відкритій місцевості з значним тепловиділенням. Запропонований власний варіант ручного пожежного ствола і експериментальна установка до нього для визначення гідродинамічних параметрів.

Ключові слова: пожежний ствол, експериментальна установка, захисна завіса.

Вступ. На сьогодні гасіння більшості пожеж здійснюється за допомогою ручних та лафетних пожежних стволів. В залежності від масштабу пожежі, її площі, речовини, яка горить та інших факторів, використовується відповідний тип пожежного ствола, який забезпечує необхідну витрату води, глибину гасіння пожежі тощо.

Постановка проблеми. В підрозділах МНС України та інших країн СНД для гасіння пожежі в основному використовуються стволи типу РСК-50, РС-50, РС-70, VIPER SG 3012, Galaxie, Galaxie Automatic та інші стволи подібні за конструкціями та за можливостями.

Ручними стволами вітчизняного виробництва є РСК-50, РС-50, РС-70. Ствол РСК-50 – перекиривний і здатний подавати на гасіння пожежі окремо суцільний та розпилений струмені води. Стволи РС-50 та РС-70, на відміну від РСК-50, не є перекиривними і здатні подавати тільки суцільний струмінь води. Для створення захисної завіси або розпиленого струменя води в комплекті з стволом РС-70 використовуються насадки НРТ-5 та НРТ-10.

Ручні стволи типу VIPER SG 3012, Galaxie, Galaxie Automatic є стволами закордонного виробництва і незначно відрізняються між собою за конструкцією та функціональними можливостями. Всі ці стволи можуть подавати розпилений або суцільний струмені води, а також створювати захисну водяну завісу. Основною відмінністю між стволами VIPER SG 3012, Galaxie, Galaxie Automatic є їх продуктивність, яка коливається в межах від 0,6 л/с до 10,5 л/с. До їх переваг над вітчизняними слід також віднести можливість регулювання витрати води, кута нахилу захисної завіси, зручність в користуванні та інше. Основними недоліками стволів типу VIPER SG 3012, Galaxie, Galaxie Automatic є складність конструкції, дорогий або навіть неможливий ремонт, низька міцність конструкції.

Виклад основного матеріалу. Розглянуті вище стволи є досить ефективними при гасінні пожежі і широко використовуються в роботі підрозділів МНС. Однак, ці стволи в певний момент часу можуть виконувати лише одну свою функцію – подачу суцільного струменя води, розпиленого, або створення водяної завіси. Якщо необхідна подача суцільного струменя води для гасіння пожежі та одночасне створення завіси для захисту пожежних від теплового випромінювання необхідно паралельно використовувати вже два пожежних стволи, що призводить до залучення більшої кількості особового складу та пожежно-технічного обладнання.

Зменшення кількості особового складу можна проілюструвати також загальною формулою [8]

При використанні двох стволів РС-70 :

$$N_{\text{особ.склад}} = N_{\text{ст}}^2 \cdot 3 + N_{\text{ст}}^3 \cdot 2 + N_{\text{м}} + N_{\text{пб}} + \dots \quad (1)$$

де $N_{ст}^3$ – кількість особового складу, задіяна на позиціях з гасіння пожежі, включаючи ствольщиків (включаючи і ланки ГДЗС);

$N_{ст}^2$ – кількість особового складу задіяна на позиціях по захисту, включаючи ствольщиків;

N_m – кількість особового складу, задіяна на контролі за роботою насосно-рукавних систем (за кількістю автомобілів);

$N_{пб}$ – кількість особового складу, задіяна на постах безпеки (за кількістю постів).

При використанні запропонованого способу подачі суцільного струменя води на гасіння пожежі з одночасним утворенням захисного водяного екрана :

$$N_{особ.склад} = N_{ст}^3 + N_m + N_{пб} + \dots \quad (2)$$

З метою розширення функціональних можливостей ручного пожежного ствола тобто для одночасної подачі води на гасіння пожежі суцільним струменем та створення захисної завіси від теплового випромінювання (заявка на отримання патенту № 586767 від 17.07.2009 року) запропоновано конструкцію пожежного ствола, показану на рис. 1.

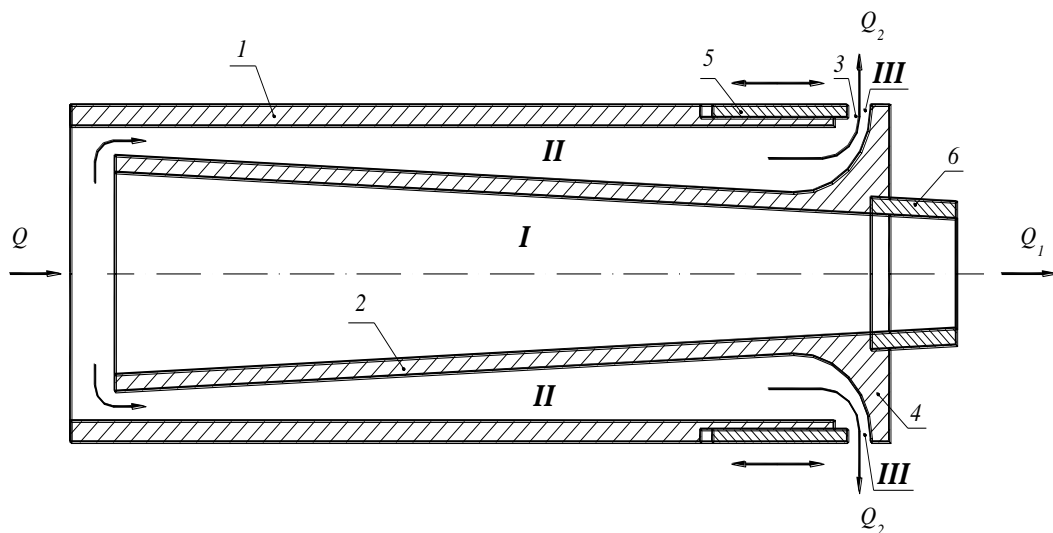


Рис. 1. Конструкція пожежного ствола:

1 – корпус, 2 – внутрішній канал, 3 – розсіювальна щілина, 4 – криволінійна твірна, 5 – регулююча муфта, 6 – насадка змінного діаметра

Вода, яка подається в ствол з витратою Q , розподіляється на два потоки, один з яких тече у внутрішньому каналі 2 і при виході з насадки 6 утворює суцільний струмінь витратою Q_1 , та другий потік з витратою Q_2 , який тече в кільцевому просторі, утвореному корпусом ствола 1 та внутрішнім каналом 2. На виході з розсіювальної щілини 3 даний потік утворює захисну завісу завдяки радіальній течії води. Співвідношення витрат Q_1/Q_2 в основному залежить від ширини розсіювальної щілини 3, і в значно менше від ступеня тиску на вході в пожежний ствол та діаметра насадки 6. Умовно течію в запропонованому пожежному стволі можна розбити на три зони: **I** – течія в конічно-збіжному каналі (якими і є пожежні стволи РСК-50, РС-50, РС-70). Така течія вивчена достатньо добре [2,4,5]. Більш складною є течія в зоні **II**. При ламінарному режимі руху достатньо вивчено течію в'язких та аномально-в'язких рідин в кільцевому циліндричному каналі [2,4,5], що ж стосується течії в кільцевому каналі з змінною площею живого перерізу по його довжині, особливо при турбулентному режимі

руху, то така течія потребує подальших досліджень. В **III** зоні відбувається радіальний рух води на виході з розсіювальної щілини. З певним наближенням цю течію можна розглядати як потенціальну течію від джерела на площині, хоча в дійсності механізм течії є набагато складнішим. Для аналітичного опису течії води в запропонованому пожежному стволі необхідно використовувати рівняння руху Рейнольдса для турбулентного режиму руху з відповідними граничними умовами:

$$\rho \left(\frac{\partial U_r}{\partial t} + U_r \frac{\partial U_r}{\partial r} + \frac{U_\varphi}{r} \frac{\partial U_r}{\partial \varphi} - \frac{U_\varphi^2}{r} + U_x \frac{\partial U_r}{\partial x} \right) =$$

$$\rho a_r + \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r P_{rr}) + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{r\varphi}}{\partial \varphi} - \frac{\tau_{\varphi\varphi}}{r} + \frac{\partial \tau_{rx}}{\partial x} \right]$$

$$\rho \left(\frac{\partial U_\varphi}{\partial t} + U_r \frac{\partial U_\varphi}{\partial r} + \frac{U_\varphi}{r} \frac{\partial U_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{U_r U_\varphi}{r} + U_x \frac{\partial U_\varphi}{\partial x} \right) =$$

$$\rho a_\varphi + \left[\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \tau_{r\varphi}) + \frac{1}{r} \frac{\partial P_{\varphi\varphi}}{\partial \varphi} + \frac{\partial \tau_{\varphi x}}{\partial x} \right]$$

$$\rho \left(\frac{\partial U_x}{\partial t} + U_r \frac{\partial U_x}{\partial r} + \frac{U_\varphi}{r} \frac{\partial U_x}{\partial \varphi} + U_x \frac{\partial U_x}{\partial x} \right) =$$

$$\rho a_x + \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \tau_{rx}) + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{\varphi x}}{\partial \varphi} + \frac{\partial P_{xx}}{\partial x} \right]$$

де ρ – густина води;

U_r, U_φ – відповідно радіальна обертова складової швидкості;

U_x – проекція швидкості на вісь «x»;

$P_{rr}, P_{\varphi\varphi}, P_{xx}$ – нормальні складові тензора напружень;

$\tau_{\varphi x}, \tau_{rx}, \tau_{r\varphi}$ – дотичні напруження.

$$P_{rr} = -\bar{p} + 2\mu \frac{\partial \bar{U}_r}{\partial r} - \rho \overline{U'_r U'_r};$$

$$P_{\varphi\varphi} = -\bar{p} + 2\mu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \bar{U}_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\bar{U}_r}{r} \right) - \rho \overline{U'_\varphi U'_\varphi};$$

$$P_{xx} = -\bar{p} + 2\mu \frac{\partial \bar{U}_x}{\partial x} - \rho \overline{U'_x U'_x};$$

$$\tau_{r\varphi} = \mu \left(\frac{\partial \bar{U}_\varphi}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \bar{U}_r}{\partial \varphi} - \frac{\bar{U}_\varphi}{r} \right) - \rho \overline{U'_r U'_\varphi};$$

$$\tau_{xr} = \mu \left(\frac{\partial \bar{U}_r}{\partial x} + \frac{\partial \bar{U}_x}{\partial r} \right) - \rho \overline{U'_r U'_x};$$

$$\tau_{\varphi x} = \mu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \bar{U}_x}{\partial \varphi} + \frac{\partial \bar{U}_\varphi}{\partial x} \right) - \rho \overline{U'_\varphi U'_x}.$$

де U'_r, U'_x, U'_φ – турбулентні пульсації швидкостей;

μ – динамічна в'язкість;

p – тиск.

Однак і для більш простих випадків течії отримати ці рішення надзвичайно складно, тому доцільно провести експериментальні дослідження. Необхідно отримати такі інтегральні характеристики, як розподіл витрат на суцільний струмінь Q_1 та захисну завісу Q_2 в залежності від тиску на вході в ствол, ширини розширювальної щілини та діаметра насадки, а також залежність довжини компактної частини струменя та висоти захисної завіси від загальної витрати на вході в ствол Q та ширини розсіювальної щілини при фіксованому діаметрі насадки ствола.

Для реалізації поставленої задачі спроектовано експериментальну установку, показану на рис. 2. При проектуванні експериментальної установки були взяті до уваги вимоги щодо

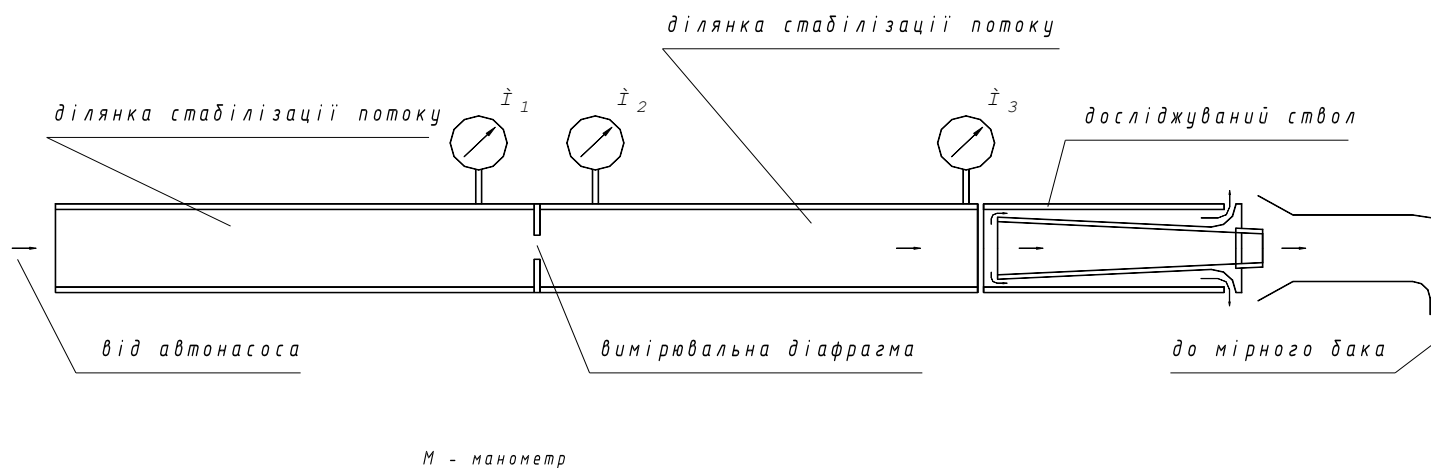


Рис. 2. Схема експериментальної установки

Внутрішній канал 2 виконано на основі ствола "А" діаметром 50 мм. Діаметр корпуса 1 дозволяє під'єднання до нього пожежного рукава діаметром 66 мм. Для вимірювання загальної витрати Q на вході в ствол встановлено вимірвальну діафрагму. До та після діафрагми знаходяться ділянки стабілізації потоку для створення епюри швидкостей, яка відповідає стабілізованій течії води на вході в вимірвальну діафрагму та досліджуваний пожежний ствол. Тарування вимірвальної діафрагми та визначення витрати суцільного струменя Q_1 здійснюється об'ємним методом за допомогою вимірвальної ємності. Витрата води на захисну завісу визначається як різниця витрат $Q_2 = Q - Q_1$. Оскільки витрата води на створення суцільного струменя залежить тільки від тиску перед стволом та ширини розсіювальної щілини, то мірний бак потрібний лише для тарування діафрагми та встановлення величин витрат Q_1 та Q_2 в залежності від показу манометра M_1 та ширини розсіювальної щілини. В подальшому використання мірного бака є непотрібним і можна безпосередньо проводити досліди із встановлення залежності довжини компактної частини струменя та висоти захисної завіси залежно від показу манометра M_1 та ширини розсіювальної щілини.

Висновок: Запропонована конструкція пожежного ствола дозволяє зменшити кількість особового складу, задіяного на гасінні пожежі із значним тепловиділенням, кількість пожежно-технічного обладнання. Однак внаслідок складності отримання теоретичного рішення рівнянь, які описують течію рідини в запропонованому стволі доцільно провести фізичне моделювання даної течії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Иванов А. Ф. Пожарная техника. 1 Пожарно-техническое оборудование. – Москва: Стройиздат, 1988. – 415 с.
2. Сиов Б.Н. Истечения жидкости через насадки. – Москва: Машиностроение, 1968. – 138 с.
3. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. – 6-е изд. – М.: Наука. Гл.ред.физ.-мат.лит., 1988. – 840 с.
4. Слезкин Н. А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. – Москва: – 1955 – 514 с.
5. Ламб Г. Гидродинамика. – Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1947. – 925 с.
6. ДСТУ 2112-92 «Стволи пожежні ручні».
7. www.pygocool.com.ua.
8. Иванников В. П., Ключ П.П., Справочник руководителя тушения пожара.- Москва: Стройиздат, 1987 .- 110 с.
9. Панів Я. В. Удосконалення конструкції ручного пожежного ствола марки РС-70 // Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку забезпечення безпеки життєдіяльності». – Львів-2006. – 230-233 с.
10. Ключ П. П. Пожежна тактика. – Харків: Основа, 1998. - с.431
11. Наказ МНС України № 312 від 07.05.2007 «Про затвердження Правил безпеки праці в органах і підрозділах МНС України» п. 5.8.7., 5.8.11.
12. НАПБ 05.035 – 2004 Інструкція щодо гасіння пожеж із нафтою та нафтопродуктами.

В.И. Желяк, к.т.н., доцент, О.В. Лазаренко

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУЧНЫХ ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ ТА ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Проведен анализ технических характеристик ручных пожарных стволов отечественного и заграничного производства. Установлено, что ручные пожарные стволы отечественного и заграничного производства требуют дополнительных сил и средств для пожаров на открытой местности со значительным тепловыделением. Предложен собственный вариант ручного пожарного ствола и экспериментальная установка к нему для определения гидродинамических параметров.

Ключевые слова: пожарный ствол, экспериментальная установка, защитная завеса

V.I. Zhelyak, Doctor of Science (Engineering), O.V. Lazarenko

A COMPARATIVE DESCRIPTION OF HAND AND A POSSIBILITY OF THEIR PERFECTION

The article deals with the analysis of technical descriptions of hand nozzles of national and production. Hand nozzles of national and production require additional forces and facilities for extinguishing of fires on the stretch of open territories with considerable heat-producing. The own variant of hand nozzle and experimental setup is offered for of hydrodynamic parameters.

Keywords: hand , experimental setups, protective curtain.