

У дійсності на рух рідини будуть діяти як сила поверхневого натягу, так і сила в'язкості, залежності вигляду  $H_K / \delta = f(V)$  по формулах (1.7) і (1.9) є асимптотичними, тобто  $H_K / \delta = f(We, Re)$ . Фактично величина  $H_K / \delta$  буде залежати від  $V$  у ступені більшою за 1 та меншою за 2. Якщо врахувати, що швидкість на виході з насадка пов'язана з напором співвідношенням (1.1), то формулу (1.7) можна представити у вигляді

$$H_K = \text{const} \cdot \frac{\rho \cdot \delta}{\sigma} \cdot H_0, \quad (1.11)$$

а формулу (1.10) – у вигляді

$$H_K = \text{const} \cdot \frac{\rho \cdot \delta}{\mu} \cdot H_0^{1/2}, \quad (1.12)$$

Однак, одержати за цим способом теоретичну залежність з урахуванням одночасної дії сили поверхневого натягу і сили в'язкості на стійкість струменя на його межі «вода-повітря» не представляється можливим і необхідне використання експериментальних даних з урахуванням формул (1.11) і (1.12), що пропонується у вигляді

$$\frac{H_K}{\delta} = C_1 \cdot Re + C_2 \cdot We, \quad (1.13)$$

або у вигляді

$$\frac{H_K}{\delta} = C_3 \cdot \frac{\rho}{\mu} H_0^{1/2} + C_4 \cdot \frac{\rho}{\sigma} H_0, \quad (1.14)$$

де  $C_1, C_2, C_3, C_4$  – коефіцієнти, що визначають внесок діючих сил.

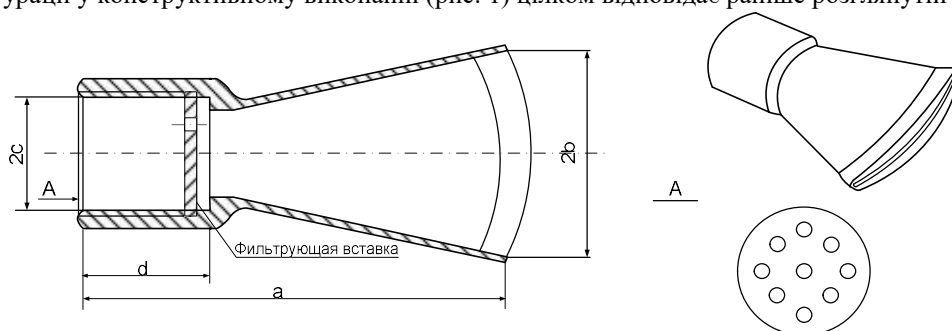
#### ЛІТЕРАТУРА

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. – 672 с.
2. Курганов А.М., Федоров Н.Ф. Справочник по гидравлическим расчетам. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1978. С. 179-183.
3. Дендаренко Ю.Ю. Радіальні водяні струмені-екрани для протипожежного захисту. Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.16 / Харківський держ. техн. ун-т буд. та архіт. – Харків. 2004. - 20 с.

*Ю. Ю. Дендаренко, к. т. н., доц., О. Д. Блащук,  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України,  
Ю. М. Сенчихін, к. т. н., професор, К. М. Остапов,  
Національний університет цивільного захисту України*

#### УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ НАСАДКА НА ПОЖЕЖНИЙ ЛАФЕТНИЙ СТВОЛ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПЛОСКОРАДІАЛЬНОГО ВОДЯНОГО СТРУМЕНЯ-ЕКРАНА

При розв'язанні задачі розпилення вогнегасної речовини (ВР) насадком ствола-розпилювача установок АУТГОС и АУТГОС-II, [1] було розглянуто проблему, яка певною мірою відповідає задачам конструювання насадків на пожежні лафетні стволи, а також на стволи-розпилювачі установок типу «Тайфун», «IFEX» та ін. У зв'язку з цим звертає на себе увагу той факт, що одним з них передбачене безперервне подавання ВР в осередок пожежі, а іншим – імпульсне. Розроблений авторами згідно Патенту на винахід № 80884 насадок складної конфігурації у конструктивному виконанні (рис. 1) цілком відповідає раніше розглянутій схемі (рис. 2).



**Рисунок 1. Насадок на пожежний лафетний ствол для створення**

**плоскорадіального водяного струменя-екрана.**

Очевидна схожість схемних рішень (рис. 1; рис. 2) дозволяє математичну модель досліджень представити у класичному вигляді:

$$V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} - \gamma \Delta V_x = 0, \quad (1)$$

$$V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} - \gamma \Delta V_y = 0,$$

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0, \quad (2)$$

де (1) – рівняння Нав'є-Стокса [2], (2) – рівняння нерозривності руху потоку рідини,  $\rho$  – густина рідики ВР,  $\gamma$  – кінематичний коефіцієнт в'язкості рідини.

Граничні умови формулюються як умови прилипання часток рідини до твердої стінки (відсутність швидкості ковзання рідини по поверхні).

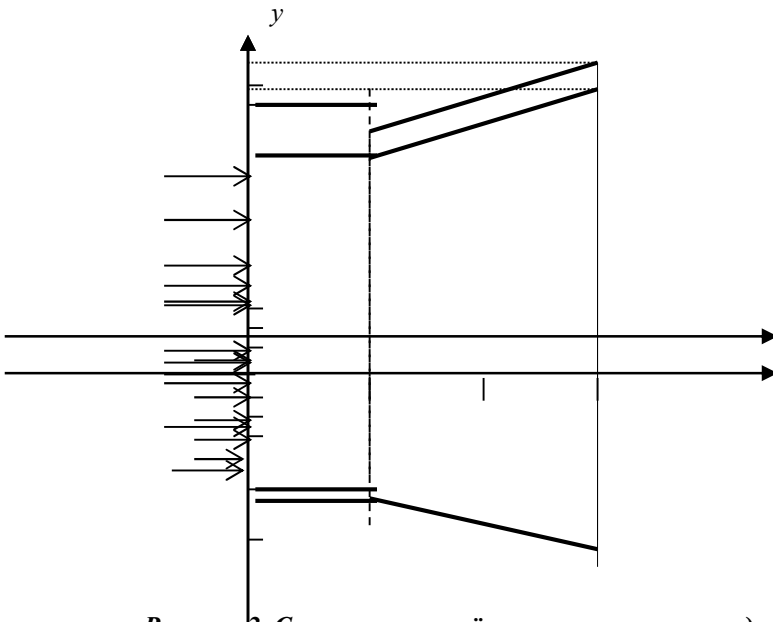
Віднімаючи (після диференціювання першого з рівняння (1) по  $y$ , а другого по  $x$ ) з першого друге

$$\begin{cases} V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} - \gamma \Delta V_x = 0; & \frac{\partial}{\partial y} \\ V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} - \gamma \Delta V_y = 0; & \frac{\partial}{\partial x} \end{cases}$$

після виключення тиску  $P$ , маємо:

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_x}{\partial y} \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_x \frac{\partial^2 V_x}{\partial x \partial y} + \frac{\partial V_y}{\partial y} \frac{\partial V_x}{\partial y} + V_y \frac{\partial^2 V_x}{\partial y^2} - \gamma \frac{\partial}{\partial y} \Delta V_x - \\ - \frac{\partial V_x}{\partial x} \frac{\partial V_y}{\partial x} - V_x \frac{\partial^2 V_y}{\partial x^2} - \frac{\partial V_y}{\partial x} \frac{\partial V_y}{\partial y} - V_y \frac{\partial^2 V_y}{\partial x \partial y} + \gamma \frac{\partial}{\partial x} \Delta V_y = 0. \end{aligned}$$

Після всіх перетворень вводимо функцію току  $V_x = \frac{\partial \Psi}{\partial y}$ ;  $V_y = -\frac{\partial \Psi}{\partial x}$  і тотожно задовольняємо рівнянню (2).



**Рисунок 2. Схема проточної частини каналу насадки на пожежний лафетний ствол для створення плоскорадіального водяного струменя-екрана.**

Очевидна схожість схемних рішень (рис. 1; рис. 2) дозволяє математичну модель досліджень представити у класичному вигляді:

$$V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} - \gamma \Delta V_x = 0, \quad (1)$$

$$V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} - \gamma \Delta V_y = 0,$$

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0, \quad (2)$$

де (1) – рівняння Нав'є-Стокса [2], (2) – рівняння нерозривності руху потоку рідини,  $\rho$  – густина рідики,  $\gamma$  – кінематичний коефіцієнт в'язкості рідини.

Граничні умови формулюються як умови прилипання часток рідини до твердої стінки (відсутність швидкості ковзання рідини по поверхні).

Віднімаючи (після диференціювання першого з рівняння (1) по  $y$ , а другого по  $x$ ) з першого друге

$$\begin{cases} V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} - \gamma \Delta V_x = 0; & \frac{\partial}{\partial y} \\ V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} - \gamma \Delta V_y = 0; & \frac{\partial}{\partial x} \end{cases}$$

після виключення тиску  $P$ , маємо:

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_x}{\partial y} \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_x \frac{\partial^2 V_x}{\partial x \partial y} + \frac{\partial V_y}{\partial y} \frac{\partial V_x}{\partial y} + V_y \frac{\partial^2 V_x}{\partial y^2} - \gamma \frac{\partial}{\partial y} \Delta V_x - \\ - \frac{\partial V_x}{\partial x} \frac{\partial V_y}{\partial x} - V_x \frac{\partial^2 V_y}{\partial x^2} - \frac{\partial V_y}{\partial x} \frac{\partial V_y}{\partial y} - V_y \frac{\partial^2 V_y}{\partial x \partial y} + \gamma \frac{\partial}{\partial x} \Delta V_y = 0. \end{aligned}$$

Після всіх перетворень вводимо функцію току  $V_x = \frac{\partial \Psi}{\partial y}$ ;  $V_y = -\frac{\partial \Psi}{\partial x}$  і тотожно задовольняємо

рівнянню (2).

Остаточно в безрозмірній системі координат отримаємо нелінійне рівняння у похідних четвертого порядку, яке придатне для дослідження процесів перетворення води, яка надходить у насадок, у плоскорадіальний струмінь [3].

$$\frac{1}{\text{Re}} \Delta \Psi - \frac{\partial \Psi}{\partial y} \frac{\partial \Delta \Psi}{\partial x} + \frac{\partial \Psi}{\partial x} \frac{\partial \Delta \Psi}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

де  $\text{Re} = V / \gamma$  - число Рейнольдса.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Анализ процесса подачи и траектории потока струй огнетушащего вещества установкой АУТГОС / С.В. Росоха, Ю.Н. Сенчихин, А.А. Киреев, К.М. Остапов // Проблемы пожарной безопасности – Харьков: НУЦЗУ, 2015. – Вып. 38. – С. 146-155.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1987. - 840 с.
3. Дендаренко Ю.Ю., Сенчихин Ю.М., Сировой В.В., Росоха С.В. Рекомендації щодо застосування радіальних водяних струменів під час захисту вертикальних сталевих резервуарів від термічного впливу факела полум'я. - Збірник наукових праць. Науковий вісник будівництва / За загальною редакцією д-ра техн. наук Д.Ф. Гончаренко. – Харьков: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2013. – Вып. 71. – С. 554-558.