

УДК 614.84

М. Б. Григор'ян, канд. техн. наук, О. І. Мигаленко, канд. екон. наук, Т. В. Юрга,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України

ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ РОЗГАЛУЖЕННЯ ТА ВИТРАТ РІДИНИ СТАНДАРТНИХ НАСАДОК ПОЖЕЖНИХ СТВОЛІВ

Знання фактичної витрати напору, рідини на пожежогасіння необхідно для розрахунків насосно-рукавних систем, витрат та часу подачі води на пожежогасіння тактичних можливостей пожежних підрозділів, розрахунків внутрішніх систем протипожежного водопостачання. Різниця між довідниковими значеннями подачі води та струменю не дає змоги проведення достовірних розрахунків, що може значно вплинути на ефективність дій пожежних підрозділів.

Розраховувати втрати напору при використанні розгалуження немає можливості, оскільки відсутні чи не уточнені ці значення гідравлічного опору розгалуження та існує певна розбіжність по витраті рідини від стволів з різним діаметром та струменем. Тому досить важливим є встановлення фактичних даних значень гідравлічного опору розгалуження при збільшенні напору та витрати рідини застосовуючи стволи різного діаметру. Для проведення таких дослідів потрібно встановити відповідні схеми з використанням ствол-водомірів, трубки Піто, манометрів та розрахункові методики. [1]

Дослідження проводиться в три етапи. Під час першого етапу дослідити показники втрати напору в розгалуженні та води з використанням одного вихідного патрубку $d=51$ мм розгалуження РТ-80 при використанні стволів різного діаметра. На другому етапі з використанням двох вихідних патрубків $d=51$ мм та $d=77$ мм. На третьому етапі з використанням трьох вихідних патрубків $d=51$, $d=77$, $d=51$ мм. Результати дослідження дадуть можливість проведення розрахунку напору та втрати рідини при використанні розгалуження зі стволами різного діаметру. Отримані значення фактичних витрат розгалуження можуть використовуватись під час розрахунків насосно-рукавних систем, дальності подачі та витрат рідини на потреби пожежогасіння, часу подачі води, тактичних можливостей пожежних підрозділів, а також розрахунків внутрішніх систем протипожежного водопроводу.

Ключові слова: витрати напору, насосно-рукавні системи, протипожежне водопостачання, гідравлічний опір, гідравлічні характеристики розгалуження.

Постановка проблеми. Зважаючи на кількість жертв, та матеріальних збитків від пожеж, величезні затрати людських та матеріальних ресурсів на гасіння пожеж, людство постійно вдосконалює та знаходить нові речовини та матеріали, які б були здатні збільшити ефективність гасіння в порівнянні з існуючими технологіями. Але найбільш доступною та ефективною речовиною для гасіння пожеж, ще довго буде залишатись звичайна вода. [4]

Для подачі води в осередок горіння у переважній більшості випадків використовуються пожежні ручні стволи та

для подачі декількох стволів в різних напрямках використовують розгалуження.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Для уніфікації використання, ще з початку минулого сторіччя на території Радянського Союзу, традиційно склався ряд діаметрів насадок пожежних стволів, які до теперішнього часу використовуються підрозділами пожежної охорони. На даний час, значення діаметрів насадок пожежних стволів має принципово важливе значення.

Значення діаметрів насадок використовується для розрахунків кількості та дальності та ефективності подачі вогнегасних засобів на гасіння пожежі, для

розрахунків різноманітних стаціонарних систем гасіння пожежі, таких як внутрішній протипожежний водопровід будівель, розробки нових зразків пожежної техніки. [5], [8]

Знання фактичної витрати напору, рідини на пожежогасіння необхідно для розрахунків насосно-рукавних систем, витрат та часу подачі води на пожежогасіння тактичних можливостей пожежних підрозділів, розрахунків внутрішніх систем протипожежного водопостачання. Різниця між довідниковими значеннями подачі води та струменю не дає змоги проведення достовірних розрахунків, що може значно вплинути на ефективність дій пожежних підрозділів. [7]

Постановка задачі та її розв'язання. Мета роботи полягає в отриманні фактичних значень гідравлічного опору розгалуження та витрат рідини стандартних насадок пожежних стволів в залежності від напору при застосуванні різних можливих схем з використанням стволів різного діаметру.

Формулювання цілей статті:

- створити відповідні схеми по дослідженню гідравлічних характеристик розгалуження з урахуванням тактичних можливостей використовуваного ПТО;
- визначити гідравлічний опір розгалуження та втрати рідини в залежності від діаметру насадки та напору.

Отримання конкретних залежностей для розрахунку втрат енергії при русі рідини в трубках і каналах є основним змістом внутрішньої задачі гідравліки.

Розрізняють два види опорів, що відрізняються один від одного за своєю

структурою: опір по довжині і місцеві опори. [2]

Втрати по довжині. Розглянемо рух рідини в горизонтальному трубопроводі постійного перетину з незмінною епюр швидкостей, тобто рівномірний рух. Запишемо для двох перетинів рівняння Бернуллі в формі тисків:

$$\rho g z_1 + p_1 + \rho \frac{\alpha_1 v_{1\text{ф}}^2}{2} = \rho g z_2 + p_2 + \rho \frac{\alpha_2 v_{2\text{ф}}^2}{2} + \rho g h_w \quad (1).$$

де: $z_1 = z_2$, $\rho \frac{\alpha_1 v_{1\text{ф}}^2}{2} = \rho \frac{\alpha_2 v_{2\text{ф}}^2}{2}$, тоді рівняння Бернуллі можна записати в наступному вигляді:

$p_1 - p_2 = \rho g h_w = \rho E_{\text{втр}} = p_w = p_{\text{дп}}$, де $p_{\text{дп}}$ - тиск, що втрачається на подолання сил тертя z_2 .

Робота сил тиску витрачається на подолання сил тертя, що й обумовлює втрати механічної енергії, які прямо пропорційні довжині шляху руху.

Залежно від форми запису рівняння Бернуллі ці втрати називаються:

- втратами тиску по довжині; $p_{\text{дп}}$
- втратами питомої енергії по довжині; $E_{\text{дп}}$
- втратами напору по довжині. $h_{\text{дп}}$

Місцеві втрати утворюються в результаті зміни структури потоку по шляху руху рідини. [3]

Розглянемо рух рідини через частково відкриту засувку в трубопроводі (див. рис. 1).

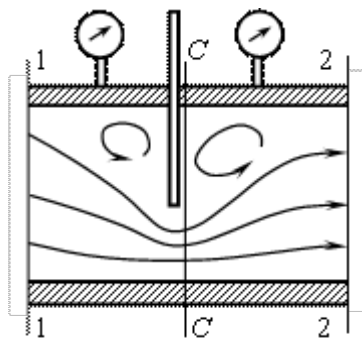


Рисунок 1 – Частково відкрита засувка у трубопроводі

В отворі (перетин С-С) швидкості збільшуються, а тиск зменшується. У перетині 2-2, на деякій відстані після засувки, швидкості приймають значення, рівні швидкостям в перерізі 1-1 перед засувкою.

На ділянках 1-С і С-2 поряд з основною течією виникає область вихрового руху. Швидкості руху часток в цій зоні значно менше, ніж в основному потоці, що зумовлює виникнення великих напруг тертя через велику градієнта швидкості. Більш докладно про місцеві гідравлічних опорах буде розглянуто далі. Залежно від форми запису місцеві втрати записуються як $P_{\text{м}}$, $E_{\text{м}}$, або $h_{\text{м}}$

Загальні втрати в трубопроводі складаються з втрат по довжині і втрат на місцевих опорах.

Для проведення досліджень нами була складені схеми, та підібрано відповідне оснащення: розгалуження РТ – 80; пожежні стволи РС - 70, РСК-50; рукава пожежні діаметром 15, 66,77 мм. Вимірювальні пристрої для проведення досліду використані ствол-водомірів, трубки Піто, манометрів та розрахункові методи. Зразок схеми зображений на рис 2.

Дослідження проводиться в три етапи. Під час першого етапу дослідити показники втрати напору в розгалуженні та води з використанням одного вихідного патрубку d=51мм розгалуження РТ-80 при використанні стволів різного діаметра. На другому етапі з використанням двох вихідних патрубків d=51мм та d=77мм. На третьому етапі з використанням трьох вихідних патрубків d=51, d=77, d=51 мм.

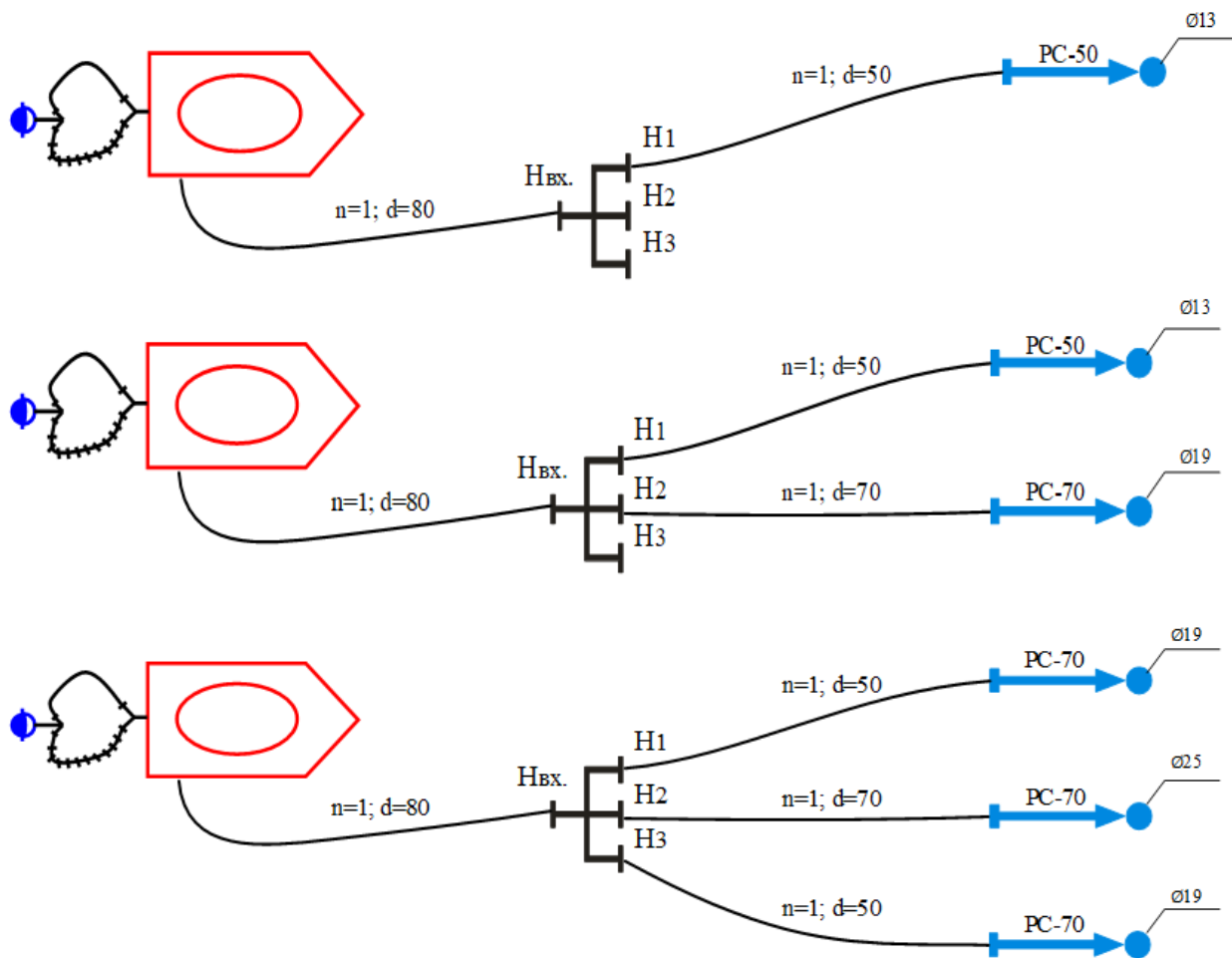


Рисунок 2 – Схеми проведених досліджень

В результаті вимірів витрат напору та рідини отримуємо значення показників H_1, H_2, H_3, h, Q , після чого отримуємо середнє значення втрати тиску та витрати рідини.

Залежність втрати напору та води від одного вихідного патрубку розгалуження РТ-80 d-51 мм.

Під час проведення дослідів були отримані значення втрати напору та води з вихідного патрубку розгалуження РТ - 80 d -51мм та стволів діаметром 13, 19 мм, які представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Н вх.	H1	H2	H3	h вт	Q л/с
10	9,2			0,8	1,8
15	13,8			1,2	2,2
20	13,4			1,6	2,6
25	23			2	2,9
30	27,6			2,4	3,2
35	32,3			2,7	3,4
40	37			3	3,6
45	41,5			3,5	3,9
50	46			4	4,1
55	50			5	4,3
60	54			6	4,5

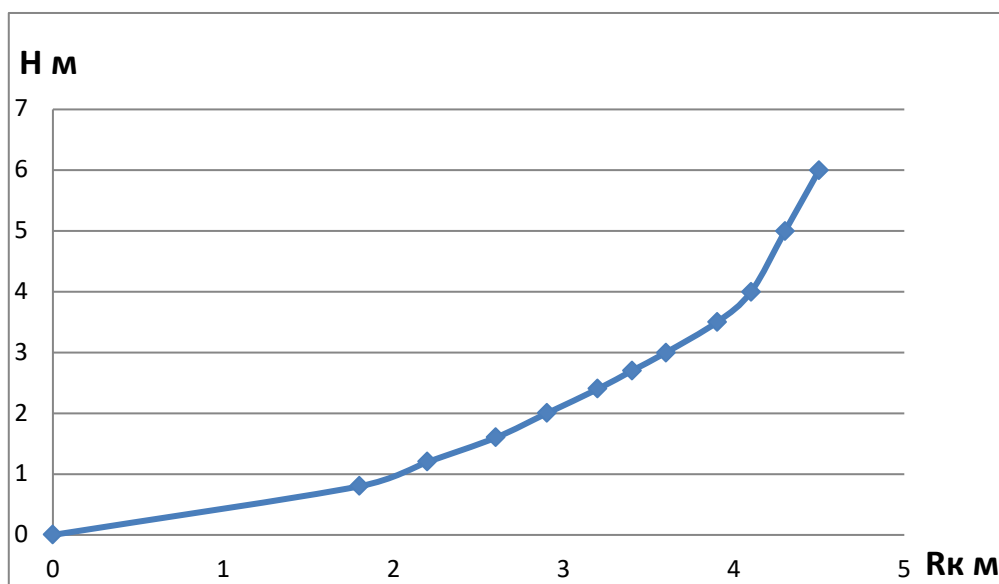


Рисунок 3 – Графік залежності втрати напору та води від одного вихідного патрубку розгалуження РТ-80 d-51 мм.

Залежність втрати напору та води від двох вихідних патрубків розгалуження РТ-80 d-51, d-77 мм.

Під час проведення дослідів були отримані значення втрати напору та води з

вихідного патрубку розгалуження РТ - 80 d-51, d-77мм та стволів діаметром 13, 19, 25 мм, які представлені у таблиці 2.

Таблиця 2.

Н вх.	Н1	Н2	Н3	h вт	Q л/с
10	8,5	9		1,5	10,5
15	12	13		2	13,1
20	17	18		2,8	15
25	21	22		3,5	16,9
30	25	27		4	18,4
35	29,4	31,6		5	19,9
40	33	36,5		6,2	21,3
45	37	41		7,5	22,6
50	40	42		8,5	23,8
55	43	46		10	24,9
60	44	48		13	26

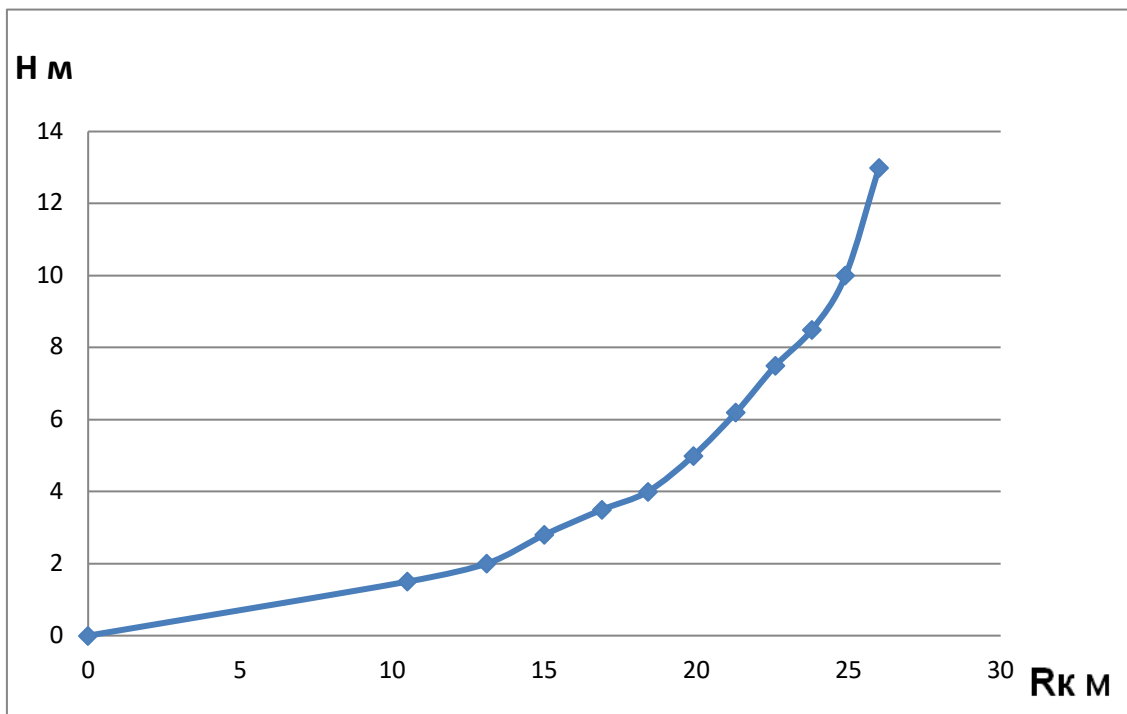


Рисунок 4 – Графік втрати напору та води від двох вихідних патрубків розгалуження РТ-80 d-51, d-77 мм.

Залежність втрати напору та води від трьох вихідних патрубків розгалуження РТ-80 d-51, d-77, d-51мм.

вихідного патрубка розгалуження РТ-80 d - 51, d-77, d -51мм та стволів діаметром 13, 19, 25 мм, які представлені у таблиці 3.

Під час проведення дослідів були отримані значення втрати напору та води з

Таблиця 3.

Н вх.	Н1	Н2	Н3	hвт	Q л/с
10	8	6	8	3	14,3
15	11	10	11	4,5	17,9
20	15	14	15	5,5	20,5
25	17	16	18	7	23,1
30	20	19	20	9	25,1
35	24	23	24	11	27,2
40	28	26	28	13	29,1
45	31	28	31	15	30,9
50	34	32	34	17	32,5
55	37	33	37	20	34
60	40	35	40	23	35,5

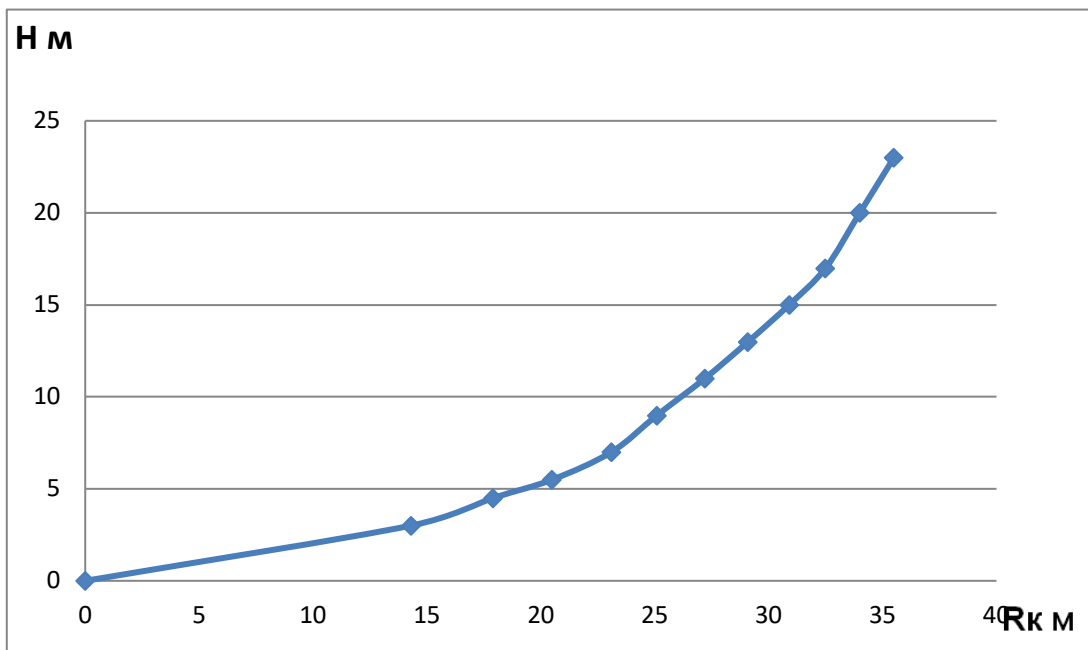


Рисунок 5 – Графік втрати напору та води від двох вихідних патрубків розгалуження РТ-80 d-51, d-77 мм.

Аналіз отриманих результатів та висновки. Отримані значення фактичних витрат розгалуження можуть використовуватись під час розрахунків насосно-рукавних систем, дальності подачі та витрат рідини на потреби пожежогасіння, часу подачі води, тактичних можливостей пожежних підрозділів, а також розрахунків внутрішніх систем протипожежного водопроводу. Під час виконання дослідів були складені схеми для дослідження гідравлічного опору розгалуження РТ 80 в залежності від напору, ствола та діаметра

насадок та втрати води. Були проведені дослідження по вивченню гідравлічного опору розгалуження РТ 80, а також дослідження по визначенню витрат рідини в залежності від напору та діаметру насадки з метою уточнення довідникових, а також значень, викладених в нормативних документах, що використовуються під час розрахунків, які використовуються для організації пожежогасіння та протипожежного захисту об'єктів.

Дослідження проведені в роботі, перш за все, заклали необхідне підґрунтя

для проведення подальших, більш детальних досліджень, з використанням більш складних пристроїв, по вивченню гідравлічного опору розгалужень.

Значення витрат рідини від діаметрів насадки ствола та напору, отримані в роботі,

потребують безперечно подальшого вивчення, але і на основі отриманих даних можна стверджувати, що значення витрат, викладені в довідниковій літературі, потребують уточнення та перевірки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Альтшуль А.Д., Киселев П.Т. Гидравлика и аэродинамика. – М., Стройиздат, 1975, 323 с.

2. Башта Т.М. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. – М., Машиностроиздат., 1982, 420 с.

3. Большаков В.А., Попов В.Н. Гидравлика. – К., Вища школа, 1989, 215 с.

4. Воротынцев Ю.П. и др. Гидравлика и противопожарное водоснабжение. – М., ВНИИТШ, 1985, 380 с.

5. Качалов А.А., Воротынцев Ю.П., Власов А.В. Противопожарное водоснабжения. – М., Стройиздат, 1985.

6. Левицкий Б.Ф., Лещий Н.П. Гидравлика. – Львів, Світ, 1992, 340 с.

7. Мальцев Е.Д. и др. Гидравлика и пожарное водоснабжение. – М., ВНИИТШ, 1976, 440 с.

8. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.: ил.

REFERENCES

1. Altshul A.D., Kiselev P.T. Gidravlika i aerodinamika. M., Stroyizdat, 1975, 323 s.

2. Bashta T.M. i dr. Gidravlika, gidromashinyi i gidroprivodyi. M., Mashinostroyizdat., 1982, 420 s.

3. Bolshakov V.A., Popov V.N. Gidravlika. K., Vischa shkola, 1989, 215 s.

4. Vorotyintsev Yu.P. i dr. Gidravlika i protivopozharnoe vodosnabzhenie. M., VNPTSh, 1985, 380 s.

5. Kachalov A.A., Vorotyintsev Yu.P., Vlasov A.V. Protivopozharnoe vodosnabzheniya. M., Stroyizdat, 1985.

6. Levitskiy B.F., Leschly N.P. Gidravlika. Lviv, SvIt, 1992, 340 s.

7. Maltsev E.D. i dr. Gidravlika i pozharnoe vodosnabzhenie. M., VNPTSh, 1976, 440 s.

8. Ivannikov V.P., Klyus P.P. Sparvochnik rukovoditelya tusheniya pozhara. M.: Stroyizdat, 1987. – 288 s.: il.

*Н. Б. Гигорьян, канд. техн. наук, А. И. Мигаленко, канд. экон. наук, Т. В. Юрга,
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РАЗВЕТВЛЕНИЯ И РАСХОДОВ ЖИДКОСТИ СТАНДАРТНЫХ НАСАДОК ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ

Знание фактического расхода напора, жидкости пожаротушения необходимо для расчетов насосно-рукавных систем, расходов и времени подачи воды на пожаротушение тактических возможностей пожарных подразделений, расчетов внутренних систем противопожарного водоснабжения. Разница между справочным значением

подачи воды и струи не позволяет проводить достоверные расчеты, может значительно повлиять на эффективность действий пожарных подразделений.

Рассчитывать потери напора при использовании разветвления не имеет возможности, поскольку отсутствуют или не уточнены эти значения гидравлического сопротивления разветвления и существует

определенное расхождение по расходу жидкости от стволов с разным диаметром и струей. Поэтому весьма важным является установление фактических данных значений гидравлического сопротивления разветвления при увеличении напора и расхода жидкости применяя стволы разного диаметра. Для проведения таких опытов нужно установить соответствующие схемы с использованием ствол-водомеров, трубки Пито, манометров и расчетных методик.

Исследование проводится в три этапа. Во время первого этапа исследовать показатели потери напора в разветвлении и воды с использованием одного выходного патрубка d-51мм разветвления РТ-80 при использовании стволов различного

диаметра. На втором этапе с использованием двух выходных патрубков d-51 мм и d-77 мм. На третьем этапе с использованием трех выходных патрубков d-51, d-77, d-51 мм. Результаты исследования дадут возможность проведения расчета напора и потери жидкости при использовании разветвления со стволами разного диаметра. Полученные значения фактических расходов разветвления могут использоваться при расчетах насосно-рукавных систем, дальности подачи и расхода жидкости на нужды пожаротушения, времени подачи воды, тактических возможностей пожарных подразделений, а также расчетов внутренних систем противопожарного водопровода.

M. Grygorjan, PhD in technical sciences, O. Migalenko, PhD in economical sciences, T. Yurga

DETERMINATION OF THE ACTUAL VALUES OF HYDRAULIC BRANCH RESISTANCE AND LIQUID CONSUMPTION OF STANDARD FIREBUSES

Knowledge of actual flow rate, fire extinguishing fluid is necessary for calculations of pump and hose systems, costs and time of water supply for fire extinguishing of tactical capabilities of fire departments, calculations of internal fire-fighting water supply systems. The difference between the reference values of the water supply and the jet does not allow accurate calculations, which can significantly affect the effectiveness of fire departments.

It is not possible to calculate the flow loss when the branching is used, since these values of hydraulic branching resistance are missing or not specified and there is some difference in the flow rate of the fluid from the trunks with different diameters and jets. Therefore, it is important to establish the actual data of the values of hydraulic branching resistance at increased head and fluid flow using barrels of different diameters. To conduct such experiments, it is necessary to establish appropriate schemes using barrel gauges, Pitot tubes, pressure gauges and calculation methods.

The study is conducted in three stages. During the first phase, investigate the indices of branching pressure and water loss using a single outlet nozzle d-51mm. branching RT-80 when using trunks of different diameters. In the second stage, using two output nozzles d-51mm. and d-77mm. In the third stage, using three output nozzles d-51, d-77, d-51 mm. The results of the study will allow the calculation of the head and fluid loss when using branches with trunks of different diameters. The obtained values of the actual branching costs can be used in the calculations of pumping and hose systems, the range of flow and fluid consumption for the needs of fire fighting, the time of water supply, the tactical capabilities of fire departments, as well as the calculations of internal fire-fighting water systems.

Keywords: *head pressure, pump and hose systems, fire-fighting water supply, hydraulic support, hydraulic branching characteristics.*