

УДК 614.8.086.54

О. В. Лазаренко, к. т. н.,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИСНИХ ВОДЯНИХ ЗАВІС ГЕНЕРОВАНИХ НАСАДКАМИ РВ-12 ТА НРТ-5

В статті наведено результати експериментальних досліджень по визначенню гідродинамічних параметрів та значенню коефіцієнта послаблення теплового потоку від вогнища пожежі під час використання насадок НРТ-5 та РВ-12. За результатами проведених експериментальних досліджень визначено, що захисна водяна завіса, генерована насадкою РВ-12 має набагато кращий коефіцієнт послаблення теплового потоку ніж захисна водяна завіса від насадки НРТ-5.

Ключові слова: НРТ-5, РВ-12, водяна завіса, екрануюча здатність, коефіцієнт екранування.

Вступ. Використання водяних стволів для захисту рятувальників від шкідливої дії теплового випромінювання під час гасіння пожежі є загально відомим та поширеним тактичним прийомом серед рятувальних підрозділів не тільки України, а й інших країн світу. Ефективність використання саме водяних завіс (води), генерованих різноманітними технічними приладами, в якості захисного екрану або охолоджуючого елемента, продемонстровано працями багатьох вітчизняних та закордонних дослідників [1-3].

Але на сьогоднішній день, незважаючи на велику кількість праць в цьому напрямку, в різноманітній довідковій, науковій літературі та навчальних посібниках відсутні детальні захисні характеристики водяних завіс генерованих насадками РВ-12 та НРТ-5, які широко використовуються (та рекомендуються до застосування) саме для зменшення дії теплового випромінювання на пожежного-рятувальника.

Так зокрема в праці [4] було поставлено ряд експериментальних задач, вирішення яких дасть змогу визначити коефіцієнти екранування теплового потоку захисної водяної завіси генерованої насадками РВ-12 та НРТ-5.

Таким чином метою експериментальних досліджень було:

- визначення коефіцієнту зменшення теплового потоку водяних завіс генерованих за допомогою насадок РВ-12, НРТ-5;
- визначення зміни захисних характеристик цих насадок в залежності від тиску на стволі.

Виклад основного матеріалу. Відповідно до поставленої мети було сконструйовано використано експериментальну установку яка давала можливість (рис.1.):

- 1) визначення загальної витрати води перед входом в ствол;
- 2) визначення робочого тиску перед стволом;
- 3) визначення витрати води на створення захисної завіси;
- 4) визначення теплового потоку полум'я модельного вогнища пожежі;
- 5) визначення теплового потоку полум'я модельного вогнища пожежі, що пройде через захисний водяний екран при різних його параметрах.

При проектуванні експериментальної установки були взяті до уваги вимоги, щодо приймання в експлуатацію та методи контролю ручних пожежних стволів, а також методи визначення витрати рідин.

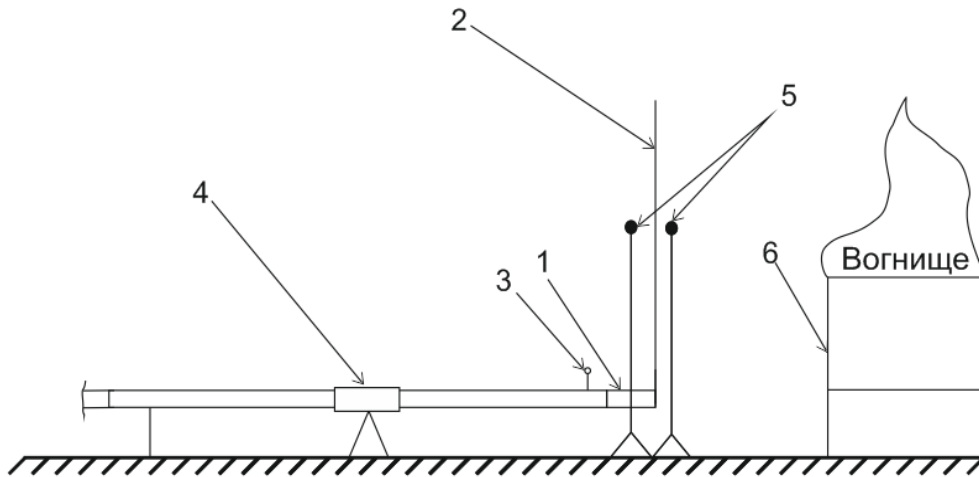


Рисунок 1 – Схема проведення вогневих випробувань для насадки РВ-12: 1 – ствол, 2 – водяна завіса, 3 – манометр, 4 – водомір, 5 – точки вимірювання теплового випромінювання, 6 – дека.

Подача води та створення необхідного тиску здійснювалась за допомогою пожежного автомобіля АЦ-40 (130) 63Б, що використовується для доставки особового складу та подачі засобів пожежогасіння в вогнище пожежі. На автомобілі цієї модифікації встановлено насос ПН-40УВ, який дає змогу створювати максимальний напір до 100 м. вод. ст. та продуктивність 40 л/с, що забезпечує необхідні показники для ефективної роботи підрозділів ДСНС. Пожежний автомобіль встановлюється на пожежний гідрант для безперебійної подачі води.

Подальша подача води здійснювалась по прогумованому пожежному рукаву діаметром 66 мм, для забезпечення необхідної витрати на стволі, з подальшим використанням перехідної головки 66 мм на 77 мм.

Для вимірювання загальної витрати води, яка подається на пожежний ствол, використано турбінний водомір СТВ-65. Конструкція якого передбачає можливість безпосереднього під'єднання до труб діаметром 70 мм.

Пряма ділянка трубопроводу до та після водоміра служить для стабілізації потоку, або відновлення епюри розподілу швидкостей від рівномірної (яка виникає після збурення потоку внаслідок його повороту, зміни площі живого перерізу і т. п.) до тієї, яка відповідає стабілізованій течії рідини.

Загальна похибка вимірювання водоміром СТВ-65 відповідно до технічного паспорта при витраті води в межах 3,5–70 м³/год (0,97–19,44 л/с) становить 2 % .

Після водоміра, через наступну пряму ділянку стабілізації потоку, вода подавалась до ствола РС-70 з насадкою НРТ-5 чи РВ-12.

Оскільки витікання води через насадку ствола відбувалося в атмосферу, то відповідно й витрати води для створення захисної завіси будуть залежати від тиску. Визначення тиску перед стволом проводилось зразковим пружинним манометром з класом точності вимірювання 0,4, який безпосередньо закріплений перед з'єднувальною головкою ствола. Відносна похибка вимірювання цим манометром становить 0,4%. Для осереднення пульсацій тиску, вимірювальний манометр встановлювався на зовнішній кільцевій порожнині, яка сполучалася з трубою чотирма отворами діаметром 4 мм.

Теплове випромінювання вимірюється за допомогою приладів ВТП-01 (рис.2). ВТП-01 вимірює теплові випромінювання в діапазоні від 0,1 до 50 кВт/м² з похибкою вимірювання ± 1%.

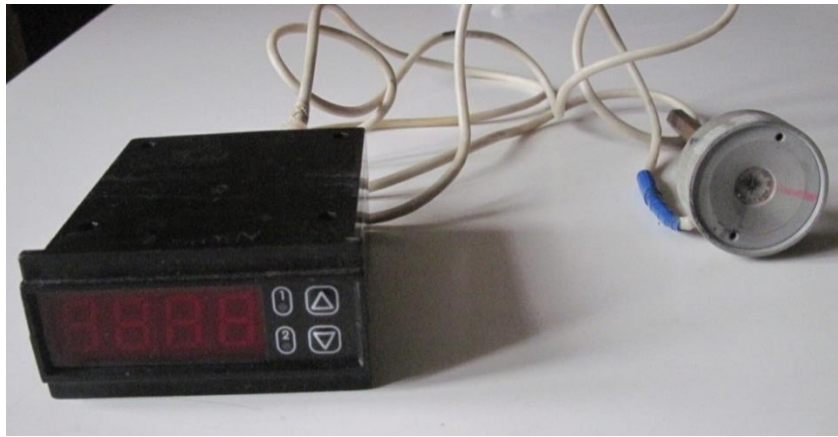


Рисунок 2 – Загальний вигляд приладу ВТП-01.

ВТП-01 закріплюються на спеціальних штативах, що розміщуються один перед водяною завісою, інший – на відстані 20 см за нею, для одночасного вимірювання теплового потоку.

Загальна методика проведення експерименту виглядала наступним чином:

- 1) для проведення експерименту ствол з насадкою для створення захисної водяної завіси розташовували перед джерелом теплового випромінювання на певній відстані – L (м);
- 2) розпалювали вогнище для отримання величини теплового випромінювання близького до значення $10-12 \text{ кВт/м}^2$;
- 3) за допомогою пожежної автоцистерни подавали воду та створювали захисну водяну завісу;
- 4) одночасно здійснювався замір величини теплового випромінювання перед та за захисною водяною завісою на відстані від завіси $0,2 \text{ м}$ та фіксували його величину (в процесі дослідження змінювався тиск перед стволом в межах $4 \dots 6 \text{ атм.}$ з інтервалом в $0,5 \text{ атм.}$).

Для досягнення «чистоти» проведення експерименту досліди проводилися в два етапи:

- 1) визначення гідродинамічних показників насадок РВ-12 та НРТ-5, для визначення величини розподілу витрат води при різних тисках на стволі;
- 2) визначення коефіцієнта екранування теплового потоку водяною завісою генерованою насадкою РВ-12 та НРТ-5 в залежності від тиску на стволі (рис.3).



Рисунок 3 – Процес дослідження коефіцієнта екранування радіальною водяною завісою генерованою насадкою РВ-12, НРТ-5.

Відповідно, за результатами визначення гідродинамічних показників насадок було отримано наступні результати представлені у вигляді графічних залежностей на рис.3, а результати визначення коефіцієнта екранування на рис.4.

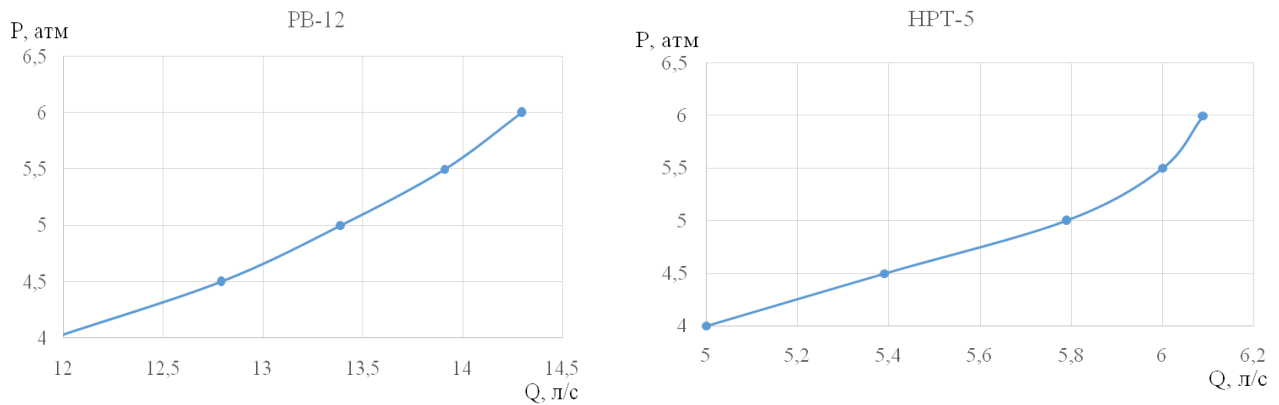


Рисунок 3 – Залежність витрат води від тиску на стволі для насадки РВ-12, НРТ-5

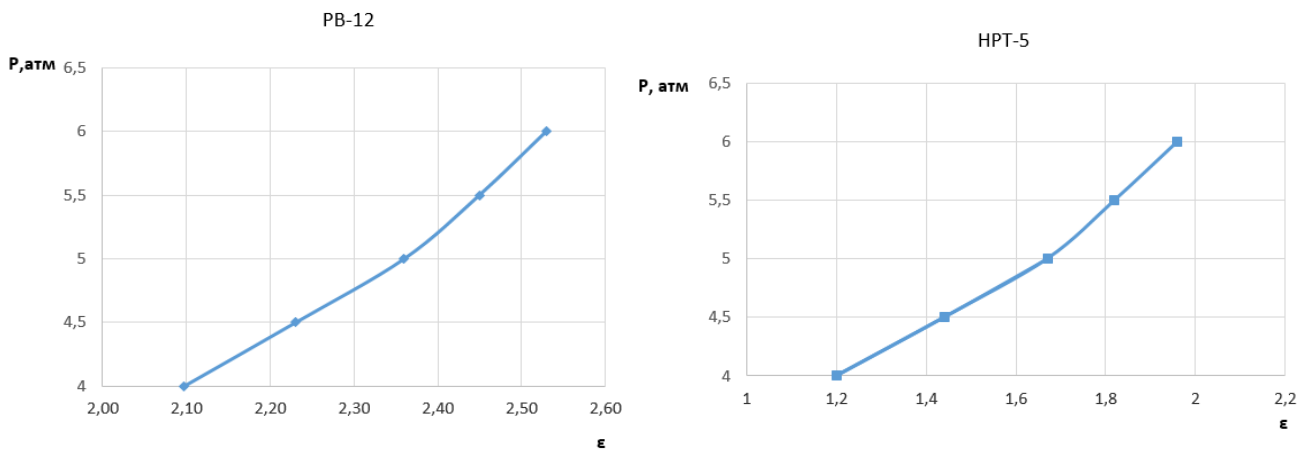


Рисунок 4 – Залежність коефіцієнту зменшення теплового потоку (ϵ) від тиску на стволі для насадки РВ-12, НРТ-5

Таким чином, для кращого сприйняття отриманих чисельних значень результати експерименту по визначенню всіх досліджувальних параметрів насадок РВ-12 та НРТ-5 було зведено в табл. 1. та табл.2.

Таблиця 1 – Значення характеристик насадки РВ-12 за результатами проведених експериментів.

РВ-12				
№	P, Мпа	Q _{ств} , л/с	S	ε
1	0,4	11,95	0,0028	2,1
2	0,45	12,79		2,23
3	0,5	13,39		2,36
4	0,55	13,91		2,45
5	0,6	14,3		2,53

Таблиця 2 – Значення характеристик насадки НРТ-5 за результатами проведених експериментів.

НРТ-5				
№	P, МПа	Q _{ств.} , л/с	S	ε
1	0,4	5,0	0,016	1,2
2	0,45	5,39		1,44
3	0,5	5,79		1,67
4	0,55	6,0		1,82
5	0,6	6,09		1,96

Висновки. Підсумовуючи отриманні результати експериментальних досліджень з визначення гідравлічного опору та коефіцієнту екранування водяних завіс насадок РВ-12 та НРТ-5 було отримано наступні дані:

- при поступовому збільшенні тиску на насадці НРТ-5 спостерігається збільшення витрати води, що в свою чергу впливає на коефіцієнт екранування теплового потоку. Однак при досягненні тиску близько 6 атм. та вище витрата води через насадку вже практично не змінюється (табл.2), що відповідно впливає та обмежує значення коефіцієнту екранування теплового потоку;
- для насадки НРТ-5 коефіцієнт екранування (ε) становив в межах 1,2 – 1,96 при витраті на стволі 5 - 6,09 л/с;
- розміри та геометрична конфігурація отриманої захисної водяної завіси через насадку НРТ-5 є не досить зручна, таким чином використання даної насадки для зменшення теплового потоку, що діє на ствольщиків не рекомендується;
- для насадки РВ-12 коефіцієнт екранування (ε) становив в межах 1,21 – 2,53 при витраті на стволі 11,95 – 14,3 л/с;
- використання захисної водяної завіси, генерованою насадкою РВ-12, за рахунок великого радіусу захисту та значного коефіцієнта послаблення теплового потоку, дає змогу досить комфортно та безпечно перебувати ствольщикам під дією теплового випромінювання;
- отриманні значення гідравлічних опорів та коефіцієнтів екранування (табл.1,2) кожної з досліджувальних насадок дає змогу заздалегідь розрахувати необхідний тиск на насосі пожежного ствола та необхідну витрату води яка б забезпечила потрібний захист пожежного від теплового випромінювання.

Перспективи подальших досліджень. Отримані числові значення коефіцієнтів екранування безперечно є дуже важливими для подальшого їх використання в теоретичних чи практичних розрахунках (тому що отриманні вперше). Однак в подальшому необхідно провести дослідження з визначення розподілу коефіцієнта екранування по радіусу захисної водяної завіси (для РВ-12) чи відстані від осі ствола (для НРТ-5), так як приведенні залежності коефіцієнта екранування будуть справедливими лише для точки де щільність водяного потоку є найбільша.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1) Виноградов А.Г. Поглощение теплового излучения водяными завесами / А.Г. Виноградов // Пожаровзрывобезопасность. – Москва (Россия), 2012. – Т. 21, № 7. – с. 77-86.
- 2) Buchlin J.-M.: Thermal shielding by water spray curtain Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol; 18, No 4-6, July - November 2005, pp 423-432.
- 3) Griolet F. Mitigation of hazardous fire radiation by water spray curtain / Griolet F., Lieto J., Delmas A., Raynaud M., Buchlin J.-M. // 9th Inter. Symp. on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries; Barcelona, Spain, 1998.
- 4) В.І. Желяк Методи захисту пожежних від теплового випромінювання вогнища пожежі / В.І. Желяк, М.А. Наливайко, О.В. Лазаренко, к.т.н., С.Я. Кінтер // Пожежна безпека: теорія і практика Зб. наук. пр. — 2014. — № 16. — С. 30—36.