

*І.М. Грицина, к.т.н., доцент, заст. нач. каф., НУЦЗУ,  
Н.І. Грицина, к.т.н., доцент, ХНАДУ,  
О.А. Левтеров, к.т.н., с.н.с., пров. наук. співр., НУЦЗУ*

## **СХЕМА ОТРИМАННЯ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ ТА ДИСПЕРГОВАНОЇ ВОДИ**

(представлено д-ром техн. наук Ларінім О.М.)

Запропоновано схему отримання компресійної піни та диспергованої води. Експериментальним шляхом підтверджено можливість отримання компресійної піни та диспергованої води за наведеною схемою.

**Ключові слова:** пожежогасіння, компресійна піна, диспергована вода, пінозмішувач.

**Постановка проблеми.** Робота зі створення сучасних засобів пожежогасіння та нових вогнегасних речовин завжди була актуальною задачею наукових досліджень. Як свідчить практика гасіння пожеж, найбільшої ефективності досягають ті вогнегасні речовини, що здійснюють комплексний вплив на вогнище, до яких слід віднести вогнегасні піни. Частіше за все підрозділи використовують повітряно-механічну піну (ПМП). Головними недоліками ПМП – мала дальність подачі (особливо для піни середньої кратності), необхідність забезпечувати високий тиск на вході в ствол (генератор), що викликає певні труднощі під час подачі піни на висоту, та інше.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним з перспективних на сьогодні засобів гасіння пінними вогнегасними сумішами є системи подачі компресійної піни. Компресійна піна (compressed air foam system, CAFS) - технологія, яка використовується в пожежогасінні для доставки вогнегасної піни з метою гасіння пожежі або захисту зони, де відсутнє горіння, від займання [1]. В CAFS системах забезпечується однорідний, дрібнокоміркований, безперервний потік бульбашок, які міцно зв'язані між собою [2]. Такі системі створюються також і в інших країнах, в РФ аналогічна технологія називається NATISK [3].

Компресійна піна – субстанція, що отримується в пожежних агрегатах, при примусовому спіненні рідини і піноутворювача за допомогою стиснутого повітря. Цей розчин включають в себе воду і піноутворювач. Все це поєднується в певних дозах. Піна компресійна виходить щільна та однорідна. Стисле повітря також додає енергію в струмінь, яка дозволяє збільшити дальність доставки вогнегасної речовини в порівнянні зі стандартними піногенераторами або стволами.

Звичайно система отримання компресійної піни включає в себе:

- насос для подачі вогнегасної рідини;
- джерело вогнегасної рідини;
- бак з піноутворювачем;
- джерело стислого газу (або компресор);
- систему впорскування піноутворювача в потік рідини;
- змішувальну камеру;
- систему управління та контролю співвідношень рідини, газу і піноутворювача.

Головним недоліком цих систем є висока вартість системи управління та контролю, яка забезпечує задані співвідношення робочих компонентів. Вартість CAFS систем сягає декілька десятків тисяч доларів США. Тому вони досі не набули суттєвого поширення.

**Постановка завдання та його вирішення.** Задача статті є обґрунтування можливості отримання компресійної піни на існуючому у пожежно-рятувальних підрозділах ДСНС України обладнанні.

Як було наведено вище, найбільш складним та кошторисним елементом є система управління та контролю співвідношень рідини, газу і піноутворювача, яка призначена підтримувати задані співвідношення робочих компонентів в залежності від витрат та тиску вогнегасної рідини.

На практиці частіше системи CAFS застосовуються для гасіння автомобілів, невеликих житлових будинків – в більшості випадків застосовується один ствол. Таким чином, зміни витрат вогнегасної рідини у широкому діапазоні не відбувається. Тиск на стволі також змінюється в межах 0,4-0,5 МПа ( $\pm 20-25\%$ ).

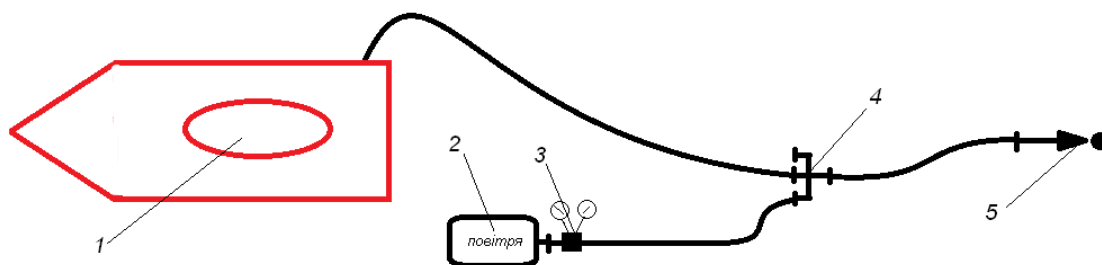
Відповідно, можна створити систему яка буде готувати суміш робочих компонентів постійно на один режим, відхилення від якого будуть лежати в межах  $\pm 10-15\%$ . Система управління та контролю співвідношень рідини, газу і піноутворювача перетвориться в просту систему дозування робочих компонентів у визначених співвідношеннях. Система стане простіше та набагато дешевше. Це дозволить підрозділам використовувати всі переваги вогнегасної речовини–компресійна піна, без суттєвих економічних витрат.

Для отримання компресійної піни від звичайної автоцистерни пропонується використовувати наступну схему оперативного розгортання рис. 1.

На схемі до автоцистерни підєднано магістральну лінію, розгалудження РТ-80. Розгалудження встановлено у зворотньому напрямку. До бокового патрубку РТ-80 підєднано повітряний балон з редуктором, що налаштований на певний тиск. Можливо між редуктором та розгалудженням встановлювати зворотній клапан для захисту редуктора. Далі від розгалудження йде робоча лінія із стволом.

Під час роботи, від АЦ подається суміш піноутворювача і води, що отримується за рахунок штатного пінозмішувача. В розгалудженні

додається стисле повітря. Завдяки високій турбулентності газорідного потоку, в робочій лінії утворюється компресійна піна, яка подається із пожежного ствола для гасіння або інших цілей. На рис. 2 наведено порівняльні фотографії компресійної піни отриманої в НУЦЗУ по схемі на рис. 1 та компресійної піни отриманої від системи NATISK [3].



**Рис. 1.** Схема оперативного розгортання АЦ для отримання компресійної піни: 1 – автоцистерна; 2 – балон з стислим повітрям; 3 – газовий редуктор; 4 – розгалуження типу РТ-80; 5 – пожежний ствол



а)



б)

**Рис. 2.** Порівняльне фото: а) компресійна піна, що отримана в НУЦЗУ; б) компресійна піна NATISK

Здійснивши аналіз наведених фото, можна зробити висновок про отримання компресійної піни у досить простий спосіб. Струмінь піни досить однорідний, а дальність подачі ні менша за дальність подачі компактного струменя з аналогічного ствола. Більша ніж у піни NATISK кратність обумовлена більшою початковою концентрацією піноутворювача в воді, тому що для компресійної піни зазвичай використовується концентрація до 2-3%, а стаціонарний пінозмішувач насосу НЦП-40/100 забезпечує концентрацію в межах 4-8%. Зменшення концентрації можливо шляхом попереднього розведення піноутворювача. Переміщення ствольщика, загинання робочої лінії, підйом ствола на висоту 3,5 м, не порушують структуру струменя піни. Це свідчить про те, що за рахунок турбулентного руху відбувається якісне перемішування робочих компонентів. Розшарування робочих компонентів на поворотах та підйомах не відбувається. На початковому етапі наукових досліджень визначення впливу параметрів робочих компонентів на параметри струменя компресійної піни не проводилось.

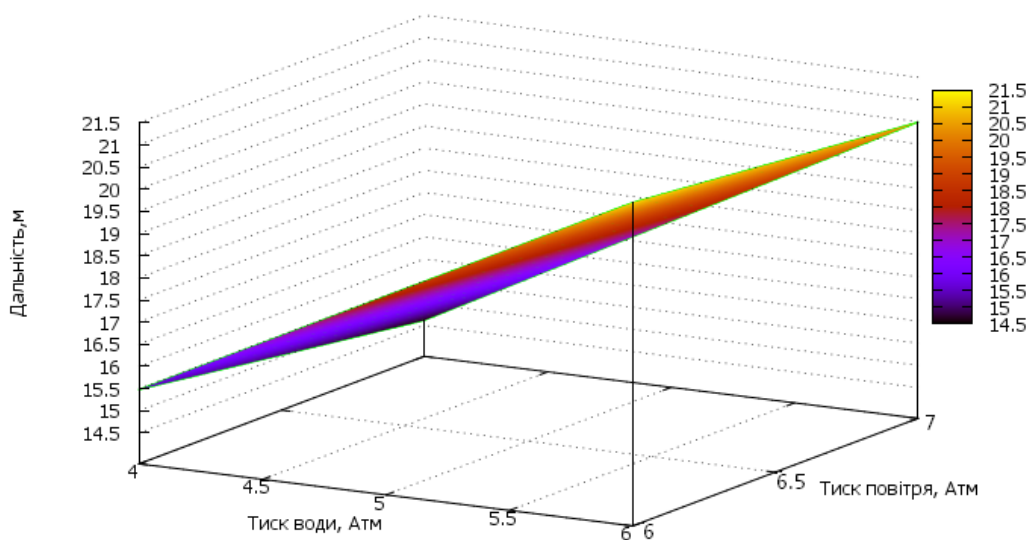
Використання цієї схеми без піноутворювача призведе до отримання диспергованого струменя.

Дослідження проводились з використанням АЦ-40(130)63Б для ствола РС-50. Рукава пожежні прогумовані діаметром 77 мм та 51 мм. Тиск на насосі пожежного автомобіля змінювався в межах  $P_H \in [0,4-0,6]$  МПа. Вимірювання  $P_H$  відбувалось з використанням штатного манометру насосу ПН-40УВ. Тиск повітря на редукторі  $P_{II} \in [6,0-7,0]$  МПа. На даному етапі досліджень, за допомогою елементів теорії планування експерименту [4, 5], визначено загальний вплив тиску робочих компонентів на дальність подачі диспергованого струменя у вигляді поліному

$$L = 15,2 + 1,25 \cdot P_H - 1,8 \cdot P_{II} + 0,25 \cdot P_H \cdot P_{II}, \quad (1)$$

де  $L$  – дальність подачі диспергованого струменя, м;  $P_H$  – тиск на насосі,  $\text{кг}/\text{см}^2$ ;  $P_{II}$  – тиск повітря,  $\text{кг}/\text{см}^2$ .

Аналіз рівняння (1) показує, що в межах діапазону досліджень, збільшення тиску на насосі призведе до збільшення дальності подачі розпорошеного струменя. Графічне зображення рівняння (1) наведено на рис. 3.



**Рис. 3. Залежність дальності подачі диспергованого струменя від напору води**

Аналіз рівняння (1) показує, що в межах діапазону досліджень, збільшення тиску повітря призведе до зменшення дальності подачі розпорошеного струменя (рис.3), тому в подальшому необхідно зменшити кількість повітря, що подається до рукавної лінії, шляхом встановлення на вході в розгалуження дозуючої шайби.

Особливістю отримання розпорошеного струменя за схемою наведеною на рис.1 є те, що при переміщеннях ствольщика загинаннях робочої лінії, підйомі ствола на висоту виникають гідравлічні коливання. Коливання тиску відчуються навіть манометром на пожежному насосі. Візуально це супроводжується пульсуючою роботою ствола.

Це свідчить про розшарування газорідного потоку на нерівностях рукавної лінії, тому під час оперативного розгортання необхідно уникати різких поворотів.

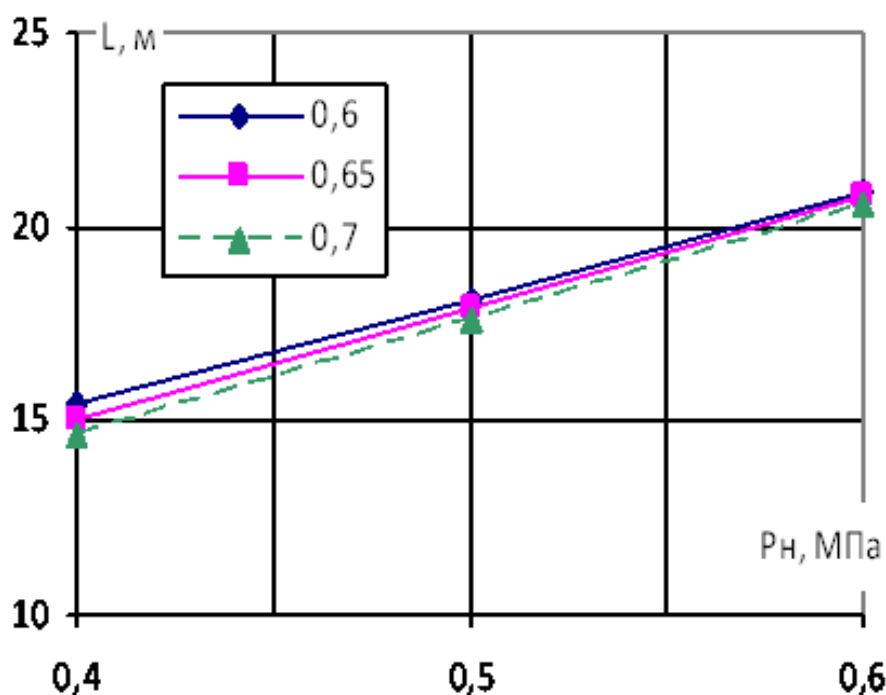


Рис. 4. Залежність дальності подачі диспергованого струменя від напору води на насосі ПА

**Висновки.** Проведені дослідження підтвердили припущення про можливість отримання компресійної піни за наведеною на рис.1 схемою. Схема проста та не потребує суттєвих капітальних витрат для отримання ефективної вогнегасної речовини. Оптимальні співвідношення робочих компонентів будуть визначено в подальших дослідженнях з використанням необхідного вимірювального комплексу. Використання схеми на рис.1 для подачі розпорошеної вогнегасної рідини також можливо, але має певні особливості. В подальших дослідженнях буде уточнено вплив параметрів робочих компонентів на головні характеристики розпорошеного струменя, а також буде проведено дослідження про вплив додавання повітря до рукавної лінії під час підйому вогнегасних рідин на висоту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Robert G. Taylor. Compressed air foam systems in limited staffing conditions. Executive development / Morristown Fire Bureau, Morristown, New Jersey. [Електронний ресурс] // Режим доступу: [https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/tr\\_98rt.pdf](https://www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/tr_98rt.pdf).

2. Karlsruhe Institute of Technology (KIT)–Forschungsstelle für Brandschutztechnik: Research reports No. 140, No. 150. [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https:// www.ffb.kit.edu/download/DLS 2003.pdf](https://www.ffb.kit.edu/download/DLS_2003.pdf).

3. Описание системы NATISK. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.specialauto.ru/natisk/1106.html>.

4. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных русловий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский – М.: Наука, 1976. – 279 с.

5. Федоров В.В. Теория оптимального эксперимента / В.В. Федоров. – М.: Наука, 1971. – 312 с.

И.Н. Грицына, Н.И. Грицына, А.А. Левтеров

**Схема получения компрессионной пены и диспергированной воды**

Предложена схема получения компрессионной пены и диспергированной воды. Экспериментальным путем подтверждена возможность получения компрессионной пены и диспергированной воды по предложенной схеме.

**Ключевые слова:** пожаротушение, компрессионная пена, диспергированная вода, пеносмеситель.

I.M. Hrytsyna, N. I. Hrytsyna, A.A. Levterov

**The scheme of receiving compression foam and the dispersed water**

The scheme of receiving compression foam and the dispersed water is offered. The possibility of receiving compression foam and the dispersed water according to the offered scheme is experimentally confirmed.

**Keywords:** fire extinguishing, compression foam, the dispersed water, a foam mixer.