

*С. М. Шахов, викладач каф., НУЦЗУ,
А. І. Кодрик, к.т.н., нач. відділу, ІДУ НД ЦЗ,
О. М. Тітенко, к.т.н., с.н.с., ІДУ НД ЦЗ,
С. А. Виноградов, к.т.н., доцент, заст. нач. каф., НУЦЗУ,
П. В. Черненко, ст. викладач, НАНГУ*

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ПОДАЧІ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ

(представлено д.т.н. Тарасенком О. А.)

Запропоновано удосконалену систему подачі компресійної піни, що при гасінні пожеж значно розширює можливості пожежника, надає можливість під час дій по гасінню пожежі застосовувати та швидко змінювати режими, що відповідають його рішенням у конкретних обставинах. Надано основні технічні характеристики дослідного зразку малогабаритного засобу пожежогасіння компресійною піною, що відповідає технічним вимогам щодо пересувних вогнегасників згідно з ДСТУ 3734. Технічні характеристики установки відповідають рівню закордонних аналогів систем подачі компресійної піни.

Ключові слова: пожежогасіння, компресійна піна, кратність, дослідний зразок, система подачі компресійної піни.

Постановка проблеми. Протипожежна піна, технологія отримання якої передбачає використання стисненого газу, широко використовується в різних системах пожежогасіння. Основною перевагою піни зі стисненим газом при гасінні пожеж є можливість шляхом зміни її кратності отримувати піни різних типів, які відрізняються за фізико-хімічними та експлуатаційними властивостями [1, 2]. При гасінні пожежі, в залежності від конкретних умов, важливо використовувати такий тип піни (мокра, суха або комбіноване застосування), який для даного випадку є найбільш ефективним. Відомо, що при створенні компресійної піни, необхідно належним чином регулювати потік води і потік газу, які подають в змішувальну камеру таким чином, щоб безперервно забезпечувати створення піни, що має належні властивості для боротьби з вогнем. Таким чином на шляху ефективного застосування компресійної піни постає проблема, яка полягає у необхідності вдосконалення існуючих установок, у яких буде надана можливість зміни характеристик протипожежної піни безпосередньо під час роботи системи, що надасть істотні переваги при гасінні пожеж значно розширюючи можливості пожежника, надасть можливість під час гасіння пожежі застосовувати та швидко змінювати режими, що відповідають його рішенням у конкретних обставинах, тим самим робить процес пожежогасіння більш ефективним та коротшим у часі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різними виробниками пропонується установки з продукування піни з фіксованою кратністю піни в межах від 4 до 20 [3]. Найбільш поширеним співвідношенням об'єму розчину піноутворювача до об'єму повітря у готовій піні є 1: 7, що й набуло відображення у назві технології – «One seven» [4].

Відома система створення піни зі стисненим газом [5], яка містить камеру піноутворення, в якій через регулятор тиску та регулятор об'ємної витрати безперервно подаються суміш води і піноутворювача. В камеру піноутворення через регулятор тиску и регулятор об'ємної витрати також безперервно подаються стисний газ. Регулятори тиску та регулятори об'ємної витрати призначені для подачі в камеру піноутворення газу і суміші піно утворюючої речовини та води під постійним тиском із постійною об'ємною витратою та підтримку постійного тиску у камері утворення та виходу піни за рахунок регулювання витрат води та газу не зважаючи на можливі зміни в джерелі газу і / або в джерелі води.

Російська мобільна установка "NATISK-35 BL" [6] виробляє піну однієї кратності, яка дорівнює 17, про що вказано у технічних характеристиках установки.

Обладнання з пристроями CAFS фірми Rosenbauer [7, 8], реалізоване з використанням трьох схем подачі повітря та води:

– серія POLI CAFS – так званий автократична схема – вода з піноутворювачем знаходиться у ємності, звідки витісняється повітрям, наприклад установка POLY MOBILE SL50;

– серія CONTI CAFS WR – повітря подається з компресору або балонів зі стисненим повітрям у воду під тиском (подача через насос), наприклад установка CONTI CAFS WR 15/30/60 H;

– серія FLASH CAFS AR – повітря подається з балонів із стисненим повітрям у воду під тиском (подача через насос), наприклад, FLASH CAFS AR 30.

Однак усі установки цієї серії мають різний, але постійний для них тиск та кратність піни у кожній установці мають однакові усталені значення.

Німецька фірма HNE Technologie AG [9] на своїх виробках для продукування компресійної піни, наприклад установках Aviation CAFS 50 або HiPress 10, в залежності від сфери її застосування безпосередньо на корпусі установки позначає, який тип піни виробляє установка:

HiPRESS – текуча важка піна; HiCAFS – суха клейка піна; SPRAY – спрей піна.

Аналізуючи відомі рішення, слід зазначити, що усі вони спрямовані на створення пристроїв з фіксованими режимами роботи та в них не закладена можливість зміни характеристик протипожежної піни безпосередньо під час роботи пристрою у якому відбувається процес генерації піни.

Постановка завдання та його вирішення. Задача полягає у підвищенні ефективності використання систем подачі компресійної

піни, за рахунок удосконалення її конструктивних особливостей, а саме у можливості зміни кратності компресійної піни, в залежності від умов її експлуатації під час гасіння пожежі.

У роботі пропонується вдосконалений засіб [10, 11] з отриманням піни, при якому з'являється можливість зміни характеристик протипожежної піни. Створений засіб належить до протипожежних пристроїв, що використовують компресійну піну, отримання якої передбачає використання стисненого газу.

Схема пристрою наведена на рис.1.

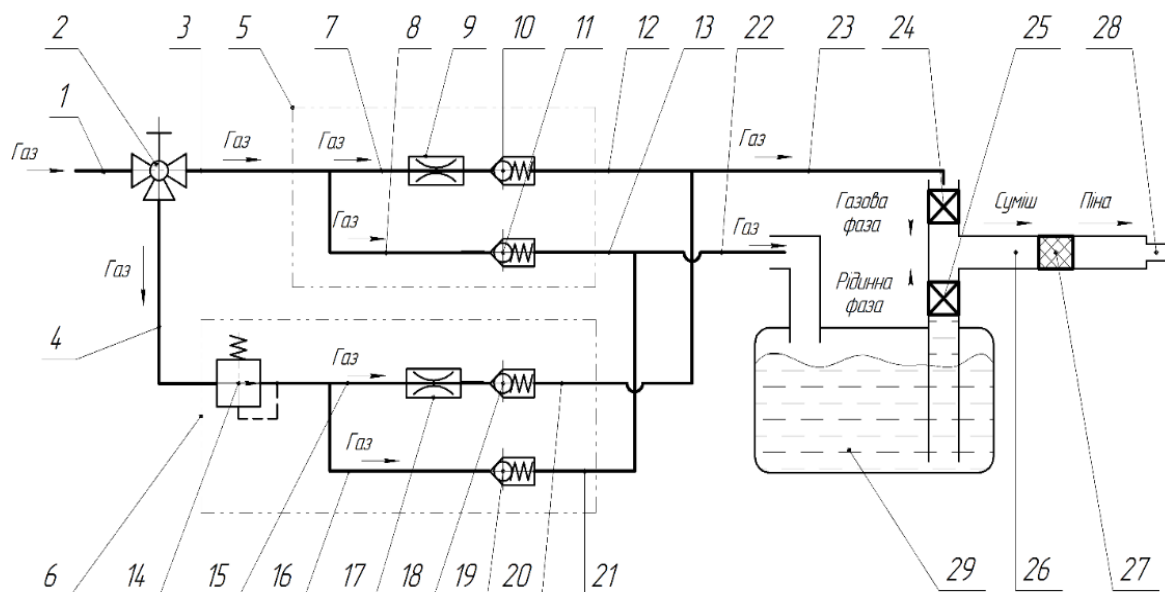


Рис. 1. Схема пристрою з отримання компресійної піни різної кратності

Для продукування компресійної піни встановлюють керований перемикач вибору режиму виробництва піни 2 у відповідне положення для отримання піни відповідної кратності та витрати рідинної фази.

Потік стисненого газу через патрубок 1, спрямовують до одного з двох паралельних блоків безперервної подачі газу позначених як 5 або 6.

У блоці високої кратності 5 ланка 7 призначена для встановлення витрати газової фази піни високої кратності, ланка 8 призначена для встановлення витрати газу, що буде являтися робочим тілом, що забезпечить витрату рідкої фази, що відповідає піні високої кратності, шляхом витіснення її з ємності 29, в якій знаходиться суміш піноутворювача і води. Величина газодинамічного опору пневмодросселя 9 встановлюють характеристики піни – високу кратність та відповідну витрату рідкої фази.

У блоці низької кратності 6 на вході влаштований регулятор тиску 14, що знижує тиск на певну величину в усьому блоці, ланка 15 призначена для встановлення витрати газової фази піни низької кратності, ланка 16 призначена для встановлення витрати газу, що буде являтися робочим тілом, що забезпечить витрату рідкої фази, що відповідає піні низької

кратності, шляхом витіснення її з ємності 29, в якій знаходиться суміш піноутворювача і води. Співвідношення падіння тиску на регуляторі тиску 14 та газодинамічний опір пневмодросселя 17 встановлюють нові характеристики піни – нижчу кратність та відповідну витрату рідкої фази.

Обидва блоки працюють незалежно один від одного в залежності від положення керованого перемикача вибору режиму виробництва піни 2, та кожний блок має два виходи для блока високої кратності 5, це виходи 12 і 13, для блока низької кратності 6, це виходи 20 та 21. Ці виходи об'єднуються згідно схеми (рис. 1) в єдиний вхід, що містить патрубок 23 та 22. Газ, що проходить через патрубок 23 та буде газовою фазою піни, через діафрагму 24 приходиться в камеру змішування 25. Газ, що проходить через патрубок 22 та буде являтися робочим тілом, що забезпечить витрату рідкої фази. Під дією тиску цього газу рідина з ємності 29 витискується через діафрагму 25 у камеру змішування 26. Отримана суміш потрапляє у піно генеруючу вставку 27 та далі проходить через сопло 28 назовні пристрою.

Для визначення орієнтовної величини зниження тиску Δp , що встановлюється на регуляторі тиску 14 та величини газодинамічного опору пневмодросселя 17, r_δ , величини яких забезпечують збільшення кратності піни в k разів та збільшення витрати рідкої фази в k_Q разів, використовується формула:

$$\Delta p = \left(\left(\frac{(Rk + r + r_a)r_w + R(r + r_a)}{(R + r + r_a)r_w + R(r + r_a)} \right) \cdot k_Q - 1 \right) \cdot p; \quad (1)$$

$$r_\delta = \frac{r + r_a}{k} - r_a,$$

де R – гідродинамічний опір послідовності двох ланок пристрою: піно генеруючої вставки 27 та вихідного сопла пристрою 28; p – тиск газу, що на вхідному патрубку 1 пристрою; r – газодинамічний опір пневмодросселя 9; r_a – газодинамічний опір діафрагми 24; r_w – гідродинамічний опір діафрагми 25.

Реалізація запропонованої схеми отримання компресійної піни [10, 11] була здійсненя при створенні дослідного малогабаритного засобу пожежогасіння компресійною піною. Для якісного змішування при утворенні компресійної піни була розроблена оригінальна камера змішування [12], яка виготовлена у вигляді знімного реактора з циліндричним каналом для подавання водного розчину піноутворювача всередині та радіально розташованими отворами для подавання повітря під тиском, що мають форму сопел Лавала, а в камері піноутворювання встановлено пакет металевих сіток.

Загальний вигляд дослідного малогабаритного засобу пожежогасіння компресійною (газонаповненою) піною наведено на рис. 2.



Рис. 2. Загальний вигляд дослідного малогабаритного засобу пожежогасіння компресійною (газонаповненою) піною

Основні технічні характеристики дослідного зразка малогабаритного засобу пожежогасіння компресійною піною які надані у табл. 1.

Табл. 1. Технічні характеристики дослідного зразка малогабаритного засобу пожежогасіння компресійною піною

| № | Характеристика | Значення |
|----|---|----------------|
| 1 | Габаритні розміри, мм | 1050x490x650 |
| 2 | Загальна вага в спорядженому стані, кг | 85 |
| 3 | Кількість вогнегасного розчину, л | 45 |
| 4 | Тип піноутворювача | 1%,3%.6% |
| 5 | Кратність піни | від 4 до 25 |
| 6 | Витрати вогнегасної речовини суха/мокра піна, л/хв. | 11/13 |
| 7 | Час безперервної роботи суха/мокра піна, с | 246/206 |
| 8 | Повітряний балон, л/атм | 6,8/350 |
| 9 | Дальність подачі струменя по сухій піні при тиску 0,6МПа, м | 10 |
| 10 | Робочій тиск у системі, МПа | від 0,5 до 1,0 |
| 11 | Довжина рукавної лінії, м | 10 |
| 12 | Укомплектований ручним стволом | Так |

Запропонований спосіб отримання піни різної кратності має розширені функціональні можливості, в якому реалізовані щонайменше два режими роботи, що дозволяє виробляти піну із щонайменше двома показниками кратності – «мокру» та «суху».

Висновки. Використання запропонованого пристрою при гасінні пожеж значно розширить можливості пожежника, дасть можливість під час дій по гасінню пожежі застосовувати та швидко змінювати режими, що відповідають його рішенням у конкретних обставинах, тим самим

робить процес пожежогасіння більш ефективним та коротшим у часі.

Дослідний зразка малогабаритного засобу пожежогасіння компресійною піною відповідає технічним вимогам щодо пересувних вогнегасників згідно з ДСТУ 3734.

Технічні характеристики установки та ефективність її використання відповідають рівню закордонних аналогів.

Запропонований спосіб дозволяє виробляти піни дозволяє виробляти піну із щонайменше двома показниками кратності – «мокру» та «суху».

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодрик А. І., Тітенко О. М., Шахов С. М., Виноградов С. А., Вплив кратності компресійної піни на дисперсність і стійкість. Проблеми пожежної безпеки. 2019. Вип. 45. С. 27–33.

2. Кодрик А. І., Тітенко О. М., Шахов С. М., Виноградов С. А., Стилик І. Г. Визначення залежності характеристик компресійної піни. Науковий вісник НЛТУ України. 2019. № 5. С. 103–106.

3. Шахов С. М., Виноградов С. А., Ларін О. М. Аналіз світових зразків систем пожежогасіння газонаповненою піною. Надзвичайні ситуації. Попередження та ліквідація. 2017. Вип 1. С. 50–58.

4. Oneseven: веб-сайт. URL: <http://www.oneseven.com> (дата звернення: 30.12.2018).

5. Патент RU №2456037; А62С5/02 (2006.01) / Крюгер Тино (DE), Дорау Гюнтер (DE)/– заяв.: 2008151529/12 від 24.04.2008; опуб.: 20.07.2012; (72). Усовершенствованная технология создания пены со сжатым воздухом.

6. Мобильная установка огнетушитель natisk-35blhttp: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://specialauto.ru/natisk-35bl>

7. POLY MOBILE SL50 On a transport frame: [Електронний ресурс] Режим доступу: https://firesafecambodia.com/wp-content/uploads/2015/08/PC715_POLY-MOBILE-SL50_DB_EN.pdf

8. Продукция ф. Rosenbauer [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.rosenbauer.com> > int > products > ca

9. HNE. Продукти. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.hne.ag>

10. Кодрик А. І., Тітенко О. М., Шахов С. М., Виноградов С. А., Мороз О. І. Пристрій для отримання піни різної кратності: пат 142505 Україна: МПК А62С 31/12, А62С 5/02, В05В 7/00. № у 2019 11825; заявл 11.12.2019. опубл 10.06.2020, Бюл. № 11/2020.

11. Кодрик А. І., Тітенко О. М., Борис О.П. Спосіб отримання піни різної кратності: пат 142506 Україна: МПК А62С 31/12, А62С 5/02, В05В 7/00. № у 2019 11824; заявл 11.12.2019; опубл 10.06.2020, Бюл. № 11/2020.

12. Кодрик А. І., Шахов С. М., Тітенко О. М., Кодрик А. І.,

Виноградов С. А. Пінозмішувач для утворення компресійної піни: пат 142507 Україна: МПК А62С 31/12, А62С 5/02, В05В 7/00. № у 2019 11826; заявл 11.12.2019; опубл 10.06.2020, Бюл. № 11/2020.

С. М. Шахов, С. А. Виноградов, А. И. Кодрик, О. М. Титенко, П. В. Черненко

Повышение эффективности использования систем подачи компрессионной пены

Предложена усовершенствованная система подачи компрессионной пены, которая при тушении пожаров значительно расширяет возможности пожарного, дает возможность во время действий по тушению пожара применять и быстро менять режимы, соответствующие его решению в конкретных обстоятельствах. Представлено основные технические характеристики опытного образца малогабаритного средства пожаротушения компрессионной пеной, соответствующей техническим требованиям передвижных огнетушителей по ДСТУ 3734. Технические характеристики установки соответствуют уровню зарубежных аналогов систем подачи компрессионной пены.

Ключевые слова: пожаротушение, компрессионная пена, кратность, опытный образец, система подачи компрессионной пены.

S. Shakhov, S. Vinogradov, A. Kodryk, O. Titenko, P. Chernenko

Improving the efficiency of using compressed air foam systems

An improved system for supplying compressed air foam is proposed, which, when extinguishing fires, significantly expands the capabilities of a firefighter, makes it possible, during actions to extinguish a fire, to apply and quickly change modes corresponding to his decision in specific circumstances. The main technical characteristics of a prototype of a small-sized fire extinguishing agent with compression foam are presented, which meets the technical requirements of mobile fire extinguishers according to DSTU 3734. The technical characteristics of the installation correspond to the level of foreign analogs of compressed air foam systems.

Keywords: fire extinguishing, compressed air foam, foam rate, prototype, compressed air foam system.