

«Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація»



**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ
З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**



**Черкаський інститут пожежної безпеки імені
Героїв Чорнобиля Національного університету
цивільного захисту України**

«Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація»

Збірник наукових праць

№ 1 / 2017

***Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової
інформації, Серія КВ № 22700-12600ПР,
видане 04.05.2017 Міністерством юстиції України***

*Рекомендовано до друку та до поширення через мережу Інтернет
Вченою радою Черкаського інституту пожежної безпеки
імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України
(протокол № 3 від 30.11.2017.)*

*Дозволяється публікація матеріалів збірника у відкритому доступі
комісією Черкаського інституту пожежної безпеки
імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України
з питань роботи із службовою інформацією
(протокол № 11 від 03.11.2017.)*

**УДК 614.8
Н 17**

Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація :
збірник наукових праць. – Черкаси: ЧІПБ ім. Героїв
Чорнобиля НУЦЗ України, 2017. – № 1. – 126 с.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР – *Тищенко О. М.*, канд. техн. наук, проф. (ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України);

ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА – *Поздєєв С. В.*, д-р техн. наук, проф. (ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України);

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР – *Школяр Є. В.*, канд. психол. наук (ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України);

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

Абрамов Ю. О., д-р техн. наук, проф. (Національний університет цивільного захисту України (м. Харків);

Акіншин В. Д., д-р фіз-мат. наук, проф. (ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України);

Беліков А. С., д-р техн. наук, проф. (ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (м. Дніпро);

Ватуля Г. Л., д-р техн. наук, доц. (Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків);

Ващенко В. А., д-р техн. наук, проф. (Черкаський державний технологічний університет);

Волянін Єжи., д-р техн. наук, проф. (Головна школа пожежної служби (м. Варшава, Республіка Польща);

Дия Хенрік, д-р техн. наук, проф. (Ченстоховський політехнічний університет (Республіка Польща);

Кириченко О. В., д-р техн. наук, с. н. с. (ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України);

Кнапінський Марцін, д-р техн. наук (Ченстоховський політехнічний університет (Республіка Польща);

Кенпка Павел, д-р техн. наук (Головна школа пожежної служби (м. Варшава, Республіка Польща);

Ковалишин В. В., д-р техн. наук, проф. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності);

Мазур В. Л., д-р техн. наук, проф. (Фізико-технологічний інститут металів та сплавів Національної академії наук України (м. Київ);

Мізерський Анжей, д-р техн. наук, проф. (Головна школа пожежної служби (м. Варшава, Республіка Польща);

Мосов С. П., д-р війс. наук, проф. (Національна академія державного управління при Президентові України (м. Київ);

Осипенко В. І., д-р техн. наук, проф. (Черкаський державний технологічний університет);

Радомяк Хенрік, д-р техн. наук (Ченстоховський політехнічний університет (Республіка Польща);

Семерак М. М., д-р техн. наук, проф. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності);

Тарасенко О. А., д-р техн. наук, с. н. с. (Національний університет цивільного захисту України (м. Харків);

Землянський О. М., канд. техн. наук, доц. (ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України);

Камлюк А. М., канд. техн. наук, доц. (Університет цивільного захисту Міністерства по надзвичайним ситуаціям Республіки Білорусь (м. Мінськ);

Некора О. В., канд. техн. наук, с. н. с. (ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України);

Нуянзін В. М., канд. техн. наук (ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України);

Стась С. В., канд. техн. наук, доц. (ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України);

Пармон В. В., канд. техн. наук, доц. (Університет цивільного захисту Міністерства по надзвичайним ситуаціям Республіки Білорусь (м. Мінськ);

Полевода І. І., канд. техн. наук, доц. (Університет цивільного захисту Міністерства по надзвичайним ситуаціям Республіки Білорусь (м. Мінськ);

Швиденко А. В., канд. техн. наук, доц. (ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України);

Ясколовський Вальдемар, канд. техн. наук (Головна школа пожежної служби (м. Варшава, Республіка Польща).

ТЕХНІЧНИЙ РЕДАКТОР – *Рябокоть В. В.*, канд. пед. наук (ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України);

РЕДАКТОР ТЕХНІЧНИХ ТЕКСТІВ ЗІ ЗНАННЯМ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ – *Хряпак С. О.*, канд. філол. наук (ЧІПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України).

ЗМІСТ / CONTENTS

<i>О. Є. Басманов, Г. О. Кулакова</i> ОЦІНКА ШВИДКОСТІ ВИСХІДНИХ ПОТОКІВ НАД ОСЕРЕДКОМ ГОРІННЯ ГОРЮЧОЇ РІДИНИ.....	5
<i>O.E. Basmanov, G.O. Kulakova</i> ESTIMATION OF THE VELOCITY OF THERMAL PLUME FROM BURNING SPILLED OIL	
<i>С. О. Вамболь, В. Ю. Колосков</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ КРИТЕРІЮ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ ВІДХОДІВ.....	11
<i>Vambol S.O., Koloskov V.Yu.</i> IMPROVEMENT OF CRITERION OF SAFETY LEVEL ESTIMATION OF WASTES STORAGE PLACES	
<i>С. І. Головченко</i> ІННОВАЦІЙНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ БІОІНДИКАЦІЇ ПІД ЧАС НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ	18
<i>S. I. Golovchenko</i> INNOVATIVE BASIS OF THE USE OF BIOINDICATION METHOD DURING MAN-MADE EMERGENCIES	
<i>А. Г. Іваницький, А. В. Барсукова</i> ВЛИЯНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПРОЕМОВ В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЖАРА В ПОМЕЩЕНИИ.....	26
<i>A. Ivanitski, A. Barsukova</i> CURRENT STATE OF THE PROBLEM OF EVALUATING THE INFLUENCE OF THE HORIZONTAL OPENINGS IN THE SEPARATING STRUCTURES ON THE FIRE TEMPERATURE IN THE COMPARTMENT	
<i>А. А. Киреев, Д. И. Савельев</i> ИЗУЧЕНИЕ ВРЕМЕНИ ОГНЕЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ	35
<i>Kireev O. O., Saveliev D. I.</i> THE STUDY OF THE FIRE-RETARDANT ACTION TIME OF GEL-FORMING SYSTEMS USED FOR EXTINGUISHING FOREST FIRES	
<i>В. К. Костенко, А. А. Нестеренко, О. М. Нуянзін, В. М. Покалюк</i> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛООБМІНУ В ІЗОЛЯЦІЙНОМУ ОДЯЗІ З СИСТЕМОЮ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА БЕЗ НЕЇ.....	42
<i>V. Kostenko, A. Nesterenko, O. Nuianzin, V. Pokaliuk</i> HEAT EXCHANGE MATHEMATICAL MODEL IN ISOLATION WARE WITH AND WITHOUT COOLING SYSTEM	
<i>О. М. Ларін, С. А. Виноградов, С. М. Шахов</i> АНАЛІЗ СВІТОВИХ ЗРАЗКІВ СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ГАЗОНАПОВНЕНОЮ ПІНОЮ	50
<i>A.N. Larin, S.A. Vinogradov, S.M. Shakhov</i> ANALYSIS OF WORLD'S COMPRESSED AIR FOAM SYSTEMS	

А. С. Миканович, О. В. Любимова, О. А. Бужин

УДК 614.84

О. М. Ларін, д-р техн. наук, професор, С. А. Виноградов, канд. техн. наук, доцент,
С. М. Шахов,
Національний університет цивільного захисту України

АНАЛІЗ СВІТОВИХ ЗРАЗКІВ СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ГАЗОНАПОВНЕНОЮ ПІНОЮ

У статті розглянута принципова схема подачі газонаповненої піни. Вивчені основні компоненти стаціонарних і переносних установок. Основними складовими елементами системи є пожежний насос, компресор (або балони з повітрям) і система регулювання подачі піноутворювача. Проведено аналіз провідних світових виробників систем газонаповненої піни, таких, як німецька фірма «One seven», австрійська компанія Rosenbauer, американська компанія Waterous, американська компанія Hale Product, російська система гасіння пожеж газонаповненою піною NATISK. Розроблено висновки за результатом проведення аналізу.

Ключові слова: газонаповнена піна, пожежогасіння, компресійна піна.

Постановка проблеми. Основним вогнегасним засобом на сьогодні є вода. Але лише 20 % її бере участь у гасінні пожежі, крім цього використання води може тягти за собою значні матеріальні збитки [28, 29]. Використання пін при пожежогасінні скорочує час для гасіння пожежі, зменшує кількість води, необхідну для ліквідації вогню, і є більш універсальним засобом. В даний час в США, Європі та інших провідних країнах поширені системи подачі газонаповненої піни. Особливість даних установок, на відміну від повітряно-механічних систем, полягає в можливості генерації піни за рахунок одночасної подачі в спеціальну камеру змішування повітря під

тиском і водяного розчину піноутворювача, а не генерації розчину за допомогою ежектуючого повітря. До основних переваг газонаповненої піни можна віднести утворення піни, яке відбувається безпосередньо біля насосної установки, на відміну від звичайної вогнегасної піни, яка утворюється вже у приладі гасіння, що дозволяє зменшити енергетичні затрати на її доставку до місця пожежі, можливість подачі піни на великі відстані та гасіння електрообладнання. Пожежні рукави, заповнені компресійною піною, значно легші, а, отже, підвищується маневреність ствольщика [1–5, 8, 10, 11].

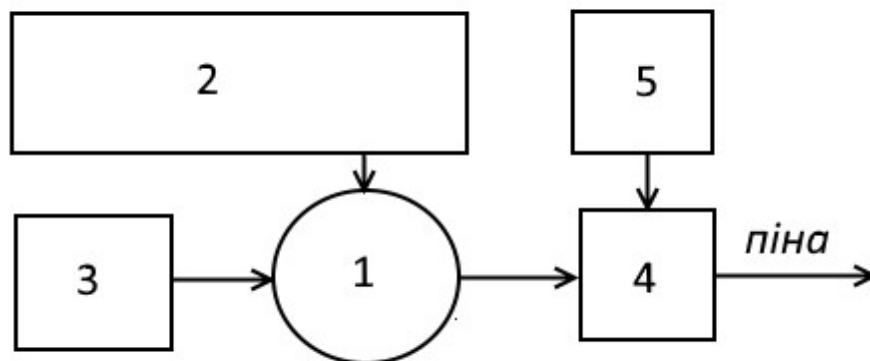


Рисунок 1 – Схема отримання газонаповненої піни: 1 – насос; 2 – цистерна для води; 3 – ємність з піноутворювачем; 4 – пінозмішувач; 5 – компресор

Основними складовими елементами (або балони з повітрям) і система системи CAFS є пожежний насос, компресор регулювання подачі піноутворювача [5-15]. 3

насосу виходить вода під тиском, до якої у необхідній пропорції додається піноутворювач. Можливо утворення водного розчину піноутворювача безпосередньо в насосі або перед ним. Далі до утвореної суміші додається повітря під тиском, за допомогою якого утворюється піна низької кратності, що надалі рухається рукавами. Найпростішу схему отримання газонаповненої піни наведено на рис. 1.

На сьогоднішній день в Україні використовуються повітряно-механічні системи подачі піни, і для того, щоб впровадити на наш ринок більш досконалі газонаповнені установки пожежогасіння, необхідно провести аналіз існуючих технологій в зарубіжних країнах.

Аналіз останніх досліджень публікацій. Вперше в королівському флоті були розроблені системи компресійної піни для ліквідації пожеж в морі 1930-х роках. До 1940-х років британські і американські ВМС розробили вдосконалені системи для боротьби з пожежами класу Б (Coletti 1998 Darley, 1995). Також до кінця 80-х років були розроблені спеціальні пожежні компресори, призначені для систем газонаповненої піни. Вперше сучасна систем газонаповненої піни була застосована в 1988 році під час лісових пожеж в Йелоустонському національному парку в штаті Вайомінг, США (Yellowstone National Park, Wyoming) для захисту готелю Old Faithful Lodge [1]. Такими вченими, як Michael A. Laskaris, Michael Sulmone були розглянуті та визначені основні способи змішування і генерації газонаповненої піни в змішувальних камерах [2]. Robert G. Taylor розглядав питання використання газонаповненої піни у приміщеннях з обмеженим доступом повітря [3]. Andrew Kim and George Crampton проводили дослідження щодо ефективності гасіння пожеж класу Б за допомогою газонаповненої піни з різними піноутворювачами [4]. Dong-Ho Rie, Jang-Won Lee, Seonwoong Kim був проведений експеримент, спрямований на оцінку ефективності системи КАФС для гасіння пожеж класу Б при подачі різних порцій повітря в розчин води і піноутворювача [5]. На сьогоднішній день авторам невідомі

роботи, в яких проведено найбільш повний аналіз систем подачі газонаповненої піни.

Постановка задачі та її рішення.

Метою даної статті є проведення аналізу систем подачі компресійної піни провідних країн Європи та США, вивчення основних характеристик цих установок.

Виклад основного матеріалу дослідження

Серед провідних світових виробників засобів протипожежного призначення системи газонаповненої піни (CAFS – compressed air foam system) набули значного поширення.

Можна виділити три основних напрямки застосування CAFS:

- стаціонарні автоматичні системи пожежогасіння;
- мобільні установки пожежогасіння;
- вбудовані системи в пожежні автомобілі.

Одним з найбільш відомих виробників систем газонаповненої піни є німецька фірма «One seven» [16, 17], яка володіє патентом на цю технологію та виготовляє стаціонарні та мобільні установки пожежогасіння. На рис. 2 наведений пристрій для утворення компресійної піни, запатентований «One seven».

Системи «One seven» генерують газонаповнену піну з вмістом піноутворювача в розчині у діапазоні від 0,3 до 1 %. При цьому співвідношення об'єму розчину піноутворювача до об'єму повітря у готовій піні складає 1:7, що й набуло відображення у назві технології. На рис. 3 наведено зображення стаціонарної установки пожежогасіння «One seven» [18].

На рис. 4 наведено принцип роботи цієї системи. Водяний насос подає водний розчин піноутворювача до піногенератора, до якого в свою чергу компресор нагнітає повітря. Живлення елементів системи здійснює електричний блок, а блок керування відповідає за співвідношення води, піноутворювача та повітря. Від піногенератора вже готова піна рухається до споживачів.

«Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація»

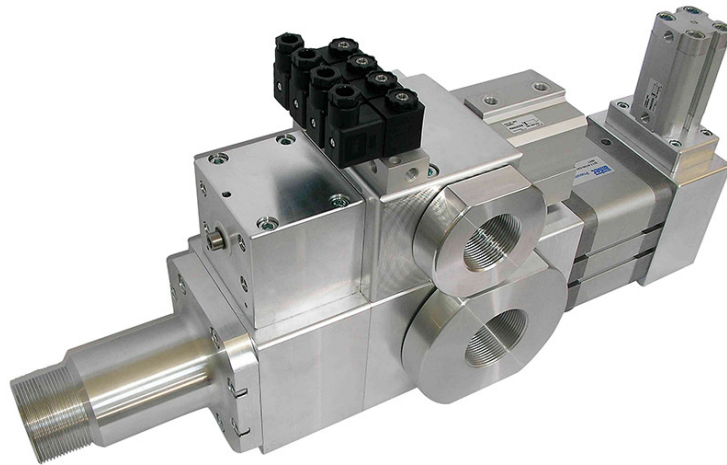


Рисунок 2 – Система утворення газонаповненої піни VDS-Approved One Seven



Рисунок 3 – Стационарна установка пожежогасіння One seven

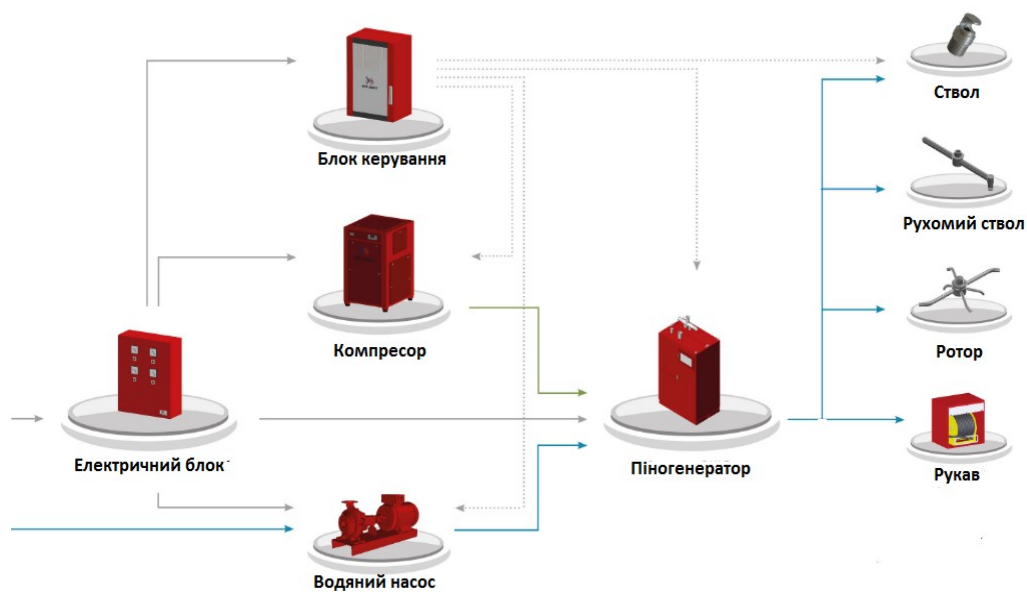


Рисунок 4 – Принцип роботи установки «One seven»



Рисунок 5 – GPlus "HLF 20 OS"

Окрім наведеного, компанія «One seven» виготовляє наступні установки пожежогасіння [19]:

- Stored-Energy-Systeme – замкнена система із запасом води, піноутворювача та повітря дозволяє працювати до 10 хвилин при гасінні пожежі;

- Maxi-Xtinguisher – мала стаціонарна система із задалегідь підготовленим водним розчином піноутворювача, що знаходиться під тиском, має дуже малий час приведення в дію;

- Wandhydranten WXS – стаціонарна настінна система пожежогасіння, що може бути використана як альтернатива звичайним пожежним кранам, має рукав довжиною до 60 м та дальність подачі струменя піни до 15 м протягом 20 хвилин.

Французький виробник протипожежної техніки Gimaeх, яку компанія One seven постачає автомобільними модулями пожежогасіння, виготовляє лінійку пожежних автомобілів з вбудованими системами газонаповненої піни (рис. 5): автоцистерни, аеродромні автомобілі, лісові пожежні автомобілі, автомобілі для промислових підприємств [20].

Австрійська компанія Rosenbauer має запатентовану технологію газонаповненої піни CAFS [18, 23]. Її продукція:

- CAFS MOBILE – мобільна установка генерування газонаповненої піни, дозволяє отримувати компресійну піну з

кратністю від 4 до 20 шляхом включення її в рукавну лінію, що йде від відцентрового насоса. Дозволяє отримувати від 400 до 1600 л/хв готової газонаповненої піни шляхом введення в потік водного розчину піноутворювача повітря у визначеній кількості, що надходить з підготовлених повітряних балонів;

- CONTI & FLASH CAFS 400-2400 – установка для пожежних автомобілів, дозволяє отримувати компресійну піну з кратністю від 4 до 15 та витратою готової піни від 1600 до 9600 л/хв в залежності від продуктивності насоса та кратності піни;

- SKY CAFS – установка для гасіння висотних будівель шляхом подачі компресійної піни на висоту до 400 м, що досягається за рахунок малої питомої ваги піни;

- FLASH CAFS AR 30-400 – високопродуктивна потужна установка отримання компресійної піни для аеродромних автомобілів дозволяє отримати до 64000 л/хв піни кратністю 8. Повітря у камеру змішування надходить з повітряних балонів.

Американська компанія Waterous має запатентовану технологію пінозмішування ONE STEP CAFSystem [21]. Вона використовує незалежну, запатентовану систему регулювання тиску, яка тримає постійний тиск змішування в камері змішувача генератора піни.

Принцип роботи подібний до решти виробників. Компанія випускає ряд

продукції, що реалізує технологію компресійної піни:

- автомобільний насос з вбудованою системою газонаповненої піни CAFSystem ONE STEP 150 - OS дозволяє отримувати суху або мокру піну з вмістом піноутворювача в розчині з водою у кількості 0,1-1, 3 та 6 % в залежності від потреб. Повітря нагнітається від вбудованого компресора продуктивністю до 4,25 м³/хв при тиску 8,6 бар;

- Eclipse CAFSystem – безмоторна система пожежогасіння в комплексі за насосом та компресором, що дозволяє отримати до 9000 л/хв газонаповненої піни в залежності від моделі при тиску 15 бар;

- модулі пожежогасіння 70-35-GP, 100-50-DS, 200-100-DS, 100-50-OS, 200-100-OS, що включають в себе насос з приводним двигуном, компресор та систему пінодозування. Вони працюють в широкому діапазоні значень подачі піни (до 800 л/хв) та з максимальним напором 35, 50 та 100 м. вод. ст. в залежності від моделі.

Американська компанія Hale Products Inc. встановлює на свої пожежні автомобілі системи газонаповненої піни CAFS90/CAFS200 з системою пінодозування Hale Foam Master [21]. Система працює з пожежними насосами, що дозволяють отримати напір водяного струменя до 10 бар,

при цьому можна отримати мокру або суху компресійну піну.

У Російській Федерації з 2012 року компанією «СпецАвтоТехника» розроблено та впроваджено у виробництво систему гасіння пожеж компресійною піною «NATISK» [23-26]. Основними перевагами запропонованої системи виробники називають скорочення часу гасіння в 5-7 разів, та зниження витрати води у 5-15 разів за рахунок скорочення часу роботи ствола. Кратність готової піни – 5-15. Повітря нагнітається від балонів під тиском.

З систем NATISK слід виділити мобільні установки пожежогасіння «NATISK-50M BL», «NATISK-100M BL» та «NATISK-300M BL» [25-26].

Також «СпецАвтоТехника» виготовляє пожежні автомобілі, що реалізують систему NATISK [25]. Це пожежні автоцистерни та автомобілі першої допомоги, які можуть бути виготовлені на базі автомобілів Урал, КамАЗ, ГАЗ, УАЗ, SILANT.

Санкт-Петербурзькою фірмою «Сталт» розроблена та впроваджена технологія компресійної піни STALT-fireflex, що реалізована (рис. 6) в установках автоматичного пожежогасіння [26]. У цих системах використовується 2 %-вий розчин піноутворювача, кратність готової піни – 10.



Рисунок 6 – Установка автоматичного пожежогасіння STALT-fireflex

«Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація»

Висновки. Виділені та проаналізовані основні напрямки застосування газонаповненої піни. Серед відомих виробників установок пожежогасіння, що реалізують технологію компресійної піни, слід виділити OneSeven, WellCrown International Resources Ltd (Гонконг), KSSIELER Feuerwehr und Rettungssysteme

(Німеччина), Firematic Supply Co. (США), W.S. Darley та інші. Усі виробники виробляють піну кратністю від 4 до 20. Співвідношення води піноутворювача дорівнює від 0,1 до 6 % в залежності від потреб. Уточнення співвідношень компонентів у складі газонаповненої піни потребує подальших досліджень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Justin A. LaPolla. Compressed Air Foam Fire Grounds Evolution Tests / Justin A. LaPolla., Alexander L. Morano // California Polytechnic State University – 2012.
2. Li Huiqing. Experimental study of foam generated by compressed air foam system [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2000. – P. 105-111
3. Robert G. Taylor Technical Report 98: Compressed Air Foam Systems in Limited Staffing Conditions / Robert G. Taylor - Morristown Fire Bureau - Morristown, New Jersey – 1998. - p 75-112.
4. Murdock, J. I. Compressed air foam systems: A project pertaining to an adoption decision. (Executive Development Research Paper)/J. I. Murdock//Emmitsburg, MD: National Fire Academy. -1997.
5. Colletti, D. J. Testing CAFS in live burns/D. J. Colletti//Fire Engineering, 147. - 1994, July. -P. 74-76.
6. Compressed Air Foam Systems [Електронний Ресурс]/ Neal Brooks. – Режим доступу: <http://compressedairfoamsystem.com/>
7. Пожежні машини: навч. посіб. / [Ларін О.М., Баркалов В.Г., Виноградов С.А. та ін.] – Х.: НУЦЗУ, К.: МПБП «Гордон», 2016. – 279 с.
8. Colletti, D. J. Compressed-air foam mechanics / Colletti, D. J. // Fire Engineering, 147, - 1994, March – p. 61-65.
9. CAFS - Straight answers for the beginner or the experienced user [Electronic resource] – cafsinfo.com, 2008. - Mode of access: <http://www.cafsinfo.com/index.html> Date of access : 05.03.2009
10. Использование компрессионной пены при тушении лесных пожаров / [Крекунов А.А., Платонов Е.Ю., Торопов С.В., Хабибулин А.Ф.] // Аграрное образование и наука. -2016. - №2. – Режим доступа: <http://aon.urgau.ru/ru/issues/16/articles/246>
11. Грицина І.М. Схема отримання компресійної піни та диспергованої води / Грицина І.М., Грицина Н.І., Левтеров О.А. // Проблемы пожарной безопасности. – 2016. – В. 39. – С. 78-83
12. Титаренко А.В. Газонаповнена піна – ефективний засіб пожежогасіння лісових пожеж / Титаренко А.В. // Науковий вісник НЛТУ України. - 2015. - Вип. 25.9. - С. 246-250.
13. Colletti, D. J. Class A foam for structure firefighting/D. J. Colletti//Fire Engineering, 145. -1992, July. -P. 47-56.
14. Liebson, J. Introduction to class A foams and compressed air foam systems for the structural fire service/J. Liebson//IA: International Society of Fire Service Instructors. -1991. -P. 45.
15. Colletti, D. J. Compressed air foam systems and fire hose/D. J. Colletti//Fire Engineering, 149. -1996, July. -P. 50-52.
16. Белова А. Народ, который изобрел порох, знает, как бороться с огнем / Белова А. // Пожарное дело. - №5, 2009. – С. 18-19
17. Oneseven [Електронний Ресурс] // Oneseven - Режим доступу: <http://www.oneseven.com/>
18. Systeme: einfach, sicher und okonomisch [Електронний Ресурс] // Oneseven - Режим доступу: <http://www.oneseven.com/de/stationaer-brandschutz/systeme/standard-system/beschreibung.php>
19. Systeme [Електронний Ресурс] // Oneseven - Режим доступу: <http://www.oneseven.com/de/stationaer-brandschutz/systeme.php>
20. Firefighting Vehicles [Електронний Ресурс] // Gimaex - Режим доступу: <http://www.gimaex.com/?Mod1=artikel&MenuID=8&MainMenuID=2&Sprache=GB>

21. CAFS-Systems [Електронний Ресурс] // Waterous co. - Режим доступу: <http://www.waterousco.com/cafs-systems.html>
22. Integrated CAFS system from the leader [Електронний Ресурс] // Direct industry - Режим доступу: <http://pdf.directindustry.com/pdf/godiva-ltd/cafs-90-200/55810-143279.html>
23. Описание технологии NATISK. [Electronic resource]. – 2011. – Mode of access: <http://www.specialauto.ru/catalog/524.html> – Date of access: 10.04.2012.
24. Новый способ создания заградительных и опорных противопожарных полос / [Залесов С.В., Годовалов Г.А., Кректунов А.А., Оплетаев А.С.] // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. - 2014. - № 3. - С. 90–94.
25. Залесов С.В. Система пожаротушения NATISK для остановки и локализации лесных пожаров / Залесов С. В., Годовалов Г. А., Кректунов А. А. // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 3. – Режим доступу: www.science-education.ru/117-12757.
26. Использование системы пожаротушения NATISK при ликвидации торфяных пожаров / Залесов С.В., Годовалов Г.А., Кректунов А.А. и др. // Леса России и хозяйство в них. – 2016. - №1 (56). – С. 4-10.
27. Carey, W.M. National class A foam research project technical report: Structural fire fighting-room burn tests phase II / W.M. Carey // MA: National Fire Protection Research Foundation. -1994.
28. Корольченко А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Справочник / Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. - М.: Пожнаука, 2004. - Ч.2 - 747с.
29. Тербнев В.В. Справочник руководителя тушения пожара / Тербнев В.В.- М.: Пожнаука, 2004. - 248с.

REFERENCES

1. Justin A. LaPolla. Compressed Air Foam Fire Grounds Evolution Tests / Justin A. LaPolla., Alexander L. Morano // California Polytechnic State University – 2012.
2. Li Huiqing. Experimental study of foam generated by compressed air foam system [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2000. – P. 105-111
3. Robert G. Taylor Technical Report 98: Compressed Air Foam Systems in Limited Staffing Conditions / Robert G. Taylor - Morristown Fire Bureau - Morristown, New Jersey – 1998. - p 75-112.
4. Murdock, J. I. Compressed air foam systems: A project pertaining to an adoption decision. (Executive Development Research Paper)/J. I. Murdock//Emmitsburg, MD: National Fire Academy. -1997.
5. Colletti, D. J. Testing CAFS in live burns/D. J. Colletti//Fire Engineering, 147. - 1994, July. –P. 74-76.
6. Yspolzovanye kompressyonnoi peny pry tushenyu lesnykh pozharov / [Krekunov A.A., Platonov E.Iu., Toropov S.V., Khabybulyn A.F.] // Ahrarnoe obrazovanye y nauka. -2016. - №2. – Rezhym dostupa: <http://aon.urgau.ru/ru/issues/16/articles/246>
7. Hrytsyna I.M. Skhema otrymannia kompresiinoi piny ta dysperhovanoi vody / Hrytsyna I.M., Hrytsyna N.I., Lievtierov O.A. // Problemy pozharnoi bezopasnosti. – 2016. – V. 39. – S. 78-83
8. Tytarenko A.V. Hazonapovnena pina – efektyvnyi zasib pozhezhohasinnia lisovykh pozhezh / Tytarenko A.V. // Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. - 2015. - Vyp. 25.9. - S. 246-250.
9. Colletti, D. J. Class A foam for structure firefighting/D. J. Colletti//Fire Engineering, 145. -1992, July. -P. 47-56.
10. Liebson, J. Introduction to class A foams and compressed air foam systems for the structural fire service/J. Liebson//MA: International Society of Fire Service Instructors. -1991. -P. 45.
11. Li Huiqing. Experimental study of foam generated by compressed air foam [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2000. – R. 105-111
12. Patent U.S.A, US 6357532 B1. COMPRESSED AIR FOAM SYSTEMS/ Michael A. Laskaris, Michael Sulmone.- Date of Patent: Mar. 19, 2002:
13. Murdock, J. I. Compressed air foam systems: A project pertaining to an adoption decision. (Executive Development

- Research Paper)/J. I. Murdock//Emmitsburg, MD: National Fire Academy. -1997.
14. Colletti, D. J. Testing CAFS in live burns/D. J. Colletti//Fire Engineering, 147. -1994, July. -P. 74-76.
15. Colletti, D. J. Compressed air foam systems and fire hose/D. J. Colletti//Fire Engineering, 149. -1996, July. -P. 50-52.
16. Belova A. Narod, kotoryi yzobrel porokh, znaet, kak borotsia s ohnem... / Belova A. // Pozharnoe delo. - №5, 2009. – S. 18-19
17. Oneseven [Elektronnyi Resurs] // Oneseven - Rezhym dostupu: [://www.oneseven.com/](http://www.oneseven.com/)
18. Systeme: einfach, sicher und okonomisch [Elektronnyi Resurs] // Oneseven - Rezhym dostupu: <http://www.oneseven.com/de/stationaer-brandschutz/systeme/standard-system/beschreibung.php>
19. Systeme [Elektronnyi Resurs] // Oneseven - Rezhym dostupu: <http://www.oneseven.com/de/stationaer-brandschutz/systeme.php>
20. Firefighting Vehicles [Elektronnyi Resurs] // Gimaex - Rezhym dostupu: [://www.gimaex.com/?Mod1=artikel&MenuID=8&MainMenuID=2&Sprache=GB](http://www.gimaex.com/?Mod1=artikel&MenuID=8&MainMenuID=2&Sprache=GB)
21. CAFS-Systems [Elektronnyi Resurs] // Waterous co. - Rezhym dostupu: <http://www.waterousco.com/cafs-systems.html>
22. Integrated CAFS system from the leader [Elektronnyi Resurs] // Direct industry - Rezhym dostupu: <http://pdf.directindustry.com/pdf/godiva-ltd/cafs-90-200/55810-143279.html>
23. Opysanye tekhnolohyy NATISK. [Electronic resource]. – 2011. – Mode of access: <http://www.specialauto.ru/catalog/524.html> – Date of access: 10.04.2012.
24. Zalesov S. V., Hodovalov H. A., Krektunov A. A., Opletaev A. S. Novyi sposob sozdanija zadržatelnykh y oprornykh protyvorozharnykh polos // Vestnyk Bashkyrskoho hosudarstvennoho ahrarnoho unyversyteta. 2014. № 3. S. 90–94. 11.
25. Zalesov S. V., Hodovalov H. A., Krektunov A. A. Sistema pozharotusheniya NATISK dlia ostanovky y lokalyzatsyy lesnykh pozharov // Sovremennyye problemy nauky y obrazovaniya. 2014. № 3. URL : www.science-education.ru/117-12757.
26. Yspolzovanye systemy pozharotusheniya NATISK pry lykvydatsyy torfianykh pozharov / Zalesov S.V., Hodovalov H.A., Krektunov A.A. y dr. // Lesa Rossyy y khoziaistvo v nykh. – 2016. - №1 (56). – S. 4-10.
27. Carey, W.M. National class A foam research project technical report: Structural fire fighting-room burn tests phase II/W.M. Carey//MA: National Fire Protection Research Foundation. -1994.
28. A Ya. Korolchenko, D.A. Korolchenko. Pozhezhovybukhonebezpeka rehovyn i materialiv ta zasoby yikh hasinnia. Dovidnyk: u 2-kh ch. - 2-e yzd., Pererab. i dop.- M.: Pozhnauka, 2004. - Ch.1 - 713s., - Ch.2 - 747s.
29. Terebnev V.V. Dovidnyk kerivnyka hasinnia pozhezhi. Taktychni mozhlyvosti pozheznykh pidrozdiliv.- M.: Pozhnauka, 2004. - 248s.

*А. М. Ларин, д-р техн. наук, профессор,
С. А. Виноградов, канд. техн. наук, доцент, С. М. Шахов,
Национальный университет гражданской защиты Украины*

АНАЛИЗ МИРОВЫХ ОБРАЗЦОВ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ГАЗОНАПОЛНЕННОЙ ПЕНОЙ

В статье рассмотрена принципиальная схема подачи газонаполненной пены. Изучены основные компоненты стационарных и переносных установок. Основными составляющими элементами системы являются пожарный насос, компрессор (или баллоны с воздухом) и система регулирования подачи пенообразователя. Проведен анализ ведущих мировых производителей систем

газонаполненной пены, таких как немецкая фирма «One seven», австрийская компания Rosenbauer, американская компания Waterous, американская компания Hale Product, российская система пожаротушения газонаполненной пеной NATISK. Разработаны выводы по результатам проведения анализа.

Ключевые слова: газонаполненная пена, пожаротушение, компрессионная пена.

ANALYSIS OF WORLD'S COMPRESSED AIR FOAM SYSTEMS

The paper deals with the principle plan for the supply of gas-filled foam. The main components of stationary and portable units were studied. The main components of the system are a fire pump, a compressor (or cylinders with air) and a foam feed control system. The analysis of leading world manufacturers of gas-filled foam systems, such as the German company "One seven", the Austrian company Rosenbauer, the American company Waterous, the American company Hale Product, the Russian fire extinguishing system with gas-filled NATISK foam. The conclusions on the results of the analysis were developed.

In the article considered the principal plan of compressed air foam system(CAFS). The main components of stationary and portable devices are studied. Among the world's leading companies of fire-fighting systems, compressed air foam systems (CAFS) have become widespread. The main components of the CAFS system are a fire pump, a compressor (or air cylinders), and a feed control system for the foam generator. The pump produces water under pressure, to which a foaming agent is added in the required proportion. It is possible to form a water solution of a foaming agent directly in or in front of the pump. Next, the formed mixture adds air under pressure, with which the foam of low multiplicity, which continues to move with sleeves, is formed. There are three main areas of application of CAFS:

- stationary automatic fire-fighting systems;
- mobile fire extinguishing systems;
- built systems in fire trucks.

The analysis of leading European and American companies, such as the German company "One seven" was made. The main products of it:

- Stored-Energy-Systeme - closed system with water supply, foaming agent and air can work up to 10 minutes when extinguishing a fire;
- Wandhydranten WXS - a stationary wall fire extinguishing system that can be used as an alternative to ordinary fire cocks, has a

sleeve up to 60 m long and a range of flowing spray foam up to 15 m for 20 minutes.

Austrian company Rosenbauer:

- CAFS MOBILE - a mobile installation of gas-filled foam generation, allows receiving a compression foam with a multiplicity of 4 to 20 by turning it into a sleeve line coming from a centrifugal pump. It allows to receive from 400 to 1600 l / min finished gas-filled foam by introducing into the stream of aqueous solution of a foaming agent in a predetermined quantity coming from prepared air cylinders;

- SKY CAFS - a plant for extinguishing high-rise buildings by supplying a compressive foam to a height of 400 m, which is achieved due to a small proportion of foam;

American company Waterous:

- Automotive pump with built-in gas-filled foam system CAFSystem ONE STEP 150-OS allows to receive dry or wet foam with the contents of a foaming agent in a solution with water in amounts of 0,1-1, 3 and 6% depending on needs. Air is pumped from the built-in compressor with a productivity of 4.25 m³ / min at a pressure of 8.6 bar;

- Fire extinguishing modules 70-35-GP, 100-50-DS, 200-100-DS, 100-50-OS, 200-100-OS, including a pump with a drive motor, a compressor and a system of foaming. They operate in a wide range of foam delivery values (up to 800 l / min) and with a maximum pressure of 35, 50 and 100 mV. depending on the model.

The main directions of application of gas-filled foam are selected and analyzed. Among the well-known manufacturers of fire extinguishing systems that implement compression foam technology, OneSeven, WellCrown International Resources Ltd (Hong Kong), KSSIELER Feuerwehr und Rettungssysteme (Germany), Firematic Supply Co. (USA), W.S. Darley and others. All manufacturers produce foam from 4 to 20. The ratio of water foaming agent is from 0.1 to 6%, depending on the needs.

Keywords: gas-filled foam, fire extinguishing, compressed air foam.