

УДК 681.5.001.63: 629.1.098: 621.9.048

DOI: <https://doi.org/10.31731/2524.2636.2023.7.2.165.173>

**Олег МИРОШНИК<sup>1</sup>**, доктор техн. наук, професор (ORCID: 0000-0001-8951-9498),

**Ігор ШКАРАБУРА<sup>1</sup>**, доктор філософії, доцент (ORCID: 0000-0002-3882-7623),

**Тарас ЮРГА<sup>1</sup>** (ORCID: 0009-0004-8723-368X),

**Сергій ТРОШКІН<sup>1</sup>** (ORCID: 0000-0002-3795-2000),

**Діана ТРОШКІНА<sup>2</sup>** (ORCID: 0009-0002-1444-748X),

<sup>1</sup>Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

Національного університету цивільного захисту України,

<sup>2</sup>Головне Управління ДСНС України у Запорізькій області

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ГЕНЕРАТОРА ПІНИ ВИСОКОЇ КРАТНОСТІ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В КАБЕЛЬНИХ СПОРУДАХ ТУНЕЛЬНОГО ТИПУ

У статті наведено вдосконалення генераторів піни високої кратності для гасіння пожеж у кабельних спорудах. Загалом використання генераторів піни підрозділами ДСНС України під час пожеж є загальною практикою та складає типові дії у разі виникнення пожежі, але є одна особливість у використанні генераторів, це його вага та його геометричні розміри, які можуть обмежити пересування особового складу у відносно обмежених просторах, таких як кабельні тунелі та споруди тунельного типу. Тому слід приділити більшу увагу стосовно використання генераторів піни високої кратності. Якщо стаціонарні системи пінного гасіння у кабельних спорудах відсутні або вийшли з ладу, гасіння пожеж здійснюють підрозділи ДСНС України за допомогою пожежної техніки. В цих умовах для гасіння пожеж застосовують повітряно-механічну піну середньої та високої кратності, яку одержують за допомогою піногенераторів типу ГПС та піногенераторних установок на базі димососів ПД-7 та ПД-30. Піна ізолює зону горіння від горючих парів і газів, а також горючу поверхню матеріалу від тепла, що випромінюється зоною реакції. Вона добре проникає в приміщення, долає повороти і підйоми швидко заповнює об'єм приміщення, витісняє нагріті до високої температури продукти горіння, що знижує температуру в приміщенні. Відомі генератори середньої та високократної повітряно-механічної піни, які включають в себе корпус з встановленим у ньому пакетом сіток, пристрій для нагнітання повітря і розпилювач, пакет сіток виконано у вигляді конуса з вершиною назустріч потоку піно-утворюючого розчину, а в всмоктуючій частині встановлено жалюзійну решітку з поворотними пластинами, які мають великі габаритні розміри та значну вагу, яка ускладнює пересування рятувальників. З урахуванням вище викладеного першочергове завдання стосовно успішного гасіння пожеж, є час прибуття пожежного підрозділу та час розгортання та подавання першого ствола, тому необхідно зробити його зручним для перенесення, транспортування та використання. Поставлена задача вирішується за допомогою портативного піногенератору високої кратності, що містить корпус, пакет сіток, розпилювач, пристрій для нагнітання повітря та еластичний рукав, виконаний з тканих матеріалів. Який є не тільки зручним у використанні, а й зменшує час введення першого ствола на гасіння, що забезпечує зменшення кількості постраждалих та матеріальних втрат від пожежі.

**Ключові слова:** генератор піни високої кратності, гасіння пожеж, піна, ланка газодимозахисної служби, кабельні споруди.

**Постановка проблеми.** На енергетичних об'єктах, пожежі в кабельному господарстві займають особливе місце. Ці пожежі, як правило, призводять до зупинки або окремих вузлів і агрегатів, або всього об'єкта. У разі, коли пожежа зачіпає систему

управління і безпеки реакторної установки атомної електричної станції, може мати місце порушення герметичності контайменту і викид радіоактивних речовин в атмосферу, що може спричинити техногенну катастрофу світового масштабу. Найчастіше причиною виникнення пожеж є короткі замикання, перевантаження, ушкодження ізоляції, великі перехідні опори в контактах тощо. Розвитку пожеж в кабельних тунелях сприяє ряд факторів [1-3]:

- наявність великого пожежного навантаження у вигляді горючої ізоляції;
- прогрів електрокабелів по всій довжині, в результаті проходження струму;
- прогрів електрокабелів перед прокладанням по кабельним лініям;
- складне конструктивне виконання кабельних споруд (наявність розгалуженої мережі кабельних тунелів, поверхів, наявність вертикальних кабельних тунелів (кабельних шахт)).

Характерною особливістю пожеж в кабельних тунелях є швидке розповсюдження пожежі. Швидкість поширення горіння в кабельних тунелях при прокладанні кабелів по металевих кронштейнів і знятого в просторі навантаження становить 0,1-0,3 м/хв., а в кабельних на півповерхах 0,2-0,4 м/хв. При наявності напруги на кабелях, швидкість поширення горіння може досягати 1,2 м/хв. Пожежі в кабельних приміщеннях відрізняються порівняно високою швидкістю наростання об'ємної температури, порядку 30-40 С°/хв., яка залежить від обсягу і величини пожежного навантаження. Розвиток пожеж в кабельних тунелях супроводжується інтенсивним виділенням високотоксичних продуктів згоряння, які швидко заповнюють весь обсяг кабельного приміщення і створюють додатковий прогрів ізоляції кабелів, що призводить до різкого збільшення лінійної швидкості поширення полум'я. Крім того, необхідно враховувати, що продукти горіння при невеликих швидкостях повітряного потоку (до 0,6 м/хв.) здатні поширюватися проти цього потоку [4-6].

Стаціонарні установки пінного та водяного гасіння у кабельних тунелях повинні мати пристрої зовнішнього підключення пожежних машин і подачі розчину змочувачу або води в стаціонарні установки до піно-генераторів або розпилювачів для гасіння пожеж.

Якщо стаціонарні системи відсутні або вийшли з ладу, гасіння пожеж у кабельних приміщеннях здійснюють підрозділи пожежних підрозділів ДСНС України за допомогою пожежної техніки. В цих умовах для гасіння пожеж застосовують повітряно-механічну піну середньої та високої кратності, яку одержують за допомогою піно генераторів типу ГПС та піно генераторних установок на базі димососів ПД-7 та ПД-30.

Загалом використання генераторів піни підрозділами ДСНС України під час пожеж є загальною практикою та складає типові дії у разі виникнення пожежі, але є одна особливість у використанні генераторів, це його вага та його геометричні розміри, які можуть обмежити пересування особового складу у відносно обмежених просторах, таких як кабельні тунелі. Тому слід приділити більшу увагу стосовно використання генераторів піни високої кратності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Піно-утворення на сітках використовується у піно-генераторах для отримання піни середньої і високої кратності. Механізм піно-утворення розглядався раніше в роботах А. Н. Орлова, В. Ч. Речутга, В. В. Самсонова [7]. Відомі генератори високократної повітряно-механічної піни запатентовані ще в 1976 роках (SU588988A1, SU275752A1). Удосконалення генераторів піни за допомогою неметалевого корпусу генератору, першим було запропоновано авторами в роботі О.М. Мирошник, О.М. Землянський, С.В. Стась, І.М. Шкарабура, А.О. Биченко [8-9].

**Формулювання цілей досліджень.** Методи дослідження в роботі використано метод аналізу тактики гасіння пожеж в обмеженому просторі з використанням

повітряно-механічної піни та аналіз тактико-технічних характеристик піно-генераторів високої кратності. Збір та аналіз результатів дослідження науково-технічних досягнень з питань вдосконалення та виготовлення пожежної техніки за результатами експериментальних розрахунків геометричних параметрів генераторів та визначення складових елементів будови.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для забезпечення безпечного прокладання кабелів здебільшого використовують кабельні тунелі за для безпечності та захищеності середовища. Кабельні тунелі зазвичай забезпечують захист від пожежі, вологи, агресивних речовин та інших небезпек, що можуть виникнути на електростанції. Крім того, вони забезпечують уніфікований та організований спосіб прокладання кабелів, що дозволяє знизити ризик пошкодження кабелів, що може призвести до відмови систем.

Кабельний тунель – це закрита споруда (коридор) з розташованими в ньому опорними конструкціями для розміщення на них кабелів і кабельних муфт, з вільним проходом по всій довжині, що дозволяє виробляти прокладку кабелів, ремонти та огляди кабельних ліній [10].

Кабельні тунелі прямокутного перерізу призначені для двосторонньої та односторонньої укладки кабелів. Кабельні тунелі бувають двох видів з вертикально та горизонтально прокладеними кабелями (рис. 1).

Вертикальний кабельний тунель (кабельна шахта) – це спеціальна вертикальна споруда в будівлі із закладними деталями в стінах, до яких закріплюються металеві конструкції, призначені для кріплення до них вертикально прокладеного кабелю [10].

Пожежі в кабельних тунелях, як правило, тривалі, складні і приносять великі матеріальні втрати. Пожежі в кабельних тунелях, що тривають більше 1 години, складають 43,6% щорічно, а збитки від них становлять 80-90% загальної суми збитків при пожежах в організаціях енергетичної галузі України.

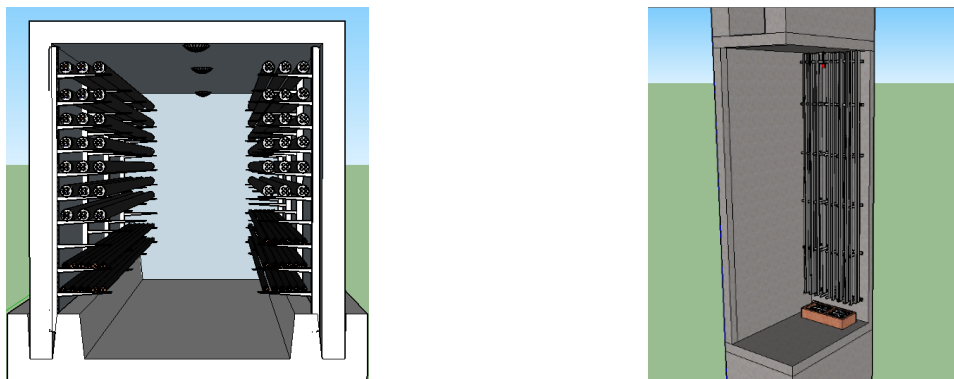


Рисунок 1. Кабельний тунель: а – прокладений горизонтально; б – прокладений вертикально

Гасіння пожеж в кабельних тунелях здійснюють піною різної кратності, розпорошеною водою, водяною парою, діоксидом вуглецю (вуглекислим газом), які подають від стаціонарних установок автоматичного пуску, а також від пересувних засобів. Стаціонарні установки пінного і водяного гасіння мають пристрої для підключення пожежних машин та подавання від них вогнегасних речовин в тунелі через стаціонарні піно генератори і розпилувачі (рис. 2) [11].

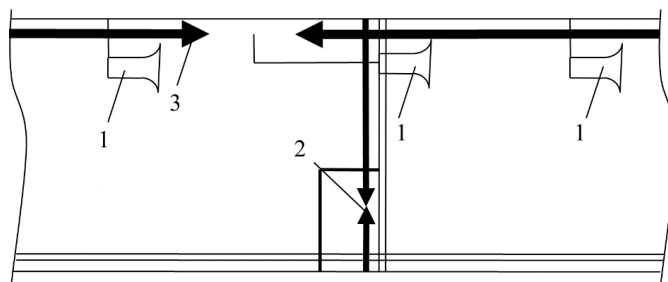


Рисунок 2. Схема розміщення піногенераторів в відсіках кабельного тунелю: 1 – піногенератори; 2 – засувка; 3 – зворотний клапан

Піна ізолює зону горіння від горючих парів і газів, а також горючу поверхню матеріалу від тепла, що випромінюється зоною реакції. Вона добре проникає в приміщення, долає повороти і підйоми швидко заповнює об'єм приміщення, витісняє нагріті до високої температури продукти горіння, що знижує температуру в приміщенні. Відомі генератори середньої та високочастотної повітряно-механічної піни, які включають в себе корпус з встановленим у ньому пакетом сіток, пристрій для нагнітання повітря і розпилювач, пакет сіток виконано у вигляді конуса з вершиною назустріч потоку піно-утворюючого розчину, а в всмоктуючій частині встановлено жалюзійну решітку з поворотними пластинами.

Загалом використання генераторів піни підрозділами ДСНС України під час пожеж є загальною практикою та складає типові дії у разі виникнення пожежі, але є одна особливість у використанні генераторів, це його вага та його геометричні розміри, які можуть обмежити пересування особового складу у відносно обмежених просторах, таких як кабельні тунелі. Тому слід приділити більшу увагу стосовно використання генераторів піни високої кратності.

Способи та прийоми подачі повітряно-механічної піни середньої та високої кратності до відсіків кабельних тунелів залежать від відстані місця горіння до входів або люків у відсіках, їх нахилів, наявності мастилонаповнених кабелів, а також напрямків руху повітря у відсіці, де виникла пожежа. Так, якщо горіння знаходиться між оглядовими отворами, піну подають у той, який ближче до місця горіння, а другий – відкривають для випуску диму. У тих випадках, коли кабельний відсік має три люки, або двоє дверей і один люк, піну для гасіння подають до крайніх люків, середній люк відкривають для випуску диму. Якщо кабельний відсік має нахил, то піну доцільно подавати до люка, який розташований вище над зоною горіння, щоб вона краще заповнювала об'єм тунелю. Під час горіння масла, яке розтікається схилом відсіка з мастилонаповненими кабелями, піну на гасіння доцільно подавати до люка, який розташований нижче від відсіку, для того, щоб запобігти швидкому розповсюдженню горіння схилом, а другий люк, розташований вище, відкривають для випуску диму.

В горизонтальному тунелі з поперечним перерізом 2x2 м, як показали дослідження, піна, що подається одним генератором піни до його люка за розрахунковий час (15 хв), розтікається на відстань 30-35 м. У тих випадках, коли відстань від місця подачі піни до місця горіння перевищує 30-35 м (відстань, на яку розтікається піна від одного генератора), необхідно до того ж люка ввести додатково 1-2 генераторів. Це дозволяє збільшити відстань розтікання піни приблизно на 10 м на кожний додатковий генератор. В деяких випадках, коли відсутні люки у необхідному місці, для подачі піни для гасіння або випуску диму проводять розкривання кабельного тунелю за допомогою інженерної техніки. Кількість генераторів для гасіння пожеж у кабельних приміщеннях визначаються так, як під час гасіння пожеж у підвалах. У тих випадках, коли на місці пожежі зосереджена обмежена кількість сил і засобів, нормативний час гасіння пожежі

становить 15 хв, а при достатній їх кількості – 10 хв. Це вказує на те, що об'єм піни для гасіння дорівнює 3- 3,5 об'ємам кабельного приміщення або відсіку. Для гасіння пожеж у кабельних приміщеннях ефективно застосовувати повітряно-механічну піну високої кратності, яку одержують від піно-генераторних установок (далі - ПГУ). Ця піна краще розтікається кабельними приміщеннями або відсіками (рис. 3). Якщо висота подачі піни через люки дорівнює 3 м, вона розтікається горизонтальним кабельним тунелем від ПГУ на базі ПД-7 до 60 м, а від ПГУ на базі ПД-30 – до 160 м. Інтенсивність подачі високократної піни за розчином піноутворювача дорівнює 0,6 л/(м<sup>3</sup> хв). Кількість ПГУ для гасіння пожеж у кабельних приміщеннях визначаються так, як для гасіння пожеж у підвалах. Якщо кабельні тунелі не поділені на відсіки, то під час пожеж в них піну подають, в першу чергу, до люків, що розташовані по обидва боки від місця горіння, а в наступні за ними люки подають резервні генератори. Після цього вводять обраховану кількість генераторів до люків або отворів, що розташовані у зоні пожеж [11].

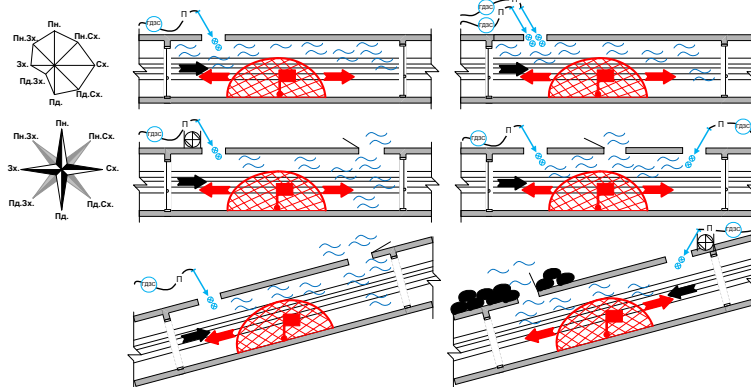


Рисунок 3. Варіанти подачі піни в відсіки кабельних тунелів

В окремих випадках для подачі піни або випуску диму і зниження температури за допомогою інженерної техніки або автомобілів технічної служби розкривають плити, перекриття кабельного тунелю. Після заповнення палаючого відсіку кабельного тунелю піною, продовжують її подачу протягом 7-8 хвилин до повного гасіння окремих можливих вогнищ горіння. Враховуючи дії та тактику гасіння пожеж, які були висвітлені раніше, слід врахувати час від прибуття пожежного підрозділу до моменту введення генератору піни першою ланкою. Відповідно до проведених спостережень [11], час приймається від 3 до 6 хвилин з урахуванням часу бойового розгортання. Особливу увагу слід звернути на габаритні розміри генераторів та на їх вагу в таблиці 1.

Таблиця 1. Характеристика генераторів піни високої кратності

Назва	Маса, кг	Габаритні розміри, мм	Продуктивність, л/хв	Максимальна кратність
ГПС-2000	16,5	450x340x480	2,0	400
ГПС-3000	17	450x340x480	3,0	400
ГПС-4000	17,5	450x340x480	4,0	400
ГПС-5000	18	450x340x480	5,0	400
ГПС-10000	20	450x340x480	10,0	400
ПУРГА-5000	55	560x4200x800	4,5-5,5	1200
ПУРГА-10000	56	560x4200x800	8,5-10,5	1200

З урахуванням вище викладеного необхідно зробити його зручним для перенесення, транспортування та використання. Поставлена задача вирішується за допомогою портативного піно-генератора високої кратності, що містить корпус, пакет сіток, розпилювач, пристрій для нагнітання повітря та еластичний рукав, виконаний з тканих матеріалів.

Як пристрій для нагнітання повітря, використовується розміщений в або на корпусі електричний вентилятор, приєднаний через вимикач до акумуляторної батареї. Пакет сіток виконаний з тканих матеріалів. Частина корпусу портативного піно-генератора високої кратності замінена на еластичний рукав, виконаний з тканих матеріалів, як нагнітач повітря використовується розміщений в або на корпусі електричний вентилятор, приєднаний через вимикач до акумуляторної батареї (рис.4).



Рисунок 4. Фото портативного піно-генератора високої кратності

Виконання конструктивних елементів піно-генератора з тканих матеріалів надає можливість у складеному стані (під час перенесення або транспортування) зменшити його довжину. Крім того, еластичний рукав, виконаний з тканини, легший за частину корпусу з металу при однакових габаритах.

Схема портативного піно-генератора високої кратності наведена на рис. 5 (фіг. 1), а зображення портативного піно-генератора високої кратності в складеному положенні (під час перенесення або транспортування) наведено на рис. 5 (фіг. 2). Портативний піно-генератор складається з корпусу 1, в якому розміщено електричний вентилятор 2, акумулятор з вимикачем 3, трубопроводу 4 з розпилювачами 5 та з'єднувальною голівкою 6, до якої приєднано еластичний рукав 7 з еластичним пакетом сіток 8 та кільцем з ручкою для утримання 9 на кінці.

Портативний піно-генератор високої кратності транспортують у складеному вигляді, як зображено на рис. 5 (фіг. 2). Під час роботи піно-генератора, його переводять у робоче положення, як зображено на рис. 5 (фіг. 1), приєднують рукавну лінію до з'єднувальної голівки 6, комутують вентилятор 2 з акумулятором вимикачем 3. Повітря нагнітається вентилятором 2 в корпус 1. Через трубопровід 4 та розпилювачі 5 в корпус 1 подається розпилений струмінь розчину піноутворювача.

Розпилений розчин піноутворювача потрапляє на еластичний пакет сіток 8, в результаті чого утворюється повітряно-механічна піна високої кратності. Під тиском повітряно-рідинного струменя, що подається на сітку, утворюється повітряно-механічна піна проходить еластичним рукавом 7 і далі подається на гасіння пожежі. Після припинення роботи, тиск всередині корпусу падає, що дозволяє вільно та мобільно скласти еластичний рукав 7.

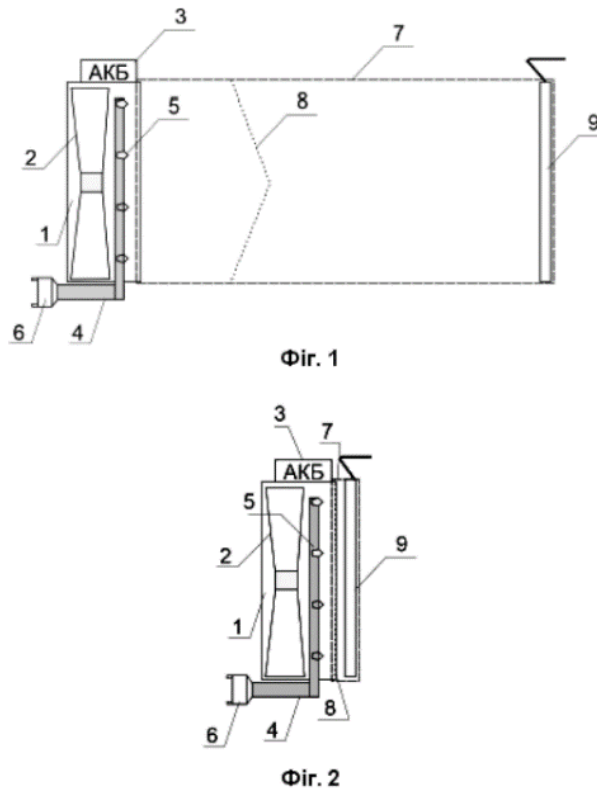


Рисунок 5. Схема портативного піно-генератора високої кратності: фігура 1 – в робочому положенні; фігура 2 – в складеному положенні

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальшого розвитку у даному напрямку.** З урахуванням вище викладеного був зроблений генератор піни високої кратності зручним для перенесення, транспортування та використання. Поставлена задача вирішувалася за допомогою портативного піно-генератора високої кратності, що містить корпус, пакет сіток, розпилювач, пристрій для нагнітання повітря та еластичний рукав, виконаний з тканих матеріалів. Результати удосконалення генератору піни були охоронені патентом на корисну модель №152489 починаючи з 08.02.2023.

Загалом використання генераторів піни підрозділами ДСНС України під час пожеж є загальною практикою та складає типові дії у разі виникнення пожежі, але є одна особливість у використанні генераторів, це його вага та його геометричні розміри, які можуть обмежити пересування особового складу у відносно обмежених просторах, таких як кабельні тунелі. Тому слід приділяти більшу увагу стосовно вдосконалення зручного використання пожежних інструментів для практичного використання за призначенням. Подальший розвиток у даному напрямку буде присвячений вдосконаленню пожежної техніки за для забезпечення безпечного та зручного використання за призначенням.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Zhang P. et al. Experimental study on the interaction between fire and water mist in long and narrow spaces. Applied Thermal Engineering. 2016. Т. 94. С. 706–714;
2. Nuyanzin O., Pozdieiev S., Samchenko T. [et al.]. Experimental study of temperature mode of a fire in a cable tunnel. Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2018. № 3/10 (93). С. 21–27;
3. Трошкін С.Е., Неділько І.А., Удовенко М.Ю. Дослідження поведінки сталезалізобетонної плити за умови впливу стандартного температурного режиму пожежі. Наука про цивільний захист, як шлях становлення молодих вчених : зб. матеріалів доп. учасн. Всеукр. наук.-практ. конф. Черкаси: ЧПБ НУЦЗУ, 2022. С. 65-66;

4. Ковалишин В. В., Ковальчик В. М., Гончаренко С. І. Обґрунтування та розрахунок параметрів гасіння пожеж інертними газами з наступною їх рециркуляцією в кабельних тунелях. Пожежна безпека: теорія і практика: зб. наук. праць. Черкаси: АПБ, 2014. № 17. С. 39–44;
5. Ковалишин В. В. Моделювання впливу парогазових потоків на пожежу в каналах великої довжини. Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки. Київ: УкрНДІПЗ, 2011. № 1 (23). С. 191–199;
6. Трошкін С.Е., Удовенко М.Ю. Пожежна безпека кабельних тунелів атомних електричних станцій. Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців: зб. матеріалів доп. учасн. XV Міжнар. наук.-практ. конф. Харків: НТУ «ХП», 2021. С. 173-174;
7. Пены. Получение и применение. Часть 1. Физико-химия пен. – Москва, 1972 г;
8. Трошкін С.Е., Малихін В.В., Мирошник О.М. Розробка компактного генератора піни високої кратності. Пожежна та техногенна безпека: наука і практика: зб. матеріалів доп. учасн. Всеукр. наук.-практ. конф. Черкаси: ЧПБ НУЦЗУ, 2017. С. 176-177;
9. Мирошник О.М., Землянський О.М., Пелипенко М.М. Компактний генератор піни середньої кратності. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація. Черкаси: 2019. №1 (3). С. 51-58;
10. ГБН В. 2.2-34620942-002:2015. Лінійно-кабельні споруди телекомунікацій. Проектування;
11. Наказ МНС України від 22 вересня 2011 року № 1017 «Про затвердження Рекомендацій щодо організації гасіння пожеж підрозділами МНС на промислових об'єктах підвищеної небезпеки з наявністю небезпечних хімічних речовин».

#### REFERENCES

1. Zhang P. et al. Experimental study on the interaction between fire and water mist in long and narrow spaces. Applied Thermal Engineering. 2016. T. 94. С. 706–714;
2. Nuyanzin O., Pozdieiev S., Samchenko T. [et al.]. Experimental study of temperature mode of a fire in a cable tunnel. Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2018. № 3/10 (93). С. 21–27;
3. Troshkin S.E., Nedilko I.A., Udovenko M.Iu. Doslidzhennia povedinky stalezalizobetonnoi plyty za umovy vplyvu standartnoho temperaturnoho rezhymu pozhezh. Nauka pro tsyvilnyi zakhyst, yak shliakh stanovlennia molodykh vchenykh : zb. materialiv dop. uchasn. Vseukr. nauk.-prakt. konf. Cherkasy: ChIPB NUTsZU, 2022. S. 65-66;
4. Kovalyshyn V. V., Kovalchuk V. M., Honcharenko S. I. Obgruntuvannia ta rozrakhunok parametriv hasinnia pozhezh inertnyimi hazamy z nastupnoiu yikh retsyrkuliatyieiu v kabelnykh tuneliakh. Pozhezhna bezpeka: teoriia i praktyka: zb. nauk. prats. Cherkasy: APB, 2014. № 17. S. 39–44;
5. Kovalyshyn V. V. Modeliuvannia vplyvu parohazovykh potokiv na pozhezhu v kanalakh velykoi dovezhyny. Naukovyi visnyk Ukrainського naukovo-doslidnoho instytutu pozhezhoi bezpeky. Kyiv: UkrNDITsZ, 2011. № 1 (23). S. 191–199;
6. Troshkin S.E., Udovenko M.Iu. Pozhezhna bezpeka kabelnykh tuneliv atomnykh elektrychnykh stantsii. Teoretychni ta praktychni doslidzhennia molodykh naukovtsiv: zb. materialiv dop. uchasn. XV Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kharkiv: NTU «KhPI», 2021. S. 173.
7. Пены. Poluchenye y prymenenye. Chast 1. Fyzyko-khymyia pen. – Moskva, 1972 h;
8. Troshkin S.E., Malykhin V.V., Myroshnyk O.M. Rozrobka kompaktnoho heneratora piny vysokoi kratnosti. Pozhezhna ta tekhnohenna bezpeka: nauka i praktyka: zb. materialiv dop. uchasn. Vseukr. nauk.-prakt. konf. Cherkasy: ChIPB NUTsZU, 2017. S. 176-177;
9. Myroshnyk O.M., Zemlianskyi O.M., Pelypenko M.M. Kompaktnyi henerator piny serednoi kratnosti. Nadzvychaini sytuatsii: poperedzhennia ta likvidatsiia. Cherkasy: 2019. №1 (3). S. 51-58;



10. HBN V. 2.2-34620942-002:2015. Liniino-kabelni sporudy telekomunikatsii. Proektuvannia;

11. Nakaz MNS Ukrainy vid 22 veresnia 2011 roku № 1017 «Pro zatverdzhennia Rekomendatsii shchodo orhanizatsii hasinnia pozhezh pidrozdilamy MNS na promyslovykh ob'ektakh pidvyshchenoi nebezpeky z naiavnistiu nebezpechnykh khimichnykh rehovyn».

UDC 681.5.001.63: 629.1.098: 621.9.048

*Oleg MYROSHNYK<sup>1</sup>, Doctor of technical sciences, professor,*

*Igor SHKARABURA,<sup>1</sup> Doctor of philosophy, docent,*

*Taras YURHA<sup>1</sup>, Serhii TROSHKIN<sup>1</sup>, Diana TROSHKINA,<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> Cherkasy Institute of Fire Safety named after the Heroes of Chernobyl,  
National University of Civil Protection of Ukraine,*

*<sup>2</sup> Main Department of the State Emergency Service of Ukraine in the Zaporizhzhia region*

### **ENHANCEMENT OF HIGH-EXPANSION FOAM GENERATOR FOR FIRE SUPPRESSION IN TUNNEL-TYPE CABLE STRUCTURES**

*This article presents the improvement of high-expansion foam generators for fire suppression in cable structures. The use of foam generators by the State Emergency Service of Ukraine during fires is a common practice and involves standard procedures for firefighting. However, there is a particular challenge when using generators in terms of their weight and geometric dimensions, which can limit the mobility of personnel in relatively confined spaces such as cable tunnels and tunnel structures. Therefore, greater attention should be given to the use of high-expansion foam generators. In cases where stationary foam fire suppression systems are absent or malfunctioning in cable structures, firefighting units of the State Emergency Service of Ukraine rely on firefighting equipment. Under these conditions, medium and high-expansion air-mechanical foam, obtained using foam generators such as HPS-type and foam-generating installations based on PD-7 and PD-30 smoke exhausters, are utilized for fire suppression. Foam isolates the burning zone from combustible vapors and gases, as well as the combustible surface of materials from the radiated heat of the reaction zone. It effectively penetrates into enclosed spaces, overcomes turns and inclines, rapidly fills the volume of the area, and displaces high-temperature combustion products, thereby reducing the temperature inside the enclosure. Existing medium and high-expansion air-mechanical foam generators are known to include a housing with a mesh package, an air supply device, and a spray nozzle. The mesh package is cone-shaped with its apex facing the flow of foam-generating solution, and the suction part is equipped with a louver grille with rotating plates. However, these generators have large dimensions and significant weight, which complicates the movement of rescue personnel. Considering the aforementioned factors, the primary task for successful fire suppression is the arrival time of the firefighting unit and the deployment and delivery time of the first hose stream. Therefore, it is necessary to make the generator convenient for transportation and use. This task is addressed through the development of a portable high-expansion foam generator, consisting of a housing, mesh package, spray nozzle, air supply device, and an elastic hose made of woven materials. This generator not only offers convenience in utilization but also reduces the time required to introduce the first hose stream for fire suppression, thereby minimizing casualties and material losses resulting from fires.*

**Key words:** *high-expansion foam generator, fire suppression, foam, gas and smoke protection service, cable structures.*