

РОЗРОБКА КОМПАКТНОГО ГЕНЕРАТОРА ПІНИ СЕРЕДНЬОЇ КРАТНОСТІ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ПРОСТОРУ

DEVELOPING A COMPACT FOAM GENERATOR OF AVERAGE MULTIPLICITY FOR EXTINGUISHING FIRES IN TIGHT SPACES

Мета. Анонсувати питання створення експериментального компактного генератора піни середньої кратності, що може бути застосований при ліквідації надзвичайних ситуацій, перед усім для пожежогасіння.

Методи дослідження. Використання методів планування експерименту, фізичне моделювання.

Результати. Особливістю використання генератора піни є можливість його перенесення до місця застосування у складеному вигляді, що зазначено у охоронному документі, який засвідчує авторство на винахід.

Запропонована конструкція генератора піни дозволяє доставляти його до осередку пожежі у складеному вигляді, з'єднати з пожежним рукавом і після подачі вогнегасної рідини генератор набуває необхідних розмірів для формування піни із заданими параметрами. Експериментальний зразок генератора піни було випробувано на базі навчальної пожежно-рятувальної частини Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля.

Висновки. Як свідчать експериментальні дослідження, можливість суттєво змінювати розміри генератора піни до та упродовж його використання на відміну від технічних засобів, що нині застосовуються, не позначилися на зниженні його ефективності, що вказує на перспективність використання запропонованої конструкції.

Ключові слова: генератор піни, кратність піни, планування експерименту, цивільний захист, пожежогасіння, локалізація надзвичайних ситуацій.

Аналіз проблеми

Система цивільного захисту України передбачає підвищення ефективності захисту населення і територій та покращення методів й засобів запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру. Питання організації ліквідації надзвичайних ситуацій загалом та гасіння пожеж зокрема значною мірою опираються на застосування сучасних технічних засобів, що надають можливість виконати у найпростіший спосіб та найкоротший термін низку складних задач. Серед останніх є доставка протипожежних засобів чи аварійно-рятувального обладнання безпосередньо до місця надзвичайної ситуації. Особливості застосування ланок газодимозахисної служби під час виконання розвідки у підвалах, на сходових клітинах будівель тощо не передбачають наявності у них спеціальних засобів, що давали б змогу використовувати пристрої генерування піни одразу після виявлення такої потреби. Фактично, може виникнути ситуація, коли постане необхідність для ланки повертатися від місця надзвичайної ситуації до місця, де знаходиться генератор піни, оскільки розміри засобів генерування піни не дають змогу включити їх до базового комплектування ланки. Таким чином, час проведення пожежно-рятувальної операції зростає, що підвищує матеріальні збитки та ризик травмування й смертельних випадків як тих, кого рятують, так і самих вогнеборців.

Основні вимоги до проведення розвідки на пожежі, висвітлено в літературі [1,2,3]. Згідно [3], розвідка в задимленому приміщенні проводиться ланкою газодимозахисної служби, яка укомплектується ручним водяним стволом, оскільки найбільш поширеними вогнегасними засобами у таких випадках є вода, вода зі змочувачами і повітряно-механічна піна середньої кратності [2], яка подається водяними стволами і піногенераторами.

На керівника гасіння пожежі покладаються функції щодо визначення потрібної кількості особового складу для здійснення оперативної роботи з гасіння пожежі. Кількість особового складу має бути мінімальною, але достатньою для виконання завдань. «Підлаштуватися» під усі типи пожеж, узявши максимальну кількість спорядження, скажімо, для ланки газодимозахисної служби, не можливо, оскільки це ускладнить виконання оперативних дій та буде потребувати суттєвого збільшення особового складу. Як було зазначено вище, якщо упродовж розвідки буде встановлена необхідність подачі піни, то ланка газодимозахисної служби повинна виходити із задимленого приміщення (зони обмеженого простору), брати піногенератор і повертатися до місця застосування вогнегасного засобу. Такий факт ускладнює ведення оперативних дій, призводить до збільшення часу пожежно-рятувальної операції. Зазначимо, що ланці газодимозахисної служби взяти з собою генератор піни

відразу, не маючи даних розвідки, недоцільно з причини його великих габаритів. Вирішити подібну задачу можна шляхом доукомплектування ланки газодимозахисної служби компактним генератором, який можна було б використовувати у подібних ситуаціях, коли ймовірність застосування даного обладнання є високою.

Аналіз досліджень

Питанням розробки піногенераторів з моменту реалізації ідей кінця XIX століття А.Г. Лорана щодо застосування легких рідин із зменшеною плинністю для вирішення задач пожежогасіння було присвячено роботи багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених. У 1930 році Л.М. Розенфельд вперше розробив методику отримання повітряно-механічної піни. З того часу методика набула широкого застосування у різних галузях промисловості, а також у багатьох випадках пожежогасіння. Було розроблено чималу кількість варіантів піноутворювачів та методик їх розрахунку. Італійська компанія *Comet* створила низку піногенераторів, що застосовуються для миття поверхонь та нанесення на них воску; для отримання пінобетону успішно використовуються установки типу *Fomm-Prof*; для швидкої герметизації і утеплення пінополіуретаном як всередині, так і зовні приміщень застосовують установки типу *Polyfoam Kit*; для миття підлог, стін, стель, санітарних приміщень, де використовують піноутворювачі, застосовують піногенератори *KWAZAR* тощо.

Хоча для потреб пожежної охорони створено чимало піногенераторів, однак у літературних джерелах відсутня вичерпна інформація саме щодо розробки компактних піногенераторів, які доцільно було б застосовувати ланками газодимозахисної служби упродовж пожежно-рятувальних операцій за умови обмеженого простору, яким зазвичай при пожежогасінні прийнято вважати підвали, задимлені приміщення тощо, а також на відкритому просторі (зони розливу нафтопродуктів, ДТП), де компактність розроблюваних пристроїв не є критичною умовою.

Постановка завдання

У основу роботи поставлено завдання створення компактного генератора піни середньої кратності, що повинен мати тактико-технічні характеристики не гірші ніж у подібних пристроїв, співставних за розмірами у робочому стані. Для проведення порівняльної оцінки характеристик розроблюваного пристрою може бути обраний типовий піногенератор ГПС-200.

Основна частина

Нинішній стан технічного оснащення оперативно-рятувальної служби Державної служби надзвичайних ситуацій (ДСНС) України характеризується низькими за критеріями ефективності пристроями гасіння пожеж.

Ситуація, що склалася складна, оскільки динаміка зростання кількості надзвичайних ситуацій, їх масштабність і складність вказує на необхідність оснащення бойових підрозділів ДСНС України новою ефективною технікою.

На практиці вогнеборці застосовують повітряно-механічні піни низької, середньої й іноді високої кратності, а нинішні тенденції щодо вдосконалення пінного гасіння охоплюють наступні напрямки: створення нових сучасних піноутворювачів або окремих компонентів-додавок до існуючих піноутворювачів, що підвищують їх якість; вдосконалення конструкцій піногенераторів; вдосконалення тактичних прийомів гасіння пожеж із застосуванням піни. У нашому випадку йдеться перед усім про вдосконалення конструкцій піногенераторів. Зазначимо, що у практичній діяльності більшість підрозділів ДСНС України змушені користуватися тими пристроями, які є в наявності, а не тими, які дозволили б отримувати необхідний в кожному конкретному випадку пожежогасіння вид струменя (піни).

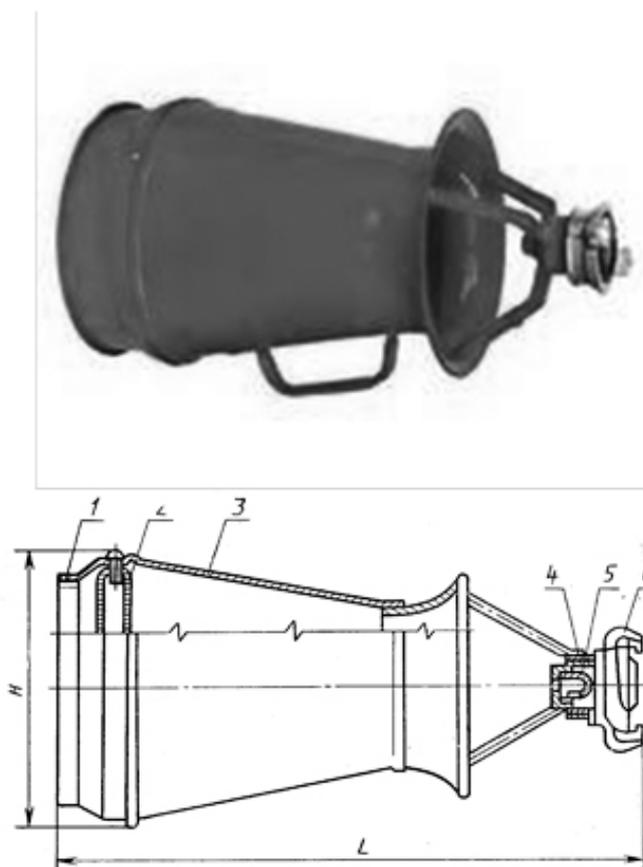


Рисунок 1 — Піногенератор середньої кратності типу ГПС [4]: 1 — насадка, 2 — касета сіток, 3 — корпус генератора; 4 — корпус розпилювача, 5 — розпилювач, 6 — сполучна головка ГМ-50, L — основний габаритний розмір

Оперативно-рятувальні підрозділи ДСНС України мають на озброєнні генератори піни середньої кратності та



Рисунок 2 — Піногенератор середньої кратності ГПС-200



Рисунок 3 — Піногенератор компактний «Академія-1к»

стволу для подачі піни низької кратності [5,6]. Кратність K визначається відношенням об'єму розчину до об'єму піни, що генерується. У роботі йдеться лише про генератори піни середньої кратності, для яких кратність піни $K=21-200$.

Тривалий час підрозділи оперативно-рятувальної служби ДСНС України застосовують переносні піногенератори ГПС-200/600/2000 для вироблення повітряно-механічної піни середньої кратності (рисунок 1) та безсітковий пристрій ППП для вироблення інертної піни, що на відміну від ГПС-600 не має дифузора й пакету сіток [4, 7].

Найпоширенішими піногенераторами середньої кратності упродовж багатьох років, є генератори ГПС-600, що можуть забезпечити подачу піни з витратою 600 л/с. Генератори конструктивно складаються із корпусу, розпилювача, сполучної головки та насадки (рисунок 1).

ГПС-200 (рисунок 2), що обраний у якості прототипу, складається з касети сіток, ремня, корпусу. До корпусу за допомогою чотирьох гвинтів кріпиться корпус розпилювача та з'єднувальна головка. Касета є кільцем, обтягнутим по торцевій площині металевою сіткою з розміром чарунки (зазвичай квадратної форми) 0,8—1,25 мм. У корпусі пінний потік формує струмінь піни та збільшує далекість її подачі [4].

Розроблено декілька варіантів піногенераторів «Академія», для яких основною відмінністю від існуючих стала їх компактність. За результатами теоретичних розрахунків було створено та випробувано дослідні зразки (рисунок 3, 4), частина із яких засвідчила висунуті припущення щодо можливості внесення змін до конструкцій піногенераторів, найбільш застосовуваних у практиці пожежогашіння.

З метою перевірки існуючих теоретичних положень в області формування пін, а також для підвищення точності вимірів основних досліджуваних параметрів розроблюваного пристрою був застосований раніше розроблений у Черкаському інституті пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля стенд дослідження водяних струменів [9].

Таблиця 1— Показники піногенераторів ГПС-200/600 [8]

Показник	ГПС-200	ГПС-600
Витрати піни, л/с	200	600
Витрати 4-6 % розчину піноутворювача, л/с	1,6...2,0	4,8...6,0
Тиск перед приладом, МПа	0,4...0,6	0,4...0,6
Дальність подачі піни, м, не менше	10	10
Висота подачі піни, м, не менше	3	5
Кратність піни	70-130	70-130
Габаритні розміри, мм довжина діаметр	485, Ш230	610, Ш355
Маса, кг, не більше	2,40	4,45

Практичні експерименти з використанням стенда підтвердили традиційні уявлення про процес формування пін як із допомогою піногенераторів типу ГПС, так і з застосуванням піногенератора «Академія-1к». Здійснивши вибір числа і умов проведення дослідів, необхідних і достатніх для вирішення поставленої задачі з необхідною точністю, була проведена процедура планування експерименту з метою мінімізації загального числа дослідів без зниження достовірності отримуваних результатів. При експериментальному дослідженні мінімальна кількість вимірювань забезпечила стійке середнє значення вимірюваної величини (кратності піни та витрати рідини), що задовольняла заданому ступеню точності й забезпечила отримання найбільш об'єктивних результатів при мінімальних витратах часу і засобів. Останнє було особливо важливим, зважаючи на відносно високу вартість піноутворювачів, що застосовувалися під час проведення експериментів.



а



б

Рисунок 4 — Піногенератор «Академія-1к» у складеному (а) та розкладеному (б) станах

Важливо, що зменшення розмірів піногенератора для спрощення його транспортування до місця застосування не вплинуло на його здатність виконувати основну функцію — генерувати пінні потоки, а розгортання зі складеного до робочого стану не потребувало особливих зусиль та суттєвих додаткових витрат часу. Попередні теоретичні розрахунки й успішні результати випробувань конструкцій піногенератора, дозволили отримати охоронний документ, який засвідчує авторство на винахід.

Упродовж проведення експериментів особлива увага зверталася на дослідження питань, пов'язаних із жорсткістю корпусу розроблюваного пристрою у розкладеному стані (рисунок 4, б) та впливу типу матеріалу стінки піногенератора та його конусності (рисунок 5) на параметри отриманої піни. Для серії проведених експериментів не було виявлено суттєвої відмінності параметрів пін, що були генеровані пристроями ГПС-200 та «Академія-1к».

Отримані таблиці залежностей параметрів піни від початкових умов, якими у даному випадку були тиск на виході рукавної лінії (0,4—0,6 МПа) та витрати розчину піноутворювача (1,8 л/с), зроблено припущення про якісні закономірності процесу піногенерування.

У таблиці 2 надано порівняльну оцінку характеристик типового піногенератора та розроблюваного пристрою.

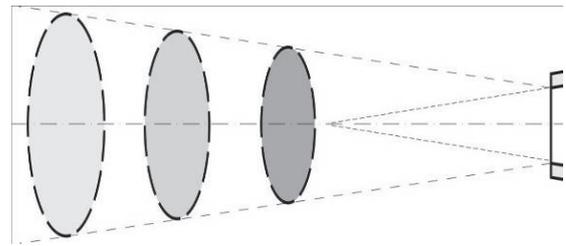


Рисунок 5 — Розширення потоку у генераторі

Таблиця 2 — Порівняльна таблиця характеристик піногенераторів ГПС-200 та «Академія-1к»

Показник	ГПС-200	«Академія - 1к»
Витрати піни, л/с	200	200
Витрати 6 % розчину піноутворювача, л/с	2,0	2,0
Тиск перед приладом, МПа	0,6	0,6
Дальність подачі піни, м, не менше	10	не визначалася
Висота подачі піни, м, не менше	3	не визначалася
Кратність піни	70...130	80...90
Габаритні розміри, у розкладеному стані		
мм довжина	485,	485,
діаметр	Ш230	Ш230
Габаритні розміри у складеному стані, мм	не існує	152,
довжина		Ш230
діаметр		
Маса, кг, не більше	2,40	1,68

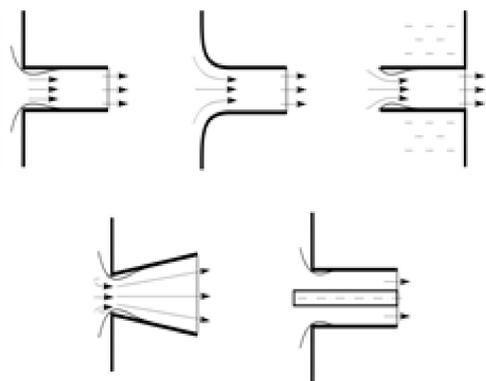


Рисунок 6 — Форма входних та вихідних зон досліджуваних конструкцій піногенераторів

Результати проведених експериментів нині продовжують опрацьовуватися й згодом будуть надані рекомендації щодо удосконалення конструкцій розроблюваних пристроїв, а також для проведення подальших досліджень із різними типами піноутворювачів [10-12].

Висновки

Проведені експерименти із використанням стенда генерування водяних струменів дали змогу стверджувати про перспективність застосування розроблюваних компактних генераторів піни середньої кратності. Разом із тим, слід визнати необхідність подальшого удосконалення пропонуванних конструкцій піногенераторів. Серед перспективних варіантів, що досліджуються нині у Черкаському інституті пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля, слід назвати моделі із застосуванням кілець та/або пружин, що забезпечують міцність їх корпусу у робочому стані.

Для випадків, коли буде використовуватися більше одного генератора піни, заплановано провести зіставлення гідравлічних характеристик потоків в'язких і аномально-в'язких рідин в гідравлічних системах із транзитними витратами з подібними результатами за умови сталості витрати [13]. Також планується використовувати наведені раніше результати проведених віскозиметричних досліджень полімерних добавок певної концентрації, що застосовуються в практиці пожежогасіння [14], наприклад, при визначенні втрат енергії і при розрахунках пожежних стволів і насадок з різними формами їх поперечних перерізів.

Література

1. Наказ МНС України від 13.03.2012 № 575 «Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту»
2. Пожежна тактика: Підручник / [П. П. Клюс, В. Г. Палюх, А. С. Пустовой та ін.]. — Х.: Основа, 1998. — 592 с.
3. Настанова з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України. Наказ МНС України від 16.12.2011 №1342.
4. Генераторы средней кратности ГПС — 200 [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: http://expert-01.com/biblioteka/normativnye_dokumenty/Gost_r/Pril/50409-92_1r.htm.
5. ДСТУ 2110—92 (ГОСТ 7183—93) Пінозмішувачі.
6. ДСТУ 2113—92 (ГОСТ 12962—93) Генератори піни середньої кратності.
7. Алексеев, М.В. Основы пожарной безопасности / М.В. Алексеев, П.Г. Демидов, М.Я. Ройтман, Н.А. Тарасов-Агалаков. — М.: Высшая школа, 1971. — 248 с.

8. Коленов, О. М. Навчальний посібник з дисципліни «Первинна підготовка рятувальника» / О. М. Коленов, О. Є. Безуглов, В. М. Ішук. — Х.: НУЦЗУ, 2012. — 403 с.

9. Стась, С.В. Про створення установки дослідження водяних струменів / С.В. Стась // Пожежна безпека. — 2008. — №12. — С.7—13.

10. ДСТУ 3789-98 Піноутворювачі загального призначення для гасіння пожеж/

11. Корольченко, А.Я., Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения / А.Я. Корольченко, Д. А. Корольченко, ч. I. — М.: Пожнаука, 2004. — 714 с.

12. Шароварников, А.Ф. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав, свойства, применение / А.Ф. Шароварников, С.А. Шароварников. — М.: Пожнаука, 2005. — 335 с.

13. Стась, С.В. Rheological Peculiarities of surfactants additives used to foaming / С.В. Стась // Вісник НТУУ «КПІ». Серія: Машинобудування. — 2013. — №2 (68). — С. 19—24.

14. Стась, С.В. Дестабилизация потока в канале с изменяющимся по длине расходом / О.М. Яхно, Н.В. Семинская, Д.В. Колесников, С.В. Стась // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2014. — № 3(7). — С. 45—49.

References

1. Nakaz MNS Ukraine vid 13.03.2012 № 575 «Statut diy u nadzvychainykh sytuatsiyakh organiv upravlinnya ta pidrozdiliv operatyvno-ryatuvalnoyi sluzhby tsyvilnogo zakhystu»
2. Pozhezhna taktyka: Pidruchnyk / [P.P. Klyus, V.G. Pal-yukh, A.S. Pustovoy ta in.]. — Kh.: Osnova, 1998. — 592 s.
3. Nastanova z organizatsiyi gazodymozakhysnoyi sluzh-by u pidrozdilakh operatyvno-ryatuvalnoyi sluzhby tsyvilnogo zakhystu MNS Ukraine. Nakaz MNS Ukraine vid 16.12.2011 #1342.
4. Generatory sredney kratnosti GPS — 200 [Elektronny resurs] — Rezhym dostupu do resursu: http://expert-01.com/biblioteka/normativnye_dokumenty/Gost_r/Pril/50409-92_1r.htm.
5. DSTU 2110-92 (GOST 7183-93) Pinozmishuvachi.
6. DSTU 2113-92 (GOST 12962-93) Generatory piny srednyoi kratnosti.
7. Alekseyev, M.V. Osnovy pozharnoy bezopasnosti / M.V. Alekseyev, P.G. Demidov, M.Ya. Roytman, N.A. Tarasov-Agala-kov. — M., Vysshaya shkola, 1971. — 248 s.
8. Kolyenov, O.M. Navchalnyi posibnyk z dystsypliny «Pervynna pidgotovka ryatuvalnyka» / O.M. Kolyenov, O.Ye. Bezuglov, V. M. Ishchuk. — Kh.: NUTSZU, 2012. — 403 s.
9. Stas, S.V. Pro stvorennya ustanovky doslidzhennya vodyanykh strumeniv / S. V. Stas // Pozhezhna bezpeka. — 2008. — №12. — S.7—13.
10. DSTU 3789-98 Pinoutvoryuvachi zapalnego pryz-nachennya dlya pasynna pozhhez.

11. Korolchenko, A.Ya., Pozharo-vzvyvoopasnost veshchestv i materialov i sredstva ikh tusheniya / A. Ya. Korolchenko, D.A. Korolchenko, ch. I. — М.: Pozhnauka, 2004. — 714 s.

12. Sharovarnikov, A.F. Penobrazovateli i peny dlya tusheniya pozharov. Sostav, svoystva, primenenie / A. F. Sharovarnikov, S. A. Sharovarnikov. — М.: Pozhnauka, 2005. — 335 s.

13. Stas, S.V. Rheological Peculiarities of surfactants additives used to foaming / S. V. Stas // Visnyk NTUU «KPI». Seriya: Mashynobuduvannya. — 2013. — № 2 (68). — S. 19—24.

14. Stas, S.V. Destabilizatsiya potoka v kanale s izmenyayushchimsya po dlينه raskhodom / O.M. Yakhno, N.V. Semynskaya, D.V. Kolesnykov, S.V. Stas // Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy. — 2014. — № 3(7). — S. 45—49.

Надійшла 16.09.2016 року

УДК 614.8: 62-175

Разработка компактного генератора пены средней кратности для тушения пожаров в условиях ограниченного пространства

С.В. Стась

Цель. Анонсирование вопросов создания экспериментального компактного генератора пены средней кратности, который может быть применен при ликвидации чрезвычайных ситуаций, прежде всего для пожаротушения.

Методы исследования. Использование методов планирования эксперимента, физическое моделирование.

Результаты. Особенностью использования генератора пены есть возможность его переноса к месту применения в сложенном виде, что указано в охранном документе, который удостоверяет авторство на изобретение. Предложенная конструкция генератора пены позволяет доставлять его к очагу пожара в сложенном виде, соединять с пожарным рукавом и после подачи огнетушащей жидкости генератор приобретает необходимые размеры для формирования пены с заданными параметрами. Экспериментальный образец генератора пены был испытан на базе учебной пожарно-спасательной части Черкасского института пожарной безопасности имени Героев Чернобыля.

Выводы. Как показали экспериментальные исследования, возможность существенно изменять размеры генератора пены до и во время его использования, в отличие от технических средств, которые применяются в настоящее время, а также его уменьшенная масса, не отразились на снижении его эффективности, что указывает на перспективность использования предложенной конструкции.

Ключевые слова: генератор пены, кратность пены, планирование эксперимента, гражданская защита, пожаротушение, локализация чрезвычайных ситуаций.

UDK 614.8: 62-175

Developing a compact foam generator of average multiplicity for extinguishing fires in tight spaces

S.V. Stas

Aim. Our aim is to announce the issue of establishing experimental compact of medium ratio that can be applied during liquidation of emergencies, primarily for firefighting.

Research methods. Use of methods of experiment planning and physical modelling.

Research results. The peculiarity of use of foam generator is the possibility of transferring to the place of use in the folded form, indicated in the security document that certifies the authorship of the invention. The design of foam generator allows to deliver it to the center of the fire in folded form, to connect fire hoses and after supply of extinguishing liquids the generator obtains the size necessary for formation of foam of specified parameters. An experimental sample of the foam generator was tested at the base of training fire and rescue station of Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes.

Conclusions. As shown by experimental studies possibility to change the size of foam generator significantly before and during its use as opposed to the technical means which are currently used, and its reduced weight, did not affect reducing its effectiveness, indicating the prospects of using of the proposed design.

Keywords: foam generator; foam multiplicity, experiment planning, civil protection, fire extinguishing, liquidation of emergencies.