

В.В. Ковалишин, к.т.н., с.н.с., В. І. Луц, І.В. Дворянин, к.т.н. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНИХ ГЕНЕРАТОРІВ ПІНИ СЕРЕДНЬОЇ КРАТНОСТІ ДЛЯ ГАСІННЯ ГОРЮЧИХ РЕЧОВИН

В статті розглядаються результати експериментального дослідження нової конструкції пожежного ствола та його застосування. Приводиться аналіз експериментальних характеристик спроектованої установки комбінованого генератора піни середньої кратності та порівняння ефективності його використання в залежності від різних типів конструктивного виконання

Основною метою проведення експериментальних досліджень пересувних комбінованих генераторів піни середньої кратності для гасіння резервуарів із легкозаймистими та горючими речовинами є порівняльні випробовування установок різних конструкцій для визначення основних параметрів їх роботи – інтенсивності подачі піни, довжини струменя, параметрів генерованої піни, швидкості бойового розгортання тощо, що характеризують здатність пожежної установки гасити модельне вогнище пожежі відповідного класу та відповідають вимогам нормативно-технічної документації (ДСТУ 2113-92, ДСТУ 2802-94, ДСТУ 3734-98 та ДСТУ 4041-2001).

У роботі [2] було запропоновано декілька модульних виконань експериментальної конструкції генератора середньократної піни. Специфіка їх використання обумовлена гасінням пожежі відповідної складності та горючих речовин різних класів. Практичні рекомендації, отримані в результаті експериментальних та полігонних випробовувань установки, являють собою значний практичний інтерес і тому є об'єктом частини експериментальних досліджень.

Для проведення експериментальних досліджень була сконструйована і виготовлена установка пересувного генератора середньократної піни модульної конструкції. Детально ця установка описана в роботі [1]. В якості змінних модулів запропоновано 2 варіанти комплектів повітряно-пінних стволів, що генерують повітряно-механічну піну низької кратності для забезпечення транспортування піни середньої кратності.

В першому етапі випробовувань передбачається експериментальне визначення довжини пінного струменя та генерованої піни виключно генератором піни середньої кратності (кратність 100) типу ГПС-1000 (продуктивність $1 \text{ м}^3/\text{с}$). Другим етапом випробовування є дослідження цих же параметрів за умови використання генератора ГПС-1000 у поєднанні тільки з одним повітряно-пінним стволом типу СПП-4 з щільною насадкою (продуктивність $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$), що генерує піну низької кратності (кратність 8-10). Третім етапом є експериментальні дослідження установки з використанням генератора ГПС-1000 і 2-х паралельно встановлених ручних повітряно-пінних стволів СПП-2 (продуктивність $0,32 \text{ м}^3/\text{с}$ для кожного ствола), де генеровані ними струмені піни низької кратності виконують основну функцію транспортування струменя піни середньої кратності в зону горіння. При цьому, генератор піни середньої кратності може бути відключений, тобто буде подаватись лише піна низької кратності. Таке комбінування є надзвичайно важливим з точки зору розширення тактичних можливостей використання пожежних пересувних генераторів піни в різних умовах пожежогасіння.

Умови проведення досліджень: експеримент проводився у безвітряну сонячну погоду (при 25°C) в денний час на плацу довжиною 100 м, шириною 20 м. Площа захищена будовами від впливу вітру. На ділянці в контрольних точках, відповідно до програми випробовувань та згідно з методикою проведення випробовувань за ДСТУ 3675-98 та ДСТУ 4041-2001 [3,4], через кожні 5 м встановлювались металеві піддони розміром $0,5 \times 0,5 \text{ м}$ та

висотою 0,4 м. Довжина струменя повітряно-механічної піни визначалась максимальною відстанню по горизонталі від насадки-розпилювача до межі розповсюдження основної маси вогнегасної речовини при її випуску з пожежного пересувного генератора.

Як зазначалось вище, дослідження роботи установки проводилось без використання стволів СПП-2 (рис. 1), з використанням одинарного ствола СПП-4 (рис. 2) та з використанням двох паралельно-зблокованих стволів СПП-2 (рис. 3).

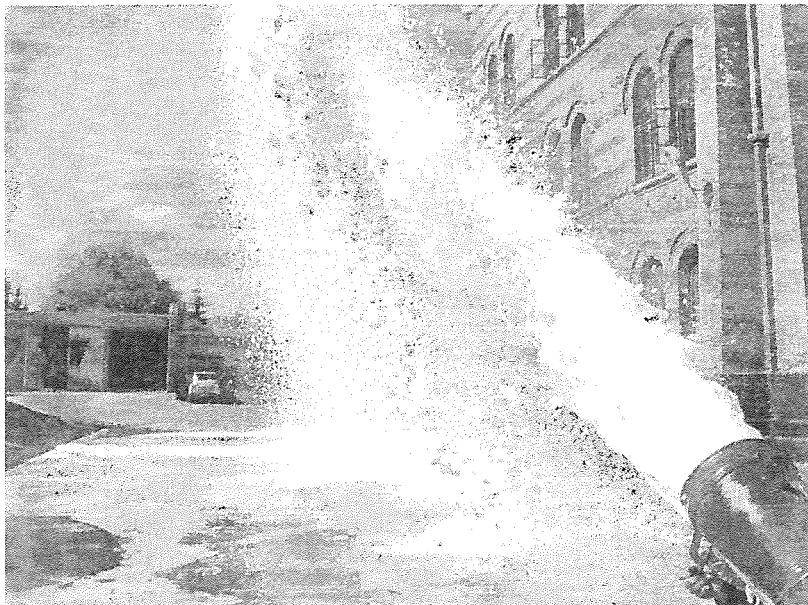


Рис. 1. Вигляд генерованого струменя піни середньої кратності без використання стволів СПП-2 або СПП-4



Рис. 2. Вигляд генерованого струменя піни середньої кратності з використанням одинарного ствола СПП-4

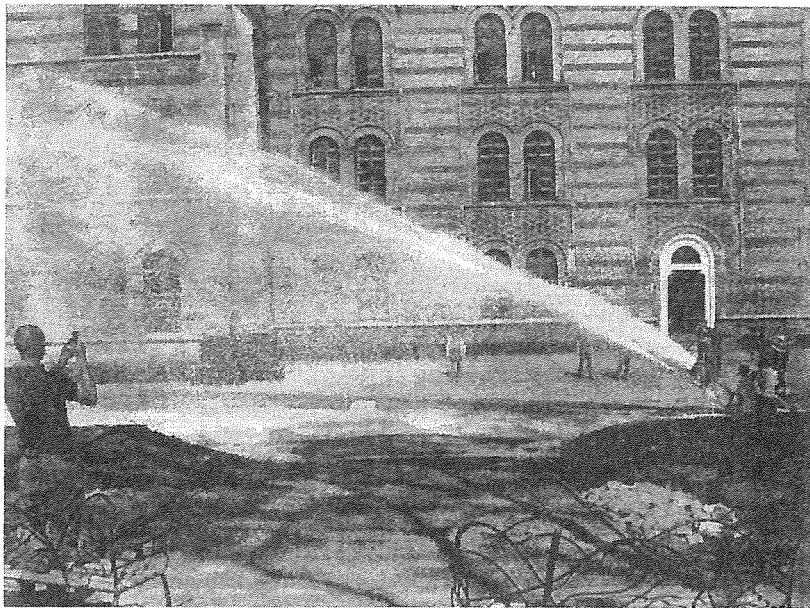


Рис. 3. Вигляд генерованого струменя піни середньої кратності з використанням двох паралельно-зблокованих стволів СПП-2

Експериментальні дослідження інтенсивності зрошування за розчином піноутворювача в кожній контрольній точці I ($л/(м^2 \cdot с)$) та кратності піни K , отримані в результаті досліджень роботи установки при різних, найбільш характерних режимах роботи експериментального комбінованого генератора подачі піни середньої кратності, подані в таблиці 1 та на рис. 4, 5. Порівняльний аналіз даних величин дає можливість встановити деяку загальну закономірність параметрів роботи комбінованого генератора піни середньої кратності залежно від конструкції його ствольної системи.

Найбільша довжина струменя повітряно-механічної піни по горизонталі від насадки-розпилювача до межі розповсюдження основної маси вогнегасної речовини спостерігається у двоствольній конструкції піногенеруючої системи низької кратності ($L=30$ м). Меншою є довжина пінного струменя при використанні одноствольної системи подачі піни низької кратності ($L=20$ м), а найменшою – при генеруванні піни середньої кратності виключно генератором ГПС-1000 ($L=5 - 7$ м).

Фізична суть такого явища є, по-суті, очевидною. У випадку транспортування виключно піни середньої кратності динамічні показники руху пінної маси обмежуються її малою густиною та низькою кінетичною енергією струменя. Очевидно, що транспортування піни середньої кратності через механізм перенесення її піною низької кратності є більш дієвим. Проте, при умові перенесення пінного струменя із площею в перерізі значно більшою, ніж площа пінного струменя низької кратності, відбувається часткове “звалювання” середньократної піни з низькократного струменя. Частково цей недолік компенсується тим, що випускний патрубок ствола СПП-4 виготовляється щільної конструкції, що підвищує площу контакту двох струменів. Найбільший ефект перенесення піни середньої кратності на більшу віддаль досягається в разі використання двоствольної системи генерування транспортувальної піни низької кратності. Тоді є менша імовірність руйнування пінними струменями низької кратності струменя середньої кратності та можливість його “звалювання” обмежена специфічною двоклиновою геометрією пінних потоків. Найкраще цей ефект можна побачити на фотографіях (рис. 2 та 3), де можна спостерігати завчасне руйнування сумісної пінної маси у одноствольній системі (рис. 2) та більш тривале її переміщення у системі генерування з використанням 2-х стволів СПП-2 (рис. 3).

Результати експериментальних досліджень

Показники		Режими роботи установки					
		без використання стволів СПП-2 або СПП-4		з використанням одного ствола СПП-4		з використанням двох зблокованих стволів СПП-2	
		Експ. 1	Експ. 2	Експ. 1	Експ. 2	Експ. 1	Експ. 2
Площа піддона, м ²		0,25					
Тривалість заповнення першого піддона, с		8	9	12	13	16	18
Об'єм піни у піддонах, л на відстані від установки	2 м	32	41	2	1	0	0
	5 м	100	100	5	9	1	3
	10 м	89	77	18	24	2	5
	15 м	3	8	56	51	9	12
	20 м	1	2	100	100	34	44
	25 м	0	0	74	79	89	78
	30 м	0	0	15	11	100	100
	35 м	0	0	9	10	32	26
Кратність піни		93	95	85	82	79	82

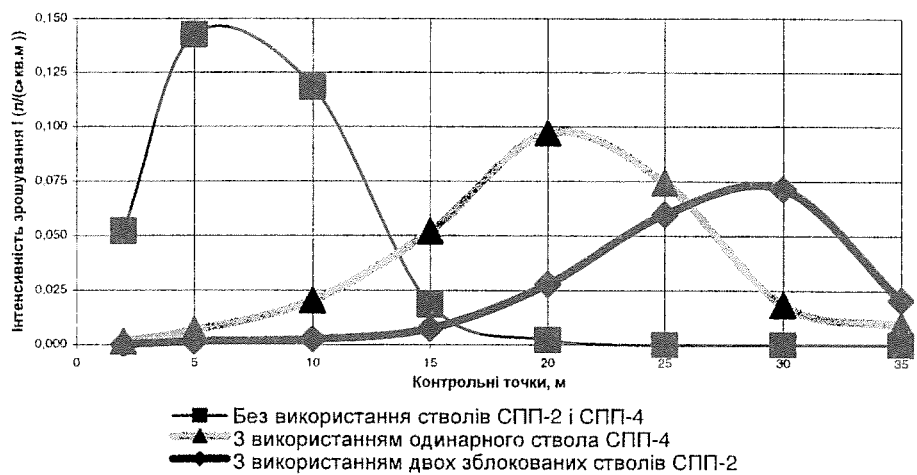
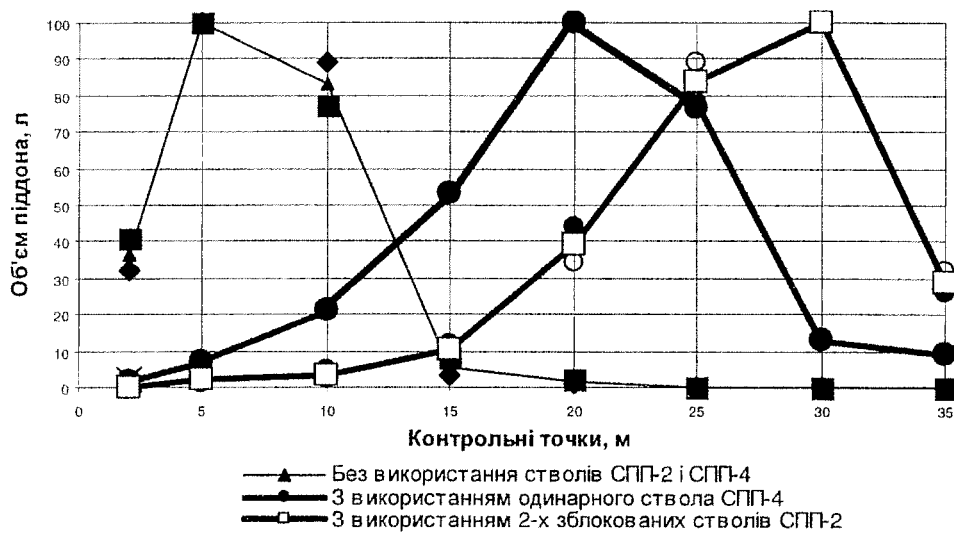


Рис. 4. Графічна інтерпретація результатів експериментальних досліджень інтенсивності подачі піни середньої кратності

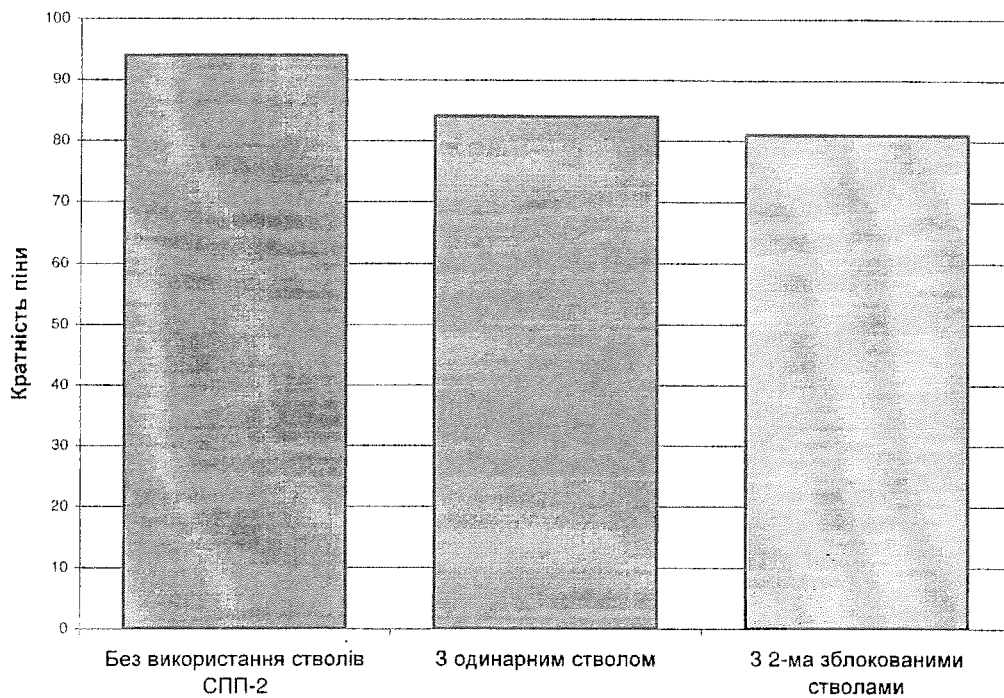


Рис. 5. Порівняльний аналіз кратності піни в результаті експериментальних досліджень різних конструкцій піногенераторів

Інтенсивність зрошування по розчину піноутворювача є наслідком вищенаведеного ефекту. Для того, щоб більш коректно пояснити ефект утворення пінного конуса, розглянемо в динаміці перенесення 2-х потоків піни – низької та середньої кратності (рис.6).

Загальну відстань від позиції генерування піни до межі розповсюдження основної маси вогнегасної речовини можна розділити на 3 зони – зона роздільного польоту струменів, коли змішування пінних мас середньої та низької кратності не відбувається; зона часткової фрагментації змішаної пінної маси, коли відбувається часткове руйнування пінного струменя середньої кратності і випадіння на землю у вигляді окремих сегментів та пінного пилу; і зона сумісного падіння пінних струменів, що супроводжується активним падінням змішаної пінної маси на землю.

Інтенсивність зрошування за розчином піноутворювача формується в залежності від інтенсивності фрагментації пінної маси або падіння маси на землю. Таким чином, найвища інтенсивність спостерігається у випадку транспортування виключно піни середньої кратності. Проте дальність пінного струменя в даному випадку є найменша і тому ефективність використання таких установок при гасінні пожеж із легкозаймистими та горючими речовинами є суттєво обмежена. При транспортуванні піни середньої кратності через механізм перенесення її піною низької кратності, генерованою одноствольною генераторною системою, інтенсивність фрагментації пінної маси є досить високою, а дальність струменя – порівняно більшою. Тому інтенсивність зрошування є меншою, але ефективність гасіння пожеж – вищою завдяки вищим тактичним можливостям установки. Найбільший ефект перенесення піни середньої кратності на більшу віддаль досягається в разі використання двоствольної системи генерування транспортувальної піни низької кратності. Це обумовлено тим, що інтенсивність фрагментації пінної маси є незначною, але тривалість її польоту є найвищою у зв'язку із значною довжиною струменя. Для гасіння пожеж в умовах високих температур цей показник має вирішальне значення.

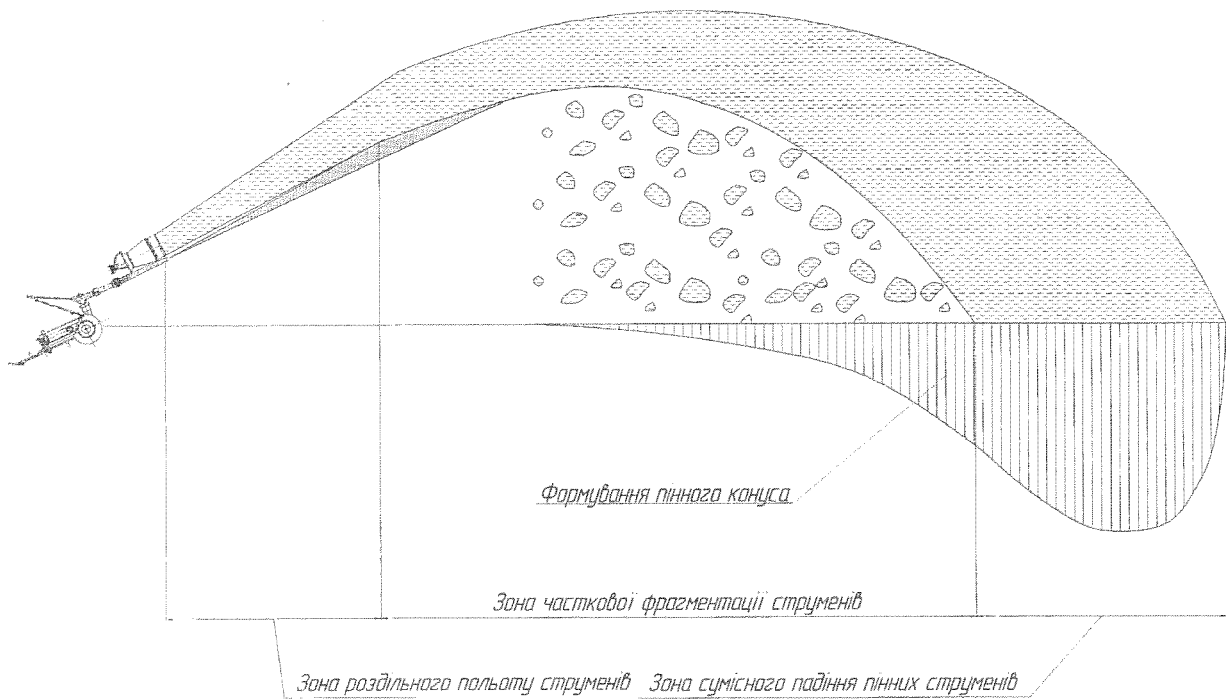


Рис. 6. Схема розподілу довжини пінного потоку на зони та формування пінного конуса

Щодо кратності генерованої піни, то можна зауважити, що найвищий показник мас піна, генерована установкою без використання низьократних транспортувальних струменів ($K=94$), менший показник кратності – піна, отримана в результаті роботи установки з одинарним стволом СПП-4 ($K=84$), і найменший показник кратності – у піни, що генерована установкою з двома стволами СПП-2 ($K=76$). Такий результат обумовлений різницею пропорцій низьократної та середньократної піни у суцільній пінній масі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковалишин В.В., Луц В.І. Розробка пересувних генераторів подачі піни середньої кратності для гасіння цистерн та резервуарів із горючими речовинами // Пожежна безпека – Львів: ЛІПБ та УкрНДІПБ МНС України, 2005. – №. – С..
2. Луц В., Новіцький Я., Ступницький В. Пересувні генератори подачі струменя піни середньої кратності за допомогою струменів піни низької кратності. // Тези доповідей 7-го Міжнародного симпозіуму українських інженерів-механіків., 2005, с. 136-137.
3. Піноутворювачі загального призначення для гасіння пожеж. Загальні технічні вимоги і методи випробувань. ДСТУ 3789-98. – К.: Держстандарт України, 1998.
4. Піноутворювачі спеціального призначення, що використовуються для гасіння пожеж водонерозчинних і водорозчинних горючих рідин. Загальні технічні вимоги і методи випробувань. ДСТУ 4041 – 2001. – К.: Держстандарт України, 2001.