

УДК 614.8

В. В. Ковалишин, д. т. н., проф., О. В. Грушовінчук,
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІНИ РІЗНОЇ КРАТНОСТІ, ГЕНЕРОВАНОЇ З 6% РОЗЧИНУ ПІНОУТВОРЮВАЧА «АЛЬПЕН»

Експериментальним шляхом проведено дослідження вогнегасної ефективності та виявлено особливості припинення горіння модельних вогнищ класів А та В у разі застосування піни різної кратності. Виявлено ефект синергізму у разі застосування на гасіння модельного вогнища класу В комбінованої піни, генерованої одночасно генераторами середньої та низької кратності.

Ключові слова: комбінована піна, піногенератор, піноутворювач, модельне вогнище, вогнегасна ефективність.

Вступ. Вогнегасна ефективність піни, що утворюється з робочих розчинів піноутворювачів, залежить від багатьох факторів, зокрема, від природи поверхнево-активної основи піноутворювача, наявності та природи модифікуючих добавок, а також кратності і стійкості піни. Як відомо, піноутворювачі загального призначення можуть використовуватись для отримання піни низької, середньої та високої кратності. Під час гасіння пожеж найчастіше використовують піну середньої кратності, рідше - піну низької кратності. Піну високої кратності застосовують для гасіння пожеж об'ємним способом.

Постановка задачі. Вогнегасна ефективність піни низької кратності у 2-5 разів нижча за вогнегасну ефективність піни середньої кратності. Однак піна низької кратності може подаватися на більші відстані і має більш високу здатність до розтікання, ніж піна середньої кратності, у багатьох випадках доцільніше використовувати саме піну низької кратності. Нижча ефективність піни низької кратності зумовлює необхідність збільшення інтенсивності подавання робочих розчинів піноутворювачів у разі гасіння піною низької кратності порівняно з випадком гасіння піною середньої кратності [2].

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень було розкриття особливостей припинення горіння модельних вогнищ пожеж класів А та В у разі застосування піни різної кратності.

Об'єкт дослідження. Об'єктом досліджень були процеси припинення горіння модельних вогнищ пожеж класів А та В у разі застосування піни різної кратності.

Предмет дослідження. Предметом дослідження був вплив кратності повітряно-механічної піни на ефективність процесів припинення горіння модельних вогнищ пожеж класів А та В.

Методика проведення випробувань. В дослідах застосовувалися піногенератори, що забезпечують однакову витрату розчину піноутворювача, чим забезпечувалась однакове значення інтенсивності подавання водного розчину піноутворювача, що забезпечує співставлення отриманих результатів. При комбінації двох піногенераторів середньої кратності, вони з'єднувалися між собою в горизонтальній площині. Аналогічно при використанні двох піногенераторів низької кратності. При комбінації піногенераторів середньої та низької кратності, піна середньої кратності подавалась поверх піни низької кратності (в вертикальній площині піногенератор низької кратності знаходився під піногенератором середньої кратності).

Піногенератор середньої кратності з витратою розчину піноутворювача $(0,064 \pm 0,002)$ л/с за тиску $(0,60 \pm 0,02)$ МПа. Піногенератор низької кратності виготовлений по аналогії піногенераторів для водопіних вогнегасників ВВП-9(з) Дніпропетровського СП (Пожтехніка). Вихідний отвір був виготовлений діаметром 1,8мм, що забезпечило витрату

піноутворювача ($0,064 \pm 0,002$) л/с за тиску ($0,6 \pm 0,02$) МПа. Модельне вогнище пожежі 55В стандартизоване за ДСТУ 3789-98, модельне вогнище пожежі 1А стандартизоване згідно ДСТУ 3675-98. Площа горіння $1,73 \text{ м}^2$. Застосовувався 6% розчин піноутворювача на питній воді. Зразок піноутворювача загального призначення для гасіння пожеж "Альпен" виробництва ТОВ "Альхім" (Україна), ідентифіковано на відповідність вимогам ТУ У 24.6-32740136-001:2006 і ДСТУ 3789-98.

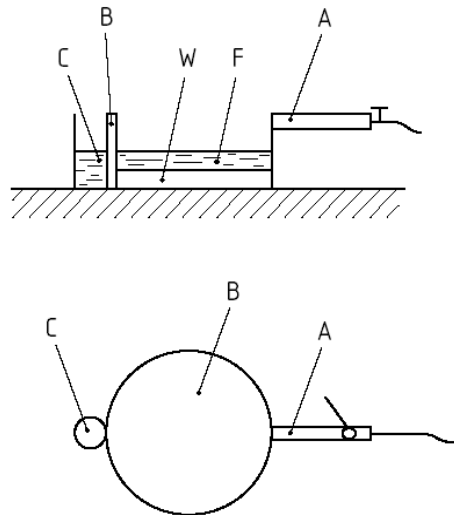


Рисунок 1 – Схематичне зображення дослідження для визначення вогнегасної ефективності гасіння модельного вогнища пожежі 55В та визначення тривалості до повторного займання: А – генератор піни; В – деко модельного вогнища пожежі; С – тигель для повторного запалювання, підвішений ззовні дека; F – пальне; W – вода.

Вогнегасна ефективність піни для модельного вогнища пожежі 55В полягає у визначенні тривалості гасіння піною середньої кратності за витрати ($0,064 \pm 0,002$) л/с і маси робочого розчину піноутворювача, що витрачається на гасіння одиниці поверхні модельного вогнища пожежі 55В за умови позитивних результатів його гасіння.

Маса піни на одиницю поверхні горіння Q_B , кг/м^2 за класом пожежі В у разі гасіння піною середньої кратності розраховують за формулою:

$$Q_B = \frac{m_1 - m_2}{S},$$

де m_1 - маса корпусу випробувального пристрою типу вогнегасника з водним розчином піноутворювача до гасіння, кг;

m_2 - маса корпусу випробувального пристрою типу вогнегасника з водним розчином піноутворювача після гасіння, кг;

S - площа вільної поверхні модельного вогнища пожежі 55В, яка дорівнює $1,73 \text{ м}^2$.

Схематичне зображення дослідження для визначення вогнегасної ефективності гасіння модельного вогнища пожежі 55В наведено на рис. 1.

У разі досліджень з виявлення особливостей припинення горіння за класом пожежі А у якості горючого матеріалу використовували бруски із звичайної сосни. Модельним вогнищем пожежі класу 1А є дерев'яний штабель з 72 брусків перерізом (40×40) мм та довжиною 500 мм, укладених у шести рядках. Штабель розміщували на двох сталевих кутниках згідно з ГОСТ 8510, які було встановлено на бетонних блоках таким чином, щоб відстань від основи штабеля до підлоги становила $250 \text{ мм} \pm 10 \text{ мм}$. Методи контролю вологості деревини - згідно з ГОСТ 16588. Металева дека з горючою рідиною для запалення

модельного вогнища розташовувалась під штабелем. Схематичне зображення модельного вогнища пожежі класу А наведено на рис. 2.

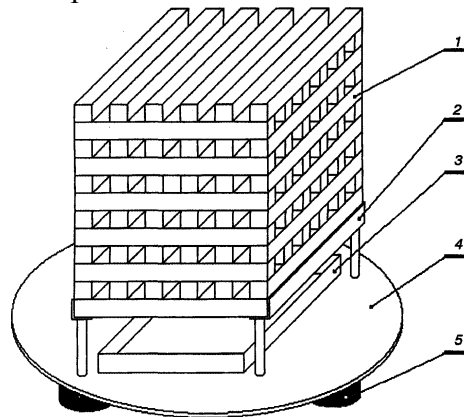


Рисунок 2 – Схематичне зображення модельного вогнища 1А.

Підпалювання бензину в деці модельного вогнища здійснювалось за допомогою факела. Тривалість горіння бензину становила $120 \text{ с} \pm 5 \text{ с}$, після чого деко забиралось з під штабеля. Вільне горіння штабеля продовжувалось до втрати 45% маси від початкової. Після цього здійснювалось гасіння модельного вогнища пожежі. Загальна тривалість гасіння не більше 180 с. Повторне заповнення дека модельного вогнища проводилось після його охолодження до температури, нижчої за температуру спалахування горючої рідини.

Випробування вважалось позитивним, якщо пристроєм проведено гасіння модельного вогнища, при цьому в ході його візуального огляду протягом перших 600 с зафіксована повна відсутність полум'яного горіння. Поява короткочасних спалахів протягом цього періоду не бралася до уваги.

Показник «маси піни на одиницю поверхні горіння» Q_A , $\text{кг}/\text{м}^2$ розраховувався за формулою:

$$Q_A = \frac{m_1 - m_2}{S},$$

де m_1 - маса корпусу випробувального пристрою типу вогнегасника з водним розчином піноутворювача до гасіння, кг ;

m_2 - маса корпусу випробувального пристрою типу вогнегасника з водним розчином піноутворювача після гасіння, кг ;

S - площа вільної поверхні модельного вогнища пожежі 1А, яка дорівнює $4,7 \text{ м}^2$.

За умов отримання перших двох позитивних результатів випробувань у ході проведення серії з трьох однакових випробувань третій дослід не проводився.

Результати випробувань. Для модельного вогнища пожежі 55В при вільному горінні пального 60 с результати випробувань наведені в таблицях 1-3.

Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень з визначення ефективності одночасного застосування двох експериментальних зразків генераторів піни середньої кратності з витратою $0,064 \pm 0,002$ л/с кожний у разі гасіння модельного вогнища 55В 6% водним розчином піноутворювача загального призначення “Альпен” (інтенсивність подавання піни $0,075 \pm 0,001$ кг/с·м²).

№ досліду	Тип генерованої піни	Маси випробувальних пристроїв типу вогнегасника з водним розчином піноутворювача, кг		Витрачені маси піноутворювача, кг		Результат гасіння, тривалість подавання піни, с		Маса піни на одиницю поверхні горіння, кг/м ²		Тривалість до повторного займання, с	Усереднене значення тривалості до повторного
		до гасіння	після гасіння	Роздільна з кожного ствола	Сумарна	фактичні значення	усереднене значення	фактичні значення	усереднене значення		
1	СК	15,76	12,23	3,43	6,92	Погашено, 53,6	Погашено, 55,0	4,0	4,1±0,1	28	29±1
	СК	15,84	12,35	3,49							
2	СК	15,82	12,13	3,69	7,27	Погашено, 55,9	Погашено, 55,0	4,2	4,1±0,1	30	29±1
	СК	15,80	12,22	3,58							
3	СК	15,73	12,32	3,41	7,09	Погашено, 55,6	Погашено, 55,0	4,1	4,1±0,1	29	29±1
	СК	15,81	12,13	3,68							

Таблиця 2 – Результати експериментальних досліджень з визначення ефективності одночасного застосування двох експериментальних зразків генераторів піни низької кратності з витратою $0,064 \pm 0,002$ л/с кожний у разі гасіння модельного вогнища 55В 6% водним розчином піноутворювача загального призначення “Альпен” (інтенсивність подавання піни $0,075 \pm 0,001$ кг/с·м²).

№ досліду	Тип генероване піни	Маси випробувальних пристроїв типу вогнегасника з водним розчином піноутворювача, кг		Витрачені маси піноутворювача, кг			Результат гасіння, тривалість подавання піни, с		Питома маса поданої піни на одиницю поверхні горіння, кг/м ²	
		до гасіння	після гасіння	Роздільна	Сумарна	Усереднене значення	фактичні значення	усереднене значення	фактичні значення	усереднене значення
1	НК	15,81	7,09	8,72	17,71	17,73±0,02	Не погашено 147,6	Не погашено 147,7	10,24	10,25±0,01
		15,86	6,87	8,99						
2	НК	15,87	7,09	8,78	17,75	17,73±0,02	не погашено 147,8	не погашено 147,7	10,26	10,25±0,01
		15,84	6,87	8,97						

У зв'язку із отриманням негативного результату у перших двох дослідях згідно з методикою третій дослід не проводився.

Таблиця 3 – Результати експериментальних досліджень з визначення ефективності одночасного застосування двох експериментальних зразків генераторів піни низької (НК) та середньої кратності (СК) з витратою $0,064 \pm 0,002$ л/с кожний у разі гасіння модельного вогнища 55В 6% водним розчином піноутворювача загального призначення “Альпен” (інтенсивність подавання піни $0,075 \pm 0,001$ кг/с·м²)

№ досліду	Тип генероване піни	Маси випробувальних пристроїв типу вогнегасника з водним розчином піноутворювача, кг		Витрачені маси піноутворювача, кг		Результат гасіння, тривалість подавання піни, с		Питома маса поданої піни на одиницю поверхні горіння, кг/м ²		Тривалість до повторного займання, с	Усереднене значення тривалості до повторного займання, с
		до гасіння	після гасіння	Роздільна	Сумарна	фактичні значення	усереднене значення	фактичні значення	усереднене значення		
1	СК	15,78	13,06	2,72	5,71	44,6	45,8±1,2	3,3	3,4±0,1	64	
	НК	15,97	12,98	2,99							
2	СК	15,85	12,89	2,86	6,06	47,0	45,8±1,2	3,5	3,4±0,1	53	58,5±5,5
	НК	15,89	12,69	3,20							
3	СК	15,78	13,06	2,74	5,88	45,1	45,8±1,2	3,4	3,4±0,1	58	
	НК	15,97	12,98	3,14							

Як видно з результатів, наведених у таблицях, комбіноване застосування піни низької та середньої кратностей призводить до підвищення ефективності гасіння. Це пояснюється тим, що піна низької кратності покриває поверхню горіння, сприяє швидшому охолодженню стінок деко та поверхні горіння. Відповідно зменшується процес руйнування піни середньої кратності під дією високої температури та конвективних потоків, чим забезпечується недопущення кисню в зону горіння.

За запропонованою методикою проведено експериментальні дослідження з виявлення порівняльної ефективності застосування піни низької, середньої та комбінованої кратності у разі гасіння модельного вогнища 1А. Результати випробувань наведено у таблицях 4-6.

Таблиця 4 – Результати експериментальних досліджень з визначення ефективності одночасного застосування двох експериментальних зразків генераторів піни середньої кратності з витратою $0,064 \pm 0,002$ л/с кожний у разі гасіння модельного вогнища 1А 6% водним розчином піноутворювача загального призначення “Альпен” (інтенсивність подавання піни $0,014 \pm 0,001$ кг/с·м²)

№ досліду		Маси випробувальних пристроїв типу вогнегасника з водним розчином піноутворювача, кг		Витрачені маси піноутворювача, кг			Усереднений результат гасіння, с
		до гасіння	після гасіння	Роздільна	Сумарна	Усереднене значення	
1	СК	15,87	7,01	8,86	17,75	17,75±0,01	не погашено, 137,9±0,3
	СК	15,89	7,00	8,89			
2	СК	15,88	7,03	8,85	17,76	17,75±0,01	не погашено, 137,9±0,3
	СК	15,90	6,99	8,91			

У зв'язку із отриманням негативного результату у перших двох дослідах згідно з методикою третій дослід не проводився.

Таблиця 5. – Результати експериментальних досліджень з визначення ефективності одночасного застосування двох експериментальних зразків генераторів піни низької кратності з витратою $0,064 \pm 0,002$ л/с кожний у разі гасіння модельного вогнища 1А 6% водним розчином піноутворювача загального призначення “Альпен” (інтенсивність подавання піни $0,014 \pm 0,001$ кг/с·м²).

№ досліду	Тип генерованої піни	Маси випробувальних пристроїв типу вогнегасника з водним розчином піноутворювача, кг		Витрачені маси піноутворювача, кг			Усереднений результат гасіння, с	Усереднена маса поданої піни на одиницю поверхні горіння, кг/м ²
		до гасіння	після гасіння	Роздільна	Сумарна	Усереднене значення		
1	НК	15,83	14,12	1,71	3,52	3,53±0,01	погашено, 28,8±0,2	0,75
	НК	15,89	14,08	1,81				
2	НК	15,81	14,05	1,76	3,54			
	НК	15,80	14,02	1,78				
3	НК	15,88	14,12	1,76	3,53			
	НК	15,87	14,10	1,77				

Таблиця 6 – Результати експериментальних досліджень з визначення ефективності одночасного застосування двох експериментальних зразків генераторів піни середньої та низької кратності з витратою $0,064 \pm 0,002$ л/с кожний у разі гасіння модельного вогнища 1А 6% водним розчином піноутворювача загального призначення “Альпен” (інтенсивність подавання піни $0,014 \pm 0,001$ кг/с·м²).

№ досліду	Тип генерованої піни	Маси випробувальних пристроїв типу вогнегасника з водним розчином піноутворювача, кг		Витрачені маси піноутворювача, кг			Усереднений результат гасіння, с	Усереднена маса поданої піни на одиницю поверхні горіння, кг/м ²
		до гасіння	після гасіння	Роздільна	Сумарна	Усереднене значення		
1	СК	15,87	13,22	2,65	4,88	4,72±0,16	погашено, 37,2±1,2	1,0
	НК	15,89	13,66	2,23				
2	СК	15,83	13,47	2,29	4,55			
	НК	15,80	13,49	2,26				
3	СК	15,86	13,49	2,37	4,64			
	НК	15,89	13,62	2,27				

З аналізу результатів наведених в табл. 4-6 видно, що при гасінні об'ємного модельного вогнища пожежі класу А, піна середньої кратності, для даних умов випробування, не ефективна. Основний внесок в позитивний результат гасіння вносить піна низької кратності, у той час, як піна середньої кратності має незначну кінетичну енергію, а тому не потрапляє в середину конструкції модельного вогнища, а з зовнішніх вертикальних площин та нижньої горизонтальної площини вона стікає, не забезпечуючи перекриття доступу кисню та охолодження поверхні, що горить.

Піна низької кратності містить більший відсоток води, порівняно з піною середньої кратності, їй притаманна більша охолоджувальна здатність. Струмінь піни низької кратності має значно більшу густину за струмінь піни середньої кратності, а значить струмінь має значно більшу кінетичну енергію для переборення конвективних потоків та проникнення всередину моделі, чим забезпечується змочування, а отже охолодження поверхні горіння. Піноутворювач збільшує змочувальну здатність води, що призводить до більш ефективного використання водопінної вогнегасної речовини, порівняно з чистою водою, збільшення охолоджуючого ефекту піни низької кратності та сприяє позитивному гасінню. При гасінні спостерігалось, як струмінь низької кратності транспортував в середину модельного вогнища піну середньої кратності, що сприяло заповненню простору модельного вогнища піною середньої кратності, а отже обмежує доступ кисню в зони горіння.

Висновки. За однакового значення ($0,075 \pm 0,001$ кг/с·м²) інтенсивності подавання 6% розчину піноутворювача загального призначення "Альпен" на гасіння модельного вогнища 55В виявлено, що:

- у разі застосування генераторів піни низької кратності в умовах випробувань позитивних результатів гасіння не досягнуто;
- застосування двох генераторів піни середньої кратності та комбінованої піни, генерованої одночасно генераторами середньої, а також низької кратності, призвело до позитивних результатів гасіння, при цьому усереднені значення мас поданої піни на одиницю поверхні модельного вогнища мали значення $4,1 \pm 0,1$ кг/м² та $3,4 \pm 0,1$ кг/м², що обумовлено ефектом синергізму.

За однакового значення ($0,014 \pm 0,001$ кг/с·м²) інтенсивності подавання 6% розчину піноутворювача загального призначення "Альпен" на гасіння модельного вогнища 1А виявлено, що:

- у разі застосування генераторів піни середньої кратності в умовах випробувань позитивних результатів гасіння не досягнуто;
- застосування двох генераторів піни низької кратності та комбінованої піни, генерованої одночасно генераторами середньої, а також низької кратності, призвело до позитивних результатів гасіння, при цьому усереднені значення мас поданої піни на одиницю поверхні модельного вогнища мали значення 1,0 та 0,75 кг/м² відповідно, при цьому ефекту синергізму не виявлено.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ковалишин В.В., Васільєва О.Е., Козяр Н.М. Пінне гасіння // Навч. посібник.– Львів: ЛДУ БЖД, 2007.– 168 с.
2. Ковалишин В.В., Грушовінчук О.В., Луц В.І. Дослідження залежності кратності повітряно-механічної піни від розміру вічка сітки піногенератора // Пожежна безпека: Збірник наукових праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2009. – № 16. – С. 54–58.
3. Ковалишин В.В., Улинець Е.М., Грушовінчук О.В., Кавецький В.В. Дослідження залежності кратності повітряно-механічної піни від геометричних параметрів піногенератора // Науковий вісник УкрНДІПБ. – 2011. – № 2 (24). – С. 74-79.
4. Луц В.І. Підвищення ефективності гасіння пожеж легкозаймистих та горючих речовин комбінованими пінними струменями: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Л., 2007. – 20 с.
5. Ковалишин В.В., Грушовінчук О.В. Дослідження з підвищення дальності подачі піни різної кратності // Проблеми та перспективи розвитку забезпечення безпеки життєдіяльності: Міжнародна науково-практична конференція. – Львів: ЛДУ БЖД, 2008. – С. 292–294.
6. ДСТУ 3789-98. Піноутворювачі загального призначення для гасіння пожеж. Загальні технічні вимоги і методи випробувань.
7. ДСТУ 3675-98. Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.