

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
ШАХОВА СТАНІСЛАВА МИХАЙЛОВИЧА «Підвищення ефективності
використання компресійної піни для гасіння пожеж класу А» на здобуття
наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 – пожежна
безпека

Дисертаційна робота Шахова С.М. присвячена вирішенню актуальної науково-практичної задачі у галузі пожежної безпеки – підвищено ефективність використання компресійної піни для гасіння пожеж класу А за рахунок варіювання її кратності та вмісту піноутворювача.

1. Актуальність обраної теми. Проблема, пов'язана з гасінням пожеж, є повсякчас актуальною й постійно потребує вивчення та пошуку вирішення. Щороку найбільша кількість пожеж відбувається в житловому секторі, де основним горючим завантаженням є тверді горючі речовини. Пожежі, під час яких відбувається горіння таких речовин, відносяться до пожеж класу А.

В якості основної вогнегасної речовини для боротьби з такими пожежами використовується вода. Вона є найбільш поширеним вогнегасним засобом, є зручною у використанні та володіє безумовною перевагою, з економічної точки зору, у порівнянні з іншими вогнегасними речовинами. Але, незважаючи на це, вона має суттєвий недолік – під час гасіння твердих горючих речовин відбувається надлишкове її використання. Відома інформація, що більшість сучасних технічних засобів використовують на гасіння пожежі лише 5–10 % води, а 90–95 % фактично залишається надмірно пролитою.

Одним з напрямів підвищення ефективності гасіння пожеж класу А є застосування компресійної піни. Компресійна піна володіє рядом переваг у порівнянні з іншими вогнегасними речовинами: за рахунок технології перемішування утворюється піна, яка є високодисперсною й однорідною, що робить її більш стійкою; за допомогою пристрою дозування можна регулювати відношення компонентів піни, що надає можливість утворювати піну необхідної кратності, як суху, так і мокру.

Значний обсяг теоретичних та експериментальних досліджень, пов'язаних з вивченням вогнегасних пін, у тому числі компресійних, було присвячено питанню гасіння пожеж ЛЗР. Ряд досліджень присвячено використанню компресійної піни для гасіння ТГМ, але поза увагою залишилося дослідження впливу кратності і концентрації розчину піноутворювача у компресійній піні на її властивості та визначення, яка

кратність та концентрація піноутворювача для піни має найбільшу вогнегасну ефективність для гасіння пожеж класу А.

Отже, питання використання компресійної піни для гасіння твердих горючих речовин залишається недостатньо вивченим та потребує подальших досліджень і є актуальною науково-прикладною задачею.

2. Огляд змісту роботи. Дисертація викладена на 187 сторінках основного тексту, проілюстрована 75 рисунками та 23 таблицями і включає анотацію, вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел, що охоплює 175 назв та 5 додатків. Загальний обсяг дисертації – 200 сторінок.

У *вступі* в стислому вигляді наведено обґрунтування обраної теми дисертаційної роботи, її актуальність, мету та задачі досліджень, висвітлено наукову новизну та практичну цінність, представлено особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертаційної роботи, публікації, структуру та обсяг дисертації.

У *першому розділі* проведено аналіз методів гасіння пожеж класу А. Встановлено, що в теперішній час для гасіння таких пожеж найбільш доцільно використовувати воду. Інші вогнегасні речовини не набули широкого поширення для гасіння твердих горючих матеріалів. Незважаючи на переваги, основним недоліком води є низький коефіцієнт її використання, що становить близько 5%, а решта 95% води залишається надмірно пролітою. У світовій практиці поширення набула компресійна піна, яка володіє рядом значних переваг над водою та повітряно-механічною піною. Проте незважаючи на значну кількість відомих пристроїв для подавання та генерування компресійної піни, відсутнє наукове обґрунтування або рекомендації, піна якої кратності та з якою концентрацією водного розчину володіє найбільшою вогнегасною ефективністю для гасіння твердих горючих речовин. Результатом роботи над даним розділом є отримані висновки на підставі проведеного аналізу, постановка мети та задача досліджень.

Можна відзначити, що аналіз методів гасіння пожеж класу А та вогнегасних засобів, які можуть бути використані під час гасіння таких пожеж виконаний достатньо скрупульозно та відповідно до встановлених вимог.

У *другому розділі*. Розроблено та запропоновано математичну модель процесу генерування компресійної піни. Розроблена математична модель дозволяє проводити технічний розрахунок параметрів системи для генерування і подавання компресійної піни в залежності від кратності піни, яку необхідно отримати, та дозволяє досліджувати вплив параметрів піногенеруючої вставки на кратність компресійної піни. Також розроблено експериментальний зразок системи для подачі компресійної піни на основі розрахункових даних, отриманих за допомогою математичної моделі і

аналізу існуючих систем для генерування і подавання компресійної піни, який дозволяє отримувати компресійну піну з робочим діапазоном кратності від 5 до 30. В системі використаний оригінальний запатентований пінозмішувач коаксіального типу перемішування.

Третій розділ. Проведено експериментальні дослідження щодо визначення впливу кратності та концентрації водного розчину піноутворювача (на прикладі піноутворювача загального призначення «БАРС-S») у компресійній піні на її властивості та встановлено, що, на відміну від повітряно-механічної піни, для компресійної піни більшої кратності має місце і більша її стійкість; зі збільшенням кратності відбувається зменшення розміру пінної бульбашки, що призводить до збільшення часу її існування. В результаті цього утворюється високодисперсна стійка піна. Встановлено, що при збільшенні кратності піни її однорідність підвищується. Експериментальним шляхом досліджено вплив кратності та концентрації водного розчину піноутворювача в компресійній піні на її вогнегасну ефективність при гасінні не стандартизованих модельних вогнищ пожежі класу А. Так, збільшення кратності піни з 15 до 25 призводить до підвищення ефективності гасіння відповідно на 60 %, в залежності від концентрації піноутворювача у водному розчині. При цьому для розчину з 6% концентрацією піноутворювача має місце найбільша вогнегасна ефективність. Проведено експериментальні дослідження щодо гасіння стандартизованого модельного вогнища пожежі класу 1А водою, гелями та компресійною піною. Найбільша вогнегасна ефективність за показником ефективності гасіння спостерігається для компресійної піни та складає $14 \times 10^{-3}, \frac{\text{м}^2}{\text{кг} \times \text{с}}$, що на 80% більше ніж у води (без функціональних добавок), та на 15% більше ніж у гелів.

Четвертий розділ. Подано рекомендації щодо застосування систем компресійної піни в підрозділах ДСНС України. Запропоновано рекомендації, щодо необхідної концентрації піноутворювачів у водних розчинах для гасіння твердих горючих речовин і матеріалів компресійною піною. Запропоновано автономної системи генерування і подавання системи пожежогасіння компресійною піною, що може бути розроблена та впроваджена у практичні підрозділи ДСНС України. Розроблено технічні вимоги до неавтономного переносного модуля пожежогасіння компресійною піною для підрозділів ДСНС України. Розроблені рекомендації щодо застосування систем компресійної піни, які можуть бути впроваджені в діяльність практичних підрозділів ДСНС України.

3. Достовірність і новизна висновків і рекомендацій. Розроблена та використана здобувачем математична модель процесу генерування компресійної піни переконливо сформульована, математично описана та

обґрунтована. Прийняті в роботі методи та підходи не викликають заперечень. Розв'язання поставлених задач спирається на систему відомих законів гідро та аеродинаміки. Для проведення досліджень використано сучасну методологію. Теоретичні дослідження спираються на сучасний математичний апарат з використанням комп'ютерної техніки. Все це підтверджує достовірність результатів.

Наукова і практична новизна дисертаційної роботи очевидна. Вона полягає у встановленні раніше недосліджених залежностей впливу кратності та концентрації піноутворювача у водному розчині на її властивості та вогнегасну ефективність. Отримана математична модель дозволяє проводити розрахунок геометричних параметрів системи подачі компресійної піни, в залежності від кратності, яку необхідно отримати. Це дозволяє отримувати необхідні технічні вимоги для системи пожежогасіння, що значно спрощує її проектування.

4. Оцінка дисертації, її завершеність загалом, проблема, яка розглядається, оформлення дисертації, зауваження. Виконану роботу слід вважати закінченим науковим дослідженням, яке відповідає меті, сформульованій у дисертації. Дисертаційна робота написана зрозуміло і ясно. Графіки та рисунки зроблені чітко, буквені позначення виразні.

Дисертація є науковою працею, в якій на підставі самостійно виконаних досліджень автором розроблено математичну модель процесу генерування компресійної піни, встановлено низку раніше недосліджених залежностей для компресійної піни, показано переваги застосування компресійної піни на гелеутворюючими системами та водою(без функціональних добавок) під час гасіння стандартизованих модельних вогнищ пожежі класу А. Надано технічні вимоги систем пожежогасіння компресійною піною та рекомендації, що стосуються використання компресійної піни, під час гасіння нею пожеж твердих горючих речовин і матеріалів. Сукупність результатів досліджень можна кваліфікувати як суттєве удосконалення вже існуючих методів, що спрямовані на підвищення ефективності використання компресійної піни. Отже, важливість для науки і практики виконаної здобувачем роботи полягає в розробленні науково обґрунтованих рекомендацій, що стосуються використання компресійної піни та математичної моделі процесу генерації компресійної піни, що значно спрощує проектування систем її подачі. Результати дисертації впроваджені у діяльність ТОВ «Компанія Тітал», а також у ГУ ДСНС України у Харківській та Полтавській областях.

4.1. Зауваження до дисертації:

- під час вибору деревини для модельних вогнищ пожежі класу А, з якої воно виготовлено не зрозуміло, чим нормувалась її вологість, що суттєво впливає на оцінювання вогнегасної здатності засобів пожежогасіння;

- у роботі належним чином не обґрунтовано, чому і який саме піноутворювача типу «Барс S» був використаний для проведення досліджень з вогнегасної ефективності компресійної піни;

- під час дослідження властивостей компресійної піни не враховано такий важливий її параметр, як термостійкість, щоб дозволило оцінити її характеристики у більш повному обсязі;

- розділ 4.1 «Рекомендації застосування компресійної піни в підрозділах ДСНС України» слід було розкрити детальніше, і більше уваги приділити саме методиці застосування переносних технічних засобів для генерування і подавання компресійної піни, оскільки це є досить важливим для практичних підрозділів ДСНС України»;

- не зрозуміло, як обґрунтовується вибір не стандартизованих модельних вогнищ пожежі класу А під час проведення експерименту;

- в отриманих моделях впливу кратності та концентрації водного розчину піноутворювача на властивості компресійної піни, не враховано такий важливий чинник, як властивості піноутворювача, з якого цю піну генеровано.

5. Підтвердження опублікування основних результатів по дисертації. За темою дисертації опубліковано 7 наукових праць у фахових виданнях України та одна стаття у науковому журналі країни Євросоюзу Євросоюзу та одна стаття у іншому виданні України, а також отримано 1 патент України. Результати роботи доповідались на 8-ми конференціях, в тому числі на 7-ми міжнародних, що свідчить про достатній ступінь апробації роботи.

6. Заключення по дисертації. Зроблені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку проведених досліджень і одержаних результатів дисертації.

За актуальністю теми, відповідністю сучасному науковому рівню та достовірністю висновків дана робота відповідає спеціальності 261 «пожежна безпека» й вимогам, які ставляться до дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а її автор **Шахов Станіслав Михайлович** заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «пожежна безпека».

Офіційний опонент
Завідувач кафедри ліквідації
наслідків надзвичайних ситуацій
інституту післядипломної освіти
Львівського державного університету
безпеки життєдіяльності
доктор технічних наук, професор



Василь Ковалишин

Василь КОВАЛИШИН