

ВІДГУК

на дисертаційну роботу ГРИЩЕНКА Дмитра Володимировича
«Підвищення ефективності гасіння пожеж класу А компресійною піною за
рахунок використання модифікувальних добавок», представлену на здобуття
наукового ступеня доктора філософії у галузі знань
26 – Цивільна безпека за спеціальністю 261 – Пожежна безпека

1. Актуальність теми дисертаційного дослідження, її зв'язок з державними науковими програмами.

Статистика показує, що під час ліквідації пожеж класу А, а саме загорянь у житловому секторі, на складах чи промислових об'єктах основним вогнегасним засобом досі залишається звичайна вода. Головний її недолік — вкрай низький коефіцієнт корисного використання, який рідко перевищує 5–10%. Більша частина поданої у вогнище води просто стікає з гарячих поверхонь, не встигаючи випаруватися й поглинути теплову енергію. Це призводить до надмірного проливу, затоплення суміжних приміщень і, як наслідок, до величезних вторинних матеріальних збитків, які часто суттєво перевищують шкоду від безпосереднього впливу вогню.

Одним із найбільш перспективних шляхів розв'язання цієї проблеми є впровадження систем генерування компресійної піни. Завдяки своїй структурі вона має високу адгезію, добре утримується на вертикальних і стельових конструкціях, створюючи стійкий теплоізолюючий шар, що блокує доступ кисню. Проте стандартна компресійна піна, отримана за допомогою звичайних піноутворювачів, діє лише за рахунок двох класичних механізмів — фізичного охолодження та ізоляції. При цьому внутрішній потенціал технології CAFS використано не повністю, оскільки сама піна не впливає на кінетику хімічних реакцій у зоні полум'я та в об'ємі твердого матеріалу, який тліє.

Саме тому дисертаційне дослідження Грищенка Дмитра Володимировича є актуальним. Автор запропонував нове технічне рішення — хімічну модифікацію водного розчину компресійної піни спеціальними сольовими добавками. Такий підхід дозволяє поєднати переваги високої стійкості піни з ефектом гомогенного та гетерогенного гальмування ланцюгових реакцій горіння. Завдяки введенню модифікувальних добавок вдається не просто локалізувати пожежу, а цілеспрямовано знизити швидкість виділення тепла та інтенсивність термічної деструкції матеріалів.

Це забезпечує радикальне скорочення часу гасіння та мінімізує витрати вогнегасних речовин.

Напрямок дисертаційного дослідження безпосередньо пов'язаний із вирішенням стратегічних завдань у сфері цивільного захисту та техногенної безпеки України. Робота є складовою частиною цілеспрямованих досліджень, що проводяться для модернізації технічного оснащення та підвищення тактичних можливостей оперативно-рятувальних підрозділів ДСНС України.

Зокрема, дослідження виконувалося в рамках науково-дослідної роботи «Підвищення ефективності гасіння пожеж з використанням компресійної піни удосконаленого складу» (№ державної реєстрації 0126U000421), в якій автор брав участь як виконавець. Також виконано науково-дослідну роботу «Обґрунтування параметрів переносної системи гасіння компресійною піною» для товариства з обмеженою відповідальністю «Промислова компанія "Пожмашина"», в якій автор брав участь як відповідальний виконавець.

Особистий внесок здобувача у виконання цих наукових програм полягав у безпосередньому проведенні лабораторних та натурних експериментів, розробці математичних моделей взаємодії модифікованої компресійної піни з осередком горіння та формулюванні практичних рекомендацій для їх подальшого впровадження в діяльність гарнізонів ДСНС.

Таким чином обраний напрямок досліджень відповідає сучасним вимогам та тенденціям та є важливим та актуальним науково-практичним завданням в галузі цивільна безпека.

2. Структура, зміст та оформлення дисертації.

Дисертаційна робота складається із анотації, змісту, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 181 сторінку основного тексту, містить 34 таблиці та 50 рисунків. Список використаних джерел складається з 111 найменувань.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету й завдання дослідження, викладено наукову новизну та практичне значення результатів, показано особистий внесок здобувача та інформацію про апробацію роботи.

У першому розділі проаналізовано наукові публікації щодо застосування компресійної піни та модифікувальних добавок у пожежогасінні. За результатами аналізу розроблено класифікацію модифікувальних добавок за механізмом їхнього впливу на горіння твердих речовин. Для подальших досліджень обрано п'ять перспективних сполук: гідрофосфат амонію, дигідроортофосфат амонію, карбонат амонію, карбонат калію та хлорид калію.

У другому розділі запропоновано експериментальну систему генерування і подавання компресійної піни та розроблено апаратно-програмний комплекс для точного вимірювання витрати розчину і повітря. Досліджено вплив обраних модифікувальних добавок у діапазоні концентрацій 1–5 % на кратність та стійкість піни. Доведено неефективність сполук калію, які руйнують структуру піни. Встановлено, що фосфати та карбонат амонію не впливають на кратність, але дещо знижують стійкість піни порівняно з традиційним складом. Максимальну стійкість (5,45 хв) зафіксовано для дигідроортофосфату амонію за кратності генерування 20.

У третьому розділі визначено вогнегасні властивості модифікованої компресійної піни. Встановлено нелінійну залежність часу гасіння від параметрів системи: оптимальним складом для всіх досліджених модифікувальних добавок є концентрація 3 % та кратність піни 18. Доведено, що найбільш ефективною є компресійна піна з дигідроортофосфатом амонію, показник ефективності гасіння якої становить $20,15 \text{ м}^2/(\text{кг}\cdot\text{с})$, що на 11 % вище за показник із гідрофосфатом амонію та на 26 % — з карбонатом амонію.

У четвертому розділі наведено порівняльні дані гасіння модельного вогнища класу 1А різними речовинами. Модифікована компресійна піна з дигідроортофосфатом амонію продемонструвала найменший час ліквідації горіння та мінімальну витрату маси. Показник її ефективності становить $16,5 \text{ м}^2/(\text{кг}\cdot\text{с})$, що на 15 % вище за компресійну піну традиційного складу, на 28 % — за гелеутворювальний склад та на 77 % (у 4,2 рази) — за чисту воду. Результати підтверджують суттєве підвищення вогнегасних властивостей піни за рахунок хімічної дії добавки.

У п'ятому розділі обґрунтовано економічну доцільність та розроблено практичні рекомендації щодо застосування оптимізованого складу. Доведено, що підвищення коефіцієнта використання речовини мінімізує пролив та знижує вторинні збитки від залиття у 80 разів. Сумарний економічний ефект становить 469 062 грн на одну умовну пожежу, що забезпечує окупність переоснащення автомобіля системами CAFS за 5 років. Визначено оптимальні експлуатаційні параметри: концентрація дигідроортофосфату амонію — 3 %, кратність піни — 18, робочий тиск — 6 бар.

Зміст дисертації логічно і послідовно висвітлює етапність наукових досліджень, з викладенням методів та узагальненням результатів, які приведені у загальних висновках та висновках до відповідних розділів роботи.

3. Наукова новизна, обґрунтованість та достовірність отриманих результатів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

1. Вперше встановлено закономірності впливу модифікувальних добавок гідрофосфат амонію, дигідроортофосфат амонію, карбонат амонію, карбонат калію та хлорид калію у складі водного розчину піноутворювача на процеси піноутворення компресійної піни, її кратність та стійкість, що дозволяє визначити доцільність використання добавок для підвищення вогнегасної ефективності.

2. Вперше отримано математичну модель у формі поліномів другого порядку, що описує залежність показника вогнегасної ефективності компресійної піни від концентрації модифікувальних добавок гідрофосфат амонію, дигідроортофосфат амонію, карбонат амонію у складі водного розчину піноутворювача та кратності компресійної піни, що дозволяє визначати оптимальний склад водного розчину піноутворювача з точки зору вогнегасної ефективності.

3. Вперше отримано кількісні показники вогнегасної ефективності компресійної піни з модифікувальною добавкою дигідроортофосфат амонію у складі водного розчину піноутворювача у порівнянні з іншими водними вогнегасними речовинами, у результаті чого підтверджено, що вогнегасна ефективність компресійної піни із цією добавкою на 15 % вище за вогнегасну ефективність компресійної піни традиційного складу, на 28 % – гелеутворюючих сумішей та на 77 % – води.

4. Удосконалено наявний зразок системи генерування та подавання компресійної піни за рахунок інтеграції апаратно-програмного комплексу контролю витрат, що на відміну від існуючих, забезпечує підвищення точності дозування компонентів і контроль параметрів піноутворення у режимі реального часу.

Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів забезпечуються результатами проведених автором експериментальних досліджень; публікацією статей в провідних фахових наукових виданнях України, та закордонних наукових фахових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus; апробацією отриманих наукових результатів на міжнародних наукових конференціях та круглих столах; результатами впровадженням отриманих результатів у практичну діяльність та навчальний процес.

4. Практичне значення та шляхи використання результатів дослідження.

Прикладний характер дисертації Грищенка Д.В. полягає у створенні

готових технічних рішень та оптимізованих рецептур компресійної піни, які дозволяють суттєво підвищити ефективність гасіння пожеж класу А за мінімальних витрат ресурсів. Розроблені автором практичні рекомендації щодо використання 3%-ї концентрації дигідроортофосфату амонію за кратності піни 18 та тиску 6 бар дозволяють пожежно-рятувальним підрозділам ДСНС України значно скоротити час ліквідації вогню та у 80 разів зменшити фінансові збитки від надлишкового проливу води.

5. Повнота викладення основних положень дисертації в опублікованих наукових працях.

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 13 наукових праць: 3 статті у наукових виданнях, що входять до міжнародної наукометричної бази Scopus, 3 статей у наукових фахових виданнях України, 6 тез доповідей на Міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях, та 1 патент на корисну модель, виданий в Україні.

Кількість, обсяг та зміст наукових публікацій відповідають вимогам Кабінету Міністрів України та Міністерства освіти і науки України щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття ступеня доктора філософії та надають автору право публічного захисту дисертації.

6. Відсутність порушення академічної доброчесності.

За результатами аналізу дисертації та публікацій автора порушення академічної доброчесності не виявлено. Елементи фальсифікації чи фабрикації тексту відсутні.

7. Дискусійні положення та зауваження щодо дисертації:

Незважаючи на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, слід зазначити на деякі зауваження:

1. У роботі автор порівняв вогнегасну ефективність модифікованої компресійної піни з піною традиційного складу, водою та гелеутворювальними сумішами. Але для більш повної оцінки варто було б додати порівняння зі звичайними змочувачами, що містять аналогічні модифікувальні добавки.

2. Автор дослідив, як модифікувальні добавки впливають на кратність та стійкість компресійної піни. Проте поза увагою дослідника залишилося вивчення термічної стійкості самої піни.

3. У роботі не було досліджено критичну інтенсивність подавання компресійної піни під час гасіння пожеж класу А.

4. При визначенні показника вогнегасної ефективності за наведеною

формулою автором не враховувалося варіювання інтенсивності подавання компресійної піни.

У цілому зазначені недоліки носять дискусійний характер та не зменшують цінності та вірогідності отриманих у дисертаційній роботі положень, висновків і рекомендацій.

8. Загальний висновок.

У цілому розглянута дисертаційна робота «Підвищення ефективності гасіння пожеж класу А компресійною піною за рахунок використання модифікувальних добавок» є закінченою науковою роботою, у якій вирішено важливе наукове завдання у галузі цивільної безпеки.

Дисертаційна робота відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» від 12 січня 2017 року № 40 та постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12 січня 2022 року № 44, а її автор ГРИЦЕНКО Дмитро Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Офіційний опонент:

Професор кафедри експлуатації
транспортних засобів та
пожежно-рятувальної техніки
навчально-наукового інституту
пожежної та техногенної безпеки
Львівського державного університету
безпеки життєдіяльності

 Василь КОВАЛИШИН

