

## 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

### Актуальність роботи

На сьогодні тверді речовини і матеріали є найбільш поширеними у виробництві, господарстві та побуті. Відомо, що від загальної кількості пожеж, які виникають на території держави, близько 80 % відбувається саме в житлових спорудах, вельми значна їх частка припадає на громадські об'єкти з масовим перебуванням людей, де також наявні переважно тверді горючі матеріали. В умовах гасіння пожеж, пов'язаних з горінням твердих горючих речовин, основною вогнегасною речовиною є вода. Але, незважаючи на її переваги, широке поширення, зручність використання та невисоку вартість, воді як вогнегасній речовині притаманний ряд недоліків. Через них на гасіння пожежі використовується не більше ніж 5...10 % води, а решта її залишається марно пролитою, спричиняючи вторинні матеріальні збитки.

Одним з напрямів підвищення ефективності гасіння пожеж класу А є застосування компресійної піни. Аналіз теоретичної бази та отриманих практичних результатів дав змогу встановити, що переважну кількість досліджень, проведених до цього часу, було присвячено застосуванню компресійної піни для гасіння пожеж класу В (горіння горючих рідин), а не класу А. На додаток, вплив кратності компресійної піни, а також концентрації водних розчинів піноутворювачів, використовуваних для її генерування, на вогнегасну ефективність такої піни під час гасіння пожеж класу А до останнього часу залишалися поза увагою дослідників. Зокрема, прямих доказів або ж спростування того, що для генерування компресійної

піни, застосовуваної для гасіння пожеж класу А, піноутворювачі потрібно використовувати в тих самих концентраціях, що й для генерування повітряно-механічної піни за допомогою ежекційних стволів-генераторів, не було.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дисертаційне дослідження проводилися в рамках науково-дослідних робіт “Провести дослідження та розробити пропозиції щодо застосування переносних технічних засобів пожежогасіння для підвищення ефективності гасіння пожеж” (“Переносні засоби пожежогасіння”, № державної реєстрації 0117U000840) і “Провести пошукові дослідження з відпрацювання складу вогнегасної речовини у вигляді компресійної піни” (“Піна – К”, № державної реєстрації 0118U004501), в яких автор брав участь як виконавець.

### **Ключові положення роботи, новизна та ступінь обґрунтованості результатів**

*У Вступі* автор на основі існуючої практики пожежогасіння твердих горючих речовин обґрунтував актуальність теми дисертаційної роботи; показав її зв'язок за науковими програмами, планами, темами, сформулював мету роботи та завдання досліджень, відобразив наукову новизну одержаних результатів та їх практичне значення.

*У першому розділі* проведено порівняльний аналіз відомих засобів гасіння пожеж класу А, визначено їх основні переваги та недоліки. З'ясовано, що у світовій практиці широкого поширення набуло застосування систем генерування і подавання компресійної піни, зразки яких відсутні на озброєнні підрозділів ДСНС України. Проаналізовано літературні джерела, в яких досліджено властивості та вогнегасну ефективність компресійної піни. Зазначено, що основну увагу під час досліджень приділяють застосуванню компресійної піни для гасіння пожеж класу В. Також проведено порівняння існуючих систем генерування і подавання компресійної піни, які виготовляють поза межами України.

Встановлено, що єдиних вимог або рекомендацій щодо кратності піни та видів піноутворювачів і концентрацій їх водних розчинів саме для гасіння пожеж класу А на сьогоднішній день немає.

*У другому розділі* запропоновано математичну модель процесу генерування компресійної піни, що являє собою еволюційну систему диференційно-алгебраїчних рівнянь. Розроблена математична модель дає змогу проводити розрахунок геометричних параметрів систем генерування і подавання компресійної піни залежно від кратності піни, яку необхідно отримати, досліджувати вплив параметрів піногенеруючої вставки на кратність компресійної піни, а також проводити проектування систем генерування і подавання компресійної піни для гасіння пожеж різних класів. Проведено аналіз існуючих способів змішування повітря та розчину піноутворювача у систем генерування і подавання компресійної піни. Розглянуто елементи спінювання в камерах, встановлено основні переваги та недоліки. Завдяки розрахунковим даним, отриманим за допомогою математичної моделі, розроблено експериментальну установку для генерування і подавання компресійної піни з утворенням піни з кратністю в межах від 5 до 25.

*У третьому розділі* з використанням створеної експериментальної установки досліджено вплив кратності компресійної піни та концентрації піноутворювача у водному розчині на дисперсність і стійкість цієї піни. Встановлено, що збільшення кратності компресійної піни призводить до покращання її однорідності, збільшення стійкості, а також підвищення вогнегасної ефективності піни. Експериментально встановлено, що з підвищенням кратності та концентрації піноутворювача у діапазоні до значення, рекомендованого виробником (на прикладі піноутворювача загального призначення "БАРС-S"), відбувається зменшення розміру пінної бульбашки, що робить піну високодисперсною та більш стійкою. Встановлено, що за більш високої кратності піни має місце більша її однорідність, що в свою чергу зумовлює підвищення її стійкості.

Експериментально оцінено вогнегасну ефективність компресійної піни під час гасіння модельних вогнищ пожежі класу А і показано, що вона вища, ніж у випадку води (без функціональних добавок) та гелеутворюючих систем.

*У четвертому розділі* подано рекомендації щодо необхідної кратності піни та концентрації піноутворювачів у водних розчинах для гасіння твердих горючих речовин і матеріалів компресійною піною. Запропоновано конструкції автономної системи генерування і подавання компресійної піни та неавтономного переносного модуля для її генерування і подавання, наведено їх основні складники, а також основні технічні характеристики, такі як продуктивність, кратність піни, концентрація піноутворювача, орієнтована вартість та робочий тиск. Обґрунтовано основні переваги компресійної піни у порівнянні з гелеутворюючими системами та водою з урахування причин можливих збитків та складності їх подавання.

Проведені дослідження теоретичного та експериментального характеру дають підстави зробити висновок про достатню обґрунтованість отриманих результатів.

#### **Практичне значення**

Обґрунтовано вимоги щодо проектування систем для генерування і подавання компресійної піни з визначенням експлуатаційних параметрів таких систем. Використання розробленої математичної моделі та створеної на її основі прикладної програми дає змогу вибирати склад та необхідні параметри системи залежно від характеристик компресійної піни, яку необхідно отримати, і, відповідно, підвищувати ефективність її застосування. Матеріали дисертації впроваджено у діяльність виробничого підприємства, підрозділів ДСНС України, а також профільного навчального закладу.

## **Публікації**

Основні положення дисертаційної роботи достатньо повною мірою викладено в 7 наукових працях у фахових виданнях України та одній статті в науковому журналі країни Євросоюзу, також отримано патент України. Результати роботи доповідалися на 8 конференціях, в тому числі на 7 міжнародних, що свідчить про достатній ступінь апробації роботи.

## **Оформлення дисертаційної роботи**

Структура та обсяг дисертації відповідають встановленим вимогам щодо тексту дисертацій. Дисертаційну роботу оформлено з дотриманням сучасної галузевої та наукової термінології, зміст і результати досліджень викладено лаконічно та аргументовано. Суть дисертації в логічній послідовності відображає етапи дослідження – від аналізування задачі до побудови моделі та обґрунтування методів розв'язання задач до проведення експериментів з конкретними чисельними даними і впровадження результатів дослідження.

## **Зауваження щодо дисертації:**

1. Одну з задач досліджень сформульовано як “визначити вплив кратності та концентрації водного розчину піноутворювача в компресійній піні на її властивості”, у той час як насправді визначали вплив на них концентрації піноутворювача не в піні, а у водному розчині.

2. Перший розділ дисертації дещо переобтяжено інформацією щодо застосування водних вогнегасних речовин для гасіння пожеж класу А, хоча вона має лише опосередкований стосунок до цієї роботи.

3. У назвах складників експериментальної установки вжито словосполучення “для руху піни”, у той час як правильніше було б вживати вираз “для транспортування піни”, оскільки процес її переміщення відбувається примусово (під впливом надлишкового тиску).

4. Незрозуміло, з яких міркувань вибирали види водних вогнегасних речовин, з вогнегасною ефективністю яких порівнювали ефективність компресійної піни. Зокрема, доцільно було б провести аналогічне



порівняння також з використанням змочувальних розчинів піноутворювачів.

5. В роботі зроблено вірний і важливий висновок, що для забезпечення найвищої вогнегасної ефективності компресійної піни інші піноутворювачі, ніж використаний у роботі “Барс-S”, також потрібно використовувати в тих самих концентраціях, що й для генерування повітряно-механічної піни з використанням ежекційних пожежних стволів, проте цей висновок належним чином не вмотивовано.

### Висновки

Зазначені недоліки в цілому не знижують загальної наукової цінності дисертаційної роботи. Отримані результати за своєю актуальністю, новизною, науковим та практичним змісту в сукупності забезпечують вирішення важливої науково-практичної задачі – підвищення ефективності використання компресійної піни для гасіння пожеж класу А.

Вважаю, що дисертаційна робота Шахова С.М. “Підвищення ефективності використання компресійної піни для гасіння пожеж класу А”, що розглядається, відповідає вимогам, які встановлено щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 – “Пожежна безпека”.

Менеджер ТОВ “Фіттіх АГ” – Україна”,  
канд. техн. наук, ст. наук. співроб.



В.О.Боровиков

Підпис Боровикова В.О. засвідчую:  
Директор ТОВ “Фіттіх АГ” – Україна”



І.С.Радкевич