

Відгук
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Грушівінчука Олександра Володимировича
за темою «Обґрунтування параметрів генераторів комбінованої піни підвищеної
вогнегасної ефективності»,
поданої на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека

Для опонування було надано автореферат на 21 с. та дисертацію повним обсягом 196 с., яка складається зі вступу, п'яти розділів, 9 додатків, 63 рисунків і 121 посилань на використані джерела, а також завірені у встановленому порядку ксерокопії наукових праць здобувача за темою.

1. Завершеність роботи та її зв'язок з науковими програмами, планами та темами.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, в якій наведено розв'язання актуальної наукової задачі розкриття впливу особливостей формування комбінованих струменів піни низької та середньої кратності, згенерованих із робочих розчинів піноутворювачів для пожежогасіння загального призначення піногенераторами ежекційного типу, на ефективність припинення горіння легкозаймистих та горючих рідин як наукове підґрунтя створення генераторів комбінованої піни підвищеної вогнегасної ефективності з визначеними параметрами.

Робота виконувалась відповідно до "Програми забезпечення пожежної безпеки на період до 2010 року", затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 01.07.2002 року № 870; Концепції Державної цільової соціальної програми забезпечення пожежної безпеки на 2012-2015 роки, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 29.12.2010 року № 2348; Державної цільової соціальної програми забезпечення пожежної безпеки на 2012-2015 роки, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 12.05.2012 року № 590, у рамках виконання науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності «Проведення пошукових досліджень, щодо розроблення зарядів водних і водопінних вогнегасників та установок водяного і водопінного пожежогасіння» (номер державної реєстрації №0107U001510); договору № 656/03-90/-ЦТех на створення науково-технічної продукції «Розробка пристрою для гасіння цистерн з горючими та легкозаймистими речовинами» між Львівським державним університетом безпеки життєдіяльності та Державною адміністрацією залізничного транспорту України, в яких здобувач був виконавцем.

2. Актуальність теми та отриманих результатів.

Як відомо, ефективність гасіння значною мірою залежить від ефективності протипожежної техніки та пожежно-технічного обладнання, що застосовуються на пожежі. Основним засобом припинення горіння легкозаймистих та горючих рідин є повітряно-механічна піна. Аналіз технічних характеристик генераторів піни середньої кратності, які найбільш поширено застосовуються під час гасіння пожеж легкозаймистих і горючих рідин в Україні, свідчить, що дальність струменів такої піни не перевищує 6-8м, а це значною мірою ускладнює гасіння як з точки зору ефективності припинення горіння, так і з точки зору безпеки пожежних. Відомі

генератори піни, в яких реалізовано ідею застосування кінетичної енергії струменів низької кратності для транспортування піни середньої кратності на гасіння пожежі, але такі генератори створювались, як правило, емпіричним шляхом без достатнього наукового обґрунтування їх параметрів.

Незважаючи на світові та національні досягнення з питань дослідження процесів формування і польоту пінних струменів, а також ефективності їх застосування при гасінні пожеж недостатню увагу було приділено застосуванню комбінованої піни, а також науковому обґрунтуванню параметрів генераторів такої піни.

Розкриття особливостей впливу формування струменів комбінованої піни низької та середньої кратності на вогнегасну здатність та дальність подавання під час припинення горіння легкозаймистих та горючих рідин є актуальною науковою задачею, розв'язання якої є підґрунтям створення генераторів такої піни з підвищеною вогнегасною ефективністю.

3. Зауваження.

У якості зауважень слід зазначити наступне:

- застосування терміну «комбінована піна» є дискусійним, краще вживати вираз «с콤біновані струмені піни низької та середньої кратності»;

- дисертантом отримано патент України на корисну модель генератора піни, в якому запропоновано два генератора піни низької кратності та один генератор піни середньої кратності, а в теоретичній частині обґрунтовано, що більш ефективним за вогнегасною здатністю та дальністю подавання піни є пристрій з чотирма генераторами піни низької кратності та одним середньої;

- доцільно було б провести дослідження з виявлення впливу схемних рішень конструкції генераторів піни на їх вогнегасну ефективність не тільки для робочих розчинів піноутворювачів для пожежогасіння загального призначення, а і для піноутворювачів іншого типу;

- без втрати цілісності роботи та отримання наукової новизни можна було б обмежитись проведенням полігонних вогневих випробувань з використанням тільки модельних вогнищ класу В за ГОСТ 27331.

Зауваження не впливають на цілком позитивне сприймання роботи.

4. Найбільш суттєві наукові результати, отримані особисто здобувачем і їх новизна.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розкритті особливостей впливу формування комбінованих струменів піни низької та середньої кратності на вогнегасну ефективність піногенераторів ежекційного типу під час припинення горіння легкозаймистих та горючих рідин. При цьому:

- *уперше* виявлено ефект синергізму ефективності припинення горіння легкозаймистих та горючих рідин у разі взаємодії поверхні їх горіння із комбінованою піною, який проявляється у тому, що значення показника вогнегасної здатності комбінованої піни є нижчим ($3,30 \text{ кг/м}^2$) за значення кожного окремого її компонента ($10,24 \text{ кг/м}^2$ та $4,00 \text{ кг/м}^2$ відповідно для піни низької та середньої кратності);

- *набуло подальшого розвитку* уявлення про доцільність використання енергії струменя піни низької кратності для транспортування піни середньої кратності на гасіння легкозаймистих та горючих рідин, що дозволяє забезпечити

подавання комбінованої піни з усередненим значенням кратності (понад 60) на поверхню горіння легкозаймистих та горючих рідин на відстань до 24 м порівняно з 6-8 м в разі застосування лише струменя піни середньої кратності;

- *удосконалено* параметри генератора комбінованої піни підвищеної ефективності з розміщенням у його корпусі чотирьох генераторів низької кратності з витратою робочого розчину піноутворювача для гасіння пожеж загального призначення по 1,5 л/с кожний, та одного генератора піни середньої кратності з витратою 6 л/с, геометричних параметрів сітки піногенератора середньої кратності (діаметр дроту 0,6 мм та розмір квадратного вічка сітки 1,5 мм) та тиску подавання розчину піноутворювача для генерування піни (0,4-0,6 МПа для середньої кратності та 0,8-1,0 МПа – для низької).

5. Обґрунтованість та достовірність отриманих наукових результатів.

Обґрунтованість та достовірність отриманих наукових результатів забезпечено коректним застосуванням комплексного методу дослідження, який включав: аналіз і узагальнення науково-технічних досягнень з питань розроблення і застосування вогнегасних речовин і технологій припинення горіння легкозаймистих і горючих речовин під час пожеж; математичне моделювання із застосуванням теоретичних основ аеро- та гідродинаміки; застосування апробованих методів розв'язування диференціальних рівнянь руху; експериментальні дослідження з виявлення чинників впливу на ефективність припинення горіння піною різної кратності з використанням застандартизованих методик та модельних вогнищ пожежі у полігонних умовах; оброблення результатів теоретичних і експериментальних досліджень із використанням статистичних методів і доказів адекватності розроблених математичних моделей та залученням комп'ютерної техніки з використанням стандартного додатку Microsoft Office Excel.

6. Наукове значення результатів роботи полягає у розкритті особливостей впливу формування комбінованих струменів піни низької та середньої кратності на вогнегасну ефективність піногенераторів ежекційного типу під час припинення горіння легкозаймистих та горючих рідин, зокрема у виявленні ефекту синергізму ефективності припинення горіння легкозаймистих та горючих рідин у разі взаємодії поверхні їх горіння із комбінованою піною, а також у доцільності використання енергії струменя піни низької кратності для транспортування піни середньої кратності на гасіння легкозаймистих та горючих рідин.

7. Практичне значення результатів роботи та ступінь їх впровадження полягає в обґрунтуванні та експериментальному підтвердженні схеми розміщення чотирьох струменів піни низької кратності по відношенню до струменя середньої кратності, а також розробленні конструкції та виготовленні зразків генераторів комбінованої піни підвищеної ефективності, які дозволяють ефективно припиняти горіння легкозаймистих та горючих рідин на відстані до 24 м порівняно з 6-8 м у разі застосування серійного зразка піногенератора типу ГПС-600.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень впроваджено у виробництво Чернігівського колективного підприємства «Пожтехніка», а також на ТОВ «Хладар-Техсоюз» шляхом виготовлення зразків генераторів комбінованої піни підвищеної ефективності за розробленими технічними умовами.

Зразки генераторів комбінованої піни із обґрунтованими за результатами дисертаційних досліджень параметрами впроваджено також у практичну діяльність ГУ ДСНС України у м. Києві та отримали позитивне схвалення.

8. Рекомендації щодо подальшого використання отриманих у роботі результатів.

Результати дисертаційного дослідження доцільно впроваджувати у виробництво генераторів піни з визначеними параметрами за розробленими технічними документами із подальшим використанням у практичній діяльності пожежно-рятувальних підрозділів під час гасіння пожеж легкозаймистих та горючих рідин.

9. Оцінка мови і стилю дисертації.

У вступі наведено стислу характеристику дисертаційної роботи, розкрито актуальність наукової задачі обґрунтування параметрів генераторів піни підвищеної вогнегасної ефективності, сформульовано ідею, мету, задачі дослідження, наведено положення наукової новизни та практичної цінності роботи.

У першому розділі наведено результати аналізу сучасного стану пожежно-технічного обладнання та вогнегасних речовин, які застосовуються під час гасіння пожеж. Показано, що найчастіше при ліквідації пожеж легкозаймистих і горючих рідин використовуються повітряно-механічна піна, згенерована з розчинів піноутворювача загального призначення, піногенераторами низької або середньої кратності. Застосування піни середньої кратності, як правило, забезпечує успіх гасіння у закритих та напівзакритих технологічних об'ємах, але на відкритому просторі ефективність її застосування знижується внаслідок впливу вітру та конвективних потоків пожежі. Значним недоліком є низька дальність подавання такої піни генераторами типу ГПС (5-9м). Використання піни низької кратності забезпечує більш високу дальність подавання, але меншу, порівняно з піною середньої кратності, ефективність гасіння пожежі. Відомі генератори піни, в яких струмінь піни низької кратності виконують функцію транспортування струменя піни середньої кратності, зокрема, піногенератори виробництва НПО «Сопот», фірми Blizzard, а також установка ПЛСК-700, розроблена ЛДУ БЖД. В конструкціях даних генераторів використовується взаємодія одного струменя піни середньої кратності та відповідно одного або двох струменів піни низької кратності. В роботі Луша В.І. обґрунтовані конструктивні параметри піногенераторної установки ПЛСК-700, описано взаємодію двох струменів піни низької кратності зі струменем піни середньої кратності та встановлено коефіцієнт взаємодії струменів між собою. Але поза увагою залишилось дослідження використання в конструкції піногенераторів трьох та більше струменів піни низької кратності, що може бути одним із шляхів підвищення ефективності застосування повітряно-механічної піни.

На підставі аналізу світових та національних досягнень з питань наукового обґрунтування параметрів генераторів повітряно-механічної піни висунута ідея підвищенні ефективності припинення горіння легкозаймистих та горючих рідин шляхом застосування комбінованих струменів піни низької та середньої кратності, згенерованих генераторами піни ежекційного типу з визначеними параметрами.

У другому розділі наведено результати теоретичних досліджень та аналіз процесу переміщення в повітрі похилих струменів повітряно-механічної піни різної кратності шляхом математичного моделювання їх взаємодії. Траєкторією таких струменів є парабола, а розрахунки базуються на інтегруванні рівнянь руху

матеріальних точок з урахуванням опору середовища. У випадку взаємодії одного струменя повітряно-механічної піни середньої кратності (80 – 100) та декількох (до чотирьох) струменів піни низької (8 – 10) кратності враховувались сили, які виникають внаслідок взаємодії струменів між собою.

При створенні математичної моделі процесу транспортування струменя піни середньої кратності струменями піни низької кратності приймається, що залежність сили взаємодії між струменями від різниці швидкостей цих струменів є величина нелінійна і носить квадратичну залежність. За результатами моделювання обґрунтовано схемні рішення розташування в генераторі скомбінованого струменя окремих генераторів піни середньої та низької кратностей.

В третьому розділі описані методики для проведення експериментальних випробувань. Дослідження з виявлення впливу геометричних параметрів сітки на кратність згенерованої піни полягали у встановленні залежності кратності повітряно-механічної піни від розміру вічка сітки піногенератора, діаметра дроту сітки піно генератора та встановлення параметрів сітки для отримання піни середньої кратності. Для визначення кратності піни середньої кратності використовували методику визначення кратності піни відповідно ДСТУ 3789-98. Дослідження з визначення дальності та висоти подавання пінних струменів, сформованих генераторами піни, проводились з використанням АЦ-40(130)63Б за тиску 0,4 МПа, 0,6 МПа та 0,8 МПа. Піногенератори по черзі закріплювалися на спеціальному пристрої, що дозволяє встановити генератор у фіксованому положенні під кутами 30; 45; 75 градусів, на відстані між стволом і поверхнею випробувального майданчика.

В четвертому розділі наведені результати експериментальних досліджень, зокрема зроблено висновки, що:

- за умови застосування піни середньої кратності для гасіння модельного вогнища 1А з густиною подавання піни на одиницю поверхні модельного вогнища $3,95 \text{ кг/м}^2$ припинення горіння не досягається, тобто за таких умов піна середньої кратності не є ефективною;

- за умови подавання піни низької кратності на гасіння модельного вогнища 1А досягнуто позитивний результат гасіння з показником вогнегасної ефективності $0,75 \text{ кг/м}^2$;

- за умови подавання піни низької кратності на гасіння модельного вогнища 1А з показником вогнегасної ефективності $1,0 \text{ кг/м}^2$ досягнуто позитивний результат гасіння;

- при гасінні модельного вогнища пожежі класу А, піна середньої кратності, для даних умов випробувань неефективна;

- виявлено ефект синергізму, тобто, значення показника вогнегасної ефективності піногенератора з комбінованим одночасним подаванням піни низької та середньої кратності є нижчим ($3,30 \text{ кг/м}^2$) за значення кожного окремого її компонента ($10,24 \text{ кг/м}^2$ та $4,00 \text{ кг/м}^2$ для піни низької та середньої кратності відповідно).

В п'ятому розділі наведено результати впровадження дисертаційних досліджень.

Дисертацію і автореферат викладено у логічній послідовності сучасною технічною українською мовою із застосуванням загальноприйнятої термінології та визначеннями.

10. Відповідність дисертації вимогам МОН України.

Дисертаційна робота Грушовінчука О.В. є кваліфікованою науковою працею, виконаною особисто здобувачем у вигляді рукопису, містить висунуті здобувачем науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, наукові положення, характеризується єдністю змісту і свідчить про особистий внесок здобувача в науку. Зміст автореферату і дисертації відповідають вимогам пп. 9, 11-15 положення про «Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567.

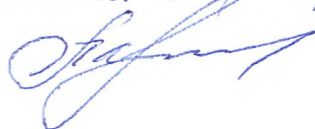
11. Загальний висновок.

За розв'язання актуальної наукової задачі розкриття впливу особливостей формування комбінованих струменів піни низької та середньої кратності, згенерованих із робочих розчинів піноутворювачів для пожежогасіння загального призначення піногенераторами ежекційного типу, на ефективність припинення горіння легкозаймистих та горючих рідин як наукове підґрунтя створення генераторів піни підвищеної вогнегасної ефективності дисертант **Грушовінчук Олександр Володимирович** заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Професор кафедри екологічної безпеки
Державної екологічної академії
післядипломної освіти та управління
Міністерства екології та
природних ресурсів України,
к.т.н., с.н.с.


 **А. В. Антонов**

Пірише професор кафедри екологічної безпеки ДЕА міністерства України к.т.н., с.н.с. Антонова Анастасія Васильовна засвідчує, членом секретар ДЕА міністерства України

 **Н. Т. Паблощенко.**