

Голові разової спеціалізованої
вченої ради ДФ 64.707.076
Національного університету
цивільного захисту України,
д.т.н., професору Нуянзіну О. М.
м. Черкаси, вул. Онопрієнка, 8
18034

ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук, старшого наукового співробітника
МИХАЙЛЮКА Андрія Олександровича на дисертаційну роботу КРИВОРУЧКА
Євгена Миколайовича «Удосконалення техніки гасіння пожежі дрібнодисперсним
водяним струменем», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії у
галузі знань 26 – Цивільна безпека за спеціальністю
261 – Пожежна безпека

Актуальність теми дисертаційного дослідження, її зв'язок з науковими програмами. Відомо що на сьогодні для гасіння пожеж пожежно-рятувальними підрозділами у близько 90 % випадків застосовується в якості вогнегасної речовини вода. Вода розповсюджена, дешева та легкодоступна речовина, яка може застосовуватись для гасіння практично всіх речовин і матеріалів за винятком речовин, що реагують з водою з виділенням теплової енергії і горючих газів. Основними ж засобами подачі води до осередку пожежі є ручні пожежні стволи.

Однак в умовах сьогодення до технічних засобів подачі вогнегасної речовини висувуються нові актуальні вимоги. Постійні ракетно-артилерійські обстріли, постійна загроза з боку безпілотних літальних апаратів вимагають впровадження нових підходів до забезпечення безпеки рятувальників. Особливої актуальності набувають роботизовані системи пожежогасіння та мобільні установки.

Установки пожежогасіння, які дозволяють забезпечувати подавання вогнегасної речовини до осередку без постійного перебування поруч пожежного стають критично важливими в розрізі збереження життя та здоров'я особового складу пожежно-рятувальних підрозділів. При цьому залишаються важливими й характеристики водяного струменя, що створюється подібними установками. В умовах пожежогасіння на об'єктах паливно-енергетичного комплексу важливим є забезпечення великої кількості вогнегасної речовини та дальність її подачі. Для гасіння пожежі в житловому секторі – дисперсність води.

При проведенні оперативних дій під час гасіння пожеж та рятувальних робіт на зруйнованих або частково зруйнованих житлових будівлях надлишок поданої води призводить не стільки до збільшення збитків, скільки до підвищення загрози для людей, що можуть знаходитись під завалами. Актуальним є також пошук альтернативних способів та методів подачі вогнегасної речовини із використанням систем вентиляції, штучних трубопроводів тощо.

Крім того актуальність дисертаційної роботи визначається тим, що обраний напрямок дослідження відповідає переліку проблем, які були наведені в планах науково-технічної діяльності ДСНС та виконувалися в рамках розпорядження

Кабінету Міністрів України «Про схвалення Стратегії розвитку органів системи Міністерства внутрішніх справ на період до 2020 року» від 15 листопада 2017 року № 1023-р, рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 вересня 2020 року № 392/2020 "Про Стратегію національної безпеки України", а також на перспективу розвитку відповідно до постанови Кабінету Міністрів України «Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності галузевого рівня» від 05 липня 2024 року № 787. При цьому дослідження проводилися в рамках виконання науково-дослідної роботи «Дослідження засобів пожежогасіння тонкорозпиленою водою, що застосовують у будівлях» (№ державної реєстрації 0121U000006).

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

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження галузі знань та паспорту спеціальності. Метою дисертаційного дослідження є підвищення ефективності гасіння пожеж за рахунок удосконалення техніки подрібнення води шляхом застосування газодетонаційної технології.

Для досягнення поставленої мети дисертаційній роботі були поставлені та вирішені наступні задачі:

1. Обґрунтовано та визначено напрями удосконалення техніки гасіння пожежі дрібнодисперсним водяним струменем на підставі проведеного аналізу специфіки застосування дрібнодисперсного водяного струменя для гасіння пожежі.

2. Розроблені математичні моделі та проведено математичне моделювання процесів нагнітання води у ствол установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії з подальшим подрібненням води ударною хвилею та заповненням модельного приміщення дрібнодисперсним водяним струменем.

3. Обґрунтовано техніку та проведені дослідження імпульсної системи гасіння пожежі з метання газодетонаційним зарядом.

4. Обґрунтовано техніку та проведені дослідження системи пожежогасіння дрібнодисперсним водяним струменем на основі установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії.

5. Проведено оцінювання ефективності застосування установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії та розроблені рекомендації щодо її практичного застосування.

Об'єкт дослідження – процес формування дрібнодисперсного водяного струменя для гасіння пожеж на основі газодетонаційної технології подрібнення води періодично-імпульсної дії.

Предмет дослідження – фізичні та технологічні особливості формування дрібнодисперсного водяного струменя при використанні газодетонаційної технології подрібнення води установкою пожежогасіння періодично-імпульсної дії.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями дослідження дисертаційна робота відповідає галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Аналіз змісту дисертації. Дисертаційна робота загальним обсягом 173 сторінки складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень та скорочень, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел із

146 найменувань і 2-х додатків, містить 91 рисунок та 9 таблиць.

У **вступі** подано загальну характеристику дисертаційної роботи. Обґрунтована актуальність теми дисертації, сформульовано мету роботи та основні завдання дослідження.

У **першому розділі** проаналізовано фізико-хімічні властивості води як вогнегасної речовини, у тому числі термодинамічні властивості води які є важливими при гасінні пожежі. Проаналізовано та обґрунтовано доцільність застосування суцільного, розпиленого та дрібнодисперсного водяного струменя для гасіння пожеж. Встановлено, що найбільший вогнегасний ефект при гасінні пожежі досягається при подачі води в дрібнодисперсному вигляді при цьому вогнегасна ефективність води залежить від розміру крапель води (дисперсності) та інтенсивності подачі вогнегасних речовин. Проаналізовані способи розпилення рідини, такі як: гідравлічний, механічний, пневматичний, пульсаційний, ультразвуковий, електростатичний, акустичний, електрогідравлічний та комбінований. Проаналізовані технічні засоби, що використовують пожежно-рятувальні підрозділи при подачі водяного струменя при гасінні пожеж.

Як один із напрямків вирішення питання щодо застосування дрібнодисперсних водяних струменів при гасіння пожеж у будівлях запропоновано використовувати установку пожежогасіння періодично-імпульсної дії за рахунок імпульсного (пульсаційного) способу.

У **другому розділі** наведені дослідження подрібнення води ударною хвилею у стволі установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії та дослідження заповнення модельного приміщення дрібнодисперсним водяним струменем. Обґрунтовано та визначено математичні моделі. Що опрацьовані за допомогою програмного середовища для проведення математичного моделювання процесів нагнітання води у ствол установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії з подальшим подрібненням води ударною хвилею та для заповнення модельного приміщення дрібнодисперсним водяним струменем.

У **третьому розділі** представлені дослідження установки пожежогасіння з газодетонаційним принципом прискорення рідини. Проведені дослідження із визначення параметрів роботи установки та тактико-технічних характеристик при формуванні дрібнодисперсного водяного струменя.

У **четвертому розділі** представлені дослідження пожежогасіння дрібнодисперсним водяним струменем, що засновані на розпилювання води продуктами детонації у стволі установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії.

У **п'ятому розділі** проведені експериментальні дослідження із формування дрібнодисперсного водяного струменя води під дією ударної хвилі. Проведені експериментальні дослідження подавання дрібнодисперсного водяного струменя через трубопровід складної конфігурації. Розроблені практичні рекомендації щодо застосування установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії при подачі дрібнодисперсного водяного струменя для гасіння пожеж.

У **висновках** показані основні досягнення проведених дисертаційних досліджень у вигляді розгорнутих та обґрунтованих висновків, при цьому суттєвим є те, що здобувач одержав інженерно-технічні рішення, які мають важливе наукове та практичне значення.

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.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій. Автор добре розуміє специфіку науково-технічних задач, що вирішені у дисертації. Досвід практичної та науково-педагогічної роботи в системі ДСНС дозволить йому ефективно поєднувати теорію і практику, сформулювати мету та завдання дисертаційного дослідження. В роботі використано системний підхід, що включає аналіз та узагальнення світового досвіду, власних досліджень щодо підвищення ефективності гасіння пожеж дрібнодисперсним водяним струменем за рахунок використання установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії на основі газодетонаційної технології.

Достовірність результатів наукових досліджень. Достовірність наукових положень дисертації підтверджується відповідністю між теоретичними положеннями та результатами експериментальних досліджень, отриманими автором

Наукова новизна отриманих результатів. У дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-практична задача у сфері пожежної безпеки, а саме підвищення ефективності гасіння пожеж дрібнодисперсним водяним струменем за рахунок використання установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії на основі газодетонаційної технології.

При проведенні дисертації отримано нові наукові результати:

- вперше виявлено особливості заповнення модельного приміщення дрібнодисперсним водяним струменем із розміром крапель 5 мкм з визначенням швидкості поширення вогнегасної здатності дрібнодисперсного водяного струменя у модельному приміщенні;

- вперше на основі теоретичних розрахунків виявлено, що основний процес подрібнення води відбувається не під дією ударної хвилі, а під дією високошвидкісного газового потоку що рухається за ударною хвилею;

- удосконалено методи подачі вогнегасних речовин в осередок пожежі за рахунок створення дрібнодисперсного водяного струменя через трубопроводи складної конфігурації, а також встановлено відсоток води, що конденсується у трубопроводі;

- удосконалено метод формування дрібнодисперсного водяного струменя за рахунок безперервного подавання води у ствол та періодичної дії на цівки води у стволі інтенсивними ударними хвилями з періодичністю 23 Гц та вище з виявленням ефективного розпилення води, що розтікається вздовж стінок ствола установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії;

- набула подальшого розвитку техніка пожежогасіння дрібнодисперсним водяним струменем за рахунок газодетонаційного принципу прискорення рідини, яка дозволяє багаторазово скоротити витрату заряду для прискорення вогнегасної речовини.

Практичне значення отриманих результатів. Наукові результати дисертаційної роботи є подальшим розвитком сучасних підходів із розв'язання задач підвищення ефективності гасіння пожеж дрібнодисперсним водяним струменем за рахунок використання установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії на основі газодетонаційної технології.

На основі отриманих результатів комплексних, теоретичних та

експериментальних досліджень розроблені практичні рекомендації щодо застосування установки пожежогасіння періодично-імпульсної дії при подачі дрібнодисперсного водяного струменя. Результати досліджень впроваджено в практичну діяльність пожежно-рятувальних підрозділів Головного управління ДСНС України у Харківській та Сумській областях.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 29 наукових праць: 3 статті у наукових виданнях, що входять до міжнародної наукометричної бази Scopus, 7 статей у наукових фахових виданнях України, 18 тез доповідей на Міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях, та 1 патент України на корисну модель.

Представлена на розгляд дисертаційна робота являє собою одноосібно написану кваліфікаційну наукову роботу.

Дисертаційна робота написана зрозумілою мовою для фахівців у галузі цивільної безпеки та належним чином оформлена. Наприкінці кожного розділу роботи наведені відповідні висновки. Стиль, мова, оформлення дисертації відповідають вимогам до дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії та демонструють вміння автора стисло та чітко викладати теоретичні та практичні результати наукової роботи.

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

1. У розділі 1, підрозділі 1.6 «Технічні засоби пожежогасіння дрібнодисперсним водяним струменем» не охоплено у огляді технічні засоби пожежогасіння дрібнодисперсним водяним струменем інших закордонних виробників, а зазначено тільки виробника фірми IFEX.

2. У розділі 2, підрозділі 2.5 «Розрахунок витрат енергії на подрібнення води» наведено, що під час одного детонаційного циклу виділяється 1,86 кДж хімічної енергії, але яким чином отримано або розраховано, відсутнє.

3. У розділі 4, підрозділі 4.2 «Експериментальне дослідження параметрів ударної хвилі, що діє на цівку води» на рисунку 4.10 наведено розташування двох датчиків тиску, але з метою точності вимірювань необхідно було б встановити більше датчиків, що дозволило б досягти сильнішої кореляції між виміряними значеннями тиску у стволі установки.

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

Загальна оцінка дисертаційної роботи. У цілому розглянута дисертаційна робота «Удосконалення техніки гасіння пожежі дрібнодисперсним водяним струменем» 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 КРИВОРУЧКО Євген Миколайович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека».

Офіційний опонент:

Доцент кафедри охорони праці
та безпеки життєдіяльності
навчально-наукового інституту
будівництва та цивільної інженерії
Харківського національного університету
міського господарства ім. О. М. Бекетова
кандидат технічних наук, с.н.с.

Андрій МИХАЙЛЮК

