

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на дисертацію СТАСЯ Сергія Васильовича
«Розвиток наукових основ створення технічних засобів генерування
струменів водної вогнегасної речовини»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека

Актуальність теми

Проблема підвищення ефективності застосування водних вогнегасних речовин належить до числа найбільш актуальних науково-технічних проблем сучасної пожежної безпеки. Незважаючи на постійне вдосконалення засобів і способів пожежогасіння, вода та водні розчини піноутворювачів і сьогодні залишаються основними вогнегасними речовинами, що застосовуються під час ліквідації переважної більшості пожеж. За сучасних умов, коли суттєво зростають масштаби пожеж, матеріальні збитки від них, а також вимоги до оперативності й ефективності дій пожежно-рятувальних підрозділів, особливого значення набуває раціональне використання водних вогнегасних речовин і підвищення ефективності технічних засобів їх подавання.

Актуальність дослідження підтверджується й сучасними статистичними даними щодо пожеж в Україні, які свідчать про значне зростання матеріальних збитків та необхідність удосконалення існуючих підходів до забезпечення пожежної безпеки. Особливої ваги ця проблема набула внаслідок повномасштабної збройної агресії проти України, що призвела до істотного збільшення кількості масштабних пожеж і суттєвого зростання потреби у високоефективних засобах пожежогасіння. За цих умов питання підвищення ефективності використання водної вогнегасної речовини, зменшення втрат енергії під час її транспортування та формування струменів із наперед заданими характеристиками набувають не лише наукового, а й важливого практичного значення.

Водночас існуючі підходи до проектування пожежних стволів, насадок та інших струминоформувальних пристроїв значною мірою базуються на емпіричних залежностях або окремих гідравлічних розрахунках, які не дозволяють комплексно враховувати вплив конструктивних параметрів обладнання, реологічних властивостей вогнегасних речовин, режимів транспортування рідини та закономірностей формування струменів. Це істотно обмежує можливості створення нових технічних засобів пожежогасіння із прогнозованими характеристиками та необхідною енергоефективністю.

У цьому контексті дисертаційна робота, присвячена розвитку наукових основ створення технічних засобів генерування струменів водної вогнегасної речовини, є своєчасною, актуальною та має важливе значення для подальшого розвитку теорії пожежної безпеки, пожежної техніки і технологій пожежогасіння. Запропонований автором комплексний підхід, що поєднує сучасні методи математичного моделювання, експериментальні дослідження, аналіз реологічних властивостей вогнегасних рідин та

оцінювання енергоефективності систем подавання, спрямований на вирішення важливої науково-технічної проблеми раціонального використання водних вогнегасних речовин. Особливу цінність роботі надає її спрямованість на створення наукових засад удосконалення пожежних стволів, насадок та інших технічних засобів, які широко застосовуються під час гасіння пожеж різних класів, у тому числі із використанням водних розчинів піноутворювачів. Саме тому тема дисертації є безумовно актуальною як з наукової, так і з практичної точки зору.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана відповідно до пріоритетних напрямів державної політики у сфері забезпечення пожежної безпеки та цивільного захисту, державних цільових програм забезпечення пожежної безпеки, програм наукової діяльності Академії пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля та Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, а також у межах виконання науково-дослідних робіт «Розробка способу створення розпиленого потоку рідини» (№ державної реєстрації 0111U009148) і «Розробка методу створення розпиленого водяного струменя вогнегасної речовини» (№ державної реєстрації 0121U109415). Такий зв'язок із державними науково-технічними програмами та тематикою наукових досліджень підтверджує актуальність обраного напрямку досліджень і практичну спрямованість отриманих результатів.

Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи є достатньо високою та полягає у розв'язанні актуальної науково-технічної проблеми підвищення ефективності застосування водних вогнегасних речовин шляхом розвитку наукових основ створення технічних засобів генерування струменів із науково обґрунтованими параметрами.

Найбільш вагомими науковими результатами, що визначають новизну дисертації, є вперше запропонований механізм формування струменів водної вогнегасної речовини з урахуванням впливу початкової гідродинамічної ділянки потоку, розроблення нової критеріальної бази оцінювання процесів струминоутворення на основі методів теорії подібності та аналізу розмірностей, встановлення закономірностей впливу конструктивних параметрів пожежних стволів і насадок, а також реологічних властивостей вогнегасних рідин на енергетичні характеристики сформованих струменів.

Безумовною науковою цінністю роботи є встановлення закономірностей формування імпульсних і пульсуючих потоків водної вогнегасної речовини, розвиток підходів до математичного моделювання процесів струминоутворення, а також розроблення методу оцінювання енергоефективності технічних засобів генерування струменів на основі критеріїв експериментальної оптимізації. Суттєвим здобутком автора є також удосконалення експериментальної та методичної бази досліджень процесів транспортування й формування водних вогнегасних струменів, що

забезпечило можливість комплексної перевірки отриманих теоретичних положень.

Важливим є те, що отримані наукові результати не мають локального характеру, а формують цілісну систему наукових положень, яка створює методологічне підґрунтя для подальшого розвитку теорії струминоутворення, удосконалення конструкцій пожежних стволів і насадок, а також підвищення ефективності застосування водних і водопінних вогнегасних речовин під час гасіння пожеж. Саме це дозволяє оцінити наукову новизну дисертації як таку, що відповідає рівню дисертації на здобуття наукового ступеня доктора наук.

Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що розроблені автором наукові положення, методики та технічні рішення доведені до рівня, придатного для безпосереднього використання під час проєктування, удосконалення та експлуатації технічних засобів генерування струменів водних вогнегасних речовин. Запропоновані підходи дозволяють обґрунтовано визначати конструктивні параметри пожежних стволів і насадок, прогнозувати характеристики сформованих струменів, оцінювати енергоефективність їх роботи та зменшувати втрати енергії під час транспортування вогнегасної речовини.

Важливою практичною перевагою роботи є експериментальне підтвердження можливості підвищення ефективності функціонування систем подавання водних вогнегасних речовин за рахунок застосування низьковідсоткових водних розчинів піноутворювачів, що дозволяє знизити гідравлічні втрати без зміни режимів роботи обладнання. Такі результати мають безпосереднє значення для підвищення ефективності гасіння пожеж, економії водних ресурсів та зменшення енергетичних витрат пожежно-рятувальної техніки.

Практична цінність дисертації підтверджується впровадженням її результатів у вигляді патентів України на нові технічні рішення, використанням під час розроблення пожежно-технічного обладнання, впровадженням у діяльність виробничих підприємств і в освітній процес закладів вищої освіти. Отримані результати можуть бути використані підрозділами Державної служби України з надзвичайних ситуацій, підприємствами – виробниками пожежно-технічного оснащення, проєктними та науково-дослідними організаціями, а також під час розроблення і вдосконалення нормативно-технічної документації у сфері пожежної безпеки. Загалом практичне значення одержаних результатів є вагомим і повністю відповідає рівню докторської дисертації.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі, не викликає сумнівів та забезпечується чіткою постановкою наукової проблеми, коректним вибором методів дослідження і їх комплексним застосуванням.

Автором використано сучасний комплекс методів, що включає аналітичні дослідження, математичне та чисельне моделювання, теорію подібності й аналіз розмірностей, планування експерименту та статистичну обробку результатів. Запропоновані моделі ґрунтуються на фундаментальних положеннях механіки рідини та гідродинаміки, а їх адекватність підтверджено експериментальними дослідженнями.

Достовірність результатів забезпечена значним обсягом експериментів із використанням спеціально створених установок і сучасних засобів вимірювання, узгодженням експериментальних даних із результатами моделювання та застосуванням методів математичної статистики. Практична перевірка отриманих результатів під час дослідження процесів формування і подавання водних вогнегасних речовин підтверджує їх наукову обґрунтованість і придатність для застосування у сфері пожежної безпеки.

Аналіз змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної проблеми у сфері пожежної безпеки, яка полягає у розвитку наукових основ створення технічних засобів генерування струменів водної вогнегасної речовини на основі встановлення закономірностей впливу гідродинамічних параметрів потоку, фізико-хімічних властивостей рідини та конструктивних характеристик елементів систем подавання на ефективність процесу пожежогасіння.

Структура дисертаційної роботи є логічною, послідовною та відповідає визначеним меті й завданням дослідження. Робота складається зі вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, визначено наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, наведено відомості щодо апробації та впровадження результатів роботи.

У першому розділі здійснено аналіз сучасного стану проблеми формування, транспортування та подавання водних вогнегасних речовин, розглянуто існуючі технічні засоби генерування струменів, методи оцінювання їх ефективності та визначено основні напрями подальших досліджень.

У другому розділі наведено теоретичні дослідження процесів формування струменів водної вогнегасної речовини, розроблено наукові підходи до визначення закономірностей руху рідини, математичні моделі та критерії оцінювання гідродинамічних характеристик потоків з урахуванням властивостей робочої рідини та конструктивних параметрів технічних засобів.

У третьому розділі представлено методичні засади та результати експериментальних досліджень, описано створені лабораторні установки, вимірювальне обладнання та методи оброблення отриманих результатів. Проведено експериментальну перевірку теоретичних положень і підтверджено адекватність запропонованих моделей.

У четвертому розділі виконано чисельне моделювання процесів формування струменів водної вогнегасної речовини, досліджено вплив конструктивних параметрів каналів, режимів течії та властивостей рідини на характеристики сформованих потоків.

У п'ятому розділі наведено результати дослідження енергетичних характеристик процесів генерування та подавання водних вогнегасних речовин, визначено шляхи підвищення ефективності використання технічних засобів за рахунок зниження гідравлічних втрат і раціонального використання енергетичних ресурсів.

У шостому розділі представлено результати розроблення та удосконалення технічних засобів генерування струменів водної вогнегасної речовини, наведено конструктивні рішення, результати їх дослідження та оцінювання ефективності застосування у системах пожежогашіння.

У сьомому розділі розглянуто питання практичної реалізації отриманих наукових результатів, наведено відомості щодо впровадження розроблених технічних рішень у діяльність підрозділів цивільного захисту, визначено їх практичну цінність та перспективи подальшого використання.

Зміст дисертаційної роботи характеризується логічністю побудови, послідовністю викладення матеріалу та взаємозв'язком теоретичних, експериментальних і прикладних досліджень. Наведені результати доповнюють один одного, забезпечують досягнення поставленої мети та вирішення сформульованих завдань. Дисертаційна робота виконана на належному науковому рівні, має цілісний характер і відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Повнота викладу наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях

Основні наукові положення, результати досліджень, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, у повному обсязі відображені в опублікованих працях автора. За темою дисертації опубліковано необхідну кількість наукових праць, у яких висвітлено основні результати теоретичних, експериментальних і прикладних досліджень.

Результати роботи представлено у фахових наукових виданнях України та інших наукових виданнях, а також апробовано на науково-технічних конференціях, що забезпечило їх обговорення та оцінювання науковою спільнотою. У публікаціях розкрито основні положення щодо закономірностей формування струменів водної вогнегасної речовини, розроблення математичних моделей, результатів експериментальних досліджень, удосконалення технічних засобів генерування струменів та оцінювання ефективності їх застосування.

Зміст опублікованих праць відповідає тематиці дисертаційного дослідження, відображає отримані автором наукові результати та підтверджує їх наукову новизну і практичну значущість. Кількість і характер публікацій відповідають вимогам, встановленим нормативними документами щодо підготовки дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук.

Наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи знайшли достатнє та повне висвітлення в опублікованих працях автора, що свідчить про належний рівень апробації отриманих результатів.

Зауваження

Попри високу наукову та практичну цінність дисертаційної роботи, вважаю за необхідне висловити окремі зауваження та побажання, які мають переважно характер наукової дискусії та не впливають на загальну позитивну оцінку виконаного дослідження.

1. У пункті 7 висновків зазначено, що застосування низьковідсоткових водних розчинів піноутворювачів забезпечує підвищення ефективності транспортування водної вогнегасної речовини та зменшення енергетичних втрат. З огляду на наведені в роботі результати щодо збільшення витрати рідини на 9–24 % та зниження енергетичних втрат до 12 % при використанні розчинів піноутворювачів концентрацією до 0,03 %, становить науковий інтерес більш детальне обґрунтування механізму впливу реологічних характеристик таких розчинів (динамічної в'язкості, поверхневого натягу, можливих проявів не ньютонівської поведінки) на процеси формування та стабілізації струменів.

2. Одним із вагомих результатів дисертаційної роботи є розроблення механізму формування струменів водної вогнегасної речовини із використанням критеріїв відношення густин середовищ $\rho_{\text{пов}}/\rho_{\text{р}}$ та відношення площі перерізу струменя до квадрата вихідного діаметра пожежного ствола S/d_0^2 . Водночас потребує додаткового пояснення фізична інтерпретація запропонованих критеріїв з позицій їх практичного застосування під час інженерного проєктування пожежних стволів і насадок різного призначення.

3. Із огляду на результати дослідження низьковідсоткових водних розчинів піноутворювачів, у роботі недостатньо уваги приділено поширенню отриманих закономірностей на сучасні типи піноутворювачів із різними фізико-хімічними та реологічними властивостями, а також визначенню меж застосування запропонованих рекомендацій для різних умов пожежогасіння.

4. У дисертації наведено результати експериментальних досліджень, для яких відносна похибка не перевищує 7 %, а адекватність математичних моделей підтверджено критеріями Стюдента та Фішера при довірчій ймовірності 0,95. Разом із тим бажано було б більш детально розкрити питання оцінювання основних джерел експериментальних похибок та їх впливу на сумарну невизначеність отриманих результатів.

5. У пункті 5 висновків наведено рекомендації щодо параметрів імпульсних і пульсуючих струменів для вихідних отворів діаметром до 15 мм та витрати рідини понад 3 л/с. Водночас становить практичний інтерес можливість поширення встановлених закономірностей на пожежні стволи більшої продуктивності, які застосовуються під час ліквідації великих промислових, резервуарних і лісових пожеж.

6. У дисертаційній роботі ґрунтовно розглянуто питання удосконалення конструкцій пожежних стволів і насадок. Разом із тим питання використання отриманих результатів для удосконалення

нормативно-технічної документації щодо методів випробувань, оцінювання характеристик та вимог до сучасного пожежно-технічного оснащення розглянуто недостатньо повно. На думку опонента, цей напрям є перспективним для подальших досліджень.

7. У роботі доцільно було б виконати комплексне оцінювання впливу запропонованих технічних рішень не лише на енергетичну ефективність систем подавання вогнегасних речовин, а й на ефективність ліквідації пожеж різних класів. Зокрема, потребує уточнення, якою мірою встановлене у роботі зменшення енергетичних втрат і підвищення витрати вогнегасної речовини при застосуванні низьковідсоткових водних розчинів піноутворювачів «Барс S-1», «АЛЬПЕН», «Софір», «Пірена» та інших впливає на інтенсивність гасіння та час локалізації пожежі в умовах, наближених до реального пожежогасіння.

Зазначені зауваження не стосуються принципів положень дисертації, мають переважно характер наукової дискусії та визначають можливі напрями подальшого розвитку отриманих результатів. Вони не знижують наукової новизни, обґрунтованості висновків і практичної значущості виконаного дослідження.

Загальний висновок та оцінка дисертації

Дисертаційна робота є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому розв'язано актуальну науково-технічну проблему у сфері пожежної безпеки, що полягає у розвитку наукових основ створення технічних засобів генерування струменів водної вогнегасної речовини та підвищенні ефективності їх застосування шляхом встановлення закономірностей впливу реологічних властивостей рідин і конструктивних параметрів пожежних стволів та насадок на характеристики сформованих струменів.

Основні наукові положення, висновки та рекомендації дисертації є достатньо обґрунтованими, достовірними й підтвердженими результатами теоретичних, чисельних та експериментальних досліджень. Отримані результати характеризуються високим рівнем наукової новизни, мають важливе теоретичне значення для подальшого розвитку наукових основ створення сучасних технічних засобів пожежогасіння та становлять значний практичний інтерес для підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій, підприємств – виробників пожежно-технічного оснащення, науково-дослідних установ, проєктних організацій і закладів вищої освіти.

Особливої уваги заслуговує те, що результати досліджень можуть бути використані не лише під час удосконалення конструкцій пожежних стволів і насадок, а й при створенні нових технологій пожежогасіння, розробленні перспективних зразків пожежно-рятувальної техніки, оптимізації систем подавання водних і водопінних вогнегасних речовин, а також під час формування сучасної нормативно-технічної бази у сфері пожежної безпеки. Це свідчить про високий рівень практичної реалізації отриманих наукових результатів та їх вагоме значення для розвитку пожежної науки і техніки.

За актуальністю, рівнем наукової новизни, теоретичним і методичним рівнем виконання, обсягом проведених досліджень, практичною цінністю отриманих результатів та повнотою їх апробації дисертаційна робота Стася Сергія Васильовича «Розвиток наукових основ створення технічних засобів генерування струменів водної вогнегасної речовини» повністю відповідає вимогам, установленим до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Опонент:

професор кафедри експлуатації
транспортних засобів
та пожежно-рятувальної техніки
навчально-наукового інституту
пожежної та техногенної безпеки
Львівського державного університету
безпеки життєдіяльності
доктор технічних наук, професор

Василь КОВАЛИШИН

