

Відгук
офіційного опонента,
доктора технічних наук, старшого наукового співробітника
Антонова Анатолія Васильовича
на дисертаційну роботу Марича Володимира Михайловича за темою
«Підвищення ефективності порошкового пожежогасіння магнію та його сплавів»,
поданої на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека

Для опонування було надано автореферат на 24 сторінках та дисертацію повним обсягом 159 сторінок, яка складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, 3 додатків, 31 рисунків, 28 таблиць і 117 посилань на використані джерела, а також ксерокопії наукових праць здобувача за темою. Дисертацію виконано у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності. Дисертацію та автореферат викладено державною мовою. Графічний матеріал виконано якісно, він повною мірою ілюструє наведені в дисертаційній роботі наукові положення та висновки.

Актуальність роботи і її зв'язок з науковими планами і темами

Використання магнію та його сплавів є практичним та ефективним у промисловості як в Україні, так і за її межами. Магній та його сплави часто використовуються в апаратах космічної та авіаційної техніки, автомобілебудуванні, різних агрегатах і відповідних приладах.

В Україні досліджень щодо розроблення вогнегасних порошків спеціального призначення та технічних засобів їх подавання для гасіння пожеж класу D наразі проводиться недостатньо. Такі вогнегасні речовини та вогнегасники як засоби гасіння зазначених пожеж на початковій стадії їх виникнення вітчизняними виробниками не виробляються.

Робота виконувалась відповідно до плану науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, за напрямком «Розроблення, дослідження, випробування та впровадження систем виявлення та гасіння пожеж, вогнегасних речовин, методів та пристроїв їх подачі» під час виконання науково-дослідної роботи за темою «Вдосконалення технології гасіння пожеж різних класів (D1 та A) за наявності сполук магнію» (номер державної реєстрації 0117U005254), у якій здобувач був відповідальним виконавцем.

Аналіз змісту дисертації

Анотацію до дисертації, як і надалі її текст викладено згідно з вимогами Наказу Міністерства освіти України «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» 12.01.2017 № 40, в ній стисло представлені основні результати дослідження із зазначенням наукової новизни та практичне значення роботи.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи та важливість вдосконалення технології гасіння пожеж класу D магнію та його сплавів, сформульовано ідею, мету і визначено завдання досліджень, відображено наукову новизну роботи та практичне значення отриманих результатів. Наведено відомості про апробацію та публікування основних результатів дослідження.

У першому розділі наведено аналіз наукової літератури щодо досліджень гасіння пожеж класу D, а саме магнію та його сплавів, і встановлено, що експериментальним і теоретичним дослідженням гасіння пожеж класу D магнію та його сплавів присвячені роботи багатьох науковців. Відомі ґрунтовні роботи зарубіжних учених в галузі гасіння пожеж класу D, які проведені в Західній Європі, США, Канаді. Також під час огляду проаналізовано найбільш резонансні пожежі, спричинені наявністю сплавів магнію, в Україні та світі. Охарактеризовано запалювальну зброю на основі сплавів магнію та небезпеку її для складів з боєприпасами. Наведено галузі застосування сплавів магнію та стрімке зростання їх використання у промисловості. Описано фізико-хімічні властивості магнію, а також способи гасіння пожеж класу D та їх недоліки.

У другому розділі висвітлено результати досліджень вогнегасних порошків та розроблення рецептур для гасіння пожеж класу D.

Згідно з розробленою методикою, в лабораторних умовах проводили дослідження з випробування окремих вогнегасних порошків для гасіння магнію та його сплавів.

Після проведення випробувань окремих вогнегасних порошків було визначено найефективніші з них. Проведені лабораторні дослідження вогнегасних сумішей, які складаються з хлориду натрію, меленого шлаку і аеросилу, та визначено параметри гасіння. Встановлено оптимальне співвідношення складників вогнегасного порошку, які забезпечують мінімальну величину інтенсивності подавання.

Було досліджено 15 рецептур, де складові змінювалися в межах: хлорид натрію – 57,5 до 78,5%, мелений шлак – від 20 до 40 % та аеросил – від 1,5 до 2,5 %.

Крім того, побудовано залежність інтенсивності гасіння вогнегасним складом в залежності від співвідношення складових компонентів (діаграма 1). Як бачимо найефективнішим вогнегасним порошком є рецептура №2, яка має найменшу інтенсивність подачі вогнегасної суміші, а значить, найкращу ефективність гасіння.

Покращено властивості вогнегасного порошку додаванням меленого шлаку та аеросилу, які надають вогнегасному порошку термостійкості, ізолювальної і антизлежувальної здатності, текучості та вогнегасної ефективності. Результати експериментального дослідження впливу основних параметрів процесу гасіння вогнегасним порошком магнію та його сплавів адекватно відображає дослідно-емпірична залежність, виведена на основі теорії планування багатофакторного експерименту.

У роботі експериментальні дослідження виконували згідно з планами матриць дробових факторних експериментів (ДФЕ). ДФЕ проводили згідно з планом №28, при цьому за основні параметри гасіння вогнегасним порошком прийнято: G (фактор X_1), t (фактор X_2) та C (фактор X_3). Інші фактори незмінні. Рівні варіювання факторів для ДФЕ типу №28 наведено у таблиці 2.

Результати експериментів опрацьовували згідно з відомою методикою, яка містить статистичний аналіз досліджень. Перевірка гіпотези про адекватність отриманої математичної моделі проводиться за даними матриці планування і результатів з неповторюваними по умовах рядках із застосуванням критерію

Фішера для рівня значимості $\alpha = 0,05$. Гіпотеза про значимість множинного коефіцієнта кореляції визначається за F критерієм.

Вплив параметрів процесу порошкового гасіння на інтенсивність гасіння досліджували згідно з матрицями планів, складених на підставі теорії планування багатофакторних експериментів. Ця теорія дає змогу описати фізичний процес відповідною статистично-математичною залежністю, а при застосуванні статистичних процедур обробки даних – відповідним регресійним рівнянням.

Результати експериментального дослідження впливу основних параметрів процесу гасіння вогнегасним порошком магнію та його сплавів адекватно відображає дослідно-емпірична залежність, виведена на основі теорії планування багатофакторного експерименту. Її використання дає змогу не лише здійснити аналіз вагомості впливів та взаємовпливів параметрів процесу на ті чи інші його показники, а і поширити дані експериментального дослідження на інші матеріали та процеси гасіння, які належать до класу D.

В третьому розділі наведено математичне моделювання подачі вогнегасного порошку з заспокоювачів різної конструкції. З метою визначення оптимальної конструкції насадки було проведено дослідження в полігонних умовах без гасіння магнієвих сплавів з визначенням кількості потрапляння порошку на об'єкт гасіння.

Під час дослідження вибрано найбільш оптимальну конструкцію за запропонованою математичною моделлю.

Максимальне значення швидкості зменшується на 25 %. Це можна пояснити падінням опору внаслідок зміни геометрії стінки, в яку вдаряється потік газу.

Як показало моделювання насадки-заспокоювача з еліптичним дном, його використання є ефективнішим від сферичного. Не дивлячись на вищі значення швидкості руху газу, максимальне значення швидкості руху частинок твердої фази суміші є на 27 % меншим, ніж у попередньому випадку.

Тиск в корпусі вогнегасного пристрою повинен бути високий для аерації порошку та транспортування його на далекі відстані, а на виході порошок повинен рухатись направлено і плавно, інтенсивно покриваючи поверхню.

Запропоновано насадку-заспокоювач для подавання вогнегасного порошку для гасіння пожеж класу D з двома робочими поверхнями – еліптичним верхом та параболічним відбивачем.

Відповідність математичної моделі експериментально перевірена на фізичній моделі, у вигляді заспокоювача для подавання вогнегасного порошку для гасіння пожеж магнію з двома робочими поверхнями – еліптичним верхом та параболічним відбивачем.

Потрапляння порошку на об'єкт гасіння становить більше 0,920 кг при використаних 0,978 кг, що становить більше 90% вогнегасної речовини, витраченої на гасіння. Заспокоювач з двома робочими поверхнями ефективніший від попереднього заспокоювача з одностороннім відбивачем з однією робочою поверхнею на 30 % за кількістю порошку, який потрапив в зону горіння. Це покращує ефективність гасіння, дає змогу більшим шаром порошку покривати поверхню горіння, не роздмухуючи стружку з поверхні горючого металу. Час гасіння макетного вогнища з 20с зменшився до 7с та збільшилась кількість порошку на поверхні гасіння.

Використання насадки-заспокоювача є ефективним для припинення горіння пожеж класу D на початковій стадії. Обмеженням цієї конструкції полягає в гасінні масштабних пожеж легких металів.

При виготовленні насадки-заспокоювача враховано вимоги до матеріалу, з якого виготовляється насадка. Він має високу температуру плавлення і є легким. Це дає змогу довший час працювати в зоні високих температур.

У четвертому розділ дисертаційної роботи запропоновано проект методики для визначення ефективності гасіння пожеж класу D. В Україні відсутня методика з випробування ефективності вогнегасних порошків спеціального призначення для гасіння пожеж класу D. Проаналізовані закордонні нормативні документи, в яких зазначені методики випробувань вогнегасних порошків спеціального призначення для гасіння пожеж класу D.

Розроблено проект методики, яка визначає вогнегасну ефективність порошків цільового призначення, які використовуються в Україні. Визначена необхідна кількість палива для підпалу магнію та його сплавів. Встановлено, що для підпалу магнієвої стружки в умовах експерименту необхідно використовувати не менше 127 грамів бензину марки А 92.

Економічну ефективність розробленого вогнегасного порошку характеризує їх вартість та мінімальна кількість порошку для досягнення гасіння пожежі. Якщо порівняти вартість запропонованого вогнегасного порошку, що становить 6,14 грн. за кг та існуючих марок а саме: ПС-1, ПГС, ПХ, Петрос-2М (який на сьогодні не випускається); Іспанського виробництва Modelo 570, Modelo 571; Європейського виробництва TOTALIT M, виробництва США M28, L2; Російського виробництва П-1, ПХК, ПГХК «Завеса»; вартість яких становить від 10 до 14 грн., то видно, що запропонований вогнегасний порошок дешевший 1,9 раза. Річна потреба в такому порошку становить близько 100тонн.

Також на витрату вогнегасного порошку впливає пристрій для його подачі, час гасіння пожежі та час від початку загоряння до початку подачі вогнегасного порошку. При проведенні досліджень існуючих насадок-заспокоювачів для гасіння пожеж класу D магнію та його сплавів макетне вогнище було погашене за 20 с і маса порошку, яка потрапила на об'єкті гасіння при односторонньому відбивачеві заспокоювача, становить 0,63 кг. Використовуючи запропоновану насадку-заспокоювач з двома робочими поверхнями – еліптичним верхом та параболічним відбивачем для гасіння пожеж класу D магнію та його сплавів, макетне вогнище погасили за 7 с, а маса порошку, що потрапила на об'єкт гасіння, є близько 0,920 кг при використаних 0,978 кг, що становить більше 90 % вогнегасної речовини, витраченої на гасіння. Запропонований вогнегасний порошок КМ-1 з використанням двосторонньої насадки-заспокоювача погасив макетну пожежу в 2,9 рази швидше від існуючих засобів та порошків.

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

уперше:

– науково обґрунтовано і розроблено нову рецептуру та технічні вимоги вогнегасного порошку спеціального призначення з вмістом хлориду натрію (до 73,5%, мас.), шлаку металургійного виробництва(до 25%, мас.) та гідрофобного аеросилу (до 1,5%, мас.).

– із застосуванням програмного продукту COSMOSFloWorks змодельовано процес руху та траєкторії твердих частинок запропонованого вогнегасного порошку для гасіння пожеж класу D і науково обґрунтовано параметри насадки-заспокоювача порошкового вогнегасника, придатного для припинення горіння магнію та його сплавів на початковій стадії виникнення пожежі класу D;

набула подальшого розвитку методика з визначення ефективності гасіння пожеж класу D (гасіння магнію, алюмінію та їх сплавів) вогнегасними порошками спеціального призначення;

удосконалено технічний засіб пожежогасіння, застосування якого підвищує ефективність гасіння пожеж класу D, зокрема, магнію та його сплавів, завдяки оптимізації насадки-заспокоювача порошкового вогнегасника, спорядженого розробленим вогнегасним порошком для гасіння пожеж класу D на основі вітчизняної сировинної бази.

Ступінь обґрунтованості наукових результатів та висновків забезпечено ґрунтовним аналізом інформаційних джерел та нормативної бази, застосуванням апробованих методів досліджень та поширеною їх апробацією на наукових та науково-практичних національних та міжнародних конференціях.

Практичне значення результатів роботи та ступінь їх впровадження.

Розроблено конструкцію насадки-заспокоювача для подавання вогнегасного порошку та виготовлено її експериментальний взірець. Розроблено рецептуру вогнегасного порошку спеціального призначення, що дасть змогу виготовляти в Україні вогнегасні засоби для гасіння пожеж класу D.

Дослідний зразок вогнегасника, заповненого вогнегасним порошком спеціального призначення та оснащеного розробленою насадкою-заспокоювачем, застосовується пожежно-рятувальними підрозділами ОРС ЦЗ ДСНС України у Львівській області та отримав схвальні відгуки. Запропонований проект методики може доповнювати нормативні документи та дасть змогу в Україні випускати якісні вогнегасні порошки спеціального призначення. Результати досліджень використовуються у навчальному процесі ЛДУБЖД при викладанні дисциплін «Пожежна тактика», «Тактика пожежогасіння та рятувальних робіт», «Пожежна техніка» та «Охорона праці в галузі»; на ТзОВ НВП «Вогнеборець» при розробці та виготовленні насадки-заспокоювача, вогнегасного порошку для гасіння пожеж класу D, для гасіння магнію та його сплавів; поданий на розгляд проект «Методики з визначення ефективності гасіння пожеж класу D (гасіння магнію, алюмінію та їх сплавів) вогнегасними порошками спеціального призначення» у Державному центрі сертифікації ДСНС України.

Подано 2 патенти України на винахід: «Вогнегасний порошок спеціального призначення «КМ-1»; «Заспокоювач для подавання вогнегасного порошку при гасінні пожеж класу D1».

Дискусійні положення та зауваження до автореферату та дисертації.

- рисунок 1 в авторефераті, як і аналогічний у дисертації не носить інформаційного характеру і є зайвим;
- за текстом як в авторефераті, так і у дисертації не підкреслено, який аеросил застосовано гідрофільний чи гідрофобний, що має принципове значення стосовно забезпечення необхідних показників якості розробленої рецептури вогнегасного порошку спеціального призначення;

- ліва колонка таблиць 1 та 2 (автореферат), як і аналогічна у дисертації є зайвою;
- не зовсім коректно запропоновано назву рис. 8 та 10 (автореферат);
- у преамбулі до висновків після словосполучення «актуального наукового завдання» не потрібно було ставити двокрапку;
- коректніше підпис діаграми 1 було б викласти у редакції «Значення інтенсивності подавання рецептур вогнегасних порошків спеціального призначення, за яких досягнуто гасіння модельного вогнища пожежі з магнієм».

Зауваження не впливають на цілком позитивне сприймання роботи.

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

Повнота викладених основних результатів наукових досліджень дисертації в опублікованих працях та особистий внесок у роботі за співавторства.

Основні результати досліджень опубліковані у 13 наукових працях, із них 6 – у фахових наукових виданнях (з них одна входить в базу Scopus), 7 – у збірниках матеріалів науково-практичних конференцій.

Особистий внесок у статтях, матеріалах та тезах, опублікованих за співавторства відображено в авторефераті, а також в дисертації.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота за темою «Підвищення ефективності порошкового пожежогасіння магнію та його сплавів» є кваліфікованою науковою працею, виконаною особисто здобувачем у вигляді рукопису, вона відповідає формулі і напрямкам досліджень, регламентованих паспортом спеціальності, за якою її представлено до захисту, вона містить висунуті здобувачем нові науково обґрунтовані результати досліджень, які у комплексі вирішують актуальну науково-технічну задачу розроблення рецептури вогнегасного порошку для гасіння магнію та його сплавів та насадки-заспокоювача для подачі вогнегасного порошку. Зміст автореферату і дисертації відповідають вимогам пп. 9, 11-14 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р., № 567 зі змінами, а її автор, Марич Володимир Михайлович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Професор кафедри екологічного аудиту та експертизи Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління, доктор технічних наук, старший науковий співробітник



Л. В. Антонов

Підписати ртн Антонова Л. В.
засвідчує
учасний секретар ДЗ ДЕА

ж.І. Раїлащенко