

УДК 614.841

ВОГНЕГАСНІ ВИПРОБУВАННЯ НОВОЇ ВОДНОЇ ВОГНЕГАСНОЇ РЕЧОВИНИ

DOI: 10.52363/2518-1777-2026-21-13

Пархоменко В.-П. О., ORCID iD 0000-0001-7431-4801

Михалічко Б. М., ORCID iD 0000-0002-5583-9992

Лавренюк О. І., ORCID iD 0000-0003-4509-2896

Пархоменко Р. В., ORCID iD 0009-0008-2954-6767

Пастухов П. В., ORCID iD 0000-0002-3140-1101

Пархоменко Ю. П., ORCID iD 0009-0006-3387-3504

*E-mail: pvpo2018@gmail.com

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції:

10.04.2026

Прийнято: 06.05.2026

Опубліковано:

30.05.2026

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

водна вогнегасна речовина,
амоній карбонат, гасіння пожеж
класу В.

АНОТАЦІЯ

Сучасний технологічний прогрес супроводжується зростанням пожежної небезпеки матеріалів з високими тепловими ефектами горіння, що зумовлює необхідність розробки ефективних вогнегасних засобів. Метою дослідження є експериментальне вивчення вогнегасної ефективності нової водної вогнегасної речовини (ВВР) на основі 50% водно-аміачного розчину амоній карбонату для гасіння пожеж класу «В». У роботі проаналізовано сучасні підходи до модифікації водних вогнегасних речовин хімічними добавками (солі, фосфати, бікарбонати, наночастинки, полімери, рідке скло), які забезпечують охолодження, інгібування, ізоляцію та запобігання повторному займанню. Розроблена ВВР синтезована шляхом розчинення амоній карбонату в 25% водному розчині амоніаку. Фізико-хімічні характеристики речовини визначено гравіметричним методом: густина становить 1,26 г/см³, молярна концентрація – 6,55 моль/л, температура замерзання -58 °С, рН – 12,1. Вогневі випробування проводили на модельному вогнищі 21В (площа 0,66 м²) з використанням автомобільного бензину А-92 Євро-5 Е5 та дизельного палива відповідно до стандартизованої методики. Гасіння здійснювали аерозольним методом за допомогою спеціально розробленої установки. Порівняння проводили з 36% водним розчином карбонату калію та водогінною водою. Експериментально встановлено, що при гасінні бензину нова ВВР забезпечує ліквідацію полум'я за 2 секунди з витратою 280 мл, що в 5 разів швидше і в 4 рази економніше порівняно з розчином К₂СО₃. При гасінні дизельного палива осередок пожежі повністю ліквідовано за 30 секунд з витратою 4200 мл, тоді як аналоги не впоралися з завданням. Висока ефективність зумовлена поєднанням охолоджувального ефекту, хімічного інгібування та виділення негорючих газів при термічному розкладанні амоній карбонату. Отримані результати підтверджують перспективність використання розробленої ВВР для оперативного гасіння пожеж класу «В» з мінімальною витратою речовини. Подальші дослідження спрямовані на оптимізацію складу, розширення сфер застосування на пожежі класу А, оцінку екологічної безпеки та адаптацію до промислового виробництва.

Постановка проблеми. Сучасний технологічний прогрес призводить до активного використання нових матеріалів

з високою пожежною небезпекою та значними тепловими ефектами горіння. Це зумовлює необхідність створення

сучасних вогнегасних засобів, які забезпечують швидку та ефективну ліквідацію пожеж різних класів, зменшують теплове навантаження на пожежників і дозволяють оперативно охолоджувати осередок займання.

Водні вогнегасні речовини (ВВР) посідають одне з провідних місць серед засобів пожежогасіння завдяки своїм унікальним властивостям і доступній вартості. Вони вважаються найбільш універсальними, екологічно безпечними та економічно вигідними засобами передусім завдяки високій теплоємності води, її здатності інтенсивно поглинати теплоту при випаровуванні, а також можливості розчиняти неорганічні солі, які виявляють інгібуючу дію на полум'я. Застосування ВВР дає змогу ефективно знижувати температуру в зоні горіння, запобігати повторному займанню матеріалів і проводити гасіння на значних територіях без надмірних витрат. Саме тому такі речовини залишаються базовим інструментом для підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту [1-4].

Актуальність подальшого вдосконалення ВВР пов'язана з можливістю суттєвого підвищення їхньої ефективності шляхом введення спеціальних хімічних модифікаторів. Такі добавки знижують поверхневий натяг розчинів, сповільнюють випаровування, покращують змочування та проникнення у глибину горючих матеріалів. Модифіковані водні розчини демонструють кращі тепловідвідні властивості, вищу стабільність у широкому діапазоні температур і дозволяють гасити пожежі різних класів з меншою витратою речовини.

Отже, створення нових удосконалених водних вогнегасних речовин є важливим науковим і практичним завданням. Воно спрямоване на підвищення рівня безпеки особового складу, скорочення часу ліквідації пожеж та забезпечення більш ефективного реагування на сучасні пожежні ризики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розробці нових ВВР та вивченню їх ефективності гасіння пожеж різних класів присвячено безліч робіт. Так у роботах [5-13] висвітлено ефективних напрямків покращення властивостей ВВР з використанням хімічних інгібіторів горіння. Зокрема, додавання до складу ВВР таких добавок, як калій хлорид (KCl 3-5 %), натрій хлорид ($NaCl$ 5-10 %), амоній фосфати ($(NH_4)_3PO_4$, $(NH_4)_2HPO_4$ 5-10 %), натрій та калій бікарбонати ($NaHCO_3$, $KHCO_3$ 5-35 %), полігексаметиленгуанідин (ПГМГ 5 %) та наночастинки силіцій(IV) оксид (SiO_2 2-5 %) і алюміній оксид (Al_2O_3 2-5 %) зумовлює комплексну дію на процес гасіння. Вона полягає в охолодженні зони горіння, розбавленні кисню негорючими газами (CO_2 , N_2 , H_2O), хімічному гальмуванню ланцюгових реакцій шляхом дезактивації вільних радикалів $H\cdot$ і $\cdot OH$, а також утворенні ізолюючої плівки на поверхні горючого матеріалу.

Результати вогневих випробувань ВВР з KCl (3-5 %) у поєднанні з гліцерином при гасінні низових лісових пожеж скорочує час гасіння на 30-40 %. ВВР в поєднанні з $NaCl$ (5-10 %) є ефективною при гасінні дизельного біопалива та ЛПЕЖ, а у комбінації з 0,5 % ПАР час полум'яного горіння ЛПЕЖ зменшується на 40-50 %, температура – на 50-60 %, а швидкість тепловиділення – на 35-45 %. Застосування ВВР з амоній фосфатами (5-10 %) при гасінні лісових пожеж на площі 10 м² призводить до скорочення часу гасіння з 20-30 хв до 8-12 хв (на 50-60 %), зменшення температури на 40-50 % і витрати на 30-40 %, запобігаючи повторному займанню протягом щонайменше 10 хв. Використання бікарбонатів (5-35 %) зумовлює зниження тиску вибуху пилоповітряних сумішей на 30-35 %, швидкості поширення полум'я – на 35-45 %, а при гасінні ЛПЕЖ зменшення температури на 25-35 % і витрати на 20-30 %. Наночастинки SiO_2 та Al_2O_3 (2-5 %), які дисперговані ультразвуком протягом 20-60 хв, поглинають тепло, створюють термічний бар'єр і каталізують утворення

негорючих газів, скорочуючи час гасіння метану на 25-35 % і запобігаючи повторному займанню впродовж 5-10 хв.

Результати експериментальних досліджень [14] модифікування ВВР полімерами поліакрилату (Ecofloc A-07 та A-18) суттєво перевершують чисту воду за адгезією (у 7-8 разів) та здатністю утворювати захисну гелеву плівку товщиною 0,0032-0,021 мм, що забезпечує ефективну ізоляцію від кисню та охолодження поверхонь. В'язкість гідрогелів варіювалася від 1 до 21 723 сП залежно від концентрації (0,01-0,5 %) і проявляла псевдопластичні та тиксотропні властивості, дозволяючи стабільне розпилення пожежними стволами. Час набухання часток полімеру суттєво залежав від фракційності (від 10 с для < 63 мкм до 270 с для > 500 мкм), а оптимальна однорідність фракцій 10-200 мкм зменшувала агрегацію. Додатки (КМЦ, SiO₂, Span-80) дозволили регулювати стійкість та кратність піни, а дисперсія полімерів в олії забезпечила сумісність з піноутворювачами. Загалом експерименти підтвердили високу ефективність розроблених ВВР для гасіння пожеж класів А та В за рахунок одночасного охолодження, ізоляції та запобігання повторному займанню при мінімальній витраті речовини.

Ефективність ВВР модифіковані натрієвим склом показано в роботі [15], де в результаті такого поєднання утворюються ефективні гелеутворювальні системи, які одночасно забезпечують охолодження, розбавлення горючого середовища та хімічне інгібування полум'я. Оптимальні склади з вмістом рідкого скла близько 12 % і поташу 12 %, доповнені плівкоутворювальним поверхнево-активним речовинам типу AFFF (0,2 %), показали кращу адгезію до поверхонь, підвищену змочувальну здатність і проникнення в глибину горючих матеріалів порівняно з чистою водою. Лабораторні та натурні випробування підтвердили скорочення часу гасіння пожеж та суттєве зниження ризику повторного займання. Отримані

дані обґрунтовують перспективність застосування таких гелеутворювальних композицій для вдосконалення засобів пожежогасіння класів А і підвищення ефективності протипожежного захисту.

Методи дослідження. Методологія проведення експериментальних досліджень водної вогнегасної речовини відповідно до стандартизованої методики [16]. Аналітичний метод обробки результатів дослідження.

Формулювання мети досліджень. Метою дослідження є проведення експериментальних досліджень ефективності нової водної вогнегасної речовини та визначити основні параметри гасіння.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для приготування водної вогнегасної речовини (ВВР) як основний діючий компонент було використано амоній карбонат – неорганічну сіль, що широко застосовується в хімічному синтезі. У якості розчинника застосовували 25% водний розчин амоніаку.

Синтез концентрованого водно-аміачного розчину амоній карбонату базувався на високій хімічній спорідненості катіонів амонію з розчиненою у воді слабкою основою (NH₄OH), а також на здатності амоній гідроксиду ефективно пригнічувати гідроліз (NH₄)₂CO₃. Пригнічення гідролізу є критично важливим як під час приготування розчину, так і в процесі його подальшої експлуатації.

Отримана водна вогнегасна речовина являє собою 50% водно-аміачний розчин амоній карбонату і призначена для гасіння пожеж класу «В» методом аерозольного пожежогасіння.

Підготовка ВВР здійснювалась шляхом розчинення амоній карбонату у 25% водному розчині амоніаку. Зокрема, 50% розчин отримували шляхом додавання 100,1 масових частин (NH₄)₂CO₃ до 100 масових частин 25% водного розчину амоніаку (масове співвідношення компонентів 1:1). Практично це

реалізовувалося внесенням 10,4 моля (1001 г) амоній карбонату до 1 літра 25% аміачного розчину з подальшим перемішуванням при кімнатній температурі до повного розчинення солі. У процесі розчинення спостерігалось помітне охолодження розчину. Після відновлення кімнатної температури ВВР вважалася готовою до застосування.

Густина отриманого 50% водно-аміачного розчину амоній карбонату визначали гравіметричним методом: після зважування 1 см³ розчину вона становила 1,26 г/см³.

Фізико-хімічні властивості 50% водно-аміачного розчину амоній карбонату та значення молярної та молярної концентрацій наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні характеристики ВВР

ВВР	d (г/с м ³)	C_M (моль/ л)	C_m (моль/1к г розчинн ика)	$T_{\text{замерзання}}$ (°С)	pH
50% водно- аміачний розчин (NH ₄) ₂ CO	1,26	6,55	10,41	-58	12,1

Вогневі випробування проводились за стандартизованою методикою для визначення вогнегасної ефективності ВВР для гасіння пожеж класу В [16]. Експериментальні дослідження проводились на спеціалізованому відкритому майданчику для проведення вогневих випробувань на базі лабораторії пожежної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.

Умови проведення вогневих випробувань:

- температура довкілля під час проведення дослідіу становила +15 °С;
- швидкість вітру повинна 2 м/с.

Настил майданчика для випробувань виконано з бетонних плит розміром 1,0 x 5,0 x 0,4 м, в центрі якого розміщувався осередок горіння, у вигляді циліндричного деко. Дана ємність відповідає модельному

вогнищу 21В з наступними характеристиками: об'єм рідини 21 л, внутрішній діаметр на рівні верхнього краю борта 920 мм, висота 150 мм, товщина стінок 2 мм, площа модельного вогнища пожежі 0,66 м².

Додатково використовувались мірна ємність для визначення витрат ВВР, пристрою для подачі в осередок горіння водного аерозолю та секундомір.

В якості пристрою для подачі ВВР в осередок горіння є власноруч розроблена установка, що складається з вогнегасника ємністю 5 л, насадки для подачі аерозолю ВВР, композитного балону з повітрям ємністю 6,8 л, оснащеного манометром.



Рисунок 1 – Схема установки для проведення вогнегасних випробувань ВВР:

1 – балон із стиснутим повітрям, 2 – манометр, 3 – вогнегасник переносний, 4 – насадка розприскувач, 5 – деко з горючою рідиною (вогнище класу «В»)

Оператор, який буде приводити в дію установку аерозольного гасіння, повинен бути забезпечений захисним одягом в цілях безпеки праці. В даному випадку використовувався захисний одяг пожежного (загального призначення), рукавиці пожежні та пожежна каска.

Відповідно до методики [16] посередині бетонного настилу розміщували деко, яке наповнювали на 2/3 об'єму водою, поверх якої наливали горючу рідину (1/3 об'єму) і підпалювали. Як горючу речовину використовували бензин автомобільний А-92 Євро-5 Е5 та дизельне паливо характеристики яких відповідають Державним стандартам України [17-18].

Вільне горіння тривало 60 с до моменту закипання горючої рідини, після чого в осередок горіння вносили аерозоль ВВР. Для забезпечення відтворюваності та достовірності результатів проводять щонайменше 3 випробування для кожного варіанту умов експерименту. Оператор визначав середній час гасіння (Δt , с) та середній об'єм ВВР витраченої на гасіння (V , мл) порівняно із 36% водним розчином K_2CO_3 [19] та водогінною водою.

Результати проведення вогневих випробувань ефективності ВВР подані в табл. 4.

Таблиця 4 – Результати експериментальних досліджень

ВВР	Бензин автомобільний А-92 Євро-5 Е5		Дизельне паливо	
	V , мл	Δt , с	V , мл	Δt , с
50% водно-аміачний розчин $(NH_4)_2CO_3$	280	2	4200	30
36% водний розчин K_2CO_3	1150	10	3450	30*
Водогінна вода	4930	29*	4930	29*

* гасіння полум'я не відбулося; за вказаний проміжок часу повністю вичерпалась ВВР

Отже, експериментальні дослідження показали, що гасіння осередків пожеж класу В, зумовлених горінням автомобільного бензину, 50%-ним водно-аміачним розчином $(NH_4)_2CO_3$ порівняно з іншою ВВР – 36%-ним водним розчином K_2CO_3 відбувається у 5 разів швидше. Окрім того, використовуючи розроблену ВВР були загашені осередки пожеж класу В, зумовлених горінням дизельного палива, тоді як 36%-ним водним розчином K_2CO_3 та водогінною водою загасити такі осередки пожеж не вдалося.

Висновки і перспективи подальших розвиток у даному напрямку. Проведені експериментальні дослідження підтвердили високу вогнегасну ефективність розробленої 50% водно-аміачної вогнегасної речовини на основі

амоній карбонату для гасіння пожеж класу «В».

Отримані результати свідчать, що при гасінні модельного вогнища 21В з автомобільним бензином А-92 Євро-5 Е5 нова ВВР забезпечує гасіння за 2 секунди при витраті лише 280 мл розчину. Це в 5 разів швидше і потребує приблизно в 4 рази меншої витрати порівняно з 36% водним розчином карбонату калію (1150 мл, 10 с).

При гасінні дизельного палива перевага розробленої речовини є ще більш виразною: осередок пожежі вдалося повністю загасити за 30 секунд з витратою 4200 мл, тоді як 36% розчин K_2CO_3 та звичайна водогінна вода за аналогічний час не змогли ліквідувати полум'я і повністю вичерпалися.

Така висока ефективність зумовлена комплексною дією компонентів: охолоджувальним ефектом водної основи, інгібуючою дією амоній-іонів, а також виділенням негорючих газів (аміаку та діоксиду вуглецю) при термічному розкладанні амоній карбонату безпосередньо в зоні горіння. Це сприяє швидкому зниженню температури, розбавленню кисню та хімічному гальмуванню ланцюгових реакцій горіння. Фізико-хімічні характеристики розробленої ВВР (густина 1,26 г/см³, рН 12,1, температура замерзання –58 °С, висока молярна концентрація) роблять її придатною для застосування в широкому діапазоні температур, у тому числі в умовах низьких зимових температур, що є важливою перевагою порівняно з багатьма традиційними водними композиціями.

Таким чином, 50% водно-аміачний розчин амоній карбонату можна вважати перспективною вогнегасною речовиною для аерозольного гасіння пожеж класу «В», спричинених горінням легкозаймистих і горючих рідин (бензин, дизельне паливо), яка перевершує за ефективністю ряд відомих аналогових розчинів неорганічних солей.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку є: вивчення токсикологічних та екологічних аспектів

застосування ВВР, особливо з урахуванням можливого виділення аміаку, з метою забезпечення безпеки особового складу пожежно-рятувальних підрозділів; розробка технології промислового виробництва та стабілізації

концентрованого розчину для тривалого зберігання; полігонні випробування на реальних осередках пожеж більших масштабів, що будуть імітувати горіння резервуару на складах нафтопродуктів.

Конфлікт інтересів: Лавренюк О. І. є членом редакційної колегії журналу «Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека», але не брала жодної участі в процесі рецензування цієї статті, обговоренні чи прийнятті рішення щодо її публікації. Процедура розгляду рукопису повністю забезпечувалася незалежними членами редколегії та зовнішніми рецензентами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Карвацька М.Я., Лавренюк О.І., Михалічко Б.М. Сучасний стан і напрями вдосконалення водних вогнегасних речовин. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*, 2023. № 1 (15) С. 92-100. URL: [https://doi.org/10.52363/nvcz.2023.1\(15\).92-100](https://doi.org/10.52363/nvcz.2023.1(15).92-100).
2. Пархоменко В.-П.О., Михалічко Б.М., Лавренюк О.І., Пархоменко Р.В., Кравець І.П. Інноваційні розробки та сучасні методи підвищення ефективності водних вогнегасних розчинів за допомогою змочувачів. *Пожежна безпека: зб. наук. пр.* Львів: ЛДУ БЖД, 2025. № 46. С. 97-105. URL: <https://doi.org/10.32447/20786662.46.2025.10>.
3. Пархоменко В.-П.О., Михалічко Б.М., Пархоменко Р.В. Сучасний стан використання у пожежогасінні та способи підвищення ефективності водних вогнегасних розчинів за допомогою змочувачів. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. Київ: ІДУ НД ЦЗ, 2025. № 1 (19). С. 80-87. URL: [https://doi.org/10.52363/nvcz.2025.1\(19\).79-88](https://doi.org/10.52363/nvcz.2025.1(19).79-88).
4. Anatolii Kodrik, Oleksandr Titenko, Sergiy Zhartovskyi, Andriy Borisov, Andriy Shvydenko Theoretical Prerequisites for Creating a Fire-Extinguishing Solution Based on Water-Absorbing Polymer Ecoflocf-07 for Extinguishing Fires in Ecosystems. *Key Engineering Materials*, 2022. Volume 927. P. 87-104. URL: <https://doi.org/10.4028/p-647f1v>.
5. Савельєв Дмитро Ігорович Підвищення ефективності гасіння низових лісових пожеж шляхом використання бінарних вогнегасних систем з роздільним подаванням: дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 21.06.02. Харків, 2020. 170 с.
6. Дадашов Ільгар Фірдосі огли Розвиток наукових основ гасіння горючих рідин твердими пористими матеріалами та гелеутворюючими системами: дис. на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук: 21.06.02. Харків, 2019. 391 с.
7. Скоробагачко Т. М., Антонов А. В., Боровиков В. О. Особливості процесів горіння дизельного біопалива, його сумішей з нафтовим дизельним паливом та процесів взаємодії вогнегасних речовин з полум'ям під час їх гасіння. *Інтернаука: Міжнародний науковий журнал*. 2 т. Розділ Технічні науки, 2019. № 11 (73). С. 52-63. URL: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2019-11-5112>.
8. Du, C.Y., Yang, Y., Zhai, J., Zhai J., Yang X.-Z., Tang Y., Dong X.-L. Effectiveness evaluation of fine water mist venturi nozzle systems with composite additives in improving fire suppression in polyurethane fires. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2024. Volume 149. P. 13495-13510. URL: <https://doi.org/10.1007/s10973-024-13666-8>.
9. Магльована Т.В. Фізико-хімічні властивості водних вогнегасних речовин на основі полігексаметиленгуанідину. *Пожежна безпека: теорія і практика: зб. наук. праць*, 2014. №17. С. 67-72.
10. Mark Vuozzo Fire inhibitor formulation. Patent US9920250B. USA, 2018.
11. Zhai, XW., Pan, WJ., Xiao, Y. Wang S., Ouyang L. Inhibition of coal spontaneous combustion by an environment-friendly, water-based fire extinguishing agent. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2021. Vol. 144. 325-334. URL: <https://doi.org/10.1007/s10973-020-10101-6>.
12. Zhang, M. Jialiang Liu, Yilin Lai, Hao Liu, Hao Chen, Maosong Fan, Mengmeng Geng. Fire Extinguishing Effect of Reignition Inhibitor on Lithium Iron Phosphate Storage Battery Module. The proceedings of the 10th Frontier Academic Forum of Electrical Engineering (FAFEE2022). FAFEE 2022. *Lecture Notes in Electrical Engineering*. Springer, Singapore, 2023. Vol 1054. P. 703-711. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-99-3408-9_60.
13. Zhang, L., Jin, K., Sun, J. Wang, Q. A Review of Fire-Extinguishing Agents and Fire Suppression Strategies for Lithium-Ion Batteries Fire. *Fire Technology*, 2024. Vol. 60. P. 817-858. URL: <https://doi.org/10.1007/s10694-022-01278-3>
14. Стилик І.Г., Пономаренко Р.В., Кодрик А.І., Тітенко О. М., Борисов А.В., Добростан О.В. Дослідження фізико-хімічних властивостей водних вогнегасних речовин на основі полімерів поліакрилату. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*, 2025. № 1 (19). С. 65-78. URL: [https://doi.org/10.52363/nvcz.2025.1\(19\).65-78](https://doi.org/10.52363/nvcz.2025.1(19).65-78)
15. Кодрик А.І., Коваленко В.В., Тітенко О.М., Борисов А.В., Стилик І.Г., Борисова А.С. Шляхи підвищення ефективності водних вогнегасних речовин на основі рідкого скла. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*, 2022. № 1(13). С. 24-34. URL: [https://doi.org/10.52363/nvcz.2022.1\(13\).24-34](https://doi.org/10.52363/nvcz.2022.1(13).24-34)
16. ДСТУ EN 3-7:2014 Вогнегасники переносні. Частина 7. Характеристики, вимоги до робочих параметрів і методи випробувань (EN 3-7:2004+A1:2007, IDT).
17. ДСТУ 7687:2015 Бензини автомобільні Євро. Технічні умови.
18. ДСТУ 7688:2015 Паливо дизельне Євро. Технічні умови.
19. Антонов А.В., Ковалішин В.В., Турчин А.І., Козяр Н.М. Водна вогнегасна речовина для гасіння тонкорозпиленими струменями пожеж класів "А" та "В" за ГОСТом 27331-87 з використанням від -30 до +50°C. Патент на корисну модель № 52969 Україна: У МПК А62D 1/02 (2006.01). № u200911293; заявл. 06.11.2009; опубл. 27.09.2009; бюл. № 18.

REFERENCES

1. Karvatska M.Ya., Lavreniuk O.I., Mykhalichko B.M. (2023). Suchasnyi stan i napriamy vdoskonalennia vodnykh vohnehasnykh rehovyn. *Naukovyi visnyk: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka*, 1 (15), 92-100. [in Ukrainian]. doi: [https://doi.org/10.52363/nvcz.2023.1\(15\).92-100](https://doi.org/10.52363/nvcz.2023.1(15).92-100).
2. Parkhomenko V.-P.O., Mykhalichko B.M. & Kravets I.P. (2025). Innovatsiini rozrobky ta suchasni metody pidvyshchennia efektyvnosti vodnykh vohnehasnykh rozchyniv za dopomohoiu inhibitoriv. *Pozhezhna bezpeka*, 46, 97-105. [in Ukrainian]. doi: <https://doi.org/10.32447/20786662.46.2025.10>.
3. Parkhomenko V.-P.O., Mykhalichko B.M., Parkhomenko R.V. (2025). Suchasnyi stan vykorystannia u pozhezhoasinni ta sposoby pidvyshchennia efektyvnosti vodnykh vohnehasnykh rozchyniv za dopomohoiu zmochuvachiv. *Naukovyi visnyk: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka*, 1 (19), 80-87. [in Ukrainian]. doi: [https://doi.org/10.52363/nvcz.2025.1\(19\).79-88](https://doi.org/10.52363/nvcz.2025.1(19).79-88).
4. Anatolii Kodrik, Oleksandr Titenko & Andriy Shvydenko (2022). Theoretical Prerequisites for Creating a Fire-Extinguishing Solution Based on Water-Absorbing Polymer Ecoflocf-07 for Extinguishing Fires in Ecosystems. *Key Engineering Materials*, 927, 87-104. doi: <https://doi.org/10.4028/p-647f1v>.
5. Saveliev D. I. (2020). *Pidvyshchennia efektyvnosti hasinnia nyzovykh lisovykh pozhezh shliakhom vykorystannia binarnykh vohnehasnykh system z rozdilnym podavanniam: PhD Dissertation*. Kharkiv.
6. Dadashov I. F. (2019). *Rozvytok naukovykh osnov hasinnia horiuchykh ridyn tverdymy porystymy materialamy ta heleutvoriuuchymy systemamy: Doktor Dissertation*. Kharkiv.
7. Skorobahatko T.M., Antonov A.V., Borovykov V.O. (2019). Osoblyvosti protsesiv horinnia dyzelnoho biopalyva, yoho sumishei z naftovym dyzelnym palyvom ta protsesiv vzaiemodii vohnehasnykh rehovyn z polumiam pid chas yikh hasinnia. *Internauka: Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal*, 2 t. Rozdil Tekhnichni nauky, 11 (73), 52-63. [in Ukrainian]. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2019-11-5112>.
8. Du, C.Y., Yang, Y. & Dong X.-L. (2024). Effectiveness evaluation of fine water mist venturi nozzle systems with composite additives in improving fire suppression in polyurethane fires. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 149, 13495-13510. doi: <https://doi.org/10.1007/s10973-024-13666-8>.
9. Mahlova T.V. (2014). *Fyzyko-khimichni vlastyvoli vodnykh vohnehasnykh rehovyn na osnovi poliheksametylenhuanidynu. Pozhezhna bezpeka: teoriia i praktyka: zb. nauk. prats*, 17, 67-72.
10. Mark Vuozzo (2018). *Fire inhibitor formulation*. Patent US9920250B.
11. Zhai, X.W., Pan, W.J. & Ouyang L. (2021). Inhibition of coal spontaneous combustion by an environment-friendly, water-based fire extinguishing agent. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 144, 325-334. doi: <https://doi.org/10.1007/s10973-020-10101-6>.
12. Zhang, M. Jialiang Liu & Mengmeng Geng (2023). Fire Extinguishing Effect of Reignition Inhibitor on Lithium Iron Phosphate Storage Battery Module. *The proceedings of the 10th Frontier Academic Forum of Electrical Engineering (FAFEE2022)*. FAFEE 2022. *Lecture Notes in Electrical Engineering*. Springer, Singapore, 1054, 703-711. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-99-3408-9_60.
13. Zhang, L., Jin, K., Sun, J. & Wang, Q. (2024). A Review of Fire-Extinguishing Agents and Fire Suppression Strategies for Lithium-Ion Batteries Fire. *Fire Technology*, 60, 817-858. doi: <https://doi.org/10.1007/s10694-022-01278-3>.
14. Stylyk I.H., Ponomarenko R.V. & Dobrostan O.V. (2025). Doslidzhennia fyzyko-khimichnykh vlastyvolei vodnykh vohnehasnykh rehovyn na osnovi polimeriv poliakrylatu. *Naukovyi visnyk: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka*, 1 (19), 65-78. doi: [https://doi.org/10.52363/nvcz.2025.1\(19\).65-78](https://doi.org/10.52363/nvcz.2025.1(19).65-78).
15. Kodryk A.I., Kovalenko V.V. & Borysova A.S. (2022). Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti vodnykh vohnehasnykh rehovyn na osnovi ridkoho skla. *Naukovyi visnyk: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka*, 1(13), 24-34. doi: [https://doi.org/10.52363/nvcz.2022.1\(13\).24-34](https://doi.org/10.52363/nvcz.2022.1(13).24-34).
16. DSTU EN 3-7:2014 *Vohnehasnyky perenosni. Chastyna 7. Kharakterystyky, vymohy do robochykh parametriv i metody vyprobuvan (EN 3-7:2004+A1:2007, IDT)*.
17. DSTU 7687:2015 *Benzyny avtomobilni Yevro. Tekhnichni umovy*.
18. DSTU 7688:2015 *Palyvo dyzelne Yevro. Tekhnichni umovy*.
19. Antonov A.V., Kovalyshyn V.V., Turchyn A.I., Koziar N.M. *Vodna vohnehasna rehovyna dlia hasinnia tonkorozpylenymy strumeniamy pozhezh klasiv "A" ta "V" za HOSTom 27331-87 z vykorystanniam vid -30 do +50°C. Patent na korysnu model № 52969 Ukraina: U MPK A62D 1/02 (2006.01). № u200911293; zaiavl. 06.11.2009; opubl. 27.09.2009; biul. № 18.*

FIRE SUPPRESSION TESTS OF A NEW WATER-BASED FIRE SUPPRESSANT

V.-P. Parkhomenko, B. Mykhalichko, H. Lavrenyuk, R. Parkhomenko, P. Pastukhov, Y. Parkhomenko

Lviv State University of Life Safety, Ukraine

KEYWORDS: ABSTRACT

water-based
fire-
extinguishing
agent,
ammonium
carbonate,
Class B fire
extinguishing.

Modern technological progress is accompanied by an increase in the fire hazard of materials with high thermal effects of combustion, which necessitates the development of effective fire-extinguishing agents. The aim of the study is the experimental investigation of the fire-extinguishing efficiency of a new water-based fire-extinguishing agent (WFA) based on a 50% aqueous-ammonia solution of ammonium carbonate for extinguishing Class B fires. The paper analyzes current approaches to modifying water-based fire-extinguishing agents with chemical additives (salts, phosphates, bicarbonates, nanoparticles, polymers, and liquid glass), which provide cooling, inhibition, isolation, and prevention of re-ignition. The developed WFA was synthesized by dissolving ammonium carbonate in a 25% aqueous ammonia solution. The physicochemical characteristics of the agent were determined by the gravimetric method: density is 1.26 g/cm³, molar concentration is 6.55 mol/L, freezing point is -58 °C, and pH is 12.1. Fire tests were conducted on a Model 21B fire pan (area 0.66 m²) using A-92 Euro-5 E5 automotive gasoline and diesel fuel in accordance with the standardized methodology. Extinguishing was performed by the aerosol method using a specially designed installation. The results were compared with a 36% aqueous solution of potassium carbonate and tap water. It was experimentally established that when extinguishing gasoline, the new WFA ensures flame elimination in 2 seconds with a consumption of only 280 ml, which is 5 times faster and approximately 4 times more economical compared to the K₂CO₃ solution. When extinguishing diesel fuel, the fire seat was completely eliminated in 30 seconds with a consumption of 4200 ml, whereas the reference agents failed to cope with the task. The high efficiency is due to the combination of the cooling effect, chemical inhibition, and the release of non-combustible gases (ammonia and carbon dioxide) during the thermal decomposition of ammonium carbonate. The obtained results confirm the prospects of using the developed WFA for rapid extinguishing of Class B fires with minimal consumption of the agent. Further research is aimed at optimizing the composition, expanding the scope of application to Class A fires, assessing environmental safety, and adapting the technology for industrial production.