

## ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне і практичне значення результатів дисертації СТИЛИКА Ігоря Геннадійовича на тему «Підвищення ефективності водних вогнегасних речовин на основі гелеутворюючих полімерних сполук», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека»

### **1. Обґрунтування вибору теми дослідження та її зв'язок із планами наукових робіт університету.**

Дисертаційну роботу виконано в Інституті наукових досліджень з цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України в рамках в рамках замовлення Інституту державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту на науково-дослідні роботи «Розроблення нових рецептур концентратів водної вогнегасної речовини з підвищеною вогнегасною здатністю шляхом їх модифікації новітніми гелеутворюючими речовинами та технології їх отримання і подавання в залежності від напрямку подальшого використання під час гасіння пожежі» (ДР № 0123U102128), де дисертаційне дослідження є складовою науково-дослідної роботи.

**Актуальність теми дисертаційної роботи.** Актуальність теми дослідження. Одним із головних напрямів підвищення ефективності водних вогнегасних засобів є удосконалення їх фізико-хімічних властивостей в контексті виконання завдань пасивного та активного протипожежного захисту об'єктів. Головним недоліком води, як основної вогнегасної речовини, є низький коефіцієнт її корисного використання. Високий поверхневий натяг, недостатня змочувальна здатність призводять до швидкого стікання великої кількості води з поверхонь горючих матеріалів, що в результаті не бере участь в процесі гасіння пожежі. Покращення властивостей води можливо за рахунок додавання модифікаторів, що змінюють її поверхневий натяг, змочувальну здатність, в'язкість, дисперсність крапель, та/або введенням інгібіторів та формуванням пінних розчинів (особливо за допомогою систем примусового подавання додаткового повітря).

Одним з напрямків посилення вогнегасних властивостей води є їх модифікування полімерними гелеутворюючими сполуками. Вони відзначаються простотою застосування, забезпечують економію витрат водних вогнегасних речовин завдяки підвищеній в'язкості, дозволяють утворювати захисні плівки та регулювати дисперсність робочого середовища. Такі системи можуть поєднувати повний комплекс механізмів припинення горіння – охолодження, ізолювання, флегматизування (розведення) та інгібування, що забезпечує їх ефективну дію при гасінні пожеж речовин і матеріалів класу А та В.

Значна кількість зарубіжних та вітчизняних досліджень присвячена

проблематиці створення складів та технологій застосування вогнегасних розчинів на основі полімерних гелеутворюючих сполук. У наукових працях

Значна частина відомих гелеутворюючих систем є двокомпонентними, застосування яких зазвичай передбачає роздільне подавання компонентів гелеутворюючих систем на поверхню горючого матеріалу, що вносить суттєві обмеження на можливість використання таких вогнегасних речовин. Створення ж ефективних складів концентратів для водних вогнегасних розчинів на базі полімерних гелеутворюючих сполук, що могли б поєднувати чотири основні механізми припинення горіння, досі розкрито недостатньо. Особливо актуальним залишається визначення оптимальних складів та концентрацій гелевих модифікаторів для генерації таких систем та наукове обґрунтування їх впливу на вогнегасну здатність.

З огляду на зазначене, вирішення науково-технічної задачі щодо підвищення ефективності водних вогнегасних речовин, модифікованих полімерними гелеутворюючими сполуками, та розроблення їх нових ефективних складів є актуальним завданням, що має важливе практичне значення для підвищення рівня пожежної безпеки об'єктів. **Метою роботи** є розкриття закономірностей впливу параметрів протипожежних карнизів на запобігання поширенню пожежі ззовні будівлі на вище розташовані поверхні та різні функціональні зони будівлі, як наукове підґрунтя для удосконалення вимог їх пожежної безпеки.

**Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання досліджень:**

1. Проаналізувати сучасні підходи до ліквідації пожеж із використанням водних вогнегасних речовин та визначити напрями підвищення їх ефективності за рахунок застосування гелеутворюючих сполук на полімерній основі.

2. Дослідити фізико-хімічні властивості водних вогнегасних речовин, модифікованих полімерними гелеутворювачами, та обґрунтувати вибір компонентів для створення гелеутворюючої композиції на основі поліакрилату.

3. Розробити рецептуру модифікованої вогнегасної речовини на основі гелеутворюючого поліакрилату для гасіння пожеж речовин і матеріалів класів А і В, а також для формування вогнезахисних смуг в екосистемах.

4. Провести перевірку достовірності результатів досліджень модифікованої вогнегасної речовини шляхом проведення вогневих експериментальних досліджень із визначення їх вогнегасної здатності під час гасіння пожеж речовин і матеріалів класу А та В, можливості стримування низових пожеж в екосистемах та розробити методичні рекомендації щодо її приготування та застосування.

**Об'єкт дослідження** – вогнегасні та вогнезахисні властивості водних вогнегасних речовин на основі полімерних гелеутворюючих сполук.

**Предмет дослідження** – вплив фізико-хімічних властивостей композицій полімерних гелеутворюючих сполук на основі водопоглинаючого гелеутворюючого поліакрилату у складі водних вогнегасних речовин на процеси займання, розвитку та припинення горіння

речовин і матеріалів пожеж класів А та В.

### **Методи дослідження.**

У процесі роботи було застосовано комплексний підхід, який поєднував аналітичні, експериментальні та математичні методи, що дозволило забезпечити всебічний аналіз та достовірність отриманих даних.

Теоретичний та аналітичний етап. Дослідження розпочалося з аналізу і синтезу існуючих наукових праць, монографій та нормативно-технічної документації. Цей етап був критично важливим для вивчення та узагальнення сучасних підходів до створення нових рецептур вогнегасних гелеутворюючих речовин. Також було проаналізовано довідкові дані та нормативні документи, що регламентують методи дослідження властивостей водних, пінних і гелеутворюючих речовин, що дозволило визначити оптимальні параметри для проведення подальших експериментів.

Математичне моделювання та статистична обробка. Для точного визначення динамічної в'язкості гелеутворюючих речовин було застосовано математичне моделювання процесу руху кульки у в'язкому гелевому середовищі, що дозволило отримати кількісні показники, які були неможливими для точного вимірювання стандартними методами. Усі отримані експериментальні дані були оброблені за допомогою методів математичної статистики, включаючи визначення середньоквадратичного відхилення. Також було застосовано метод планування експерименту, що дало змогу мінімізувати кількість дослідів і забезпечити високу достовірність результатів.

Експериментальні дослідження. Основною частиною роботи були експериментальні дослідження, метою проведення яких було оцінювання фізико-хімічних властивостей розроблених гелеутворюючих вогнегасних речовин. Особливу увагу було приділено вивченню залежностей цих властивостей від складу, а також впливу різних типів і концентрацій гелеутворюючих сполук та домішок на кінцеві експлуатаційні властивості гелевих вогнегасних речовин.

**Достовірність та обґрунтованість результатів** зумовлені послідовним і системним характером проведеного дослідження. У роботі застосовано комплексний підхід, що поєднує аналітичні, експериментальні та розрахункові методи, засновані на принципах наукової добросовісності й точності. Вихідні дані сформовано за результатами критичного аналізу наукових джерел, теоретичних моделей та експериментальних спостережень.

Отримані результати підтверджено співставленням теоретичних положень із результатами вогневих випробувань і верифіковано за допомогою сучасного програмного та математичного інструментарію. Узгодженість між експериментом і розрахунками свідчить про коректність прийнятих методичних підходів. Виявлені закономірності узгоджуються з відомими науковими даними, що додатково підтверджує їх наукову достовірність.

Основні положення та результати дослідження пройшли апробацію на

міжнародних науково-практичних конференціях і опубліковані у вітчизняних та закордонних фахових виданнях, що засвідчує їх наукову та практичну значущість.

**Наукові положення, розроблені особисто дисертантом, та їх новизна полягає в наступному:**

1. **Вперше встановлено** закономірність впливу концентрації полімерного водопоглинаючого гелеутворювача на основі поліакрилату у складі водної вогнегасної речовини на показник адгезії гідрогелю до поверхні деревини, що описується квадратичною залежністю:

$$\gamma = -0,06p^2 + 1,8p + 2,5, \text{ мкм}$$

де:  $\gamma$  – показник адгезії, мкм;

$p$  – концентрація гелеутворювача в розчині, мас. %;

що дозволяє визначити необхідну концентрацію гелеутворювача для забезпечення підвищеної утримувальної здатності вогнегасної речовини на поверхнях твердих горючих матеріалів та підвищити охолодження осередку пожежі.

2. **Встановлено** закономірність впливу концентрації полімерного водопоглинаючого гелеутворювача на основі поліакрилату у складі водної вогнегасної речовини на в'язкість вогнегасного розчину, що описується експоненційною залежністю:

$$\mu = 1,75 \cdot \exp(10,394 \cdot p), \text{ сП}$$

де:  $\mu$  – в'язкість вогнегасної речовини, сП;

$p$  – концентрація гелеутворювача в розчині, мас. %;

що забезпечує можливість регулювання реологічних властивостей вогнегасної речовини залежно від умов пожежогасіння.

3. **Визначено** оптимальний склад концентрату нової водної вогнегасної речовини: гелеутворюючий поліакрилат – 28 мас. %; олія рапсова рафінована – 24 мас. %; піноутворювач загального призначення – 4 мас. %; вода – 44 мас.% та запропоновано технологію його створення, яка полягає в тому, що на першому етапі проводиться змішування поліакрилату з рапсовою рафінованою олією до стану однорідної речовини, а на другому етапі проводиться змішування суміші поліакрилату та олії із піноутворювачем та водою.

4. **Набуло подальшого розвитку:** уявлення про природу комплексної вогнегасної дії модифікованих водних вогнегасних речовин (реалізацію ефектів охолодження, інгібування, флегматизації (розведення), ізоляції) за рахунок введення багатокомпонентних гелевих систем, які, на відміну від традиційних водних вогнегасних/вогнегасних засобів, додатково

забезпечують реалізацію пролонгованого вогнегасного/вогнезахисного ефекту, підвищену адгезію до твердих горючих поверхонь та ефективно стримування повторного займання і поширення пожежі.

**Рівень теоретичної підготовки здобувача, рівень обізнаності дисертанта з результатами наукових досліджень інших учених.**

Здобувач володіє високим рівнем теоретичної підготовки та вміння опанувати сучасні інформаційні технології. Здобувач добре орієнтується в сучасних досягненнях вітчизняних та закордонних вчених за напрямом роботи.

**Практичне значення отриманих результатів** Практична цінність проведеного дослідження полягає у створенні нової гелеутворюючої вогнегасної речовини, здатної ефективно поєднувати охолоджувальну, ізолюючу та змочувальну дію. Розроблений склад забезпечує формування стабільного гелевого шару, який зменшує тепловий вплив на поверхню, перешкоджає повторному займанню та сприяє тривалому утриманню вологи у зоні горіння.

Отримані результати відкривають можливість удосконалення технологій локалізації та ліквідації пожеж різних матеріалів. Запропоновані підходи можуть бути використані під час розроблення нових типів водних вогнегасних засобів, у тому числі для застосування підрозділами оперативного реагування у складних умовах гасіння.

Реалізація результатів дослідження у виробничих і практичних умовах сприятиме зменшенню витрат води, скороченню часу гасіння та підвищенню загального рівня пожежної безпеки об'єктів різного призначення.

Результати дисертаційної роботи впроваджені в наступному:

1. У діяльність ТОВ НАУКОВО-ВИРОБНИЧА ФІРМА «ФАКТОР» у розрізі розширення номенклатури продукції підприємства шляхом інтеграції запропонованих гелеутворюючих компонентів у склади вогнегасних речовин (Акт впровадження від 10.12.2025).

2. У діяльність Інституту наукових досліджень з цивільного захисту Національного університету цивільного захисту України (надалі – ІНДЦЗ НУЦЗ України) у розрізі використання у науково-дослідному центрі досліджень та випробувань Інституту наукових досліджень з цивільного захисту ІНДЦЗ НУЦЗ України запропонованої методики експериментальних досліджень з визначення динамічної в'язкості колоїдних розчинів в діапазоні від 0,05 сП до 20000 сП. (Акт впровадження від 05.01.2026).

3. У діяльність Мобільного центру швидкого реагування безпілотних систем ДСНС шляхом апробації технології застосування водної вогнегасної композиції, модифікованої гелеутворюючими полімерними сполуками, із використанням безпілотних літальних апаратів (дронів) на висоті до 70 метрів. Впровадження забезпечило підтвердження працездатності технологічних рішень, запропонованих у дисертаційній роботі, а також створило науково-практичне підґрунтя для можливості їх подальшого застосування із використанням безпілотних літальних апаратів.

(Акт впровадження від 02.04.2026).

**Повнота викладу матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок здобувача в публікації.**

Особистий внесок здобувача та результати дисертації повною мірою викладені в зазначених публікаціях.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації.

**Публікації в наукових фахових виданнях України:**

1. Кодрик А., Коваленко В., Тітенко О., Борисов А., Стилик І., Борисова А. Шляхи підвищення ефективності водних вогнегасних речовин на основі рідкого скла *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2022. № 1 (13) – С.24-34. DOI: [https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.1\(13\).24-34](https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.1(13).24-34).

*Особистий внесок автора. Прийняв участь у формулюванні наукової проблеми, мети та завдань дослідження; виконав аналітичний огляд сучасних методів підвищення ефективності водних вогнегасних речовин; розробив програму та методику експериментальних досліджень; провів лабораторні та натурні дослідження; здійснив аналіз та узагальнення експериментальних даних; оформив таблиці та графічні матеріали; брав участь у редагуванні та погодженні остаточного варіанту статті перед поданням до друку.*

2. Кодрик А., Тітенко О., Борисов А., Мороз О., Тимошенко О., Стилик І. Можливості використання полімерних гелевих розчинів при гасіння сміттєзвалищ та полігонів твердих побутових відходів. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2022. № 2 (14). С.122-133. DOI: [https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.2\(14\).122-133](https://doi.org/10.33269/nvcz.2022.2(14).122-133).

*Особистий внесок – виконав детальний аналіз вітчизняних і зарубіжних джерел щодо методів гасіння пожеж на сміттєзвалищах; приймав участь у розробленні програми та методики експериментальних досліджень з визначення вогнегасної ефективності полімерних гелевих розчинів; провів серію експериментів з визначення в'язкості гідрогелів та їх впливу на процес просочування в пористих середовищах; здійснив обробку та узагальнення результатів експериментальних досліджень; підготував текстові розділи статті, зокрема опис методів дослідження, експериментальної частини та висновків; брав участь у редагуванні остаточного варіанту рукопису.*

3. Стилик І., Кодрик А., Борисов А., Тітенко О., Куценко М. Щодо можливості використання розчинів на основі сополімерів акриламідю для створення загороджувальних смуг під час пожеж в екосистемах. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2024. № 2 (18). С.75-81. DOI: [https://doi.org/10.33269/nvcz.2024.2\(18\).75-81](https://doi.org/10.33269/nvcz.2024.2(18).75-81).

*Особистий внесок – провів аналітичний огляд наукових публікацій і технічних рішень, що стосуються створення загороджувальних смуг з використанням полімерних гелеутворювачів. Провів заплановані експериментальні дослідження, зокрема дослідження адгезійних*

властивостей полімерних гелів. Приймав участь в аналізі, узагальненні та інтерпретації отриманих даних. Підготував окремі розділи рукопису, у тому числі опис методології та результатів досліджень.

4. **Стилик І.**, Пономаренко Р., Кодрик А., Тітенко О., Борисов А., Добростан О. Дослідження фізико-хімічних властивостей водних вогнегасних речовин на основі полімерів поліакрилату. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2025. № 1 (19). С.65-78. DOI: [https://doi.org/10.33269/nvcz.2025.1\(19\).65-78](https://doi.org/10.33269/nvcz.2025.1(19).65-78).

*Особистий внесок – здійснив постановку наукової проблеми, визначив мету, завдання та методологію дослідження, організував та виконав експериментальні дослідження з визначення впливу концентрації полімерів на фізико-хімічні властивості розчинів (в'язкість, адгезію, стабільність). Прийняв участь у математичному моделюванні процесів і узагальненні отриманих результатів, сформулював висновки та наукові рекомендації щодо створення нових складів водних вогнегасних речовин на основі поліакрилатів.*

5. **Стилик І.**, Кодрик А., Куценко М., Бедратюк О. Дослідження вогнегасної здатності водної вогнезахисної речовини на основі полімерів поліакрилату та поліакриламідів. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2025. № 2 (20). С.109-115. DOI: [https://doi.org/10.33269/nvcz.2025.2\(20\).109-115](https://doi.org/10.33269/nvcz.2025.2(20).109-115).

*Особистий внесок – визначив цілі та задачі досліджень та провів аналіз публікацій за напрямом досліджень. Підготував та якісно провів експериментальні дослідження з встановлення можливості застосування полімермодифікованих вогнезахисних речовин для гасіння вогнищ класу В (трансформаторна олива). Проаналізував отримані дані та зробив відповідні висновки.*

**Публікації у наукових фахових виданнях, що входять до міжнародної наукометричної бази Scopus та Web of Science:**

6. Kodryk A., Titenko O., Borysov A., Moroz O., **Stylyk I.** Methods of creating gel fire extinguishing substances based on aluminum hydroxide. *Key Engineering Materials*. 2023. 954. С. 185-194. DOI: <https://doi.org/10.4028/p-2gfl22>.

7. **Stylyk I.**, Kodrik A., Titenko O., Zhartovskyi S. The possibilities of using a fire extinguishing substance based on water-soluble polymer for extinguishing solid combustible materials. *Defect and Diffusion Forum*. 2025. 438. 123–130. DOI: <https://doi.org/10.4028/p-5lnF3T>.

8. **Stylyk I.**, Kodrik A., Titenko O., Zhartovskyi S. Possibilities of using a fire extinguishing substance based on a water-soluble polymer for extinguishing flammable liquids. *Materials Science Forum*. 2025. 1165. 73-81. DOI: <https://doi.org/10.4028/p-y2R8Wn>.

**Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

9. Кодрик А., **Стилик І.**, Борисов А., Тітенко О., Мороз О. Вогнегасні речовини на основі гідроксиду алюмінію. 240-243. *«Проблеми надзвичайних*

*ситуацій»*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Харків: НУЦЗ України, 19 травня 2023. С. 240-243.

10. **Стилик І.** Обґрунтування можливості застосування вогнегасних речовин на основі полімерів поліакрилату для гасіння пожеж у екосистемах. *«Актуальні проблеми та інноваційні технології у сфері цивільного захисту та екологічної безпеки для повоєнного відновлення України»*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Київ: ГО «Асоціація фахівців цивільного захисту, 27 травня 2025.

## **2. Оцінка мови і стилю дисертації.**

Мова та стиль викладення відповідає критеріям науковості: логічність викладення положень, об'єктивність, послідовність. Структуру роботи загалом можна схарактеризувати як таку, що логічно підпорядковується поставленій меті. Структура розділів відповідає послідовності конкретних завдань, що успішно вирішуються. Основні теоретичні положення та висновки роботи не є суперечливими, оскільки вони аргументовані й підкріплені доречними прикладами.

Дисертацію заслухано та обговорено на розширеному засіданні кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки навчально – наукового інституту оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України (протокол №30 від 23 травня 2026 року). У ході обговорення дисертації суттєвих зауважень, які стосуються суті роботи, не було висунуто.

## **3. Відповідність змісту дисертації спеціальності з відповідної галузі знань, з якої вона подається до захисту.**

Робота повністю відповідає вимогам, що ставляться до дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 «Пожежна безпека», а саме: вона виконана на актуальну тему, сформульовані в ній наукові положення, висновки та рекомендації є обґрунтованими, достовірними, містять наукову новизну та мають практичну значущість.

## **4. Дотримання нормативних вимог щодо оформлення дисертації.**

Дисертаційна робота подана за традиційною схемою, викладена українською мовою загальним об'ємом 213 сторінок, складається з анотації, змісту, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 93 найменувань і 4 додатків, містить 32 рисунка та 26 таблиць, що дозволило автору запропонувати ряд наукових положень, висновків і рекомендацій, отриманих на основі вивчення цієї значної кількості наукової літератури з даної проблематики.

## **5. Рекомендації дисертації до захисту.**

Дисертаційна робота СТИЛИКА Ігоря Геннадійовича на тему «Підвищення ефективності водних вогнегасних речовин на основі гелеутворюючих полімерних сполук» є завершеним науковим дослідженням,

виконаним самостійно автором на актуальну тему. Робота містить теоретичні розробки та практичні пропозиції, спрямовані на вирішення важливої науково-практичної задачі щодо підвищення ефективності водних вогнегасних речовин, модифікованих полімерними гелеутворюючими сполукам, та розроблення їх нових ефективних складів..

Дисертаційна робота відповідає спеціальності 261 «Пожежна безпека» та відповідає вимогам 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 12.01.2022 року №44 та може бути рекомендована для захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

Головуючий на розширеному засіданні  
кафедри інженерної та аварійно-  
рятувальної техніки

Начальник кафедри інженерної та аварійно-  
рятувальної техніки навчально-  
наукового інституту оперативно-  
рятувальних сил Національного  
університету цивільного захисту України,  
кандидат педагогічних наук, доцент



Артем МАЙБОРОДА

Підпис доцента Артема МАЙБОРОДИ засвідчую  
Вчений секретар Національного  
університету цивільного захисту України  
кандидат психологічних наук,  
старший науковий співробітник



Андрій ПОБІДАШ