

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Дадашова Ільгара Фірдосі огли
«Розвиток наукових основ гасіння горючих рідин твердими пористими матеріалами та гелеутворюючими системами»,
яку подано на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека

Актуальність. Пожежі за участю горючих рідин є широко поширеним видом пожеж. Існуючі засоби пожежогасіння в багатьох випадках не забезпечують позитивний результат гасіння. Не зважаючи на удосконалення протипожежних заходів на об'єктах з використанням горючих рідин, кількість пожеж на таких об'єктах залишається на високому рівні. В більшості випадків під час гасіння таких пожеж в якості вогнегасної речовини використовують пінні засоби. Але вони мають ряд суттєвих недоліків. Серед недоліків виділено - швидке руйнування пін в процесі подавання, їх руйнування при контакті з полярними рідинами, унесення конвективними потоками, мала охолоджуюча дія, низькі екологічні та економічні параметри. Автором обгрунтовано, що основним недоліком повітряно-механічних пін є їх низька термостійкість. В разі гасіння резервуарів великих розмірів цей недолік призведе до суттєвого збільшення витрат піни. Таким чином, удосконалення засобів гасіння горючих рідин є актуальною проблемою.

Актуальність роботи підтверджується й тим, що вона виконувалася відповідно до плану науково-дослідних робіт Національного університету цивільного захисту України в рамках науково-дослідних робіт: «“Вогнегасні системи з роздільним подаванням компонентів для гасіння пожеж класу В» (НДР № 0017U005161) та «Підвищення ефективності гасіння резервуарів з нафтою та нафтопродуктами шляхом використання гелеутворюючих систем» (НДР № 0118U001012), в яких автор був відповідальним виконавцем.

Аналіз змісту дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел з 351

найменувань, містить 391 сторінку друкованого тексту (з них 288 сторінок основного тексту), 48 таблиць, 63 рисунків, 5 додатків.

У вступі автором наведено актуальність існуючої практики пожежогасіння, наукову новизну, практичне значення дисертаційної роботи, зв'язок з науковими програмами, планами, темами, особистий внесок здобувача.

В першому розділі дисертаційної роботи дано критичний аналіз існуючих засобів пожежогасіння пожеж класу «В». Показано, що основним і найбільш універсальним засобом гасіння пожеж класу В є повітряно-механічні піни, але вони мають ряд суттєвих недоліків: швидке руйнування в процесі подачі та впливу факторів пожежі, руйнування при контакті з полярними рідинами, унесення конвективними потоками, мала охолоджуюча дія, низькі екологічні та економічні параметри.

Автором показано, що ефективний вогнегасний засіб гасіння ГР повинен мати високі ізолюючі властивості та високу стійкість до термічного впливу. Такі характеристики мають суцільні шари негорючих неорганічних речовин, але такі речовини мають більш високу густину ніж більшість ГР (і, відповідно, від'ємну плавучість), що не дозволяє використовувати їх при гасіння пожеж класу В.

Відмічено їх позитивні та негативні характеристики та запропоновані загальні шляхи покращення вогнегасних властивостей. Найкращих результатів в підвищенні ефективності вогнегасних засобів можна досягнути шляхом розробки таких вогнегасних речовин, в яких в найбільшому ступені задіяні всі основні механізми припинення горіння та інші фактори, що визначають вогнегасну здатність.

На основі проведеного аналізу визначено, що розробка наукових основ сумісного використання твердих пористих матеріалів і гелеутворюючих систем дозволяють подолати ряд суттєвих недоліків існуючих засобів гасіння пожеж горючих рідин і розробити на цій основі нові більш ефективні засоби ліквідування пожеж класу В.

Це дозволило визначити проблему досліджень та задачі по її вирішенню.

В другому розділі автор дисертаційної роботи робить обґрунтований висновок, що шляхом до збільшення вогнегасної здатності ізолюючих засобів гасіння пожеж класу «В» є підвищення їх термостійкості. Для забезпечення одночасно високих ізолюючих властивостей і високої стійкості до теплового впливу запропоновано використовувати шар гелю. Шар гелю формується за допомогою гелеутворюючої системи “ $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$ ”, яка була раніш запропонована для гасіння твердих горючих рідин. Для забезпечення плавучості шару гелю обґрунтовано доцільність використання легкого пористого негорючого носія. В якості такого носія обрано гранульоване піноскло – матеріал, що виробляється в промислових масштабах. Таким чином технологія гасіння складається з двох етапів. Спочатку наноситься шар піноскла, після чого на поверхню такого шару наноситься шар гелю.

На основі досліджень зроблено висновок, що гасіння рідин з температурою займання більше за 100°C може бути досягнуто за рахунок використання ефекту охолодження верхнього шару рідини. Визначено, що доцільно в якості речовини з високими охолоджуючими властивостями застосовувати воду, носієм якої є піноскло.

У третьому розділі дисертаційної роботи розглянуто результати комплексу теоретичних та експериментальних досліджень параметрів запропонованої вогнегасної системи. Серед цих параметрів основна увага приділена встановленню ізолюючих і охолоджуючих властивостей двох шарів, а також визначенню плавучості бінарної системи.

У четвертому розділі представлено результати з визначення умов згасання горючих рідин під дією компонентів системи “піноскло + гель”. При цьому наведено розроблені дисертантом методики проведення експерименту. Зроблено обґрунтовані висновки за результатами гасіння лабораторних та стандартних модельних вогнищ пожеж класу «В». В результаті досліджень одержані апроксимаційні рівняння, які дозволяють розрахувати товщину вогнегасного шару піноскла потрібного для гасіння горючих рідин на підставі даних щодо температур спалаху рідин та способу використання піноскла.

У п'ятому розділі представлені результати розробки засобів подавання гранульованого піноскла на гасіння резервуарів з горючими рідинами. На основі аналізу існуючих способів транспортування сипких матеріалів обґрунтовано використання пневмоежекційного способу подавання піноскла до вогнища пожежі. На основі цього сконструйовано і виготовлено ежекційний апарат малих розмірів. Випробування такого пристрою підтвердило можливість використання його для цілей пожежогасіння резервуарів.

У шостому розділі наведено рекомендації щодо використання піноскла і компонентів гелеутворюючих систем для гасіння пожеж резервуарів з горючими рідинами. Також проведено економічний та екологічний аналіз використання запропонованого вогнегасного засобу. Відмічено, що запропонована вогнегасна система забезпечує зниження фінансових витрат на вогнегасні речовини у випадку гасіння рідин з температурою спалаху нижче 30°C в 4,2 рази порівняно з використанням пін.

Реалізацію висновків і результатів роботи здійснено шляхом використання запропонованої вогнегасної системи для гасіння пожеж класу В в приватному підприємстві "Спецпожтехніка", що забезпечило зменшення побічних збитків від гасіння порівняно з пожежогасінням вогнегасною піною в 2÷3 рази. У результаті випробувань, що проведено Державною службою Азербайджанської Республіки встановлено, що при гасінні бензину за допомогою піноскла та вогнегасної гелеутворюючої системи не відбувається забруднення нафтопродукту. Також позитивно оцінена можливість впровадження наданих результатів на заводі "Етилен-поліетилен" компанії SOCAR і відмічена економічна ефективність запропонованої вогнегасної системи.

В цілому положення, що сформульовані в основних висновках дисертації є науково – обґрунтованими та надані в логічному порядку відповідно результатів аналізу, висновків та проведених теоретичних та експериментальних досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів. У роботі одержані нові науково обґрунтовані результати, які в сукупності забезпечують вирішення актуальної наукової проблеми розвитку наукових основ використання твердих пористих матеріалів і вогнегасних гелеутворюючих систем для ліквідування пожеж за участю горючих рідин. На цій основі було розроблено новий вогнегасний засіб, в якому в значній мірі подолано недосконалість існуючих методів ліквідації вказаних пожеж.

- Вперше визначено комплексний підхід вибору вогнегасного засобу, який одночасно забезпечує високу термостійкість, охолоджуючі та ізолюючі властивості, малі втрати вогнегасних речовин та великий час стійкості;

- запропоновано математичну модель визначення процесу дифузії пари горючої рідини крізь бінарний шар “піноскло + гель”;

- встановлені закономірності ізолюючої дії шару пористого гранульованого матеріалу, шару гелю та бінарного шару “пористий матеріал + гель”. Визначено, що для вуглеводневих рідин коефіцієнт уповільнення випарування тонким суцільним гелевим шаром з поверхневою витратою $(0,13 \div 0,14)$ г/см² перевищує 25;

- запропоновано модель охолодження поверхневого шару рідини, що горить в резервуарі, гранулами сухого піноскла. Встановлено, що охолоджувальна дія забезпечується двома механізмами. Спочатку відбувається механічне перемішування поверхневого шару рідини з менш гарячими нижніми шарами, викликане подачею гранул піноскла на поверхню рідини. Далі відбувається теплообмін між гранулами і рідиною, що їх оточує, що призводить до відбору тепла від поверхневого шару рідини;

- встановлено закономірності, які дозволяють розрахувати товщину вогнегасного шару ПС потрібного для гасіння пожеж класу В з урахуванням даних щодо температур спалаху рідин та способу використання ПС для гасіння.

Удосконалено. Параметри модельного осередку пожежі класу В для дослідження вогнегасних властивостей бінарних вогнегасних систем на основі пі-

носкла.

Достовірність та обґрунтованість результатів і висновків підтверджено коректністю постановки задачі, раціональністю теоретичних припущень, строгістю математичних викладок, надійністю використаних методів розв'язання задач, раціональним вибором експериментальних методів, порівняльним аналізом результатів розрахунків та експериментальних даних.

Практичне значення отриманих результатів:

- використання розробленої вогнегасної системи дозволяє підвищити ефективність процесу гасіння пожеж класу В. Загальні масові витрати компонентів вогнегасної системи на основі пористих матеріалів і гелеутворюючих систем у 4÷10 разів менше ніж відповідний показник для повітряно-механічних піп;

- запропонована вогнегасна система на основі гранульованого піноскла та вогнегасних гелеутворюючих систем забезпечує зниження фінансових витрат на вогнегасні речовини у випадку гасіння рідин з температурою спалаху нижче 30°C в 4,2 рази порівняно з використанням піп. У випадку гасіння рідин з температурою спалаху вище 30°C ця перевага складає 1,4÷1,8 рази. Після гасіння світлих нафтопродуктів гранульоване піноскло можна використовувати багаторазово, що додатково підвищує економічні параметри запропонованого способу гасіння;

- розроблена нова технологія та визначена апаратурно-технологічна схема процесу подавання твердих негорючих пористих матеріалів на гасіння пожеж резервуарів з горючими рідинами;

- результати проведених досліджень є основою для впровадження в практику пожежогасіння підрозділами ДСНС України пожеж класу В;

- реалізацію результатів роботи здійснено шляхом прийняття до впровадження у практику пожежогасіння ПП МПП "СПЕЦПОЖТЕХНІКА" м. Харків, рекомендацій щодо зберігання, подачі на гасіння компонентів бінарної вогнегасної системи з піноскла та гідрогелю, відновлення піноскла та горючої рідини

після гасіння пожежі, а також в якості інструкції для використання, щодо раціонального співвідношення компонентів у бінарній вогнегасній системі, що зменшує побічні збитки від гасіння, в порівнянні з пожежогасінням вогнегасною піною, в 2÷3 рази (акт впровадження від 10.01.2019 р);

- заводом “Етилен-поліетілен” ВО “Азерхімія” компанії SOCAR (Азербайджан) на основі запропонованих результатів розроблено рекомендації зі зберігання, подавання на гасіння, відновлення піноскла та відмічено економічну доцільність такого способу гасіння пожеж в резервуарах (акт впровадження від 16.10.2018 р);

- державною службою пожежної охорони Азербайджанської Республіки надано висновок про перевагу запропонованої вогнегасної системи порівняно з пінами з більш високими вогнегасними характеристиками і відсутністю забруднення нафтопродуктів (акт впровадження від 19.12.2018 р);

- результати дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес Національного університету цивільного захисту України при вивченні дисциплін “Теорія розвитку та припинення горіння” у розділі “Горіння рідин” та вивченні дисципліни “Управління пожежогасінням” у розділі “Управління пожежогасінням на об’єктах видобування, зберігання та переробки нафти й нафтопродуктів”;

- результати дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес Академії міністерства з надзвичайних ситуацій Азербайджанської Республіки при вивченні дисципліни “Тактика пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи” в розділах “Припинення горіння на пожежі”, “Гасіння пожеж” і “Гасіння пожеж на об’єктах добування, зберігання та переробки горючих та легкозаймистих рідин” (акт впровадження від 24.12. 2018 р);

- результати дисертаційної роботи втілено в розробку трьох патентів України на корисну модель щодо способу гасіння пожеж в резервуарах з нафтою та нафтопродуктами.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. Основні положення і наукові результати дисертаційної роботи висвітлено у 26 наукових статтях, з яких 6 в закордонних виданнях (1 входить в наукометричну базу Scopus), 19 – у фахових виданнях України (1 входить в наукометричну базу Scopus, три – в Ulrich's Periodicals Directory та Index Copernicus), 1 – в інших виданнях України, 18 тезах доповідей на науково-технічних конференціях і 3 патентах України на корисну модель.

Зауваження.

1. В літературному огляді більшу увагу потрібно було приділити аналізу гасіння реальних пожеж, особливо таких, що не вдалось загасити за час встановлений нормативами.
2. В роботі мало уваги приділено порівнянню властивостей закритопористого і відкритопористого піноскла. Також не зрозуміло, чому для закритопористого піноскла не визначено водоутримання.
3. Не зрозуміло, чому плавучість піноскла визначалась експериментально, а не розраховувалась з використанням відповідних значень густини рідин і піноскла.
4. В формулі 4.2 незрозуміла розмірність коефіцієнтів поперед температур в різних ступенях, а у формулі 4.3 доцільно було об'єднати два доданки h_0 і h_b .
5. Недостатньо обґрунтованим є висновок автора, що для піноскла, як засобу гасіння пожеж класу «В», є відсутність обмежень на інтенсивність його подавання і тим самим відсутнє поняття критичної інтенсивності подавання.
6. З дисертації незрозуміло, чому було вибрано гелеутворюючий склад CaCl_2 (5%) + $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$ (5%), а не розглядались інші, або просто рідке скло, яке теж є гелеутворюючим.
7. Не визначено можливості застосування гелеутворюючих систем, та піноскла для інших видів пожеж та їх ефективність можливого застосування.
8. В розділі 6 доцільно було провести порівняння фінансових витрат на вогнегасні речовини не тільки для резервуарів РВС 5000, а і для резервуарів інших

розмірів.

Оформлення дисертаційної роботи. Структура та обсяг представленої роботи відповідають вимогам ДАК України, що висуваються до тексту дисертацій (наказ МОН України №40 від 12.01.2017 р.). Дисертацію викладено доступно, послідовно, технічно обгрунтовано.

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації. В роботі не використовуються результати та висновки кандидатської дисертації.

Загальний висновок по дисертаційній роботі. За актуальністю теми, науковою новизною результатів, їх практичною цінністю і повнотою публікування дисертаційна робота Дадашова Ільгара Фірдося огли «Розвиток наукових основ гасіння горючих рідин твердими пористими матеріалами та гелеутворюючими системами», відповідає паспорту спеціальності 21.06.02. – пожежна безпека а також п. 9, 10, 12 - 14 положення про «Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567, а її автор Дадашов Ільгар Фірдося огли заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06 - пожежна безпека.

Завідувач кафедри безпеки життєдіяльності

Придніпровської державної академії

будівництва й архітектури

доктор технічних наук, професор

А.С. Беліков

