

ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу

Савельєва Дмитра Ігоровича

«Підвищення ефективності гасіння низових лісових пожеж шляхом використання бінарних вогнегасних систем з роздільним подаванням», яку подано на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека

Актуальність. Дисертаційна робота присвячена розгляду процесу гасіння низових лісових пожеж.

Останні роки кількість лісових пожеж залишається на високому рівні. Вони завдають великі економічні та екологічні збитки багатьом країнам світу. Не винятком з загальних тенденцій пов'язаних з лісовими пожежами є й Україна, для якої гострота проблеми лісових пожеж пов'язана з тим, що наша держава є лісодефіцитною.

Найбільші труднощі викликає гасіння верхових лісових пожеж. Але верхові пожежі в переважній більшості випадків починаються з низових пожеж. Тому швидке гасіння низових пожеж може запобігти переходу низової пожежі у верхову. Крім того, розповсюдження верхової лісової пожежі відбувається в більшості випадків завдяки прогріву крон дерев конвективними потоками від низової пожежі, тому можна забезпечити зупинення розповсюдження верхової пожежі шляхом припинення низової пожежі. Таким чином підвищення ефективності гасіння низових лісових пожеж є актуальним.

Існує багато методів гасіння низових лісових пожеж, але вони мають свої обмеження і недоліки. Має місце такий факт, що навіть в розвинених країнах світу, які мають багаторічний досвід гасіння лісових пожеж (США, Канада, Австралія, Росія), в багатьох випадках не вдається загасити лісові пожежі протягом тижнів, а інколи й місяців.

Вибір найбільш ефективного методу гасіння лісової пожежі визначається багатьма факторами: видом лісних горючих матеріалів та їх кількістю, характеристиками деревостою, рельєфом місцевості, характеристиками ґрунтів, метеорологічними факторами, наявністю джерел води, відстанню лісової пожежі від шляхів.

Одним з ефективних методів гасіння низових лісових пожеж середньої та високої інтенсивності є створення хімічних вогнезахисних смуг. В багатьох випадках він має переваги порівняно з іншими методами гасіння низових лісових пожеж. Однак у цього методу є свої недоліки. Одним з таких недоліків є великі втрати вогнегасних речовин за рахунок швидкого висихання і просочування в глибину лісних горючих матеріалів. Для подолання такого недоліку автором обрано метод облаштування вогнезахисної смуги за допомогою гелеутворюючих складів.

Актуальність роботи підтверджується й тим, що вона виконувалася відповідно до плану науково-дослідних робіт Національного університету цивільного захисту України в рамках науково-дослідної роботи „Підвищення ефективності гасіння лісових пожеж шляхом використання бінарних вогнегасних систем з роздільним подаванням” (НДР № 01170 У 002009), в якій автор брав участь у якості відповідального виконавця.

Аналіз змісту дисертації . Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків і додатків. Загальний обсяг дисертації містить 170 сторінок друкованого тексту (з них 137 сторінок основного тексту), 17 таблиць, 19 рисунків та 3 додатків.

У **вступі** автор обґрунтував актуальність теми дисертаційної роботи; показав її зв'язок з науковими програмами, планами, темами; сформулював мету роботи та задачі досліджень; відобразив наукову новизну одержаних результатів і їх практичне значення.

У **першому розділі** “Шляхи підвищення ефективності методів і засобів гасіння лісових пожеж” відмічене, що проблема ефективного гасіння лісових пожеж є актуальною в багатьох країнах, в тому числі в Україні. Але,

не зважаючи на велику увагу до цієї проблеми, вона до цих пір далека від вирішення. Розглянуто основні методи гасіння лісових пожеж. Проведено порівняльний аналіз можливостей існуючих і перспективних засобів гасіння таких пожеж. На основі аналізу практики пожежогасіння автором зроблено висновок, що найбільш ефективними засобами пожежогасіння низових лісових пожеж середньої та високої інтенсивності є засоби в яких реалізуються ізолюючий і охолоджуючий механізми припинення горіння. Такі властивості мають гелеві шари, які створюються за допомогою бінарних вогнегасних систем з роздільним подаванням компонентів та тверді піни. Але відмічено, що у вогнегасних твердих пін є недоліки – мала проникна здатність і складність обладнання для їх одержання та подавання. Суттєвим недоліком гелевих шарів є низька проникна здатність у матеріал лісової підстилки.

В другому розділі “Шляхи підвищення ефективності методів і засобів гасіння лісових пожеж” обґрунтовано вибір принципової схеми вогнегасної системи для гасіння низових лісових пожеж середньої та високої інтенсивності. Автором запропоновано для створення протипожежного бар’єру використовувати два види бінарних вогнегасних систем (БВС) – піноутворюючі (ПУС) та гелеутворюючі (ГУС) системи. ПУС забезпечує високі проникні властивості компонентів по відношенню до матеріалу лісової підстилки. ГУС забезпечує високі тепло ізолюючі властивості.

На основі проведених експериментальних досліджень було з’ясовано, що підвищити проникні здатності ГУС можна завдяки використанню роздільно – послідовного подавання компонентів. Такий метод подавання компонентів ГУС запропоновано уперше, що підтверджено патентом на корисну модель. Таким чином було розширено можливості використання ГУС для створення протипожежного бар’єру. За необхідністю захисту поверхні лісового матеріалу доцільно використовувати роздільно – одночасне подавання компонентів ГУС, а в разі потреби вогнезахисту

лісової підстилки на всю глибину, використовувати роздільно-послідовне подавання компонентів ГУС.

На основі аналізу літературних даних в якості ГУС було обрано систему $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2 + \text{CaCl}_2$. З ПУС було досліджено всі системи, які відомо на теперішній час.

У третьому розділі “Дослідження вогнезахисних характеристик БВС по відношенню до матеріалу лісової підстилки” наведено результати лабораторних і натурних експериментальних досліджень вогнезахисних властивостей гелів і пін, які отримано шляхом подавання компонентів бінарних вогнегасних систем. У випадку гелеутворюючих систем подавання здійснювалось двома методами – роздільно-послідовним і роздільно-одночасним. На основі цих дослідів було обґрунтовано доцільність використання роздільно-послідовної подачі компонентів гелеутворюючих систем для забезпечення надійного вогнезахисту лісової підстилки. Також показано, що для захисту верхнього шару лісової підстилки від теплового випромінювання та іскор потрібно нанесення шару гелю з використанням роздільно-одночасної додачі компонентів.

На основі математичних методів планування і обробки результатів експерименту встановлено оптимальний склад гелеутворюючої системи і час її вогнезахисної дії для різних поверхневих питомих витрат вогнегасних речовин.

Основними висновками за результатами експерименту є такі:

- питомої витрати ГУС CaCl_2 (35%) + $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$ (5%) рівної $0,7 \text{ г/см}^2$ достатньо для створення протипожежного бар'єру на час до чотирьох годин;
- для запобігання займання ділянки лісової підстилки за зоною основної вогнезахисної смуги під одночасним впливом теплового випромінювання та іскор потрібно нанести ГУС CaCl_2 (35%) + $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$ (5%) з питомою витратою $0,2 \text{ г/см}^2$.

Також встановлено, що гелеутворюючі системи мають перевагу по зрівнянню з піноутворюючими системами в разі якщо від часу створення

вогнезахисної смуги до часу підходу фронту лісової пожежі перевищує 30 хвилин.

У четвертому розділі “Гасіння низових лісових пожеж за допомогою бінарних вогнегасних систем з роздільним подаванням компонентів” на основі аналізу математичного моделювання процесу створення хімічної вогнезахисної смуги встановлено запропоновано, що ця смуга повинна складатися з двох ділянок. Перша ділянка шириною 20 см обробляють шляхом роздільно послідовної подачі компонентів гелеутворюючої системи з питомою витратою $0,7 \text{ г/см}^2$, що забезпечує неможливість поширення горіння в шарах лісової підстилки під поверхневим шаром гелю. Другу ділянку створюють способом роздільно-одночасної подачі компонентів ГУС з питомою витратою $0,2 \text{ г/см}^2$. Ширина цієї ділянки визначається вишиною полум'я.

Також наведено практичні рекомендації з гасіння низових лісових пожеж середньої та високої інтенсивності.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Автор чітко усвідомлює проблематику, що розглядається у дисертації, та коректно формулює задачі дослідження. Експериментальні дослідження проведено в лабораторних та натурних полігонних умовах. Наукові положення та рекомендації, що сформульовані в висновках за розділами та основних висновках дисертації є науково – обґрунтовані та записані в логічному порядку відповідно результатів аналізу, висновків та проведених теоретичних та експериментальних досліджень. Також ступінь обґрунтованості наукових положень підтверджується змістовним аналізом вітчизняних та закордонних літературних джерел, відповідністю обраних методів визначеним в роботі меті і задачам досліджень, великим об'ємом експериментального матеріалу, отриманого з використанням стандартних методик, метрологічно-атестованого обладнання і повірених засобів

вимірювальної техніки, задовільною збіжністю результатів, а також їх поширеною апробацією з практичним впровадженням.

Наукова новизна одержаних результатів. В роботі вперше запропоновано для гасіння низових лісових пожеж використовувати роздільно-послідовну подачу компонентів гелеутворюючих систем, що забезпечує надійний вогнезахист лісової підстилки великої товщини. Також вперше проведена оптимізація складу вогнегасної системи стосовно хвойної лісової підстилки та встановлено залежність часу вогнезахисту від поверхневої витрати компонентів системи. Вперше запропоновано спосіб облаштування вогнезахисної смуги шляхом створення її з двох ділянок з різними вогнезахисними властивостями. Також розроблено новий лабораторний експериментальний метод визначення вогнезахисних властивостей гелевих шарів по відношенню до лісових горючих матеріалів.

Практичне значення отриманих результатів. Використання розробленої вогнегасної системи дозволяє підвищити ефективність процесу гасіння низових лісових пожеж середньої та високої інтенсивності. Загальні масові витрати компонентів вогнегасної системи на основі гелеутворюючих систем на порядок менше ніж відповідний показник для води, за часом вогнезахисної дії в 2-3 рази перевищує існуючі хімічні засоби пожежогасіння низових лісових пожеж.

Результати проведених досліджень одержали високу оцінку за результатами опробувань рядом підрозділів ДСНС України: Рубіжанським міським управлінням ГУ ДСНС України у Луганській області; 21-ю Державною пожежно-рятувальною частиною ГУ ДСНС України у Луганській області; Державним підприємством «Новоайдарське лісомисливське господарство»; Державним підприємством «Северодонецьке лісомисливське господарство» та Державним підприємством «Кремінське лісомисливське господарство».

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. Основні положення й наукові результати дослідження висвітлено у

12 наукових статтях, з яких 10 – у фахових виданнях України, 1 – у закордонному виданні, 1 – в інших виданнях України; 14 тезах доповідей на науково-технічних конференціях і 1 патенті України на корисну модель.

Зміст автореферату в повній мірі відповідає змісту дисертації.

Зауваження.

1. Недостатня увага приділена питанням захисту лісової підстилки від іскор.
2. При надані рекомендацій по застосуванню запропонованого методу гасіння лісових пожеж потрібно було б більш докладно розглянути питання обґрунтування доцільності обрання даного методу на відміну від існуючих альтернатив.
3. Бажано було б розглянути питання про одночасне використання для створення загороджувальних смуг гелів та інших методів: «гель та закидання ґрунтом», «гель та вибухові методи» тощо.
4. Недостатня увага в розділах 1 та 2 приділена розгляду вогнегасних речовин на основі ефективних інгібіторів горіння, наприклад, антипіренової просочувальної композиції для деревини.
5. Обраний перелік факторів, що впливають на час вогнезахисної дії, є значущим, але не вичерпним. На думку опонента до таких факторів повинні також належати вологість, структура та склад ЛГМ, вологість і температура повітря тощо.
6. З наведених малюнків 3.8-3.10 (в авторефераті відповідно рис. 2-4) видно, що оптимальні значення параметрів моделі залежності часу вогнезахисної дії досягається в вершині гіперкубу плану експерименту, а, отже, відсутня необхідність розв'язання системи рівнянь для пошуку екстремуму.
7. Недостатню уваги приділено порівнянню економічних параметрів запропонованого методу з існуючими на цей час методами.
8. Незважаючи на те, що тема роботи посвячена підвищенню ефективності гасіння низових лісових пожеж шляхом використання бінарних

вогнегасних систем з роздільним подаванням, в дисертації не достатньо наведено порівняння запропонованого методу з вже існуючими.

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 грамотною лаконічною мовою наукових праць.

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації.

Загальний висновок по дисертаційній роботі.

За актуальністю теми, науковою новизною результатів, їх практичною цінністю і повнотою публікування дисертаційна робота Савельєва Дмитра Ігоровича «Підвищення ефективності гасіння лісових пожеж шляхом використання бінарних вогнегасних систем з роздільним подаванням» 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 Савельєв Дмитро Ігорович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 - пожежна безпека.

Головний науковий співробітник
науково-випробувального центру
Інституту державного правління
та наукових досліджень з
цивільного захисту,
доктор технічних наук, старший
науковий співробітник



Сергій ЖАРТОВСЬКИЙ

Підпис Жартовського Сергія засвідчує


