

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Сукача Романа Юрійовича за темою

«Підвищення ефективності гасіння низових пожеж в екосистемах», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Дисертаційна робота Сукача Р.Ю. присвячена розв'язанню актуальної науково-технічної задачі – розроблення ефективних способів гасіння та недопущення поширювання пожеж трав'яного покриву в екосистемах із включеннями торфу.

1. Актуальність обраної теми. Пожежі на великих площах є одним із основних чинників довгострокових шкідливих змін природних екосистем і несприятливого впливу на умови проживання населення. Щорічно у багатьох країнах світу стається декілька сотень тисяч пожеж, які знищують ліси, чагарники, луки та торфовища на площі в декілька мільйонів гектарів. Окремо з цього переліку необхідно виділити луки і чагарники, які є важливими для збереження біорозмаїття рослин і тварин. Одним з основних чинників, що впливають на луки і чагарники у всьому світі, є пожежі.

Багато дослідників займались вирішенням проблем гасіння найпоширенішої низової пожежі, пожежі травостою. На сьогоднішній день існує ряд засобів та способів для ліквідації таких пожеж, проте вони мають певні недоліки, до яких належать невисокі ефективність та надійність гасіння, потреба у великій кількості води, недостатня продуктивність обладнання та ін. В наведених роботах не досліджувалась можливість використання повітряно-механічної піни для створення пінних загороджувальних смуг для запобігання та ліквідації низових пожеж в екосистемах з включеннями торфу. Не вивчались проблеми гасіння торфу на межі з травостоєм.

Виходячи з вищесказаного, постає необхідність в удосконаленні існуючих і розробленні нових способів та засобів гасіння низових пожеж в екосистемах з включеннями торфу.

Робота виконувалась у рамках науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності під назвою “Розроблення та удосконалення методів гасіння лісових пожеж, торфорозробок та торф'яників” (номер державної реєстрації. №0120U105714), у якій дисертант був виконавцем.

Мета роботи – розроблення ефективних способів гасіння та недопущення поширювання пожеж трав'яного покриву в екосистемах із включеннями торфу.

Завдання дослідження. Для досягнення визначеної мети необхідно розв'язати такі задачі:

- проаналізувати основні чинники, що впливають на виникнення та поширювання пожеж травостою;
- удосконалити математичну модель процесів поширювання низової пожежі трав'яними покривами з урахуванням рельєфу та вітру;
- здійснити математичне планування експерименту для дослідження основних чинників впливу на низові пожежі в екосистемах, що утворені трав'яними покривами;
- визначити параметри та способи нанесення пінних загороджувальних смуг, прокладених з використанням робочих розчинів піноутворювача, що забезпечує генерування піни з підвищеною стійкістю (на прикладі “Барс S-2”) для гасіння низових пожеж в екосистемах з трав'яними покривами;
- розробити конструкцію спеціального пожежного ствола для гасіння підземних пожеж та рекомендації щодо його застосування під час гасіння низових пожеж в екосистемах з включеннями торфу;
- розробити рекомендації до гасіння низових пожеж в екосистемах з трав'яними покривами пінними загороджувальними смугами, прокладеними з використанням робочих розчинів піноутворювача, що забезпечують генерування піни з підвищеною стійкістю (на прикладі “Барс S-2”).

Об'єкт досліджень – процеси розвитку і гасіння низових пожеж в екосистемах “трава – торф”.

Предмет досліджень – вплив характеристик пінних загороджувальних смуг та спеціальних пожежних стволів на параметри розвитку пожеж трав'яного покриву з включеннями торфу.

2. Огляд змісту роботи. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (108 найменувань) та 4 додатків. Повний обсяг дисертації – 174 сторінки, із них 131 сторінка основного тексту, 37 рисунків та 12 таблиць

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи та важливість дослідження основних чинників, що впливають на пожежі травостою, сформульовано 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 результати аналізу виникнення і поширювання низових пожеж в екосистемах України та інших країн, статистику пожеж у природних екосистемах в Україні, розглянуто особливості запобігання

поширюванню, гасіння та моделювання низових пожеж в екосистемах, основні способи та технічні засоби, при гасінні низових пожеж, визначено мету та задачі досліджень.

На основі наукових праць вітчизняних та зарубіжних вчених, встановлено, що більшість природних трав'яних і очеретяних масивів України горять щороку або один раз на 2-3 роки, а деякі території горять по 2-3 рази на рік і супроводжуються інтенсивним утворенням і надходженням у повітря шкідливих речовин. Моделювання процесів поширювання пожеж на площині здійснюють на принципах теорії клітинних автоматів, Гюйгенса-Френеля та інших. Більшість фізичних моделей ґрунтуються на закономірностях тепломасоперенесення, описаних рівняннями математичної фізики. Тому удосконалення існуючих математичних моделей процесів поширювання низової пожежі трав'яними покривами з урахуванням рельєфу та вітру є важливим науковим завданням для дослідження основних чинників впливу на низові пожежі в екосистемах, вирішення якого вплине на параметри та способи нанесення пінних загороджувальних смуг, прокладених з використанням піни з підвищеною стійкістю.

У другому розділі проведено математичне моделювання поширення пожежі горючим матеріалом на поверхні з рельєфом, описаною відповідною функцією, в якій за наведеним методом можна визначати напрямок і швидкість поширення фронту пожежі. Визначено, що швидкість поширення фронту пожежі залежить від ухилу поверхні та вітру і описується математичною моделлю, яка добре узгоджується з результатами експериментальних досліджень.

З метою дослідження впливу основних чинників на швидкість поширення полум'я і побудови математичних моделей у вигляді поліноміальних залежностей другого порядку використано метод факторного планування експерименту. Перелік чинників, що впливають на контрольовані параметри швидкості поширювання полум'я трав'яним покривом, попередньо встановлено за результатами аналізування літературних даних. Остаточний вибір чинників варіювання проведено на підставі їх незалежності, детермінованості та значущості, що встановлено згідно з результатами попередніх експериментів. Чинниками, що визначають швидкість поширення полум'я під час горіння трав'яного покриву, є швидкість вітру, кут ухилу поверхні, висота полум'я. Побудовано дослідно-емпіричну залежність для визначення швидкості поширення полум'я залежно від швидкості вітру, кута ухилу місцевості та висоти полум'я. Ця залежність дасть змогу більш обґрунтовано вибирати відстань для прокладання загороджувальних смуг та бар'єрів.

У третьому розділі наведено методики проведення експериментальних досліджень з визначення впливу чинників на розвиток низових в системах "торф –

трава”, з визначення параметрів пінних загороджувальних смуг, прокладених з використанням робочих розчинів піноутворювача, що забезпечує генерування піни з підвищеною стійкістю (на прикладі “Барс S-2”), а також дослідження тактико-технічних характеристик спеціального пожежного ствола для гасіння підземних пожеж і термогравіметричний метод аналізу.

Описано результати експериментальних досліджень чинників, які мають вплив на низові пожежі в екосистемах, що утворені трав’яними покривами, дослідження з використанням піноутворювача, що забезпечує генерування піни з підвищеною стійкістю (“Барс S-2”) для прокладання пінних загороджувальних смуг з метою запобігання поширюванню низових пожеж в екосистемах, що утворені трав’яними покривами. Визначено тактико-технічні характеристики спеціального пожежного ствола для гасіння та запобігання підземним пожежам під час низових пожеж в екосистемах. Термогравіметричним аналізом та визначенням температури самозаймання підтверджено підвищення ефективності гасіння низових пожеж із застосуванням пропонованих засобів і способів їх гасіння. Також експериментально підтверджено ефективність пінних загороджувальних смуг для запобігання та ліквідації низових пожеж в екосистемах.

У четвертому розділі розроблено рекомендації із запобігання та гасіння низових пожеж з торф’яними включеннями в екосистемах, що утворені трав’яними покривами, які окреслюють сферу застосування пінних загороджувальних смуг та спеціального пожежного ствола. Ці способи і засоби рекомендується включити до тактичних схем гасіння низових пожеж в екосистемах.

З урахуванням запропонованих рекомендацій визначено мету, техніку і генеруюче пінне обладнання для прокладання пінних загороджувальних смуг. Вдосконалено розрахунок сил та засобів для прокладання пінних загороджувальних смуг та гасіння пожеж на торфовищах.

Проведено техніко-економічне оцінювання економічного ефекту від впровадження розроблених рекомендацій із запобігання та гасіння низових пожеж з торф’яними включеннями в екосистемах, що утворені трав’яними покривами.

3. Достовірність і наукова новизна одержаних результатів Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, висновків підтверджується ґрунтовним аналізом вітчизняних та закордонних джерел літератури, відповідністю вибраних методів досліджень до сформульованих у роботі мети і завдань досліджень, задовільною збіжністю результатів теоретичних та експериментальних досліджень, а також апробацією з практичним впровадженням результатів роботи.

Для проведення експериментальних досліджень використовували метрологічно-атестоване обладнання та повірені засоби вимірювання. Результати

теоретичних досліджень порівнювались із результатами експериментів які проводились в лабораторії та в полігонних умовах.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні взаємозв'язку між чинниками, що впливають на поширення пожеж травостою із торф'яними включеннями та розробленні ефективних засобів і способів для недопущення поширювання таких пожеж. При цьому:

– уперше теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність застосування пінних загороджувальних смуг, прокладених з використанням робочих розчинів піноутворювачів, що забезпечують генерування піни з підвищеною стійкістю (на прикладі “Барс S-2”), що створило передумови підвищення ефективності гасіння низових пожеж в екосистемах. Встановлено, що мінімальна ширина такої захисної смуги залежить від погодних умов (швидкості вітру, вологості, температури середовища), рельєфу, висоти полум'я. Визначено, що співвідношення ширини загороджувальної смуги до висоти трав'яного покриву має бути 3:1 на рівнині за майже безвітряної погоди. Висота шару піни повинна бути не меншою за 0,2 м, причому ширина має вагомий вплив. За наявності вітру та ухилу рельєфу ширина смуги має пропорційно зростати за залежністю, що враховують відповідні коефіцієнти поправки;

– уперше показано, що поташ (K_2CO_3) за концентрацій у водному розчині від 5 % до 20 % на теплові умови самозаймання торфу не впливає. Водний розчин амофосу ($NH_4H_2PO_4$) за концентрації 5 % на них також не впливає, проте додавання до такого водного розчину піноутворювача “Барс S-2” у кількості 0,5 % сприяє зниженню здатності торфу до самозаймання. Водний розчин амофосу з концентрацією 10 % і більше з додаванням піноутворювача чи без його додавання повністю запобігає самозайманню торфу;

– удосконалено конструкцію спеціального пожежного ствола для гасіння підземних пожеж створенням шнекової частини, що підвищило продуктивність до 13,24 – 15,98 л/с і збільшенням радіусу зрошення за тисків 0,4 – 0,7 МПа, та розроблено рекомендації щодо його застосування з одночасним використанням поверхнево активних речовин для гасіння торф'яних включень під час низових пожеж в екосистемах;

– удосконалено математичну модель, що на відміну від існуючих дає змогу описати залежність швидкості поширювання фронту пожежі з врахуванням ухилу та вітру і коефіцієнта поправки на характер рельєфу місцевості;

– набули подальшого розвитку способи нанесення пінних загороджувальних смуг, прокладених з використанням робочих розчинів піноутворювача, що забезпечує

генерування піни з підвищеною стійкістю (на прикладі “Барс S-2”) для гасіння низових пожеж в екосистемах з трав’яними покривами.

4. Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що результати теоретичних та експериментальних досліджень з виявлення взаємозв’язку між чинниками, що впливають на поширювання горіння травостою з торф’яними включеннями та ефективність засобів і способів для недопущення поширювання таких пожеж покладено в основу тактичних прийомів гасіння низових пожеж в екосистемах, передбачених розробленими рекомендаціями щодо запобігання та гасіння низових пожеж в екосистемах, що утворені трав’яними покривами. Зазначені рекомендації дозволяють підвищити ефективність роботи пожежників завдяки визначеній послідовності дій та наведеним тактичним схемам гасіння. Впровадження результатів підтверджено відповідними актами.

5. Оцінка дисертації, її завершеність загалом, оформлення дисертації, зауваження. Дисертаційну роботу виконано відповідно до нормативних вимог, що встановлені до оформлення результатів наукових досліджень дисертаційного рівня. Роботу написано академічною мовою. Тема дисертації, її зміст, а також зміст наукових праць, опублікованих за темою дисертації, відповідають науковій спеціальності, за якою роботу подано до захисту. Дисертацію викладено в логічній послідовності сучасною українською технічною мовою із застосуванням загально прийнятої термінології. Вона відповідає паспорту спеціальності 21.06.02 – пожежна безпека, а саме п. 4 і п. 5.

Дисертаційна робота є науковою працею, в якій на підставі самостійно виконаних автором досліджень, розв’язано актуальну науково-технічну задачу. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 5 наукових статтях у виданнях, віднесених до переліку фахових видань України, 1 науковій статті у періодичних наукових виданнях інших держав, патенті на корисну модель та 7 тезах доповідей на науково-практичних конференціях. Кількість друкованих робіт відповідає вимогам щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Спрямованість науково-практичних конференцій, де відбувалася апробація дисертаційного дослідження, характер статей здобувача, в яких відображено положення дисертації і результати досліджень, повною мірою розкривають науково-технічну задачу дисертаційної роботи. Загалом вважаю, що дисертація пройшла належну апробацію; вона є самостійною науковою працею, що має завершений характер.

Зауваження до дисертації:

1. В роботі не обґрунтовані параметри установки для дослідження умов поширення полум'я на трав'яних покривах, відсутнє порівняння з існуючими аналогами.
2. В роботі не зовсім зрозумілі переваги запропонованої моделі швидкості поширення вогню порівняно з загальновідомою моделлю Ротермела.
3. Не зрозуміло чому в математичній моделі розглядається саме висота полум'я 3 і 4 метри, що характерно лише для високоінтенсивних низових пожеж. Верифікація моделі повинна відбуватися в тих же самих умовах. Чи означає це, що дисертант зміг відтворити на дослідній установці таку саму висоту полум'я?
4. У формулі (4.42) коефіцієнт k має неоднозначне трактування і дуже широкий діапазон застосування.
5. В роботі не акцентовано увагу на техніці, яка може забезпечити роботу спеціального пожежного ствола для гасіння підземних пожеж. Не проведено оптимізації використання вогнегасних складів для гасіння торфу за показниками економічної доцільності.
6. Робота має пожежно-тактичне спрямування, тому і в авторефераті також доцільно було б навести тактичні схеми гасіння пожеж трав'яного покриву.

Висловлені зауваження не применшують загальної оцінки рівня виконання дисертаційної роботи в цілому, її теоретичної цінності та практичного значення.

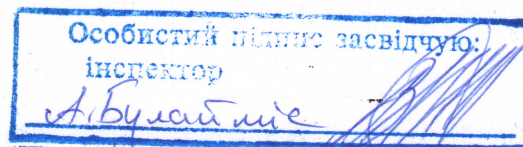
6. Висновок щодо дисертації.

Дисертаційна робота Сукача Романа Юрійовича є самостійною завершеною науковою працею. За актуальністю теми, відповідністю сучасному науковому рівню, достовірністю висновків робота відповідає паспорту спеціальності 21.06.02 «пожежна безпека» п. 4 та 5 та вимогам пп. 9, 11 – 14 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567 (зі змінами), а її автор Сукач Роман Юрійович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 – пожежна безпека.

Офіційний опонент
завідувач кафедри фізико-математичних дисциплін
Національного університету цивільного захисту України,
д-р. техн. наук, професор



Олександр ТАРАСЕНКО



28.04.2021