

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Баланюка Володимира Мірчовича за темою «Наукові основи зменшення впливу на довкілля пожеж на їх початковій стадії дією ударних хвиль», яку подано на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальностями 21.06.01 – екологічна безпека та 21.06.02 – пожежна безпека

Актуальність теми дисертаційного дослідження. Джерело пожежі, в якому відбувається перетворення горючих речовин в газоподібні, рідкі або тверді продукти, створює вплив на всі складові біосфери: атмосферу, гідросферу, літосферу, біоту, техносферу. Теплові викиди змінюють стан фізичних полів в екосистемі. Використання різноманітних засобів пожежогасіння додає негативних наслідків ліквідації аварії на довкілля. Це народжує дві споріднені проблеми, а саме знизити небезпеки для людей та матеріальні збитки від пожеж, а також мінімізувати вплив пожежі і засобів гасіння на оточуюче природне середовище. Найбільш раціональний шлях досягнення такої мети – це пришвидшена ліквідація джерела загоряння за допомогою екологічно прийнятних засобів.

Загально відомо, що початкова стадія пожежі, як правило, характеризується найбільшою чутливістю до впливу будь яких чинників припинення горіння. У разі ліквідації пожежі на такій стадії її розвитку значною мірою зменшується тривалість горіння, як і обсяги викидів в атмосферу токсичних продуктів повного та неповного згоряння. Одним із шляхів підвищення ефективності гасіння пожеж та зменшення їх негативного впливу на довкілля є застосування фізичних чинників припинення горіння, а також їх комбінацій з екологічно прийнятними вогнегасними речовинами, особливо на початковій стадії, що і стало ідеєю роботи.

Пошукам шляхів забезпечення ефективності систем пожежогасіння були присвячені наукові дослідження, висвітлені у роботах вітчизняних та іноземних вчених. В їх роботах основна увага приділялась хімічним засобам пожежогасіння (вода, піна, вогнегасні порошки, газові вогнегасні речовини, вогнегасні аерозолі), у той час, як фізичні чинники впливу на процеси припинення горіння досліджувались значно меншою мірою, або взагалі не розглядались.

Таким чином, створення наукових основ зменшення негативного впливу пожеж на довкілля, які враховують особливості та закономірності дії чинників на ефективність припинення процесів горіння на початковій стадії їх виникнення ударними хвилями, у тому числі за комбінованого їх застосування з екологічно прийнятними газовими та аерозольними вогнегасними речовинами, є актуальною проблемою, вирішення якої є передумовою науково-технічного прогресу у сферах екологічної та пожежної безпеки.

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності. Мета дисертаційної роботи полягає у створенні наукових основ зменшення негативного впливу пожеж на довкілля, які враховують особливості та закономірності дії чинників на ефективність припинення горіння горючих середовищ на початковій стадії розвитку пожеж

ударними хвилями, у тому числі за комбінованого їх застосування з екологічно прийнятними газовими та аерозольними вогнегасними речовинами.

Об'єкт дослідження – процеси припинення горіння горючих середовищ внаслідок дії екологічно прийнятних фізичних і хімічних чинників.

Предмет дослідження – вплив чинників на ефективність припинення процесів горіння горючих середовищ дією ударних хвиль, у тому числі за їх комбінованого застосування з екологічно прийнятними газовими та аерозольними вогнегасними речовинами, а також на зменшення негативних наслідків пожеж на довкілля.

Для досягнення мети автором було поставлено дев'ять наукових завдань які було почергово вирішено у розділах роботи із застосуванням особисто розроблених методик та атестованого наукового обладнання.

Відповідно до мети, завдань, предмету, об'єкту досліджень, а також отриманим результатам робота відповідає паспортам спеціальностей 21.06.01. – екологічна безпека та 21.06.02. – пожежна безпека.

Аналіз змісту дисертації Основну частину дисертації викладено на 356 сторінках друкованого тексту, що містить 55 таблиць, 92 рисунки. Список використаних джерел містить 372 найменування.

Зміст дисертаційної роботи послідовно, чітко та логічно висвітлює етапи проведення досліджень з висвітленням розроблених методик, результатів отриманих з їх допомогою та подальшим їх обговоренням та висновками.

У вступі показано актуальність роботи, її зв'язок з науковими програмами, ідею, мету, завдання досліджень, наукову новизну, практичне впровадження результатів роботи та відомості щодо публікації результатів дисертаційних досліджень.

У розділі I «Аналіз статистики пожеж, їх негативного впливу на довкілля та сучасних засобів пожежогасіння» наведено результати аналізу світової та національної статистики пожеж та їх негативних наслідків і впливу їх небезпечних чинників на довкілля та життєдіяльність людини, сформульовано методологію проведення дисертаційних досліджень.

За даними ДСНС України щороку кількість пожеж в Україні збільшується і сягає вже понад 70 тис. пожеж на рік, зокрема, за останні три роки їх кількість збільшилась на 18 тис. пожеж. Значна частка масштабних пожеж та постраждалих при цьому припадає на промислові об'єкти зі зберіганням та обертанням горючих рідин та газів в великих кількостях.

Проаналізовано існуючі вогнегасні засоби та встановлено їхні переваги та недоліки. Обґрунтовано що пожежі, які виникають на промислових об'єктах з значним пожежним навантаженням загасити існуючими вогнегасними засобами швидко неможливо, і гасіння більшості пожежі відбувається на момент коли пожежа розвинулась та завдала значних матеріальних збитків, які приводять до зупинки виробничого процесу у 95 % випадків а також значних викидів в оточуюче середовище продуктів горіння, а у випадку затяжного гасіння то і вогнегасних засобів – газів, піноутворювачів, порошків, та інше. Показано вогнегасні чинники впливу засобів пожежогасіння. Порівняно вогнегасні концентрації вогнегасних засобів об'ємної дії та встановлено, що вогнегасні аерозолі володіють високою вогнегасною ефективністю, простотою у

виготовленні, тривалим терміном зберігання екологічною чистотою та високою надійністю, що дозволяє зробити висновок про можливість їх подальшого вдосконалення та створення на їх основі високоефективних комбінованих систем попередження та гасіння газових горючих середовищ швидкої дії. У підсумку на основі проведеного огляду, визначених недоліків, та переваг було встановлено екологічну небезпеку вогнегасних засобів, встановлено ступінь їх небезпеки для атмосфери, ґрунтів, водних ресурсів, ґрунтових вод.

Отже, узагальнення результатів досліджень авторів що займались вирішенням проблем в даній сфері, існуючих підходів та аналізу в оцінці вогнегасної ефективності та екологічної безпеки існуючих вогнегасних речовин та швидкості їх гасіння засвідчили необхідність і актуальність наукової проблеми розроблення наукових основ зменшення впливу на довкілля пожеж на їх початковій стадії дією ударних хвиль – як фізичного чинника гасіння дифузійного полум'я. Це дозволило автору обґрунтувати мету та завдання дисертаційного дослідження.

У розділі II розділі «Методологія і методи проведення досліджень» автором проведено аналіз існуючих методик та установок з визначення вогнегасної ефективності вогнегасних засобів об'ємної дії. Розроблено експериментальну методику та установку «Камера» для визначення вогнегасної ефективності аерозольних, бінарних аерозоль – газових сумішей, в якій для дослідження вогнегасної ефективності бінарної аерозольно-азотної суміші використано два види полум'я – дифузійне та кінетичне. Автором с творено експериментальну методику та установку для визначення вогнегасної ефективності одинарних, серій ударних хвиль та комбінованих систем що складаються з вогнегасних аерозолів, газів їх бінарних сумішей та ударних хвиль. Для визначення параметрів системи було використано ряд спеціалізованого обладнання.

Логічним результатом в кінці 2 розділу показана структурно-логічна схема дисертаційних досліджень побудована на основі аналізу статистики пожеж, їх негативного впливу на довкілля та аналізу сучасних засобів пожежогасіння, аналізу світової та національної статистика пожеж та їх негативних наслідків, сучасного трактування процесів припинення горіння та сучасного стану розроблення та застосування засобів пожежогасіння.

У розділі III «Теоретичне обґрунтування застосування ударних хвиль та їх комбінацій з газовими та аерозольними вогнегасними речовинами для припинення горіння» автором теоретично обґрунтовано, що дія ударної хвилі на дифузійне полум'я може привести до його гасіння внаслідок одночасної дії чинників які поділяються на ті які діють перед, в фронті та за фронтом ударної хвилі. Їх почергова дія на дифузійне полум'я повинна привести до відриву, зміщення, охолодження та фрагментації полум'я. Обґрунтовано, що дія серій ударних хвиль повинна чинити вищу вогнегасну дію за одинарну ударну хвилю внаслідок багаторазового повторення зазначених ефектів. Також автором встановлено, що ударні хвилі повинні значно підвищити вогнегасну ефективність об'ємних вогнегасних речовин, що впливає на екологічність зазначеного способу гасіння так як при цьому викиди вогнегасних речовин значно зменшуються. Також автором виявлено, що

основними явищами, які будуть сприяти підвищенню ефективності пожежогасіння в процесі проходження ударної хвилі через аерозольне середовище, буде відрив полум'я, захоплення інполярними частинами полум'я речовини об'ємної дії, збільшення тиску газ - аерозольної суміші в зоні полум'я та локальне підвищення концентрації частинок внаслідок ефекту Бернуллі. Також в 3 розділі узагальнені в блок схемах перелік вогнегасних чинників ударних хвиль та їх комбінацій з вогнегасними речовинами об'ємної дії.

В 3-му розділі автором обґрунтовано, що створений спосіб гасіння повинен забезпечити мінімізацію викидів в атмосферу CO_2 , та комбінованих газових сумішей на його основі, зменшити ступінь утворення оксидів азоту. Виключити або мінімізувати використання інших екологічно неприйнятних засобів гасіння дифузійного полум'я - піноутворювачів, хладонів, їх комбінацій та ін. Також визначено, що зазначений спосіб повинен забезпечити зменшення часу гасіння пожеж до секунд, через що унеможливити викид значних кількостей продуктів повного та неповного горіння в атмосферу.

У розділі IV «Експериментальні дослідження з визначення ефективності припинення горіння ударними хвилями у комбінації з газовими вогнегасними речовинами-розріджувачами та вогнегасними аерозолями» автором визначено вогнегасну ефективність вогнегасного аерозолю, бінарних аерозоль – вуглекислої суміші, аерозоль - азотних сумішей та встановлено, що добавки газів до аерозолю неорганічних солей калію призводить до значного підвищення їх вогнегасної ефективності завдяки синергізму між її компонентами та встановлено параметри вогнегасних концентрацій сумішей та описано процес гасіння ними дифузійного та кінетичного полум'я. Визначено, що бінарні суміші вогнегасного аерозолю та газів розріджувачів забезпечують зниження викидів CO_2 в атмосферу до 3-х разів у порівнянні з його індивідуальними вогнегасними концентраціями. Визначено безпечні для людини бінарні вогнегасні суміші аерозолю з CO_2 , N_2 . Встановлено оптимальні вогнегасні концентрації аерозолю в суміші з CO_2 або N_2 які володіють меншими концентраціями за їх індивідуальні за рахунок синергізму компонентів. Проведено математичне планування експериментальних досліджень для визначення тривалості часу гасіння пожежі ударною хвилею. Експериментально визначено вогнегасні параметри одинарних ударних хвиль їх серій та їх комбінацій з вогнегасними речовинами об'ємної дії. При цьому автором в результаті розкадровки відеороликів експериментально підтверджено що причиною руйнування структури полум'я та його подальшого гасіння є фрагментація полум'я безпосередньо над поверхнею горіння майже без його відриву. Автором експериментально встановлено, що загальним результатом дії ударної хвилі та вогнегасного газу буде значне зменшення часу гасіння дифузійного полум'я пари Н-гептану, яке у випадку з CO_2 зменшується до 7 разів, а для N_2 - до 4.2 раз, при порівнянні з часом гасіння самої ударною хвилею, час гасіння якою становить близько 350 мілісекунд. Підтверджено, що загальним результатом дії ударної хвилі та вогнегасної аерозолю буде теж зменшення часу гасіння дифузійного полум'я Н-гептану до 4.2 раз, при порівнянні з часом гасіння самою ударною хвилею.

Також автором експериментально визначено що комбіноване

застосування вогнегасного аерозолю, вогнегасної газової речовини та одинарних ударних хвиль з тиском у 240 Па приводить до зменшення вогнегасних концентрацій для вогнегасного аерозолю до $4,8 \text{ г/м}^3$ та $5,8 \text{ CO}_2$, або для вогнегасного аерозолю до $6,5 \text{ г/м}^3$ та $8,2 \text{ N}_2$ що є значно нижче за їх індивідуальні значення ймовірно за рахунок синергізму між її компонентами. Встановлено, що дія серій УХ з тиском 240 Па на бінарну суміш вогнегасного аерозолю та газів приводить до ще більшого підвищення вогнегасної ефективності бінарної суміші аерозолю та газів. Для бінарної суміші аерозолю та азоту ці співвідношення становлять для аерозолю до $4,1 \text{ г/м}^3$ та N_2 до 5,2 % при тиску ударної хвилі у всіх випадках в 240 Па. Значне підвищення вогнегасної ефективності автор пояснює синергізмом між компонентами комбінованих вогнегасних систем на основі ударних хвиль.

В результаті автором в 5-му розділі встановлено, що зазначений спосіб гасіння забезпечуватиме зменшення викиду CO_2 в 5 разів у порівнянні з індивідуальною вогнегасною концентрацією, та у комплексі з вогнегасними аерозолями до 10 разів. Щодо часу гасіння пожежі то він зменшується до декількох секунд з моменту подачі серій ударних хвиль та вогнегасних речовин, що забезпечить значне обмеження викидів в атмосферу продуктів горіння та побічних продуктів що утворюватимуться в процесі горіння та взаємодії з вогнегасними речовинами.

У розділі V «Обґрунтування схемних рішень та розробка технічних засобів, які реалізують технологію пожежогасіння із застосуванням ударних хвиль» автором на основі отриманих експериментальних залежностей та особливостей гасіння комбінованими системами на основі генераторів ударних хвиль розроблені пристрої комбінованого гасіння, які забезпечують реалізацію комбінованого способу гасіння. При цьому генератори ударних хвиль можуть бути в складі пристрою так і встановлюватись окремо та використовуватись разом з окремо стоячими генераторами ударних хвиль.

Запропоновано технічні рішення конструкцій генератора вогнегасного аерозолю, та пристроїв комбінованого гасіння, які забезпечують одночасну подачу в об'єму, що захищається вогнегасного аерозолю, газових вогнегасних речовин та ударних хвиль. На зазначені пристрої та способи отримано 2 патенти України винахід та 2 патенти на корисну модель. На генератори вогнегасного аерозолю автономну систему гасіння було розроблено технічні умови проведено сертифікаційні випробування та отримано сертифікати відповідності. Проведені полігонні випробування які показали прогнозовано високу вогнегасну ефективність генераторів вогнегасного аерозолю, та пристроїв комбінованого гасіння. На зазначені способи та пристрої отримано протоколи випробувань в яких зазначено, що вогнегасна ефективність розроблених способів та пристроїв відповідає заявленим показникам. При цьому вогнегасна концентрація компонентів при комбінованій дії в великогабаритних приміщеннях зменшується до 3 разів, що стосується вогнегасного аерозолю та для газових вогнегасних речовин (CO_2 , N_2) до 6 разів порівняно з їх індивідуальними значеннями при дії на середовище серій ударних хвиль потужністю до 2500 Па та частотою близько 10 Гц.

У розділі VI «Впровадження результатів досліджень» розроблено проект технічних умов на дослідну партію «Генераторів вогнегасного аерозолі», та «Пристроїв комбінованого гасіння» які відповідають сучасним експлуатаційним вимогам. Також автором з врахуванням результатів полігонних випробувань визначено умови застосування розроблених пристроїв гасіння пожежі на основі об'ємних вогнегасних речовин та ударних хвиль.

Наведено техніко-економічне обґрунтування виробництва генераторів підвищеної ефективності. Встановлено, що вартість захисту одиниці об'єму є конкурентною у порівнянні з існуючими пристроями, системами та засобами пожежогасіння.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Автор добре розуміє специфіку проблем, що розглядаються у дисертації, та коректно формулює їх постановку. Наукові положення та рекомендації що сформульовані в висновках за розділами та основних висновках 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 методів поставленими в роботі меті і задачі досліджень, застосуванням статистичних методів і доказів адекватності, достатнім об'ємом експериментального матеріалу, отриманого з використанням стандартних методик, метрологічно-атестованого обладнання і повірених засобів виміральної техніки, задовільною збіжністю результатів, а також їх поширеною апробацією з практичним впровадженням.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у створенні наукових основ зменшення негативного впливу пожеж на довкілля, які враховують особливості та закономірності дії чинників на ефективність припинення горіння горючих середовищ на початковій стадії розвитку пожеж ударними хвилями, у тому числі за комбінованого їх застосування з екологічно прийнятними газовими та аерозольними вогнегасними речовинами. При цьому

уперше:

- встановлено, що дія на дифузійне полум'я серій ударних хвиль у діапазоні частот від 8 до 12 Гц, критичний тиск гасіння яких порівняно з одинарною ударною хвилею зменшеною до 30 % призводить до припинення горіння, при цьому у всіх випадках відбувається фрагментація полум'я;

- виявлено синергетичний ефект припинення горіння газового горючого середовища внаслідок одночасної дії на нього ударних хвиль та вогнегасних речовин, який проявляється у зменшенні вогнегасної концентрації порівняно з їх індивідуальними значеннями та скорочення проміжку часу припинення горіння. При цьому вогнегасна концентрація аерозолі, зменшується до 5 разів, вогнегасна концентрація газових вогнегасних речовин зменшується до 6 разів, а вогнегасна концентрація компонентів бінарних газ-аерозольних систем зменшується до 10 разів за одночасної дії на дифузійне гомогенне полум'я ударних хвиль з тиском у фронті від 360 Па до 5 кПа та частотою в діапазоні від 8 до 12 Гц;

- обґрунтовано екологічно прийнятні закономірності припинення горіння шляхом одночасної комбінованої дії на полум'я фізичних (ударні хвилі з визначеними параметрами) та хімічних чинників (вогнегасні газові речовини, вогнегасні аерозолі та їх бінарні суміші) які забезпечують виключення або зменшення обсягів утворення шкідливих для довкілля речовин під час гасіння пожежі;

- науково обґрунтовано параметри та створено технічні засоби, які реалізують технологію припинення горіння на початковій стадії розвитку пожежі застосуванням ударних хвиль або їх комбінацій із екологічно прийнятними вогнегасними речовинами об'ємної дії, що забезпечує запобігання поширенню горіння та зменшення забруднення довкілля. При цьому, тривалість емісії та обсяги шкідливих для довкілля речовин внаслідок пожеж значно зменшуються, що призводить до підвищення ефективності забезпечення екологічної безпеки населення і територій України;

набуло подальшого розвитку:

- технічні рішення щодо припинення горіння засобами пожежогасіння які, реалізують комбінований спосіб ліквідації полум'я шляхом одночасної дії на нього екологічно прийнятних фізичних та хімічних чинників;

удосконалено:

- методи досліджень та випробувань технічних засобів пожежогасіння, а також довідкові дані щодо їх застосування;

- інформаційно-довідкову та навчально-методичну бази щодо застосування екологічно прийнятної технології пожежогасіння із застосуванням ударних хвиль.

Практичне значення роботи одержаних результатів полягає в виготовленні дослідних партій технічних засобів комбінованого гасіння, отриманні на окремі зразки розроблених модельних рядів сертифікатів відповідності органів сертифікації України відповідно розроблених технічних документів, впровадженні результатів досліджень в науково - навчальних процесах вишів ДСНС. З метою підтвердження ефективності розроблених засобів було проведені полігонні випробування розроблених технічних засобів гасіння пожеж з перевірки теоретичних припущень які реалізують технологію припинення горіння на початковій стадії розвитку пожежі із застосуванням ударних хвиль або їх комбінацій із екологічно прийнятними вогнегасними речовинами об'ємної дії. Удосконалено системи протипожежного захисту об'єктів з можливістю виникнення пожеж шляхом застосування технічних засобів пожежогасіння які реалізують комбінований спосіб припинення горіння з використанням ударних хвиль та вогнегасних засобів об'ємної дії;

Оцінка змісту роботи.

Роботу викладено грамотною сучасною українською технічною мовою, вона не обтяжена складною термінологією, акуратно оформлена на комп'ютері.

Оцінюючи дисертаційну роботу загалом, слід відмітити її логічну завершеність. Тема дисертації відповідає змісту проведених досліджень. Мета досліджень узгоджується з назвою дисертації і вказує як на результати роботи, так і на шляхи її досягнення. Отримані результати мають наукову новизну і практичне значення. Окремо хочу зазначити про те що автором створено якісно

новий спосіб пожежогасіння який є одночасно ефективним, екологічно прийнятним, та недорогим що вказує на особливу цінність зазначеної роботи.

Автореферат дисертаційної роботи об'єктивно і достатньо повно відображає зміст дисертації.

За об'єктом і методами досліджень, а також отриманими результатами дисертаційна робота **«Наукові основи зменшення впливу на довкілля пожеж на їх початковій стадії дією ударних хвиль»** відповідає паспортам спеціальностей 21.06.01 – екологічна безпека та 21.06.02-пожежна безпека.

Аналіз публікацій та наявність у здобувача патентів України на винахід в яких проведено світовий аналіз стосовно зазначених способів гасіння, свідчить про наукову новизну та практичну цінність виконаних ним наукових досліджень, які викладені в дисертації.

Рукопис дисертації за обсягом не перевищує встановлених норм, текст супроводжується необхідним ілюстративним матеріалом.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. Основні результати дисертаційних досліджень опубліковані в 42 наукових роботах, з яких 1 монографія, 3 статті у виданнях що входять в науково-метричну базу Scopus, 8 статей у виданнях які входять в іноземні фахові видання та науково-метричні бази IndexCopernicus та інш., 21 стаття у виданнях, які входять до переліку фахових видань, 6 праць у інших виданнях, 2 патенти України на винахід та 2 патенти України на корисну модель, 17 тез доповідей на міжнародних та національних науково-практичних конференціях.

По дисертаційній роботі є наступні зауваження:

до автореферату:

- З автореферату не зрозуміло чи ефективно використання аерозольних генераторів та ГУХ при гасінні вогнищ класу А.
- В авторефераті не розкрито механізм роботи пристрою комбінованого гасіння.
- Недостатньо надані дані щодо зниження екологічних небезпек при використанні комбінованих засобів гасіння джерел горіння.

до дисертації:

- В розділі 1 в дисертації не показано прикладів гасіння пожеж фізичним способом, наприклад електромагнітним полем.
- В таблиці 1.16 (стор.123) невірно надана розмірність тиску ударної хвилі.
- В розділі 2 дисертації не подано достатніх параметрів швидкісної камери з допомогою якої проводилась швидкісна відеозйомка.
- В розділі 2 дисертації в методиках не вказано яким чином було виготовлено заряди для ГУХ та АУС.
- Не визначено чітко яка пожежна ситуація відповідає поняттю «початковий період»?
- В розділі 4 громіздкі маніпуляції з багатофакторного експерименту слід було винести до додатків.
- З 4 розділу дисертації роботи не зрозуміло, на скільки знижується екологічна небезпека від використання УХ та комбінованих засобів в порівнянні зі звичайними засобами пожежогасіння.

- В 5 розділі не вказано яку кількість викидів CO₂ дозволить зменшити застосування пристроїв комбінованого гасіння а їх параметри вогнегасної ефективності в полігонних умовах.

- Доцільно було провести оцінку зниження екологічних ризиків при використанні запропонованих засобів гасіння пожеж.

- З 6 розділу дисертації незрозуміло яким чином розраховувати кількість генераторів в комбінації з ГУХ та пристроїв комбінованого гасіння відповідних об'ємів.

Проте, зазначені вище недоліки не є принциповими і в цілому не принижують наукової та практичної цінності дисертаційного дослідження.

Загальний висновок по дисертаційній роботі. Загалом дисертаційна робота Баланюка В.М. є завершеною науковою працею, в якій отримано нові обґрунтовані результати, які в сукупності розв'язують актуальні споріднені наукові проблеми, зниження небезпеки для людей та матеріальних збитків від пожеж, а також в мінімізації впливу джерел горіння і засобів гасіння на оточуюче природне середовище шляхом створення наукових основ і застосування як підґрунтя встановлених наукових закономірностей дії чинників на ефективність припинення горіння горючих середовищ на початковій стадії розвитку пожеж ударними хвилями, у тому числі за комбінованого їх застосування з екологічно прийнятними газовими та аерозольними вогнегасними речовинами.

За актуальністю теми, науковою новизною результатів, їх практичною цінністю і повнотою публікування дисертаційна робота відповідає формулам та паспортам спеціальностей 21.06.01 – екологічна безпека та 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 Баланюк Володимир Мірчович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальностями 21.06.01 – екологічна безпека та 21.06.02. - пожежна безпека.

Офіційний опонент, завідувач кафедри
природоохоронної діяльності МОН України
доктор технічних наук, професор

В. К. Костенко

Підпис д.т.н., проф., завідувача кафедри природоохоронної діяльності
ДВНЗ ДонНТУ Костенка В.К., засвідчую:

ст. інспектор ВК



І.В. Балаєва