

УДК 614.841

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДЖЕРЕЛ ЗАПАЛЮВАННЯ АЕРОЗОЛЮ ПРИ СТВОРЕННІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ АЕРОЗОЛЬНИХ РОЗПИЛЮВАЧІВ НА ЗАЙМИСТІСТЬ

<https://doi.org/10.33269/nvcz.2025.2.98-108>

Фещук Ю. Л., ORCID iD 0000-0003-4328-8473
Кравченко Р. І., ORCID iD 0000-0003-1410-4567
Хроменков Д. Г., ORCID iD 0000-0003-2662-6338
Гулик Ю. Б., ORCID iD 0000-0003-4633-1369
*E-mail: khromenkov_dmytro@nuczu.edu.ua

Інститут наукових досліджень з цивільного захисту НУЦЗ України, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції:

24.09.2025

Пройшла рецензування:

12.10.2025

Опубліковано:

11.12.2025

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

джерело запалювання, факел полум'я, температура, аерозольний розпилювач, газ

АНОТАЦІЯ

На основі аналізу літературних джерел встановлено, що параметри джерел запалювання, що необхідні для створення обладнання з випробування аерозольних розпилювачів за методами визначеними в Технічному регламенті аерозольних розпилювачів досліджені недостатньо. За результатами проведених експериментальних досліджень температури факелу свічок різних діаметрів, характеру їх горіння, встановлено параметри, за яких свічка має найбільшу температуру полум'я, демонструє найбільш стійке горіння у разі дії повітряних мас, зафіксовано максимальну температуру полум'я факелу свічки. Свічку з визначеними параметрами рекомендовано в якості джерела займання аерозолі у вогневій камері під час створення обладнання для випробування аерозолів на займистість у замкнутому просторі. За результатами проведених досліджень пальників, зокрема їх температурних режимів, параметрів факелу полум'я встановлено, що найоптимальнішим для займання аерозолі та твердих речовин є пальник Бунзена з визначеними параметрами. Експериментально підтверджено, що пропан-бутан – оптимальний газ для роботи пальника, який застосовується для займання аерозолі або твердих речовин під час проведення випробування на займистість, тому що пропан-бутан дає змогу отримати необхідну температуру факелу полум'я в 1000 °С, а також досягти стабільного полум'я синього кольору висотою 40 – 50 мм. Обґрунтовано технічні характеристики елементів обладнання для випробування аерозольних розпилювачів та створено передумови для його створення.

Постановка проблеми. Згідно зі статистичними даними за останні 5 років на території України трапилося 75 пожеж, спричинених займанням аерозольних розпилювачів. Варто зазначити, що протягом останніх двох років кількість таких пожеж зросла вдвічі.

Пожежонебезпечність аерозольних розпилювачів, пов'язана з тим, що їхній вміст може бути займистим (горючим), і під час його вивільнення з ємності у

видляді аерозолі може відбуватися його займання внаслідок впливу розташованих поряд джерел запалювання.

Основним заходом запобігання пожежам і нещасним випадкам, пов'язаних з використанням і зберіганням аерозольних розпилювачів, є дотримання інструкцій, викладених на маркуванні, нанесеного на них, згідно з технічними регламентами [1], [2]. Зміст цих інструкцій залежить від класифікації аерозолі за займистістю.

Аерозолі поділяють на дві групи: аерозолі, що розпиляються; та аерозолі, що піняться. До останньої групи належать аерозолі у вигляді піни, мусу, гелю або пасти.

Спочатку для класифікації усіх груп аерозолів застосовують дані, отримані методом визначення теплоти згоряння згідно з NFPA 30B [3]. Якщо теплота згоряння аерозольної продукції знаходиться в межах від 20 кДж/г до 30 кДж/г або відносна маса займистих компонентів знаходиться в межах від 1 % до 85 %, то в подальшому для класифікації аерозолів, що розпиляються, застосовують послідовно метод визначення відстані, на якій відбувається займання аерозолу та метод випробування, на займистість, а для аерозолів, що піняться - метод випробування на займистість [1], [4].

Для реалізації зазначених методів випробування можуть застосовуватися різні джерела запалювання, газові пальники, свічки, воцані гніти, сірники або запальнички. Водночас параметри цих джерел запалювання в частині розміру полум'я, його кольору, температури, вмісту газів та їхньої чистоти не повною мірою визначені. Причому не забезпечено застосування уніфікованого джерела запалювання.

Відомо, що такі чинники можуть вплинути на результати оцінки займистості продукції, зокрема аерозольних розпилювачів, їхню класифікацію за займистістю, та викладення заходів пожежної безпеки, яких має дотримуватися користувач (споживач) під час використання та зберігання аерозольних розпилювачів.

З огляду на зазначене вище проведення досліджень з обґрунтування параметрів джерел запалювання для випробування аерозолів на займистість є актуальним науково-практичним завданням.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аерозольні розпилювачі, які містять займисті речовини, є потенційно пожежонебезпечною продукцією. Для зменшення пожежного ризику, пов'язаного

з їх використанням, Європейською організацією стандартизації прийнято три стандартні методи випробування аерозолів на займистість [5]-[7]. Ці методи використано для визначення показників займистості аерозолів та контролювання на підприємстві відповідності аерозольних розпилювачів встановленим вимогам [8].

Загальні технічні вимоги до аерозольних розпилювачів, споряджених речовинами сльозоточивої та дратівливої дії, встановлені Європейському Союзу, Англії та США, розглядалися в [9]. Водночас під час аналізування не було охоплено вимоги пожежної безпеки до такої продукції.

Методи кінцевої перевірки наповнених аерозольних розпилювачів на витік займистих газів під час їхнього виготовлення описано в [10]. При цьому методи випробування аерозолів на займистість не розглядалися.

У роботі [11] для аерозолів, що містять займисті компоненти, визначалися показники займистості та теплоти згоряння за стандартними методами. Виявлено, що стандартний метод визначення теплоти згоряння може бути не придатним для випробування піни, що містить високий рівень води через унеможливлення ініціювання займання електричною іскрою, яка створюється бомбовим калориметром.

Аналіз методів визначення граничних значень займистості газів, що є компонентами аерозольної продукції виконано в [12]. Водночас методи випробування на займистість самих аерозолів не розглядалися.

У роботі [13] проведено дослідження методу випробування газів на займистість у замкнутому просторі, зокрема особливості знаходження границь його займистості. При цьому досліджувався процес дефлаграції газів у замкнутому просторі, а не аерозолів.

Дослідження з визначення граничних значень займистості аерозолів виконувалися у рамках роботи [14]. Під час цих досліджень використовувалися методи визначення меж поширення

полум'я або вибуховості, призначені для випробування газо- та пило-повітряних сумішей. Водночас такі методи не впроваджено в нормативно-правові акти.

На сьогодні вдосконалені методи випробування на займистість аерозолів встановлено в [1], [4], але ці вдосконалення не стосувалися характеристик джерел запалювання аерозолів.

Таким чином, аналіз літературних джерел показав, що дослідження аерозолів проводилося з різних сторін, водночас не піднімалося питання щодо уніфікації джерела запалювання для випробування аерозолів на займистість. Це в свою чергу створило передумови для проведення відповідних наукових досліджень.

Формулювання цілей дослідження. Метою даної роботи є обґрунтування параметрів джерел запалювання аерозолу: свічки або газового пальника для створення обладнання для випробування аерозольних розпилювачів на займистість. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести експериментальні дослідження факелу полум'я свічок;
- провести експериментальні дослідження факелу полум'я пальників;
- встановити оптимальні параметри джерел займання аерозолів, що необхідно врахувати при створенні обладнання для випробування аерозольних розпилювачів на займистість.

Методи дослідження. В роботі застосований аналітичний метод досліджень для вибору джерел займання аерозолу. Також застосований метод експериментальних досліджень для пошуку рішень із вибору оптимального джерела для займання аерозолу.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Проведенню експериментальних досліджень передував детальний аналіз

методів випробування аерозолів, що викладені в [1].

Експериментальні дослідження факелу полум'я свічок.

Відповідно до технічного регламенту [1] джерелом займання у вогневій камері обладнання для випробування аерозолів на займистість у замкнутому просторі має бути парафінова свічка діаметром від 20 мм до 40 мм, висотою 100 мм. Водночас постає питання, якого діаметру свічка має найбільшу стійкість до затухання та підтримувала стійке горіння при розпиленні вмісту аерозолу на неї.

Отже, з метою визначення оптимального діаметру свічки проведено експериментальні дослідження. Для цього відібрано свічки такого діаметру: 20 мм, 25 мм, 40 мм.

Під час проведення експериментальних досліджень із полуменевого горіння свічок спостерігалася наступна висота полум'я факелу:

- свічка діаметром 20 мм – 35 мм;
- свічка діаметром 25 мм – 40 мм;
- свічка діаметром 40 мм – 25 мм.

Вимірювання висоти полум'я факелу свічок здійснювалося за допомогою повіреної лінійки, що закріплювалася на спеціальному штативі, на якому в ручному режимі регулювалася висота лінійки з метою її встановлення на одному рівні з основою полум'я.

Варто зазначити, що процедура вимірювання розпочиналася після початку стійкого горіння свічки та виходу на свій робочий режим.

Температура факелу полум'я свічок вимірювалася за допомогою термопари типу ТХА.

Загалом проведено мінімально-необхідні 3 експерименти для кожної свічки.

Зовнішній вигляд свічок під час проведення експериментальних досліджень подано на рисунку 1.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд процедури вимірювання свічок під час проведення експериментальних досліджень: а – вимірювання висоти полум'я факелу свічки діаметром 25 мм; б – вимірювання висоти полум'я факелу свічки діаметром 20 мм; в – вимірювання висоти полум'я факелу свічки діаметром 40 мм

За результатами проведених експериментальних досліджень із вимірювання температури полум'я свічки діаметром 20 мм отримано дисперсії, графік представлено на рисунку 2.

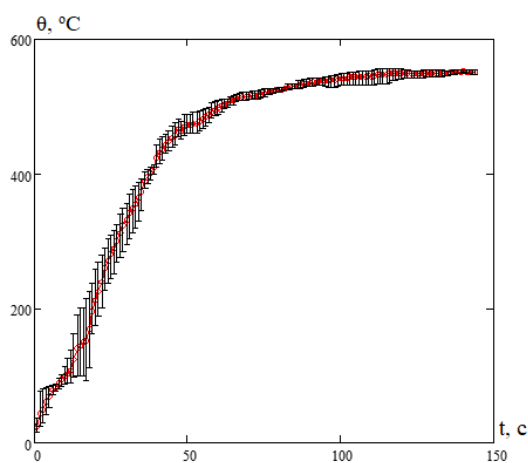


Рисунок 2 – Середнє значення температури полум'я факелу свічки діаметром 20 мм

З графіку на рисунку 2 видно, що загальна збіжність експерименту задовільна, що підтверджує сталий характер горіння свічки діаметром 20 мм. Усереднена температурна крива свідчить, що температура полум'я свічки зростає залежністю, яка відповідає радикальній функції, що наближена до функції квадратного кореня. Напівпарабола зростає до визначеного на графіках значення

температури, а потім набуває сталого значення. Тим самим підтверджує факт, що температура полум'я факелу свічки має обмежене максимальне значення. На це впливають різні фактори, у тому числі хімічний склад парафіну та параметри гніту свічки.

За результатами проведених експериментальних досліджень свічки діаметром 25 мм отримано дисперсії, графік представлено на рисунку 3.

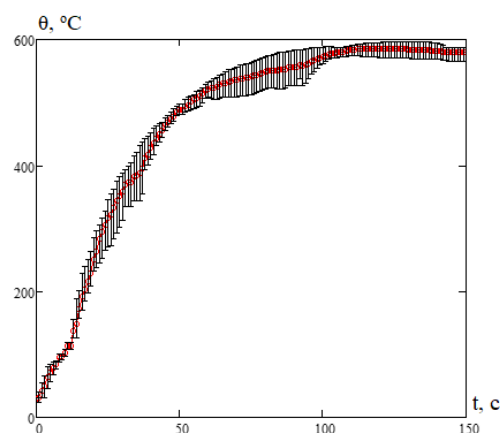


Рисунок 3 – Середнє значення температури полум'я факелу свічки діаметром 25 мм

З графіку на рисунку 3 видно, що загальна збіжність експерименту задовільна, що підтверджує сталий характер горіння свічки діаметром 25 мм. Разом з цим, слід відмітити те, що в період часу від 60 с до 100 с спостерігалася

розбіжність в показниках температури під час різних експериментів. Це може вказати на те, що умови проведення експериментальних досліджень не ідеальні, до того ж відтворюють реальні умови в яких може знаходитись свічка під час процесу горіння.

За результатами проведених експериментальних досліджень з вимірювання температури полум'я свічки діаметром 40 мм отримано дисперсії, графік представлено на рисунку 4.

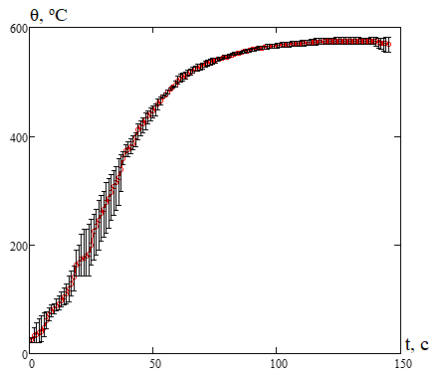


Рисунок 4 – Середнє значення температури полум'я факелу свічки діаметром 40 мм

З графіку на рисунку 4 видно, що загальна збіжність експерименту задовільна, що підтверджує сталий характер горіння свічки діаметром 40 мм. Разом з цим, слід відмітити те, що в період часу від 25 до 45 с спостерігалася розбіжність в показниках температури під час різних експериментів. Це може вказувати на не ідеальні умови проведення експериментальних досліджень. Водночас варто зазначити, що під час проведення експериментальних досліджень відтворено найбільш реальні умови, в яких може знаходитись свічка під час процесу горіння.

Варто зазначити, що під час проведення досліджень, паралельно з вимірюванням температури полум'я свічок за допомогою термопари, використовувався тепловізор. Використання тепловізора дозволило максимально візуалізувати температурні розподіли для кращого розуміння теплових процесів. Температурні розподіли факелу полум'я свічок подано на рисунку 5.

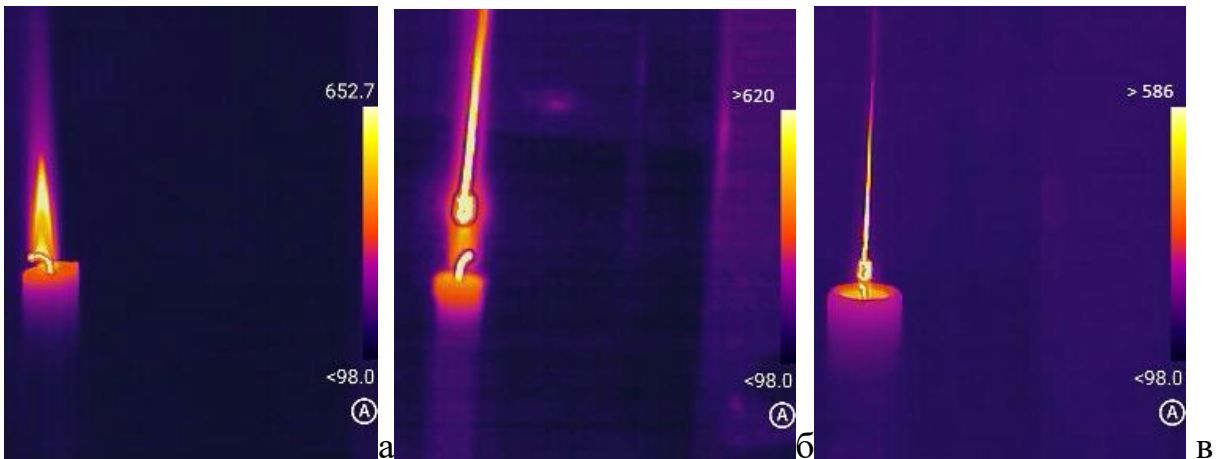


Рисунок 5 – Температурні розподіли полум'я свічок різних діаметрів: а - свічка діаметром 20 мм; б - свічка діаметром 25 мм; в - свічка діаметром 40 мм

З температурних розподілів поданих на рисунку 5 видно, найменшу температуру факелу свічки дає свічка найбільшого діаметру, а найбільшу температуру дає свічка діаметром 25 мм. Варто зазначити, що хімічний склад свічок, які досліджувалися можуть дещо відрізнятися та впливати на процеси горіння.

Таким чином, проведені експериментальні дослідження температури факелу свічок різних діаметрів дозволили встановити, що свічка меншого діаметру дає більшу висоту факелу полум'я, а також його температуру і навпаки. Варто зазначити, що максимальна температура полум'я факелу свічки обмежена і в середньому становить

600 °С. До того ж полум'я факелу свічки досить чутливе до дії повітряних мас та часто має не стабільний конус. Побудовані дисперсії температурних показників показали на задовільну збіжність експериментів, водночас продемонстрували на неоднорідність природи горіння свічки, на яку можуть впливати різні фактори. Тому, як джерело займання аерозолів під час проведення випробувань аерозолів на займистість у замкнутому просторі рекомендовано застосовувати свічку діаметром 25 мм та висотою 100 мм.

Експериментальні дослідження факелу полум'я пальників.

З метою визначення уніфікованого джерела горіння, що може бути використано для займання аерозолів при їх випробуванні за встановленими методами, проведено серію експериментальних досліджень для дослідження особливостей горіння та температури полум'я факелу пальників різної конструкції.

Метою даних досліджень було дослідити максимальну температуру факелу полум'я, що можуть давати пальники, при застосуванні газу метану та пропан-бутану, а також особливості горіння полум'я.

Експериментальні дослідження з газом пропан-бутан.

В якості першого пальника обрано пальник Бунзена (пальник № 1) (рисунок 6).



Рисунок 6 – Зовнішній вигляд пальника Бунзена (пальник № 1)

Таблиця 1 – Технічні характеристики пальника Бунзена (пальник № 1)

Діаметр сопла пальника	внутрішній - 8,5 мм зовнішній - 12,5 мм
Довжина трубки	до ежектора - 40 мм до основи - 70 мм від вводу газу - 90 мм
Розміри	висота - 110 мм діаметр підставки (основи) - 58 мм
Максимальна теплова потужність	1470 Вт
Максимальна витрата газу	148 л / год
Маса	0,287 кг

В якості другого пальника обрано пальник (рисунок 7), що застосовується при здійсненні контрольних випробувань на займистість іграшок та матеріалів, що використовують при їх виготовленні (пальник № 2).

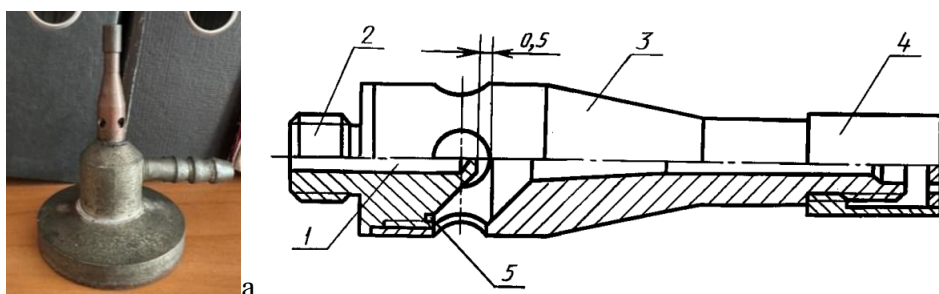


Рисунок 7 – Пальник № 2: а – зовнішній вигляд газового пальника; б – конструкція газового пальника: 1 – дросельна трубка; 2 – газове сопло; 3 – трубка пальника; 4 – стабілізатор полум'я; 5 – виїмка

Таблиця 2 – Технічні характеристики пальника (пальника № 2)

Діаметр сопла пальника	внутрішній - 5,3 мм зовнішній - 7,7 мм
Довжина трубки	до ежектора - 34 мм до основи - 45 мм від вводу газу - 60 мм
Розміри	висота - 87 мм діаметр підставки (основи) - 58 мм

Під час проведення експериментальних досліджень із полуменевого горіння обох пальників висота факелу полум'я становила в межах від 40 мм до 50 мм згідно [1]. Процедуру вимірювання полум'я показано на рисунку 8.

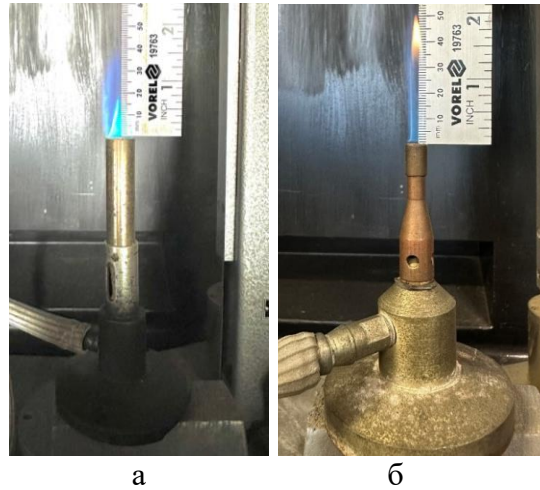


Рисунок 8 – Процедура вимірювання полум'я: а - пальник № 1, б - пальник № 2

Загалом проведено мінімально-необхідні 3 експерименти як по пальнику № 1 так і по пальнику № 2 з газом пропан-бутан.

Експериментальні дослідження з газом метан.

Результати експериментальних досліджень показано на графіках (рисунок 9).

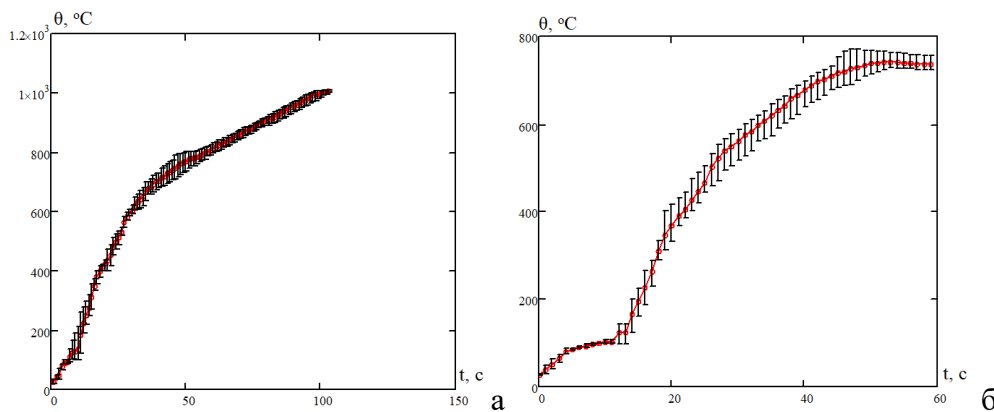


Рисунок 9 – Середнє значення температури полум'я при використанні метану: а – пальник № 1, б – пальник № 2

З графіку на рисунку 9 (а) видно: загальна збіжність експерименту задовільна, що підтверджує сталий характер горіння полум'я пальника № 1. Разом з цим, слід відмітити те, що суттєве зростання температури фіксувалося впродовж 60 с до позначки 800 °С. Водночас фізико-хімічні властивості метану, при згоранні не дають достатньої кількості теплоти, необхідної для різкого підвищення температури в короткий проміжок часу. Варто зазначити, що при досягненні температури полум'я в 1000 °С, подальше горіння припинялося, оскільки такої температури факелу полум'я

пальника достатньо для цілей застосування Технічного регламенту.

З графіку на рисунку 9 (б) можна побачити, що загальна збіжність експерименту задовільна, разом з цим спостерігається наявність значних дисперсій, що підтверджує специфічний характер горіння полум'я пальника № 2, його вразливість до впливу повітряних мас при ввімкненні примусової вентиляції. Разом з цим, слід відмітити те, що максимальна теплова потужність пальника № 2 нижча, ніж пальника № 1, адже максимальна температура якої можна досягти при заданих параметрах величини

факелу полум'я не перевищує 800 °С. Це не дозволяє використати його для досліджень аерозолів на займистість.

Експериментальні дослідження (Пропан-Бутан).

Результати експериментальних досліджень показано на графіках (рисунок 10).

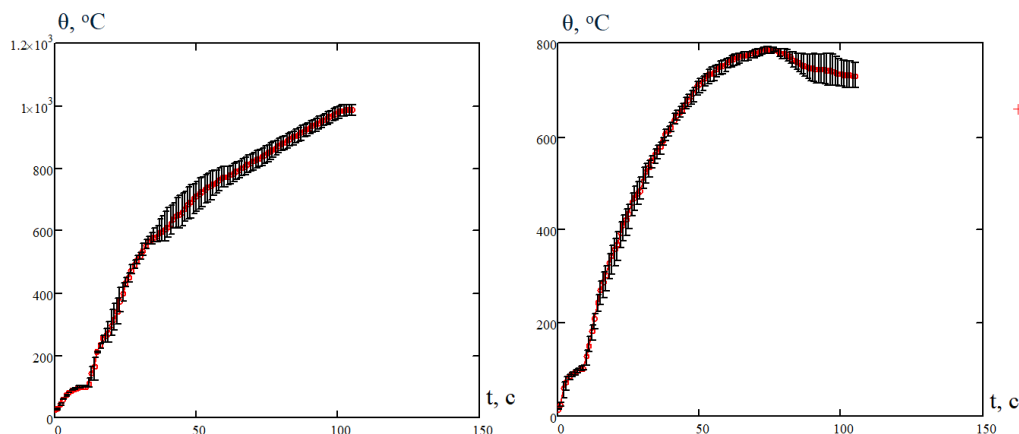


Рисунок 10 – Середнє значення температури полум'я при використанні пропан-бутану: а – пальник № 1, б – пальник № 2

З графіку на рисунку 10 (а) видно, що загальна збіжність експерименту задовільна, що підтверджує сталий характер горіння полум'я пальника № 1 на пропан-бутані. Разом з цим, слід відмітити на плавність зростання температури в порівнянні з горінням метану. Пояснюється тим, що теплота згорання метану вища, ніж у пропан-бутану. Це означає, що при згорянні певної кількості метану виділяється більше теплової енергії, ніж при згорянні такої ж кількості пропан-бутану. Варто зазначити, що при досягненні температури полум'я в 1000 °С, подальше горіння припинялося, оскільки такої температури факелу полум'я пальника достатньо для цілей застосування Технічного регламенту. До того ж час досягнення температури в 1000 °С при горінні пропан-бутану в порівнянні з метаном більший на 10 с та становить 110 с. Разом з цим це не критично для проведення аерозолів на займистість.

З графіку на рисунку 10 (б) встановлено, що загальна збіжність експерименту задовільна, значних дисперсій не спостерігається, що

підтверджує однорідність процесу горіння полум'я пальника. Разом з цим, слід відмітити те, що максимальна теплова потужність пальника № 2 нижча, ніж пальника № 1 в тому числі і при використанні в якості горючого газу пропан-бутану, адже максимальна температура якої можна досягти при заданих параметрах величини факелу полум'я не перевищує 800 °С. Це не дозволяє використати його для досліджень аерозолів на займистість.

Варто зазначити, що під час проведення досліджень, паралельно з вимірюванням за допомогою термopарі температури факелу полум'я пальників, утвореного внаслідок згорання пропан-бутану, було використано тепловізор. Застосування тепловізора дозволило максимально візуалізувати температурні розподіли для кращого розуміння теплових процесів, що відбувалися при горінні пальника № 1 та пальника № 2. Температурні розподіли факелу полум'я пальників на пропан-бутані подано на рисунку 11.

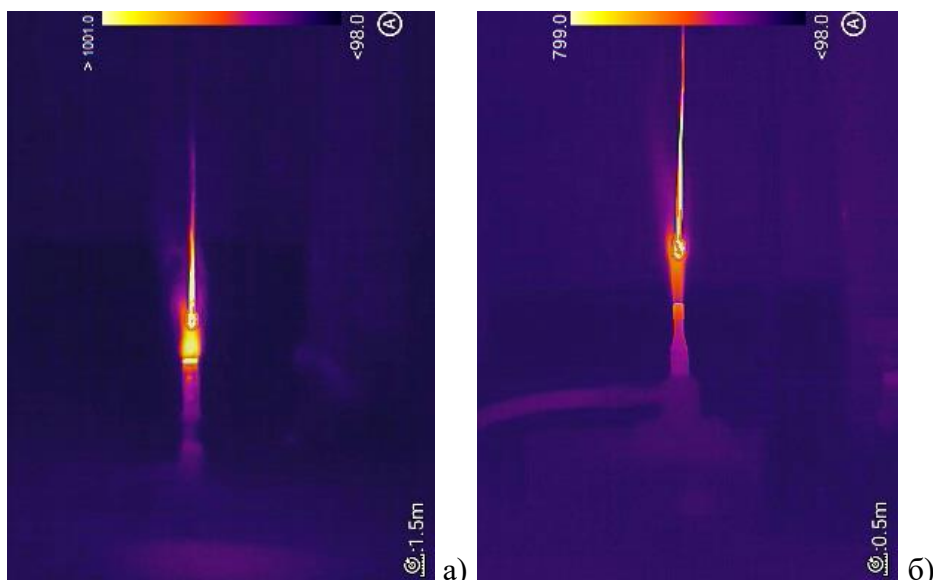


Рисунок 11 – Температурні розподіли факелу полум'я пальників: а – № 1, б – № 2

З рисунку 11 видно, що температурні розподіли факелу полум'я пальників, отримані за допомогою тепловізора наближені до температурних показників, що отримані за допомогою термопар.

Висновки та напрями подальших досліджень.

1. На основі аналізу літературних джерел встановлено, що параметри джерел запалювання, що необхідні для створення обладнання з випробування аерозольних розпилювачів за методами визначеними в Технічному регламенті аерозольних розпилювачів досліджені недостатньо.

2. Проведені експериментальні дослідження температури факелу свічок різних діаметрів дозволили встановити, що в якості джерела займання аерозолі у вогневій камері при створенні обладнання для випробування аерозолів на займистість у замкнутому просторі рекомендовано застосовувати свічку діаметром 25 мм та висотою 100 мм. Свічка з такими параметрами має найбільшу температуру полум'я, демонструє найбільш стійке горіння при дії повітряних мас. Варто зазначити, що максимальна температура полум'я факелу свічки обмежена і в середньому становить 600 °С. Отримані дисперсії температурних показників показали на задовільну збіжність експериментів та вказали на

неоднорідність природи горіння свічки, на яку можуть впливати різні фактори.

3. На основі експериментальних досліджень встановлено, що пальник Бунзена з параметрами: внутрішній діаметр сопла не менше 8,5 мм, довжина трубки від вводу газу не менше 90 мм, температура полум'я 1000 °С – найоптимальніше джерело полум'я для займання аерозолі під час визначення відстані, на якій відбувається займання аерозолів, що розпилюються, а також перевірки твердих речовин на займистість. Оскільки його температурний режим, параметри факелу забезпечують найбільш стійке горіння у разі дії в тому числі повітряного потоку, що створюється при розпиленні аерозолі.

4. Експериментально підтверджено, що пропан-бутан – оптимальний газ для роботи пальника, який застосовується для займання аерозолі або твердих речовин під час проведення випробування на займистість. Оскільки пропан-бутан дозволяє отримати необхідну температуру факелу полум'я в 1000 °С, а також досягти стабільне полум'я синього кольору висотою 40 – 50 мм.

Отже, на основі проведених експериментальних досліджень обґрунтовано технічні характеристики елементів обладнання для випробування аерозольних розпилювачів та створено передумови для його створення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про затвердження Технічного регламенту аерозольних розпилювачів: Постанова Кабінету Міністрів України від 21.02.2023 № 154. Урядовий кур'єр. 25.02.2023. № 40.
2. Про затвердження Технічного регламенту класифікації небезпечності, маркування та пакування хімічної продукції: Постанова Кабінету Міністрів України від 10.05.2024 № 539. Урядовий кур'єр. 15.05.2024. № 99.
3. NFPA 30B:2023 Code for the Manufacture and Storage of aerosol Products. National Fire Protection Association, 2022, 72-76.
4. Manual of Tests and Criteria. ST/SG/AC.10/11/Rev.8. United Nations, New York and Geneva, 2023, 347-360.
5. EN 14851:2005 Aerosol containers – Aerosol foam flammability test [Document published on: 2005-11-23]. Brussels: CEN, 2005. 5 p.
6. EN 14852:2005 Aerosol containers - Determination of the ignition distance of the spray jet [Document published on: 2005-11-23]. Brussels: CEN, 2005. 7 p.
7. EN 14853:2005 Aerosol containers - Enclosed space ignition test [Document published on: 2005-11-23]. Brussels: CEN, 2005. 7 p.
8. Мірошніченко Д.В., Марченко В.В., Жаров С.Л., Квасов О.В., Кузін Д.В., Набока С.А. (2024). Перевірка аерозольних розпилювачів та визначення їх категорії. Актуальні питання хімії та інтегрованих технологій в умовах кризових ситуацій. Матеріали 7-ої Міжнародної науково-технічної конференції в умовах кризових ситуацій: Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, Харків, 9-13.
9. Біляєва О.Д., Романова Т.В. (2020). Аналізування технічних вимог до спеціальних засобів, споряджених речовинами сльозоточивої та дратівливої дії. Науково-практичний журнал «Сучасна спеціальна техніка», 4(63), 76 – 88.
10. Квасов О. В. (2024). Кінцева перевірка наповнених аерозольних розпилювачів. Сучасні технології переробки паливних копалин. Матеріали 7-ої Міжнародної науково-технічної конференції. Харків, 158-162.
11. Bozena Kukfisz. (2018). Flammability parameters of sprayed and foam aerosols selected for studies. Fire and Environmental Safety Engineering. MATEC Web Conference, (247), 8.
12. Хроменков Д.Г., Гулик Ю.Б., Ільченко Н.М., Кравченко Р.І. (2019). Дослідження щодо методів оцінки пожежонебезпечних властивостей аерозольних компонентів, а саме методів визначення границь займистості газів. Збірник наукових праць Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України «Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація», (3), 78 – 86.
13. X. Wang, S. Zhang, S. Ye. (2010). Research on detection method of gas flammability in confined space. Chinese Journal of Sensors and Actuators, 23(3), 307-310.
14. Shuai Yuan, Chenxi Ji, Haitian Han, Yue Sun, Chad V. Mashuga. (2021). A review of aerosol flammability and explosion related incidents, standards, studies, and risk analysis. Process Safety and Environmental Protection, (146), 499-514.

REFERENCES

1. On approval of the Technical Regulations for aerosol sprayers: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 02/21/2023 No. 154. Government Courier. 02/25/2023. No. 40.
2. On approval of the Technical Regulations for hazard classification, labeling and packaging of chemical products: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 05/10/2024 No. 539. Government Courier. 05/15/2024. No. 99.
3. NFPA 30B:2023 Code for the Manufacture and Storage of aerosol Products. National Fire Protection Association, 2022, 72-76.
4. Manual of Tests and Criteria. ST/SG/AC.10/11/Rev.8. United Nations, New York and Geneva, 2023, 347-360.
5. EN 14851:2005 Aerosol containers – Aerosol foam flammability test [Document published on: 2005-11-23]. Brussels: CEN, 2005. 5 p.
6. EN 14852:2005 Aerosol containers - Determination of the ignition distance of the spray jet [Document published on: 2005-11-23]. Brussels: CEN, 2005. 7 p.
7. EN 14853:2005 Aerosol containers - Enclosed space ignition test [Document published on: 2005-11-23]. Brussels: CEN, 2005. 7 p.
8. Miroshnychenko D.V., Marchenko V.V., Zharov S.L., Kvasov O.V., Kuzin D.V., Naboka S.A. (2024). Testing aerosol sprayers and determining their category. Current issues of chemistry and integrated technologies in crisis situations. Current issues of chemistry and integrated technologies in crisis situations: Proceedings of the International Scientific and Practical Internet Conference, Kharkiv, 9-13.
9. Bilyaeva O.D., Romanova T.V. (2020). Analysis of technical requirements for special means equipped with tear and irritant substances. Scientific and practical journal "Modern special technology", 4(63), 76 – 88.
10. Kvasov O. V. (2024). Final inspection of filled aerosol sprayers. Modern technologies for processing fossil fuels. Proceedings of the 7th International Scientific and Technical Conference. Kharkiv, 158-162.
11. Bozena Kukfisz. (2018). Flammability parameters of sprayed and foam aerosols selected for studies. Fire and Environmental Safety Engineering. MATEC Web Conference, (247), 8.
12. Khromenkov D.G., Gulyk Y.B., Ilchenko N.M., Kravchenko R.I. (2019). Research on methods for assessing the fire-hazardous properties of aerosol components, namely methods for determining the flammability limits of gases. Collection of scientific papers of the Cherkasy Institute of Fire Safety named after the Heroes of Chernobyl of the National University of Civil Defense of Ukraine "Emergencies: Prevention and Elimination", (3), 78 – 86.
13. X. Wang, S. Zhang, S. Ye. (2010). Research on detection method of gas flammability in confined space. Chinese Journal of Sensors and Actuators, 23(3), 307-310.
14. Shuai Yuan, Chenxi Ji, Haitian Han, Yue Sun, Chad V. Mashuga. (2021). A review of aerosol flammability and explosion-related incidents, standards, studies, and risk analysis. Process Safety and Environmental Protection, (146), 499-514.

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF AEROSOL IGNITION SOURCES WHEN CREATING EQUIPMENT FOR TESTING AEROSOL DISPENSERS FOR FLAMMABILITY

Yu. Feshchuk, R. Kravchenko, D. Khromenkov, Yu. Gulyk

*Institute of Scientific Research on Civil Protection of the National University of Civil Protection of Ukraine
Ukraine*

KEYWORDS: ANNOTATION

ignition source, flame torch, temperature, aerosol spray, gas	Based on the analysis of literary sources, it was found that the parameters of the ignition sources necessary for the creation of equipment for testing aerosol sprayers according to the methods specified in the Technical Regulations for Aerosol Sprayers have not been studied sufficiently. According to the results of experimental studies of the flame temperature of candles of different diameters, the nature of their combustion, the parameters were established at which the candle has the highest flame temperature, demonstrates the most stable combustion in the event of the action of air masses, and the maximum flame temperature of the candle flame was recorded. A candle with the specified parameters is recommended as a source of aerosol ignition in a fire chamber when creating equipment for testing aerosols for flammability in a confined space. According to the results of studies of burners, in particular their temperature regimes, flame flame parameters, it was found that the most optimal for igniting aerosols and solids is a Bunsen burner with the specified parameters. It has been experimentally confirmed that propane-butane is the optimal gas for the operation of the burner, which is used to ignite aerosol or solids during flammability testing, because propane-butane allows you to obtain the required flame torch temperature of 1000 ° C, as well as achieve a stable blue flame with a height of 40 - 50 mm. The technical characteristics of the elements of the equipment for testing aerosol sprayers have been substantiated and the prerequisites for its creation have been created.
--	---