УДК 614.841

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГОРІННЯ МОДЕЛЬНИХ ВОГНИЩ ПОЖЕЖІ КЛАСУ А ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ПІД ЧАС МОДЕЛЮВАННЯ ПОЖЕЖІ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

https://doi.org/10.33269/nvcz.2024.1.4-14

Семичаєвський С. В.*, ORCID iD 0000-0002-2413-5386
Присяжнюк В. В., ORCID iD 0000-0002-9780-785X
Якіменко М. Л., ORCID iD 0000-0003-4988-8015
Осадчук М. В., ORCID iD 0000-0002-4584-3541
*E-mail: semich2006@ukr.net

Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 13.02.2024
Пройшла рецензування: 03.03.2024

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

втрата маси, динаміка зміни температури, експериментальні дослідження, масова швидкість вигоряння, модельні вогнища пожежі

АНОТАЦІЯ

Наведено доцільність проведення експериментальних досліджень з визначення параметрів горіння модельних вогнищ пожежі класів А і В для подальшого їх застосування під час моделювання пожежі колісних транспортних засобів. Вказано, що в Інституті державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту проводиться науково-дослідна робота «Обґрунтування параметрів та типів первинних засобів пожежогасіння для оснащення колісних транспортних засобів», в рамках якої на на сьогодні проведено перший блок експериментальних досліджень з виявлення залежності втрати маси від часу горіння модельних вогнищ пожежі класу А різних рангів і динаміки зміни їх температури у часі. Наголошено, що основними параметрами, які характеризують процес горіння модельних вогнищ, є втрата маси модельного вогнища та зміна температури й густини теплового потоку. Водночас суттєву роль відіграють вологість деревини та відстань між сусідніми брусками в шарі модельного вогнища. Наведено характеристики модельних вогнищ пожежі класів 5А, 8А та 13 А. Описано методику проведення та вказано результати експериментальних досліджень з визначення втрати маси модельних вогнищ пожежі класів 5А, 8А та 13А за ДСТУ EN 3-7:2014 залежно від часу їх горіння. Встановлено динаміку зміни температури у часі для трьох різних контрольних точок кожного із зазначених модельних вогнищ пожежі. Наголошено, що для реєстрації температури у кожному модельному вогнищі пожежі класів 5А, 8А та 13А використовувались три термопари, які розташовувались у визначених місцях, а саме: термопара 1 – всередині модельного вогнища пожежі, термопара 2 – на висоті 10 см над модельним вогнищем, термопара 3 – на висоті 100 см над модельним вогнищем пожежі. Визначено залежності масової швидкості вигоряння модельних вогнищ пожежі класів 5А, 8А та 13А від тривалості їх горіння. В цій публікації побудовано графіки всіх наведених вище залежностей. Зауважено, що в майбутному необхідно продовжувати експериментальні дослідження з визначення параметрів горіння модельних вогнищ пожежі класу В. Зроблено відповідні висновки.

Постановка проблеми. Як зазначено у публікації [1], актуальним питанням є запобігання загибелі та травмування пасажирів, що перевозяться колісними транспортними засобами, а також мінімізація матеріальних збитків від можливих загорянь. Для вирішення вказаної проблеми доцільно розробити науково обґрунтовані пропозиції щодо можливості застосування різних типів вогнегасників для гасіння пожеж на колісних транспортних засобах, а також сучасні норми оснащення їх вогнегасниками.

Ураховуючи вказане вище, в Інституті державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту (далі – ІДУ НД ЦЗ) проводиться науково-дослідна робота «Обґрунтування параметрів та типів первинних засобів пожежогасіння для оснащення колісних транспортних засобів»,

в рамках якої передбачено проведення відповідних аналітичних та експериментальних досліджень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У монографії А. Гаврилюка [2] досліджено пожежі колісних транспортних засобів і процеси виникнення джерел займання внаслідок нагрівання бортових електромереж іскровими розрядами та струмами короткого замикання. В роботі [2] описано проведення експериментальних досліджень з визначення показників пожежної небезпеки ізоляційних матеріалів бортових електромереж колісних транспортних засобів, розроблено технічні рішення та рекомендації для запобігання виникненню пожеж на колісних транспортних засобах.

У публікації південнокорейських дослідників Y. Park, J. Ryu та HS. Ryou [3] описано натурні експериментальні дослідження з визначення характеристик пожежі на легкових автомобілях, зокрема, швидкості тепловиділення. Швидкість тепловиділення вважається одним із найважливіших факторів під час експериментальних досліджень, оскільки її можна використовувати для розрахунку розміру пожежі.

Під час проведення експерименту використовували великомасштабний калориметр для визначення характеристик пожежі під час горіння одного автомобіля та окремо під час горіння двох автомобілів [3]. Початковим місцем загоряння було пасажирське сидіння автомобіля, водночас до кожного відсіку в автомобілях були прикріплені термопари для визначення розподілу температури у часі. Для аналізу час горіння розділено на різні періоди поширення вогню, наприклад поширення вогню з першого на другий автомобіль тощо.

Під час проведення експерименту виявлено, що вогонь поширювався від початкового місця займання до заднього сидіння, підкапотного простору, паливного бака та бампера в регулярній послідовності. У ситуації з двома автомобілями спостерігалася подібна тенденція, і вогонь поширився на наступний автомобіль приблизно через 500 с. Пожежа різко зросла через 200 с.

Максимальна швидкість виділення тепла одним і двома транспортними засобами становила 3,5 МВт і 6 МВт відповідно, якої досягнуто приблизно за 1540 с і 1160 с відповідно. Максимальна температура, яка становила 1400°C, зафіксована в місцях сидінь автомобілів через те, що вони містили горючі матеріали. Час досягнення потужності тепловиділення в 1 МВт становив близько 240 с.

У публікації болгарського дослідника Angel Terziev [4] представлено результати проведення натурних експериментальних досліджень процесу горіння легкового автомобіля на відкритій місцевості та займання поруч розташованого автомобіля. Експериментальне дослідження проведено на автомобілі «VW Golf Passat». Автомобіль «Peugeot» перебував на відстані 0,8 м від «VW Golf». У публікації [4] на підставі довідкових даних визначено, що потужність тепловиділення цих автомобілів приблизно становить 2,1 МВт. Як початкове місце загоряння вибрано моторний відсік автомобіля.

Для визначення температурного поля автомобіля, який горить, та автомобіля, що розташований поблизу нього, використовувалося спеціалізоване вимірювальне обладнання (термопари та інфрачервона камера (тепловізор)). Для дослідження процесу теплопередачі на автомобілі, що горить, встановлено 16 термопар, а на сусідньому автомобілі – 1 термопара. Температурне поле між автомобілями в різні моменти часу визначалося інфрачервоною камерою з чіткою зміною градієнта температури за наявності вітру.

Результати експериментальних досліджень показали, що динаміка розвитку пожежі транспортних засобів, що перебувають на відкритому просторі, суттєво відрізняється від такої в закритому просторі (підземні автостоянки та гаражі). У розвитку пожежі відіграють значну роль параметри навколишнього середовища.

Наявність повітряного потоку істотно змінює поведінку процесу горіння. За наявності вітру зі швидкістю до 5 м/с можливе займання сусіднього транспортного засобу не пізніше ніж через 14 хв, з урахуванням потужності тепловиділення автомобілів, яка складає близько 2,1 МВт. Результуючий розподіл температурного поля навколо транспортного засобу під час пожежі є важливим для дослідження динаміки пожежі.

Стаття китайських вчених Hui Zhu, Yunji Gao та Haidong Guo [5] присвячена експериментальному дослідженню процесу горіння рухомого автомобіля.

У цьому дослідженні [5] виявлено характер горіння легкового автомобіля типу «седан» та характеристики поширення пожежі. Температуру поверхні та салону автомобіля вимірювали із використанням тепловізора та термопар. Поширення пожежі фіксували камери, встановлені спереду, збоку та в салоні автомобіля. Під час пожежі швидко згорів моторний відсік, а дим потрапив всередину автомобіля через вентиляційні отвори кондиціонера. Через 10 хв з моменту початку експерименту сталося займання в салоні автомобіля, де температура становила вище ніж 1000 °С. Тепловий потік, отриманий на відстані 5 м від автомобіля, перевищував 2,5 кВт/м^2, а на відстані 6 м становив 1 кВт/м^2. Дослідження показали, що перші 6 хв є найкращим часом для евакуації, порятунку людей та гасіння пожежі.

У публікації іспанських накуовців E. Pastor, A. Àgueda та інших [6] наведено експериментальні дослідження ефективності застосування вогнезахисної тканини для автомобілів, призначеної для захисту життя людей у разі загоряння навколо автомобіля. Ініційовано два загоряння для імітування впливу теплового випромінювання та диму у разі блокування автомобіля на сільській дорозі. У першому експерименті на ділянці 13 м × 6 м влаштовано шар горючого матеріалу із соснової деревини висотою 2 м. Займання сталося на одному кінці шару горючого матеріалу. Водночас вогонь поширювався під впливом вітру. На відстані 2,8 м від другого кінця шару горючого матеріалу стояв автомобіль, накритий тканиною. Максимальна температура повітря всередині транспортного засобу варіювалася в межах від 41°С до 42,5°С, що свідчить про хороші характеристики тканини. Для з'ясування ступеня захисту від диму оцінювали швидкість повітрообміну з тканинним покриттям автомобіля та без нього. Крім того, проведено експеримент, подібний до попереднього, для моніторингу концентрації CO_2 і CO всередині автомобіля. Сприятливі умови для цих газів підтримувалися протягом усього випробування відповідно до розглянутих критеріїв впливу.

Стаття німецьких дослідників Stephan Klüh, Marie Kutschreuter, Frank Leismann, Max Lakkonen [7] присвячена експериментальним дослідженням пожежі автомобіля у підземних паркінгах з їх гасінням стаціонарною системою пожежогасіння тонкорозпиленою водою. Оскільки реальні зразки транспортних засобів, зокрема сучасні моделі, проблематично отримати для натурних експериментальних досліджень, в цьому експерименті використовували макет автомобіля, розрахункове пожежне навантаження якого відповідало реальному автомобілю.

Експериментальне пожежне навантаження складалося з дерев'яних піддонів, які були розміщені всередині макета автомобіля. Для експерименту використовувався калориметр, який був обладнаний механічною вентиляцією та різними системами вимірювання. Температура вимірювалась за допомогою термопар у витяжній трубі калориметра і в декількох точках біля макета автомобіля.

Система пожежогасіння тонкорозпиленою водою була активована вручну. Результати експерименту порівнювались з результатами моделювання процесу горіння автомобіля та його гасіння системою водяного туману

з використанням програмного забезпечення FDS (Fire dynamic simulator).

Аналогічні дослідження також проводились німецькими дослідниками M. Kutschenreuter, An. Feltmann, T. Usner, F. Leismann [8].

У звіті [9] наведено результати експериментальних досліджень параметрів горіння модельних вогнищ пожежі класу А та їх гасіння системами порошкового пожежогасіння, дослідження впливу інерційності модулів систем порошкового пожежогасіння на їх вогнегасну ефективність. В [9] з метою обґрунтування необхідного часу вільного горіння модельних вогнищ пожежі класу А проведені експериментальні дослідження для порівняння параметрів горіння модельних вогнищ класу А, конструкція яких передбачена різними нормативними та методичними документами, що стосуються визначення ефективності різних систем пожежогасіння.

У статті С. Огурцова [10] узагальнено результати натурних вогневих експериментальних досліджень з визначення параметрів горіння автомобілів, які описано у ряді європейських публікацій, зокрема [11–12]. У роботі фінського дослідника Johan Mangs [11] висвітлено результати експериментальних досліджень, під час яких запалювання автомобіля проводили за допомогою гептанового пальника потужністю 160 кВт, розміщеного в салоні автомобіля. Протягом проведення досліджень визначалась інтенсивність теплового випромінювання під час горіння легкового автомобіля, а також умови поширення полум'я на сусідні автомобілі. Так, максимальний тепловий потік на відстані 1 м становив 19–22 кВт/м^2 протягом 4–13 хв проведення експерименту. На відстані 0,6 м максимальне значення теплового потоку становило 40 кВт/м^2 для 3 хв, а протягом 4–14 хв – 30 кВт/м^2. Водночас критичний рівень інтенсивності теплового потоку для матеріалів, з яких виготовлено автомобіль становить 10–20 кВт/м^2, що сприяє поширенню полум'я на сусідні автомобілі в перші 10 хв пожежі.

Для порівняння: дані експериментів, отримані шведським дослідником J. Kruppa [12] під час дослідження горіння автомобілів, виготовлених після 70–80 років минулого століття, свідчать про максимальну теплову потужність 5 МВт, а автомобілів 90-х – 8,5 МВт. Під час досліджень у половині випадків пожежа поширювалася на сусідні автомобілі, розміщені на відстані 0,7 м вже на 12 хв експерименту. Найпершими елементами, що загоряються, є колеса і гумові деталі автомобіля.

Результати наведеного аналізу показують, що більшість публікацій містять результати натурних вогневих експериментальних досліджень з визначення параметрів горіння автомобілів, які вважаються найточнішим способом для дослідження горіння.

Варто зауважити, що реалізація вказаних натурних вогневих експериментальних досліджень є обмеженою через значну вартість і складність їх організації та проведення. Враховуючи це, доцільним є проведення експериментів з визначення параметрів горіння модельних вогнищ пожежі класів А і В для їх застосування надалі під час моделювання пожежі колісних транспортних засобів.

У цій статті описано експериментальні дослідження, які вперше проводились з використанням модельних вогнищ пожежі класу А різних рангів, побудованих згідно з вимогами національного стандарту України ДСТУ EN 3-7 [13].

Формулювання цілей дослідження. Метою дослідження є визначення параметрів горіння модельних вогнищ пожежі класу А різних рангів, конструкція яких відповідає ДСТУ EN 3-7 [13].

Для досягнення цієї мети поставлено завдання щодо проведення експериментальних досліджень з виявлення залежностей втрати маси модельних вогнищ пожежі класів 5А, 8А та 13А (згідно з

вимогами ДСТУ EN 3-7 [13]) від часу їх горіння та динаміки зміни їх температури у часі.

Методи дослідження. В цій статті застосовано аналітичний метод досліджень під час узагальнення експериментальних даних провідних країн світу щодо параметрів горіння колісних транспортних засобів. Крім того, використано експериментальний метод досліджень під час виявлення параметрів горіння модельних вогнищ пожежі класу А різних рангів.

Виклад основного матеріалу. Основними параметрами, які характеризують процес горіння модельних вогнищ, є втрата маси модельного вогнища та зміна температури і густини теплового потоку. Водночас суттєву роль відіграють вологість деревини та відстань між сусідніми брусками в шарі модельного вогнища.

В ІДУ НД ЦЗ на сьогодні проведено перший блок експериментальних досліджень з виявлення залежності втрати маси від часу горіння модельних вогнищ пожежі класу А різних рангів та динаміки зміни їх температури у часі.

Відповідно до ДСТУ EN 3-7:2014 [13] модельне вогнище пожежі класу 5А має такі характеристики:

- 7 поперечних шарів по 5 брусків у кожному довжиною 500 мм;
- 7 повздовжних шарів по 5 брусків у кожному довжиною 500 мм;
- загальна кількість – 70 брусків.

Для модельних вогнищ пожежі класів 5А, 8А та 13А бруски кожного наступного шару кладуться перпендикулярно до брусків шару, що лежить нижче, таким чином, щоб утворювалися канали прямокутного перерізу в усьому об'ємі.

Модельне вогнище пожежі класу 5А являє собою штабель з дерев'яних брусків із поперечним перерізом як квадрат зі стороною (40_{-2}) мм. Для виготовлення модельних вогнищ пожежі класів 5А, 8А та 13 А використовуються заготовки деревини із сосни звичайної з вологістю від 10% до 15 %.

Модельне вогнище пожежі класу 8А має такі характеристики:

- 7 поперечних шарів по 8 брусків у кожному довжиною 500 мм;
- 7 повздовжних шарів по 5 брусків у кожному довжиною 800 мм;
- загальна кількість – 91 брусок.

Модельне вогнище пожежі класу 8А являє собою штабель з дерев'яних брусків із поперечним перерізом як квадрат зі стороною (40_{-2}) мм.

Модельне вогнище пожежі класу 13А має такі характеристики:

- 7 поперечних шарів по 13 брусків у кожному довжиною 500 мм;
- 7 повздовжних шарів по 5 брусків у кожному довжиною 1300 мм;
- загальна кількість – 126 брусків.

Модельне вогнище пожежі класу 13А являє собою штабель з дерев'яних брусків з поперечним перерізом як квадрат зі стороною (40_{-2}) мм.

Суть експериментальних досліджень полягала у визначенні втрати маси модельних вогнищ пожежі класів 5А, 8А та 13А за ДСТУ EN 3-7:2014 [13]) залежно від часу їх горіння. Крім того, визначалася динаміка зміни температури у 3 різних точках кожного з модельних вогнищ пожежі у часі.

Експериментальні дослідження проводилися у боксі вогневих випробувань ВБ-285 почергово на модельних вогнищах пожежі класів 5А, 8А та 13 А за ДСТУ EN 3-7:2014 [13].

Для здійснення поточного контролю за вигорянням деревини модельні вогнища пожежі встановлювалися почергово на ваги електронні «СВП-300-5».

Під кожним модельним вогнищем пожежі встановлено деко для підпалу таким чином, щоб воно не створювало навантаження на електронні ваги, а саме:

- під вогнищем пожежі 5А встановлено квадратне деко, у яке заздалегідь налили воду та пальне h-гептан у кількості 1000 мл;
- під вогнищем пожежі 8А встановлено прямокутне деко, у яке заздалегідь налили воду та пальне h-гептан у кількості 1200 мл;
- під вогнищем пожежі 13А встановлено прямокутне деко, у яке

заздалегідь налили воду та пальне h-гептан у кількості 2000 мл.

Для реєстрації температури у кожному модельному вогнищі пожежі класу А використовувались 3 термопари типу ТХА з електродами діаметром 0,7 мм, які розташовувались у визначених місцях, а саме, термопара 1 – всередині модельного вогнища пожежі, термопара 2 – на висоті 10 см над модельним вогнищем, термопара 3 – на висоті 100 см над модельним вогнищем пожежі. Термопари під'єднувалися до інформаційно-вимірювальної системи ІВС «Термоконт».

За допомогою факела підпалено деко з пальним, що своєю чергою спричинило горіння модельного вогнища пожежі класу А. Одночасно розпочато реєстрацію втрати маси та температури протягом експериментальних досліджень. Експериментальні дослідження тривали до повного вигоряння кожного модельного вогнища пожежі класу А.

Початкова маса модельного вогнища пожежі класу 5А становила 28,2 кг, через проміжок часу 810 с модельне вогнище втратило свою цілісність. Початкова температура у трьох контрольних точках становила (12–12,5)°С.

На рис. 1 наведено графіки з результатами визначення втрати маси модельного вогнища пожежі класу 5А. Також на цьому графіку наведено результати вимірювання температури у трьох контрольних точках модельного вогнища пожежі класу 5А.

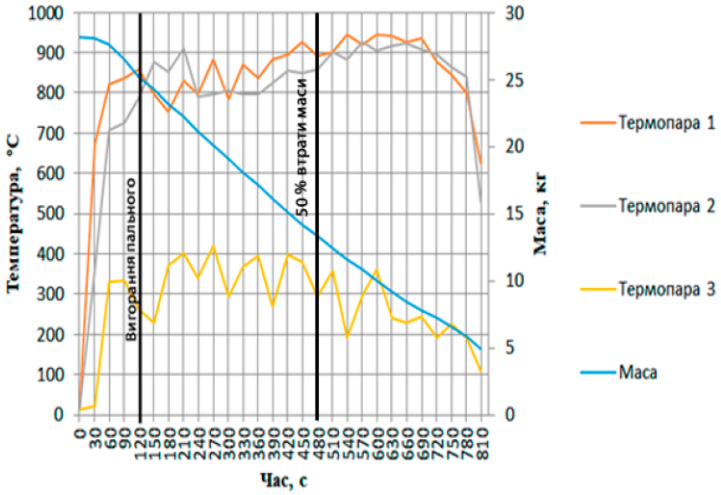

Рисунок 1 – Результати визначення втрати маси модельного вогнища пожежі класу 5А та результати вимірювання температури у трьох контрольних точках

На підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень горіння модельного вогнища пожежі класу 5А виявлено залежність втрати маси модельного вогнища від часу його горіння. Крім того, встановлено динаміку зміни температури модельного вогнища у часі.

Одним з основних параметрів горіння модельного вогнища є значення масової швидкості вигоряння (G_m), що визначалась як похідна функції зміни маси m(t) [10]:

$$G_m = \frac{\mathrm{dm}}{\mathrm{dt}} \qquad (1)$$

На рис. 2 наведено графіки з результатами визначення залежності масової швидкості вигоряння модельного вогнища пожежі класу 5А від тривалості горіння.

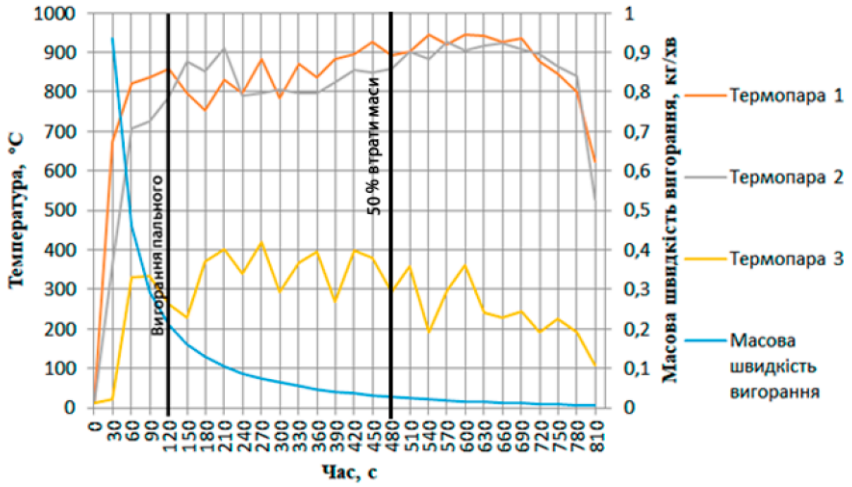

Рисунок 2 – Результати визначення залежності масової швидкості вигоряння модельного вогнища пожежі класу 5А від тривалості його горіння

За результатами досліджень встановлено, що масова швидкість вигоряння модельного вогнища пожежі класу 5А перебуває у такому діапазоні (протягом часу горіння 810 с): мінімальна 0,006 кг/хв, максимальна 0,937 кг/хв. На першій хвилині горіння – 0,46 кг/хв.

Початкова маса модельного вогнища пожежі класу 8А становила 44,4 кг, через проміжок часу 750 с модельне вогнище втратило свою цілісність.

Початкова температура у трьох контрольних точках становила 13°С.

На рис. 3 наведено графіки з результатами визначення втрати маси модельного вогнища пожежі класу 8А. Також на цьому графіку наведено результати вимірювання температури у трьох контрольних точках модельного вогнища пожежі класу 8А.

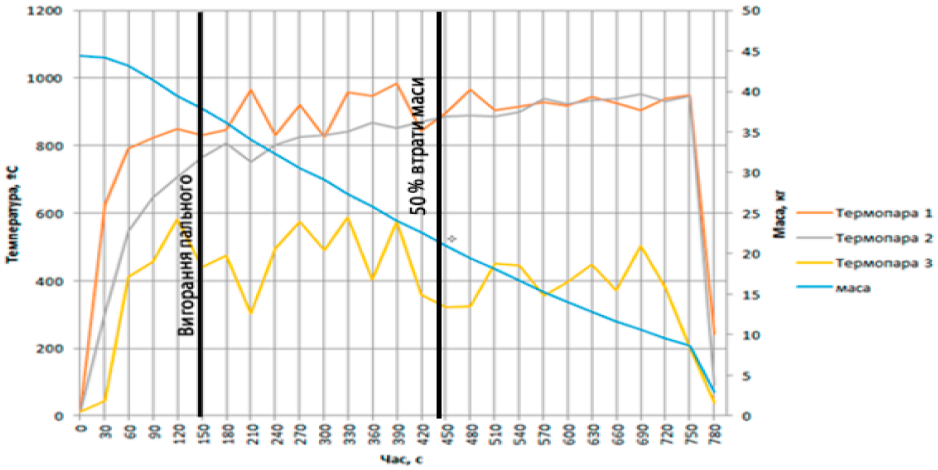

Рисунок 3 – Результати визначення втрати маси модельного вогнища пожежі класу 8А та результати вимірювання температури у трьох контрольних точках

На підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень горіння модельного вогнища пожежі класу 8А виявлено залежність втрати маси модельного вогнища від часу його горіння. Крім того, встановлено динаміку зміни температури модельного вогнища у часі.

На рис. 4 наведено графіки з результатами визначення залежності масової швидкості вигоряння модельного вогнища пожежі класу 8А від тривалості його горіння.

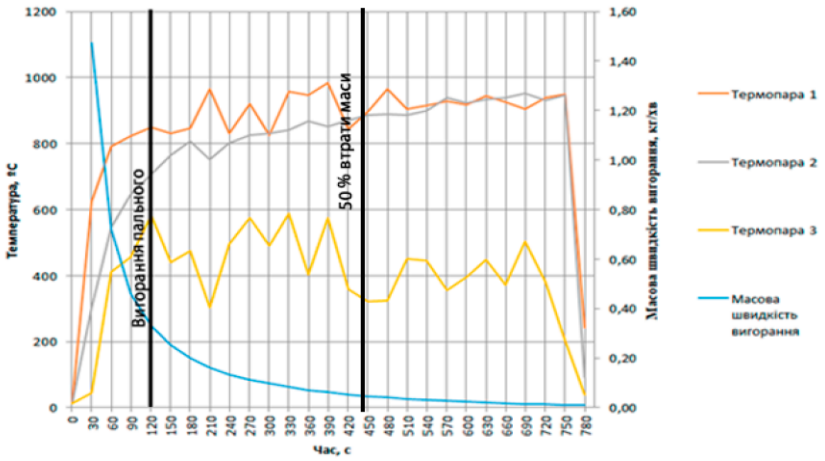

Рисунок 4 – Результати визначення залежності масової швидкості вигоряння модельного вогнища пожежі класу 8А від тривалості його горіння

За результатами досліджень встановлено, що масова швидкість вигоряння модельного вогнища пожежі класу 8А перебуває у такому діапазоні (протягом часу горіння 780 с): мінімальна 0,001 кг/хв, максимальна 1,47 кг/хв. На першій хвилині горіння – 0,72 кг/хв.

Початкова маса модельного вогнища пожежі класу 13А становила 78,5 кг, через проміжок часу 810 с модельне вогнище втратило свою цілісність. Початкова температура у трьох контрольних точках становила (12,5–13)°С.

На рис. 5 наведено графіки з визначення втрати маси модельного вогнища пожежі класу 13А. Також на цьому графіку наведено результати вимірювання температури у трьох контрольних точках модельного вогнища пожежі класу 13А.

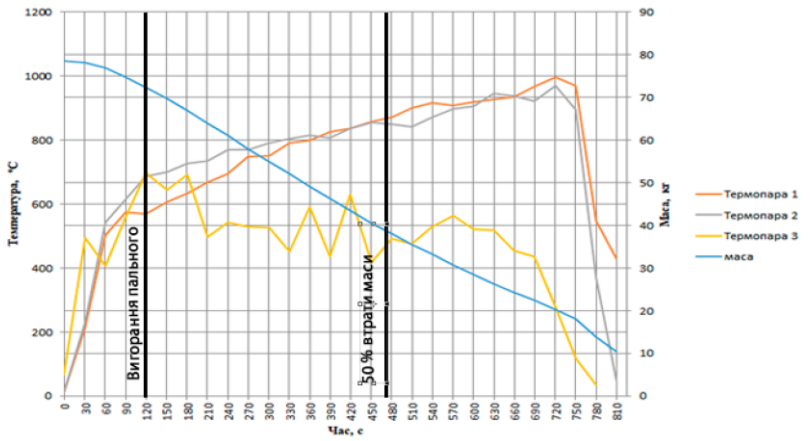

Рисунок 5 – Результати визначення втрати маси модельного вогнища пожежі класу 13А та результати вимірювання температури у трьох контрольних точках

На підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень горіння модельного вогнища пожежі класу 13А виявлено залежність втрати маси модельного вогнища від часу його горіння. Крім того, встановлено динаміку зміни температури модельного вогнища у часі.

На рис. 6 наведено графіки з визначення залежності масової швидкості вигоряння модельного вогнища пожежі класу 13А від тривалості його горіння.

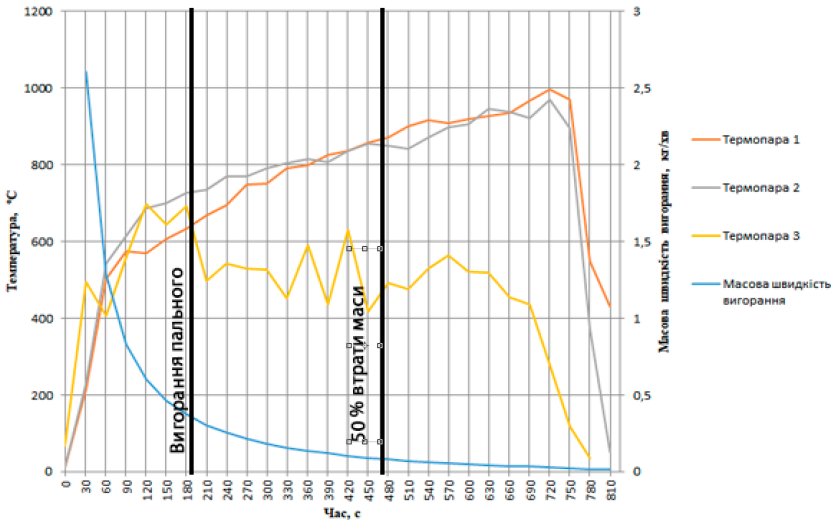

Рисунок 6 – Результати визначення залежності масової швидкості вигоряння модельного вогнища пожежі класу 13А від тривалості його горіння

За результатами досліджень встановлено, що масова швидкість вигоряння модельного вогнища пожежі класу 13А перебуває у такому діапазоні (протягом часу горіння 810 с): мінімальна 0,013 кг/хв, максимальна 2,61 кг/хв. На першій хвилині горіння – 1,28 кг/хв.

Висновки та напрями подальших досліджень. На підставі аналізу отриманих результатів експериментальних досліджень горіння модельних вогнищ пожежі класів 5А, 8А і 13А згідно з ДСТУ EN 3-7:2014 [7] виявлено залежність втрати маси вказаних модельних вогнищ від часу їх горіння.

Виявлено залежність масової швидкості вигоряння вказаних модельних вогнищ пожежі від тривалості їх горіння, що надалі можуть застосовуватися в розрахунках щодо втрати маси під час горіння колісного транспортного засобу (автомобіля).

Масова швидкість вигоряння модельних вогнищ пожежі перебуває у таких діапазонах:

– для модельного вогнища пожежі класу 5А (протягом часу горіння 810 с): мінімальна 0,006 кг/хв, максимальна 0,937 кг/хв. На першій хвилині горіння – 0,46 кг/хв;

– для модельного вогнища пожежі класу 8А (протягом часу горіння 780 с): мінімальна 0,01 кг/хв, максимальна 1,47 кг/хв. На першій хвилині горіння – 0,72 кг/хв.;

– для модельного вогнища пожежі класу 13А (протягом часу горіння 810 с): мінімальна 0,013 кг/хв, максимальна 2,61 кг/хв. На першій хвилині горіння – 1,28 кг/хв.

Виявлено динаміку зміни температури модельних вогнищ пожежі класів 5А, 8А та 13А залежно від часу їх горіння.

Визначені параметри горіння модельних вогнищ пожежі класу А надалі можуть застосовуватися під час моделювання пожежі колісних транспортних засобів.

В майбутному необхідно продовжувати експериментальні дослідження з визначення параметрів горіння модельних вогнищ пожежі класу В.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Семичаєвський С. В., Присяжнюк В. В., Осадчук М. В., Якіменко М. Л. Щодо необхідності обґрунтування параметрів та типів первинних засобів пожежогасіння для оснащення колісних транспортних засобів. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія : Технічні науки.* 2023. Т. 34(73). № 1. С. 288–294.
2. Гаврилюк А. Ф. Пожежна небезпека колісних транспортних засобів : монографія. Львів : ЛДУ БЖД, 2018. 182 с.
3. Park Y., Ryu J., Ryou HS. Experimental Study on the Fire-Spreading Characteristics and Heat Release Rates of Burning Vehicles Using a Large-Scale Calorimeter. Energies. 2019. Vol. 12(8) : 1465.

4. Terziev An. Study of the fire dynamics in a burning car and analysis of the possibilities for transfer of fire to a nearby vehicle. *E3S Web of Conferences.* 2019. Vol. 112.
5. Hui Zhu, Yunji Gao, Haidong Guo. Experimental investigation of burning behavior of a running vehicle. Case Studies in Thermal Engineering. 2020. Vol. 22.
6. Pastor E., Àgueda A., Sebastià J., Mata C., Valero MM., Planas E. Performance analysis of a self-protection system for vehicles in case of WUI fire entrapment. *Fire and Materials.* 2021. Vol. 45 № 8. P. 1051–1062.
7. Klüh Stephan, Kutschreuter Marie, Leismann Frank, Lakkonen Max. Experimental and numerical investigation of a vehicle fire with fixed-firefighting system. *Fire and Evacuation Modeling Technical Conference (FEMTC)*. 2020.
8. Kutschenreuter M., Feltmann An., Usner T., Leismann F. (2019) Experimental and numerical investigation of a car fire with fixed-firefighting system. *Proceedings of the STUVA Conference – International Forum for Tunnels and Infrastructure,* Frankfurt, Germany. November 26–28. P. 392–397.
9. Провести дослідження і науково обгрунтувати зміни до національного стандарту ДСТУ 3972-2000 Установки порошкового пожежогасіння. Загальні технічні вимоги та методи випробувань : звіт про НДР (заключний) / кер. С. Огурцов. Київ : УкрНДІПБ, 2011. 200 с.
10. Огурцов С. Ю. Обгрунтування даних для моделювання пожеж легкових автомобілів у підземних об'єктах автотранспортної інфраструктури. *Вісник ЛДУ БЖД.* 2011. № 5. С. 83–90.
11. Mangs J. On the fire dynamics of vehicles and electrical equipment. VTT Building and Transport. Departament of Physical Sciences Faculty of Science University of Helsinki. 2004. 62.
12. Kruppa J., Joyex D. & Zhao B. 1998 Evaluation of the fire resistance of a car park structure based on experimental evidences. In : Proceedings of Second International Conference on Fire Research and Engineering (ICFRE2). Gaitheburg, MD, 3–8, August 1997. Beteshda, MD : Society of Fire Protection Engineers. P. 416–426.
13. ДСТУ EN 3-7:2014. Вогнегасники переносні. Ч. 7. Характеристики, вимоги до робочих параметрів і методи випробувань. [Чинний від 2016-01-01]. Київ, 2016. 53 с.

REFERENCES

1. Semychayevsky, S, Prisyajnyuk V., Yakimenko, M., Osadchuk, M. (2023). Shodo neobhidnosti obgruntuvanna parametriv ta typiv pevinnih zasobiv pozhezhogasinna dlya osnashenya kolisnih transportnih zasobiv [Regarding the need to justify the parameters and types of primary fire extinguishing means for equipping wheeled vehicles]. Scholarly notes of V. I. Vernadsky Tavri National University. Series: Technical sciences, Vol. 34(73. № 1, 288–294. doi: 10.32782/2663-5941/2023.1/44 [in Ukrainian].
2. Gavrilyuk, A. (2018). Pozhezhna nebezpeka kolisnih tranportnih zasobiv [Fire hazard of wheeled vehicles] : monograph. Lviv : LDU BZHD [in Ukrainian].
3. Park, Y., Ryu, J., Ryou, HS. Experimental Study on the Fire-Spreading Characteristics and Heat Release Rates of Burning Vehicles Using a Large-Scale Calorimeter. Energies. 2019. Vol. 12(8): 1465.
4. Terziev, An. Study of the fire dynamics in a burning car and analysis of the possibilities for transfer of fire to a nearby vehicle. E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 112.
5. Hui, Zhu, Yunji, Gao, Haidong, Guo. Experimental investigation of burning behavior of a running vehicle. Case Studies in Thermal Engineering. 2020. Vol. 22.
6. Pastor, E, Àgueda, A, Sebastià, J, Mata, C, Valero, MM, Planas, E. Performance analysis of a self-protection system for vehicles in case of WUI fire entrapment. Fire and Materials. 2021. Vol. 45 № 8. P. 1051–1062.
7. Stephan Klüh, Marie Kutschreuter, Frank Leismann, Max Lakkonen. Experimental and numerical investigation of a vehicle fire with fixed-firefighting system. Fire and Evacuation Modeling Technical Conference (FEMTC). 2020.
8. Kutschenreuter, M. Feltmann, An., Usner, T., Leismann, F. (2019) «Experimental and numerical investigation of a car fire with fixed-firefighting system», Proceedings of the STUVA Conference – International Forum for Tunnels and Infrastructure, Frankfurt, Germany. November 26–28, 392-397.
9. Ogurtsov, S. Provesti doslidgennya i naukovo obgruntuvati zmini do nacionalnogo standartu DSTU 3972-2000 Ustanovki poroshkovogo pozhezhogasinya. Zagalni tehnichni vimogi ta metodi viprobuvan [Conduct research and scientifically justify changes to the national standard DSTU 3972-2000 Powder fire extinguishing installations. General technical requirements and test methods]. Report on research work (final)). Kyiv [in Ukrainan].
10. Ogurtsov, S. 2011. Obgruntuvanya danyh dlya modelyuvanya pozgeg legkovyh avtomobiliv u pidzemnih obyektah avtotransportnoyi infrastrukuryi [Data substantiation for modeling passenger car fires in underground facilities of the motor vehicle infrastructure]. Bulletin of the Lviv State University of Life Safety, № 5, 83-90. [in Ukrainian].
11. Mangs, J. On the fire dynamics of vehicles and electrical equipment. VTT Building and Transport. Departament of Physical Sciences Faculty of Science University of Helsinki. 2004. 62.
12. Kruppa, J., Joyex, D. & Zhao, B. 1998 Evaluation of the fire resistance of a car park structure based on experimental evidences. In:Proceedings of Second International Conference on Fire Research and Engineering (ICFRE2). Gaitheburg,MD, 3–8, August 1997. Beteshda, MD: Society of Fire Protection Engineers. P. 416–426.
13. Vognegasniki perenosni. Chastina 7. Haracteristiki, vimogi do robochih parametriv i metodi viprobuvan [Fire extinguishers are portable. Part of the Characteristics, requirements for operating parameters and test methods]. (2016). DSTU EN 3-7: 2014 from 1st January 2016. Kyiv: UkrNDNC, 2016. [in Ukrainian].

DETERMINATION OF COMBUSTION PARAMETERS OF CLASS A FIRE MODELS FOR THEIR FURTHER APPLICATION DURING WHEELED VEHICLE FIRE SIMULATION

S. Semychayevsky, V. Prisyajnyuk, M. Yakimenko, M. Osadchuk

Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Ukraine

KEYWORDS

dynamics of temperature changes, experimental studies, mass burning rate, mass loss, model fires, wheeled vehicles

ANNOTATION

The expediency of conducting experimental studies to determine the combustion parameters of model fires of classes A and B for their further use during fire modeling of wheeled vehicles is indicated. It is indicated that the Institute of public administration and research in civil protection conducts scientific research work on the topic «Justification of parameters and types of primary fire extinguishing means for equipping wheeled vehicles», within the framework of which the first block of experimental research on detecting the dependence of loss has been carried out to date masses from the burning time of model fires of Class A fires of different ranks and the dynamics of their temperature changes over time. It is emphasized that the main parameters characterizing the burning process of model fires are the loss of the mass of the model fire and the change in temperature and heat flow density. At the same time, the moisture content of the wood and the distance between adjacent bars in the layer of the model hearth play a significant role. The characteristics of model fires of classes 5A, 8A and 13A are given. The methodology of conducting is described and the results of experimental studies are given to determine the mass loss of model fires of classes 5A, 8A and 13A according to DSTU EN 3-7:2014, depending on their burning time. The dynamics of temperature changes over time were determined for three different control points of each of the specified model fire foci. Attention is drawn to the fact that three thermocouples were used to register the temperature in each model fire of classes 5A, 8A and 13A, which were located in specified places, namely: thermocouple 1 – inside the model fire, thermocouple 2 – at a height of 10 cm above the model fire fire, thermocouple 3 – at a height of 100 cm above the model fire. The dependence of the mass burning rate of model fires of classes 5A, 8A and 13A on the duration of their burning was determined. This publication plots all the above dependencies. It is noted that in the future it is necessary to continue experimental research on the determination of combustion parameters of model fires of class B. Appropriate conclusions have been drawn.