

Технічні науки

УДК 614.841.45

Ніжник Вадим Васильович

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
начальник науково-дослідного центру
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту*

Нижник Вадим Васильевич

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
начальник научно-исследовательского центра
Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты*

Nizhnyk Vadim

*Candidate of Technical Sciences, Senior Staff Scientist,
Head of Research Centre
The Ukrainian Civil Protection Research Institute*

Поздєєв Сергій Валерійович

*доктор технічних наук, професор,
головний науковий співробітник
Черкаський інститут пожежної безпеки
імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*

Поздеев Сергей Валерьевич

*доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник
Черкасский институт пожарной безопасности
имени Героев Чернобыля НУГЗ Украины*

Pozdieiev Serhii

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Principal Research Officer
Cherkassy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes of
National University of Civil Protection of Ukraine*

Жартовський Сергій Володимирович

доктор технічних наук, старший науковий співробітник,

провідний науковий співробітник

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту

Жартовский Сергей Владимирович

доктор технических наук, старший научный сотрудник,

ведущий научный сотрудник

Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты

Zhartovskyi Serhii

Doctor of Technical Sciences, Senior Staff Scientist,

Leading Researcher

The Ukrainian Civil Protection Research Institute

Фещук Юрій Леонідович

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту

Фещук Юрий Леонидович

кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты

Feshchuk Yurii

Candidate of Technical Sciences, Senior Research Officer

The Ukrainian Civil Protection Research Institute

**ОЦІНЮВАННЯ НЕБЕЗПЕКИ ПОШИРЕННЯ ПОЖЕЖІ НА
СУМІЖНІ БУДІВЕЛЬНІ ОБ'ЄКТИ ЗА КРИТЕРІЄМ ТЕПЛОВОГО
ПОТОКУ**

**ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА НА
СМЕЖНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ ПО КРИТЕРИЮ
ТЕПЛОВОГО ПОТОКА**

ASSESSMENT OF THE DANGER OF THE SPREAD OF FIRE TO ADJACENT CONSTRUCTION OBJECTS BY THE CRITERION OF HEAT FLOW

***Анотація.** Розроблено методику та проведено дослідження впливу густини теплового потоку на елементи суміжних будівельних об'єктів залежно від тривалості теплового впливу та відстані від вогнища пожежі. Обґрунтовано вибір критерію, що характеризує небезпеку поширення пожежі на суміжні будівельні об'єкти.*

***Ключові слова:** поширення пожежі, тепловий потік, густина теплового потоку, приймач теплового потоку, протипожежні відстані.*

***Аннотация.** Разработана методика и проведены исследования влияния плотности теплового потока на элементы смежных строительных объектов в зависимости от продолжительности теплового воздействия и расстояния от очага пожара. Обоснован выбор критерия, характеризующего опасность распространения пожара на смежные строительные объекты.*

***Ключевые слова:** распространение пожара, тепловой поток, плотность теплового потока, приемник теплового потока, противопожарные расстояния.*

***Summary.** A technique has been developed and studies have been carried out on the effect of heat flux on elements of adjacent construction objects depending on the duration of heat exposure and the distance from the fire. The choice of criteria that characterizes the risk of fire spreading to adjacent construction sites is substantiated.*

***Key words:** fire spread, heat flux, heat flux density, heat flux receiver, fire distances.*

Постановка проблеми. За результатами аналізу існуючих розрахункових методів щодо визначення протипожежних відстаней між будівельними об'єктами встановлено, що єдиного підходу щодо використання критеріїв немає. В переважній своїй більшості проведені на сьогодні дослідження ґрунтуються на критерії густини теплового потоку. Такий підхід має суттєвий недолік, який полягає в тому, що на сьогодні відсутня статистична база критичних значень по тепловому потоку для речовин і матеріалів, що використовуються у сучасному будівництві, та яка потрібна в якості порівняльного критерію під час визначення протипожежних відстаней між будівельними об'єктами. Крім того, тепловий потік не є прямою величиною, яка може бути асоційована із причинами поширення та охоплення пожежею суміжного будівельного об'єкту.

В той же час для розроблення розрахункового методу визначення протипожежних відстаней між будівельними об'єктами необхідно обґрунтувати та визначити основний критерій за параметрами якого здійснюватиметься прогнозування можливості поширення пожежі на суміжні будівельні об'єкти.

Аналіз досліджень і публікацій. У роботах [1-4] в основу методу обґрунтування величин протипожежної відстані між будівельними об'єктами покладено теорію теплообміну випромінюванням. Сутність завдання зводиться до співставлення реальної (падаючої) щільності теплового потоку для опромінення об'єкта з максимально допустимою. Під максимально допустимим значенням теплового потоку розуміють кількість променевої енергії, при перевищенні якої займання горючих матеріалів стає можливим. У роботі [5] приведена методика розрахунку теплового опромінювання під час пожеж у резервуарних парках під час горіння нафтопродуктів. В основу розрахункового методу, який визначає кількість тепла, що випромінюється факелом пожежі нафтопродукту у

напрямку суміжних об’єктів, особового складу та техніки покладено рівняння, що описує закон Стефана-Больцмана. Але, як вже зазначалося основним недоліком такого підходу є те, що на сьогодні відсутня статистична база максимально допустимих значень по тепловому потоку для речовин і матеріалів.

Уваги заслуговують роботи [6-8], в яких представлені процедури обчислення величини теплового потоку через віконний проріз будинку. Представлений метод застосовний лише для випадку із будинком виключно із світловими прорізами. При цьому не враховується пожежна навантага, яка може мати місце на фасаді будинку.

У роботі [9] запропонована стохастична модель теплового випромінювання від полум’я нафтопродуктів, що горять в резервуарах. Автор запропонував метод оцінки ризику досягнення в резервуарі температури самозаймання парів нафтопродуктів продовж заданого проміжку часу, тобто використав суттєву параметральну характеристику – значення температури. Але ця робота не набула подальшого розвитку щодо створення критеріальної та методичної бази для оцінювання та прогнозування небезпеки поширення вогню на суміжні будівельні об’єкти.

Таким чином, питання щодо дослідження теплового потоку, як критерію, що характеризує небезпеку поширення пожежі на суміжні об’єкти є актуальною науковою задачею.

Формулювання цілей досліджень. Метою даної роботи є дослідження впливу значення теплового потоку на елементи суміжних об’єктів, як підґрунтя для обґрунтування критерію, що характеризує небезпеку поширення пожежі на суміжні будівельні об’єкти.

Для досягнення поставленої мети сформовані наступні задачі:

- розробити методику експериментальних досліджень впливу теплового потоку на елементи суміжного об’єкту;

- провести експериментальні дослідження впливу теплового потоку на елементи суміжного об’єкту;
- обґрунтувати вибір критерію, що характеризує небезпеку поширення пожежі на суміжні будівельні об’єкти.

Об’єкт дослідження – процес теплового випромінювання вогнищем пожежі.

Предмет дослідження – зміна густини теплового потоку в часі та залежно від віддалення вогнища пожежі.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтування отриманих наукових результатів. Тепловий потік фізична величина, яка визначає кількість теплоти, що проходить через ізотермічну поверхню за одиницю часу, спрямована в напрямку, протилежному до градієнта температури, або є похідною по часу від кількості тепла, що проходить через таку поверхню [10]. Кількісне значення теплового потоку залежить від температури тіла, яке випромінює тепло. При нагріванні тіла з підвищенням його температури кількість випромінювальної енергії також зростає, як і зростає величина теплового потоку (пропорційно четвертому ступеню абсолютної температури тіла) [11].

Сутність методу визначення протипожежної відстані між будівельними об’єктами за критерієм теплового потоку полягає у визначенні його величини на поверхні суміжного будівельного об’єкту, що опромінюється від факелу пожежі об’єкту, що горить (рис. 1).

Значення теплового потоку q_2 залежить від температури T_1 тіла (1), що випромінює тепло. Прогнозування небезпеки займання тіла (2) можливе із порівняння його температури T_2 , що змінюється внаслідок впливу на тіло теплового потоку q_2 із температурою займання матеріалу, із якого виготовлене зазначене тіло. Це означає, що тепловий потік від пожежі має бути приведений до відповідних характеристик суміжного

будівельного об'єкту (його матеріалів). Тобто тепловий потік не є прямою величиною, яка може бути асоційована із причинами поширення пожежі на суміжні будівельні об'єкти.

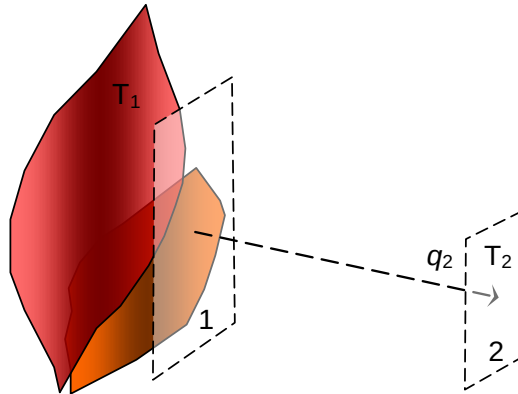


Рис. 1. Схема опромінення тіла 2 факелом 1:

1 – зведена до прямокутника поверхня факела полум'я, 2 – зведена до прямокутника поверхня тіла, що опромінюється

З метою проведення експериментальних досліджень впливу теплового потоку на елементи суміжного об'єкту розроблено програму експериментальних досліджень. Суть експерименту полягала у визначенні зміни густини теплового потоку залежно від відстані від факелу пожежі.

Під час досліджень в якості модельного вогнища для створення факелу пожежі використовували вогнище пожежі класу 55В, що представляє собою металеве деко діаметром 1480 ± 15 мм, висотою борта 150 ± 5 мм та товщиною стінки борта $2,5 \pm 0,5$ мм, у яке заливали 18 л води та 37 л дизельного палива рис. 2.



Рис. 2. Модельне вогнище для створення факелу пожежі

Вимірювання значень теплового потоку проводили приймачами теплового потоку, які установлювали на відстанях 2 м, 4 м та 6 м від факелу пожежі. Приймач теплового потоку встановлювали на висоті 1 м. Улаштування модельного вогнища та приймачів теплового потоку зображено на рис. 3.

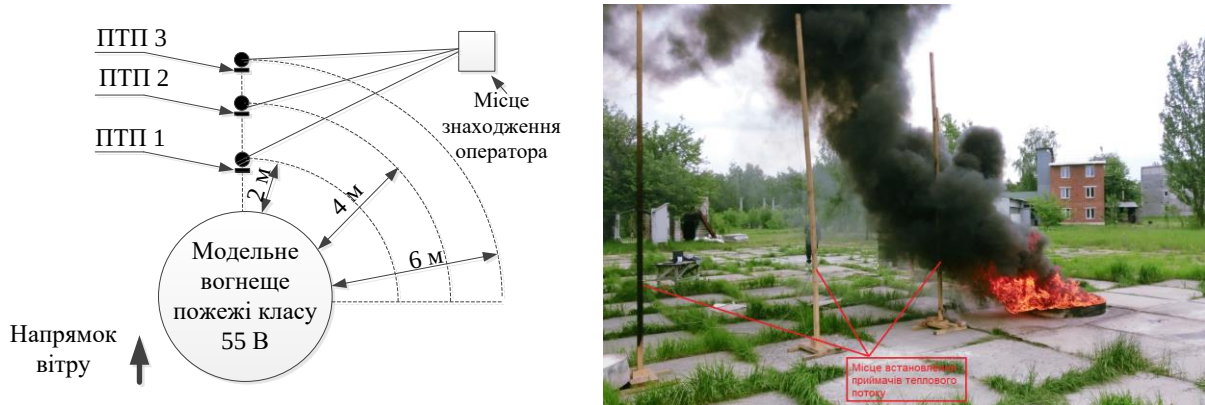


Рис. 3. Улаштування модельного вогнища та приймачів теплового потоку

Значення теплового потоку вимірювали за допомогою приймача теплового потоку ФОА 013-01, що призначений для одноразового вимірювання густини сумарного теплового потоку. Конструктивна схема та фото якого представлена на рис. 4.

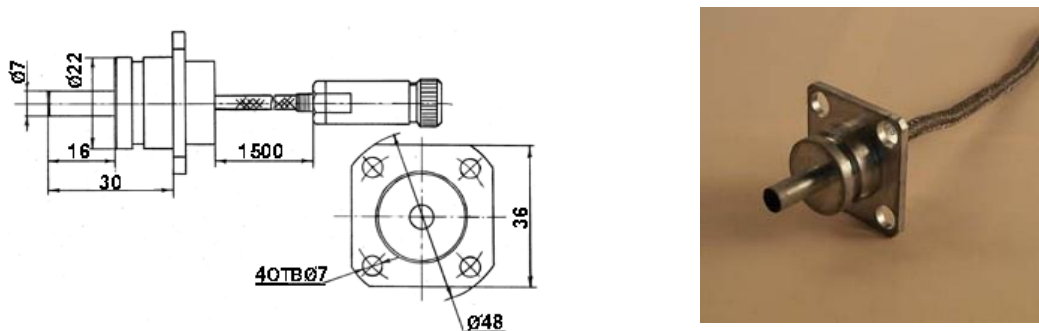


Рис. 4. Конструктивна схема та фото приймача теплового потоку ФОА 013-01

Технічні характеристики приймача теплового потоку ФОА 013-01 зазначені в таблиці 1.

Дослідження проводили три рази продовж 10 хвилинного впливу вогнища пожежі.

Таблиця 1

Технічні характеристики приймача теплового потоку ФОА 013-01

№	Параметр	ФОА 013-01
1.	Діапазон вимірюваної густини теплового потоку, кВт/м ²	від 0 до 630
2.	Габаритні розміри, мм	36×36×30
3.	Маса приймача, кг	< 0,350

За результатами проведення трьох експериментів отримані дані щодо зміни густини теплового потоку залежно від відстані їх розташування до осередку горіння та тривалості теплового впливу. Усереднені дані експериментів наведено на рис. 5.

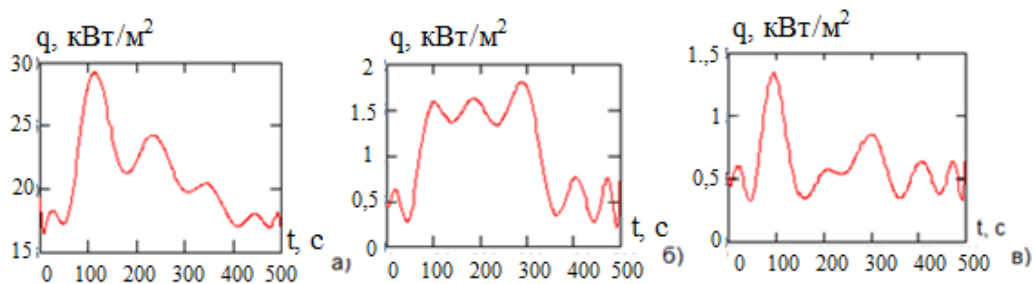


Рис. 5. Дані густини теплового потоку залежно від часу вогневого впливу для відстаней: а) 2 м від вогнища пожежі; б) 4 м від вогнища пожежі; в) 6 м від вогнища пожежі

Із отриманих результатів експериментальних досліджень встановлено, що флуктуація густини теплового потоку у середньому складає для відстані 2 м – 6,5 кВт/м², для відстаней 4 м та 6 м – 1 кВт/м², це складає третю частину від середнього абсолютного значення густини теплового потоку. Такі дані свідчать про суттєву мінливість густини теплового потоку продовж часу спостережень. Таким чином, дані експериментальних досліджень ставлять під сумнів можливість використання параметру теплового потоку від пожежі, в якості надійного критерію для оцінювання небезпеки поширення пожежі між суміжними будівельними об’єктами.

Таким чином, тепловий потік не є прямою величиною, яка може бути асоційована із причинами поширення та охоплення пожежею суміжних

будівельних об'єктів. В свою чергу параметри, що впливають на визначення протипожежних відстаней, зокрема такі як пожежна навантага, коефіцієнт прорізів у зовнішніх огорожувальних конструкціях та тривалість опромінювання, виражаються через температурний критерій, а в якості порівняльного критерію доцільно приймати температуру займання речовин і матеріалів. Отже причинами поширення та охоплення пожежею суміжних будівельних об'єктів є нагрівання горючих матеріалів будівель до температур, за яких відбувається його займання, що і є по-суті прямими величинами, які можуть бути критеріями оцінювання небезпеки поширення пожежі між будівельними об'єктами.

Висновок. Таким чином за результатами дослідження впливу густини теплового потоку від вогнища пожежі на елементи суміжних об'єктів можна зробити такі висновки:

1. Тепловий потік від вогнища пожежі є суттєво змінним у час та залежить від зовнішніх погодними умов, зокрема наявності вітру.
2. Встановлено, що густину теплового потоку не доцільно використовувати, як основний критерій оцінювання небезпеки поширення пожежі між суміжними будівельними об'єктами, як наслідок того, що змінну в часі густину теплового потоку не можливо порівняти із пожежонебезпечними характеристиками матеріалів, які використовуються у суміжному будинку, що опромінюється від пожежі.
3. Запропонований новий підхід щодо критеріїв небезпеки поширення пожежі на суміжні об'єкти, при цьому, виконуючи умову прямої індикації можливості утворення пожежі на суміжному будинку, враховуючи природу його матеріалів, в якості такого критерію має використовуватись температура займання матеріалів, що піддаються тепловому впливу з боку факелу пожежі, на суміжному будинку.

Література

1. Ройтман М.Я. Основы противопожарного нормирования в строительстве // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. 1969. Вып. 4. С. 297-298.
2. Пожарная профилактика в строительстве / [Грушевский Б.В., Яковлев А.И., Кривошеев И.А. и др.] под ред. В.Ф. Кураленкина. М.: ВИПТШ, 1985. 451 с.
3. Термодинамика и теплопередача в пожарном деле / [Ройтман М.Я., Комиссаров Е.П., Пчелинцев В.А.] под ред. Ю.А. Кошмарова. М.: ВИПТШ, 1977. 415 с.
4. Пожарная профилактика в строительстве / [Романенко П.Н., Кошмаров Ю.А., Башкирцев М.П.] под ред. Ф.А. Аммосова. М.: Стройиздат, 1978. 363 с.
5. Дерев'янюк І.Г., Сенчихін Ю.М., Шаршанов А.Я. Визначення та прогнозування небезпечних факторів пожежі. Практ. Посібник. АЦЗУ, 2006. 88 с.
6. Emil Carlsson, Report 5051 External fire spread to adjoining buildings – A review of fire safety design guidance and related research - Department of Fire Safety Engineering Lund University, Sweden, 1999. 125 p.
7. Boverket, Boverkets byggregler, BBR 94:3, Norstedts Tryckeri, Karlskrona, June 1995, In Swedish.
8. Jönsson R., Frantzich H., Karlsson B., Magnusson S.E., Ondrus J., Pettersson O., Bengtsson S., Osterling T., Thor J., Brandskydd – Teori och Praktik, Brandskyddslaget, LTH-Brandteknik, Stockholm, 1994, In Swedish.
9. Басманов А.Е. Теоретические основы предупреждения каскадного распространения пожара в резервуарных парках с нефтепродуктами и повышение эффективности его ликвидации: Дис. ... доктора тех.наук: 21.06.02.
10. ДСТУ 3518-97 Термометрія. Терміни та визначення.

11. Ковтун С.І., Іванов С.О., Декуша Л.В., Декуша О.Л., Воробйов Л.Й.
Засоби вимірювання радіаційного теплообміну та інсоляції. World
Science. 2018. Vol. 5, №. 7(35). P. 31–38.