

Ю.О. Абрамов, В.С. Коломієць, В.О. Собина

Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

## ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ КЛАСУ В ПРИ ВИКОРИСТАННІ РОЗПИЛЕНОЇ ВОДИ

*Визначено параметри гасіння пожежі класу В при використанні розпиленої води: температуру і час гасіння та мінімальну величину інтенсивності подачі розпиленої води, яка забезпечує гасіння пожежі. Для знаходження цих параметрів використовується умова Семенова. Параметри гасіння пожежі визначено через її динамічні параметри: коефіцієнт передачі та постійну часу. Наведено числові значення параметрів пожежі.*

**Ключові слова:** пожежа, параметри пожежі, розпилена вода.

### Постановка проблеми

Розпилена вода є універсальним засобом при локалізації та ліквідації пожеж різного типу. При випаровуванні води її об'єм збільшується у 1700 разів, внаслідок чого відбувається розбавлення компонентів горючого середовища негорючою водяною парою. Одним зі шляхів розвитку систем пожежогасіння є використання для їх основи сегвеїв [1]. Такі системи включають до свого складу людину-оператора, внаслідок чого виникає необхідність в узгодженні характеристик людини-оператора з характеристиками самої системи [2]. Це потребує наявності характеристик пожежі як об'єкта управління системи пожежогасіння. У зв'язку із цим виникає необхідність у визначенні параметрів та характеристик пожежі при її гасінні. Зокрема це стосується пожеж класу В при їх гасінні розпиленою водою.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

У [3] експериментально вивчалися перехідні масові швидкості горіння на прикладі дизпалива та гептану для різних режимів подачі розпиленої води. Одночасно із цим визначався час гасіння пожежі. Інші параметри гасіння пожежі класу В не визначались. У [4] також експериментальним шляхом знаходились: розподіл крапель води – розподіл Розіна-Рамлера, їх середній діаметр (SMD), середня швидкість розпилення, а також інтенсивність подачі розпиленої води. Поза межами досліджень залишилися такі параметри, як температура та час гасіння пожежі. Аналогічні результати наводяться в [5], де додатково визначались час гасіння та кількість спожитої води. В [6] показано, що підвищення температури розпиленої води до 80 °С дозволяє зменшити час гасіння пожежі. В [7] проведена серія експериментів, результати яких використовуються для побудови теоретичних моделей пожежі класу В. Але така модель відноситься до класу локальних моделей, область

застосування яких обмежена умовами експериментів. Аналогічні дослідження проводились і з іншими рідинами. Так, у [8] наведені результати досліджень при гасінні нафти. Проте одержані оцінки параметрів такої пожежі можуть бути використані лише для горіння нафти. Дослідження для розширеного асортименту палив проводилось об'єднаними зусиллями FM Global та Sandia National Laboratories [9]. Визначалась кореляція, яку можна застосовувати до широкого діапазону видів палив та розмірів пожежі. Однак параметри кореляції не є універсальними, оскільки вони залежать від виду палива та вимагають апіорного знання швидкості горіння рідини. До теоретичних методів дослідження процесів гасіння пожеж класу В слід віднести використання обчислювальної гідродинаміки (CFD) [10]. Слід зазначити, що складність цих обчислювальних підходів перешкоджає їх використанню на практиці. Здебільшого такого типу обчислювальні процедури використовуються в лабораторних умовах.

Наведені особливості при визначенні параметрів гасіння пожежі класу В дають підстави для проведення досліджень, спрямованих на одержання аналітичних залежностей для одержання оцінок таких параметрів.

### Мета та завдання статті

Метою роботи є визначення параметрів гасіння пожежі класу В при використанні розпиленої води шляхом одержання аналітичних залежностей для цих параметрів.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

- із використанням умов Семенова одержати вираз для температури гасіння пожежі класу В при використанні розпиленої води;
- із використанням перехідної функції пожежі класу В при її гасінні розпиленою водою одержати вираз для часу її гасіння;
- побудувати аналітичну залежність для міні-

мальної інтенсивності подачі розпиленої води, яка забезпечує гасіння пожежі класу В.

### Виклад основного матеріалу

Гасіння пожежі класу В характеризується двома тепловими потоками: тепловим потоком при тепло-виділенні за рахунок хімічної реакції горіння та потоком тепла, яке відводиться до навколишнього середовища.

Для цих теплових потоків запишемо вирази [11]:

$$q_p = \beta QCS \left[ 1 - \beta (K_0 H)^{-1} \exp(E(RT)^{-1}) \right]; \quad (1)$$

$$q_v = \alpha S (T - T_0) + 1,5 A H r S (u D_0^2) \gamma I, \quad (2)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт масопередачі;

$Q$  – тепловий ефект горіння;

$C$  – концентрація кисню в навколишньому середовищі;

$S$  – площа полум'я на поверхні горіння рідини;

$K_0$  – константа швидкості хімічної реакції горіння;

$H$  – висота полум'я;

$E$  – енергія активації;

$R$  – універсальна газова стала;

$T$  – температура полум'я;

$\alpha$  – узагальнений коефіцієнт теплопередачі;

$T_0$  – температура навколишнього середовища;

$A$  – стала Срезневського;

$r$  – теплота випаровування води;

$u$  – швидкість руху краплі води в полум'ї;

$D_0$  – діаметр краплі води;

$\gamma$  – коефіцієнт використання води;

$I$  – інтенсивність подачі розпиленої води.

Для температури гасіння  $T_g$  виконуються умови Семенова, які при врахуванні (1) та (2) мають вигляд:

$$\beta Q C \left[ 1 - \beta (K_0 H)^{-1} \exp(E(RT_g)^{-1}) \right] = \alpha (T_g - T_0) + 1,5 A H r (u D_0^2)^{-1} \gamma I; \quad (3)$$

$$\beta^2 Q C E (K_0 H R T_g^2)^{-1} \exp(E(RT_g)^{-1}) = \alpha. \quad (4)$$

Після об'єднання (3) та (4) отримуємо вираз:

$$\beta Q C - \alpha R T_g^2 E^{-1} = \alpha (T_g - T_0) + \alpha B I, \quad (5)$$

де  $B = 1,5 A H r (\alpha u D_0^2)^{-1} \gamma$  – коефіцієнт передачі пожежі.

Якщо процес горіння є дифузійним, то [12]

$$\beta (K_0 H)^{-1} \exp(E(RT)^{-1}) \ll 1, \quad (6)$$

внаслідок чого є співвідношення:

$$\beta Q C = \alpha (T_N - T_0), \quad (7)$$

де  $T_N$  – початкова температура полум'я. Це співвідношення витікає із (3) при  $I = 0$ , в якому замість температури  $T_g$  використовується температура  $T_N$ .

Об'єднання (5) та (7) призводить до алгебраїчного рівняння відносно температури гасіння, яке має вигляд:

$$R E^{-1} T_g^2 + T_g + B I - T_N = 0. \quad (8)$$

Коренем цього рівняння є:

$$T_g = 0,5 R E^{-1} \left[ \left[ 1 - 4 R T_N E^{-1} (B I T_N^{-1} - 1) \right]^{0,5} - 1 \right]. \quad (9)$$

Для вуглеводневих рідин  $T_N = (1,5 \div 1,6) \cdot 10^3$  К [13], а величина інтенсивності подачі розпиленої води при гасінні пожежі класу В не перевищує  $0,2 \text{ кг(м}^2\text{с)}^{-1}$  [14]. Унаслідок цього вираз (9) трансформується таким чином:

$$T_g = 0,5 R E^{-1} \left[ \left[ 1 + 4 R T_N E^{-1} \right]^{0,5} - 1 \right]. \quad (10)$$

Якщо врахувати, що  $E = (1,9 \div 2,5) 10^5 \text{ Дж(моль)}^{-1}$  [13], та взяти до уваги співвідношення

$$(1 + 4 R T_N E^{-1})^{0,5} = 1 + 2 R T_N E^{-1} - 2 (R T_N E^{-1})^2, \quad (11)$$

то вираз (10) буде мати вигляд:

$$T_g = T_N (1 - R T_N E^{-1}). \quad (12)$$

Для вуглеводневих рідин різниця між температурами  $T_N$  та  $T_g$  становить  $(80 \div 120) \text{ }^\circ\text{C}$ .

На рис. 1 наведена область зміни температури гасіння пожежі класу В для залежності (12). Їй відповідає область між залежністю 1, яка побудована при  $E = 1,9 \cdot 10^5 \text{ Дж(моль)}^{-1}$ , та між залежністю 2, яка побудована при  $E = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Дж(моль)}^{-1}$ .

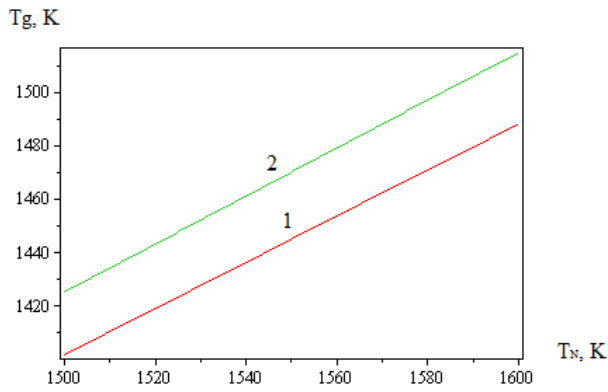


Рис. 1. Область зміни температури гасіння пожежі: 1 –  $E = 1,9 \cdot 10^5$  Дж(моль) $^{-1}$ ; 2 –  $E = 2,5 \cdot 10^5$  Дж(моль) $^{-1}$

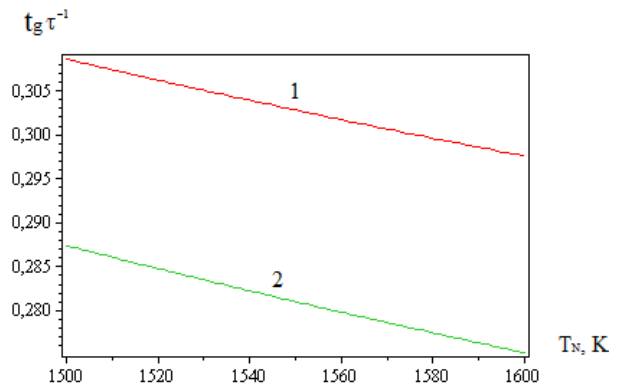


Рис. 2. Область зміни приведенного часу гасіння пожежі: 1 –  $E = 1,9 \cdot 10^5$  Дж(моль) $^{-1}$ ; 2 –  $E = 2,5 \cdot 10^5$  Дж(моль) $^{-1}$

Час гасіння  $t_g$  пожежі класу В пов'язаний із температурою гасіння  $T_g$  співвідношенням, яке витікає із виразу для перехідної функції пожежі:

$$T_g = T_N - BI \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t_g}{\tau}\right) \right], \quad (13)$$

де  $\tau = \rho C H \alpha^{-1}$  – постійна часу пожежі [11].

Із (13) витікає вираз для часу гасіння  $t_g$ :

$$t_g = -\tau \ln \left[ 1 - (T_N - T_g)(BI)^{-1} \right]. \quad (14)$$

Унаслідок того, що

$$BI = T_N - T_0, \quad (15)$$

вираз (14) можна переписати таким чином:

$$\begin{aligned} t_g &= -\tau \ln \left[ 1 - (1 - T_g T_N^{-1})(1 - T_0 T_N^{-1})^{-1} \right] = \\ &= -\tau \ln \left[ 1 - (1 - T_g T_N^{-1})(1 + T_0 T_N^{-1}) \right] = \\ &= -\tau \ln \left[ (T_g - T_0) T_N^{-1} \right] = \\ &= -\tau \ln \left[ 1 - RT_N E^{-1} - T_0 T_N^{-1} \right] \end{aligned} \quad (16)$$

Для вуглеводневих рідин дійсним є (при  $T_0 = 300$  К):

$$t_g = (0,28 \div 0,32)\tau. \quad (17)$$

На рис. 2 зображена область зміни часу гасіння пожежі класу В, який приведений до постійної часу  $\tau$  при  $T_0 = 300$  К. Ця область побудована із використанням залежності (16) при  $E = (1,9 \div 2,5) \cdot 10^5$  Дж(моль) $^{-1}$ , і ця область лежить між залежностями 1 та 2.

Мінімальне значення інтенсивності подачі розпиленої води  $I_m$ , при якому забезпечується гасіння пожежі класу В, визначається відповідно до (8) і описується виразом:

$$I_m = B^{-1} [T_N - T_g (1 + RT_g E^{-1})], \quad (18)$$

який із врахуванням (12) набуває вигляду:

$$I_m = (RT_N E^{-1})^2 T_N B^{-1}. \quad (19)$$

Слід зазначити, що при величині  $I_m$ , яка визначається виразом (19), перехід від виразу (9) до виразу (10) для вуглеводневих рідин здійснюється із методичною похибкою, величина якої не перевищує 0,5 %.

Для вуглеводневих рідин величина  $I_m$  дорівнює  $(3,8 \div 7,8)B^{-1}$ .

На рис. 3 показана область зміни параметра  $I_m B$ , яка побудована згідно з (19) для  $E = (1,9 \div 2,5) \cdot 10^5$  Дж(моль) $^{-1}$ . Ця область знаходиться між залежностями 1 та 2.

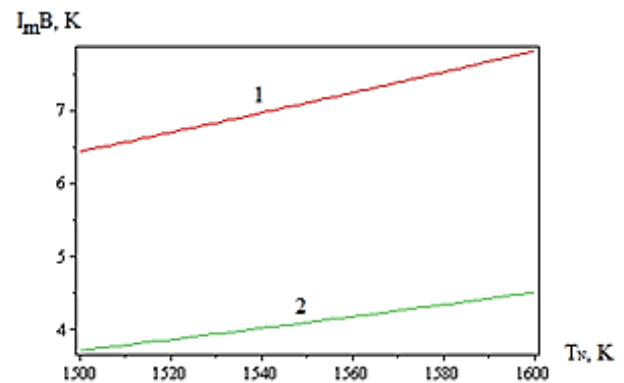


Рис. 3. Область зміни параметра  $I_m B$ : 1 –  $E = 1,9 \cdot 10^5$  Дж(моль) $^{-1}$ ; 2 –  $E = 2,5 \cdot 10^5$  Дж(моль) $^{-1}$

При визначенні величини мінімальної інтенсивності подачі розпиленої води  $I_m$  параметр  $B$  визначається згідно з виразом (5), у якому коефіцієнт теплопередачі  $\alpha$  визначається двома адитивними складовими:

$$\alpha_1 = \varepsilon\sigma(T_N + T_0)(T_N^2 + T_0^2); \quad (20)$$

$$\alpha_2 = Nu\lambda D_0^{-1}. \quad (21)$$

У цих виразах:  $\varepsilon$  – ступінь чорноти;  $\sigma$  – стала Стефана-Больцмана;  $Nu$  – число Нусельта.

Для вуглеводневих рідин величина  $\alpha$  належить діапазону (550÷600) Дж(м<sup>2</sup>сК)<sup>-1</sup>.

Стала Срезневського  $A$  визначається із рівняння теплового балансу для краплі води, яка випаровується в полум'я. Це рівняння має вигляд:

$$S_v\alpha_2(T - T_v) = -S_v\rho_v r \frac{dD}{dt}, \quad (22)$$

де  $S_v$  – площа поверхні краплі води;

$T_v, \rho_v$  – температура та щільність краплі води, відповідно;

$D$  – діаметр краплі води.

Згідно із законом Срезневського:

$$\frac{dD^2}{dt} = \frac{2DdD}{dt} = -A = \text{const}, \quad (23)$$

унаслідок чого після об'єднання (21), (22) та (23) маємо вираз для сталої  $A$ :

$$A = 4\lambda(T - T_v)(\rho_v r)^{-1}. \quad (24)$$

Якщо взяти до уваги, що при гасінні пожежі температура  $T_v$  не перевищує температури кипіння [15], то при  $T = T_N$  із (24) витікає:

$$A = 4\lambda T_N (\rho_v r)^{-1}. \quad (25)$$

Для вуглеводневих рідин знайдемо:

$$A = 4 \cdot 10^{-11} T_N = (6,0 \div 6,4) \cdot 10^{-8} \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}. \quad (26)$$

Аналіз виразів (12), (16) та (19) свідчить про те, що:

– параметри гасіння пожежі класу В розпиленою водою є функцією енергії активації  $E$ . Всі ці параметри визначаються величиною початкової температури полум'я  $T_N$ , а такий параметр, як час

гасіння пожежі  $t_g$  залежить, крім всього, від температури навколишнього середовища  $T_0$ ;

– час гасіння пожежі  $t_g$  та мінімальне значення інтенсивності подачі розпиленої води  $I_m$ , при якому забезпечується гасіння пожежі, є функціями динамічних параметрів пожежі – коефіцієнта передачі та постійної часу.

## Висновки

1. Для гасіння пожежі класу В із використанням розпиленої води за умов Семенова одержано вираз для температури гасіння, який є функцією початкової температури полум'я (на момент подачі розпиленої води) та енергії активації. Параметром цього виразу є універсальна газова стала. Для характерних значень початкової температури полум'я та енергії активації вуглеводневих рідин побудована область зміни температури гасіння пожежі такого типу. Показано, що значення температури гасіння пожежі класу В із використанням розпиленої води відрізняються від початкової температури полум'я на (80÷120) °С.

2. Із використанням перехідної функції пожежі класу В при її гасінні розпиленою водою одержано вираз для часу гасіння. Показано, що цей час залежить від температури навколишнього середовища, а також від початкової температури полум'я, енергії активації та включає мультиплікативну складову у вигляді постійної часу пожежі. Побудована область зміни часу гасіння залежно від енергії активації та початкової температури полум'я. Показано, що для вуглеводневих рідин величина часу гасіння пожежі класу В із використанням розпиленої води становить (0,28÷0,32) від величини постійної часу пожежі.

3. Одержано аналітичну залежність між мінімальною величиною інтенсивності подачі розпиленої води, яка забезпечує гасіння пожежі класу В, від початкової температури полум'я, енергії активації та коефіцієнта передачі пожежі. Побудовано область зміни мінімальної величини інтенсивності подачі розпиленої води залежно від енергії активації та початкової температури полум'я, приведеної до коефіцієнта передачі пожежі. Показано, що мінімальна величина інтенсивності подачі розпиленої води, яка забезпечує гасіння пожежі класу В, становить (3,8÷7,8) на одиницю величини коефіцієнта передачі пожежі.

## Література

1. Paris Firefighters Used This Remote-Controlled Robot to Extinguish the Notre Dame Blaze. Available online: <https://spectrum.ieee.org/colossus-the-firefighting-robot-that-helped-save-notre-dame>
2. Firefighter Drones – How Drones are Being Used for Helping Fire Departments. Available online: <https://dronenodes.com/firefighter-drones/>

3. Shrigondekar, H., Chowdhury, A. & Prabhu, S.V. Performance by Various Water Mist Nozzles in Extinguishing Liquid Pool Fires. *Fire Technol* 57, 2553–2581 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10694-021-01130-0>.
4. Shrigondekar, H., Chowdhury, A. & Prabhu, S.V. Characterization of solid-cone simplex mist nozzles // *Fire Safety Journal*.2020. Vol. 111. P. 102936.Doi: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2019.102936>.
5. Experimental investigation on spray characteristics of twin-fluid nozzle for water mist and its heptane pool fire extinguishing performance// *Process Safety and Environmental Protection* 2021 Vol. 148 P. 724-736. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.psep.2021.01.037>
6. Liu, T.; Yin, X.-Y.; Liu, Y.-C.; Tang, Y.; Huang, A.-C.; Dong, X.-L.; Liu, Y.-J. Influence of Water Mist Temperature Approach on Fire Extinguishing Effect of Different Pool Fires. *Processes* 2022, 10,1549. <https://doi.org/10.3390/pr10081549>.
7. Liu Y.,Chen P.Fu .Z, Li J. Sun R., Zhai X. The investigation of the water mist suppression pool fire process's flame expansion characteristics // *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*.2023. vol. 81. P. 104927. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2022.104927>.
8. Sun X., Huang H. Zhao J., Song G. 2Experimental Study of the Effect of Slope on the Spread and Burning Characteristics of a Continuous Oil Spill Fire // *Fire*. 2022. Vol. 5(4). P. 112. Doi: <https://doi.org/10.3390/fire5040112>
9. Ditch B. D., de Ris J.L., Blanchat T. K., Chaos M., Bill R. G., Dorofeev S.B. Pool fires – An empirical correlation// *Combustion and Flame*. 2013, Vol. 160 (12). P. 2964-2974 Doi: <https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2013.06.020>
10. Ankit Dasgotra, Goutham Rangarajan, S.M. Tauseef. CFD-based study and analysis on the effectiveness of water mist in interacting pool fire suppression. *Process Safety and Environmental Protection*. V.152.2021.P.614-629. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.06.033>
11. Kolomiets V., Abramov Y., Basmanov O., Sobyna V., Sokolov D. Determining the dynamic characteristics of a class b fire in the case of extinguishing by water spray. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. V. 6/10 (126) DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292767
12. Шевчук В.Г., Поліщук Д.Д. Фізичні основи пожежовибухонебезпеки. Одеса. 2010. 244 с.
13. Шаршанов А.Я., Абрамов Ю.О. Захист речовин і матеріалів від теплового впливу пожежі за допомогою екранів і покриттів. Харків. 2023. 280 с.
14. Котов А.Г. Пожаротушение и системы безопасности. Киев. 2003. 270 с.
15. Таракно О.В. Фізико-хімічні основи використання води в пожежній службі / О.В. Таракно, А.Я. Шаршанов. – X.: АЦЗУ, 2004 – 252 с.

## References

1. Paris Firefighters Used This Remote-Controlled Robot to Extinguish the Notre Dame Blaze. Available online: <https://spectrum.ieee.org/colossus-the-firefighting-robot-that-helped-save-notre-dame>
2. Firefighter Drones – How Drones are Being Used for Helping Fire Departments. Available online: <https://dronenodes.com/firefighter-drones/>
3. Shrigondekar, H., Chowdhury, A. & Prabhu, S.V. Performance by Various Water Mist Nozzles in Extinguishing Liquid Pool Fires. *Fire Technol* 57, 2553–2581 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10694-021-01130-0>
4. Shrigondekar, H., Chowdhury, A. & Prabhu, S.V. Characterization of solid-cone simplex mist nozzles // *Fire Safety Journal*.2020. Vol. 111. P. 102936.Doi: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2019.102936>.

5. Experimental investigation on spray characteristics of twin-fluid nozzle for water mist and its heptane pool fire extinguishing performance // *Process Safety and Environmental Protection* 2021 Vol. 148 P. 724-736. DOI:<http://doi.org/10.1016/j.psep.2021.01.037>
6. Liu, T.; Yin, X.-Y.; Liu, Y.-C.; Tang, Y.; Huang, A.-C.; Dong, X.-L.; Liu, Y.-J. Influence of Water Mist Temperature Approach on Fire Extinguishing Effect of Different Pool Fires. *Processes* 2022, 10,1549. <https://doi.org/10.3390/pr10081549>.
7. Liu Y.,Chen P.Fu .Z, Li J. Sun R., Zhai X. The investigation of the water mist suppression pool fire process's flame expansion characteristics // *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*.2023. vol. 81. P. 104927. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2022.104927>.
8. Sun X., Huang H. Zhao J., Song G. 2Experimental Study of the Effect of Slope on the Spread and Burning Characteristics of a Continuous Oil Spill Fire // *Fire*. 2022. Vol.5(4). P. 112. Doi: <https://doi.org/10.3390/fire5040112>
9. Ditch B. D., de Ris J.L., Blanchat T. K., Chaos M., Bill R. G., Dorofeev S.B. Pool fires – An empirical correlation // *Combustion and Flame*. 2013, Vol. 160 (12). P. 2964-2974 Doi: <https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2013.06.020>
10. Ankit Dasgotra, Goutham Rangarajan, S.M. Tauseef. CFD-based study and analysis on the effectiveness of water mist in interacting pool fire suppression. *Process Safety and Environmental Protection*. V.152.2021.P.614-629. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.06.033>
11. Kolomiets V., Abramov Y., Basmanov O., Sobyna V., Sokolov D. Determining the dynamic characteristics of a class b fire in the case of extinguishing by water spray. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. V. 6/10 (126) DOI: 10.15587/1729-4061.2023.292767
12. Shevchuk V.H., Polishchuk D.D. Фізичні основи пожежовибухонебезпеки. Одеса. 2010. 244 с.
13. Sharshanov A.Ia., Abramov Yu.O. Zakhyst rečovyn i materialiv vid teplovoho vplyvu pozhazhi za dopomohoiu ekraniv i pokryttiv. Kharkiv. 2023. 280 s.
14. Kotov A.H. Pozharotushenye y systemy bezopasnosti. Kyev. 2003. 270 s.
15. Tarakhno O.V. Fyzyko-khimichni osnovy vykorystannia vody v pozhazhni sluzhbi / O.V. Tarakhno, A.Ia. Sharshanov. – Kh.: ATsZU, 2004 – 252 s.

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., головний науковий співробітник наукового відділу з проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки науково-дослідного центру О.Є. Басманов, Національний університет цивільного захисту України, Україна.

**Автор:** АБРАМОВ Юрій Олексійович  
доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник науково-дослідного центру  
Національний університет цивільного захисту України  
E-mail – [abramov121146@gmail.com](mailto:abramov121146@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7901-3768>

**Автор:** КОЛОМІЄЦЬ Валерій Станіславович  
викладач кафедри організації та технічного забезпечення аварійно-рятувальних робіт  
Національний університет цивільного захисту України  
E-mail – [kolomiets@nuczu.edu.ua](mailto:kolomiets@nuczu.edu.ua)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4058-4026>



**Автор:** СОБИНА Віталій Олександрович

кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри організації та технічного забезпечення аварійно-рятувальних робіт

Національний університет цивільного захисту України

E-mail – [sobol\\_84@ukr.net](mailto:sobol_84@ukr.net)

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6908-8037>

## DETERMINATION OF THE CLASS B FIRE EXTINGUISHING PARAMETERS USING SPRAYED WATER

Yu. Abramov, V. Kolomiets, V. Sobyna

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

*Sprayed water is a versatile tool for localising and extinguishing fires of various types. When water evaporates, its volume increases by 1700 times, resulting in the dilution of combustible components with non-combustible water vapour.*

*The study aims to determine the parameters of extinguishing class B fires using sprayed water by obtaining analytical dependencies for these parameters. The paper derives an expression for the extinguishing temperature of class B fires when extinguished with sprayed water, using Semenov's conditions. The process of liquid combustion is considered as diffusion. The study shows that the extinguishing temperature of this type of fire is a function of the activation energy of the burning liquid and the initial temperature (at the time of sprayed water supply) of the flame. A parameter of this function is the universal gas constant. The authors constructed a graph showing the area of change in the fire extinguishing temperature. The difference between the initial flame temperature and the fire extinguishing temperature belongs to the range of (80÷120) °C.*

*Using the transition function of class B fire, the study derives an expression for its extinguishing time, which depends on the initial flame temperature, activation energy, and the multiplicative component in the form of a fire time constant. For the relative extinguishing time, the authors constructed the area of change in this parameter depending on the activation energy and the initial temperature. It shows that the value of the extinguishing time of such a fire is (0.28÷0.32) of the value of the constant fire time.*

*The paper presents an expression for the minimum value of the intensity of the sprayed water supply, which ensures extinguishing a class B fire. This intensity of the supply of sprayed water, reduced to the value of the fire transmission coefficient, is determined by the initial temperature of the flame and the activation energy of the liquid that burns. The authors constructed the area of change of this fire extinguishing parameter. It shows that the minimum value of the intensity of the supply of sprayed water belongs to the range (3.8÷7.8) per unit of the fire transmission coefficient.*

**Keywords:** fire, fire parameters, sprayed water.