

*О.В. Савченко, ад'юнкт, УЦЗУ,
О.О. Кіреєв, канд. хіміч. наук, доцент УЦЗУ,
А.Я. Шарашанов, канд. фіз-мат. наук, доцент УЦЗУ,*

МОДЕЛЬ ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ ПОСТІЙНОЇ ПЛОЩІ З УРАХУВАННЯМ ЧАСУ ПОВТОРНОГО ЗАЙМАННЯ, КІЛЬКІСНОГО ТА ЯКІСНОГО СКЛАДУ ГОРЮЧОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ

(представлено д-ром техн. наук Ю.О. Абрамовим)

Представлено модель гасіння пожеж у житловому секторі гелеутворюючими складами, яка враховує кількість та якість горючого завантаження, витрату та кількість вогнегасної речовини, яку необхідно нанести на палаючі поверхні для їх гасіння. Модель дозволяє порівнювати ефективність гелеутворюючих складів з різним масовим вмістом компонентів.

Постановка проблеми. Статистика свідчить, що найбільша кількість пожеж в Україні відбувається в житловому секторі. Для гасіння цих пожеж оперативно-рятувальними підрозділами використовуються тактичні прийоми, доцільність яких визначається специфікою житлового фонду. Ефективність цих прийомів, головним чином, залежить від виду вогнегасної речовини (ВР), яка використовується. При цьому кожна ВР має відомі недоліки, які обмежують її застосування. Внаслідок вищесказаного, процес пожежогасіння далекий від оптимального, що є причиною додаткових збитків від пожеж. Наприклад, у житлових будинках це залив водою нижче розміщених поверхів. Тому правильне визначення сил і засобів, необхідних для гасіння пожеж на об'єктах житлового сектора є одним зі складової раціональної організації пожежогасіння. Кількісно це завдання може бути вирішено на основі розробки математичних моделей пожежогасіння.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. В роботі [1] наведено аналіз існуючих моделей пожежогасіння та наведена модель гасіння приміщень, яка враховує коефіцієнт використання ВР та можливість поширення пожежі. Недоліком моделі є те, що вона не дозволяє визначати, який із гелеутворюючим складів (ГУС) має більшу ефективність.

Постановка задачі та її розв'язання. Виходячи з наведеного аналізу, була поставлена задача розробити модель, яка дозволяє порівнювати ефективність ГУС. Тому була розроблена модель, яка враховує кількість та якість горючого завантаження, витрату та кількість ВР, яку необхідно нанести на палаючі поверхні для їх гасіння. В залежності від складу ГУС змінюється час повторного займання ТГМ, які знаходяться в квартирі. У якості критерію ефективності було обрано час гасіння.

У моделі прийняті такі припущення:

- 1) горюче завантаження по площі розподілено рівномірно;

2) площа пожежі стала $\frac{dS}{dt} = 0$ або $S=S_0=\text{const}$;

3) тепловий потік на поверхні горючих матеріалів не змінюється упродовж гасіння до моменту коли час нанесення ГУС на усі поверхні не стає меншим часу повторного займання;

4) гасіння відбувається послідовно від однієї межі до протилежної зі сталою швидкістю;

5) час повторного займання для кожного виду матеріалу сталий. Він співпадає зі значеннями одержаними експериментально [2 – 5];

6) перший етап гасіння – всі поверхні, що горять обробляються ГУС товщиною 1 мм;

7) другий етап гасіння – обробка всіх поверхонь, що зайнялися повторно;

8) третій етап гасіння – обробка поверхонь, що повторно зайнялися під час гасіння поверхонь, що гасилися на другому етапі.

Відомо, що площа пожежі та площа горіння відрізняються на коефіцієнт площі горіння

$$S_{\Gamma} = S_{\Pi} \cdot k_{\Pi,\Gamma}, \quad (1)$$

де S_{Γ} – площа горіння,

S_{Π} – площа пожежі,

$k_{\Pi,\Gamma}$ – коефіцієнт площі горіння. Прийнемо $k_{\Pi,\Gamma} = 3$.

Прийнемо: τ_1 – час обробки усіх поверхонь горіння із заданою товщиною шару ВР l . Уведемо $s_{\Pi,\Gamma}$ – швидкість гасіння площі горіння

$$s_{\Pi,\Gamma} = S_{\Gamma} / \tau_1 = S_{\Pi} \cdot k_{\Pi,\Gamma} / \tau_1. \quad (2)$$

Якщо $\tau_1 > \tau_{\Pi,3}$, ($\tau_{\Pi,3}$ – час повторного займання) то виникає повторне займання.

Коли настає час повторного займання, для кожного матеріалу швидкість поширення повторного займання буде дорівнювати швидкості гасіння.

Умова обробки усіх площин горіння шаром товщиною l

$$S_{\Pi} \cdot k_{\Pi,\Gamma} \cdot l = P \cdot \tau_1, \quad (3)$$

звідки $\tau_1 = S_{\Pi} \cdot k_{\Pi,\Gamma} \cdot l / P$

$$s_{\Pi,\Gamma} = S_{\Gamma} / \tau_1 = P / l, \quad (4)$$

тоді $s_{\Pi,\Pi} = S_{\Pi} / \tau_1 = P / (k_{\Pi,\Gamma} \cdot l)$,

де $s_{\Pi,\Pi}$ – швидкість гасіння площі пожежі.

Швидкість гасіння стала, тому швидкість поширення повторного займання – $s_{\Pi,3}$ дорівнює: $s_{\Pi,3} = s_{\Pi,\Gamma}$.

Для кожного матеріалу $s_{п.з}$ буде однаковим, але буде різний час початку поширення повторного займання.

Час розповсюдження повторного займання $\tau_{п.з.}$ на першому етапі буде дорівнювати: $\tau_{п.з.} = \tau_1 - \tau_{п.з.}(i)$, для i -го матеріалу.

Отже, при $\tau_1 > \tau_{п.з.}(i)$, $S_{п.з.}(i)$ – площа повторного займання i -го матеріалу буде визначатися співвідношенням:

$$S_{п.з.}(i) = s_{п.з.} \cdot (\tau_1 - \tau_{п.з.}(i)) \cdot \omega(i) = P \cdot (\tau_1 - \tau_{п.з.}(i)) \cdot \omega(i) / (k_{п.г} \cdot l), \quad (5)$$

де $\omega(i)$ – доля в площі покриття i -го матеріалу.

Загальний вираз площі повторного займання в кінці першого етапу має вигляд

$$S_{п.з.}(1) = \sum S_{п.з.}(i) = P / (k_{п.г} \cdot l) \cdot \sum (\tau_1 - \tau_{п.з.}(i)) \cdot \omega(i), \quad (6)$$

де сума береться по всім матеріалам для яких $\tau_1 > \tau_{п.з.}(i)$. На другому етапі відбувається гасіння поверхонь, що зайнялися повторно. Тоді час поширення повторного займання – τ_2 , в кінці другого етапу становитиме:

$$\tau_2 = S_{п.з.}(1) / s_{п.г} = \sum (\tau_1 - \tau_{п.з.}(i)) \cdot \omega(i). \quad (7)$$

Швидкість нанесення ВР не залежить від того який раз гаситься пожежа. Приймаємо, що швидкість гасіння повторного займання дорівнює швидкості гасіння. За час гасіння поверхонь, що зайнялися повторно, відбудеться займання інших поверхонь їх площа становитиме

$$S_{п.з.}(2) = s_{п.з.} \cdot \tau_2 = P / (k_{п.г} \cdot l) \cdot \sum (\tau_1 - \tau_{п.з.}(i)) \cdot \omega(i).. \quad (8)$$

Час гасіння площі поверхні буде дорівнювати

$$\tau_{гас} = \tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_n. \quad (9)$$

Розглянемо часний випадок застосування отриманої моделі при розрахунку часу гасіння квартири з середньостатистичною пожежною загрузкою.

Для кожного горючого матеріалу, при заданому тепловому навантаженні, існує свій час повторного займання – $\tau_{пз(i)}$. Площа повторного займання, як було показано вище, дорівнює

$$S_{п.з.}(i) = P / (k_{п.г} \cdot l) \cdot (\tau - \tau_{п.з.}(i)). \quad (10)$$

Якщо i -й – матеріал складає тільки частину пожежної загрузки на площі ($\omega(i)$), то площа повторного займання:

$$S_{п.з.}(i) = P / (k_{п.г} \cdot l) \cdot (\tau - \tau_{п.з.}(i)) \cdot \omega(i). \quad (11)$$

Сумарна площа повторного займання різних матеріалів складає

$$\begin{aligned} S_{п.з} &= \sum S_{п.з}(i) = \sum P / (k_{п.г} \cdot l) \cdot (\tau - \tau_{п.з.(i)}) \cdot \omega(i) = \\ &= P / (k_{п.г} \cdot l) \cdot (\sum \tau \cdot \omega(i) - \sum \tau_{п.з.(i)} \cdot \omega(i)) = \\ &= P / (k_{п.г} \cdot l) \cdot (\tau \cdot \sum \omega(i) - \sum \tau_{п.з.(i)} \cdot \omega(i)) = \\ &= P / (k_{п.г} \cdot l) \cdot (\tau - \sum \tau_{п.з.(i)} \cdot \omega(i)). \end{aligned} \quad (12)$$

При виводі враховано, що $\sum \omega(i)=1$. Позначимо величину $\sum \tau_{п.з.(i)} \cdot \omega(i) = \tau_{ср.п.з.}$ і дамо їй назву середньозваженого часу повторного займання горючих матеріалів. Тоді

$$S_{п.з} = P / (k_{п.г} \cdot l) \cdot (\tau - \tau_{ср.п.з.}), \quad (13)$$

що по формі співпадає з (10).

Площа повторного займання розрахована при використанні середньозваженого часу повторного займання для квартири з середньостатистичним горючим завантаженням буде дорівнювати сумарній площі розрахованій для кожного виду ТГМ з урахуванням його частки.

Висновки. Отримана модель дозволяє розраховувати час гасіння пожежі постійної площі різними складами ГУС, що дозволяє порівнювати їх ефективність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Савченко А.В., Киреев А.А., Шаршанов А.Я. Оценка времени тушения пожара в квартире при использовании гелеобразующих составов. Учет коэффициента использования огнетушащего вещества // Науковий вісник будівництва ХДТУБА, ХОТВ АБУ - Вип. 40 – Харків 2007. – С. 281-287.
2. Кіреев О.О., Муравйов С.Д., Бабенко О.В. Використання гелеутворюючих складів для попередження та гасіння пожеж рослинних матеріалів // Наглядово-профілактична діяльність в МНС України /Тези доповідей науково-практичної конференції. – Харків: АЦЗУ, 2004. С. 38 – 39.
3. Савченко О.В., Кіреев О.О., Альбоций В.М., Данільченко В.А. Дослідження вогнезахисної дії гелевих плівок на матеріалах розповсюджених у житловому секторі // Проблемы пожарной безопасности Сб. науч. тр. АГЗ Украины - Вып. 19 – Харьков: Фолио, 2006. - С. 127 –131.
4. Савченко О.В., Кіреев О.О. Тригуб В.В., Жернокльов К.В. Попередження надзвичайних ситуацій при горінні полівінілхлориду // Проблемы надзвичайних ситуацій Сб. наук. пр. УЦЗ України – Вип. 5 – Харків: УЦЗУ, 2007. – С. 177 – 181.

5. Савченко О.В., Кіреєв О.О., Луценко Ю.В. Вогнезахисна дія гелеутворюючої системи силікат натрію – хлорид кальцію на вироби з текстилю // Проблемы пожарной безопасности Сб. науч. тр. УГЗ Украины - Вып. 21 – Харьков: УГЗУ, 2007. – С.228 – 233.

Стаття надійшла в редакцію 13.09.2007 г.