

*О.А. Петухова, к.т.н., доцент кафедри ПНС НП, УЦЗУ  
Т.Ю. Бутенко, к.т.н., старший науковий співробітник НМЦ НЗ МНС  
України*

*С.А. Горносталь, викладач кафедри ПНС НП, УЦЗУ*

## **ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ВОДИ ДЛЯ УСПІШНОГО ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ В ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ ПІДВИЩЕНОЇ ПОВЕРХОВОСТІ**

Проведений аналіз параметрів, які впливають на кількість води від внутриквартирних пожежних кранів – комплектів, яку необхідно ввести в осередок пожежі для успішного його ліквідування.

**Постановка проблеми.** Згідно ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будівлі» у висотних житлових будівлях передбачається встановлення внутриквартирних пожежних кран-комплектів діаметром 19 мм та 25 мм, але дослідження щодо фактичних витрат води, напорів та довжини струменю, які можливо отримати від пристроїв, відсутні.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** На теперішній час пожежні кран-комплекти (аналогічні внутриквартирним) широко використовуються у будь-яких будівлях європейських країн, зокрема в Польщі, де їх застосування регламентоване наказом Міністра внутрішніх справ і адміністрації від 16 червня 2003 року № 1138. В Україні з 2008 року вступає в дію Тимчасова інструкція, яка встановлює вимоги до проектування та влаштування пожежних кран-комплектів з напівжорстким рукавом діаметром 25 мм в системах внутрішнього протипожежного водопроводу, які відповідають ДСТУ 4401-1:2005 (EN671-1:2005). Інструкція буде обов'язковою для виконання всіма підприємствами, установами та організаціями, незалежно від виду їх діяльності та форм власності, що займаються проектуванням систем внутрішнього протипожежного водопостачання в будівлях різного призначення. Але вимоги до робочих характеристик кранів квартирного пожежогасіння частково викладені лише в СТО 02494733 5.2-01-2006 пункт 7.7, згідно якого мінімальний напір в системі господарчо-питного водопостачання у верхнього приладу повинний бути 7,5 м. Для викладених вимог фактичні витрати води з приладу знаходяться в межах (0,5 ÷ 0,9) л/с, але цього недостатньо для успішної ліквідації пожежі. Інші документи не містять відповіді на проблемні питання щодо робочих характеристик кранів квартирного пожежогасіння.

**Постановка задачі та її розв'язання.** Для успішного гасіння пожежі в житлових будівлях підвищеної поверховості при

використанні кранів квартирного пожежогасіння необхідно, щоб кількість води, яка подається через них від водопровідної мережі, була достатньою для відведення енергії, що виділяється в процесі пожежі в житловій будівлі.

Кількість енергії, яку може відвести вогнегасна речовина визначається наступною залежністю [1]:

$$Q = m\{c_p^P(t_{кип} - t_0) + H_{випар} + c_p^{нар}(t_{пол} - t_{кип})\}, \quad (1)$$

де  $m$  – маса вогнегасної речовини;

$c_p^P$  – теплоємність вогнегасної речовини;

$t_{кип}$  – температура кипіння вогнегасної речовини;

$t_0$  – початкова температура вогнегасної речовини;

$H_{випар}$  – кількість енергії, що необхідна для випаровування вогнегасної речовини;

$c_p^{нар}$  – теплоємність пари;

$t_{пол}$  – температура полум'я.

Крани квартирного пожежогасіння передбачають в якості вогнегасної речовини використання води. Згідно довідникових даних один літр води може відвести енергію кількістю 2200 кДж.

Кількість води, яка повністю відведе енергію, що виділяється при пожежі та забезпечить припинення подальшого горіння, можна визначити наступним чином [1]:

$$q = \frac{Q_{вид} \cdot \tau_{гас}}{Q}, \quad (2)$$

де  $Q_{вид}$  – кількість енергії, що виділяється з палаючої поверхні за одиницю часу;

$\tau_{гас}$  – час подачі вогнегасної речовини;

$Q$  – кількість енергії, що відводиться вогнегасною речовиною.

Кількість енергії, яка виділяється під час горіння горючого навантаження квартири за хвилину можна визначити так:

$$Q_{вид} = \mu \cdot S_{пож} \cdot Q_n, \quad (3)$$

де  $\mu$  – масова швидкість вигорання горючого навантаження квартири;

$S_{пож}$  – площа пожежі;

$Q_n$  – низка теплота згорання горючого навантаження квартири.

Площа пожежі може змінюватися від мінімальних значень, які відповідають часу виявлення пожежі (з урахуванням одержання мешканцями квартири сигналу про пожежу) та часу введення в дію внутрішнього пожежного кран-комплекту, до максимальних значень, які дорівнюють площі квартири. При цьому необхідно враховувати, що житлові будівлі підвищеної поверховості повинні обладнуватися димовими пожежними сповіщувачами, а час їх спрацьовування складається з часу досягнення продуктами горіння (в необхідній концентрації) пожежного сповіщувача та його інерційності, часу спрацьовування пожежної сигналізації, та часу, необхідного мешканцям для приведення в дію крана квартирної пожежогасіння.

Відповідно до фізико-математичної моделі Ф.І.Шаровара [2], час досягнення продуктами горіння стелі визначається:

$$\tau_c = 0,426 \cdot \sqrt[3]{\frac{H^4 \cdot \rho_v \cdot T_v \cdot C_v}{g \cdot (\mu \cdot S \cdot \eta) \cdot Q_n \cdot \alpha_k}}, \quad (4)$$

де  $H$  - висота приміщення;

$\rho_v$  - густина повітря у приміщенні;

$T_v$  - температура повітря у приміщенні;

$C_v$  - питома масова теплоємність повітря;

$g$  - прискорення вільного падіння;

$S$  - початкова площа загоряння;

$\eta$  - коефіцієнт хімічного недопалу;

$\alpha_k$  - коефіцієнт, що враховує частку конвективної теплоти.

Коефіцієнт, що враховує частку конвективної теплоти визначається наступною залежністю:

$$\alpha_k = (1,4 - T_d \cdot 10^{-3}) \cdot \sqrt[3]{T_d - T_v}, \quad (5)$$

де  $T_d$  - температура диму.

Знаючи постійні та довідникові характеристики, що входять до формул (4) та (5), можливо оцінити вплив висоти приміщення та площі пожежі на час досягнення димом стелі цього приміщення. У сучасних житлових будівлях висота приміщення знаходиться в межах (2,5 ÷ 4,5) м. Межі змінювання площі пожежі пропонується взяти від (0,01 ÷ 200) м<sup>2</sup>, що відповідає значенням мінімального осередку пожежі та площі сучасної квартири. Для прийнятих характеристик, час досягнення димом стелі знаходиться в межах (1 ÷ 18) с (рис.1). При цьому необхідно звернути увагу на те, що значний вплив на цей час має саме площа пожежі, а не висота приміщення.

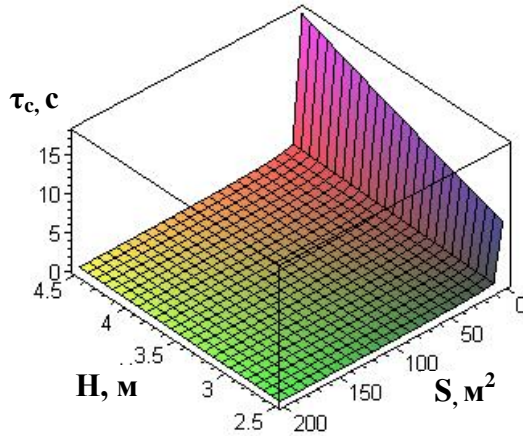


Рис. 1 – Залежність часу досягнення димом стелі  $\tau_c$  від висоти приміщення  $H=(2,5\div 4,5)$  м та площі пожежі  $S=(0,01\div 200)$  м<sup>2</sup>

Час за який димовий потік досягне пожежного сповіщувача, рухаючись по стелі, визначається наступним рівнянням [2]:

$$\tau_L = 1,15 \cdot 3 \sqrt{\frac{L^4 \cdot \rho_v \cdot T_v \cdot C_v}{g \cdot (\mu \cdot S \cdot \eta) \cdot Q_H \cdot \alpha_K}} \left( \sqrt{\frac{L}{H}} \right)^3, \quad (6)$$

де  $L$  – відстань від осі вертикальної частини димового потоку, до пожежного сповіщувача.

Беручи до уваги особливості розміщення пожежних сповіщувачів у квартирах (а саме - у коридорі), пропонується значення  $L$  взяти в межах (3 ÷ 25) м. Тоді час досягнення димом сповіщувача буде знаходитися в межах (1 ÷ 470) с (рис. 2, 3).

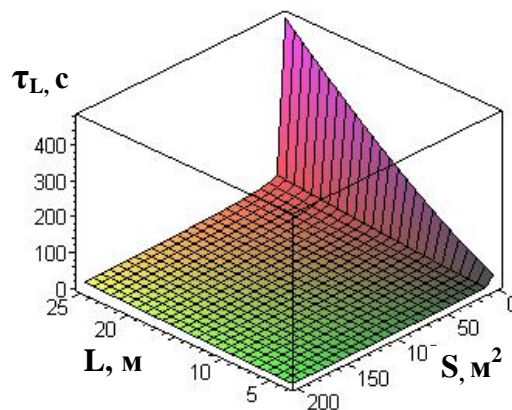
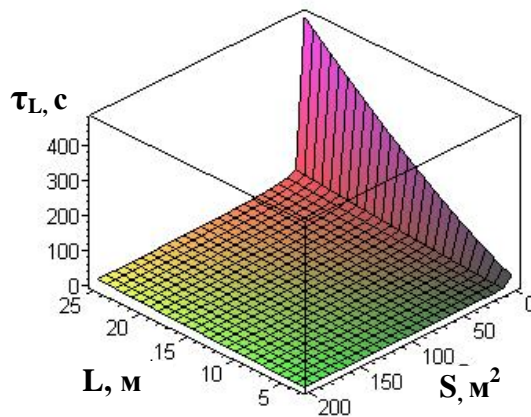


Рис. 2 – Залежність часу досягнення димом пожежного сповіщувача  $\tau_L$  від відстані між віссю вертикальної частини димового потоку, до пожежного сповіщувача  $L=(3\div 25)$  м та площі пожежі  $S=(0,01\div 200)$  м<sup>2</sup> при висоті приміщення 4,5 м



**Рис. 3 – Залежність часу досягнення димом пожежного сповіщувача  $\tau_L$  від відстані між віссю вертикальної частини димового потоку, до пожежного сповіщувача  $L=(3\div 25)$  м та площі пожежі  $S=(0,01\div 200)$  м<sup>2</sup> при висоті приміщення 2,5 м**

Таким чином, димовий потік досягне пожежного сповіщувача за час, який складається з суми  $\tau_c$  та  $\tau_L$ . В межах взятих параметрів приміщень величина цього часу практично дорівнює  $\tau_L$ , залежить від висоти та довжини приміщення та дорівнює (1 ÷ 500) с.

Інерційність сучасних димових пожежних сповіщувачів в порівнянні з визначеними  $\tau_c$  та  $\tau_L$  незначна, тому з її урахуванням, час виявлення пожежі можна прийняти в межах (6 ÷ 500) с.

За статистичними даними, мешканцю квартири необхідно для введення в дію крана квартирного пожежогасіння (60 ÷ 200) с, в залежності від віку, стану здоров'я та працездатності самого приладу.

Таким чином, час початку гасіння пожежі визначається:

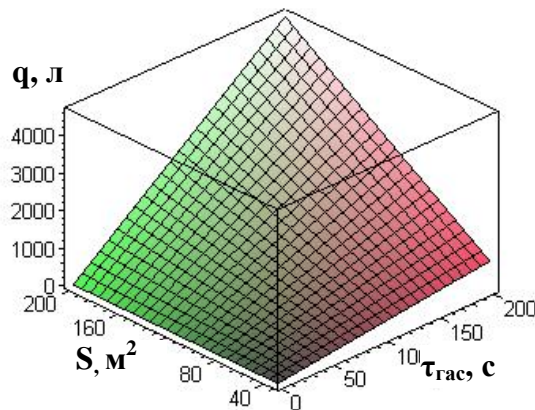
$$\tau = \tau_c + \tau_L + \tau_{ПС} + \tau_{КПП}, \quad (7)$$

де  $\tau_{ПС}$  – інерційність пожежного сповіщувача;

$\tau_{КПП}$  – час введення в дію крана квартирного пожежогасіння мешканцем квартири.

За результатами розрахунків визначено, що  $\tau$  змінюється в межах (66 ÷ 700) с. Таким чином, мінімальний час початку гасіння пожежі складає 66 с. Площа пожежі на цей час складе 0,32 м<sup>2</sup>, за умовою колової форми розвитку пожежі та лінійної швидкості вигорання 0,6 м/хв [3]. Якщо прийняти час гасіння пожежі краном квартирного пожежогасіння в межах  $\tau_{гас} = (1 \div 200)$  с, можна визначити, що для гасіння пожежі в квартирі житлової будівлі, в якій встановлений кран квартирного пожежогасіння разом з димовим

сповіщувачем, необхідно подати воду у кількості  $(3,7 \div 4641)$  л (рис. 4).



**Рис. 4 – Залежність кількості води для гасіння пожежі  $q$  від площі пожежі  $S=(32\div 200)$   $m^2$  та часу її гасіння  $\tau_{гас} = (1 \div 200)$  с**

Провівши аналогічні розрахунки для площі пожежі на максимальний час введення в дію кранів квартирного пожежогасіння, можна зробити висновок, що за допомогою водопровідної мережі, яка фактично існує в житлових будівлях підвищеної поверховості, неможливо забезпечити подачу води в кількості, яка необхідна для відведення енергії розвиненої пожежі.

**Висновки.** Для успішного гасіння пожежі в житлових будівлях підвищеної поверховості при використанні кранів квартирного пожежогасіння час початку їх застосування повинен бути мінімальним, тоді подача необхідної кількості води буде забезпечена існуючою водопровідною мережею. В подальшому перед авторами стоїть задача визначити параметри складових кранів квартирного пожежогасіння та розробити пропозиції щодо умов їх використання у житлових будівлях підвищеної поверховості.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. – М.: Стройиздат, 1980. – 255 с.
2. Шаровар Ф.И. Методы раннего обнаружения загораний. – М.: Стройиздат, 1988. – 337 с.
3. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. – М.:Стройиздат, 1987.- 288 с.