

Таким чином, аналіз літератури і отриманих результатів експериментів показують, що для оцінки стійкості спеціальних матеріалів з полімерним покриттям, які використовуються при виготовленні ізолювальних костюмів, до впливу ріжучих елементів, необхідно обґрунтувати придатність даної методики, або розробити нову.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. ГОСТ 12.4.015-76. ССБТ. Одежда специальная. Классификация. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 5 с.
2. ГОСТ 12.4.016-83. ССБТ. Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 6 с.
3. ГОСТ 12.4.103-83. ССБТ. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 6 с.
4. Зуев Ю.С. Разрушение эластомеров в условиях, характерных для эксплуатации. – М.: Химия, 1980. – 228 с.
5. Яковлев И.И., Патрикеев Г.А. Прибор для дозированного надрезания резиновых образцов. – Ярославль: ЯПИ, 1978. – 12 с.
6. ГОСТ 211-75. Эбонит. Метод определения сопротивления срезу. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 5 с.
7. ГОСТ 12.4.141-84. ССБТ. Кожа искусственная для средств защиты рук. Метод определения сопротивления порезу – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 5 с.
8. Ярошук О.В. Разработка методов оценки защитных свойств специальных материалов, подвергающихся воздействию режущих поверхностей. Диссертация канд. тех. наук: 05.19.01. – Л., 1990. – 245 с.

УДК 614.8

Т.Ю.Бутенко, к.т.н. (Науково-методичний центр навчальних закладів МНС України)

ПРО ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЖЕЖНИХ КРАН-КОМПЛЕКТІВ

Проведений аналіз параметрів, які впливають на фактичні витрати води з пожежних кран-комплектів, яку необхідно ввести до осередку пожежі для успішної її ліквідації.

Постановка проблеми. Будівництво житлових висотних будинків обумовлює необхідність зміни основних концептуальних принципів забезпечення водяного пожежогасіння.

На цей час, у висотних будинках при пожежі на поверхах вище 50 м зовнішнє пожежогасіння практично відсутнє. При висоті будинку 25-260 м, що є найпоширенішим параметром, відповідно до огляду існуючих світових хмарочосів [1], без зовнішнього пожежогасіння залишаються більше 75 % приміщень будинку. При цьому варто врахувати, що на зовнішнє пожежогасіння нормами передбачається витрата води не менш 25 - 30 л/с. І саме зовнішнє пожежогасіння від пожежних машин і гідрантів забезпечує локалізацію й ліквідацію розвинених пожеж у будинках в умовах міської забудови.

Згідно з ДБН В.2.2-15-2005 "Житлові будівлі", у висотних будинках України передбачається встановлення квартирних пожежних кран-комплектів діаметром 19 мм та 25 мм, але дослідження щодо фактичних витрат води, напорів та довжини струменя, які можливо отримати від таких пристроїв, відсутні.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На теперішній час *пожежні кран-комплекти* (аналогічні внутрішньоквартирним) 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). Але вимоги до робочих характеристик пожежних кран-комплектів частково викладені лише в СТО 02494733 5.2-01-2006 пункт 7.7, згідно з яким мінімальний напір в системі господарчо-питного водопостачання у верхнього приладу повинен бути 7,5 м. Для викладених вимог фактичні витрати води з приладу знаходяться в межах $0,5 \div 0,9$ л/с, але цього недостатньо для успішної ліквідації пожежі. Інші документи не містять відповіді на проблемні питання щодо робочих характеристик пожежних кран-комплектів.

Постановка задачі та її розв'язання. Для успішного гасіння пожежі пожежними кран-комплектами необхідно, щоб кількість води, яка подається через них від водопровідної мережі, була достатньою для відведення енергії, що виділяється в процесі пожежі у будинку. Таким чином, задачею цієї статті є визначення фактичних витрат води з пожежного кран-комплекту.

Пожежні кран-комплекти передбачають в якості вогнегасної речовини використання води. За довідниковими даними один літр води може відвести енергію кількістю 2200 кДж.

Об'єм води, яка повністю відведе енергію, що виділяється при пожежі та забезпечить припинення подальшого горіння, можна визначити таким чином [2]:

$$q = \frac{Q_{\text{вид}} \cdot \tau_{\text{гас}}}{Q}, \quad (1)$$

де $Q_{\text{вид}}$ – кількість енергії, що виділяється з палаючої поверхні за одиницю часу, кДж/хв.;

$\tau_{\text{гас}}$ – час подачі вогнегасної речовини, хв.;

Q – кількість енергії, що відводиться вогнегасною речовиною, кДж/л.

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

$$Q_{\text{вид}} = \mu \cdot S_{\text{пож}} \cdot Q_n \cdot \eta, \quad (2)$$

де μ – масова швидкість вигорання горючого навантаження квартири, кг/м² хв.;

$S_{\text{пож}}$ – площа пожежі, м²;

Q_n – низка теплота згорання горючого навантаження квартири, кДж/кг.;

η – коефіцієнт хімічного недопалу.

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 кран-комплекту.

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

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

де H – висота приміщення, м;

ρ_v – густина повітря у приміщенні, кг/м³;

T_g - температура повітря у приміщенні, $^{\circ}\text{K}$;

C_g - питома масова теплоємність повітря, $\text{kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{K}$;

g - прискорення вільного падіння, m/s^2 ;

S - початкова площа загоряння, m^2 ;

η - коефіцієнт хімічного недопалу,

α_k - коефіцієнт, що враховує частку конвективної теплоти.

Коефіцієнт, що враховує частку конвективної теплоти визначається наступною залежністю:

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

де T_d - температура диму, $^{\circ}\text{K}$.

Знаючи постійні та довідникові характеристики, що входять до формул (3) та (4), можливо оцінити вплив висоти приміщення та площі пожежі на час досягнення димом стелі цього приміщення.

Пожежне навантаження звичайної квартири являють собою, в основному, меблі, виготовлені з деревини, тому для розрахунків були взяті відповідні коефіцієнти, що характеризують процеси, які відбуваються під час горіння сухої деревини.

Враховуючи, що у сучасних житлових будинках висота приміщення знаходиться в межах $2,5 \div 4,5$ м., межі зміни площі пожежі пропонується взяти від $0,01 \div 200$ m^2 , що відповідає значенням мінімального осередку пожежі та площі сучасної квартири, $\rho_v = 1,225$ kg/m^3 , $T_v = 20^{\circ}\text{C} = 293^{\circ}\text{K}$; $C_v = 0,98$ $\text{kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{K}$; $\mu = 1,11$ $\text{kg/m}^2\cdot\text{хв}$ (для деревини у виробках); $\eta = 0,8$ (для деревини 10% вологості); $S = 0,01$ m^2 ; $Q_H = 13800$ kJ/kg [4], можливо оцінити вплив висоти приміщення та площі пожежі на час досягнення димом стелі цього приміщення.

Для взятих характеристик, час досягнення димом стелі знаходиться в межах $1 \div 30$ с, а час, за який димовий потік досягне пожежного сповіщувача, рухаючись по стелі, визначається рівнянням [2]:

$$\tau_L = 1,15 \cdot \sqrt[3]{\frac{L^4 \cdot \rho_g \cdot T_g \cdot C_g}{g(\mu \cdot S \cdot \eta) \cdot Q_H \cdot \alpha_k} \left(\sqrt{\frac{L}{H}} \right)^3}, \quad (6)$$

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 $3 \div 25$ м.

Тоді час досягнення димом сповіщувача буде знаходитися в межах $2 \div 200$ с. До того ж, висота приміщення практично не впливає на величину цього часу.

Таким чином, димовий потік досягне пожежного сповіщувача за час, який складається з суми τ_c та τ_L . Щоб визначити його інтервал, візьмемо данні для двох граничних випадків:

коли площа пожежі достатньо мала та знаходиться на найвіддаленішій відстані, тобто при $S_{пож} = 0,01$ m^2 та при $L = 25$ м: $\tau_{L=25}^{S=0,01} = \tau_c + \tau_L = 25,4 + 198,3 = 223,7$ с ≈ 224 с ≈ 4 хв., та коли площа пожежі найвелика та знаходиться неподалік від сповіщувача, тобто при $S_{пож} = 200$ m^2 та при $L = 3$: $\tau_{L=3}^{S=200} = \tau_c + \tau_L = 2,5 + 0,94 = 3,44$ с ≈ 3 с.

Тобто, в межах взятих параметрів приміщень величина цього часу практично дорівнює τ_L , залежить від довжини приміщення та дорівнює $3 \div 250$ с.

Інерційність сучасних димових пожежних сповіщувачів, у порівнянні з визначеними τ_c та τ_L незначна, тому з її урахуванням, час виявлення пожежі можна вважати в межах $6 \div 500$ с.

Припустивши, що мешканцю квартири для введення в дію пожежного кран-комплекту, в залежності від віку, стану здоров'я та працездатності самого приладу необхідно $60 \div 200$ с, за результатами розрахунків отримуємо, що τ змінюється в межах $66 \div 700$ с.

Таким чином, час початку гасіння пожежі визначається:

$$\tau = \tau_c + \tau_L + \tau_{ПС} + \tau_{ККП}, \quad (6)$$

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

$\tau_{ККП}$ – час введення в дію мешканцем квартири пожежного кран-комплекту.

Отже за розрахунками, для випадку, коли пожежа має малу площу, її осередок знаходиться досить далеко від пожежного сповіщувача і мешканець квартири не поквапився із її гасінням, отримуємо приблизний час початку гасіння пожежі 7 хв.

Додержуючись обраного порядку проведення розрахунків по граничних припущеннях, можемо припустити для найгіршого випадку, що до початку гасіння пройде близько 10 хвилин, тобто 600 с.

Й навпаки, мінімальний час початку гасіння пожежі становить 66 с, якщо припустити, що пожежа розпочалася безпосередньо біля сповіщувача і її гасіння розпочалося через 60 с після її початку.

Оскільки не можна точно вказати, коли буде розпочато гасіння від ККП та врахувати людський фактор, а саме: швидкість реакції при спрацьовуванні звукової сигналізації, стан розгубленості та шоку, швидкість прийняття рішення, ми приймаємо час необхідний для початку гасіння у інтервалі $66 \div 600$ с.

Отже, τ змінюється в межах $66 \div 600$ с.

Площу пожежі на цей час розрахуємо за відомою математичною залежністю $S = \pi R^2$, виходячи з визначення радіуса пожежі за залежністю:

$$R = 0,5v_p t, \quad (7)$$

де v_p – лінійна швидкість поширення полум'я;

t – час розвитку пожежі, хв.

У разі гасіння через 66 с площа пожежі буде становити вже $0,44 \text{ м}^2$, через 10 хв. – $50,2 \text{ м}^2$, а через 20 хв. площа пожежі вже становитиме 200 м^2 .

За довідниковими даними лінійна швидкість поширення полум'я для житлових будинків дорівнює $0,5 - 0,8 \text{ м/хв}$. [3]. Кількість енергії, яка виділяється під час горіння горючого навантаження квартири за хвилину за умовою колової форми розвитку пожежі та лінійної швидкості вигорання $0,8 \text{ м/хв}$ (для найгіршого випадку) визначаємо за допомогою залежності (2).

$Q_{вид}$, кДж/хв

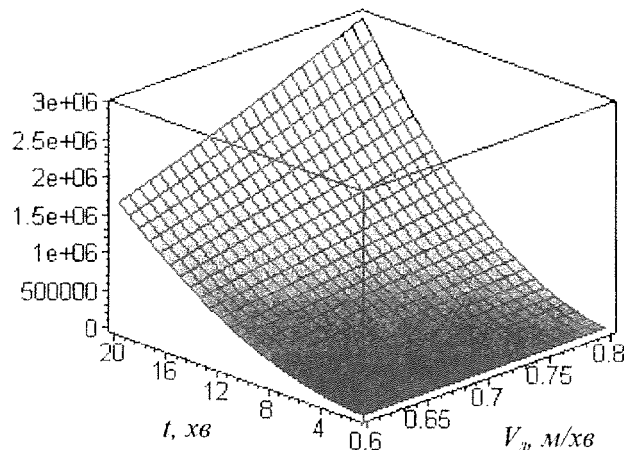


Рис. 1. Кількість енергії, яка виділяється під час горіння горючого навантаження квартири за хвилину $Q_{вид}$, протягом часу розвитку пожежі t при заданій лінійній швидкості поширення полум'я V_p

Для припинення виділення даної кількості енергії необхідні витрати води за одиницю часу становлять:

$$q_{\min} = \frac{Q_{\text{вид}}}{Q}, \quad (8)$$

де $Q_{\text{вид}}$ – кількість енергії, що виділяється з палаючої поверхні за одиницю часу, кДж/хв. ;

Q – кількість енергії, що відводиться вогнегасною речовиною, кДж/л.

За результатами розрахунку для гасіння пожежі площею від 0,44 до 200 м^2 фактичні витрати води з приладу повинні становити від 0,05 до 22,5 л/с.

Для гасіння пожежі, наприклад, площею 20 м^2 , потрібно забезпечити подачу води 2,25 л/с. Це можливо за умови використання пожежного крана. Нормативні витрати води на внутрішнє пожежогасіння, згідно зі СНиП 2.04.01-85* "Внутренний водопровод и канализация зданий", становлять два струмені по 2,5 л/с кожний, які забезпечує пожежний кран діаметром 50 мм і ствол з діаметром насадки 19 мм. Але пожежний кран-комплект має діаметр рукава 25 мм.

До речі, як вже вказувалося вище, при напорі води в системі 7,5 м фактичні витрати води з приладу знаходяться в межах 0,5 ÷ 0,9 л/с , але враховуючи те, що на практиці мінімальний напір в системі господарчо-питного водопостачання у верхнього приладу становить близько 3 м, можна із впевненістю стверджувати, що цього недостатньо для успішної ліквідації пожежі площею 20 м^2 .

Тобто фактичні витрати води з приладу за його конструктивними особливостями (від 0,5 ÷ 0,9 л/с) не можуть забезпечити подачу води в кількості, яка необхідна для відведення енергії розвинутої пожежі.

У цьому випадку використання пожежного кран-комплекту недоцільне, або треба розробити такий кран, що забезпечить подачу необхідної кількості води.

Висновки. Існуючі конструкції пожежного кран-комплекту можна успішно застосовувати лише при мінімальному часі розвитку пожежі.

Для успішного гасіння більш розвинутої пожежі у подальшому необхідно визначити параметри складових пожежного кран-комплекту та розробити пропозиції щодо умов їх використання у житлових будинках підвищеної поверховості.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ivan Zalic et al "100 of the tallest buildings", Hong Kong, 1998.
2. Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. – М.: Стройиздат, 1980. – 255 с.
3. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.: ил.
4. Шаровар Ф.И. Методы раннего обнаружения загораний. – М.: Стройиздат, 1988. – 337 с.: ил.