

6. Бурляй І.В. Проведення комплексної модернізації систем зв'язку комбінованої радіостанції Р-142Г // Збірка матеріалів науково-практичної конференції «Проблеми управління єдиною державною системою цивільного захисту». – Харків: УЦЗУ, 2007. – С. 94-96.
7. В.П. Николаев. Рост конкуренции и спроса на рынке ПМР // Технологии и средства связи. – 2004. – № 3.
8. Е.В. Андропов. Технические средства усовершенствования конвенциональных систем ПМР // Технологии и средства связи. – 2005. – № 1.

УДК 614.843 (075.32)

Е.М. Гуліда, д.т.н., проф., І.О. Мовчан, к.т.н., І.В. Коцяба (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності МНС України)

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ, ЇХ РОЗВИТКУ ТА БЕЗПЕКА ЛЮДЕЙ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ У БУДИНКАХ ПІДВИЩЕНОЇ ПОВЕРХОВОСТІ

Розглянуто та проаналізовано сучасні чинники виникнення пожеж, закономірності горіння, динаміка розвитку пожеж та проблема забезпечення безпеки людей у надзвичайних ситуаціях у будинках підвищеної поверховості.

Сучасний стан проблеми. До будинків підвищеної поверховості згідно із ДБН В.1.1-7-2002 відносять будинки за умовною висотою H більше 26,5 м та менше або дорівнює 47 м (зазвичай до 16-ти поверхів включно). Таких будинків на Україні вже значна кількість. Наприклад, тільки у Львівській області – 96, у Запорізьській – 99, у Донецькій – 199, у Дніпропетровській – 402, в м. Кривий ріг – 58, в м. Київ – 1713 і т. д. [1].

При виникненні надзвичайної ситуації в будинках підвищеної поверховості, наприклад, пожежі, пожежно-рятувальні підрозділи для евакуації людей з верхніх поверхів у випадку перекриття виходу по сходовій клітці, тобто при виникненні пожежі на відповідному поверсі та досягненні на цій сходовій клітці її критичного часу тривалості (проміжок часу від початку виникнення горіння до досягнення ним такої величини, при якому виникає хоча б один безпечний чинник, який досягає безпечного критичного значення для людини на рівні органів дихання), використовують пожежні драбини. Пожежно-рятувальні підрозділи в більшості випадків мають пожежні драбини висотою до 30 м, які забезпечують евакуацію людей з будинків не вище 9-ти поверхів. Пожежних драбин висотою до 50 м для будинків підвищеної поверховості в пожежно-рятувальних частинах дуже незначна кількість, що не дає можливості в усіх випадках надзвичайних ситуацій забезпечити евакуацію людей. Наприклад, у м. Львові є тільки одна пожежна драбина типу METZ DL 53 висотою 53 м. Тому в першу чергу необхідно на підставі аналізу причин виникнення пожеж, закономірностей горіння, динаміки розвитку пожеж визначити величину критичної тривалості пожежі для встановлення необхідного часу евакуації людей з будинків підвищеної поверховості. Крім цього, необхідно також враховувати вогнестійкість будівельних конструкцій на підставі вибору надійного методу розрахунку тепломасообміну при пожежі тощо.

Мета роботи. На підставі результатів аналізу причин виникнення пожеж, закономірностей горіння, динаміки розвитку пожеж та результатів моделювання людських потоків в процесі евакуації з будинків підвищеної поверховості визначити основні напрямки заходів для підвищення ефективності рятувальних робіт до настання критичного часу тривалості пожежі та її ліквідації.

Причини виникнення пожеж в будинках підвищеної поверховості. Згідно із статистичними даними УкрНДПБ [2], в житловому секторі України у багатоповерхових будинках за 2007 рік виникло 975 пожеж, в тому числі в підвалах – 66 і на технічних поверхах – 6. Таким чином, на інших поверхах будинків виникло за рік 903 пожежі. Їх кількість по поверхах зображена на рис. 1.

Аналізуючи результати статистики пожеж за 2007 рік, які виникли у багатоповерхових будинках, можна констатувати, що найбільша кількість пожеж виникла на перших поверхах – 28,6%, в підвалах і на технічних поверхах – 7,4%, в межах 9-го та 10-го поверхів – 10,2%, на 16-му поверсі – 0,8%, а вище 18 поверху пожеж не виникало. Таким чином, найбільша кількість пожеж виникає на першому поверсі, а також в підвалах та на технічних поверхах багатоповерхових будинків, в тому числі і в будинках підвищеної поверховості. Це призводить в більшості випадків до перекриття виходу з будинку на першому поверсі.

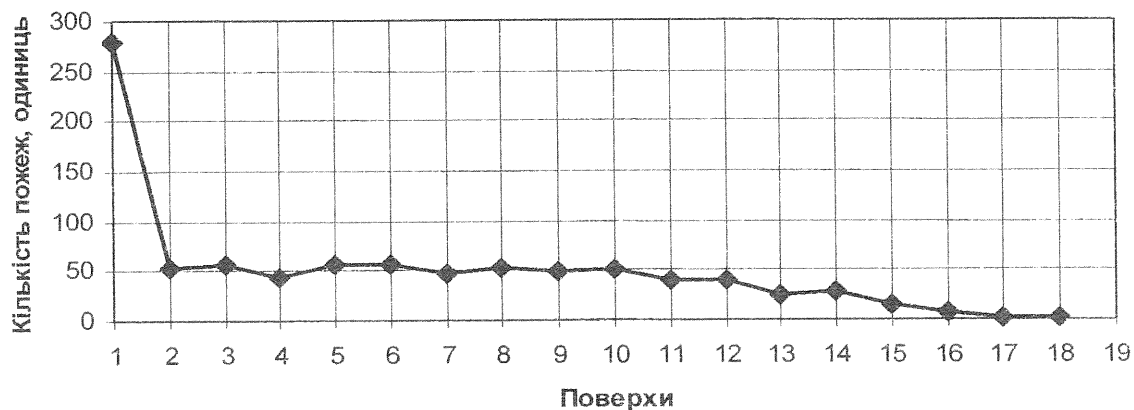


Рис. 1. Статистика пожеж в Україні за 2007 рік у багатоповерхових будинках (1-й поверх – 279 пожеж; 17-й поверх – 2 пожежі; 18-й поверх – 1 пожежа)

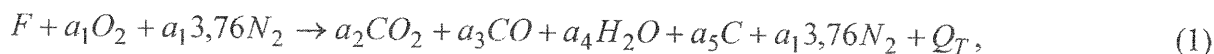
Крім цього, необхідно також відзначити, що згідно із результатами статистики серед усіх поверхів більше пожеж виникає на 5-6 поверхах – 11,6%, з 7 по 10 поверхи кількість пожеж приблизно однакова – в середньому по 5,1%, а починаючи з 11 поверху, їх кількість зменшується до 0,8% на 18-му поверсі. Виходячи з результатів цього аналізу можна констатувати, що при виникненні пожежі в будинках підвищеної поверховості необхідно впроваджувати певні заходи для евакуації та рятування людей на випадок виникнення пожежі.

Основними причинами виникнення пожеж в житловому секторі у багатоповерхових будинках є [2]: необережне поводження з вогнем – 44,5%; необережність під час куріння – 31%; несправність електроустановок – 17,6%; порушення правил експлуатації газових, газових та інших виробів – 2,5%; підпал – 2,1%; інші причини – 2,3%. Результати аналізу розглянутих даних показують, що в більшості випадків причиною виникнення пожеж є людський фактор, а це також ставить проблему для впровадження певних заходів по роз'яснювальній роботі серед жителів багатоповерхових будинків.

Розвиток пожеж. Розгляд розвитку пожежі в першу чергу необхідний для визначення критичного часу тривалості пожежі. Відомо, що кожний будинок складається із різноманітних будівельних елементів, що характеризуються цілим рядом чинників, які значною мірою відрізняються один від одного та по різному впливають на розвиток пожежі. Крім цього, значна кількість країн світу перейшли до гнучкого об'єктно-орієнтованого протипожежного нормування. Тому доцільно заздалегідь визначати вплив всіх чинників будівельних елементів на розвиток пожежі з використанням математичного моделювання пожежі та врахуванням отриманих даних при розробленні нормативів, які сприятимуть

визначенню критичного часу тривалості пожежі та швидкості її ліквідації. Для розв'язування цієї задачі насамперед використовують математичні моделі розрахунку тепломасообміну в процесі пожежі в приміщенні. Практично найбільше для визначення нормативних даних застосовують *диференціальні (польові)* та *інтегральні* моделі розрахунку термогазодинаміки пожежі [3, 4].

Модель горіння будується за допомогою джерел енергії, маси та диму в області горіння. Процес горіння можна представити у вигляді однієї одноступеневої реакції за умови, що газова суміш складається з кисню, азоту, газифікованого горючого навантаження та продуктів горіння [3]



де F – горюча речовина; a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 – коефіцієнти реакції; Q_T – потужність тепловиділення (теплота реакції).

Диференціальні (польові) моделі розрахунку термогазодинаміки пожежі базуються на розв'язуванні нестационарних тривимірних диференціальних рівнянь, які приводяться до «стандартного» виду, який є зручним для чисельного методу розв'язування [12]

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\Phi) + \text{div}(\rho v\Phi) = \text{div}(\Gamma \text{grad}\Phi) + S, \quad (2)$$

де Φ – залежна змінна від ентальпії газової суміші та матеріалу стін і перекриття, проекції швидкості на координатні осі, концентрації компонентів газової суміші, кінетичної енергії турбулентності та швидкості її дисипації, масової концентрації та оптичної густини диму; Γ – коефіцієнт дифузії для Φ ; S – джерельний член для Φ .

Для рівняння (2) приймаються умови однозначності: 1) геометричні умови (розміри приміщення; координати граничних поверхонь предметів, які знаходяться в приміщенні; координати границь відкритих проїомів та поверхні матеріалу, який горить тощо); 2) фізичні умови (теплофізичні властивості компонентів приміщення та параметри горючого матеріалу); 3) граничні умови; 4) початкові умови (при $\tau = 0$).

Інтегральна модель. Інтегральна модель для моделювання розвитку пожежі базується на фундаментальних законах природи, а саме на законах збереження маси, імпульсу та енергії. В процесі її розробки використовують ряд спрощень складної термогазодинамічної картини пожежі. Термодинамічний стан газової суміші описують середньооб'ємними параметрами [3]: середньооб'ємна густина, середньооб'ємний тиск, середньооб'ємна температура, середньооб'ємна масова концентрація кисню, середньооб'ємна масова концентрація азоту, середньооб'ємна масова концентрація i -го продукту горіння, середньооб'ємна оптична густина диму.

На наступному етапі складаються основні рівняння та додаткові співвідношення і виконується розв'язування поставленої задачі чисельним методом (аналогічно як і для польової моделі).

Порівняльний аналіз результатів польового та інтегрального методів розрахунку тепломасообміну модельної пожежі в приміщенні показав, що різниця між середньооб'ємними параметрами (температурою, масовими концентраціями кисню та токсичних компонентів) досягає 25%. Зі збільшенням об'єму приміщення ця різниця вже знаходиться в межах 20...50%.

Порівняльний аналіз результатів, які були отримані на підставі розрахунків модельних пожеж, з результатами експериментальних досліджень для подібних умов показав, що польовий метод моделювання пожеж більш точніший. Це, наприклад, можна пояснити на розрахунку за цими моделями концентрації окису та двоокису вуглецю при пожежі. При порівнянні розрахованих результатів з результатами експерименту було встановлено, що середня похибка для польової моделі не перевищує 12% [4, 13], а для інтегральної – 32% [3].

Результати багаточисельних розрахунків за польовими моделями показали, що концентрація токсичного газу досягає критичного значення раніше, ніж підвищення температури, але не пізніше втрати видимості, від якої, безпосередньо, загибель людей не відбувається [3 – 5, 7, 11, 13]. Крім цього, встановлено, що загроза від СО перебільшена, тому що в більшості випадків гранична концентрація СО настає за значний проміжок часу, за який інші небезпечні чинники досягли вже граничних значень при високій температурі в приміщенні. Таким чином, загальна картина безпеки від інших токсичних газів (наприклад, акролеїну – від горіння деревини; синильної кислоти – від горіння деревини, лінолеуму та ізоляції електрокабельної мережі тощо) недооцінена, а методики прогнозування небезпечних чинників пожежі взагалі не враховують ефекти дії багатьох інших токсичних газів, які виділяються в процесі горіння пожежного навантаження.

На підставі результатів дослідження польових математичних моделей на модельних пожежах у багатоповерхових будинках було встановлено, що критичний час тривалості пожежі, наприклад, в атріумі (при пожежі на третьому поверсі) знаходиться в межах: 1) на третьому поверсі: за втратою видимості до 5 хв; за підвищеною температурою до 6 хв; за зменшеною концентрацією кисню до 8 хв; за підвищеною концентрацією окису вуглецю до 9 хв; за підвищеною концентрацією двоокису вуглецю до 15 хв; 2) на четвертому поверсі відповідно від 5 до 7 хв; 3) на п'ятому поверсі відповідно від 5 до 8 хв; 4) на другому поверсі відповідно від 11 до 16 хв; 5) на першому поверсі відповідно від 22 до 30 хв. Значна різниця критичного часу тривалості пожежі пояснюється тим, що конвективна колонка піднімається догори (на верхні поверхи) і там може локалізуватися. Продукти горіння розтікаються під перекриттям сходової клітки до четвертого поверху та утворюють доволі рівномірний прогрітий і задимлений шар, який частково опускається вниз, а його більшість піднімається до верхніх поверхів. Час задимлення сходової клітки (атріуму) до висоти одного метра для 16-го поверху приблизно 12 хв [19]. В цьому випадку концентрації кисню та токсичних компонентів у суміші продуктів горіння та повітря є небезпечними для людей. Виходячи з цих міркувань критичний час тривалості пожежі буде знаходитися в межах 5...6 хв.

Для збільшення критичного часу тривалості пожежі необхідно проводити різні заходи, які б забезпечували безпеку людей, наприклад, обов'язкове зберігання, а за необхідності (наприклад, під час виникнення пожежі) використання кожною людиною (багатоповерхового будинку, будинку підвищеної поверховості та висотного) портативного фільтруючого саморятівника. Такий захід дозволяє збільшити критичний час тривалості пожежі до 8...15 хв [3, 4, 13].

Безпека людей у надзвичайних ситуаціях у будинках підвищеної поверховості. У випадку виникнення надзвичайної ситуації у будинку підвищеної поверховості, яка через певний час може призвести до небезпечної ситуації із загрозою для життя людей, що знаходяться в ньому, необхідно, в першу чергу, евакуювати людей. Питанню евакуації людей з багатоповерхових будинків присвячено дуже багато наукових праць як в нашій країні [15], так і за кордоном, а саме в Росії [14], Італії [16], Японії [17] та інших країнах.

Будинки підвищеної поверховості мають високу пожежну безпеку, яка обумовлена висотою будівлі, протяжністю та плануванням поверхів, насиченістю вертикальних комунікацій, пожежною безпекою технологічних виробництв, які розміщені в будівлі, наявністю горючих матеріалів у вигляді конструкцій, теплоізоляції, меблів, вмонтованого обладнання, трубопроводів, електропроводки тощо. Крім цього, проектні рішення випереджають протипожежне нормування цих будівель, а пожежна безпека поглиблюється помилками та відступами від вимог пожежної безпеки, які допускаються в процесі проектування будинків підвищеної поверховості. Тому питанню евакуації людей з будинків підвищеної поверховості приділяється особлива увага.

Евакуація людей з будинків підвищеної поверховості може здійснюватися різними методами: 1) людським потоком, який утворюють люди, що йдуть в одному напрямку через

евакуаційний вихід (загальна сходові клітка); 2) людським потоком з використанням зовнішніх навісних драбин; 3) звичайним ліфтом за умови його розміщення в незадимленій зоні будинку; 4) ліфтом, який розміщується на фасадній стіні поза габаритами основного плану будинку; 5) індувндуальним пристроєм типу «гойдалки»; 6) пожежною драбиною або колінчастим автопідйомником; 7) стрибком з відповідного поверху на розтягнутий батут.

Розглянемо кожний з цих методів евакуації людей у випадку виникнення пожежі з точки зору витрати на цей захід найменшого часу.

Евакуація людським потоком через евакуаційний вихід. Результати досліджень на підставі моделювання людських потоків [14] показали, що середня швидкість вільного руху по сходах вниз може бути визначена за залежністю

$$V = V_0 \left(1 - \frac{a \ln D}{D_0} \right), \quad (3)$$

де V – швидкість руху людей в потоці; V_0 – середньостатистична швидкість вільного руху людей; $V_0 = 72$ м/хв [14]; D – густина потоку людей в процесі евакуації, чол/м²; $D = 4$ чол/м² (згідно із рекомендаціями [18]); $a = 0,4$ – коефіцієнт, який враховує густину потоку людей [14]; $D_0 = 0,89$ – порогове значення густини потоку людей, при досягненні якого людина починає відчувати дію психологічного фактора [14]. Тоді

$$V = 72 \left(1 - \frac{0,4 \ln 4}{0,89} \right) = 27,1 \text{ м/хв.}$$

Враховуючи значення V та час $\tau_{зб}$ збирання людей для евакуації, а також довжину шляху L маршруту сходів між суміжними поверхами, визначимо час евакуації з z -го поверху. При цьому будемо враховувати затримку людського потоку в процесі евакуації введенням поправочного коефіцієнта k_z , значення якого приймаємо в межах $k_z = 1,1 \dots 1,3$. Найбільший час евакуації τ_e людей з будинку підвищеної поверховості буде у випадку, коли евакуація здійснюється з 16 поверху, тобто $z = 16$. Всі інші чинники дорівнюють: $L = 10$ м [18]; $k_z = 1,2$; $\tau_{зб} = 2 \dots 3$ хв [18]. В цьому випадку при довжині шляху $l = 4$ м від евакуаційної сходової клітини до виходу з будинку, τ_e буде

$$\tau_e = \left(\frac{L(z-1) + l}{V} + \tau_{зб} \right) k_z = \left(\frac{10 \cdot (16-1) + 4}{27,1} + 3 \right) 1,2 = 8,7 \text{ хв.}$$

За умови відсутності в будинку хворих, інвалідів та літніх людей визначений час евакуації є реальним при умові дії в цьому будинку автоматичної системи звукового та світлового сповіщення. Якщо ці умови не виконуються, то час евакуації всіх мешканців будинку з використанням пожежно-рятувальних підрозділів буде знаходитися в межах 30...50 хв [18].

Евакуація людським потоком з використанням зовнішніх навісних драбин. Зовнішньою навісною драбиною можуть користуватися тільки молоді та середнього віку люди, які не бояться висоти. За результатами експериментальних досліджень [19] час евакуації 10 чоловік з 16 поверху становить приблизно 2,5...3 хв, а з 9 поверху – 1,1...1,2 хв.

Евакуація звичайним ліфтом. В більшості випадків будинки підвищеної поверховості споряджені ліфтами для підйому та спуску 4-х осіб. Час підйому та спуску середньшвидкісного ліфта з 16 поверху складає приблизно 1,5...2,0 хв. На поверсі проживає в середньому 20 чоловік. Тоді максимальний час евакуації людей з одного 16-го поверху дорівнює $2 \cdot (20/4) = 10$ хв.

Евакуація ліфтом, який розміщується на фасадній стіні будинку. Евакуація таким ліфтом здійснюється як і звичайним, але час евакуації збільшується в два рази, тому що цей ліфт вміщує не більше 2-х осіб.

Евакуація індувндуальним пристроєм типу «гойдалки». Цей метод евакуації призначається для хворих, інвалідів та літніх людей при умові перекриття пожежою

евакуаційного виходу. Час евакуації значний і коливається в межах 3...5 хв на одну людину з 16-го поверху.

Евакуація пожежною драбиною або колінчастим автопідйомником. З урахуванням часу слідування, встановлення і висунення драбини на висоту до 16-го поверху (5...7 хв), підйому пожежних і пошуку постраждалих (4...5 хв), час від поступлення виклику про пожежу до початку спуску першої людини становитиме 21...27 хв. Середній час спуску 10 чоловік з 16-го поверху становить приблизно 12 хв [19].

Евакуація стрибком з відповідного поверху на розтяжний батут. Такий спосіб евакуації використовується дуже рідко, лише при особливих випадках надзвичайної ситуації.

Результати аналізу чинників виникнення пожеж, їх розвитку та забезпечення безпеки людей у надзвичайних ситуаціях у будинках підвищеної поверховості дозволили визначити основні заходи з удосконалення та підвищення ефективності ліквідації пожеж в цих будинках та безпеки життєдіяльності людей в надзвичайних ситуаціях:

1. Обов'язкове встановлення в будинках підвищеної поверховості звукових і світлових сповіщувачів, які б мали безпосередній зв'язок з диспетчерським пунктом пожежно-рятувальної частини.

2. Пожежно-рятувальні частини, в районі обслуговування яких знаходяться будинки підвищеної поверховості повинні мати на своєму озброєнні пожежні автодрабини з робочою висотою 50 м або колінчасті автопідйомники, пристрої типу «гойдалки» та розтяжні батуги.

3. З метою збільшення критичного часу тривалості пожежі до 8...15 хв необхідно в примусовому порядку зобов'язати кожну людину, яка працює або проживає в будинку підвищеної поверховості, зберігати персональний портативний фільтруючий саморятівник.

4. Для оперативної евакуації людей з будинку підвищеної поверховості пожежно-рятувальним частинам необхідно вести постійний облік жителів будинку з метою встановлення дійсних даних про кожну людину поквартирно: вік (працюючий або пенсіонер), постійно хворий (лежачий або може ходити) тощо.

5. Застосовувати в будинках підвищеної поверховості фотолюмінесцентну евакуаційну орієнтовно-знакову систему з ефектом тривалого світіння в темряві та в диму (ПП «Ательє Світлодизайн») для безпечної евакуації людей.

6. Житлово-комунальним службам постійно проводити з мешканцями будинків бесіди та лекції з правил пожежної безпеки та про відповідальність і наслідки у випадку недотримання цих правил.

Висновки

1. Результати аналізу причин виникнення пожеж показали, що в більшості випадків причиною виникнення пожеж є людський фактор, який необхідно враховувати в процесі проведення роз'яснювальної роботи з мешканцями будинку підвищеної поверховості.

2. З метою отримання нормативних даних для процесу безпечної експлуатації та забудови нових будинків підвищеної поверховості необхідно для кожного випадку виконувати моделювання пожеж для цих будинків з використанням польових моделей.

3. Результати аналізу різних методів евакуації людей з будинків підвищеної поверховості у випадку пожежі дозволили встановити, що найбільш мобільним методом є евакуація людським потоком через евакуаційний вихід. Найбільший час евакуації становить приблизно 9 хв за умови наявності в цьому будинку автоматичної системи звукового та світлового сповіщення. При наявності в будинку хворих, інвалідів та літніх людей доцільно використовувати для їх евакуації ручні транспортні засоби або пожежні автодрабини.

4. Критичний час тривалості пожежі (за втратою видимості по висоті від пілоги до одного метра) знаходиться в межах 5...6 хв. Для збільшення цього часу необхідно забезпечити кожну людину, яка працює або проживає в будинку підвищеної поверховості, персональним портативним фільтруючим саморятівником та застосовувати в цих будинках

фотолюмінесцентну евакуаційну орієнтовно-знакову систему з ефектом тривалого світіння в темряві та в диму.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Про стан протипожежного захисту будинків підвищеної поверховості та висотних. Наказ МНС України № 89 від 14.03.2005. – К.: МНС України, 2005. – 4 с.
2. Якименко О., Климась Р. Стан із пожежами в житловому секторі у багатоповерхових будинках та наслідками від них в Україні у 2007 році – К.: УкрНДІПБ, 2008.– 2 с.
3. Пузач С.В. Методы расчета тепломассообмена при пожаре в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. – 336 с.
4. Рыжов А.М. Дифференциальный (полевой, CFD) метод моделирования пожаров // Моделирование пожаров и взрывов / Под общ. ред. Н.Н. Брушлинского и А.Я. Корольченко. – М.: Ассоциация «Пожнаука», 2000. – 482 с.
5. Кошмаров Ю.А., Молчадский И.С. Моделирование пожара в помещениях зданий различного назначения // Пожаровзрывобезопасность, 1992, №1. – С. 22-28.
6. Cooper L.Y., Rockett J.A., Mitler H.E., Stroup D.W. A program for the development of a benchmark compartment fire model computer code // Math. Model. Fires. – Philadelphia (Pa), 1988. – P. 116-127.
7. Raycraft J., Keller V.D., Yang H.Q., Yang K.T. Fire spread in a three-dimensional pressure vessel with radiation exchange and wall heat losses // Math. and Comput. Modell., 1990, №14. – P. 795-800.
8. Galea E.R. A general approach to validating evacuation models with an application to EXODUS // Journal of Fire Sciences, 1998, v. 16, №6. – P. 414-436.
9. Lewis M.J., Rubini P.A., Moss J.B. Field Modelling of Non-Charring Flame Spread // Sixth International Symposium on Fire Safety Science, France, 1999.
10. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. – М.: Наука, 1974. – 540 с.
11. Абросимов Ю.Г., Андреев В.В., Зотов Ю.С. и др. Методические указания по прогнозированию опасных факторов пожара в помещении. – М.: МИПБ, МВД РФ, 1997. – 65 с.
12. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.
13. Смагин А.В., Пузач С.В., Лебедченко О.С. Распределение концентрации токсичных газов при пожаре в помещении // Материалы XIV школы-семинара молодых ученых «Проблемы газодинамики и тепломассообмена в энергетических установках». С.-Петербург, Т.1, 2007. – С. 277-279.
14. Холщевников В.В. Моделирование людских потоков // Моделирование пожаров и взрывов / Под общ. ред. Н.Н. Брушлинского и А.Я. Корольченко. – М.: Ассоциация «Пожнаука», 2000. – 482 с.
15. Васильченко О.В., Стець М.М. Оцінка пожежних ризиків при евакуації людей з висотних будинків // Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників. – К.: УкрНДІПБ, 2006. – 7-8 с.
16. Contini P. Aspetti sicurezza delle costruzioni a irradiazione incidente // L'industria italiana del cemento, 1977, №2. – P. 123-131.
17. Okazaki Shigeo. A study of Pedestrian movement in architectural space, Tokio, 1979. – P. 264-272.
18. Раева Е.С., Седов А.П., Чирков В.Н. Транспортные коммуникации и эвакуационные пути в многоэтажных жилых домах. – М.: Стройиздат, 1976. – 160 с.
19. Пивоваров В.В., Реутт М.В., Зыков В.В., Власов К.С. Оценка целесообразности внедрения в практику тушения пожаров автолесниц и автоподъемников с рабочей высотой подъема более 50 метров // Пожарная безопасность. – М., 2007.– №3. – С. 36-46.