

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Черкаський інститут пожежної безпеки
імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України

Матеріали ІХ Міжнародної
науково-практичної конференції
«ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ГАСІННЯ ПОЖЕЖ
ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ»

18-19 травня 2018 року

Черкаси – 2018

Мороз І. В., Чемерис І. А. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ПОБУТОВИХ ПРИЛАДІВ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН	182
Нестеренко А. А., Нестеренко О. Б., Турлак Є. В. ФОРМУВАННЯ ТЕПЛООВОГО ВПЛИВУ ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ.....	184
Новак С. В., Новак М. С. ВАЛІДАЦІЯ ТА ВЕРИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ВОГНЕСТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	186
Нуязін О. М., Сідней С. О., Самченко Т. В., Добростан О. В. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ПРИ ПОЖЕЖІ У ПІДЗЕМНИХ СПОРУДАХ КАБЕЛЬНИХ ТУНЕЛІВ	188
Олейник В. В. ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗОВОЙ СМЕСИ НА КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ ПРЕДЕЛЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ.....	190
Перегін А. В., Нуязін О. М. МОДЕЛЮВАННЯ ПОЖЕЖІ В КАБЕЛЬНОМУ ТУНЕЛІ.....	192
Поздєєв С. В., Змага Я. В., Новгородченко А. Ю., Луценко Ю. В. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗРАЗКІВ-ФРАГМЕНТІВ ДЕРЕВ'ЯНИХ БАЛОК З ВОГНЕЗАХИСНИМ ОБЛИЦЮВАННЯМ.....	194
Покалюк В. М., Романов О. Г. МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛООВОГО ПОТОКУ НА РЯТУВАЛЬНИКІВ	196
Роянов О. М. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ОЦІНКИ ЗАЛИШКІВ СВІТЛИХ НАФТОПРОДУКТІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ПРИМУСОВОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ РЕЗЕРВУАРІВ	200
Савченко А. В. ОПИСАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ.....	201
Саєнко Н. В., Биков Р. О., Клеба А. О. ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ, ЯКІ ДОЗВОЛЯЮТЬ СПРЯМОВАНО РЕГУЛЮВАТИ ВОГНЕЗАХИСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПУЧУВАНИХ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИЦІЙ.....	202
Семерак М. М., Харитин Д. В. ТРУБОБЕТОННІ КОЛОНИ З ВОГНЕЗАХИСНИМ ПОКРИТТЯМ ТА ЇХ ПОВЕДІНКА В УМОВАХ ПОЖЕЖІ	204
Семичаєвський С. В., Огурцов С. Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ МАСЛОНАСОСІВ В МАСЛОСИСТЕМАХ ТУРБОГЕНЕРАТОРІВ АЕС І ТЕС.....	207
Сидоренко В. Л., Азаров С. І., Задунай О. С. РОЗРАХУНКОВА ОЦІНКА УМОВ ЗАЙМАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ	209
Трегубов Д. Г. АПРОКСИМАЦІЙНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРИ ПОЖЕЖІ В ОГОРОДЖЕННІ	210
Хілько Ю. В. ГІДРОДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ ПРИ ВИНИКНЕННІ ПОЖЕЖІ В БУДІВЛЯХ ПІДВИЩЕНОЇ ПОВЕРХОВОСТІ.....	212
Цвіркун С. В. ОЦІНКА ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ	214
Чуб І. А., Михайловська Ю. В., Гудак Р. В. ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ СИЛ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ НА ОСНОВИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ПРО ПОКРИТТЯ	217
Шаршанов А. Я. ВЛИЯНИЕ СЛУЧАЙНО-НЕОДНОРОДНОГО ХАРАКТЕРА ПОКРЫТИЯ НА ЕГО ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА.....	219
Шкарабура І. М. ВИЗНАЧЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ СТАЛЕВИХ КОЛОН	221
Яцук Л. Б., Лут О. А. ЯКІСТЬ ВОДИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ЯК ФАКТОР ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ (НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ УЗИН).....	223
Яцук Л. Б., Кравчук С. О. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ В УМОВАХ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА	225

– оболонка – кабельна проходка – стіна» з нелінійними граничними умовами. Система диференціальних рівнянь з відповідними початковими і граничними умовами вирішена методом кінцевих різниць. Отримані різницеві рівняння вирішені методом прогонки з використанням неявної чотирьохточкової схеми. Враховувалися ефект тепловиділення в металі, конвективний і радіаційний теплообмін на зовнішній границі кабелю і стіни.

Встановлено, що для номінальних діапазонів зміни параметрів, які характеризують роботу кабельних ліній (струми, тривалості перевантажень, умов теплообміну), можливо досягнення температур, істотно перевищують гранично допустимі значення. Умови виходу на пожежонебезпечний режим роботи кабельної комунікації залежать від типу матеріалу, з якого виготовлено перегородку в зоні контакту, що розділяє приміщення, через які проходить кабельна лінія. Чим нижче температуропровідність цього матеріалу, тим швидше досягаються температури поверхні ізоляції кабелю, за яких можливо його займання.

Отримані результати дозволяють зробити висновок про можливість прогностичного моделювання процесу займання кабельних ліній з використанням розробленої математичної моделі. Також можлива оцінка умов теплообміну кабельних ліній, під час яких виконуються умови пожежної безпеки за тривалих термінів експлуатації.

Трегубов Д. Г., к. т. н., доцент,
Національний університет цивільного захисту України

АПРОКСИМАЦІЙНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРИ ПОЖЕЖІ В ОГОРОДЖЕННІ

Однією з головних небезпек на пожежі є висока температура середовища. Вирішення задачі визначення температури пожежі в огороженні є основою для прогнозування поведінки будівельних конструкцій й умов перебування людей у даному приміщенні під час розвитку пожежі та для розробки нових будівельних матеріалів, вогнезахисних покриттів та вогнетривкого захисного обмундирування [1]. Певною проблемою практичних пожежно-технічних розрахунків є відсутність спрощених формул для прогнозу температури пожежі у першому наближенні.

Для прогнозу температури пожежі існує декілька наукових напрямків. Але базою для практичних розрахунків частіше є інтегральна модель з використанням апроксимативних формул та номограм. Ця модель – найбільш простий розрахунок температурного режиму пожежі в огороженні, вона припускає, що тепло пожежі йде на нагрів продуктів горіння і рівномірно розподілено по об'єму приміщення. Середньооб'ємну температуру пожежі визначають як частку адіабатичної температури горіння $T_{ад}$ з врахуванням безрозмірного критерію Больцмана [2]:

$$T_{пж\ \tau} = 0,66 T_{ад} Bo^{0,17} = 18,1 T_{ад} \left(\frac{\eta S_{пж} v_m c_p'' v_{пр}}{\varepsilon_{пр} S_{огор} T_{ад}^3} \right)^{0,17}, \text{ К.}, \quad (1)$$

де Bo – критерій Больцмана, який враховує сталу Больцмана, $5,76 \cdot 10^{-11} \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$;

$v_{пр}$ – питомий дійсний об'єм продуктів горіння, $\text{м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$;

$\varepsilon_{пр}$ – приведений ступінь чорноти продуктів горіння;

c_p'' – питома об'ємна теплоємність газового середовища, $\text{кДж} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{К}^{-1}$.

Секція 3. Фізико-хімічні процеси, чинники їх виникнення та моделювання в умовах пожеж і надзвичайних ситуацій

Але такий розрахунок передбачає знання температури пожежі у першому наближенні для визначення густини повітря, об'ємної теплоємності та приведенного ступеню чорноти продуктів горіння за даних умов [2]. Тому завданням даної роботи є обґрунтувати методику розрахунку температури пожежі у першому наближенні.

Досліджені температурні режими пожежі в приміщеннях будівель і споруд різного призначення: для пожеж у тунелях; у підвалах; у будинках нафтопереробної і хімічної промисловості; стандартна температурна крива пожежі; режими пожеж у житлових приміщеннях з різними площами прорізів, крива для тліючої пожежі [3].

Одна з перших аналітичних моделей пожежі побудована для випробування будівельних конструкцій на вогнестійкість - стандартна крива [4]:

$$t = 345 \lg(8\tau_{\text{пож}} + 1) + 20, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (2)$$

Але на реальних пожежах до 10 хв. пожежа не має стандартного температурного режиму і ця формула погано працює, тому для $\tau_{\text{пож}} > 10$ хв. приймають [2]:

$$t = 345 \lg(8(\tau_{\text{пож}} - 10) + 1) + 20, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (3)$$

але на 10 хв. ця формула дає 20 °С.

Для високотемпературних пожеж зі збільшеною швидкістю зростання температури, як при горінні водню, зокрема на АЕС, температурний режим пожежі приймають більш інтенсивним, що відображає вуглеводнева крива [4]:

$$t = 1080(1 - 0,325 \exp(-0,167\tau) - 0,165 \exp(-2,5\tau)) + 20, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (4)$$

Тліюча пожежа передбачає менш інтенсивне зростання температури до 20 хв., стандартний температурний режим починається з 21 хв:

$$\text{до 20 хв включно: } t = 154\tau_{\text{пож}}^{0,25} + 20, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (5)$$

$$\text{після 20 хв: } t = 345 \lg(8(\tau_{\text{пож}} - 20) + 1) + 20, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (6)$$

Зовнішній температурний режим пожежі враховують для оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій:

$$t = 660(1 - 0,687 \exp(-0,32\tau) - 0,313 \exp(-3,8\tau)) + 20, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (7)$$

Оцінка температури пожежі за відношенням площ пожежі та підлоги [5]:

$$T = 298 + 1200S_{\text{пож}}/S_{\text{підл}}, \text{ } \text{К}. \quad (8)$$

Площа пожежі опосередковано враховує час розвитку пожежі. Але при цьому не враховують стандартний температурний режим, а площа пожежі з часом може і не змінюватись, тобто формула (8) працює лише для пожеж, що поширюються.

Для спрощеного визначення температурного режиму пожежі у першому наближенні до 10 хв., зростання температури можна прийняти за лінійним законом:

$$t = 100 - 7(10 - \tau_{\text{пож}}), \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (9)$$

або за логарифмічним, близьким до стандартного температурного режиму:

$$t = 55 \lg(8\tau_{\text{пож}} + 1) + 20, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (10)$$

після 10 хв: $t = 345 \lg(8(\tau_{\text{пож}} - 10) + 2), \text{ } ^\circ\text{C}.$ (11)

Формули (9) – (11) дозволяють прогнозувати температурний режим стандартної пожежі у першому наближенні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тарахно Е.В. Применение кремнийорганических материалов для огнестойкого защитного обмундирования / Е.В. Тарахно, Л.А. Андрищенко, А.М. Кудин, Л.Н. Трефилова // Проблемы ПБ. – Х.: НУГЗУ, 2014. – Вып. 36. – С. 243-258.
2. Тарахно О.В. Теорія розвитку та припинення горіння. Практикум, ч. II. / О.В. Тарахно, Д.Г. Трегубов, К.В. Жернокльов та ін. – Х.: НУЦЗУ, 2010. – 510 с. Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/tarahno/tarahno2010praktikum2.pdf>.
3. Андронов В.А. Дослідження вогнезахисних властивостей реактивних покриттів для металевих конструкцій з урахуванням температурних режимів реальних пожеж / В.А. Андронов, Є.О. Рибка // Проблемы пожарной безопасности. – Х.: НУЦЗУ, 2011. – №. 29. – С. 8-17.
4. Шналь Т.М. Характеристика моделей розвитку пожеж / Т.М. Шналь, І.П. Синенько // Вісн. НУ "Львівська політехніка". - 2011. - № 697. - С. 252-256.

*Хілько Ю. В., к. т. н.,
Національний університет цивільного захисту України*

ГІДРОДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ ПРИ ВИНИКНЕННІ ПОЖЕЖІ В БУДІВЛЯХ ПІДВИЩЕНОЇ ПОВЕРХОВСТІ

При пожежах в висотних будівлях, загибель людей внаслідок обвалу конструкцій не зафіксовано. Небезпечні умови для життя людей, виявляються значно раніше, ніж настає межа вогнестійкості будівельних конструкцій. У подібних умовах контакт людини з відкритим полум'ям пожежі навіть при короткочасному впливі полум'я призводить до загибелі.

З літературних даних відомо, що температура в будівлях при пожежах досягає 1100 °С, що перевищує максимально допустимий рівень для виживання протягом не більш за одну хвилину. Встановлено, що час в декілька хвилин є допустимою межею для людини.

Для вирішення цього завдання розділимо конструктивними заходами (протипожежними перекриттями) на декілька відсіків. Для будівлі в 24 поверхи (рис. 1) визначимо три відсіки: підземна частина – стоянка автомобілів; перша частина – наступний відсік надземна частина у вигляді торговельних приміщень; третій відсік – житлові приміщення.

Динаміка розвитку пожежі у відсіках розраховувалася з метою прогнозування температурного режиму і динаміки поширення диму по методу FDS. Програмний комплекс FDS (Fire dynamics Simulator) створений NIST (Національним інститутом стандартів і технологій США) для польового математичного моделювання пожежі [6], за допомогою якої можлива чисельна реалізація з подальшою візуалізацією полів