

## **ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ ПРИ ПОШИРЕННІ ПОЖЕЖІ**

*Тацій М.І.*

*Боднар Г.Й. доцент, канд. техн. наук,*

*Гембара Т.В., доцент, канд. техн. наук*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Чисельне моделювання процесів горіння все більш часто використовується в наукових розробках, а також при розслідуванні пожеж. Розвиток теорії математичного моделювання горіння, а також збільшення обчислювальної потужності комп'ютерів дозволило істотно скоротити необхідні ресурси, а також підвищити точність чисельного моделювання. Наприклад, однією з важливих областей застосування результатів математичного моделювання динаміки пожежі є тестування інтелектуальних алгоритмів роботи автоматичної пожежної сигналізації. Математичне моделювання дозволяє отримати динаміку розвитку небезпечних факторів пожежі в різних умовах обчислювального експерименту. Як відомо, до небезпечних факторів пожежі відносяться: полум'я і іскри; тепловий потік; підвищена температура навколишнього середовища; підвищена концентрація токсичних продуктів горіння і термічного розкладання; знижена концентрація кисню; зниження видимості при задимленні.

в приміщенні, а також про середні параметри стану середовища всередині цих зон. Метою даної роботи є чисельна реалізація математичних моделей найбільш характерних вогнищ пожежі, а також встановлення характерних особливостей динаміки розвитку пожежі на початковій стадії. Існує кілька основних моделей пожежі, використовуваних для прогнозування: інтегральна; зонна; польова диференціальна модель. Інтегральна модель пожежі дозволяє отримати інформацію про середні значення параметрів середовища в приміщенні для будь-якого моменту розвитку пожежі. Зонна модель дозволяє отримати уявлення про розміри характерних зон, що виникають під час пожежі. Польова диференціальна модель дозволяє розрахувати для будь-якого моменту розвитку пожежі значення всіх локальних параметрів стану в будь-якій точці простору приміщення. Всі три моделі в математичному відношенні характеризуються різним рівнем складності. Найбільш просто реалізується інтегральна модель, вона ж є і найменш точною. Найбільш

перспективною, з точки зору, практичного застосування є польова модель горіння, яка ґрунтується на системі диференціальних рівнянь в частинних похідних. Результатами розв'язання даної системи рівнянь є поля розподілу температур, швидкостей, концентрацій компонентів газового середовища в кожен момент часу. Відповідні програмні пакети для розрахунків та візуалізації їх результатів, розроблені Лабораторією з пожежної безпеки Національного інституту стандартів і технологій (США) та науково-дослідним центром VTT (Фінляндія), фактично використовуються як стандарти контролю пожежної безпеки об'єктів. Особливістю є те, що їх необхідно запускати з командного рядка, а вхідні параметри повинні бути записані в текстовий файл [1].

Ці пакети реалізують обчислювальну гідродинамічну модель тепломасопереносу при горінні, особлива увага приділяється поширенню диму і теплопередачі під час пожежі. Чисельно різницеvими методами розв'язується рівняння Нав'є-Стокса для низькошвидкісних температурно-залежних потоків. Базовим алгоритмом є схема використання методу предиктор-коректора другого порядку точності по координатах і часу. Турбулентність досліджується за допомогою моделі Смагоринського. Головним чином нас цікавить початковий момент і інтервал часу пожежі, коли спрацьовування автоматичної пожежної сигналізації ще може привести до виконання системою своїх цільових функцій (евакуація людей, ефективно пожежогасіння). Цей інтервал є відносно малий, і в цей проміжок часу пожежа має деякі особливості, що дозволяють забезпечити високий ступінь спрощення математичної моделі. Основною особливістю даного процесу є відсутність газообміну приміщення з навколишнім середовищем. Надходження повітря в приміщення з навколишнього середовища відсутнє, і динаміка загоряння диктується виключно пожежним навантаженням. Тому польова модель пожежі, має обмежений характер за часом і справедлива виключно в початковий момент розвитку пожежі, поки відсутнє надходження повітря в приміщення. Для роботи в програмі використовується схема одноступінчастої хімічної реакції, результати передаються через двопараметричну модель частки в суміші. За замовчуванням розраховуються два параметра суміші: масова частка незгорілого палива і масова частка вигорілого палива (тобто продуктів згоряння).

## ЛІТЕРАТУРА

1. K. McGrattan, S. Hostikka, R. McDermott, J. Floyd, C. Weinschenk, and K. Overholt. Fire Dynamics Simulator, User's Guide. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, USA, and VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo, Finland, sixth edition, September 2013, v.4, 12-15.