



«НАУКОВІ ПІДСУМКИ 2020 РОКУ»

ІХ НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ

29 грудня 2020 р.

Збірка наукових праць

Харків – 2020

УДК 614.841.12

АНАЛІЗ ВИПАДКОВИХ БІФУРКАЦІЙ СЕРЕДНЬООБ'ЄМНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА В ПРИМІЩЕННЯХ ПРИ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ВНАСЛІДОК ПОЖЕЖІ

Самойлов М. О., Поспелов Б. Б., Рибка Є. О.

Прийняття ефективних і адекватних рішень щодо захисту об'єктів від надзвичайних ситуацій внаслідок пожеж тісно пов'язане з вивченням особливостей реальної динаміки середньооб'ємної температури газового середовища в приміщеннях. В особливій мірі це стосується початкової стадії виникнення пожежі, коли відбувається загоряння матеріалів. Пояснюється це тим, що при початковому загорянні матеріалів в приміщенні динаміка середньооб'ємної температури газового середовища носить досить складний характер. У загальному випадку вона є нелінійною з елементами біфуркації. При цьому біфуркації характерні саме для початкової стадії виникнення пожежі, коли відбувається загоряння матеріалів і формування осередку майбутньої пожежі. В силу об'єктивних причин реальні осередки пожежі при надзвичайних ситуаціях характеризуються великою кількістю невідомих випадкових параметрів. Тому виникає проблема аналізу випадкових біфуркацій динаміки середньооб'ємної температури газового середовища в приміщеннях при виникненні пожежі, обумовлених осередком.

Об'єктом дослідження є біфуркації динаміки середньооб'ємної температури газового середовища в приміщеннях з урахуванням випадкових параметрів осередку пожежі. Метод дослідження базується на аналізі отриманих стаціонарних рішень для щільності ймовірності середньооб'ємної температури газового середовища з урахуванням випадкових параметрів осередку загоряння. Сукупність випадкових параметрів розглядається в якості відповідних адитивних або мультиплікативних флуктуацій в правій частині рівняння динаміки середньооб'ємної температури газового середовища в приміщенні. В якості флуктуацій розглядається нормований процес у вигляді білого гаусового шуму із заданою інтенсивністю. Аналіз виконувався окремо для адитивних і мультиплікативних флуктуацій.

В результаті дослідження встановлено, що динаміка середньооб'ємної температури газового середовища в приміщенні управляється деяким параметром пожежі, що залежить від початкових умов. Залежно від параметра пожежі є вихідна стійка точка рівноваги, точка біфуркації, в якій рівновага порушується і утворюється нова стійка точка рівноваги, яка визначається ресурсом пожежі для заданого осередку загоряння в приміщенні. Встановлено, що для різних рівнів адитивних флуктуацій максимум щільності ймовірності середньооб'ємної температури газового середовища відповідає ресурсу пожежі і збігається з точкою рівноваги без адитивних флуктуацій, причому мінімум відповідає нестійкій рівновазі, а максимум – стійкій. Це означає, що адитивні флуктуації призводять лише до розширення щільності ймовірності – збільшення дисперсії флуктуацій середньооб'ємної температури газового середовища в приміщенні. У разі мультиплікативних флуктуацій щільність розподілу середньооб'ємної температури газового середовища виявляється більш складною. Показано, що рівень мультиплікативних флуктуацій є управляючим параметром для біфуркацій. Пояснюється це тим, що мультиплікативні флуктуації, характерні для реальних загорянь в приміщенні, є причиною появи динамічних біфуркацій, які змінюють статистичний характер траєкторій в залежності від рівня флуктуацій. Встановлено, що зазначені біфуркації призводять до зміщення максимуму стаціонарного розподілу в бік збільшення середньооб'ємної температури відносно ресурсу пожежі. Визначено, що флуктуації швидкості вигорання матеріалу призводять до обмеження зростання середнього значення середньооб'ємної температури газового середовища приміщення, які залежать від параметрів пожежного навантаження, приміщення, а також поточної температури і рівня флуктуацій. При цьому коефіцієнт дифузії, на відміну від адитивних флуктуацій, виявляється залежним від рівня флуктуацій, параметрів пожежного навантаження, температури і параметрів обмеженості розвитку пожежі.

Встановлено, що в разі адитивних флуктуацій умови біфуркації збігаються з випадком їх відсутності. При цьому адитивні флуктуації проявляються у вигляді відповідної дифузії середньооб'ємної температури газового середовища в приміщенні щодо ресурсу пожежі. У разі мультиплікативних флуктуацій щільність розподілу має складний характер, який залежить від пожежонебезпечних характеристик горючого матеріалу і приміщення. Точки біфуркації при цьому виявляються випадковими і зміщеними відносно екстремумів відповідних розподілів.

Таким чином, при мультиплікативних флуктуаціях випадкові біфуркації проявляються в перебудові стаціонарного розподілу середньооб'ємної температури газового середовища в приміщенні, яка залежить від безлічі факторів, що визначають реальний процес загоряння в приміщенні. Отримано співвідношення, які дозволяють аналізувати вплив конкретних факторів загорянь на випадкові біфуркації середньооб'ємної температури газового середовища в приміщенні при надзвичайній ситуації внаслідок пожежі. Це дозволяє отримати більш глибоке уявлення про особливості виникнення реальних загорянь, пожеж і надзвичайних ситуацій в приміщеннях об'єктів.

Самойлов Михайло Олександрович, ад'юнкт ад'юнктури, науковий відділ з проблем цивільного захисту та техногенно-екологічної безпеки науково-дослідного центру, Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023, E-mail: mos@nuczu.edu.ua

Поспелов Борис Борисович, доктор технічних наук, професор, Науково-дослідний центр, Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023, E-mail: pospelov@ukr.net

Рибка Євгеній Олексійович, доктор технічних наук, старший дослідник, Науково-дослідний центр, Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023, E-mail: rybka@nuczu.edu.ua