

Левтеров О. А.

доцент, к.т.н., с.н.с.

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

РОЗРОБКА АКУСТИЧНОГО ІНЖЕНЕРНО–ТЕХНІЧНОГО МЕТОДУ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УНАСЛІДОК ПОЖЕЖІ З ОСЕРЕДКОМ УСЕРЕДИНІ ОБ'ЄКТУ КОНТРОЛЮ

Потенційна загроза виникнення надзвичайних ситуацій (НС) унаслідок пожежі вимагає залучення сучасних підходів і методів, що дозволяють запобігти виникненню пожежі. Для забезпечення надійності системи пожежної безпеки використовуються всі прийнятні нові технології, що з'являються в будь-якій галузі науки й техніки. В останні роки у техніці все більш використовують методи, що ґрунтуються на ефекті акустичної емісії (АЕ). Доцільно розглянути цей ефект для раннього діагностування можливого осередку займання.

Для виявлення пожежі на складах і в літаках повідомляється в [1]. Дослідження побічно фіксують ефект АЕ на об'єктах, не пов'язуючи його з процесом горіння самої речовини.

Спосіб виявлення осередку надзвичайної ситуації унаслідок пожежі за допомогою АЕ в силу особливостей цього явища передбачає ряд переваг при ранньому виявленні осередку. З точки зору пожежної безпеки викликають інтерес хімічні процеси в горючих речовинах, що призводять до виникнення пожежі.

Сигнали АЕ, які супроводжують хімічні реакції горіння, будуються за умови існування тимчасового ряду. В аналізі часових рядів традиційно виділяються два завдання: ідентифікації й прогнозування поведінки ряду.

Щоб отримати дані для ідентифікації, скористаємося фрактальним аналізом часового ряду. Показник Херста – H , який визначає фрактальні властивості ряду, обчислюється методом нормованого розмаху або фрактального R/S аналізу, що не містить вимог до форми розподілу [2].

Попередні результати експериментів можна розділити на дві групи. В одному ряду знаходяться деревина й папір ($0.3 < H < 0.32$), в іншому - вата, картон ($0.16 < H < 0.27$). Це дозволяє виявити НС унаслідок загоряння пожежонебезпечної речовини.

Для ліквідації НС такого типу на початковій стадії може використано гасіння, основане на акустичному впливі на осередок займання.

Численні дослідження [3-5] допомагають зрозуміти суть процесу й дають можливість використовувати цей ефект для придушення звуковою хвилею осередку загоряння. Швидкість хімічної реакції відкритого горіння порівнюється з процесами перенесення в реагуючому потоці, коли змішуються окислювач і пальне, тобто пропорційно залежить від швидкості змішування реагентів. Критерієм швидкості є число Дамкьолера

$$D = \tau_z / \tau_o, \quad (1)$$

де τ_z і τ_o часовий масштаб дифузного змішання і часовий масштаб хімічної реакції горіння відповідно.

При $D \ll 1$ горіння можливо і інтенсивне, при $D < 1$ - процес загасає. Аналітичні дослідження взаємодій акустичних хвиль і полум'я показали, що домінуючим параметром, який контролює реакцію флуктуацій площі полум'я, довжини полум'я й осьової швидкості потоку на акустичні збурювання, є число Струхала - критерій подібності швидкостей руху рідин і газів [6]. Умови виникнення природної й зумовленої (під дією зовнішніх сил) конвекції, інтенсивність конвективного теплопереносу в потоці характеризується числом Релея (Ra). Цей безрозмірний критерій

характеризує ставлення потоку тепла в рідині або газі. Початок нестабільності горіння пояснюється циклом зворотного зв'язку між коливаннями часової швидкості, коливаннями тиску і коливаннями тепловиділення.[7]

У 2012 році DARPA [8], продемонструвала, що загасити полум'я можна, оточивши його двома великими звуковими колонками. Автором для усунення недоліків, наведених вище, запропоновано наступний метод акустичного впливу. Акустичний вплив, сформований за допомогою імпульсної функції:

$$d = P(t) - T \cdot [P(t)/T] \quad (2)$$

де T – період функції у вигляді результуючого полінома $P(t)$, який формує особливу форму акустичного імпульсу (хвилі), резонансну частоту і шпаруватість на основі завідомо визначених спектрів акустичного випромінювання процесу горіння речовин та спрямованого до області горіння на межу розділу середовищ.

Зріз імпульсу повинен мати вигляд, який задається функцією $f = Ae^{-kt}$. Коефіцієнт k отриманий експериментально й залежить від хімічного складу рідини або матеріалу, що горить. При горінні рідких речовин частота акустичного випромінювання має діапазон від 19 до 37 Гц, що призводить до різкого зниження температури газової суміші й збільшення концентрації продуктів горіння на межі розділу фаз. При горінні твердих речовин частота імпульсів акустичного впливу, спрямованого на припинення процесу горіння, становить від 40 до 100 Гц. При цьому більш значим впливом, що призводить до припинення (уповільнення) процесу горіння є рівень потужності A (звуковий тиск).

Метод дозволяє підвищити ефективність гасіння пожеж на основі акустичного впливу на осередок займання за рахунок зниження енерговитрат

та тривалості акустичного впливу. При цьому відсутність потреби у використанні аналізатора спектру спрощує конструкцію пристрою для формування акустичного впливу, що у свою чергу зменшує матеріальні витрати на гасіння пожежі та відкриває можливість створення портативних пристроїв для гасіння пожеж акустичним впливом.

Ці переваги значно розширюють сферу застосування способу.

Висновки. Таким чином, використовуючи акустичний метод виявлення НС унаслідок пожежі та подальший вплив на полум'я у вигляді негармонійного сигналу, який формується імпульсною функцією в залежності від виду палаючої речовини, можна розробити екологічно безпечний метод гасіння пожежі, коли при оптимальному (налаштованому) частотному й амплітудному діапазоні акустичного сигналу при мінімальній енергії й розрахунковій відстані придушується відкрите полум'я, що призводить до своєчасної, на початковій стадії, ліквідації НС.

Література:

1. Kwan C., Zhang X., and Xu R. /Early fire detection using acoustic emissions // in IFAC Proceedings Volumes, June 2003.–P. – 351 – 355.
2. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: Применение теории Хаоса в инвестициях и экономике, 2004.– М.: Интернет–трейдинг.– 304 с.
3. Литвиненко Ю. А., Балбуцкий А. Б., Вихорев В. В., Козлов Г. В., Литвиненко М. В. / Экспериментальное исследование развития гидродинамической неустойчивости в круглой микроструе пропана при воздействии внешнего акустического поля с горением и без горения // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Физика. 2015. Т. 10, вып. 4С. 21–28.
4. Ильюшонок А. В., Гончаренко И. А., Лешенюк Н. С. / О влиянии звуковых волн на процессы горения// Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, Т. 1, № 1, 2017.– С.– 26–33

5. Lyons K. M., Watson K. A., Carter C. D. / Upstream Islands of Flame in Lifted-Jet Partially Premixed Combustion // Combust. Sci. And Tech., 2007, 179:– C.– 1029–1037

6. Journal of propulsion and power Vol. 19, No. 5, September–October 2003.–Premixed Flame Kinematicsina Longitudinal Acoustic Field Doh-Hyoung Lee□ and Tim C. Lieuwen†Georgia Institute of Technology Atlanta, Georgia 30332-0150

7. John W. Bennewitz, Miguel A. Plascencia, Dario Valentini и др. // Periodic partial extinction in acoustically coupled fuel droplet combustion// Combustion and Flame ,2018.– Vol 89.– P.–:46-61

8. D.A.R.P.A. Defense Advanced Research Projects Agency, «Instant Flame Suppression Phase» TI Final Report,” pp. 1–23

Нікулін Д. В., к.т.н., доц. каф. АКІТ ХНАДУ

Ільге І. Г. студент ХНАДУ

МОДЕЛЬ ВИБОРУ САУ АСФАЛЬТОУКЛАДАЧА В УМОВАХ РОБОТИ НА ТЕХНОГЕННО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ’ЄКТАХ

Раціональне використання асфальтоукладача неможливе без застосування відповідної системи автоматичного управління (САУ) робочими органами машини, особливо у несприятливих умовах роботи.

Для багатьох з САУ, представлених на ринку, дані щодо їх характеристик недостатні або недостовірні, тому для вибору САУ доцільно застосовувати метод аналізу ієрархій, що спирається на експертні оцінки [1].

Даний метод базується на ієрархічній структурній моделі проблеми вибору.

На верхньому рівні знаходиться сама проблема вибору САУ асфальтоукладача. На другому рівні пропонується використати групи