**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ВІД ПОЖЕЖІ РОЗЛИВУ ГОРЮЧОЇ РІДИНИ**

*Максим ПАВЛЕНКО*

*Володимир ОЛІЙНИК, кандидат технічних наук, доцент*

*Національний університет цивільного захисту України*

Значна кількість надзвичайних ситуацій, що виникають при транспортуванні, переробці і зберіганні нафти і нафтопродуктів, починається з аварійного розливу рідини [1]. Найбільшу небезпеку при цьому являє її спалахування. Це створює загрозу розповсюдження пожежі на сусідні природні ландшафти [2] та технологічні об’єкти. Нагрів сталевих стінок резервуарів з нафтопродуктами до температури самоспалахування парів рідини може призвести до вибуху пароповітряної суміші або до горіння парів на виході з дихальних пристроїв. Ситуація першого типу виникає, якщо концентрація парів в газовому просторі резервуара знаходиться між нижньою та верхньою концентраційними межами розповсюдження полум’я. Ситуація другого типу має місце, якщо концентрація парів в газовому просторі резервуара перевищує верхню концентраційну межу розповсюдження полум’я. Також тепловий вплив пожежі призводить до втрати міцності сталевими конструкціями і розгерметизації фланцевих з’єднань. Ще одним наслідком таких аварій є забруднення підземних і річкових вод внаслідок просочення рідини вглиб ґрунту та викид небезпечних речовин в атмосферу. Розповсюджуючись на значні відстані, вони істотно впливають на стан повітря і створюють ризики для населення.

Незважаючи на заходи безпеки, аварії пов’язані з розливом і горінням горючих рідин все одно трапляються. Це підтверджується надзвичайними ситуаціями, пов’язаними з розливом або горінням горючих рідин, які виникали останнім часом.

2023 (США, Конектікут). В результаті аварії бензовозу розлилося і спалахнуло близько 8,3 м3 палива.

2021 (США, Техас). З рейок зійшов потяг з нафтопродуктами і зіткнувся з вантажівкою. Загорілося 3 цистерни, висота полум’я від пожежі становила кілька десятків метрів. Були евакуйовані мешканці найближчих будинків.

2020 (Велика Британія, Llangennech). Вантажний потяг, що перевозив дизельне пальне, зійшов з рейок і загорівся, паливо вилилося в сусідню річку. Були евакуйовані близько 300 мешканців прилеглих будинків.

2020 (Казахстан, Жамбильська обл.). Зійшла з рейок цистерна з бензином, внаслідок чого відбувся розлив і загорання. Площа пожежі склала близько 600 м2.

2016 (Китай, Jingjiang). Загоряння трубопроводів спричинило витік і загоряння великої кількості нафти. Площа пожежі склала близько 2000 м2.

В зв'язку з цим виникає необхідність в проведенні досліджень, направлених на визначення теплового потоку від пожеж розливів горючих рідин.

Об'єктом дослідження є процес горіння рідини в басейні, а предметом дослідження – характеристики випадкового процесу, що описує тепловий потік випромінюванням. Такими, зокрема, є закон розподілу, математичне очікування і кореляційна функція. Основна гіпотеза дослідження – тепловий потік випромінюванням може бути представлений як випадковий процес з нормальним законом розподілу і певною кореляційною функцією. Основним припущенням є ергодичність і стаціонарність випадкового процесу.

Для визначення характеристик випадкових пульсацій полум’я над розливом рідини було проведено експериментальне дослідження горіння відпрацьованого моторного мастила в прямокутному басейні розмірами 9,5×8,7 м2 [3]. За допомогою камери Canon (Японія) PowerShot A710 IS проводилася відеозйомка процесу горіння. Відеозапис розбивався на окремі кадри (25 кадрів на секунду запису), і на кожному кадрі визначалася кількість пікселів, що належать полум’ю. Кількість пікселів перераховувалася в площу поперечного перерізку, виходячи з того, які кількість пікселів відповідає довжині басейна. Для вимірювання щільності теплового потоку було використано болометр БП-2 (Україна). При цьому болометр направлявся на візуальну середину полум’я. Вимірювання послідовно проводилися у завчасно обраних точках, які були позначені на місцевості. Для оцінки параметрів розподілу, перевірки гіпотези про закон розподілу використовувалися методи математичної статистики. Для оцінки параметрів кореляційної функції було застосовано метод найшвидшого спуску. Для врахування впливу випадкових пульсацій при вимірюванні щільності теплового потоку було використано методи теорії управління.

Відеозйомка процесу горіння відпрацьованого моторного мастила в басейні з подальшою обробкою кадрів дозволила отримати реалізацію випадкового процесу, що відповідає площі поперечного перерізу полум’я (рис. 1).



Рис. 11. Зміна площі поперечного перерізу полум’я з часом при горінні відпрацьованого моторного мастила в прямокутному басейні

В ході експерименту проводилося вимірювання щільності теплового потоку у наперед обраних точках. Порівняння розрахункових даних з експериментом [3] свідчить, що результати вимірювань в усіх точках потрапляють в довірчі інтервали ±2,5σ, що відповідає довірчій імовірності 0,95. При цьому максимальне відхилення між розрахунками і експериментальними даними складає 14 %.

Перевагою моделі є те, що вона дозволяє врахувати випадкові пульсації теплового потоку випромінюванням від пожежі розливу рідини, які викликані турбулентним режимом процесу горіння.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Raja S., Tauseef S. M., Abbasi T. Risk of Fuel Spills and the Transient Models of Spill Area Forecasting // Journal of Failure Analysis and Prevention. 2018. Vol. 18. P. 445–455. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11668-018-0429-1>1.

2. Mygalenko K., Nuyanzin V., Zemlianskyi A., Dominik A., Pozdieiev S. Development of the technique for restricting the propagation of fire in natural peat ecosystems // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 1(10). P. 31–37. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.121727>.

3. Oliinyk, V. Construction of the stochastic model of thermal radiation from a flammable liquid spill fire // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023. Vol. 5(10 (125). P. 25–33. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.288341> 2