

## ІНЕРТИЗАЦІЯ ОБ'ЄКТУ ВЕЛИКОЇ ПРОТЯЖНОСТІ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ

На теперішній час традиційно використовуються способи гасіння пожежі за допомогою водяного, пінного, порошкового пожежогасіння поряд із тим частіше стали використовувати спосіб розбавлення негорючими газами за для гасіння пожеж азотом. Причому, на відміну від інших методів [1, 2], за допомогою азоту можна проводити і профілактичні заходи з недопущення пожеж та вибухів, що часто являється пріоритетним завданням.

Методика азотного пожежогасіння полягає в наступному: кисень повітря, необхідний для горіння, замінюється азотом до тієї концентрації, коли горіння фактично не відбувається. Для багатьох горючих речовин – це не більше 8 – 10% кисню.

Однак для створення такої атмосфери, яка виключає горіння, необхідно знати з якою продуктивністю і який час потрібно заповнювати азотом об'єкт, де проходить горіння, тим більше, якщо протяжність об'єкта буде складати десятки та сотні метрів.

Розглянемо процеси переносу інертного газу струменем повітря з урахуванням дифузії суміші та її поглинання стінками каналу або тунелю.

Для встановлення концентрації кисню в осередку пожежі, використовуємо для опису процесу переносу інертного газу рівняння нестационарної конвективної його дифузії у вигляді

$$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{\partial(uZ)}{\partial x} + \frac{\partial(vZ)}{\partial y} + \frac{\partial(wZ)}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_x \frac{\partial Z}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D_y \frac{\partial Z}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( D_z \frac{\partial Z}{\partial z} \right), \quad (1)$$

де  $Z$  – концентрація інертного газу, %;  $t$  – час з моменту подачі інертного газу в канал, с;  $u, v, w$  – проекції швидкості газоповітряної суміші на осі координат, м/с;  $x, y, z$  – повздовжня, вертикальна та поперечна координати, м;  $D_x, D_y, D_z$  – коефіцієнти турбулентної дифузії метану в напрямку відповідних координат, м<sup>2</sup>/с.

Існує декілька складних аналітичних рішень рівняння (1) в циліндричних координатах при постійній подачі інертного газу та при перемінній за експонентою його подачі.

Для отримання числового рішення задачі представимо рівняння в кінцевих центральних різницях проти потоку:

$$Z_m^{n+1} = Z_m^n + \frac{\Delta t}{\Delta x} [(uZ)_{m-1}^n - (uZ)_m^n] + \frac{D_x \Delta t}{\Delta x^2} (Z_{m-1}^n - 2Z_m^n + Z_{m+1}^n) - \gamma \Delta t Z_m^n, \quad (2)$$

де  $\Delta t$  – крок за часом, с;  $m$  – номер вузла на осі координат  $x$ ;  $n$  – номер тимчасового шару.

Приймаючи швидкість газоповітряної суміші постійною, представимо отримане рівняння (2) в критеріальному вигляді

$$Z_m^{n+1} = Z_m^n + (Cu + Fo)Z_{m-1}^n + (1 - Cu - 2Fo - \bar{\gamma})Z_m^n + FoZ_{m+1}^n, \quad (2)$$

де  $Cu = u\Delta t / \Delta x$  – критерій моделювання Куранта;  $Fo = D_x \Delta t / \Delta x^2$  – дифузійний критерій Фур'є;  $\bar{\gamma} = \gamma \Delta t$  – безрозмірний параметр інтенсивності поглинання інертного газу стінками каналу.

Експериментальні дослідження показали, що в місці подачі азоту його концентрація не відразу досягає своєї межі, а відбувається спочатку заповнення деякого об'єму за експоненціальною залежністю

$$Z(0, t) = Z_1 - (Z_1 - Z_0) \exp(-n\Delta t). \quad (3)$$

На рис. 1 приведені розрахункові (криві лінії) та експериментальні дані інертизації азотом ізолюваного об'єму.

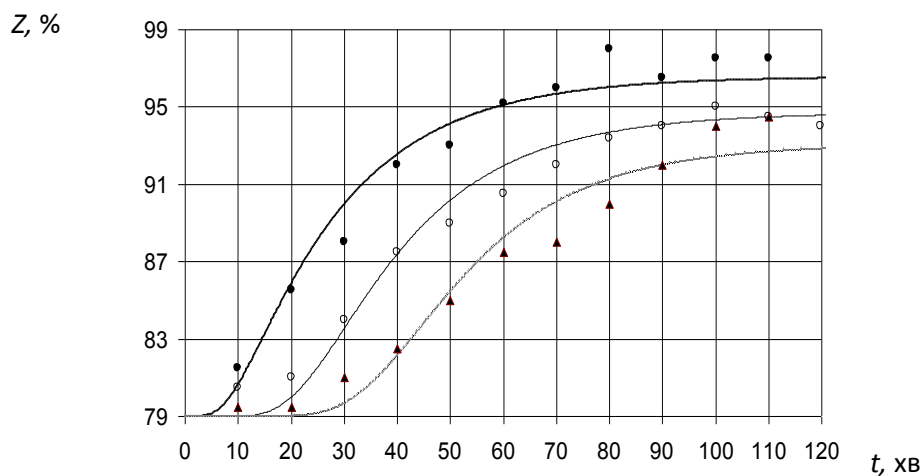


Рис. 1. Динаміка концентрацій азоту в різних перерізах каналу (жирна лінія – в 55 м, тонка лінія – в 140 м та штрихова лінія – в 230 м від місця подачі азоту)

Як видно (рис. 1), розрахункові та експериментальні дані задовільняють один одного.

Розроблена математична модель нестационарного переносу інертного газу в каналах великої протяжності дозволяє дослідити закономірності інертизації ізолюваних та неізолюваних об'ємів інертними газами при постійній подачі, чи подаванні через певні інтервали в часі до повного припинення горіння.

### Список літератури

1. Ковалишин В.В. Підвищення ефективності протипожежного захисту кабельних тунелів / В.В. Ковалишин, Я.Б. Кирилів, С.Ю. Дмитровський. – Техногенна безпека. Теорія, практика, інновації: зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. / ЛДУБЖД. – Львів, 2008. – С. 138 – 141.

2. Ковалишин В. В. Моделювання впливу парогазових потоків на пожежу в каналах великої довжини / В.В. Ковалишин // Науковий вісник УкрНДІПБ. – К.: УкрНДІПБ. – 2011. – №2 (24). – С. 191-199.