

## РІШЕННЯ РІВНЯННЯ ПОТОКУ ДЛЯ ДВООКИСУ ВУГЛЕЦЮ МЕТОДОМ НЬЮТОНА

Гади М.О., НУЦЗУ  
НК – Бондаренко С.М., к.т.н., доц., НУЦЗУ

Досвід забезпечення протипожежного захисту приміщень з електронним та електротехнічним обладнанням показує, що найбільш ефективним засобом протипожежного захисту є автоматичні системи газового пожежогасіння. Найбільш поширеним інертним розріджувачем є двоокис вуглецю. Ефективність систем газового пожежогасіння двоокисом вуглецю при об'ємному способі подачі багато в чому залежить від обраних параметрів розподільчої мережі. У питанні проектування цих систем відсутній єдиний підхід до правил формування розподільних мереж і визначення оптимальних діаметрів трубопроводів.

Витрата двоокису вуглецю може бути визначений з виразу:

$$Q^2 = \frac{0.8725 \cdot 10^{-5} \cdot D^{5.25} \cdot Y}{L + (0.04319 \cdot D^{1.25} \cdot Z)}, \quad (1)$$

де  $D$  – діаметр ділянки розподільного трубопроводу;  $L$  – довжина ділянки розподільного трубопроводу;  $Y$ ,  $Z$  – коефіцієнти, які залежать від тиску в резервуарі й у трубопроводі, і можуть бути знайдені з рівнянь:

$$Y = \int_{p_1}^p \rho dp; \quad Z = \int_{\rho_1}^{\rho} \frac{d\rho}{\rho} = \ln \frac{\rho_1}{\rho},$$

де  $p_1$  – тиск при якому зберігається ГВР, бар;  $p$  – тиск на кінці трубопроводної мережі, бар;  $\rho_1$  – щільність при тиску  $p_1$ , кг/м<sup>3</sup>;  $\rho$  – щільність при тиску  $p$ , кг/м<sup>3</sup>.

Представимо вираз (1) у вигляді:

$$\left(\frac{M_{CO_2}}{t}\right)^2 \cdot L + 0,04319 \cdot \left(\frac{M_{CO_2}}{t}\right)^2 \cdot Z \cdot D^{1.25} = 0,8725 \cdot 10^{-5} \cdot Y \cdot D^{5.25}. \quad (2)$$

Виконавши перегрупування членів в (2) і ввівши позначення, перейдемо до нелінійного рівняння:

$$A \cdot D^{5.25} - B \cdot D^{1.25} - C = 0 \quad (3)$$

$$\text{де } A = 0,8725 \cdot 10^{-5} \cdot Y; \quad B = 0,04319 \cdot \left(\frac{M_{CO_2}}{t}\right)^2 \cdot Z; \quad C = \left(\frac{M_{CO_2}}{t}\right)^2 \cdot L$$

Або до рівняння виду:

$$A \cdot x^{21} - B \cdot x^5 - C = 0, \quad (4)$$

$$\text{де } x = D^4.$$

Через високий ступінь багаточлена (4) пошук корінь аналітичними методами утруднений, тому для рішення цього рівняння використано чисельний метод. Вочевидь, що ліва частина рівняння (5) має похідні до другого порядку включно, тому для пошуку дійсних корінь рівняння доцільно застосувати метод Ньютона.