

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ РЕЖИМІВ ПО ДІЛЯНЦІ ТРУБОПРОВОДУ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРУ З УРАХУВАННЯМ ПОПРАВКИ КОРІОЛІСА

Газотранспортні мережі України використовуються у виробничій діяльності нафтогазовидобувних управлінь та газопереробних заводів в процесі збору, підготовки і транспортування газу, тому актуальність проблеми якісного транспортування газу клієнтам лишається високою. Ефективність транспортування газу трубопроводами визначається здатністю керувати режимами течії газу (РТГ) і прогнозуванням поведінки газового потоку для запобігання передаварійних або аварійних ситуацій, які виникають, наприклад, при підключенні або відключенні великого споживача.

Для усунення позаштатних ситуацій необхідно автоматизувати процес постачання газу, тим самим зменшити вплив людини на керування РТГ по ділянці трубопроводу (ДТ). РТГ, який виникає при аварії на ДТ, називається нестационарним і неізотермічним (НН) [1].

У випадку розглядання трубопроводу великого діаметру з нерівномірно розподіленими швидкостями потоку газу в перетині, будемо враховувати ефект Джоуля-Томсона в рівнянні енергії та поправку Коріоліса в рівнянні руху за умови, що кінетичною енергією можна знехтувати:

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial t} + \left(1 - \beta_K \alpha T S \frac{W^2}{P^2}\right) \frac{\partial P}{\partial x} + 2\beta_K \alpha T S \frac{W}{P} \frac{\partial W}{\partial x} + \\ + \beta T S \frac{W|W|}{P} + \frac{g}{\alpha S} \frac{P}{T} \frac{dh}{dx} = 0, \\ \frac{\partial P}{\partial t} + \alpha T S \frac{\partial W}{\partial x} = 0, \\ \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\alpha S \gamma}{T - \gamma D_j P} \frac{T^2 W}{P} \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\alpha S T^2}{P} \left(\frac{T \gamma}{T - \gamma D_j P} - 1 \right) \frac{\partial W}{\partial x} - \\ - \frac{\alpha S \gamma D_j}{T - \gamma D_j P} \frac{T^2 W}{P} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{4K(\gamma - 1)}{D} \frac{(T - T_{zp}) T^2}{P(T - PD_j \gamma)} + \\ + \frac{g(\gamma - 1)}{T - \gamma D_j P} \frac{T^2 W}{P} \frac{dh}{dx} = 0, \end{aligned}$$

$$\text{де } \alpha = \frac{gRz}{S}, \quad \gamma = \frac{C_p}{C_p - gRz}, \quad \beta = \frac{\alpha \lambda}{2D}, \quad \beta_K -$$

коефіцієнт Коріоліса; W – питома масова витрата газу; D – діаметр труби; h – глибина залягання труби; g – прискорення вільного падіння; K –

коефіцієнт теплопередачі від труби до ґрунту; T_{zp} – температура ґрунту; z – коефіцієнт стиснення газу, R – газова постійна, S – площа поперечного перерізу, C_p – питома теплоємність газу, λ – коефіцієнт гідравлічного опору [2].

Метою роботи є аналіз результатів комп'ютерного моделювання НН РТГ по ДТ при підключенні та відключенні великих споживачів з використанням обраної математичної моделі (ММ). Для моделювання використовуємо програмний продукт, написаний в пакеті Mathematica 10.3.

Розглядається характер поведінки параметрів потоку газу, час роботи програмного забезпечення, точність результатів відносно розв'язку.

Проведений аналіз результатів моделювання показав, що результати, отримані при підключенні і відключенні великих споживачів аналогічні, тобто:

а) характер поведінки параметрів газового потоку при виборі різної кількості точок розбиття не змінюється;

б) значення максимумів модулів різниць параметрів газового потоку приблизно однакові;

в) зростає точність розрахунків та час роботи програми зі збільшенням кількості точок розбиття.

Провівши цей експеримент можна зробити висновок, що в різних ситуаціях можна обирати між швидкими розрахунками з доволі наближеними результатами та точними результатами з більш довгим часом роботи програми.

Завдяки проведеному експерименту були отримані результати, які обґрунтовують можливість використання обраної ММ. Тому у випадках ДТ великого діаметру і нерівномірно розподілених швидкостях газу, доцільно використовувати ММ НН РТГ по ДТ з урахуванням ефекту Джоуля-Томсона та поправки Коріоліса.

Список літератури

1. *Неізотермическое течение газа в трубах* / О.Ф. Васильев, Э.А. Бондарев, А.Ф. Воеводин, М.А. Каниболотский. – Новосибирск: Наука, 1978. – 130 с.
2. Гусарова І.Г. Моделювання нестационарних режимів по ділянці трубопроводу великого діаметру з урахуванням поправки Коріоліса / І.Г. Гусарова, А.Д. Губська // *Інформаційні технології та системи: тези доповідей*. – 2020. – С. 4.