

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ НЕСТАЦІОНАРНИХ РЕЖИМІВ
ПО ЛІНІЙНІЙ ДІЛЯНЦІ ГАЗОГОНУ З УРАХУВАННЯМ
КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

Фесенко К.П.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Гусарова І.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПМ,
м. Харків, Україна
e-mail: kateryna.fesenko@nure.ua

In this work, the non-stationary non-isothermal mode of gas transport along the linear section of the gas pipeline, which consists of two consecutive pipeline sections of different diameters, is considered. The need to model a given structure may arise as a result of an unexpected situation in which the analysis of changes in the process of gas transportation through sections of different diameters is required.

В даній роботі розглядається нестационарний неізотермічний режим течії газу (НН РТГ) по лінійній ділянці газогону, яка складається з двох послідовних ділянок трубопроводу різного діаметру. Необхідність моделювання НН РТГ по ділянці заданої структури, може виникнути, наприклад, внаслідок нештатних ситуацій. На рис. 1 схематично зображена ділянка газогону, на якому I, II – ділянки газогону; 1, 2, 3 – вузли, де 1, 3 – вузли входу та виходу, а 2 – проміжний вузол.

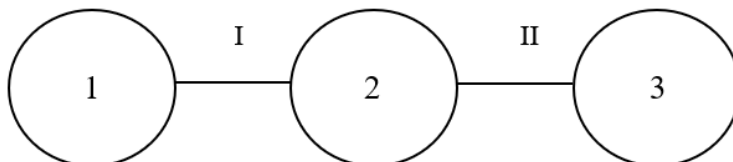


Рисунок 1 – Лінійна ділянка газогону

Математична модель НН РТГ з урахуванням кінетичної енергії для лінійної ділянки газогону заданої структури в матричному вигляді має вигляд [1]:

$$\frac{\partial \phi^k}{\partial t} + B^k(x, t, \phi^k) \frac{\partial \phi^k}{\partial x} = \Phi^k(x, t, \phi^k), k = \overline{1, 2}, \quad (1)$$

де матриці B^k , Φ^k , за обраними визначними параметрами, мають вигляд:

$$B^k = \begin{bmatrix} 2T^k \alpha_0 \frac{G^k}{S^k P^k} & 1 - \alpha_0 T^k \frac{(G^k)^2}{(S^k)^2 (P^k)^2} & 0 \\ \alpha_0 T & 0 & 0 \\ \frac{2P^k T^k (S^k)^2}{(G^k)^2} + \frac{\alpha_0 (T^k)^2}{P^k} & \frac{-2T^k S^k}{G^k} & \frac{2\alpha_0 G^k T^k}{S^k P^k} + \frac{2S^k C_p P^k}{\alpha_0 G^k} \end{bmatrix},$$

$$\Phi^k = \begin{bmatrix} -\beta_0 T^k \frac{G^k |G^k|}{D^k (S^k)^2 P^k} - \frac{g}{\alpha_0} \frac{P^k}{T^k} \frac{dh}{dx} \\ 0 \\ 2\beta_0 \frac{(T^k)^2 |G^k|}{S^k D^k P^k} - \frac{8(S^k)^2 K P^k}{D^k \alpha_0 (G^k)^2} (T^k - T_{cp}) \end{bmatrix},$$

де $\phi^k(x, t) = (G^k(x, t), P^k(x, t), T^k(x, t))$, $\alpha_0 = zgR$, $\beta_0 = \frac{\lambda \alpha_0}{2}$.

Система (1) доповнюється умовами узгодження у проміжному другому вузлі:

$$G^I(L, t) = G^{II}(0, t), \quad (2)$$

$$T^I(L, t) = T^{II}(0, t), \quad (3)$$

$$P^I(L, t) = P^{II}(0, t), \quad (4)$$

де $G^I(L, t), G^{II}(0, t)$ – масова витрата на кінці 1-ї та на початку 2-ї ділянки; $T^I(L, t), T^{II}(0, t)$ – температура на кінці 1-ї та на початку 2-ї ділянки; $P^I(L, t), P^{II}(0, t)$ – тиск на кінці 1-ї та на початку 2-ї ділянки.

Систему (1)–(4) необхідно доповнити граничними умовами для першого вузла, тобто входу,

$$\begin{cases} P_{\text{ввз}}^{(1)}(t) = P^{(1)}(t), \\ T_{\text{ввз}}^{(1)}(t) = T^{(1)}(t), \end{cases} \quad (5)$$

та граничними умовами для третього вузла, тобто виходу,

$$G_{\text{ввз}}^{(3)}(t) = G^{(3)}(t), \quad (6)$$

де $P^{(1)}(t), T^{(1)}(t), G^{(3)}(t)$ – задані функції; $G_{\text{ввз}}^{(3)}(t)$ – масова витрата у третьому вузлі; $P_{\text{ввз}}^{(1)}(t), T_{\text{ввз}}^{(1)}(t)$ – тиск і температура у першому вузлі.

Крім того задається початковий розподіл, в якості якого береться стаціонарний розподіл.

Отриману математичну модель можна застосовувати для моделювання нестационарних неізотермічних режимів транспорту газу по лінійній ділянці газогону, яка складається з двох послідовних ділянок трубопроводу різного діаметру в аварійних та позаштатних ситуаціях при різкій зміні параметрів $P_{\text{ввз}}^{(1)}(t)$ або/та $T_{\text{ввз}}^{(1)}(t)$ або/та $G_{\text{ввз}}^{(3)}(t)$.

Список використаних джерел:

1. Husarova I. N., Tevyashev A. D., Tevyasheva O. A. Mathematical modeling of non-stationary gas flow modes along a linear section of a gas transmission system. *Mathematical Modeling and Computing*. 2022. № 9(2). P. 416–430.