

УДК 004.942

**ВИКОРИСТАННЯ КОЕФІЦІЄНТУ СТИСЛИВОСТІ ГАЗУ ПРИ
КОМП'ЮТЕРНОМУ МОДЕЛЮВАННІ НЕСТАЦІОНАРНИХ
РЕЖИМІВ ТЕЧІЇ ГАЗУ**

Любченко Д.С.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Гусарова І.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПМ,
м. Харків, Україна
тел. (057) 702-14-36, email: davyd.liubchenko@nure.ua

This work is devoted the issue of the impact of choosing an approximation formula for the gas compressibility factor on the distribution of gas flow parameters: mass consumption, pressure and temperature in the non-stationary regime of gas flow along a pipeline has been considered. The obtained results can be applied to calculate the transient regimes of gas flow during emergency and abnormal situations.

В даній роботі розглядається питання про вплив вибору апроксимаційної формули для коефіцієнту стисливості газу на розподіл параметрів газового потоку (питому масову витрату, тиск та температуру) при нестационарному режиму течії газу (НРТГ) по ділянці трубопроводу. Такі режими виникають, наприклад, при розриві трубопроводу, його руйнуванні, відключенні або підключенні великих споживачів, та в інших подібних ситуаціях.

Розвиток обчислювальної техніки і методів математичного моделювання дає можливість досліджувати параметри, які описують властивості газового потоку на більш складних моделях.

В якості математичної моделі (ММ) неізотермічних нестационарних режимів течії газу по ділянці трубопроводу (ДТ) береться ММ без урахування кінетичної енергії та ефекту Джоуля-Томсона [1]. Ця модель доповнюється рівнянням стану

$$P = ZRT\rho g,$$

де Z – коефіцієнт стисливості газу;

$\partial\Omega$ – питома газова стала;

T – температура газу;

ρ – щільність газу.

Для опису коефіцієнта стиснення газу використовують різні формули, у книзі [2] запропоновано апроксимувати коефіцієнт $\varphi = E\text{C}\varphi_0$ виразом:

$$Z(\bar{p}, \bar{T}) = 1 - 0,4273\bar{p}\bar{T}^{-3,668},$$

де $\bar{p} = \frac{p}{p_{кр}}$ – приведений тиск;

Ω – приведена температура $p_{кр}$;

$T_{кр}$ – критичний тиск і критична температура.

Наступна формула забезпечує задовільні наближення в діапазонах тисків (до 7.5 МПа) і температур, які характерні для діючих газопроводів:

$$Z(\bar{p}, \bar{T}) = 1 - \frac{0,0241\bar{p}}{1 - 1,68\bar{T} + 0,78\bar{T}^2 + 0,0107\bar{T}^3}.$$

Також використовують формулу:

$$Z(P, T) = 1 + 0,07 \frac{P}{P_{кр}} \frac{T_{кр}}{T} \left(1 - 6 \frac{T_{кр}^2}{T^2} \right),$$

або

$$Z(P, T) = 1 - \left[(P - 6) (0,345 \cdot 10^{-2} \Delta - 0,446 \cdot 10^{-3}) + 0,015 \right] \cdot [1,3 - 0,0144(T - 283,2)],$$

де

$$u = \varphi + \omega \Phi,$$

$$T_{кр} = -20\sigma^2 + 179.6\sigma + 79.68,$$

$$\sigma = 1.206 \cdot \Delta,$$

P , Φ – значення тиску і температури газу, Δ – відносна щільність газу по повітрю.

Отримані результати можна застосовувати для розрахунку перехідних режимів течії газу під час аварійних та нештатних ситуацій в газотранспортній системі. Вибір апроксимаційної формули для коефіцієнту стисливості газу дозволить більш точно описувати параметри газового потоку при Н РТГ по ДТ, коли стан газу може змінюватися дуже швидко.

Список використаних джерел:

1. Husarova, I.H., Tevyashev A.D., & Tevyasheva O.A. (2022). Mathematical modeling of non-stationary gas flow modes along a linear section of a gas transmission system. *Mathematical Modeling and Computing*. 9, 2, 416–430. DOI: 10.23939/mmc2022.02.416.

2. Лурье, М.Ф. (2003). *Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа*. Из-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.