

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ОБ'ЄМНИХ ВИТРАТ В ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНІЙ СИСТЕМІ

За допомогою інформаційно-вимірвальних систем можна значно покращити облік витрати газу на нафтогазових підприємствах. Використання для вимірювань ультразвукового методу є досить перспективним [1,2]. Розглянемо методику розрахунку об'ємної витрати газу у робочих умовах, масової витрати та об'ємної витрати газу. Для одноканального ультразвукового перетворювача витрат (УЗПВ) об'ємна витрата газу в робочих умовах пов'язана із середньою швидкістю проходження газу через поперечний переріз УЗПВ наступним чином [3,4]:

$$q_0 = Au_a$$

Для обчислення значення середньої швидкості газу через поперечний переріз УЗПВ необхідно знати значення поправочного коефіцієнта на розподіл швидкостей [3,4]:

$$k_u = \frac{q_0}{Au} = \frac{u_a}{\bar{u}}$$

Таким чином, витрата газу може бути обчислена по вимірній середній швидкості потоку газу вздовж акустичного шляху за наступною формулою [3,4]:

$$q_0 = k_u A \bar{u}$$

Значення  $k_u$  є функцією числа  $Re$ , шорсткості стінок трубопроводу (для турбулентних режимів течії) та розташування акустичного каналу за формулами (1) і (2).

$$k_u = \frac{\frac{1}{A} \iint u dA}{\bar{u} = \frac{1}{L} \int u dL} \quad (1)$$

$$k_u = \frac{1}{1,12 - 0,011 \log_{10}(Re)} \quad (2)$$

При використанні багатоканального УЗПВ із застосуванням інтегруючої техніки об'ємна витрата може бути обчислена за формулою [3,4]:

$$q_0 = A \sum_1^n w_i \bar{u}_i$$

де  $n$  – число каналів;  $\bar{u}_i$  – середня швидкість газу вздовж  $i$ -го каналу:

$$\sum_1^n w_i \bar{u}_i = u_a$$

Значення вагових коефіцієнтів залежать від кількості та розташування акустичних каналів.

Масову витрату газу розраховують за вимірними значеннями об'ємної витрати та вимірною або розрахованою щільністю газу [3,4]:

$$q_m = q_0 \rho = q_0 \rho_c \frac{p T_c}{p_c T K} = q_0 \rho_c \frac{p T_c Z_c}{p_c T Z}$$

Об'ємну витрату  $q_c$  розраховують шляхом приведення об'ємної витрати  $q_0$  до стандартних умов за формулою [3,4]:

$$q_c = q_0 \frac{\rho}{\rho_c} = q_0 \frac{p T_c}{p_c T K} = q_0 \frac{p T_c Z_c}{p_c T Z}$$

### Список використаних джерел

1. Подчашинський Ю.О., Чепюк Л.О., Омельчук І.А., Мазурчук Н.Ю. Принцип вимірювань витрат газу за допомогою ультразвукового перетворювача витрати. Тези V Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення», 01–02 грудня 2022 р. Житомир : "Житомирська політехніка", 2022. С. 346-348.
2. Подчашинський Ю. О. Оцінка точнісних характеристик ультразвукового методу в інформаційно-вимірвальній системі обліку газу / Ю. О. Подчашинський, Л. О. Чепюк, І.А. Омельчук, Л.Й. Шавурська, Н.Ю. Мазурчук // Технічна інженерія. - 2022. - № 2(90). - С. 108-116.
3. ДСТУ ISO 17089-1:2021 Вимірювання потоку плинного середовища в закритих каналах. Ультразвукові лічильники газу. Частина 1. Лічильники для комерційного обліку та вимірювання в газорозподільчих системах (ISO 17089-1:2019, IDT)
4. Чепюк Л.О. Математичні моделі для розрахунку витрат в інформаційно-вимірвальній системі обліку газу / Л. О. Чепюк, І.А. Омельчук, Т.С. Воронова, Л.Й. Шавурська, Н.Ю. Мазурчук // Технічна інженерія. - 2024. - № 1(93). - С. 301-307.