

УДК 681.121

А.М. Мельник, студентка гр. ПМ-61
КПІ ім. Ігоря Сікорського

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Анотація. Через постійне зростання цін на природний газ актуальними залишаються питання точного вимірювання його витрати. У статті розглянуто методи вимірювання витрати природного газу, принцип дії приладів, що їх реалізують. Відмічено особливості застосування вимірювальних приладів у складі вузлів обліку, пов'язані з вимогами встановлення і експлуатації. Проведений порівняльний аналіз метрологічних характеристик зазначених приладів підкреслив, що кожен клас витратомірів задовольняє певним умовам експлуатаційного використання.

Ключові слова: витрата, природний газ, метод вимірювання.

ВСТУП

У зв'язку із постійним зростанням цін на природний газ, збільшується потреба у більш досконалому його обліку. Газ є предметом комерційних угод між компаніями, що постачають газ, видобувають його та кінцевими споживачами. Внаслідок наявності великих похибок може виникнути дисбаланс під час фізичного обліку газу від постачальника до споживача, тому для точного визначення витрати або кількості газу потрібно обрати вимірювальний прилад, який задовольняє вимогам до умов експлуатаційного використання на об'єкті.

На сьогоднішній день, витрату природного газу вимірюють за допомогою різних фізичних процесів та явищ, які є підґрунтям методів вимірювання витрати. Йдеться про методи змінного перепаду тиску, тахометричний, ультразвуковий, вихровий, тепловий та інші [1,2].

Найбільшого застосування у сучасній вимірювальній практиці отримали вимірювальні прилади, побудовані на перетворювачах витрати змінного перепаду тиску, тахометричні, ультразвукові і вихрові.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ГАЗУ

Принцип дії витратомірів змінного перепаду тиску базується на залежності від витрати перепаду тиску, створюваного пристроєм, який встановлено в трубопроводі, або елементом останнього [1, 2]. Найбільшого поширення серед приладів цього класу отримали витратоміри зі звужуючими пристроями, у якості яких застосовуються нормальні діафрагми, нормальні сопла, трубки Вентурі, напірні трубки, що не підлягають попередньому калібруванню [1, 2].

Перевагами витратомірів змінного перепаду тиску є: універсальність (можливість застосування для різних середовищ), простота конструкції, надійність, відсутність необхідності у випробувальному метрологічному обладнанні [1, 2].

Недоліками таких приладів є: вплив точності монтажу звужуючого пристрою на точність вимірювань, квадратична залежність між перепадом тиску і витратою, вузький діапазон вимірювання, нерівномірність шкали.

Принцип вимірювання вихрових витратомірів ґрунтується на використанні вихрових коливань, створюваних вимірюваним потоком. Застосування цього явища дозволяє вимірювати значення витрати, використовуючи природні

фізичні властивості досліджуваного потоку, без внесення до нього рухливих чутливих елементів [1].

Для вимірювання витрат газу застосовуються вихрові витратоміри двох груп [1, 2]:

- з нерухомим тілом обтікання; при обтіканні тіла з обох його сторін почергово виникають зривисті вихори, що створюють пульсації тиску;
- з осцилюючим струменем, що витікає з отвору, здійснює автоколивання, створюючи при цьому пульсації тиску.

До переваг вихрових витратомірів можна віднести: відсутність рухомих елементів в трубопроводі, лінійність шкали, стабільність та точність показань, незалежність показань від температури і тиску вимірюваного середовища, широкий діапазон вимірювань [1, 2].

Недоліками таких приладів є: чутливість до вібрацій та зміни температури, непридатність для вимірювання за малих швидкостей потоку [1, 2].

Серед тахометричних вимірювальних приладів найбільш розповсюдженими для вимірювання потоків газу є швидкісні (турбінні лічильники і витратоміри) і камерні: з еластичними стінками камер (мембранні лічильники) і з рухомими розділювальними елементами (роторні лічильники) [1, 2].

Перевагами тахометричних витратомірів є: мала інерційність, відсутність потреби у живленні, проста обслуговування і ремонту [1, 2].

Недоліками тахометричних витратомірів є: необхідність індивідуального градування, наявність рухомих елементів конструкції, які зношуються, вплив в'язкості вимірюваного середовища на покази [1, 2].

Принцип дії ультразвукових витратомірів базується на використанні ефекту зсуву ультразвукових коливань потоком контрольованого середовища. При розповсюдженні ультразвуку в рухомому середовищі час його проходження від джерела до приймача визначається не тільки швидкістю розповсюдження ультразвукової хвилі, але й швидкістю руху самого середовища. Різниця часу проходження ультразвукової хвилі за напрямом потоку та проти нього пропорційна швидкості потоку, а отже, й об'ємній витраті [1, 2].

Переваги ультразвукових витратомірів окреслюються наступним: простотою конструкції первинного перетворювача, низьким енергоспоживанням, відсутністю рухомих частин та гідравлічного опору, високою точністю [1, 2].

Серед недоліків таких приладів слід відмітити: складність вимірювальних схем, залежність показань від тиску та температури вимірюваного середовища [1,2].

Для порівняння зазначених методів вимірювання розглянемо метрологічні й експлуатаційні характеристики витратомірів газу, що їх реалізують з типорозміром G100 (табл. 1).

Таблиця-1. Характеристики витратомірів

Назва	БК [3]	СВГ.МЗ[4]	DELTA [5]	TZ/FLUXI [6]	Курс-01 [7]
Метод вимірювання	Змінного перепаду тиску	Вихровий	Тахометричний		Ультразвуковий
Типорозмір	G100	G100	роторний	турбінний	
Діаметр номінальний (DN), мм	100	100	G100	G100	G100
Похибка, %	$Q_{\min} \div 0,01 Q_n \pm 3,0$ $0,01 Q_n \div Q_{\max} \pm 1,5$	$Q_{\min} \div 0,1 Q_{\max} \pm 2,0$ $(0,1 \div 0,9) Q_{\max} \pm 1,5$ $(0,9 \div 1) Q_{\max} \pm 1,5$	$Q_{\min} \div Q_t \pm 2,0$ $Q_t \div Q_{\max} \pm 1,0$	$Q_{\min} \div Q_t \pm 2,0$ $Q_t \div Q_{\max} \pm 1,0$	$Q_{\min} \div Q_t \pm 2,0$ $Q_t \div Q_{\max} \pm 1,0$
Втрата тиску*, Па	300	—	325	240	250
Мінімальна витрата Q_{\min} , м ³ /год	1	125	0,8	8	1
Максимальна витрата Q_{\max} , м ³ /год	160	2500	160	160	160
Поріг чутливості, м ³ /год м ³ /год	0,02	62,5	0,07	1,6	0,3
Температура вимірюваного газу, °С	-25÷+40	-40 ÷ +100	-30 ÷ +60	-20 ÷ +60	-50 ÷ +70
Динамічний діапазон	1:160	1:20	1:200	1:20	1:160
Прямі ділянки до і після	—	20DN/5DN	0DN/0DN	2DN/0DN	5DN/3DN

*Примітка: «—» - дані не наведено

ВИСНОВКИ

Розглянуто методи вимірювання витрати природного газу, що отримали найбільшого поширення у вимірювальній практиці. Кожен з методів має індивідуальні особливості, пов'язані з вимогами встановлення і експлуатації.

Проведений аналіз метрологічних і експлуатаційних характеристик витратомірів для типорозміру G100, що реалізують розглянуті методи, свідчить про наступне [3 – 7]:

- найточнішими є тахометричні та ультразвукові витратоміри (їх похибка складає від 1,0 % до 2,0 % у різних діапазонах зміни витрати);
- висока чутливість притаманна витратомірам змінного перепаду тиску та роторним;
- найменшу втрату тиску забезпечують турбінні витратоміри;

- найбільшу максимальну витрату мають вихрові вимірювачі витрати;
- найменша мінімальна витрата у вимірювального приладу роторного класу;
- широкий діапазон температур вимірюваного газу дозволяє застосовувати вихрові витратоміри за різноманітних кліматичних умов.

Отже, кожен клас витратомірів задовольняє певним умовам експлуатаційного використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества. Л.: Машиностроение, 1989. 701 с.
- [2] Сучасні методи вимірювання кількості газу / І. В. Коробко, А. В. Писарець // Технологические системы. Серия: научные разработки и результаты исследований. – 2002. – Вып. 1. – № 2 (13). – С. 118 – 123.
- [3] Дифрагмальные счётчики газа ВК-G40; ВК-G65; ВК-G100. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://shopuniveststar.ru/upload/iblock/674/6748797fd0654982da12d6fd4b6743c5.pdf>. – Назва з екрану.
- [4] СЧЕТЧИК ГАЗА ВИХРЕВОЙ СВГ.М3(Л). [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.logika-consortium.ru/wp-content/uploads/2018/03/Rukovodstvo-po-ekspluatatsii-SVG.M3-L.pdf>. – Назва з екрану.
- [5] DELTA. DELTA S-Flow. Счетчики газа роторные. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: https://sovlad.com.ua/files/delta_passport_2018.pdf. – Назва з екрану.
- [6] TZ/FLUXI Счетчик газа турбинного типа. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: https://tehnoincom.com.ua/upload/files/TZ_Fluxi.pdf. – Назва з екрану.
- [7] Расходомер-счетчик газа ультразвуковой Turbo Flow UFG-F. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.logika-consortium.ru/wp-content/uploads/2017/12/Rukovodstvo-po-ekspluatatsii-chast-1.pdf>. – Назва з екрану.

Наук. керівник – к.т.н., доц. Писарець А.В.