

УДК 621.317

*Лугових О.О., ст.викладач,
Наумчук В.А., студент
Державний університет «Житомирська політехніка»*

ПОРІВНЯННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК УЛЬТРАЗВУКОВИХ І ТУРБІННИХ ВИТРАТОМІРІВ ГАЗУ

Вибір типу вимірювача витрат газу є важливим етапом проектування систем обліку та контролю газових потоків. Він визначається вимогами до точності вимірювань, умовами експлуатації, діапазоном витрат, характеристиками робочого середовища, діаметром трубопроводу, а також економічною доцільністю застосування приладу. Найбільш поширеними у промисловій практиці є ультразвукові витратоміри (УВ) та турбінні витратоміри (ТВ), які суттєво відрізняються за принципом дії, конструктивними особливостями та експлуатаційними характеристиками [1].

Ультразвуковий вимірювач витрат газу працює на основі вимірювання різниці часу проходження ультразвукового сигналу за напрямком потоку та проти нього. За цією різницею визначається середня швидкість руху газу в трубопроводі, після чого за відомою площею перерізу труби обчислюється об'ємна витрата. Додатково, використовуючи дані про температуру, тиск та густину газу, може визначитися масова витрата [3].

У сучасних УВ часто застосовуються багатопроменеві схеми вимірювання (4, 6 або 8 акустичних каналів), що підвищує точність вимірювання та дозволяє враховувати нерівномірність профілю швидкостей у потоці [4].

Турбінний вимірювач витрат газу визначає витрату за частотою обертання турбіни, яка встановлена в потоці газу. Потік газу обертає лопатеве колесо турбіни, а швидкість його обертання пропорційна швидкості потоку. Частота обертання реєструється магнітним або індукційним датчиком і перетворюється в електричний сигнал, пропорційний витраті газу [1].

Принциповою відмінністю цих приладів є наявність або відсутність рухомих елементів. УВ не мають рухомих механічних частин, що забезпечує значно менший механічний знос, стабільність метрологічних характеристик упродовж тривалого часу та мінімальні потреби в технічному обслуговуванні [3]. У ТВ присутні турбіна, вал і

підшипникові вузли, які з часом зношуються та потребують періодичної перевірки або заміни [1].

За показниками точності УВ зазвичай забезпечують похибку вимірювання в межах $\pm 0,5-1,0$ % у номінальному діапазоні витрат. У високоточних комерційних системах похибка може бути навіть меншою [4]. Для ТВ характерна похибка приблизно $\pm 1,0-1,5$ %. Крім того, точність турбінних приладів може знижуватися з часом через зношування підшипників і механічних частин [1].

Важливим параметром є діапазон вимірювання (turndown ratio). УВ можуть працювати в широкому діапазоні витрат (1:20 – 1:100), тоді як для турбінних приладів цей показник зазвичай становить 1:10 – 1:20 [3]. Це означає, що ультразвукові прилади краще підходять для систем зі значними коливаннями витрати газу.

Щодо гідравлічних характеристик, УВ створюють мінімальні втрати тиску, оскільки практично не перешкоджають руху потоку. ТВ мають більший гідравлічний опір через наявність турбіни в потоці, що може призводити до додаткових енергетичних втрат у системі [1].

Ще одним важливим фактором є чутливість до стану робочого середовища. ТВ більш чутливі до забруднення газу, наявності механічних частинок, пилу або конденсату, які можуть пошкоджувати лопаті турбіни або викликати заклинювання механізму [2]. УВ менш чутливі до таких факторів, оскільки вимірювання здійснюється без контакту з потоком [3].

Важливе значення мають також умови монтажу. Для забезпечення високої точності вимірювань необхідно дотримуватися вимог до довжини прямих ділянок трубопроводу перед і після витратоміра. Для ТВ ці вимоги зазвичай становлять 10–20 діаметрів труби перед приладом і 5–10 після нього [1]. УВ також потребують прямих ділянок трубопроводу, однак сучасні багатопроменеві моделі можуть працювати навіть за менш сприятливих умов потоку [4].

УВ можуть працювати в широкому діапазоні температур і тисків газу, що робить їх придатними для використання на магістральних газопроводах і в системах комерційного обліку природного газу [3]. ТВ частіше застосовуються в розподільчих мережах, газорегуляторних пунктах і промислових установках із відносно стабільними умовами роботи [1].

Ще однією перевагою УВ є можливість діагностики стану потоку та самого приладу. Багато сучасних моделей мають вбудовані системи самодіагностики, які можуть виявляти турбулентність потоку, зміну профілю швидкості або несправності датчиків [4].

З економічної точки зору ТВ зазвичай мають нижчу початкову

вартість, що робить їх привабливими для використання в невеликих або середніх системах обліку газу. Однак у довгостроковій перспективі ультразвукові прилади можуть бути вигіднішими через менші витрати на обслуговування та більший строк служби [1].

Таким чином, ультразвукові вимірювачі витрат газу доцільно застосовувати в системах комерційного обліку, на магістральних трубопроводах великого діаметра, у системах автоматизованого контролю та в умовах підвищених вимог до точності та надійності [3]. ТВ можуть бути економічно виправданими в системах зі стабільними режимами роботи, середніми діаметрами трубопроводів і помірними вимогами до точності [1].

У результаті проведеного аналізу було розглянуто основні особливості ультразвукових та турбінних вимірювачів витрат газу, їх принципи роботи, конструктивні характеристики та експлуатаційні параметри. Встановлено, що кожен із типів витратомірів має свої переваги та обмеження, які необхідно враховувати під час проектування систем вимірювання та обліку газових потоків [2].

УВ характеризуються високою точністю вимірювань, широким діапазоном вимірювання, мінімальними втратами тиску та відсутністю рухомих механічних елементів. Це забезпечує високу надійність роботи приладу, стабільність метрологічних характеристик упродовж тривалого часу та зменшення витрат на технічне обслуговування. Такі прилади особливо ефективні у системах комерційного обліку природного газу, на магістральних трубопроводах великого діаметра та в умовах змінних режимів потоку [3].

ТВ відзначаються відносно простою конструкцією, достатньою точністю вимірювання та нижчою початковою вартістю. Вони широко застосовуються в розподільчих газових мережах, промислових установках і системах зі стабільними параметрами потоку. Однак наявність рухомих механічних елементів зумовлює їх більшу чутливість до забруднення робочого середовища та потребу в періодичному технічному обслуговуванні [1].

Вибір типу витратоміра повинен здійснюватися з урахуванням конкретних умов експлуатації, вимог до точності вимірювань, діапазону витрат газу, характеристик робочого середовища та економічної доцільності застосування приладу. Правильно обраний вимірювач витрат газу забезпечує надійність роботи системи обліку, підвищує точність контролю технологічних процесів та сприяє ефективному використанню енергетичних ресурсів [2].

У таблиці 1 наведено результати порівняння ультразвукових та турбінних витратомірів.

Таблиця 1

Результати порівняння ультразвукових та турбінних витратомірів

Критерій порівняння	Ультразвуковий витратомір	Турбінний витратомір
Принцип дії	Вимірює різницю часу проходження ультразвукового сигналу.	Визначає витрату за частотою обертання турбіни.
Наявність рухомих деталей	Немає рухомих механічних елементів.	Присутні турбіна та підшипникові вузли.
Точність (похибка)	Висока ($\pm 0,5-1,0$ %), стабільна з часом.	Дещо нижча ($\pm 1,0-1,5$ %), може знижуватись через знос.
Втрати тиску (опір)	Мінімальні (не перешкоджає руху потоку).	Більший гідравлічний опір.
Чутливість до забруднень	Менш чутливий до домішок.	Більш чутливий (домішки та конденсат можуть пошкодити механізм).
Умови потоку	Стабільні результати за змінних режимів потоку.	Стабільні результати за змінних режимів потоку.

Список використаних джерел

1. Метрологія та вимірювальна техніка : підручник / Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Львів : Бескид Біт, 2003. 544с.
2. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Човнюк Ю.В. Мехатроніка. Навчальний посібник. – К., 2012. - 357 с
3. ISO 9951 / ISO 17089: Стандарти для турбінних та ультразвукових лічильників газу (комерційний облік).
4. ISO 17089 (ДСТУ ISO 17089): Ультразвукові лічильники газу для промислового обліку та передачі прав власності.