

## САМОДІАГНОСТУВАННЯ ВИТРАТОМІРА НА БАЗІ МЕТОДУ ЗМІННОГО ПЕРЕПАДУ ТИСКУ ПІД ЧАС ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Луценко В.О., Пономарьов Ю.В., Протас С.О.

Інститут транспорту газу, м. Харків, Україна

lutcenko-va@utg.ua, ponomarev-yv@utg.ua, protas-sa@utg.ua

The purpose of this communication is to present a methodology for self-diagnosis of a flowmeter based on the method of variable differential pressure under operating conditions of Ukrainian gas networks, which have mostly non-stationary modes of gas flows in pipelines. The implementation of this methodology will reduce operating costs by switching to preventive maintenance of the flowmeter based on the variable differential pressure method, taking into account the risks of metrological failures.

### Вступ

В Україні для обліку природного газу під час його транспортування, розподілу газопроводами та закачування/відбирання (зберігання) у підземні сховища газу широко застосовним є метод змінного перепаду тиску (МЗПТ) завдяки своїй простоті, надійності та дешевизні. Принципи роботи витратоміра на базі МЗПТ досить легкий в розумінні та завдяки довгій історії експлуатації добре описаний, зокрема у нормативних документах.

Проте традиційно існує думка, що витратомір на базі МЗПТ не має можливості самодіагностування і тільки перехід на ультразвукову технологію може спростити такий недолік. Та це безумовно хибна думка.

У 2008 та 2009 роках було запропоновано загальну методологію самодіагностування витратоміра на базі МЗПТ [1], яку було практично підтверджено в ході експериментальних випробувань. Результати цих випробувань стали основою комплексної методології перевірки, що дозволяє зменшити експлуатаційні ризики та досягти більшої достовірності результатів вимірювання витратоміра на базі МЗПТ.

Метою цього повідомлення є викладення методики самодіагностування витратоміра на базі МЗПТ в умовах експлуатації українськими газовими мережами. Упровадження цієї методології дасть змогу зменшити експлуатаційні витрати за рахунок переходу до профілактичного обслуговування витратоміра на базі МЗПТ із урахуванням ризиків від метрологічних відмов.

Класичні принципи роботи витратоміра на базі МЗПТ і принципи самодіагностування

На рисунку 1 подано схему підключення витратоміра на базі МЗПТ, що має можливість самодіагностування в режимі реального часу.

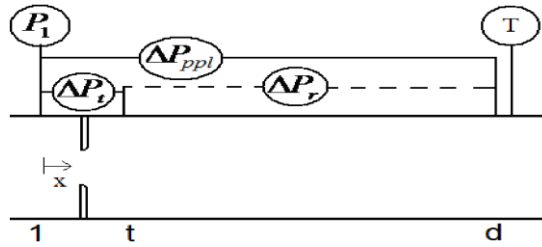


Рисунок 1 – Витратомір на базі МЗПТ з ескізом підключення приладів

На рисунку 2 наведено спрощений графік зміни коливання тиску в вимірювальному трубопроводі.

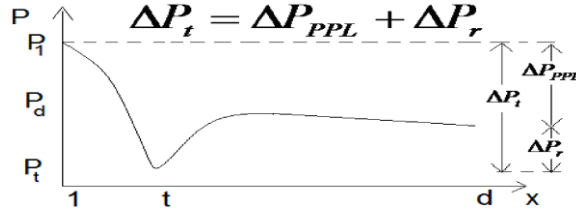


Рисунок 2 – Графік коливання тиску після витратоміра на базі МЗПТ

У разі застосування класичного витратоміра на базі МЗПТ зчитують вхідний тиск  $P_1$  із перерізу 1, безпосередньо перед витратоміром, а також перепад тиску  $\Delta P_t$  між вхідним тиском і тиском, безпосередньо після витратоміра в точці низького тиску  $t$ . Вимірювальний перетворювач температури установлюють нижче за потоком на відстані  $2D$  від діафрагми.

Крім того, у витратомірі на базі МЗПТ установлюють давач тиску в точці  $d$ , розташованій далі за потоком від діафрагми. Це важливе доповнення в конструкції витратоміра на базі МЗПТ із метою вимірювання двох додаткових перепадів тиску, тобто перепад тиску між відводами тиску на виході ( $d$ ) і низького тиску ( $t$ ). Цей перепад тиску характеризує постійну втрату тиску (permanent pressure loss (PPL)),  $\Delta P_{PPL}$ . Додавання двох додаткових вимірювань у витратомірі на базі МЗПТ дає інформацію про повний профіль тиску після витратоміра у вимірювальному трубопроводі.

Перше перевірення працездатності витратоміра на базі МЗПТ здійснюють перевіркою його цілісності за таким рівнянням:

$$\Delta P_t = \Delta P_r + \Delta P_{PPL} \quad (1)$$

Кожне з трьох значень перепадів тиску дає змогу використовувати їх для незалежного визначення прогнозного значення витрати.

Класичний вузол обліку газу на базі МЗПТ – це один витратомір.

Відповідно до запропонованої методики кожен витратомір на базі МЗПТ розглядають як три послідовно з'єднаних витратоміра.

У такому випадку одна й та ж витрата газу має три значення для одного і того ж вимірювального трубопроводу, а це означає, що їх можна порівнювати, тобто ми маємо діагностичну систему.

Для кожної конструкції витратоміра на базі МЗПТ можна обрати прийнятну максимальну різницю між двома значеннями витрати.

Діагностична система передбачає порівняння результатів між:

- між класичним витратоміром на базі МЗПТ і витратоміром PPL;
- між класичним витратоміром на базі МЗПТ і витратоміром розширення;
- між витратоміром розширення і витратоміром PPL.

Загальне правило діагностування має такий вигляд:

– якщо фактична різниця менша допустимої різниці (тобто їхнє відношення менше або дорівнює 1), то несправність витратоміра не виявлено, а якщо більша за 1, то витратомір несправний.

Для практичного використання, коли необов'язково знати тонкощі діагностування, результати зручно відображати на так званому діагностичному блоці.

Таким чином, якщо всі точки знаходяться всередині діагностичного блока або на його границі, то під час обслуговування витратоміра на базі МЗПТ немає проблем вимірювання і таким результатам можна довіряти. В іншому випадку, якщо одна або кілька точок виходять за межі діагностичного блока, таким результатам вимірювання витрати газу не можна довіряти. Чим більше віддалені від діагностичного блоку точки, тим більша невизначеність вимірювання й більш значна похибка [2,3,4].

#### Список використаних джерел:

1. Steven, R. Diagnostic Methodologies for Generic Differential Pressure Flow Meters, North Sea Flow Measurement Workshop October 2008, St Andrews, Scotland, UK.
2. Degtiarov, O.V., Development of point method for measuring magnetic characteristics of technical object [Text] / Scliarov V.V., Zaporozhets O.V. // 33rd International scientific symposium “Metrology and Metrology Assurance (MMA-2023), 7th-11th September 2023, Sozopol, Bulgaria. (conference paper) (scopus) <https://ieeexplore.ieee.org/document/10317931>.
3. Degtiarov, O.V., Utilizing of Univariate Analysis of Variance for Evaluation of Uncertainties Measurement Results of Properties of Reference Materials / Scliarov V.V., Zaporozhets O.V. // 32nd International scientific symposium “Metrology and Metrology Assurance (MMA-2022), 7th-11th September 2022, Sozopol, Bulgaria. (conference paper) (scopus) DOI: 10.1109/MMA55579.2022.9992863.
4. OV Degtiarov, RS Alrawashdeh Development of the theoretical basis of magnetic measurement uncertainty evaluation // 2019 IEEE 8th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL), 2019/9/6, P. 671-674.