

відріз-няються.

Підставивши (11), (12), (13) в (6) будемо мати таку залежність частоти обертання для реальної турбіни.

$$\omega_1 = \frac{Q \operatorname{tg} \beta}{Fr_{CP}} \left[1 - \frac{\rho \left(\frac{C_f \pi b I_H}{HF^2 \cos \beta_3} + k_{II} \right)}{\left(\frac{\pi}{H} - \frac{\operatorname{tg} \beta}{r_{CP}} \right) \frac{r_{CP}^2}{F}} \right]. \quad (12)$$

Коефіцієнт перетворення робочого еталона можна визначити таким чином:

$$k = \frac{\omega_1 z}{2\pi Q}. \quad (13)$$

Для експериментальних досліджень було взято робочий еталон ЛГЕ-2500 діаметром умовного проходу ДУ-200. Різниця між експериментальними дослідженнями і отриманими залежностями (12) і (13) не перевищує 1%, що підтверджує правильність вибору математичної моделі робочого еталону об'єму газу.

І. Воцинський В.С., Іроденко В.В., Воцинський В.В. Установка з еталонами об'єму газу типу УПЛГ-2500. // Методи та прилади контролю

якості, №4, 1999, С. 104-106. 2. Кремлевский П. П. Расходомеры и счётчики количества.-Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1989. - 701с. 3. Бошьяк Л. Л. Бызов Л. Н. Тахометрические расходомеры.-Л.:Машиностроение, 1968, 212 с.:пл. Бобровников Г. Н., Камышев Л. А. Теория и расчёт турбинных расходомеров; М.:Издательство стандартов; 1978, - 128 с: пл. 4. Thompson R. E. Grey I. Теоретическая модель турбинного расходомера // Труды американского общества инженеров и механиков. Теоретические основы инженерных расчётов. Том 92, серия Д, №4 1970, С. 43-49. 5. DSCHMITTNER. Verhalten von Turbinenradgaszählern im Hochdruckbereich. // Souderdruck aus "gwfgas/erdgas", 125 (1984), Helf 8, S. 311-317. 6. Измерение больших расходов газа за рубежом. (Обзоры зарубежной литературы).-М.: ВНИИО7НГ, 1968, 72 с. 7. Алешко П. И. Механика жидкости и газа. Харьков.: Издательство при Харьковском государственном университете издательского объединения "Вища школа", 1977, 320 с. 8. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа.- М.: Наука, 1973. 847 с. 9. Воцинський В. В. Математична модель швидкостей потоку в кільцевому січєнні турбінного лічильника газу. // Методи та прилади контролю якості - 2000. №6, С. 61-63.

УДК 681.121.84

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗВЕНТИЛЬНИХ БЛОКІВ ПІД'ЄДНАННЯ ДИФМАНОМЕТРІВ ДЛЯ УНЕМОЖЛИВЛЕННЯ СПОТВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ ПРИ ОБЛІКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

© Пістун Є. П., Дубіль Р. Я., 2001

Національний університет "Львівська політехніка"

Розглянута проблема спотворення результатів вимірювань витрати та кількості природного газу за методом змінного перепаду тиску. З метою запобігання такому спотворенню в схемах під'єднання дифманометрів до діафрагми пропонується застосовувати спеціальні безвентильні блоки. Наведено їх опис та технічні характеристики.

В системах обліку природного газу широке застосування знайшли витратоміри змінного перепаду тиску зі стандартними пристроями звуження потоку (різного типу діафрагмами та соплами). Їх застосування регламентоване як міжнародним стандартом ISO 5167 [1], так і чинними в Україні нормативними документами РД-50-213-80 [2] та РД-50-413-80 [3]. Включення в

схему таких витратомірів сучасних мікропроцесорних обчислювальних засобів, наприклад, інтелектуальних вимірювальних перетворювачів та обчислювачів витрати та кількості природного газу дозволяє створювати системи обліку природного газу з новими суттєво розширеними функціональними і метрологічними можливостями [4]. Так, наприклад, вони сьогодні дозволяють забезпечити облік

природного газу з точністю не гіршою за 1% в широкому діапазоні вимірювання. Для більшості потоків це, до речі, єдиний метод, який дозволяє досягнути такої точності в широкому діапазоні вимірювань.

Однак такі вимірювальні системи мають один недолік - за рахунок існуючих схем під'єднання дифманометра (манометра) до діафрагми, а ці схеми узаконені вищезазначеними нормативними документами, результати вимірювань можуть бути, при відповідному бажанні обслуговуючого персоналу, спотворені (очевидно, що при розробці цих документів не враховували можливості появи в обслуговуючого персоналу потреби в спотворенні результатів вимірювань). Це пояснюється тим, що існуюче технічне забезпечення для реалізації вказаних схем під'єднання, а це різноманітні вентиля, в тому числі і керамічні, а також блоки вентилів, з допомогою яких реалізується необхідна схема під'єднання, не гарантують недопущення спотворення результатів вимірювань. Справа в тому, що таке навмисне спотворення результатів вимірювання може бути досягнуте шляхом відповідного маніпулювання вентилями, а коли поставити відповідну мету, то результат вимірювання можна спотворити настільки, що саме вимірювання втрачає зміст. Запобігти такому маніпулюванню вентилями, якщо воно здійснюється з вищевказаною метою, або виявити його після того, як воно мало місце, на сьогодні є неможливо.

Розглянемо для прикладу схему під'єднання дифманометра до діафрагми. Така схема реалізується на п'ятих вентилях (рис.1).

В залежності від положення цих вентилів (відкриті чи закриті) вимірювальна система знаходиться в тому чи іншому стані: вентиля 1 і 2 відкриті, а вентиля 3, 4 і 5 закриті - стан вимірювання, це основний робочий стан вимірювальної системи; вентиля 1, 2 і 3 закриті, а вентиля 4 і 5 відкриті - стан метрологічної атестації чи перевірки (повірки) дифманометра; вентиля 1 і 2 закриті, а вентиля 3, 4 і 5 відкриті - стан монтажу (демонтажу) дифманометра. Інші комбінації положень вентилів, принаймні деяких з них, можуть привести навіть до аварійної ситуації. Так, наприклад, якщо вентиля 1 і 5 відкриті, а вентиля 2, 3 і 4 закриті, то одна камера дифманометра буде знаходитися під тиском вимірюваного середовища, а друга камера - під атмосферним тиском, а це значить, що отриманий таким чином перепад тиску на дифманометрі значно перевищуватиме допустимі норми, внаслідок чого можлива поломка дифманометра або втрата його класу точності.

Важливим є й перехід із одного стану в інший, оскільки послідовність відкриття та закриття тих чи інших вентилів, тобто черговість цих дій, є строго

визначена. Ця послідовність також регламентована відповідними нормативними документами та інструкціями. В застосовуваних схемах під'єднання дифманометра до діафрагми на базі п'яти окремих вентилів немає ніякої гарантії, що при ручному

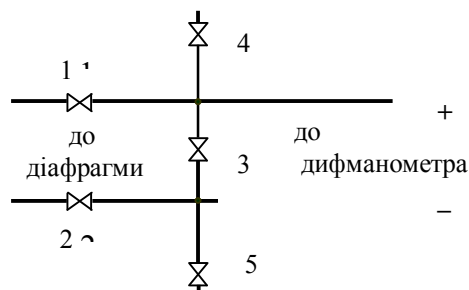


Рис.1. Схема під'єднання дифманометра до діафрагми.

їх

перемиканні оператор не порушить встановленого порядку (черговості) відкриття чи закриття вентилів при підключенні або відключенні витратоміра, і, як показує досвід, таке порушення часто має місце, очевидно, з відповідними наслідками.

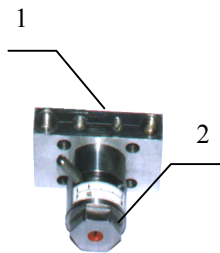
Що ж стосується спотворення результатів вимірювань, як в сторону збільшення, так і в сторону зменшення показів, то в розглянутій схемі це може досягатись різними способами. Наприклад, для зменшення показів, тобто для зменшення перепаду тиску, що поступає на дифманометр, достатньо ледь-ледь привідкрити вентиль 3 або зменшити тиск в додатній камері дифманометра, для чого привідкрити вентиль 4 тощо (варіантів багато).

Не усуває вказаних недоліків (можливість спотворення результатів вимірювань та виведення з ладу дифманометра) і застосування дорогих спеціалізованих п'ятивентильних блоків, конструктивно виконаних в одному корпусі, наприклад, фірми "Fisher-Rosemount"(США), хоча за їх допомогою суттєво спрощується схема під'єднання та зменшується ймовірність появи вказаних вище ситуацій.

Для вирішення цієї проблеми та усунення описаних вище можливостей спотворення результатів вимірювань та підвищення надійності вимірювань в системах обліку природного газу слід відмовитись від застосування вентилів в схемах під'єднання дифманометрів як таких [5]. Власне на таких принципах підприємством "Техприлад" (Україна, м. Львів) було розроблено та налагоджено випуск безвентильних блоків під'єднання дифманометра та манометра до діафрагми (безвентильних меніфольдів). Такий блок заміняє п'ятивентильний блок фірми "Fisher-Rosemount"(США) для дифманометрів і аналогічний тривентильний блок для манометрів. В розробленому блоці (рис.2) є одна

рухома ручка, за допомогою якої схема під'єднання дифманометра (манометра) переводиться із одного стану в інший, наприклад, із стану роботи дифманометра в стан перевірки (метрологічної атестації) дифманометра або навпаки, переходячи при цьому всі необхідні для нормальної роботи схеми проміжні стани.

Безпосередня комутація необхідних каналів в



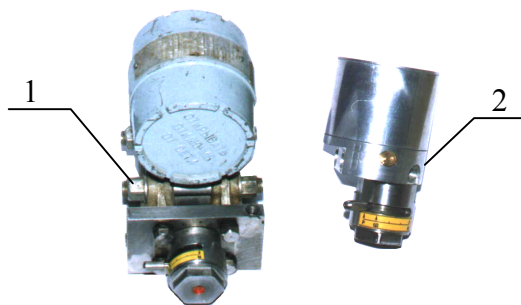
1 – під'єднувальна платформа до вимірювального перетворювача (змінюється відповідно до типу перетворювача; 2 – пристрій перемикання (комутації) каналів

Рис. 2. Зовнішній вигляд безвентильного блоку.

пристрої перемикання (комутації) каналів в блоці здійснюється за допомогою керамічних елементів.

Блок монтується на металевій під'єднувальній платформі, безпосередньо з'єднаний з дифманометром (для кожного типу дифманометра є своя платформа). Таке конструктивне вирішення не тільки суттєво спрощує саму схему під'єднання дифманометра до діафрагми, а й забезпечує універсальність блоку (він може працювати з будь-яким типом дифманометра).

Варіанти під'єднання блока показані на рис.3.



1 – стандартний, під перетворювачі “Fisher-Rosemount”, “Hartmann&Braun”, “Сanfup” та ін.; 2 – під перетворювачі “Техприлад”

Рис. 3. Варіанти під'єднання блока.

Розглянутий безвентильний блок відповідає технічним вимогам ТУ.У.23272132.006-2000 на “Блок безвентильний керамічний ББК”. Є дві модифікації блоку: ББК-1 - для під'єднання

манометра і ББК-2 - для під'єднання дифманометра.

Основні технічні характеристики блоку: номінальний перепад тиску – до 630 кПа; номінальний тиск вимірювального середовища – до 4 МПа; робоча температура від -30°C до 80°C ; гарантована кількість переключень – не менше 50000.

Застосування такого безвентильного блоку під'єднання дифманометра (манометра) до діафрагми виключає можливість спотворення результату вимірювання витрати природного газу, оскільки провести будь-яке маніпулювання вентиллями внаслідок їх відсутності в даній схемі під'єднання є неможливим.

Крім цього застосування такого безвентильного блоку виключає можливість перевантаження дифманометра, тобто гарантується не тільки працездатність дифманометра, а й усуваються причини для втрати ним його метрологічних характеристик. Під'єднання дифманометра (манометра) до діафрагми за допомогою безвентильного блоку забезпечує також можливість перевірки (метрологічної атестації) дифманометра (манометра) та вимірювальних каналів по перепаду тиску і тиску без від'єднання дифманометра (манометра), що суттєво зменшує час на таку перевірку чи атестацію. Крім цього, при застосуванні даного блоку є можливість перевіряти дифманометр на “нуль” під робочим тиском.

Отже застосування розглянутого тут безвентильного блоку під'єднання дифманометра (манометра) до діафрагми в схемі витратоміра змінного перепаду тиску дозволить не тільки підвищити точність вимірювання витрати та кількості природного газу, а й забезпечити більш високу надійність такого вимірювання.

1. ISO 5167. Measurement of fluid flow by means of orifice plates, nozzles and venturi tubes inserted in circular cross-section conduits running full. 1st edition, 1980. 2. РД50-213-80. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. // Изд-во стандартов.- 1982.- 320 с. 3. РД 50-411-83. Методика выполнения измерений с помощью специальных сужающих устройств. - М.: Изд-во стандартов, 1984. - 54 с. 4. Пістун Є.П. Облік та економія природного газу. “Нафтова та газова промисловість” №2, 2000, ст. 43-47. 5. Пістун Є.П., Дубіль Р. Я. Нові засоби під'єднання витратомірів змінного перепаду тиску до діафрагми. Матеріали 6-ої Міжнародної науково-практичної конференції “Нафта і газ України - 2000”, т. 3, С. 249-250.