

# МЕТОДИ І ПРИЛАДИ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ РІДКОЇ І ГАЗОПОДІБНОЇ ФАЗ

УДК 681.121

## СТАН ТА ОСОБЛИВОСТІ НОРМУВАННЯ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ТА КІЛЬКОСТІ ГАЗІВ ТА РІДИН МЕТОДОМ ЗМІННОГО ПЕРЕПАДУ ТИСКУ

© Пістун Є.П., Лесовой Л.В., 2005

Національний університет "Львівська політехніка"

*Проаналізовано стан нормування вимірювання витрати та кількості рідин і газів за методом змінного перепаду тиску. Наведено основні відмінності проектів нормативних документів, що розроблені та подані на затвердження як міждержавні стандарти*

У зв'язку із збільшенням цін на енергетичні носії в Україні задача їх обліку стає все більш актуальною. Це в першу чергу зумовлено тим, що без обліку енергоносіїв їх економія неможлива. Отже для забезпечення економії енергоносіїв необхідно забезпечити не тільки їх облік, а й підвищувати точність та надійність такого обліку. При цьому високоточний облік енергоносіїв повинен бути налагоджений повсюди, як основна передумова забезпечення економії енергоносіїв.

Стан обліку енергоносіїв в першу чергу визначається технічною базою обліку, зокрема, наявністю відповідних технічних засобів обліку і відповідним метрологічним забезпеченням цих технічних засобів обліку. Без метрологічного забезпечення застосовувати такі засоби, тим більше для комерційного обліку, не можна.

З цим питанням безпосередньо пов'язана і нормативна база обліку енергоносіїв. В Україні вона лише починає встановлюватись.

Навіть для найбільш поширених витратомірів змінного перепаду тиску, якими здійснюється більшість вимірювань витрати газових та рідинних потоків в трубопроводах з діаметром понад 150 мм, необхідне вдосконалення нормативної бази. Вимірювання за цим методом нормуються як міжнародним стандартом ISO 5167 [1], так і національними нормами. В Україні ще діє нормативний документ колишнього СРСР - РД-50-213-80 [2]. Однак, цей документ на сьогоднішній день не задовольняє вимог з багатьох причин. Найголовніші з них: він не відповідає міжнародному стандарту, в зв'язку з чим при поставках газу в країни Європи все одно необхідно враховувати міжнародний стандарт; методика розрахунку кількості газу в цьому документі подана

із значними похибками, в результаті чого методична похибка визначення кількості газу при коливаннях параметрів потоку може досягати 1,5% (як правило, в сторону завищення результатів вимірювань).

В цьому документі є й інші недоліки, але і вказані вище однозначно зумовлюють необхідність розробки нового нормативного документу.

В Росії були розроблені нові нормативні документи із вимірювань витрати газових та рідинних потоків за методом змінного перепаду тиску у вигляді трьох стандартів: ГОСТ 8.563.1-97, ГОСТ 8.563.2-97 та ГОСТ 8.563.3-97 [3, 4, 5]. Ці документи на засіданні Міждержавної Ради по стандартизації, метрології та сертифікації країн - членів СНД були прийняті як такі, що вступають в силу з 01.01.99 р. на території Російської Федерації та ще ряду країн як міждержавні стандарти. В цьому документі усунено ряд недоліків нормативного документу РД-50-213-80. В той же час у вказаних нормативних документах було допущено ряд нових недоліків та прийнято ряд спрощень, які не сприяли підвищенню точності вимірювання. У зв'язку з цим вказані стандарти Росії не були прийнятними до застосування в Україні, тому і надалі тут використовується нормативний документ РД-50-213-80.

Враховуючи вище вказану ситуацію, що склалася з нормативною базою обліку енергоносіїв за методом змінного перепаду тиску, було прийнято рішення про розробку національного нормативного документу – Правил України з вимірювання витрати та кількості природного газу за методом змінного перепаду тиску.

В результаті у національному університеті «Львівська політехніка» разом із співвиконавцями, а саме Укрметртестстандартом Держспоживстандарту

України, з українського боку, та ГМЦ «Газметрологія», з російського боку, на сьогодні вже розроблений проект нового міждержавного нормативного документа для методу змінного перепаду тисків – комплекс стандартів з умовною назвою ГОСТ 1, 2, 3, 4, 5. Розроблений проект базується на новому міжнародному стандарті ISO 5167-2003 [6 ÷ 9], максимально наближений до цього міжнародного стандарту, а відмінності полягають лише у розширенні застосування методу вимірювання, зокрема, з урахуванням національних умов застосування. В цьому новому документі вже усунуто похибки і неточності не тільки нормативного документу РД-50-213-80, а й російських нормативних документів: ГОСТ 8.563.1-97, ГОСТ 8.563.2-97 та ГОСТ 8.563.3-97.

Нижче в табл. 1 наведено основні відмінності проекту нового міждержавного нормативного документу для методу змінного перепаду тисків – комплексу стандартів з умовною назвою ГОСТ 1, 2, 3, 4, 5, сформовано заходи, які необхідно виконати для впровадження цього комплексу міждержавних стан-

дартів. Слід констатувати, що впровадження нового комплексу стандартів ГОСТ 1, 2, 3, 4, 5 підвищить точність обліку енергоносіїв, особливо природного газу, зменшить наявні на сьогодні дисбаланси газу. Дуже важливим є й те, що буде усунуто ряд систематичних складових похибок, які мають місце в діючих стандартах.

Для впровадження розробленого комплексу міждержавних стандартів ГОСТ 1, 2, 3, 4, 5 необхідно: підготувати обслуговуючий персонал для роботи з новими міждержавними стандартами; перевірити прямолінійні ділянок вимірювального трубопроводу відповідно до вимог цих стандартів; зробити перерахунок стандартних пристроїв звуження потоку (СПЗ) та прямолінійних дільниць вимірювального трубопроводу; перепрограмувати обчислювачі витрати та кількості вимірюваних середовищ або замінити їх на обчислювачі витрати та кількості нового покоління; провести метрологічну перевірку (повірку) вимірювальних засобів та систем обліку природного газу (та інших середовищ) згідно з розробленими міждержавними стандартами – ГОСТами 1,2,3,4,5.

Таблиця 1 – Основні відмінності проектів комплексу міждержавних стандартів ГОСТ 1, 2, 3, 4, 5 у порівнянні з РД50-213-80, ГОСТ 8.563.1-97 та ГОСТ 8.563.2-97

№ з/п	Комплекс проектів міждержавних стандартів ГОСТ 1, 2, 3, 4, 5	РД50-213-80	ГОСТ 8.563.1-97, ГОСТ 8.563.2-97
1	2	3	4
1	Розширений перелік термінів та визначень, які застосовуються у ГОСТ 1, 2, 3, 4, 5	Перелік термінів та визначень відсутній	Перелік скорочений
2	Наведений вивід рівняння витрати для рідких та газоподібних середовищ	Вивід відсутній	Вивід рівняння витрати для рідких середовищ
3	Введені нові типи стандартних пристроїв звуження потоку (СПЗ): діафрагма з трирадіусним способом відбору перепаду тиску та еліпсне сопло.	Відсутні	Відсутнє еліпсне сопло
4	Наведена умова визначеності пульсуючого потоку	Відсутня	Відсутня
5	Введені нові рівняння для визначення температури середовища до СПЗ або після нього при вимірюванні температури середовища відповідно після СПЗ або до нього за рівняннями: Джоуля –Томпсона та рівнянням адіабатичного процесу.	Відсутні	Відсутні
6	Наведені рекомендації по вибору СПЗ, вказані переваги та недоліки СПЗ	Відсутні	Відсутні
7	Наведений ітераційний алгоритм розрахунку витрати за допустимою точністю розрахунку по числу Рейнольдса	Відсутній	Відсутній
8	Наведений алгоритм розрахунку отвору СПЗ під заданий перепад тиску на СПЗ	Відсутній	Відсутній
9	Наведений алгоритм розрахунку границь діапазону вимірювань перепаду тиску на СПЗ	Відсутній	Відсутній

Продовження табл. 1

1	2	3	4
10	Наведений алгоритм розрахунку внутрішнього діаметру вимірювального трубопроводу та кількість вимірювальних трубопроводів	Відсутній	Відсутній
11	Збільшена кількість марок сталей для виготовлення СПЗ та трубопроводу та наведене нове рівняння для розрахунку коефіцієнта температурного лінійного розширення матеріалу	Відсутнє	Скорочений перелік матеріалів
12	Наведене рівняння взаємозв'язку між середнім арифметичним відхиленням профілю шорсткості та еквівалентною шорсткістю внутрішньої поверхні трубопроводу. Наведені невизначеності результату визначення еквівалентної шорсткості внутрішньої поверхні трубопроводу	Відсутнє	Відсутнє
13	Розширені вимоги для встановлення струминовипрямлячів та пристроїв підготовки потоку. Наведений коефіцієнт гідравлічного опору струминовипрямлячів та пристроїв підготовки потоку. Наведені вимоги для їх випробування.	Скорочений перелік вимог	Скорочений перелік вимог
14	Наведене нова вимога для вибору найменшої товщини діафрагми при відсутності її деформації.	Скорочена вимога	Скорочена вимога
15	Наведені умови для визначення $\square_e$ площинності вхідної поверхні діафрагми, яка може виникнути за рахунок її деформації, та найбільші її допустимі значення.	Відсутні	Відсутні
16	Уточнені границі застосування СПЗ	Інші границі	Інші границі
17	Введені нові уточнені рівняння для розрахунку коефіцієнта витікання СПЗ	Інші рівняння	Інші рівняння
18	Введені нові уточнені рівняння для розрахунку поправного коефіцієнта на шорсткість внутрішньої поверхні трубопроводу (діафрагми, сопло ИСА1932, еліпсне сопло)	Інші рівняння	Інші рівняння
19	Введені нові уточнені рівняння для розрахунку поправного коефіцієнта на притуплення вхідного канту отвору діафрагми	Інші рівняння	Інші рівняння
20	Введено нове уточнене рівняння для розрахунку коефіцієнта розширення газоподібного середовища для діафрагм	Інше рівняння	Інше рівняння
21	Уточнені рівняння для визначення втрат тиску на СПЗ	Інші рівняння	Інші рівняння
22	Введено нові рівняння для визначення коефіцієнта гідравлічного опору СПЗ	Відсутні	Відсутні
23	Введені нові уточнені рівняння для розрахунку невизначеностей коефіцієнтів рівняння витрати	Інші рівняння	Інші рівняння
24	Уточнені значення найменших довжин прямолінійних ділянок вимірювального трубопроводу	Інші довжини	Інші довжини
25	Змінені вимоги до округлості та циліндричності вимірювального трубопроводу	Інші вимоги	Інші вимоги
26	Збільшена кількість місцевих опорів та розширено визначення коліна та трійника	Відсутні вказані розширення переліку місцевих опорів	Відсутні вказані розширення переліку місцевих опорів

Продовження табл. 1

1	2	3	4
27	Наведені та розширені основні рівняння для визначення кількості вимірюваного середовища, як за допомогою обчислювальних пристроїв, так і за допомогою планіметрування діаграм параметрів потоку та середовища	Наведені рівняння лише для визначення кількості за допомогою планіметрування діаграм	Наведений не повний перелік рівнянь
28	Наведені рівняння для визначення витрати та кількості енерговмісту горючих середовищ	Відсутні	Наведені
29	Розширені вимоги до засобів вимірювань та їх монтажу	Наведений не повний перелік таких вимог	Наведений не повний перелік таких вимог
30	Наведена методика розрахунку витрати та кількості середовища (як для обчислювачів, так і за допомогою планіметрування діаграм параметрів потоку та середовища)	Відсутня для обчислювачів та спрощена для інших випадків	Спрощена методика
31	Наведені вимоги до безпеки та кваліфікації оператора	Відсутні	Скорочені вимоги
32	Змінено підхід щодо визначення похибок вимірювання та невизначеностей результатів вимірювань витрати та кількості речовин. Введено поняття невизначеностей результатів вимірювань витрати та кількості речовин та запропонована нова методика їх визначення	Застосовуються застарілі підходи щодо визначення похибок вимірювання. Поняття невизначеностей результатів вимірювань не застосовуються	Застосовуються застарілі підходи щодо визначення похибок вимірювання. Поняття невизначеностей результатів вимірювань не застосовуються
33	Додані та скориговані формули для розрахунку невизначеностей витрати та кількості середовища, зокрема за рахунок коливань параметрів потоку, додаткових похибок засобів вимірювання тощо	Відсутні	Відсутні
34	Наведені рівняння для розрахунку витрати сухої частини вологого газу	Відсутні	Часткові рівняння
35	Уточнені вимоги до планіметрування реалізацій параметрів потоку та середовища	Скорочені вимоги	Скорочені вимоги

1. ISO 5167 — 1:1991 (E) Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices. Part 1: Orifice plates, nozzles and Venturi tubes inserted in circular cross-section conduits running full. 2. РД 50-213. — 80 Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. — М.: Изд-во стандартов, 1982. 3. ГОСТ 8.563.1 — 97 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Диафрагмы, сопла ИСА 1932 и трубы Вентури, установленные в заполненных трубопроводах круглого сечения. Технические условия. 4. ГОСТ 8.563.2 — 97 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств. 5. ГОСТ 8.563.3 — 97 ГСИ. Изме-

рение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Процедура и модуль расчетов. Программное обеспечение. 6. ISO 5167-1:2003. Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - Part 1: general principles and requirements. 7. ISO 5167-2:2003. Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - Part 2: orifice plates. 8. ISO 5167-3:2003. Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - Part 3: Nozzles and Venturi nozzles. 9. ISO 5167-4:2003. Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full - Part 4: Venturi tubes.