

ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВІДТВОРЕННЯ ОДИНИЦІ ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ГАЗУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ УДОСКОНАЛЕНОЇ ПОРШНЕВОЇ УСТАНОВКИ

Кепещук Д. Т.

Науковий керівник – доц., к.т.н. Витвицька Л.А.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76000 м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, кафедра метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки, тел. 0988527814

e-mail: denkepe@gmail.com

The metrological analysis of the developed reference piston installation of the improved design for reproduction and measurement of a gas expense is carried out. Factors influencing the accuracy of reproduction and transmission of the volume and volume flow of gas are analyzed. Based on experimental data, the values of the components of the total uncertainty, which are associated with design deviations of the cylinder dimensions and additional effects of changes in temperature and pressure of the internal environment, are calculated. The expediency of improving the design of the reference piston installation is substantiated, as the expanded uncertainty reduced to the control reproducible volume was 0.025%.

Для забезпечення єдності вимірювань, в першу чергу, ставиться задача створення еталонів одиниць вимірюваних величин. Однією з основних і дуже важливих з економічної точки зору фізичних величин є об'єм і об'ємна витрата газу, оскільки це пов'язано з проблемами обліку газу, особливо в комунально-побутовій сфері. Тому створення високоточних засобів для відтворення, передачі і зберігання одиниць об'єму і витрати газу є актуальною задачею, яка на даний час вирішується багатьма різними методами, серед яких одним з основних є поршневий метод [1]. Принцип дії поршневих еталонних установок базується на вимірюванні переміщення поршня, що рухається в мірній ділянці трубопроводу. Було встановлено, що основним недоліком поршневих еталонних установок є наявність незгладжуваних пульсацій тиску та значні його втрати на поршнях, що впливає на стабільність відтворення витрати. Тому запропонована удосконалена конструкція поршневої установки зі спеціальними ущільнювачами та точним приводом руху поршнів, яка забезпечує відсутність перетоків газу за рахунок створення надмірного тиску мастила для переміщення поршнів.

Для встановлення доцільності розроблення удосконаленої конструкції поршневої еталонної установки здійснено її метрологічний аналіз на основі концепції невизначеності. Процедура менеджменту невизначеності проведена на основі аналізу факторів впливу на процес відтворення та передавання одиниці витрати. Складові невизначеності визначені на основі експериментально отриманих даних при випробуваннях поршневої

установки на базі державного підприємства Івано-Франківськстандартметрологія [2].

Відтворення одиниці об'єму газу забезпечується незмінністю та стабільністю геометричних розмірів циліндрів поршневих секцій. Об'ємна витрата газу є умовною похідною об'єму відносно одиниці часу і формується тільки при передаванні одиниці об'єму газу. Тому сумарна невизначеність відтворення одиниці об'єму газу залежить від невизначеності задання об'єму газу і впливу додаткових факторів, основними з яких є температура і тиск внутрішнього середовища, що приводить до зміни геометричних розмірів циліндрів, в яких рухаються поршні. Оскільки загальний об'єм витісненого мастилом газу у поршневій установці визначається з врахуванням діаметра основи та висоти кожного циліндра і роздільної здатності оптичної лінійки, за якою визначається положення поршня, то саме неточність вимірювання цих величин і впливає на невизначеність задання об'єму. Виходячи з технологічних особливостей поршневої установки, яка може мати чотири паралельно працюючі поршневі секції необхідно звернути увагу на те, що така конструкція зменшує сумарну невизначеність установки, оскільки при паралельній роботі ідентичних засобів їхня випадкова невизначеність зменшується в \sqrt{n} разів, де n – кількість одночасно працюючих паралельних одиниць. Тому розрахована сумарна невизначеність задання одиниці об'єму газу склала $1,836 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$. Невизначеність, спричинена температурним об'ємним розширенням металу, склала $5,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$. Невизначеність, спричинена впливом на розміри циліндрів надлишкового тиску до 1,6 МПа, рівна $8,9 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$.

Загальне значення сумарної невизначеності відтворення одиниці об'єму газу при тиску до 1,6 МПа склало $1,93 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$. Розширена невизначеність (при коефіцієнті охоплення, рівному 2 і при довірчій ймовірності, рівній $P = 0,95$) з приведенням до контрольного відтворюваного об'єму газу, виражена у відсотках, склала 0,025%, що свідчить про високу точність відтворення одиниці витрати, а значить, і про доцільність розроблення і впровадження поршневої установки удосконаленої конструкції.

1. Петришин І.С. Технічні аспекти створення еталонної бази для метрологічного забезпечення лічильників газу в експлуатації / І.С. Петришин, П.Я. Джочко, Т.І. Присяжнюк, В.А. Бас // Український метрологічний журнал - 2013. - №1 - С. 50—55.

2. Про науково-дослідну та дослідно-конструкторську роботу створення державного первинного еталона одиниць об'єму та об'ємної витрати газу на газовому середовищі при тиску до 1,6 МПа / І.С. Петришин П.Я. Джочко, О.А. Бас, Я.В. Безгачнюк <http://www.ifdcsm.com.ua/> - Сайт ДП «Івано-Франківськстандартметрологія».