**Петришин Ігор Степанович. Науково-методологічні та технічні засади забезпечення точності вимірювань витрати природного газу : Дис... д-ра наук: 05.11.01 – 2007**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Петришин І.С. Науково-методологічні та технічні засади забезпечення точності вимірювань витрати газу.** – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.11.01 – Прилади і методи вимірювання механічних величин. – Національний університет "Львівська політехніка", Львів, 2007.  Дисертація присвячена вирішенню важливої науково-технічної проблеми – підвищення точності та достовірності вимірювань об’єму та об’ємної витрати газу в процесі його обліку. На основі аналізу стану наукової, методологічної та технічної бази витратометрії газу встановлено, що основними чинниками, які обмежують точність обліку, є характерні властивості методів вимірювань (методичні похибки) та засобів вимірювальної техніки (інструментальні похибки). У дисертації досліджено вплив кліматичних та географічних чинників на точність вимірювання витрати газу в комунально-побутовій сфері, на основі якого розроблені аналітичні та графічні методи визначення поправкових коефіцієнтів з метою зведення виміряного об’єму газу до стандартних умов. Запропоновано методи та алгоритми ідентифікації законів розподілу похибок вимірювальних каналів державного еталона одиниць об’єму та об’ємної витрати газу, визначення метрологічних та градуювальних характеристик робочих еталонів. Встановлено залежності змін метрологічних характеристик різних типів лічильників газу від фізико-хімічних параметрів вимірювального середовища. Розроблено та впроваджено в метрологічну практику нову повірочну схему, вторинний еталон, еталони передавання, з допомогою яких забезпечена можливість передачі одиниці методом безпосереднього звіряння, а також проведення міжнародних звірень. Розроблено методи та запропоновано технічні засоби для реалізації побудинкового обліку, а також механічний коректор та вдосконалений лічильний газу з автоматичною корекцією виміряних об’ємів. На основі розробленої сертифікаційної моделі лічильників газу сформульовано концептуальні підходи до оцінки надійності та технічного рівня якості витратовимірювальної техніки, розроблена відповідна нормативна база. Основні результати роботи впроваджені в метрологічну практику для вимірювання об’єму та об’ємної витрати газу. | |
| |  | | --- | | В дисертаційній роботі на основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень стану технічних засобів та методів вимірювання механічних параметрів газоподібного середовища розроблено та впроваджено в практику методи, способи, технології, технічні засоби та нормативні документи, направлені на підвищення точності вимірювань об’єму та об’ємної витрати газу. Таким чином, вирішено науково-технічну проблему, що має надзвичайно важливе значення для забезпечення енергетичної безпеки України. При цьому отримані такі основні наукові та практичні результати:  1. На основі аналізу стану та тенденцій розвитку вимірювань об’єму та об’ємної витрати газу встановлено, що основними чинниками, які обмежують точність вимірювання, є недосконалість методів відтворення та передачі одиниць вимірювання, визначення та контролю в експлуатації метрологічних характеристик засобів вимірювання, способів приведення виміряного об’єму до стандартних умов, технологій обліку газу, а також похибки технічних засобів вимірювання. Зменшення методичних та інструментальних похибок є оптимізаційним завданням підвищення точності вимірювань об’єму та об’ємної витрати газу.  2. У результаті досліджень фізичних процесів удосконалено, порівняно із зарубіжними аналогами, математичну та метрологічну моделі створюваного державного вторинного еталона одиниць об’єму та об’ємної витрати газу на базі установки еквівалентного витіснення рідини в частині визначення чинника дії виштовхувальної сили під час зважування мастила та густини навколишнього повітря, а також введеного в експлуатацію робочого еталона на базі резервуара високого тиску в частині визначення температурних градієнтів, визначено впливові чинники на точність відтворення еталонами фізичних одиниць, які враховані у розробленні методик їх метрологічної атестації.  3. У результаті досліджень законів розподілу похибок вимірювальних каналів тиску та температури державного еталона методом побудови гістограм розподілу, визначення за їх параметрами оцінок ентропійного коефіцієнта, ексцесу та контрексцесу з використанням графіка топографічної класифікації законів розподілу встановлено ділянку нестаціонарного стохастичного процесу зміни надлишкового тиску під дзвоном, причиною якого була недосконалість конструкції пристрою стабілізації тиску в еталоні. Внесені зміни в конструкцію пристрою стабілізації тиску під дзвоном з застосуванням компенсатора виштовхувальної сили на базі «спіралі Архімеда», експериментальні дослідження якого підтвердили стаціонарність процесу зміни тиску під дзвоном внаслідок зменшення розсіювання результатів повторних вимірювань (загальний розкид даних вимірювання тиску зменшився з 0,018 кПа до 0,013 кПа) та нормальність розподілу похибок з меншим середньоквадратичним відхиленням (0,002 кПа) ніж було задекларовано під час здачі еталона в експлуатацію (0,005 кПа). Запропоновано методологію визначення та контролю метрологічних характеристик робочих еталонів об’єму та об’ємної витрати газу на базі лічильників з використанням методу дисперсійного аналізу результатів багаторазових вимірювань з метою виключення систематичної складової похибки та побудови методом найменших квадратів дійсних градуювальних характеристик з урахуванням фактора апроксимаційної залежності їх від вибраного виду, що дало можливість суттєво зменшити похибку передачі та відтворення робочими еталонами вказаних фізичних одиниць (з ±0,3% до ±0,2%).  4. Вперше встановлено залежності змін метрологічних та експлуатаційних характеристик різних типів лічильників газу від фізико-хімічних параметрів вимірювального середовища, на базі яких запропоновано опосередкований метод визначення метрологічних характеристик та діапазонів вимірювання лічильників газу в реальних умовах за робочих тисків їх експлуатації на основі проведеної метрологічної атестації на повітрі за атмосферного тиску, що підвищує точність обліку.  5. На основі досліджень впливу кліматичних та географічних чинників вперше розроблено математична модель впливу температури повітря навколишнього середовища, в якому встановлений лічильник, та висоти розміщення населеного пункту над рівнем моря на точність обліку витрати газу в комунально-побутовій сфері, що дало можливість введення поправкових коефіцієнтів на виміряний лічильником об’єм газу без необхідності вимірювання температури газу та атмосферного тиску з метою зведення об’єму до стандартних умов. Встановлено, що за умови прийняття за стандартну температуру 15 єС, втрати газо-збутових організацій від експлуатації в комунально-побутовій сфері лічильників газу без елементів температурної компенсації зменшаться на 1,7%. Таким чином актуальним є питання перегляду діючих нормативних документів (ГОСТ 2939-63) на предмет зміни номінального значення температури газу за стандартних умов і гармонізації його з нормою, прийнятою в більшості країн Європи.  6. Розроблено та впроваджено в метрологічну практику нову повірочну схему з використанням вторинних еталонів та еталонів передавання, а також методологію передачі розміру одиниць об’єму та об’ємної витрати газу від державного еталона до вторинних та робочих еталонів методом прямих вимірювань та методом безпосереднього звірення, який є найбільш точним у метрологічній практиці і дасть змогу виявити систематичні складові похибки еталонів, а також забезпечить проведення міжнародних звірень державного еталона. Виготовлено та впроваджено патентозахищений компаратор для таких звірянь на базі критичного сопла та пристрою для інжектування потоку.  7. Розроблено аналітичні (за допомогою ПЕОМ) та графічні (за допомогою номограм) методи визначення поправкових коефіцієнтів, а також запропоновано нові технічні рішення (механічний коректор та вдосконалений лічильник газу з автоматичною корекцією) для зведення виміряного лічильником об’єму газу до стандартних умов, впровадження яких дасть можливість зменшити втрати природного газу в комунально-побутовій сфері на 3-5%. Запропоновано ряд патентозахищених технічних рішень, направлених на вдосконалення еталонних витратовимірювальних установок, реалізація яких суттєво підвищить їх точність та продуктивність під час проведення градуювально-повірочних операцій.  8. Розроблено нові методи та запропоновано технічні засоби для побудинкового обліку витрати природного газу в комунально-побутовому секторі, впровадження яких дозволить здійснювати облік природного газу з нормованими, згідно з нормативними документами похибками (1% і 2%) у діапазоні вимірювання об’ємних витрат 1:1000 і ширше, що не забезпечується у даний час існуючими засобами вимірювальної техніки.  9. Сформульовано концептуальні підходи до оцінки надійності витратовимірювальної техніки, на основі яких розроблено алгоритм визначення міжповірочних інтервалів лічильників газу та їх коригування в процесі експлуатації, що ліг в основу розробленого відповідного нормативного документу з метрології. Запропоновано впровадження статистичних методів контролю якості (діаграма Паретто, причинно-наслідкова діаграма Ісікави) в процесі проектування та виробництва витратовимірювальної техніки як ефективного інструменту виявлення дефектів та відмов, які зумовлюють найбільший ризик споживача, та вироблення коригувальних заходів, направлених на запобігання дефектів або зменшення негативних наслідків для користувачів витратовимірювальною технікою.  10. На основі аналізу технічних та метрологічних характеристик лічильників газу та впливових чинників на умови їх експлуатації створено сертифікаційну модель лічильника газу, яка характеризується групуванням показників за ознаками безпеки, конструктивними, експлуатаційними, ресурсними та метрологічними ознаками і закладена в основу розроблених нормативних документів зі стандартизації технічних вимог до лічильників газу, а також методики оцінки технічного рівня якості витратовимірювальної техніки на базі методу аналізу ієрархій із застосуванням зворотньосиметричної шкали, що суттєво підвищує точність експертних оцінок показників якості та їх погодженість. | |