



УКРАЇНА

(19) UA (11) 71483 (13) A

(51) 7 G01F13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЕКСПРЕС-ПЕРЕВІРКИ ВИТРАТОМІРІВ ТА ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ

1

2

(21) 20031213263

(22) 31.12.2003

(24) 15.11.2004

(46) 15.11.2004, Бюл. №11, 2004р.

(72) Карпаш Олег Михайлович, Карпаш Максим
Олегович, Петришин Ігор Степанович, Райтер Пе-
тро Миколайович, Гончарук Микола Іванович(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ(57) Спосіб експрес-перевірки витратомірів і лічи-
льників газу, який передбачає заповнення мірної
ємності водою, контроль нижньої і верхньої межі
рівня води в мірній ємності, за різницею яких при-
ймають зразкову міру газу, вимірювання тиску і
температури, який **відрізняється** тим, що по екс-

плуатаційному трубопроводу в систему вимірю-
вання витрати і кількості газу подають через до-
сліджуваний лічильник контрольну порцію газу,
який поступово заповнює мірну ємність у міру від-
качування з неї води, що до цього була подана з
напірної ємності, до тих пір, поки рівень води в
мірній ємності не досягне нижньої межі, яку кон-
тролюють за допомогою ультразвукового рівнеміра,
після чого перекривають подачу газу через лічи-
льник і за певним алгоритмом здійснюють обчис-
лення об'ємної витрати газу, що пройшов через
лічильник за визначений час, при цьому забезпе-
чують стабільність термодинамічних параметрів
контрольованого об'єму газу в процесі вимірю-
вань.

Винахід відноситься до галузі метрології і мо-
же бути використаний для контролю і перевірки
побутових витратомірів і лічильників газу без де-
монтажу їх з місця використання з метою визна-
чення відповідності метрологічним характеристи-
кам і достовірності обліку спожитої енергії в
житлових та побутових приміщеннях.

Перевірка працездатності та точності побуто-
вої витратовимірювальної техніки полягає у визна-
ченні їх відповідності метрологічним характеристи-
кам вказаним ТУ. Працездатність лічильника
залежить від надійності всієї системи вимірювань,
що зумовлює незалежність результатів вимірю-
вань від впливових факторів, головними з яких є
температура і тиск, а також збереження працездат-
ності і заданих характеристик після дії цих
факторів.

Спосіб експрес-перевірки витратовимірювальної
техніки повинен бути універсальним, тобто засто-
совуватись для перевірки будь-якого типу лічиль-
ників при різних умовах випробування. Спосіб по-
винен здійснюватись за допомогою вимірювальної
системи, що не потребує великої кількості облад-
нання, підготовчих робіт на газопроводі і забезпе-
чував при цьому достатню точність вимірювання із
компенсацією додаткових похибок, що виникають
в процесі вимірювань.

Для контролю стану і точності турбінних ви-
тратомірів в умовах експлуатації відомий метод,
який полягає в тому, що формують високочастот-
ний вихідний сигнал турбінного витратоміра за
допомогою контролю положень лопатей ротора.
Згідно з цим методом використовують давач час-
тоти обертання якого формує імпульси при прохо-
дженні лопатями ротора зони чутливості давача.
По вихідному сигналу давача розпізнають дефекти
лічильника. А саме, відсутність однієї або декіль-
кох лопатей ротора, що може спричинити пошко-
дження підшипників ротора, та в свою чергу при-
веде до заниження оцінки витрати газу. По сигналу
давача виявляють будь-яку незбалансованість
рухомих деталей внаслідок накопичення бруду і
сторонніх часток на внутрішніх деталях витратомі-
ра, особливо на лопатях ротора. Таке забруднен-
ня може стати причиною періодичних коливань
частоти обертання ротора, що виникають внаслі-
док дії на ротор не зрівноважених сил і розширен-
ня спектра частот вихідного сигналу. Що форму-
ється датчиком при проходженні лопатей ротора.
Інформацію з давача використовують для вияв-
лення і компенсації будь-яких похибок можливих
при пульсаціях потоку газу [1]. Проте цей метод
має обмеження застосування тільки для турбінних
витратомірів внаслідок чого не придатний для екс-
прес контролю. Відомий спосіб контролю стану і

(13) A

(11) 71483

(19) UA

точності витратомірів (лічильників), що включає порівняння витрат газу за результатами окремих вимірювань в паралельних вимірювальних трубних секціях. Цей метод ґрунтується на відмінній повторюваності даних вимірювань, яку забезпечують витратоміри. Відповідно до цього методу регулярно визначають відношення витрат газу виміряних за допомогою нових витратомірів у двох паралельних вимірювальних трубних секціях. Будь-яка зміна цього відношення свідчить про погіршення робочих характеристик одного з витратомірів. Цей метод недостатньо ефективний оскільки ймовірно одночасне погіршення робочих характеристик двох паралельно працюючих витратомірів, перевірка яких здійснюється за допомогою методу з визначенням відношення витрат у двох паралельних витратовимірювальних трубних секціях. [1]. Відомий метод, що забезпечує більш точно контроль лічильника в умовах експлуатації, згідно з яким використовують систему з відкаліброваним еталонним витратоміром розташованим послідовно з досліджуванним. Система, за допомогою якої здійснюють цей метод контролю точності витратоміра, містить декілька паралельних витратовимірювальних трубних секцій із досліджуваними витратомірами і витратовимірювальну трубку секцію з еталонним витратоміром, призначену для контролю точності діючих витратомірів у процесі експлуатації. У робочому режимі вимірювальна трубна секція з еталонним витратоміром відключається, а контроль стану і точності витратомірів здійснюють методом визначення відношення витрат газу і методу формування вихідного частотного сигналу витратоміра за положенням лопатей ротора. Точність вимірювання витрати газу в трубній секції здійснюють порівнюючи результати вимірювання витрати в цій секції з результатами вимірювань в секції з еталонним витратоміром. Якщо виникає сумнів у працездатності одного з витратомірів, то цей витратомір включають послідовно з еталонним, використовуючи для цього відповідні вентилі і перевіряють його точність. Такий спосіб перевірки точності може використовуватись із стаціонарною витратовимірювальною установкою на великих газорозподільчих станціях [1]. Проте його не можливо використовувати для експрес-контролю точності побутових лічильників, внаслідок різноманітності типів лічильників з різними технічними характеристиками і умов їх вивчення.

Відомий спосіб градування та перевірки витратомірів і лічильників газу [2], який передбачає витікання газу із резервуару по випробувальній ділянці через стабілізатор тиску на досліджуваний прилад і вимірювання тиску і температури, при цьому додатково задають температурний режим досліджування при якому вимірюють температуру протягом певного проміжку часу в резервуарі та на досліджуваному приладі, і здійснюють алгоритм розрахунку витрати газу на досліджуваному приладі, який приводять до умов його градування або перевірки з коригуванням по зміні коефіцієнта стисливості газу. Спосіб, що реалізує вказана система ґрунтується на застосуванні рівняння стану газу, де є змінними температура і тиск газу за час одного вимірювання, по яких знаходять коефіцієнт

стисливості, що характеризує фізичний стан газу. Проте, коефіцієнт стисливості визначений в реальних умовах вимірювання, відрізняється від емпіричних величин, що вносять в процес вимірювання додаткову похибку, і зменшує точність контролю.

Найбільш близьким до запропонованого відомий спосіб вимірювання витрати, який заключається в тому, що в напірну ємність насосом закачують воду до досягнення рівня переливу після чого вода поступає в накопичувальну ємність. З пульту контролю та управління задається початок і кінець вимірювання, тобто верхню і нижню межі рівня води в мірній ємності при яких почнеться і закінчиться відлік часу вимірювання. Проміжок між верхньою і нижньою межами рівня води в мірній ємності приймається за зразкову міру газу, яка поступить на прилад що перевіряється. Швидкість заповнення даного проміжку регулюється з пульту контролю, куди поступає інформація з рівнеміра-дифманометра. Знаючи об'єм витісненого газу за визначений час за допомогою пульту контролю оцінюють миттєву витрату газу, що поступив на лічильник. Підвищення точності вимірювання забезпечується запровадженням корекції по температурі і тиску газу в мірній ємності. У наведеному способі газ спочатку заповнює мірну ємність, а потім в результаті витискання його водою поступає на досліджуваний лічильник. При витисканні газу з мірної ємності, він буде зазнавати стискання, а отже нагрівання. При зазначеній схемі вимірювання температура і тиск в мірній ємності і в трубопроводі на вході лічильника будуть різними. Приймаючи до уваги також, що при заповненні мірної ємності газ попередньо охолоджувався, і нелінійний характер залежності коефіцієнта стискуваності природного газу від температури, то вщонаведені причини призводять до зміни термодинамічних параметрів контрольованої порції газу, що подається на лічильник, а отже до збільшення похибки вимірювання і зниження достовірності контролю. Виміряне лічильником значення об'ємної витрати відрізняється від приведенного до стандартних умов на величину сумарної похибки, що складається із окремих похибок вимірювань [3]. Таким чином спосіб експрес-перевірки складається із послідовності дій, які містять, в першу чергу, встановлення точності вимірювання об'єму та витрати газу саме лічильником, встановлення відповідності нормативним границям допустимих значень основної похибки лічильника, що визначається як похибка стабільності, зумовлена різницею між власною похибкою лічильника внаслідок втрати належних метрологічних характеристик впродовж користування і нормованою похибкою. По-друге, точність експрес-перевірки зумовлюється врахуванням похибок визначення параметрів, що характеризують фізичний стан газу і похибок приведення до стандартних умов, що залежать від методу вимірювань і умов їх виконання.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення способу контролю лічильників, який би шляхом наближення умов перевірки до умов експлуатації за рахунок нової схеми вимірювань та введення поправок в результати вимірювань при експлуатації лічильників, отриманих в результаті

додаткових синхронних вимірювань впливових величин, дозволив зменшити додаткові похибки, завдяки чому забезпечити універсальність і точність процесу оперативної перевірки працездатності лічильників газу без їх демонтажу з місця експлуатації.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі вимірювання витрати і кількості газу, який передбачає заповнення напірної ємності водою контроль нижньої і верхньої межі рівня води в мірній ємності, за різницею яких приймають зразкову міру газу, вимірювання тиску і температури, згідно з винаходом по експлуатаційному трубопроводу в систему для вимірювання витрати і кількості газу подають через досліджуваний лічильник контрольну порцію газу, який поступово заповнює мірну ємність по мірі відкачування з неї води, яка до цього була подана із напірної ємності, до тих пір поки рівень води в мірній ємності не досягне нижньої заданої межі, що контролюють за допомогою ультразвукового рівнеміра, після чого перекривають подачу газу через лічильник і за певним алгоритмом здійснюють обчислення об'ємної витрати газу, що пройшов через лічильник при забезпеченні стабільності термодинамічних параметрів контрольованого об'єму газу в процесі вимірювань.

Завдяки тому, що накопичення контрольованого об'єму газу в мірній ємності відбувається після проходження його через досліджуваний прилад на вимірювальну схему, забезпечується відносна стабільність та керованість термодинамічних параметрів газу наступним чином. Газ, що пройшов через лічильник, заповнює порожнину мірної ємності, яка утворюється в процесі відкачування води. Тиск і температура газу при цьому дорівнюють магістральному тиску і температурі, забезпечуються постійним контролем і вимірюванням цих параметрів в мірній ємності і на виході з лічильника. Відхилення температури і тиску газу в мірній ємності від цих параметрів на виході з лічильника регулюється зміною режиму роботи насоса і витрати води з мірної ємності по сигналу керування з мікропроцесора.

Вимірювання нижньої і верхньої межі рівня води в мірній ємності ультразвуковим (УЗ) рівнеміром забезпечує високу точність зразкової міри газу, яку визначають за різницею між верхньою і нижньою межею рівня води. Швидкість УЗ-сигналу при відомій вимірній температурі у воді стала, тому зміна часу поширення УЗ імпульсу по шляху УЗ-випромінювач-поверхня води-УЗ-приймач пропорційна рівню води, що дає можливість за точно виміряним часом визначити значення рівня.

Використовуючи основне рівняння стану газу, за допомогою якого порівнюють зміну маси газу в мірній ємності з масою газу, яка протекла через

досліджуваний прилад, реалізується алгоритм розрахунку витрати газу через досліджуваний прилад:

$$Q = \frac{V_0}{\Delta t} \left(\frac{P_1}{T_1 \cdot K_1} \cdot \frac{T_2 \cdot K_2}{P_2} \right)$$

де, Q - об'ємна витрата газу;

V_0 - об'єм мірної ємності, який заповнює газ що виходить з лічильника;

Δt - час протікання газу через досліджуваний пристрій при заповненні мірної ємності;

P_1 , T_1 , K_1 - абсолютний тиск, температура і коефіцієнт стисливості газу в трубопроводі на виході досліджуваного приладу;

P_2 , T_2 , K_2 - абсолютний тиск, температура і коефіцієнт стисливості газу в мірній ємності.

Якщо в процесі вимірювань вдається забезпечити стабільність та рівність термодинамічних параметрів (тиску і температури) на досліджуваному пристрої та в мірній ємності, то множник в дужках дорівнюватиме 1.

Спосіб здійснюється наступним чином.

Спочатку напірну ємність заповнюють водою і після заповнення здійснюють її подачу в мірну ємність, далі відкривають подачу газу із експлуатаційного трубопроводу в систему вимірювань через досліджуваний лічильник. По мірі відкачування води з мірної ємності, що задається режимом роботи насоса, газ заповнює мірну ємність до моменту досягнення водою нижнього рівня. При цьому вимірюють рівень верхньої і нижньої межі в мірній ємності, проміжок між якими приймають за зразкову міру газу. Швидкість заповнення мірної ємності регулюють з пульту контролю, куди поступає інформація з УЗ рівнеміра. Одночасно вимірюють тиск і температуру на виході з лічильника і в мірній ємності. По відхиленню цих параметрів регулюють зміну режиму роботи насоса, змінюючи кількість подачі води з мірної ємності по сигналу керування з пристрою керування. Завдяки використанню УЗ рівнеміра в мірній ємності досягається належна точність отримання зразкової міри газу. За отриманими вимірними значеннями здійснюють обчислення витрати газу, що пройшов через лічильник на протязі певного часу за приведеним вище алгоритмом якщо після проведення вимірювань покази лічильника і пристрою вимірювання мають відхилення в межах заданих ТУ.

Джерела інформації:

1. Проспект фірми "Schlumberger".
2. Патент України №54463, G01F25/00. Бюл. №3, 2003р.
3. Патент України №54947, G01F25/00. Бюл. №3, 2003р.