



УКРАЇНА

(19) UA (11) 71492 (13) A

(51) 7 G01F25/00

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

(54) ПРИСТРІЙ ОПЕРАТИВНОГО ЕКСПРЕС-КОНТРОЛЮ ЛІЧИЛЬНИКІВ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

1

2

(21) 20031213285

(22) 31.12.2003

(24) 15.11.2004

(46) 15.11.2004, Бюл. № 11, 2004 р.

(72) Карпаш Олег Михайлович, Карпаш Максим Олегович, Петришин Ігор Степанович, Райтер Петро Миколайович, Гончарук Микола Іванович

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(57) Пристрій оперативного експрес-контролю лічильників природного газу, що містить ємність (резервуар), випробувальну ділянку, вимірювачі тиску і температури, мікропроцесорний блок (обчислювач), який відрізняється тим, що додатково містить другу ємність, причому одна ємність розрахована на низький тиск (ЄНТ), друга - на висо-

кий (ЄВТ), чотири електромагнітні клапани (ЕМК), з'єднані із мікропроцесорним блоком, компресор-вакуумметр, на вході і виході якого встановлені давачі тиску, при цьому вхід ЄНТ з'єднаний із першим ЕМК, вхід якого з'єднаний із виходом досліджуваного лічильника, вихід ЄНТ з'єднаний із другим ЕМК, вхід якого з'єднаний із компресором-вакууметром, що своїм виходом через третій ЕМК з'єднаний із входом ЄВТ, на виході якої встановлений четвертий ЕМК, що своїм вихідним патрубком з'єднаний із другим приладом-споживачем газової енергії, до того ж давачі тиску і температури, встановлені на початку випробовуваної ділянки, а також в ємностях ЄВТ та ЄНТ, з'єднані із мікропроцесорним блоком.

Винахід відноситься до галузі метрології, а саме, до пристроїв діагностики і контролю витрато-вимірювального обладнання, і може використовуватись промисловими підприємствами або комунальними господарствами для оперативної перевірки працездатності та точності побутових лічильників газу в умовах його експлуатації без демонтажу з місця використання, з метою визначення достовірності обліку спожитого природного газу і відповідності лічильника його метрологічним характеристикам.

Достовірність обліку газу зумовлюється, в першу чергу, точністю вимірювання об'єму та витрат газу лічильниками, тобто відповідністю встановленим нормам точності і вимогам, яким повинні задовольняти засоби вимірювань (ЗВ). Точність ЗВ нормується границею допустимих значень основної похибки, яка для прецизійних витратомірів становить менше $\pm 0,5\%$, точних - від $\pm 0,5$ до $\pm 1,8\%$, нижчої точності - більше $\pm 1,0\%$. Важливою вимогою, особливо для побутових лічильників, є вимога "достатньої" нижньої межі вимірювань, при якій ведеться достовірний облік газу з нормованою похибкою при мінімальній витраті споживача. Це мінімальне значення повинно в 3-5 разів перевищувати поріг чутливості ЗВ. Контроль працездатності і точності побутових лічильників полягає у

визначенні їхньої відносної похибки і відповідності її значення вказаному в ТУ. Працездатність лічильника характеризується також відповідністю показнику відмов, що регламентується в технічному завданні. Відмови для витрато-вимірювальних засобів класифікуються за їх фізичною суттю і поділяються на механічні, зумовлені порушенням роботоздатності механічних елементів лічильників; електричні зумовлені виходом довільної методологічної характеристики за межі встановленого допуску. Працездатність лічильника залежить від надійності функціонування всієї системи і від того настільки кожна із видів відмов знаходиться в межах регламентованих значень. Вимогою для витрато-вимірювальної техніки є також незалежність результатів вимірювань від факторів впливу і збереження працездатності і заданих характеристик після дії цих факторів.

Проте, в процесі експлуатації точність і надійність газовимірювального обладнання зменшується внаслідок їх відмови, плинності метрологічних характеристик та несанкціонованого втручання в їх роботу. На достовірність вимірювань впливає також зміна фізичного стану газу в залежності від багатьох факторів: абсолютного тиску в середовищі витратоміра, який у свою чергу залежить від

(13) A

(11) 71492

(19) UA

тиску в конкретних умовах експлуатації витратоміра; сезонні зміни температури, залежить від висоти розташування точки вимірювань над рівнем моря. Так, із зміною температури на 1°C його об'єм змінюється на 0,34%, а при зміні тиску на 100Па, об'єм змінюється на 0,1% при незмінній масовій витраті газу, що повинно бути враховано лічильником при вимірюванні і обліку спожитого газу. Неврахування цього факту приводить до відхилення дійсного об'єму спожитого газу порівняно з показами лічильників на 3,06%.

До того ж, оскільки приведена до стандартних умов об'ємна витрата газу визначається як добуток об'ємної вимірної лічильником витрати на густину газу за робочих умов приведений до густини газу за стандартних умов, а густина, у свою чергу, залежить від багатьох комплексних параметрів, то неврахування цих факторів викликає метрологічну відмову лічильника, зумовлену виходом метрологічних характеристик за межі встановлених допусків і, як наслідок, призводить до недостовірного обліку.

Відома еталона установка соплового типу для випробувань основних метрологічних характеристик лічильників газу [1], яка складається із пристрою, що випробовується (лічильник або витратомір), сопла, джерела витрати, дроселя. Принцип дії установки полягає у створенні за допомогою сопла, через яке протікає потік газу, що задається генератором витрати, надкритичного перепаду тиску. В такому випадку швидкість потоку в найвужчому місці сопла встановлюється рівною до швидкості звуку, що забезпечує надзвичайно високу стабільність витрати. Контрольний об'єм обчислюють як добуток поточної витрати газу, що протікає через сопло, на час вимірювань. За різницею показів лічильника та контрольним об'ємом, що пройшов через лічильник, визначають похибку приладу. Для отримання різних величин витрат при повірці використовують відповідну кількість різних сопел або дроселюванням досягають тієї ж мети. Установка використовується для градування та повірки витратомірів та лічильників для точного відтворення і вимірювання об'єму та об'ємної витрати. Проте, вузький діапазон витрат газу, необхідність наявності окремого сопла для кожної витрати обмежує можливість установки і не дозволяє її використовувати для контролю лічильників без їх демонтажу з місця використання. До того ж, основним джерелом похибок соплових установок є значний градієнт тиску і масообмінні процеси в застійних зонах між соплом й трубопроводом, що викликають пульсації вимірюваного сигналу. Крім того установка не враховує факторів впливу: кліматичних, географічних, та таких які змінюють фізичний стан газу в момент вимірювання, що спотворює достовірність обліку.

Відома установка з робочими еталонами, що складається із вірцевого пристрою, джерела витрати, регульовального клапану, дроселя та пристрою, що повіряється. Принцип дії установки полягає у виділенні із потоку газу, що задається джерелом витрати, за допомогою вірцевого пристрою контрольний об'єм газу. За різницею показів лічильника, з врахуванням відповідних поправок щодо температури та тиску, визначають

похибку лічильника. Особливістю цих установок є невисока точність відтворення об'єму та об'ємних витрат, зумовлена похибками вірцевих пристроїв. Як вірцеві пристрої використовують роторні та мембранні лічильники газу спеціально атестовані як вірцеві. Характер зміни кривої похибок цих лічильників залежить від витрати і зумовлений конструктивними похибками, що особливо позначаються на мінімальних витратах [2]. З вищевказаного випливає, що ці установки не придатні для експрес-контролю побутових лічильників для визначення його метрологічних характеристик, оскільки на мінімальних витратах газу споживачами результати вимірювань будуть недостовірними.

Відомий пристрій для контролю та технічної діагностики промислових лічильників газу в експлуатації УНТ [3].

Принцип дії приладу побудований на методі змінного перепаду тиску з використанням усереднювальних напірних трубок. Пристрій складається із двох первинних перетворювачів (окремих спарених напірних трубок) та первинного перетворювача температури. Така конструкція дозволяє вимірювати значення трьох величин, що необхідні для визначення витрати газу: перепад тиску (порційний середній швидкості потоку), абсолютний або надлишковий тиск і температуру газу. Метрологічною характеристикою пристрою є градувальний коефіцієнт, який характеризує відношення середньовитратної швидкості потоку до швидкості, що визначається за значеннями перепаду тиску.

Пристрій дозволяє оперативно вимірювати витрату безпосередньо на діючому газопроводі з метою оцінки працездатності засобу вимірювання і діагностування щодо можливості подальшої експлуатації.

Проте, конструкції властива обмежена точність і швидкодія. Інерційність зростає із збільшенням довжини трубок, що з'єднуються із дифманометром. Похибка може лежати у досить широких межах в залежності від стану напірних трубок. Тому облік спожитого газу цим пристроєм можна вважати недостатньо достовірним.

Найбільш близьким до запропонованого виходу є відомий пристрій для градування та перевірки витратомірів і лічильників газу [4], який складається із зразкового резервуару (ємності) і випробовуваної ділянки, що містить досліджуванний прилад, стабілізатор тиску, пристрій задавання температури газу перед досліджуванним приладом та обчислювач. Принцип дії пристрою побудований на визначенні об'ємної витрати газу на досліджуваному приладі і приведенні до умов його градування шляхом фіксації значень температури і тиску перед ним і в зразковому резервуарі на протязі вибраного проміжку часу і коригуючи при цьому значення коефіцієнта стисливості газу стосовно умов в резервуарі і перед досліджуванним приладом.

Пристрій забезпечує розширення сфери застосування, оскільки дає можливість здійснювати градування і перевірку приладів як на реальному природному газі, так і на будь-якому газі, для якого відомі табличні значення коефіцієнта стисливості.

Разом з тим, цей пристрій не можливо застосувати для оперативного контролю точності і пра-

цездатності побутових лічильників без демонтажу на місці експлуатації, оскільки алгоритм розрахунку витрати газу, задіяний в цьому пристрої, з приведенням до умов градування, не враховує змін фізичного стану газу в процесі роботи лічильника, які залежать від багатьох факторів впливу.

Принцип дії пристрою полягає у визначенні об'єму газу що пройшов через лічильник і вимірюванні температури і тиску протягом деякого часу і по цих значеннях розраховують коефіцієнт стисливості, а відтак і об'ємну витрату. Але для оперативного контролю лічильників необхідні вимірювання у реальному часі і з певними значеннями тиску і температури, що характеризують фізичний стан газу саме в цей вимірювальний проміжок часу, і саме в цій географічній точці. Крім того, схема відтворення об'ємної витрати цим пристроєм побудована на безпосередньому порівнянні значень витрати отриманих у зразковому резервуарі витрати і на досліджуваному лічильнику. Проте, для оперативного контролю на місці встановлення лічильника така схема вимірювань не може бути застосована, оскільки між випробовуваною ланкою, що відтворює приведену до стандартних умов об'ємну витрату і досліджуваним лічильником, розташований прилад, що споживає енергію газу, достовірність витрати якого необхідно встановити.

Задача, що ставилось при створенні винаходу вдосконалити пристрій оперативного контролю лічильників, який би шляхом отримання якомога точніших величин об'єму газу стосовно приведених, із врахуванням впливових факторів, що змінюють фізичний стан газу в реальних умовах експлуатації, дозволив встановити відповідність лічильника його метрологічним характеристикам, точність вимірюваної ним об'ємної витрати газу, що забезпечить достовірний облік спожитої енергії безпосередньо на діючому газопроводі, без демонтажу лічильника з місця експлуатації.

Поставлена задача вирішується тим, що у пристрій оперативного контролю лічильників, що включає ємність, випробовувальну ділянку, вимірювачі тиску і температури, обчислювач (мікропроцесорний блок) згідно з винаходом додатково введено другу ємність, причому одна ємність розрахована на низький тиск (ЄНТ), друга - на високий (ЄВТ), чотири електромагнітні клапани, компресор-вакуумметр, на вході і виході якого встановлені з'єднані з мікропроцесорним блоком давачі тиску, при цьому вхід ЄНТ з'єднано із першим електромагнітним клапаном, вхід якого сполучений із трубопроводом від досліджуваного приладу, значення витрати якого треба перевірити, вихід ЄНТ з'єднаний із другим електромагнітним клапаном, вхід якого сполучений із компресором - вакууметром, що своїм виходом через третій клапан з'єднаний із входом ЄВТ, на виході якого встановлений четвертий клапан, що своїм вихідним патрубком з'єднаний із другим приладом (газовий пальник). Давачі тиску і температури, встановлені на початку випробовувальної ділянки в ємностях ЄВТ і ЄНТ, а також клапани, встановлені на вході і виході ЄНТ та на виході ЄВТ, з'єднані із мікропроцесорним блоком.

Наявність у пристрої двох ємностей високого і низького тиску дає можливість за допомогою певного рівняння стану газу порівняти зміну маси газу, яка протекла через випробовувану ділянку, з масою газу, що протекла через досліджуваний прилад (лічильник), із врахуванням змін температури і тиску, що змінюють фізичний стан газу.

Введення компресора-вакуумметра дозволяє уникнути пульсацій вимірюваного газу при заповненні ємності ЄНТ з виходу досліджуваного лічильника. В такий спосіб газ під магістральним тиском заповнює ЄНТ, а тому зменшується його температура, що може вплинути на результати вимірювань і викликати похибку.

Введення у вимірювальну схему пристрою давачів тиску і температури, з'єднаних із мікропроцесорним блоком, дозволяє вводити поправки у зміни фізичного стану газу при обчисленні приведенного до стандартних умов об'єму, що забезпечить достовірність встановлення метрологічних характеристик лічильника і достовірність обліку спожитої енергії.

Введення електромагнітних клапанів дозволяє автоматизувати процес вимірювання.

На кресленні зображена блок-схема пристрою для оперативного контролю працездатності та точності лічильників, який містить дві ємності об'ємом 4-10л., одна з яких ємність 1 високого тиску, розрахована на тиск всередині до 0,5МПа, друга ємність 2 низького тиску, розрахована на тиск газової магістралі до 0,1МПа; давачі 3, 4, 5 температури, давачі 6, 7, 8, 9, 10 тиску, компресор-вакуумметр 11, клапани електромагнітні 12, 13, 14, 15, блок мікропроцесорний (МП) 16 для збору, обробки інформації з давачів, виконання розрахунків, та керування процесом вимірювання. Вхід ємності низького тиску (ЄНТ) 2 з'єднаний із електромагнітним клапаном (ЕМК) 15, вхід якого сполучений при експлуатації пристрою із приладом, що споживає енергію газу (наприклад, газовий лічильник побутової газової плити), витрату якого треба виміряти щоб встановити достовірність обліку спожитої енергії досліджуваним лічильником. Вихід ємності низького тиску 2 з'єднаний із ЕМК 14, вхід якого сполучений із компресором 11. Вихід компресора через ЕМК 13 з'єднаний із входом ємності високого тиску (ЄВТ) 1, на виході якого встановлений ЕМК 12, що своїм вихідним патрубком під'єднаний до другого приладу - споживача енергії газу, наприклад, газового пальника плити.

Пристрій працює наступним чином.

Через відкрити кран газового пальника (або інший прилад споживання енергії газу, на кресленні не показано), а також при відкритому ЕМК 15 газ із магістралі, попередньо пройшовши через досліджуваний лічильник, заповнює ємність ЄНТ 2, внаслідок чого тиск в ємності встановлюється рівним тиску газової магістралі. При цьому давач тиску 10 і давач температури 5 вимірюють значення абсолютного тиску і температури на досліджуваній ділянці, а давач тиску 9 і температури 4 дають інформацію про абсолютний тиск і температуру на початку витікання газу з ємності ЄНТ 2 і про момент наповнення ємності газом. Після наповнення ЄНТ 2, мікропроцесорний блок 16 по сигналу давачів 4, 5, 9, 10 дасть команду на

ЕМК 15, який перекриє доступ газу в ЄНТ 2 і одночасно з цим відкриє ЕМК 14, через який газ компресором-вакууметром 11 перекачується в ємність ЄВТ 1 через зворотній клапан 13, що пропускає газ тільки в одному напрямку - на вихід з компресора.

Після спорожнення ємності 2, що буде зафіксовано давачами тиску 8 і 9, сигнал з яких надійде до МП 16, який в свою чергу дасть команду на закриття клапану ЕМК 14 і одночасно на відкриття клапану ЕМК 15, який пропустить нову порцію газу через лічильник, в ємність ЄНТ 2 і випробовувану ділянку. Цикл повторюється до досягнення в ємності ЄВТ 1 тиску, що дорівнює 0,3-0,4МПа. На протязі усього процесу вимірювання в ЄВТ 1 постійно контролюється абсолютний тиск і температура давачами 6 і 5 відповідно. В такий спосіб отримують ряд значень тиску і температури, що характеризують роботу лічильника. На підставі точної величини об'єму ємності ЄНТ 2 і виміряних за певний проміжок часу ряду значень тиску і температури, завдяки чому вводять поправки у зміни фізичного стану газу, мікропроцесорний блок 16 за певним алгоритмом обчислює об'єм газу, приведений до стандартних умов, що пройшов через

досліджуваний лічильник при тиску і температурі в газовій магістралі, виміряних давачами 10 і 5 відповідно.

Лічильник вважають таким, що відповідає вимогам ТУ або Держстандарту, якщо різниця в показах лічильника і об'ємній витраті, виміряній і обчисленій за допомогою запропонованого пристрою не перевищує значень, що наведені в ТУ на лічильник.

Перелік посилань

1. РД 50-213-80. Правила измерения расходов газов и жидкостей стандартными устройствами. - М.: изд-во стандартов, 1982

2. Вимірювання витрати та кількості газу і нафтопродуктів: Матеріали третьої всеукраїнської науково-технічної конференції. "Витратометрія 2003" - Івано-Франківськ, Факел, 2003 р.

3. Експрес контроль та технічна діагностика промислових лічильників газу в експлуатації -І.С. Петришин, Я.В. Безгачнюк, О.Є. Середюк, М.В. Кузь, Б.І. Прудніков, А. Г. Безтелесний. - Журнал "Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ" №

4. Патент України №54463 G01F25/00, Бюл. №3, 2003р.

