



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **39467** (13) **U**
(51) МПК (2009)
G01N 9/00
G01N 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ГУСТИНИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

1

(21) u200812118

(22) 13.10.2008

(24) 25.02.2009

(46) 25.02.2009, Бюл.№ 4, 2009 р.

(72) КУПЧАК ВОЛОДИМИР РОМАНОВИЧ, UA,
ВЛАСЮК ЯРОСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ, UA, ЦЬОМИК
ВАДИМ ПЕТРОВИЧ, UA, ПРУДНІКОВ БОГДАН
ІВАНОВИЧ, UA, БЕСТЕЛЕСНИЙ АНДРІЙ ГРИГО-
РОВИЧ, UA, КОЛЯДЖИН ІГОР МАТВІЙОВИЧ, UA,
СЕРЕДЮК ОРЕСТ ЄВГЕНОВИЧ, UA

(73) КУПЧАК ВОЛОДИМИР РОМАНОВИЧ, UA,
ВЛАСЮК ЯРОСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ, UA, ЦЬОМИК
ВАДИМ ПЕТРОВИЧ, UA, ПРУДНІКОВ БОГДАН
ІВАНОВИЧ, UA, БЕСТЕЛЕСНИЙ АНДРІЙ ГРИГО-
РОВИЧ, UA, КОЛЯДЖИН ІГОР МАТВІЙОВИЧ, UA,
СЕРЕДЮК ОРЕСТ ЄВГЕНОВИЧ, UA

(57) Пристрій для вимірювання густини природного газу, що включає трубопровідну систему подачі газу, обладнану регулювальною апаратурою і засобами вимірювання параметрів газу, який **відрізняється** тим, що трубопровідна система подачі газу складається з двох випробувальних ділянок - вхідного трубопроводу високого/середнього тиску та трубопроводу середнього/низького тиску, перша

2

із яких обладнана регулювальною апаратурою в складі клапана-відсікача, фільтра і регулятора тиску, встановлених послідовно перед соплом Вентурі критичного витікання, що встановлене на стикуванні трубопроводів високого/середнього і середнього/низького тиску разом з засобами вимірювання параметрів тиску і температури на ділянці трубопроводу перед соплом Вентурі, а друга обладнана роторним лічильником газу з перетворювачем обертів ротора в імпульсні сигнали, коректором об'єму/об'ємної витрати газу і засобами вимірювання параметрів тиску і температури на ділянці трубопроводу перед роторним лічильником і випускним краном, встановленим після лічильника, при цьому всі засоби вимірювання і регулювальна апаратура зв'язані з електронною інформаційно-вимірювально-керуючою системою і разом з нею скомпоновані в переносній шафі/валізі, крім того, вхідний трубопровід високого/середнього тиску на вході і трубопровід середнього/низького тиску на виході оснащені штуцерами для під'єднання приладу гнучкими шлангами до діючого трубопроводу в місці вимірювання.

Корисна модель відноситься до галузі вимірювальної техніки, зокрема до вимірювання густини газів і може застосовуватися для вимірювання густини природного газу на будь-яких ділянках трубопровідної газотранспортної та розподільної систем високого і середнього тисків.

Відомий газовий густиномір GD402, розроблений корпорацією ЙОКОГАВА для вимірювання густини газу з використанням явища, за якого резонансна частота тонкоплівкової циліндричної посудини коливається в залежності від густини газу, що оточує циліндричну посудину, при цьому якщо на одну і ту ж циліндричну посудину діють частоти двох типів і вимірюється різниця частот, густину вимірюють без застосування збудження, оскільки вимірювання частоти є функцією густини. [Yokogawa Electric Corporation. GS 11T3E1-01E, 1-е изд. - Февраль 1998. YG].

Проте цей прилад є суттєво вартісним і малодоступним, потребує окремого живлення газом для калібрування нульової точки і окремого живлення газом для калібрування даних в діапазоні вимірювань, що пов'язано з додатковими затратами.

Найбільш близький до корисної моделі, що заявляється, є спосіб вимірювання густини газу з використанням обладнання, що включає трубопровідну систему подачі газу, регулювальну апаратуру і засоби вимірювання параметрів газу, при цьому спосіб здійснюють за результатами одночасних вимірювань параметрів газу і витрати/об'єму газу за стандартних умов методом змінного перепаду тиску на усереднюючій напірній трубі/соплі і методом вимірювань витрати/об'єму газу із застосуванням лічильників газу і обчислюють густину газу з використанням математичної моделі залеж-

U
(13)

39467
(11)

UA
(19)

ності густини газу від параметрів тиску, температури і коефіцієнта стисливості газу, вимірюваних за певних умов, за заданим алгоритмом, де обчислення результатів вимірювань здійснюють електронною інформаційно-вимірювально-керуючою системою [Спосіб вимірювання густини газу, G01N7/00, Патент України на корисну модель №31921, Бюл. №8, 2008].

Проте для застосування цього способу не передбачено відповідного пристрою для його здійснення, тому використовують обладнання, що включає трубопровідну систему подачі газу, регулювальну апаратуру і засоби вимірювання параметрів газу, які кожного разу пристосовують до відповідної трубопровідної системи, де проводять заміри. Це складає певні труднощі і звужує об'єм використання способу.

В основу корисної моделі поставлено задачу винайдення простого і надійного пристрою для здійснення способу вимірювань густини природного газу, який може бути адаптований до будь-якої діючої трубопровідної системи подачі газу шляхом передбачення в пристрої випробувальних трубопровідних ділянок, регулювальної апаратури і засобів вимірювання параметрів газу, скомпонованих разом з електронною інформаційно-вимірювально-керуючою системою в переносну шафу/валізу забезпечити можливість оперативного вимірювання густини газу шляхом її обчислення електронною інформаційно-вимірювально-керуючою системою за результатами одночасних вимірювань параметрів газу (тиску і температури), об'єму/об'ємної витрати газу на соплі Вентурі критичного витікання і об'єму/об'ємної витрати газу із застосуванням роторного лічильника газу - методом ітерації показів вимірювань з використанням математичної моделі за заданим алгоритмом ЕОМ з забезпеченням необхідної точності вимірювань в межах допустимої величини похибки.

Поставлена задача корисної моделі виконується тим, що в пристрої для здійснення способу вимірювання густини газу, котрий включає трубопровідну систему подачі газу, обладнану регулювальною апаратурою і засобами вимірювання параметрів газу, а трубопровідна система подачі газу складається з двох випробувальних ділянок - вхідного трубопроводу високого/середнього тиску та трубопроводу середнього/низького тиску, перша із яких обладнана регулювальною апаратурою в складі клапана-відсікача, фільтра і регулятора тиску, встановлених послідовно перед соплом Вентурі критичного витікання, що встановлене на стикуванні трубопроводів високого/середнього і середнього/низького тиску разом з засобами вимірювання параметрів тиску і температури на ділянці трубопроводу перед соплом Вентурі, а друга - обладнана роторним лічильником газу з перетворювачем обертів ротора в імпульсні сигнали, коректором об'єму/об'ємної витрати газу з засобами вимірювання параметрів тиску і температури на ділянці трубопроводу перед лічильником і випускним краном, встановленим після лічильника, при цьому всі засоби вимірювання і регулювальна апаратура пов'язані з електронною інформаційно-вимірювально-керуючою системою і разом з нею

скомпоновані в переносній шафі/валізі, а також за рахунок того, що вхідний трубопровід високого/середнього тиску - на вході і трубопровід середнього/низького тиску - на виході споряджені штуцерами для під'єднання приладу гнучкими шлангами до діючого трубопроводу в місці вимірювання.

Саме завдяки запропонованому рішенням маємо можливість здійснювати вимірювання густини природного газу за результатами одночасних вимірювань параметрів газу, об'єму/об'ємної витрати на соплі Вентурі критичного витікання, об'єму/об'ємної витрати газу із застосуванням роторного лічильника, при цьому обчислення густини природного газу здійснюють з використанням визначеної математичної моделі за заданим алгоритмом за допомогою електронної інформаційно-вимірювально-керуючої системи, з якою ув'язані всі засоби вимірювання і регулювальна апаратура, що зручно скомпоновані в переносну шафу/валізу. Це робить пристрій мобільним і уможливорює вимірювання на будь-якій ділянці діючої газотранспортної та розподільної системи, де технічно можливе підключення пристрою за допомогою гнучких вхідного і вихідного шлангів.

Отже сукупністю запропонованих суттєвих ознак пристрою маємо достатнє і комплексне рішення поставленої задачі корисної моделі.

Суть запропонованого пристрою пояснюється кресленням.

На Фіг. схематично наведено Пристрій для вимірювання густини природного газу.

Пристрій складається з трубопровідної системи подачі газу, яка включає дві випробувальні ділянки - вхідний трубопровід високого/середнього тиску 1 та трубопровід середнього/низького тиску 2, перша (1) із яких обладнана регулювальною апаратурою в складі клапана-відсікача 3, фільтра 4 і регулятора тиску 5, встановлених послідовно перед соплом Вентурі критичного витікання 6, що встановлене на стикуванні трубопроводів високого/середнього (1) і середнього/низького (2) тиску разом з засобами вимірювання параметрів тиску 10 і температури 11 на ділянці 15 трубопроводу (1) перед соплом Вентурі (6), а друга (2) - обладнана роторним лічильником газу 7 з перетворювачем обертів ротора в імпульсні сигнали 8, коректором об'єму/об'ємної витрати газу 9, і засобами вимірювання параметрів тиску 12 і температури 13 на ділянці 16 трубопроводу (2) перед лічильником (7) та випускним краном 14, встановленим після лічильника (7), при цьому всі засоби вимірювання і регулювальна апаратура пов'язані з електронною інформаційно-вимірювально-керуючою системою 17 і разом з нею скомпоновані в переносній шафі/валізі 18, крім того вхідний трубопровід високого/середнього тиску (1) - на вході і трубопровід середнього/низького тиску (2) - на виході споряджені штуцерами, 19 і 20 відповідно, для під'єднання пристрою гнучкими шлангами до діючого трубопроводу в місці вимірювання.

Пристрій для здійснення способу вимірювання густини природного газу працює наступним чином.

Для здійснення вимірювань за допомогою штуцерів 19 і 20 під'єднують гнучкими шлангами

пристрій до діючого трубопроводу подачі природного газу, де необхідно визначити густину газу. При цьому вхідний клапан-відсікач 3 і випускний кран 14 закриті. З підключенням приладу до газопровідної системи ЕОМ 17 дає команду на їх відкриття. При протіканні газу по трубопроводі високого або середнього тиску 1 тиск газу знижується до середнього або низького тиску, відповідно, регулятором тиску 5 і, проходячи через сопло Вентурі 6, із заміром параметрів тиску і температури приладами 10 і 11 та передачею показів на ЕОМ 17, поступає на другу випробувальну ділянку трубопроводу середнього/низького тиску 2, де вимірюють тиск і температуру газу засобами вимірювання 13 і 12 відповідно, об'єм/об'ємну витрату роторним лічильником 7 і за допомогою перетворювача обертів ротора в імпульсні сигнали 8 передають на ЕОМ 17.

Таким чином, газ проходить через два вимірювальні пристрої об'єму/об'ємної витрати, один з яких сопло Вентурі 6, а другий - роторний лічильник газу 7 з перетворювачем швидкості обертання ротора в електричні імпульсні сигнали 8.

При протіканні газу через сопло Вентурі 6 останнє перетворює потік газу в критичний режим витікання, а при протіканні через лічильник газу 7 оберти роторів перетворювачем швидкості обертів ротора в імпульсні сигнали 8, при цьому необхідна об'ємна витрата і необхідний тиск газу забезпечуються регулятором тиску 5.

Оскільки величина об'єму/об'ємної витрати газу вимірюваної соплом Вентурі критичного витікання є функцією густини газу, а вимірюваної лічильником - не є такою, то різниця, яка виникає при цих вимірюваннях двома методами може бути спричинена тільки неправильним введенням величини густини в одному з цих методів. При однакових результатах вимірювань, ця величина густини відповідає дійсному значенню в межах похибки вимірювань.

Таким чином, вимірюючи

- об'єм/об'ємну витрату за робочих умов Q і температуру та тиск газу перед лічильником коефіцієнт зведення до стандартних умов $K_{пр}$ по лічильнику:

$$K_{пр} = \frac{P_2 \cdot T_{ст}}{T_2 \cdot P_{ст} \cdot K_2}$$

де P_2 , T_2 - відповідно значення тиску та температури перед лічильником,

K_2 - коефіцієнт стисливості газу;

- тиск та температуру газу на соплі Вентурі критичного витікання, враховуючи градувальний

коефіцієнт сопла Вентурі $A_{рп}$, коефіцієнт зведення до стандартних умов по соплу $K_{пр1}$:

$$K_{пр1} = \frac{P_1 \cdot T_{ст}}{T_1 \cdot P_{ст} \cdot K_1}$$

де $T_{ст}=293,15^\circ K$ і $P_{ст}=101325 Pa$,

K_1 - коефіцієнт стисливості газу.

За допомогою інформаційно-вимірювально-керуючої системи 17 обчислюють значення густини природного газу в трубопроводі за стандартних умов з використанням математичної моделі шляхом ітерації результатів вимірювання об'єму/об'ємної витрати газу зведеної до стандартних умов двома методами з можливістю програмування ітераційної похибки і часу усереднення об'ємної витрати за алгоритмом

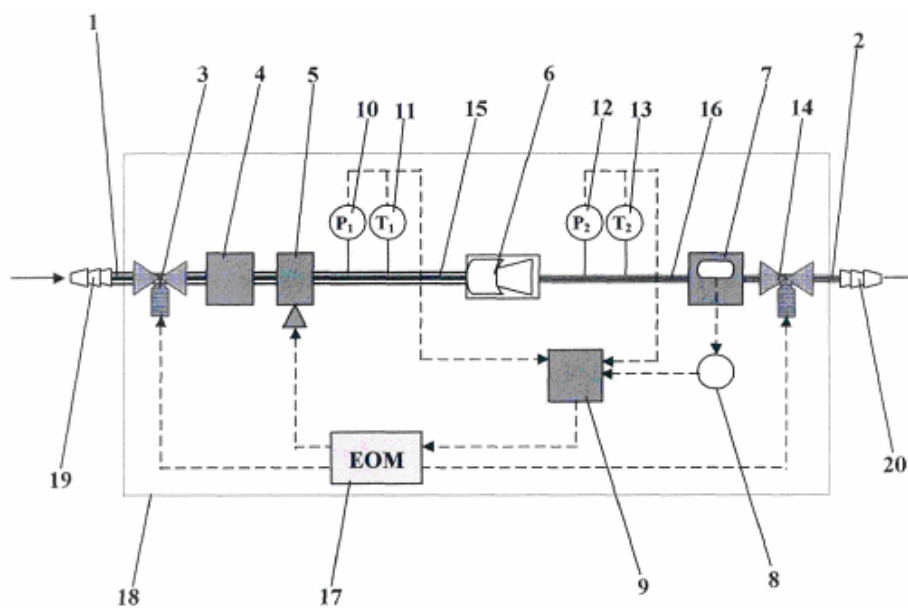
$$\rho_c = \frac{A_{рп}^2 \cdot P_1 \cdot K_{пр1} \cdot 1296 \cdot 10^6}{Q^2 \cdot K_{пр}^2}$$

де ρ_c - густина газу за стандартних умов, $A_{рп}$ - градувальний коефіцієнт сопла (коефіцієнт $A_{рп}$ можна визначити також по ІСО 9300 "Вимірювання витрати газу з використанням сопел Вентурі критичного витікання"), P_1 - тиск газу перед соплом Вентурі.

Після завершення вимірювань припиняється доступ газу із діючого газопроводу високого чи середнього тиску, шляхом автоматичного спрацювання клапана-відсікача газу 3 за командою ЕОМ, одночасно стравлюються залишки газу з пристрою через випускний клапан 14 в газопроводі відповідно середнього або низького тисків. Від'єднуються гнучкі шланги від штуцерів 19 і 20 і пристрій завдяки компонуванню у переносній шафі/валізі готовий для переносного використання в іншому місці.

Пристрій також, може бути використаний і для постійного режиму вимірювання густини газу. При цьому ЕОМ здійснює контроль тиску газу P_2 перед лічильником і при виході значень величини тиску за допустимі межі спрацьовує клапан-відсікач 3.

Пристрій для здійснення способу вимірювання густини природного газу дозволяє вимірювати густину газу шляхом її обчислення електронною інформаційно-вимірювально-керуючою системою за результатами одночасних вимірювань параметрів газу (тиску і температури) і об'єму/об'ємної витрати газу на соплі Вентурі критичного витікання і об'єму/об'ємної витрати газу із застосуванням роторного лічильника газу методом ітерації показів вимірювань з використанням математичної моделі за заданим алгоритмом ЕОМ з забезпеченням необхідної точності вимірювань в межах допустимої величини похибки.



Фіг.