



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **78256** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
G01N 7/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 11110	(72) Винахідник(и): Прокопів Ігор Богданович (UA), Прудніков Богдан Іванович (UA), Цьомик Вадим Петрович (UA), Власюк Ярослав Михайлович (UA), Кушніров Леонід Ігорович (UA), Шульга Віталій Анатолійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 24.09.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.03.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.03.2013, Бюл.№ 5	(73) Власник(и): Прокопів Ігор Богданович, вул. Микитина, 11, с. Угорники, Івано-Франківська обл., 76492 (UA), Прудніков Богдан Іванович, вул. Карпатська, 14, кв. 69, м. Івано-Франківськ, 76019 (UA), Цьомик Вадим Петрович, вул. Пасічна, 1, кв. 55, м. Івано-Франківськ, 76019 (UA), Власюк Ярослав Михайлович, вул. Л. Руденко, 13, кв. 106, м. Київ, 02140 (UA), Кушніров Леонід Ігорович, вул. Наумова, 37, кв. 32, м. Київ, 03164 (UA), Шульга Віталій Анатолійович, вул. Кармелюка, 14, м. Долина, Івано-Франківська обл., 77500 (UA)

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ГУСТИНИ ГАЗУ ПРУДНІКОВА-ЦЬОМИКА З КОРЕКЦІЄЮ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ

(57) Реферат:

Спосіб вимірювання густини газу включає вимірювання густини газу пристроєм Пруднікова-Цьомика з проведенням попереднього калібрування пристрою за результатами 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, яке здійснюють шляхом пропускання чистого азоту через густиномір на кількох витратах в межах від 0,35 до 0,9 м³/год. та на різних абсолютних тисках перед звужуючим пристроєм в межах робочого тиску густиноміра з заданими дискетами з наступним здійсненням порівняльних обчислень густини газу за заданим алгоритмом електронною інформаційно-вимірювально-керуючою системою в умовах реальних вимірювань з попередньо прокаліброваним пристроєм з урахуванням поправочного коефіцієнта густиноміра, визначеного по точках діапазону в процесі калібрування. Перед вимірюванням поточного значення густини за виміряним у визначених піддіапазонах попереднім значенням густини вибирають відповідний типовий газ, з середньозваженим компонентним складом, і коректують виміряне значення густини на основі об'ємно-масового балансу з врахуванням коефіцієнта корекції компонентного складу газу, значення якого визначають співвідношенням сумарної молярної частки газових компонентів типового газу до сумарної молярної частки газових компонентів поточного газу. Попереднє калібрування густиноміра за результатами вимірювань параметрів газу і

UA 78256 U

витрати/об'єму за стандартних умов проводять методом вимірювань витрати/об'єму газу із застосуванням мембранного лічильника по циклічному об'єму. Крім того визначають додаткові похибки густиноміра в термошафі в діапазоні робочих температур густиноміра з заданою дискретою.

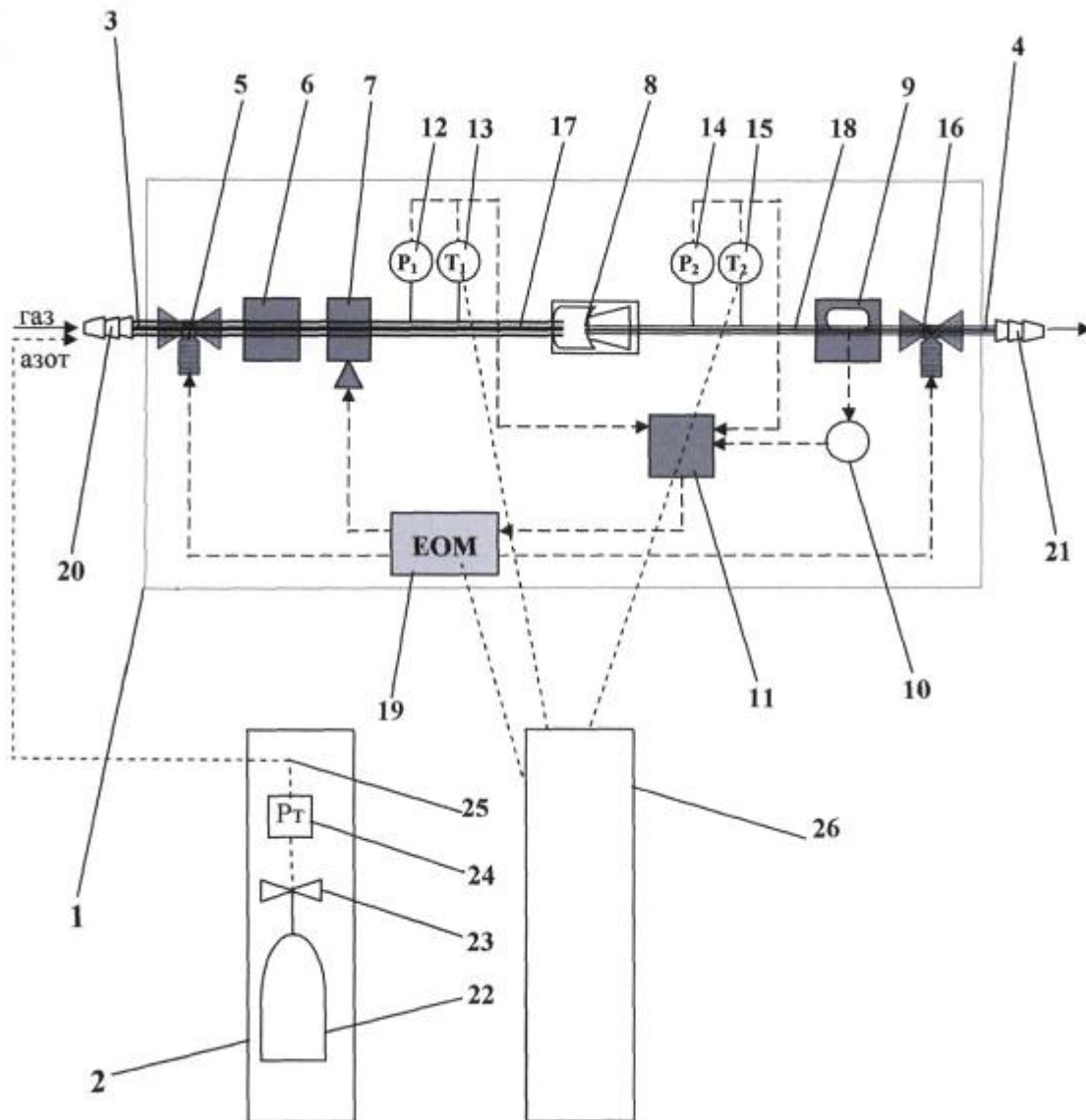


Fig.

Корисна модель належить до галузі вимірювальної техніки, зокрема до вимірювання густини газів в робочих умовах і в умовах, зведених до стандартних умов.

Відомий спосіб обчислення густини газу за визначеною математичною моделлю залежності густини газу від параметрів тиску, температури і коефіцієнта стисливості газу, вимірюваних за

5 певних умов, з використанням формули
$$\rho_2 = \rho_1 \cdot \frac{P_2 \cdot T_1 \cdot K_1}{P_1 \cdot T_2 \cdot K_2}$$
 де P_1, T_1, K_1 і ρ_1 - тиск, температура, коефіцієнт стисливості і густина газу за стандартних умов; P_2, T_2, K_2 і ρ_2 - тиск, температура, коефіцієнт стисливості і густина газу за умов, для яких визначають густину газу [Розгонюк В.В і ін. Довідник працівника газотранспортного підприємства. "Ростк", К., 2001, с 9].

10 Проте, практичне використання способу методом зведення густини газу до умов, за яких проводять обчислення, з врахуванням параметрів тиску, температури і коефіцієнта стисливості газу, за такою визначеною математичною моделлю, складає певні труднощі, які впливають на точність вимірювань і величину похибки.

Найбільш близький до корисної моделі, що заявляється, є спосіб вимірювання густини газу з використанням пристрою для вимірювання густини газу Пруднікова-Цьомика з проведенням 15 попереднього калібрування пристрою за результатами 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, яке здійснюють шляхом пропускання чистого азоту через густиномір на кількох витратах в межах від 0,35 до 0,9 м³/год. з заданою дискретою та на різних абсолютних тисках перед 20 звужуючим пристроєм в межах робочого тиску густиноміра з наступним здійсненням порівняльних обчислень густини газу електронною інформаційно-вимірювально-керуючою системою в умовах реальних вимірювань з попередньо прокаліброваним пристроєм з урахуванням поправочного коефіцієнта густиноміра, визначеного по точках діапазону в процесі

калібрування з використанням визначеної математичної моделі за алгоритмом
$$\rho_c = A \cdot \Delta P_i \cdot \Delta \tau^2$$
, 25 де A - конструктивний коефіцієнт густиноміра; ΔP_i - перепад тиску на УНТ (соплі Вентурі, трубі Пітто, діафрагмі); $\Delta \tau$ - період слідування імпульсів з перетворювача обертання робочого елемента лічильника витрати/об'єму (турбінки, ротора, мембрани тощо) в імпульсні сигнали,

$$A = \frac{0,046258 \cdot D^4 \cdot \varepsilon_2 \cdot k_{\text{УНТ}}^2 \cdot \alpha^2}{T_i \cdot k^2}$$

конструктивний коефіцієнт густиноміра A визначають за формулою:

де D - діаметр трубопроводу за температури 20 °С, в мм; ε - поправний множник на

30 розширення вимірюваного середовища (коефіцієнт розширення); $k_{\text{УНТ}}^2$ - калібрувальний коефіцієнт усереднюючої напірної трубки; α - коефіцієнт пропорційності, що характеризує зміну частоти слідування імпульсів з перетворювача обертів робочого елемента лічильника в залежності від витрат; T_i - абсолютна температура газу в газопроводі, в °С; k - коефіцієнт стисливості газу [Патент України на корисну модель, UA, №56150, GO IN 7/00, Бюл. №1, 2011].

35 Проте, цей спосіб не передбачає корекції вимірюваних значень густини з урахуванням компонентного складу газу, що викликає значну похибку в процесі реальних вимірювань, значення якої може становити до 3 %.

В основу корисної моделі поставлено задачу винайдення більш точного способу вимірювань густини газу шляхом використання попередньо прокаліброваного пристрою Пруднікова-Цьомика 40 і введення додаткової корекції вимірюваних значень густини з урахуванням компонентного складу газу, забезпечити високу точність вимірювань густини газу в реальних умовах і в умовах, зведених до стандартних умов.

Поставлена задача виконується тим, що вимірювання густини здійснюють способом, котрий включає вимірювання густини газу пристроєм Пруднікова-Цьомика з проведенням попереднього 45 калібрування пристрою за результатами 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, яке здійснюють шляхом пропускання чистого азоту через густиномір на кількох витратах в межах від 0,35 до 0,9 м³/год. та на різних абсолютних тисках перед звужуючим пристроєм в межах робочого тиску 50 густиноміра з заданими дискретами з наступним здійсненням порівняльних обчислень густини газу за заданим алгоритмом електронною інформаційно-вимірювально-керуючою системою в умовах реальних вимірювань з попередньо прокаліброваним пристроєм з урахуванням поправочного коефіцієнта густиноміра, визначеного по точках діапазону в процесі калібрування,

при цьому, згідно з корисною моделлю, перед вимірюванням поточного значення густини за виміряним у визначених піддіапазонах попереднім значенням густини вибирають відповідний типовий газ, з середньозваженим компонентним складом, і коректують виміряне значення густини на основі об'ємно-масового балансу, з врахуванням коефіцієнта корекції компонентного складу газу, значення якого визначають співвідношенням сумарної молярної частки газових компонентів типового газу до сумарної молярної частки газових компонентів поточного газу, крім того попереднє калібрування густиноміра за результатами вимірювань параметрів газу і витрати/об'єму за стандартних умов проводять методом вимірювань витрати/об'єму газу по циклічному об'єму із застосуванням мембранного лічильника газу і визначають додаткові похибки густиноміра в термошафі в діапазоні робочих температур густиноміра на основі заданої дискретності.

Таким чином запропонованим технічним рішенням, наділеним суттєвою відмінністю, а саме тим, що за виміряним у визначених піддіапазонах попереднім значенням густини перед вимірюванням поточного значення густини вибирають відповідний типовий газ, з середньозваженим компонентним складом, і коректують виміряне значення густини поточного газу на основі його об'ємно-масового балансу, з врахуванням коефіцієнта корекції компонентного складу газу, значення якого визначають співвідношенням сумарної молярної частки газових компонентів типового газу до сумарної молярної частки газових компонентів поточного газу, а також використання побутового мембранного (високоточного) лічильника газу з проведенням вимірювань витрати/об'єму газу по циклічному об'єму, весь час вертаючись в точку, з якої почали вимірювання об'єму та визначаючи додаткові похибки густиноміра по температурі, середовищі і тиску, тобто враховуючи усі фактори, які можуть впливати на точність вимірювань, маємо можливість суттєво підвищити точність вимірювань в реальних умовах і в умовах, зведених до стандартних.

Отже, сукупністю запропонованих суттєвих ознак щодо способу вимірювання густини з корекцією компонентного складу маємо достатнє і комплексне рішення поставленої задачі корисної моделі.

Суть запропонованого способу пояснюється кресленням.

На кресленні наведено технологічну схему здійснення способу для вимірювання густини газу, яка включає пристрій для вимірювання густини газу Пруднікова-Цьоміка 1 і установку для попереднього калібрування пристрою 2, при цьому пристрій Пруднікова-Цьоміка (1) складається з трубопровідної системи подачі газу, яка включає дві випробувальні ділянки - вхідний трубопровід високого/середнього тиску 3 та трубопровід середнього/низького тиску 4, перша (3) із яких обладнана регулювальною апаратурою у складі клапана-відсікача 5, фільтра 6 і регулятора тиску 7, що встановлені послідовно перед звукующим пристроєм, як приклад, соплом Вентурі критичного витікання 8, котре встановлене на стикуванні трубопроводів високого/середнього (3) і середнього/низького (4) тиску разом з засобами вимірювання параметрів тиску 12 і температури 13 на ділянці 17 трубопроводу (3) перед соплом Вентурі (8), а друга (4) - обладнана мембранним лічильником газу 9 з перетворювачем в імпульсні сигнали 10, коректором об'єму/об'ємної витрати газу 11, і засобами вимірювання параметрів тиску 14 і температури 15 на ділянці 18 трубопроводу (4) перед лічильником (9) та випускним краном 16, встановленим після лічильника (9). При цьому, всі засоби вимірювання і регулювальна апаратура пов'язані з електронною інформаційно-вимірювально-керуючою системою 19 і разом з нею скомпоновані в переносній шафі/валізі 1, крім того, вхідний трубопровід високого/середнього тиску (3) - на вході і трубопровід середнього/низького тиску (4) - на виході споряджені штуцерами, 20 і 21 відповідно, для під'єднання пристрою Пруднікова-Цьоміка гнучкими шлангами до діючого трубопроводу в місці вимірювання. Установка попереднього калібрування (2) споряджена джерелом подання чистого азоту у вигляді балона (ємності) високого тиску 22, з наперед відомою густиною азоту, задекларованою заводом-виготовлювачем в сертифікаті, запірним вентилям 23, регулятором тиску 24 та під'єднуючим шлангом 25, а також термошафою 26.

Спосіб вимірювання густини газу здійснюють наступним чином.

Перед проведенням вимірювань в реальних умовах здійснюють попереднє калібрування пристрою Пруднікова-Цьоміка шляхом підключення до нього (через штуцер 20) під'єднуючим шлангом 25 установки попереднього калібрування 2 з поданням чистого азоту з балона (ємності) високого тиску 22, з наперед відомою густиною азоту, через запірний вентиль 23 і регулятор тиску 24, задаючи в трубопроводі 3 на ділянці 17 перед звукующим пристроєм 8 необхідний тиск у визначених межах робочого тиску густиноміра та витрату, як приклад, від 0,35 до 0,9 м³/год., з заданою дискретною. При цьому отримані результати порівнюють з величиною густини чистого азоту, задекларованою в сертифікаті виробника азоту. Розбіжність не повинна

перевищувати +0,15 %. При перевищенні допустимого значення, з метою усунення систематичної похибки пристрою Пруднікова-Цьомика 1, вводять поправки по точках, визначених шляхом попереднього калібрування. Далі попередньо прокалібрований пристрій 1 за допомогою штуцерів 20 і 21 підключають в реальне середовище, де проводять вимірювання

5

густини. При протіканні газу по трубопроводі середнього тиску 3 тиск газу знижується в трубопроводі низького тиску 4 до низького тиску регулятором витрати 6. Одночасно тиск газу з трубопроводу середнього тиску 3 протікає в трубопроводі низького тиску 4 через регулятор тиску 7, який підтримує в ньому тиск на певному рівні за допомогою інформаційно-вимірювально-керуючої системи 19, за результатами вимірювань тиску перетворювачами тиску газу 12 і 14. Температура газу після дроселювання підтримується регулятором температури газу 15 і регулюється інформаційно-вимірювально-керуючою системою 19 за результатами вимірювань температури перетворювачем температури газу 13.

10

Таким чином, газ, приведений до стандартних умов, проходить через два вимірювальні пристрої витрати/об'єму, один з яких працює на основі звужуючого пристрою 8, а другий - на основі перетворювача об'єму/мембранного лічильника газу 9 в імпульсні сигнали 10.

15

При протіканні газу через звужуючий пристрій 8 швидкість потоку газу перетворюється в перепад тиску ΔP_i , а при протіканні через перетворювач 10 мембранного лічильника газу 9 - в імпульсні сигнали з частотою f_i і з періодом слідування імпульсів $\Delta \tau$, при цьому необхідна витрата і заданий тиск газу забезпечуються електронною інформаційно-вимірювально-керуючою системою 19 через коректор 11.

20

Підтримуючи тиск та температуру газу на певному рівні, проводячи вимірювання перепаду тиску газу ΔP_i на звужуючому пристрої 8 і періоду слідування імпульсів $\Delta \tau$ з перетворювача 10 на основі мембранного лічильника газу 9, з урахуванням визначеного конструктивного коефіцієнта А прокаліброваного густиноміра, за допомогою інформаційно-вимірювально-керуючої системи 19 обчислюють значення густини газу ρ_c в трубопроводі з використанням математичної моделі за заданим алгоритмом

25

$$\rho_c = A \Delta P_i \Delta \tau^2,$$

з урахуванням поправок попередньо прокаліброваного пристрою Пруднікова-Цьомика чистим азотом і з корегуванням компонентного складу на значення визначеного коефіцієнта корекції компонентного складу. При цьому, перед вимірюванням густини поточного газу в реальних умовах, проводять попереднє калібрування густиноміра за результатами вимірювань параметрів газу і витрати/об'єму за стандартних умов методом вимірювань витрати/об'єму газу із застосуванням мембранного лічильника 9 по циклічному об'єму, весь час вертаючись в точку, з якої почали вимірювання об'єму. Крім того, визначають додаткові похибки густиноміра по температурі в термошафі 26 в діапазоні робочих температур густиноміра і в інтервалі заданої дискретності, тобто враховують усі фактори, які можуть впливати на точність вимірювань, а саме тиск, температуру і середовище, чим суттєво підвищують точність вимірювань в реальних умовах і в умовах, зведених до стандартних, зважаючи на те, що за вимірюванням попереднім значенням густини вибирають відповідний типовий газ і коректують компонентний склад поточного газу на основі об'ємно-масового балансу, визначаючи сумарну молярну частку компонентів як типового, так і поточного газу, що включають, відповідно, молярні частки азоту, діоксиду вуглецю, етану, пропану і бутану в їх складі, і їх співвідношенням визначають коефіцієнт корекції компонентного складу, значення якого визначають співвідношенням сумарної молярної частки газових компонентів типового газу до сумарної молярної частки газових компонентів поточного газу інформаційно-вимірювально-керуючою системою 19, що корегує відповідні значення вимірюваної густини поточного газу з урахуванням його компонентного складу.

35

40

45

Спосіб вимірювання густини газу з корекцією компонентного складу дозволяє вимірювати густину газу за будь-яких умов з забезпеченням високої точності вимірювань і мінімальної величини похибки.

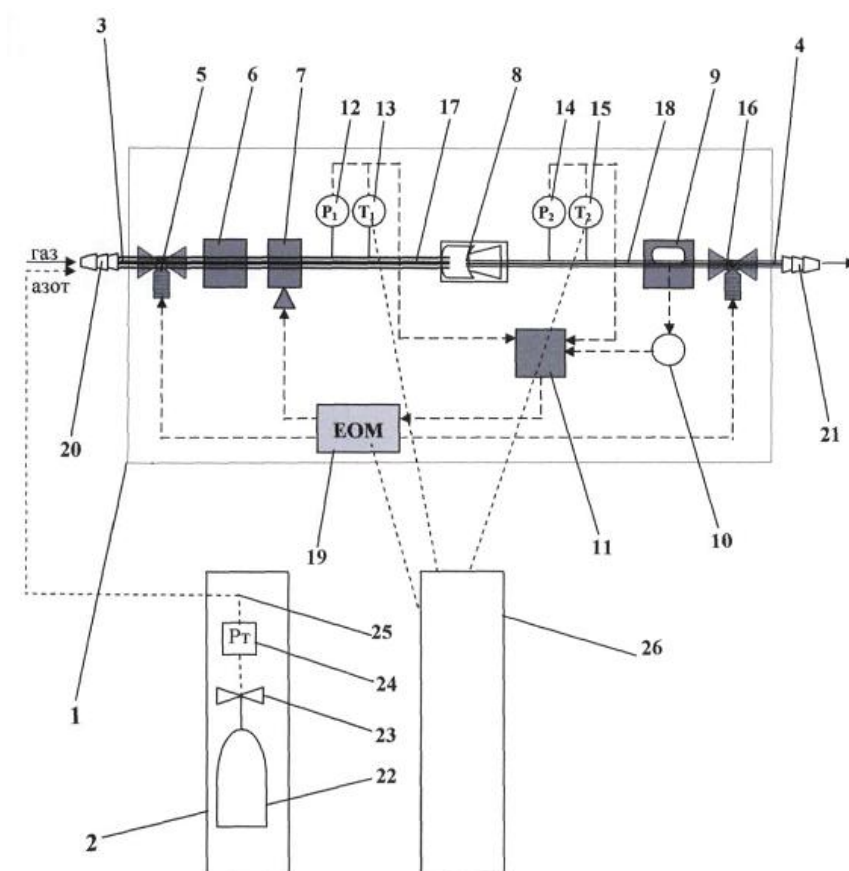
50

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб вимірювання густини газу, що включає вимірювання густини газу пристроєм Пруднікова-Цьомика з проведенням попереднього калібрування пристрою за результатами 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

55

лічильників, яке здійснюють шляхом пропускання чистого азоту через густиномір на кількох витратах в межах від 0,35 до 0,9 м³/год. та на різних абсолютних тисках перед звужуючим пристроєм в межах робочого тиску густиноміра з заданими дискетами з наступним здійсненням порівняльних обчислень густини газу за заданим алгоритмом електронною інформаційно-вимірально-керуючою системою в умовах реальних вимірювань з попередньо прокаліброваним пристроєм з урахуванням поправочного коефіцієнта густиноміра, визначеного по точках діапазону в процесі калібрування, який **відрізняється** тим, що перед вимірюванням поточного значення густини за виміряним у визначених піддіапазонах попереднім значенням густини вибирають відповідний типовий газ, з середньозваженим компонентним складом, і коректують виміряне значення густини на основі об'ємно-масового балансу з врахуванням коефіцієнта корекції компонентного складу газу, значення якого визначають співвідношенням сумарної молярної частки газових компонентів типового газу до сумарної молярної частки газових компонентів поточного газу, при цьому попереднє калібрування густиноміра за результатами вимірювань параметрів газу і витрати/об'єму за стандартних умов проводять методом вимірювань витрати/об'єму газу із застосуванням мембранного лічильника по циклічному об'єму, крім того визначають додаткові похибки густиноміра в термошафі в діапазоні робочих температур густиноміра з заданою дискретною.



Комп'ютерна верстка І. Скворцова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601