



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61019 (13) A

(51) 7 G01F22/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

(54) МАГІСТРАЛЬНИЙ ВИТРАТОМІР ГАЗУ

1

2

(21) 20021210669

(22) 27 12 2002

(24) 15 10 2003

(46) 15 10 2003, Бюл. № 10, 2003 р.

(72) Скрипчук Любомир Миронович

(73) Скрипчук Любомир Миронович

(57) 1 Магістральний витратомір газу, що містить звужуючий пристрій газопроводу, диференціальний аналізатор перепаду тисків з розділюючим елементом і штоком, датчик, формуючий електричний сигнал, аналоговий витрати газу, який відрізняється тим, що паралельно диференціальному аналізатору перепаду тисків до звужуючого пристрою приєднаний диференціальний ротатомір і в його корпусі розміщена вхідна камера з двома вхідними отворами та вихідна камера з двома вихідними отворами і камери розділені перегородкою, причому в перегородці виконані два діаметрально протилежні дроселюючі отвори і в кожному отворі встановлений дросель, а у вхідній камері ротатоміра встановлений ротор-стабілізатор з прохідними канавками на циліндричній поверхні і у вихідній камері ротатоміра встановлений ротор-вимірник з такими ж прохідними канавками, і при кутовому переміщенні роторів канавки ротора-стабілізатора по чергово з'єднані з вхідними отворами та дроселюючими отворами і канавки ротора-вимірника по чергово з'єднані з дроселюючими отворами та вихідними отворами, причому вхідні отвори ротатоміра з'єднані з площею перерізу більшого внутрішнього діаметра звужуючого пристрою і вихідні отвори ротатоміра з'єднані з площею перерізу його

меншого діаметра і до звужуючого пристрою додатково приєднаний другий диференціальний аналізатор перепаду тисків так, що шток розділюючого елементу кожного аналізатора з'єднаний з одним дроселем в перегородці між роторами, і від зміни кореня квадратного перепаду тисків у звужуючому пристрої та лінійного переміщення дроселів залежить площа прохідного перерізу дроселюючих отворів, яка є змінною по квадратній функції, а диференціальні аналізатори з'єднані з ротатоміром елементом, забезпечуючим встановлення заданої початкової площі прохідного перерізу дроселюючих отворів

2 Витратомір за п 1, який відрізняється тим, що на циліндричній поверхні роторів виконана непарна кількість прохідних гвинтоподібних канавок і ширина перегородок між канавками менша від ширини двох канавок, а ширина кожної канавки дорівнює ширині отвору у перегородці між роторами і площа поперечного перерізу будь-яких двох канавок роторів не менша від площі поперечного перерізу трубопроводів, з'єднуючих ротатомір із звужуючим пристроєм, а кут відхилення канавок по відношенню до осі обертання роторів не більший 40° і направлений проти напрямку обертання роторів

3 Витратомір за пп 1, 2, який відрізняється тим, що на валу ротора-вимірника встановлений елемент для датчика, безпосередньо формуючого частоту електричних імпульсів, аналогову витрати газу, і вал кінематично з'єднаний з механічним розрядним лічильником

Запропоноване технічне рішення відноситься до приладобудування, зокрема до засобів вимірювання великих витрат газу і може бути встановлене на магістральних газопроводах

Відомі диференціальні манометри, які містять дві камери, розділені розділюючим елементом з штоком (диференціальний аналізатор) і одна його камера з'єднана з площею перерізу більшого внутрішнього діаметру звужуючого пристрою, в якому при проходженні газового потоку формується зона підвищеного тиску, а друга камера з'єднана з пло-

щею перерізу його меншого діаметру, в якому формується зона пониженого тиску [книга "Расходомеры и счетчики количества", автор П. П. Кремлевский, Машиностроение, Ленинград, 1989, с. 114-195]. В залежності від витрати, а отже, від перепаду тисків у звужуючому пристрої, розділюючий елемент диференціального аналізатора змінює своє положення та переміщує складовий елемент датчика, перетворюючого перепад тисків у відомі величини (електричні, підравнічні, пневматичні, шкальні). Недоліком відомих рішень є те, що

(13) A

(11) 61019

(19) UA

витратоміри передбачають перетворення витрати в перепад тисків, а перепад тисків у сигнал, який є аналоговим перепадом. В зв'язку з тим, що між витратою та перепадом тисків існує корінь квадратна залежність, відомі рішення мають невеликий діапазон виміру витрат, та низьку метрологічну точність.

Відоме технічне рішення, в якому за допомогою елементів гідравлічного пристрою [там же, с 178] добувають корінь квадратний з перепаду тисків за допомогою профілювання по визначеному закону стінок дзвону зануреного в рідину. Проте, таке рішення можна застосовувати для невеликого тиску та незначних перепадів тисків.

Відоме технічне рішення, в якому сигнал, аналоговий витраті, [там же, с 186-188] формується за рахунок магнітних потоків у перетворювачі, а добування квадратного кореня з перепаду тисків у звужуючому пристрої здійснюють за допомогою квадратора, що містить електричний автогенеруючий регулюючий пристрій з широтно-імпульсною модуляцією та функціональний імпульсний подільник, де вихідний сигнал від датчика перепаду тисків у звужуючому пристрої поступає на вхід електричного пристрою і перетворений ним на частоту електричних імпульсів, аналогову витрати газу. Проте відоме рішення має недостатню точність виміру витрат. У всіх відомих витратомірах, які працюють за схемою звужуючий пристрій - диференціальний аналізатор - датчик - вихідний сигнал, на їх метрологічні характеристики впливають показники стану вимірюваного газу: температура, густина і т.д. Окрім того, відомі витратоміри характеризуються низькою інформаційною спроможністю вихідного сигналу.

Підвищення точності обліку витрати газу за допомогою звужуючих пристроїв та перетворювачів перепаду тисків у них у вихідний електричний сигнал можна досягнути за рахунок застосування ЕОМ з математично-програмним їх забезпеченням [Там же - С 210-214], що спричиняє збільшення вартості виготовлення витратомірів та їх обслуговування.

В основу винаходу - Магістральний витратомір газу поставлено задачу отримати вихідний сигнал, аналоговий витраті газу, та добути квадратний корінь з перепаду тисків у звужуючому пристрої за допомогою елементів пневматичних пристроїв, розширити діапазон вимірюваних витрат, усунути вплив фізичного стану газу на точність обліку витрати.

Поставлена задача в запропонованому винаході вирішується тим, що паралельно диференціальному аналізатору перепаду тисків до звужуючого пристрою приєднаний диференціальний ротатомір і в його корпусі розміщена вхідна камера з двома вхідними отворами та вихідна камера з двома вихідними отворами і камери розділені перегородкою, причому в перегородці виконані два діаметрально-протилежні дроселюючі отвори і в кожному отворі встановлений дросель а у вхідній камері ротатоміра встановлений ротор-стабілізатор з прохідними канавками на циліндричній поверхні і у вихідній камері ротатоміра встановлений ротор-вимірник з такими ж прохідними канавками і при кутовому переміщенні роторів ка-

навки ротора-стабілізатора по чергово з'єднані з вхідними отворами та дроселюючими отворами і канавки ротора-вимірника по чергово з'єднані з дроселюючими отворами та вихідними отворами, причому вхідні отвори ротатоміра з'єднані з площею перерізу більшого внутрішнього діаметру звужуючого пристрою і вихідні отвори ротатоміра з'єднані з площею перерізу його меншого діаметру, і до звужуючого пристрою додатково приєднаний другий диференціальний аналізатор перепаду тисків так, що шток розділяючого елементу кожного аналізатора з'єднаний з одним дроселем в перегородці між ротаторами, і від зміни перепаду тисків у звужуючому пристрої та лінійного переміщення дроселів площа прохідного перерізу дроселюючих отворів є змінна по квадратній функції, а диференціальні аналізатори з'єднані з ротатоміром елементом забезпечуючим встановлення заданої початкової площі прохідного перерізу дроселюючих отворів.

При цьому на циліндричній поверхні роторів виконана непарна кількість прохідних гвинтоподібних канавок і ширина перегородок між канавками менша від ширини двох канавок, а ширина кожної канавки рівна ширині отвору у перегородці між ротаторами і площа поперечного перерізу будь-яких двох канавок роторів не менша від площі поперечного перерізу трубопроводів з'єднуючих ротатомір із звужуючим пристроєм, а кут відхилення канавок по відношенню до осі обертання роторів не більший 40° і направлений проти напрямку обертання роторів.

При цьому на валі ротора-вимірника встановлений елемент для датчика безпосередньо формуючого частоту електричних імпульсів аналогову витрати газу і вал кінематично з'єднаний з механічним розрядним лічильником.

За рахунок того, що площа перерізу більшого внутрішнього діаметру звужуючого пристрою та площа його звуженого перерізу з'єднані трубопроводом, в якому встановлені пневмодроселі і від зміни перепаду тисків у звужуючому пристрої кожним дроселем встановлювана площа прохідного перерізу дроселюючого отвору є змінною по квадратичному закону, в результаті отримано між дроселюючими отворами і площею звуженого перерізу звужуючого пристрою газовий потік, який є аналоговим до витрати газу пневматичним сигналом і є добутий квадратний корінь з перепаду тисків у звужуючому пристрої за допомогою елементів пневматичних пристроїв. Водночас, за рахунок того, що у вимірний трубопровід встановлено ротатомір з прохідними канавками на роторах, в результаті перетворено лінійну швидкість пневматичного сигналу у кутову швидкість вихідного елементу ротатоміра. Водночас за рахунок того, що у ротатомірі виконано два вхідні отвори, два дроселюючі отвори, два вихідні отвори, дві камери, розділені перегородкою, в якій виконані дроселюючі отвори з дроселями і у вхідній камері встановлений ротор-стабілізатор, який при кутовому переміщенні своїми канавками по чергово з'єднує вхідні отвори з дроселюючими отворами, а у вихідній камері встановлено ротор-вимірник, який при кутовому переміщенні по чергово з'єднує дроселюючі отвори з вихідними отворами, в результаті

кутове переміщення роторам надає пара сил роздвоєного вимірного газового потоку, тому радіальні сили на роторах зведені до нуля і не впливають на метрологічну точність витратоміра, а наявність двох роторів, розділених перегородкою, усуває ефект "всмоктування" та ефект "нагнітання" гвинтоподібними елементами роторів, оскільки такі процеси впливають на метрологічну точність витратоміра. Водночас, за рахунок того, що на ротатомірі встановлено два диференціальні аналізатори перепаду тисків і шток розділюючого елемента кожного аналізатора управляє одним дроселем, а аналізатори з'єднані з ротатоміром з'єднаним елементом, що забезпечує встановлення заданої початкової площі прохідного перерізу дроселюючих отворів, в результаті не застосовано кінематичні зв'язки між штоком та дроселями, які призвели б до погіршення метрологічних характеристик витратоміра, а запропоноване з'єднання сумісно з відомим елементом зміни початкового зусилля пружини диференціального аналізатора дають можливість юстування витратоміра в заданому діапазоні виміру витрати.

За рахунок того, що на циліндричній поверхні роторів виконана непарна кількість прохідних гвинтоподібних канавок і ширина перегородок між канавками менша від ширини двох канавок, а ширина кожної канавки рівна ширині дроселюючого отвору у перегородці між роторами, в результаті досягнуто стабільне почергово з'єднання вхідних отворів з дроселюючими отворами канавками ротора-стабілізатора та з'єднання дроселюючих отворів з вихідними отворами канавками ротора-вимірника. Водночас, за рахунок того, що площа поперечного перерізу будь-яких двох канавок роторів не менша від площі поперечного перерізу трубопроводів, з'єднуючих ротатомір із звужуючим пристроєм, а кут відхилення канавок по відношенню до осі обертання роторів не більший  $40^\circ$  і направлений проти напрямку обертання роторів, в результаті усунуто можливий ефект "запірання газового потоку" в прохідних перерізах ротатоміра, який призводить до погіршення метрологічних характеристик витратоміра.

За рахунок того, що на валі ротора-вимірника встановлений елемент для датчика безпосередньо формуючого частоту імпульсів електричного сигналу аналогову витраті газу, в результаті отримано можливість реєструвати вихідний сигнал витратоміра частотоміром, проградуїрованим в одиницях об'єму для відліку миттєвої витрати, а також суматором імпульсів, проградуїрованим в одиницях об'єму, для постійного обліку витрати газу та усунуто метрологічні похибки перетворювачів частоти. Водночас, за рахунок того, що вал ротора-вимірника кінематичне з'єднаний з механічним розрядним лічильником, в результаті отримана можливість дублювання реєстрації сумарної витрати газу незалежно від електроживлення витратоміра.

За рахунок того, що всі процеси, які протікають у газовому потоці звужуючого пристрою та газовому потоці у вимірному трубопроводі є аналоговими, фізичний стан газу не буде впливати в значній мірі на метрологічну точність витратоміра.

За рахунок того, що в запропонованому витратомірі початок відліку витрати є можливим від перепаду тисків у звужуючому пристрої, який не набагато вищий від внутрішнього пневматичного опору ротатоміра, а верхня межа виміру витрати обмежена докритичним значенням газового потоку у звуженій ділянці звужуючого пристрою, запропонований витратомір має широкий діапазон вимірювання витрати.

Отже, внаслідок такого причинно-наслідкового зв'язку забезпечується технічний результат запропонованого винаходу від застосування сукупних ознак винаходу, який полягає в тому, що отримано паралельний до основного газового потоку вимірний аналоговий газовий потік (пневмосигнал), добуто квадратний корінь з перепаду тисків в основному газовому потоці за допомогою елементів пневматичного пристрою, розширено діапазон вимірюваних витрат, усунуто вплив фізичного стану газового потоку на метрологічну точність виміру, підвищено точність виміру витрати на всьому діапазоні виміру.

На прикладених кресленнях зображено магістральний витратомір газу, на Фіг 1 - розріз по осі звужуючого пристрою, ротатоміра, диференціальних аналізаторів та показана схема, яка забезпечує вихідний електричний частотний сигнал і його реєстрацію та показане схематичне встановлення розрядного механічного лічильника, на Фіг 2 - поперечний переріз по А-А на Фіг 1 з зображенням геометричних форм прохідних перерізів роторів та дроселя і дроселюючого отвору.

Запропонований магістральний витратомір газу складається з звужуючого пристрою 1, який може бути як стандартним соплом Вентурі, труба Дабла, а для газопроводів великого діаметру - здвоєне сопло Вентурі, які мають задані метрологічні характеристики, так і оригінальний звужуючий пристрій, який характеризується невеликою втратою тиску та можливістю відбору його звуженою ділянкою вимірного потоку газу. До складу витратоміра входить також ротатомір 2, в корпусі 3 якого розміщена перегородка 4 з двома дроселюючими отворами 5, в яких розміщені два дроселі 6. Перегородка 4 розділяє внутрішній об'єм ротатоміра 2 на дві камери: вхідну, в якій встановлено ротор-стабілізатор 7 з прохідними канавками 8 та вихідну, в якій встановлено ротор-вимірник 9 з такими ж прохідними канавками 8. Ротори встановлені на кернових опорах 3, наприклад, магнітною подушкою. Ротор-вимірник 9 містить вихідний вал 10, на якому встановлено, наприклад, диск з отвором для оптоелектронного пристрою, який формує частотний електричний сигнал на вторинні прилади, наприклад, частотомір F та суматор імпульсів N, які проградуїровані в одиницях об'єму. Вал 10 також може бути кінематичне з'єднаний з механічним розрядним лічильником. При великих перепадах тисків у звужуючому пристрої 1 передачу обертового моменту від ротора 9 на вал 10 здійснюють через відому герметично закриту магнітну муфту. Вхідна камера ротатоміра 2 за допомогою трубопроводів з'єднана з площею перерізу більшого внутрішнього діаметру пристрою 1, яка дорівнює площі поперечного перерізу газопроводу, а вихідна камера ротатоміра 2 з'єднана з зву-

женою дільницею пристрою 1. На ротаторі 2 за допомогою, наприклад, муфти 11 з різнонаправленим різьбовим з'єднанням встановлено два диференціальні аналізатори 12, які містять розділюючий елемент 13 з штоком 16, причому розділюючий елемент утворює в аналізаторі камеру високого тиску 14 та камеру низького тиску 15, а шток 16 з'єднаний з дроселем 6 і сумісно з розділюючим елементом 13 підпружинений пружиною 17, зусилля якої направлене на закриття дроселюючого отвору 5. Диференціальні аналізатори 12 містять відомий регулюючий елемент 18 для зміни пружних характеристик пружини 17. В залежності від перепаду тисків у звужуючому пристрої 1 розділювач 13 може бути виготовлений з відомих елементів: в'ялої мембрани, пружної мембрани, сильфона, поршня. Для добування квадратного кореня з перепаду тисків у звужуючому пристрої достатньо, щоб при лінійній характеристиці пружини 17 забезпечити приріст площі дроселюючого отвору до одиниці лінійного переміщення дроселя 6 і розділювача 13 в квадратичній залежності (пневмоквдратор). Це досягається шляхом профілювання складових дроселюючого отвору в перегородці 4 та дроселі 6. Окрім того, перегородка 4 містить пази, в які входять виступи дроселя 6 для повного замикання дроселюючого отвору. Поріг метрологічного виміру запропонованого витратоміра може бути встановлений як при повністю

закритих дроселюючих отворах з нульової кутової швидкості ротора-вимірника, так і з початковим прохідним перерізом дроселюючих отворів при початковій кутовій швидкості ротора.

Витратомір працює таким чином. При проходженні газового потоку у звужуючому пристрої 1 виникає перепад тисків, причому вищий тиск подається в камери 14 диференціальних аналізаторів 12 та на входні отвори ротатору 2, а з зоною пониженого тиску у звуженій дільниці пристрою 1 з'єднані камери 15 аналізаторів 12 та входні отвори ротатору 2. В результаті перепаду тисків у аналізаторі 12, його розділювач 13 змінює своє положення і, пересиплюючи зусилля пружини 17, своїм штоком 16 переміщує дросель 6. У вимірній лінії витратоміра виникає вимірний потік газу, який є аналоговим витраті пневмосигналом. За рахунок того, що у ротора-стабілізатора 7 є дещо більша кутова швидкість, ніж у ротора-вимірника 9, останній має стабілізовану кутову швидкість, тожну швидкості вимірного потоку, в тому числі і при пульсуючих витратах. Кутова швидкість ротора-вимірника перетворена на аналогову витрату газу частоту електричних імпульсів, які реєстровані частотоміром для визначення миттєвої витрати, а також суматорами імпульсів для реєстрації витрати газу. Реєстрація витрати дубльована механічним розрядним лічильником.

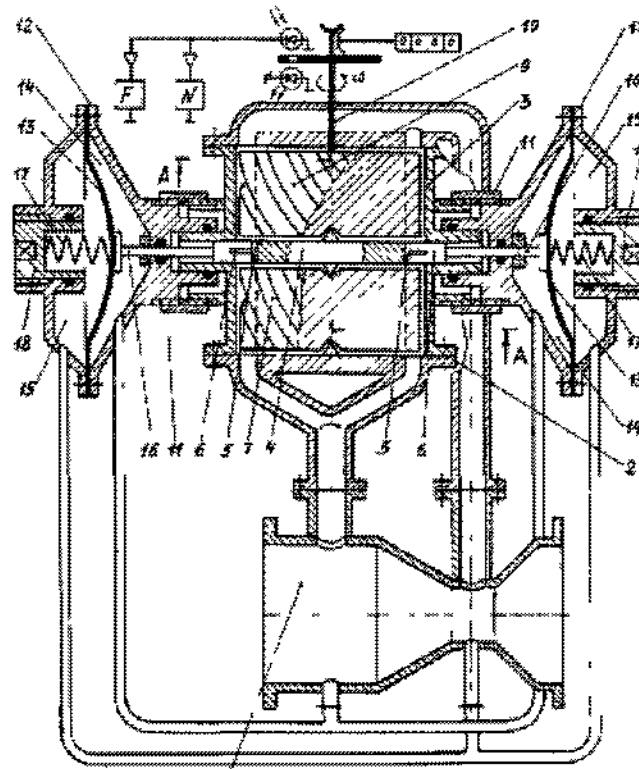
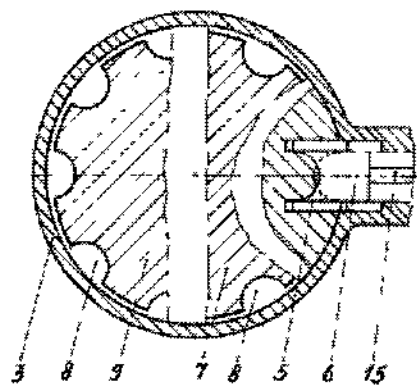


Fig. 1



Фір 2