



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98518** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
G01F 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 13185	(72) Винахідник(и): Білинський Йосип Йосипович (UA), Городецька Оксана Степанівна (UA), Гладишевський Микола Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 08.12.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.04.2015	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.04.2015, Бюл.№ 8	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) УЛЬТРАЗВУКОВИЙ СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ РІДКИХ І/АБО ГАЗОПОДІБНИХ СЕРЕДОВИЩ

(57) Реферат:

Ультразвуковий спосіб вимірювання витрат рідких і/або газоподібних середовищ включає випромінювання ультразвукових коливань за потоком або проти потоку досліджуваного середовища, прийом коливань, що пройшли через середовище, з перетворенням в електричні сигнали. При цьому електроакустичні перетворювачі розташовано так, що зовнішня випромінююча поверхня кожного суміщена з внутрішньою поверхнею трубопроводу. Подачу сигналу проводять із зміною частоти, реєструють зміну амплітуди сигналів, що приймаються п'єзоелектричними перетворювачами, визначають максимальну амплітуду та частоту, що відповідає даному максимальному значенню.

UA 98518 U

Корисна модель належить до вимірювальної техніки, а саме до ультразвукових способів вимірювання витрат рідких і газоподібних середовищ, і може бути використана в нафтовій та газовій промисловості.

Відомий "Ультразвуковий частотно-імпульсний спосіб вимірювання витрат" [Патент Російської федерації №2447406, МПК GO IF 1/66, опубл. 10.04.2012], що полягає в подачі сигналу певної частоти на передавальні перетворювачі, що встановлюються на поверхні трубопроводу на однаковій відстані один від одного вздовж його осі, формуванні результуючого ультразвукового сигналу. Прийом результуючого сигналу здійснюється прийомними перетворювачами, також встановленими на поверхні трубопроводу на однаковій відстані один від одного вздовж його осі. Подачу сигналу здійснюють із зміною в часі різниці фаз між сигналами, які надходять на передавальні перетворювачі, змінюють при цьому напрямок результуючого ультразвукового сигналу з передавальних перетворювачів і здійснюють його сканування вздовж осі трубопроводу. Амплітуда сигналу, що приймається прийомними перетворювачами, залежить від напрямку результуючого сигналу. Реєструють зміну амплітуд сигналів, що приймаються прийомними перетворювачами. Визначають амплітуду, що відповідає мінімальному значенню сумарного сигналу з двох сусідніх перетворювачів і визначають різницю фаз, що відповідає даному мінімальному значенню, за якою обчислюють швидкість і витрату досліджуваного середовища.

Недоліком даного способу є те, що ультразвукові коливання випромінюються декількома передавальними перетворювачами, кожен з яких має власну діаграму направленості, що зменшує точність визначення параметрів сигналів, що приймаються прийомними перетворювачами.

Найбільш близьким способом до запропонованого є "Ультразвуковий спосіб вимірювання витрат рідких та/або газоподібних середовищ" [Патент Російської федерації № 2264602, МПК G01F1/66, опубл. 20.11.2005]. Даний спосіб включає випромінювання ультразвукових коливань за потоком або проти потоку вимірюваного середовища, прийом коливань, що пройшли через середовище, з перетворенням в електричні сигнали і випромінювання ультразвукових коливань проти потоку або за потоком вимірюваного середовища, прийом коливань, що пройшли через середовище, з подальшим перетворенням в електричні сигнали, аналіз вищевказаних електричних сигналів для визначення різниці часу проходження ультразвукових коливань за потоком і проти нього для обчислення витрати середовища, при цьому використовують як мінімум два оборотних електроакустичних перетворювача, кожен з яких має діаграму спрямованості з кутом розхилу не менше 60° у різних площинах перерізу і розташований на вимірювальній ділянці трубопроводу таким чином, що вісь діаграми спрямованості переважно перпендикулярна поздовжній осі трубопроводу і зовнішня випромінююча поверхня кожного оборотного електроакустичного перетворювача переважно суміщена з внутрішньою поверхнею трубопроводу, перший оборотний електроакустичний перетворювач зміщений відносно другого за напрямом потоку на відстань не більше 2,5D, де D - діаметр трубопроводу, причому здійснюють вищезазначений аналіз електричних сигналів, перетворених від ультразвукових коливань, що пройшли безпосередньо від перетворювача до перетворювача, та/або електричних сигналів - від ультразвукових коливань, що пройшли через одноразове та/або багатократне відбиття від внутрішньої поверхні трубопроводу.

Недоліком даного способу є отримання інформації в дискретні моменти часу, що відповідають $10^{-6} \dots 10^{-7}$ с. При цьому точність вимірювання повинна бути не менше 10^{-9} с, що викликає труднощі вимірювання, і, як наслідок, зберігається висока похибка.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу, в якому за рахунок введення нових операцій та їх послідовності досягається можливість підвищити загальну точність визначення витрат рідких і/або газоподібних середовищ.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб включає випромінювання ультразвукових коливань за потоком або проти потоку досліджуваного середовища, прийом коливань, що пройшли через середовище, з перетворенням в електричні сигнали, електроакустичні перетворювачі розташовано так, що зовнішня випромінююча поверхня кожного суміщена з внутрішньою поверхнею трубопроводу, перший електроакустичний перетворювач зміщений відносно другого за напрямом потоку на відстань не більше 2,5D, де D - внутрішній діаметр трубопроводу, згідно з корисною моделлю, подачу сигналу проводять із зміною частоти, реєструють зміну амплітуди сигналів, що приймаються п'єзоелектричними перетворювачами, визначають максимальну амплітуду та частоту, що відповідає даному максимальному значенню, за якими розраховують швидкість потоку та витрати середовища, яке протікає по трубопроводу.

На кресленні наведено блок-схему пристрою, що реалізує запропонований спосіб.

Ультразвуковий витратомір містить блок 1 формування та аналізу електричних імпульсів, пов'язаний з двома електроакустичними перетворювачами 2 і 3, наприклад, мембранного типу, кожен з яких розташований на вимірвальній ділянці 4 трубопроводу так, що зовнішня випромінююча поверхня кожного суміщена з внутрішньою поверхнею трубопроводу, причому

5

електроакустичні перетворювачі 2 і 3 розташовуються на різних твірних трубопроводу і перший електроакустичний перетворювач зміщений відносно другого за напрямом потоку на відстань не більше $2,5D$, де D - внутрішній діаметр трубопроводу. Вибір ознаки "не більше $2,5D$ " необхідний для надійного перекриття зони роботи на вимірвальній ділянці 4 трубопроводу.

Запропонований спосіб вимірювання витрат рідких і/або газоподібних середовищ реалізується наступним чином. На поверхні трубопроводу 4 встановлюють електроакустичні перетворювачі 2 і 3, які є одночасно і випромінювачами ультразвукового сигналу, і його приймачами, подають електричний сигнал із зміною частоти, що формується блоком 1 формування та аналізу електричних імпульсів. Електроакустичний перетворювач 2, на який подають електричний сигнал, збуджує в середовищі, що протікає по трубопроводу, ультразвукові хвилі, які приймає другий електроакустичний перетворювач 3 і перетворює їх в електричний сигнал, що подається в блок 1 формування та аналізу електричних імпульсів. При цьому акустичне поле поблизу випромінювача внаслідок інтерференції має складну структуру з мінімумами і максимумами звукового тиску, що чергуються, як уздовж, так і поперек акустичної осі випромінювача. Близня зона закінчується на останньому максимумі, тому в блоці 1 формування та аналізу електричних імпульсів визначають максимальну амплітуду сигналу, що відповідає ближній зоні, та частоту, що відповідає даному максимальному значенню, за якими розраховують швидкість потоку за формулою

10

15

20

$$v = \frac{fd^2 - 4Nc}{4N\cos\theta},$$

де f - частота; d - діаметр випромінювача; N - довжина ближньої зони; c - швидкість звуку в нерухомому середовищі; θ - кут між векторами c і v .

25

Об'ємні витрати розраховують за формулою

$$Q = kD^2v,$$

де k - коефіцієнт поправки; D - внутрішній діаметр трубопроводу.

30

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Ультразвуковий спосіб вимірювання витрат рідких і/або газоподібних середовищ, що включає випромінювання ультразвукових коливань за потоком або проти потоку досліджуваного середовища, прийом коливань, що пройшли через середовище, з перетворенням в електричні сигнали, при цьому електроакустичні перетворювачі розташовано так, що зовнішня випромінююча поверхня кожного суміщена з внутрішньою поверхнею трубопроводу, перший електроакустичний перетворювач зміщений відносно другого за напрямом потоку на відстань не більше $2,5D$, де D - внутрішній діаметр трубопроводу, який **відрізняється** тим, що подачу сигналу проводять із зміною частоти, реєструють зміну амплітуди сигналів, що приймаються п'єзоелектричними перетворювачами, визначають максимальну амплітуду та частоту, що відповідає даному максимальному значенню, за якими розраховують швидкість потоку та витрати середовища, яке протікає по трубопроводу, за формулою:

35

40

$$v = \frac{fd^2 - 4Nc}{4N\cos\theta},$$

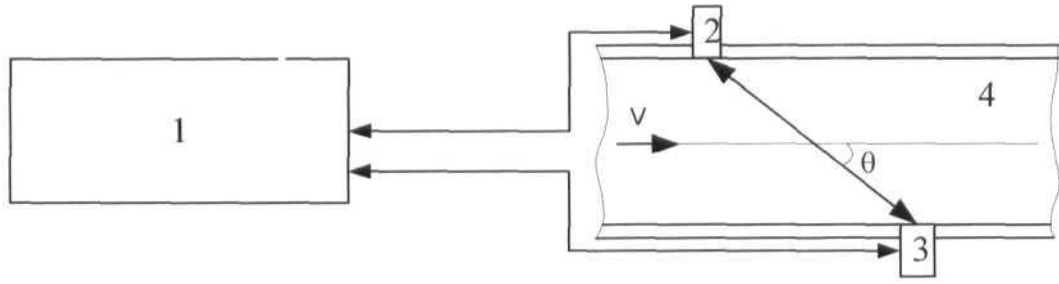
де f - частота; d - діаметр випромінювача; N - довжина ближньої зони; c - швидкість звуку в нерухомому середовищі; θ - кут між векторами c і v ;

45

об'ємні витрати розраховують за формулою:

$$Q = kD^2v,$$

де k - коефіцієнт поправки; D - внутрішній діаметр трубопроводу.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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