



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA (11) 97074 (13) C2
(51) МПК
G01F 1/66 (2006.01)

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ФАЗОВО-ІМПУЛЬСНИЙ ВИТРАТОМІР

1

2

(21) а201104611

(22) 14.04.2011

(24) 26.12.2011

(46) 26.12.2011, Бюл.№ 24, 2011 р.

(72) СЕРЕДЮК ОРЕСТ ЄВГЕНОВИЧ, ЛЮТАК ЗІНОВІЙ ПЕТРОВИЧ, МАЛІСЕВИЧ ВІТАЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

(73) СЕРЕДЮК ОРЕСТ ЄВГЕНОВИЧ, ЛЮТАК ЗІНОВІЙ ПЕТРОВИЧ, МАЛІСЕВИЧ ВІТАЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

(56) SU 1076754 A, 28.02.1984.

US 3964308, 22.06.1976.

JP 55112522 A, 30.08.1980.

JP 02098633 A, 11.04.1990.

JP 58184513 A, 28.10.1983.

US 5546813 A, 20.08.1996.

(57) 1. Ультразвуковий фазово-імпульсний витратомір, що включає два випромінюючі похилі п'єзо-

перетворювачі, виготовлені в одному корпусі як роздільно-суміщений п'єзоперетворювач і під'єднані до відповідних виходів джерела зондуючих імпульсів, два приймальні похилі п'єзоперетворювачі, під'єднані до блока обробки вимірювальної інформації і блоків керування роботою джерела зондуючих імпульсів, і вимірювальний блок, який **відрізняється** тим, що блок обробки вимірювальної інформації додатково оснащений вузлом для визначення кута зсуву фаз між сигналами приймальних п'єзоперетворювачів за параметрами інтерференційного еліпса і вузлом коригування вимірювальної інформації на неідентичність акустичних каналів.

2. Ультразвуковий фазово-імпульсний витратомір за п. 1, який **відрізняється** тим, що як джерело зондуючих імпульсів використаний генератор синхронізуючих імпульсів

Винахід належить до вимірювальної техніки і може бути використаний для вимірювання витрати рідких і газоподібних речовин за допомогою ультразвуку.

Відомий ультразвуковий частотно-часовий витратомір, що включає вимірювальну ділянку трубопроводу з двома прийнятно-передавальними п'єзоперетворювачами, електронні блоки керування роботою п'єзоперетворювачів і обробки сигналів в інформаційних каналах та індикатор витрати [а.с. СРСР, №864011, кл. G01F 1/66, Бюл. №34, 1981 р.].

Однак цей витратомір має невисоку точність вимірювання внаслідок одноканальності акустичного тракту. Це зумовлено виникненням похибки функціонування електронно-акустичних трактів при зміні роботи п'єзоперетворювачів з режиму випромінювання на режим приймання і навпаки. Також цей витратомір характеризується складністю конструктивного виконання, маючи значну кількість електронних блоків в електронних трактах.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого витратоміра, що заявляється, є частотно-імпульсний ультразвуковий витратомір, що включає два випромінюючі похилі п'єзоперетворювачі, під'єднані до відповідних виходів генераторів (джерела) зондуючих імпульсів, два прий-

мальні похилі п'єзоперетворювачі, під'єднані до відповідних блоків обробки вимірювальної інформації і блоків керування роботою генераторів (джерела) зондуючих імпульсів, і вимірювальний блок. При цьому один із випромінюючих п'єзоперетворювачів виконаний із змінним кутом вводу для здійснення компенсації асиметрії акустичних каналів [патент України, №28620 А, МПК⁶ C01F 25/00, Бюл. №5, 2000 р.].

Проте і цей витратомір характеризується недостатньою точністю вимірювання, оскільки виконання п'єзоперетворювача із змінним кутом вводу забезпечує досягнення тільки умови рівності часу проходження ультразвукових коливань в обох акустичних вимірювальних каналах, які містять складові тракту в стінках трубопроводу і газовому середовищі. При цьому не досягається ідентичність каналів при проходженні ультразвукових коливань безпосередньо у газовому середовищі за рахунок неоднакових кутів вводу коливань у внутрішній переріз трубопроводу, внаслідок чого є різними довжини акустичних трактів проходження коливань всередині трубопроводу. Крім того, даний ультразвуковий витратомір характеризується складністю конструктивного виконання внаслідок необхідності виконання одного із п'єзоперетворювачів із змінним кутом вводу, що також потребує

UA (11) 97074 (13) C2

необхідності застосування прецизійних засобів лінійних і кутових вимірювань для досягнення ідентичності акустичних каналів. Поряд з цим, застосування п'єзоперетворювачів у двох акустичних каналах з траєкторіями, які перетинаються, призводить до ускладнення конструкції витратоміра за рахунок необхідності застосування спеціальних блоків часового керування черговістю роботи генераторів зондуючих імпульсів і відповідних блоків обробки вимірювальної інформації.

В основу винаходу - ультразвуковий фазово-імпульсний витратомір - поставлено задачу створення нового більш досконалого витратоміра шляхом введення конструктивних змін і використання нових засобів обробки і коригування вимірювальної інформації, забезпечити підвищення точності вимірювання при одночасному спрощенні конструкції.

Поставлена задача вирішується тим, що в ультразвуковому фазово-імпульсному витратомірі, який включає два випромінюючі похилі п'єзоперетворювачі, виготовлені в одному корпусі як роздільно-суміщений п'єзоперетворювач і під'єднані до відповідних виходів джерела зондуючих імпульсів, два приймальні похилі п'єзоперетворювачі, під'єднані до блока обробки вимірювальної інформації і блоків керування роботою джерела зондуючих імпульсів, і вимірювальний блок, згідно з винаходом, блок обробки вимірювальної інформації додатково оснащений вузлом для визначення кута зсуву фаз між сигналами приймальних п'єзоперетворювачів за параметрами інтерференційного еліпса і вузлом коригування вимірювальної інформації на неідентичність акустичних каналів. Крім того, як джерело зондуючих імпульсів використаний генератор синхронізуючих імпульсів.

Застосування блока обробки вимірювальної інформації, який додатково оснащений вузлом для визначення кута зсуву фаз між сигналами приймальних п'єзоперетворювачів за параметрами інтерференційного еліпса, дає можливість досягнути підвищення точності вимірювань за рахунок можливості одночасного визначення двома методами параметрів інтерференційного еліпса, кожен з яких характеризується високою роздільною здатністю вимірювання кута зсуву фаз.

Застосування вузла коригування у блоці обробки вимірювальної інформації на неідентичність акустичних каналів дає можливість вилучити необхідність коригування положення п'єзоперетворювачів для досягнення ідентичності акустичних каналів, а також підвищити точність вимірювання шляхом введення поправки на початкову неідентичність акустичних каналів.

При цьому розширена функція використання двох п'єзоперетворювачів в одному корпусі як роздільно-суміщеного перетворювача, завдяки чому забезпечено можливість використання тільки одного генератора синхронізуючих імпульсів, який забезпечує керування електронними ключами подання зондуючих імпульсів п'єзоперетворювачів, чим також досягається спрощення конструкції витратоміра внаслідок застосування меншої кількості електронних блоків.

Таким чином сукупністю відомих і пропонованих суттєвих ознак забезпечується технічний результат, достатній для вирішення поставленої задачі.

Суть винаходу пояснюється кресленнями. На Фіг.1 наведено блок-схему ультразвукового фазово-імпульсного витратоміра. На Фіг.2 - графічну ілюстрацію першого методу визначення кута зсуву фаз і на Фіг.3 - графічну ілюстрацію другого методу визначення кута зсуву фаз.

Ультразвуковий витратомір містить генератор синхронізуючих імпульсів 1, схему керування 2, перший електронний ключ 3, другий електронний ключ 4, третій електронний ключ 5, трубопровід 6 з вимірюваним середовищем 7, на якому встановлені випромінюючий роздільно-суміщений п'єзоперетворювач 8, перший 9 і другий 10 приймальні п'єзоперетворювачі. У склад витратоміра входить блок обробки та коригування вимірювальної інформації 11 і вимірювальний блок 12. Конструктивно вихід генератора синхронізуючих імпульсів 1 з'єднаний з входом схеми керування 2, перший вихід якої з'єднаний з входом першого електронного ключа 3, другий вихід з першим входом другого електронного ключа 4, третій вихід - з першим входом третього електронного ключа 5, четвертий вихід з четвертим входом блока обробки та коригування вимірювальної інформації 11, а другий вхід з першим виходом блока обробки та коригування вимірювальної інформації 11, другий вихід якого з'єднаний з входом вимірювального блока 12, перший вихід першого електронного ключа 3 з'єднаний з першим входом блока обробки та коригування вимірювальної інформації 11, вихід другого електронного ключа 4 з'єднаний з другим входом блока обробки та коригування вимірювальної інформації 11, вихід третього електронного ключа 5 з'єднаний з третім входом блока обробки та коригування вимірювальної інформації 11, другий вихід першого електронного ключа 3 з'єднаний з роздільно-суміщеним п'єзоперетворювачем 8, другий вхід другого електронного ключа 4 з'єднаний з першим приймальним п'єзоперетворювачем 9, другий вхід третього електронного ключа 5 з'єднаний з другим приймальним п'єзоперетворювачем 10.

Ультразвуковий витратомір працює так.

Генератор синхронізуючих імпульсів 1 виробляє короткі високочастотні імпульси, що надходять на схему керування 2 та на блок обробки та коригування вимірювальної інформації 11 і синхронізують їхню роботу. Схема керування 2 виробляє електричні імпульси, що надходять на перший електронний ключ 3, які збуджують акустичні коливання на роздільно-суміщеному п'єзоперетворювачі 8. Далі акустичні коливання надходять до приймальних п'єзоперетворювачів 9 і 10, де перетворюються в електричні сигнали, які через електронні ключі 4 і 5 надходять до блока обробки та коригування вимірювальної інформації 11.

Під час проходження ультразвукових коливань від випромінюючого роздільно-суміщеного п'єзоперетворювача 8 через стінки трубопроводу 6 та рухоме середовище рідини або газу 7 до приймальних п'єзоперетворювачів 9 та 10 відбувається

зміщення за фазою між акустичними сигналами, що проходять за напрямком та проти напрямку потоку вимірювального середовища. Блок обробки та коригування вимірювальної інформації 11 дає можливість перетворити електричні сигнали з приймальних п'єзоелектричних перетворювачів 9, 10 у інтерференційний еліпс. Завдяки цьому досягається визначення кута зсуву фаз φ між сигналами приймальних п'єзоперетворювачів 9 та 10, який є інформативним параметром витратоміра. Вплив неідентичності акустичних каналів на вимірювання витрати виключається за рахунок запровадження корекції вузлом коригування вимірювальної інформації блока 11 на початкове значення кута зсуву фаз φ_0 . Це значення визначається попередньо експериментальним шляхом при відсутності потоку робочого середовища через витратомір. Алгоритм визначення інформативного параметра витратоміра записується залежністю:

$$Y = Y_{\max} \left[\frac{X}{X_{\max}} \cdot \cos \varphi \pm \sqrt{1 - \left(\frac{X}{X_{\max}} \cdot \sin \varphi \right)^2} \right], \quad (1)$$

де $Y_{\max}$, $X_{\max}$, X , Y - максимальні і миттєві відхилення вихідного сигналу по зображенню інтерференційного еліпса вздовж осей x і y відповідно; φ - кут зсуву фаз. При зміні витрати кут зсуву фаз між сигналами приймальних п'єзоперетворювачів 9 та 10 буде змінюватися і відповідно будуть змінюватися форма і розміри інтерференційного еліпса, що буде відповідати вимірюваній витраті природного газу.

Перший метод визначення кута зсуву фаз φ , графічна ілюстрація якого наведена на Фіг.2, визначається алгоритмом:

$$\sin \varphi = \frac{h}{H}, \quad (2)$$

де h - відстань між точками перетину еліпсом осі y ; H - довжина відрізка, що утворюється внаслідок проектування еліпса на вісь y .

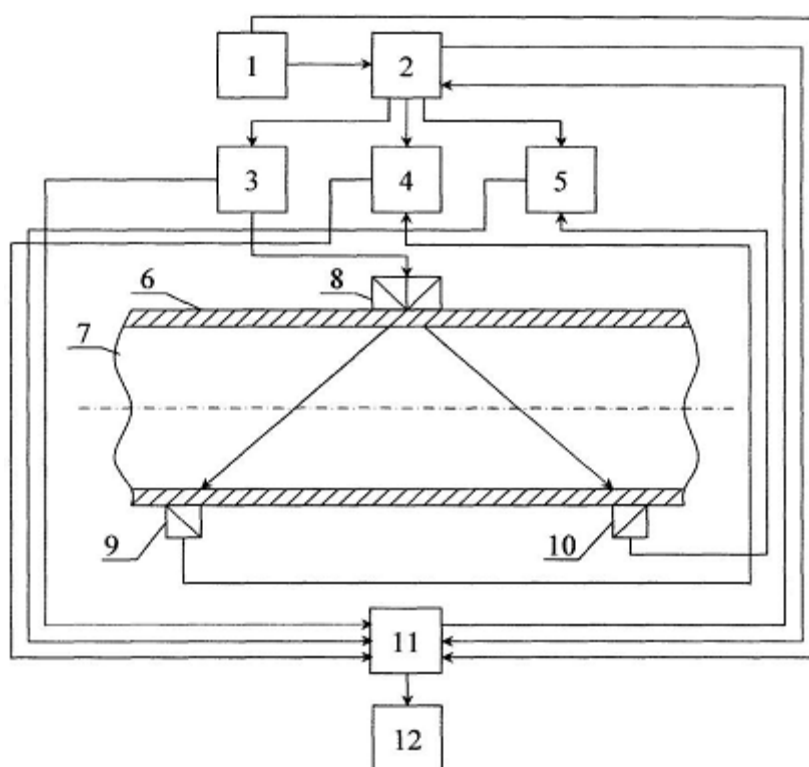
Другий метод визначення кута зсуву фаз φ , графічна ілюстрація якого наведена на Фіг.3, визначається алгоритмом:

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{b}{a}, \quad (3)$$

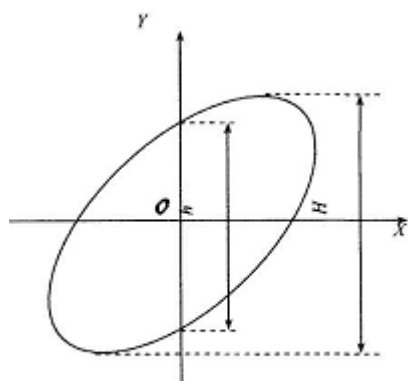
де b - мала вісь еліпса; a - велика вісь еліпса.

Саме додаткове оснащення блока обробки інформації 12 вузлом для визначення кута зсуву фаз дозволяє використовувати будь-який один із двох або одночасно два методи визначення кута зсуву фаз φ і досягти потрібної точності вимірювань, при цьому пристрій передбачає можливість збільшення точності вимірювань шляхом використання цифрового осцилографа з комп'ютерною обробкою даних.

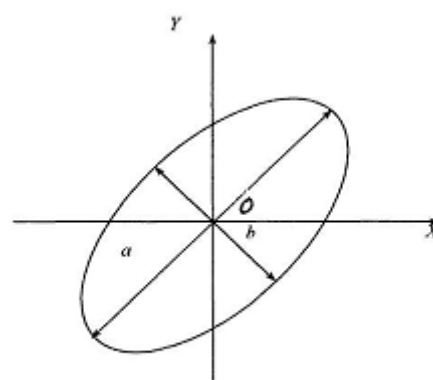
Пропонований винахід забезпечує підвищення точності вимірювання витрати рідин і газу шляхом застосування додаткового вузла визначення кута зсуву фаз між сигналами приймальних п'єзоперетворювачів по параметрах інтерференційного еліпса та врахуванням асиметрії акустичних каналів завдяки додатковому вузлу коригування вимірювальної інформації на неідентичність акустичних каналів з одночасним спрощенням конструкції ультразвукового витратоміра.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3