



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98204** (13) **U**
(51) МПК
G01F 1/66 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 10390	(72) Винахідник(и): Козлов Юрій Валентинович (UA), Недзельський Сергій Денисович (UA), Руженцев Ігор Вікторович (UA), Стеценко Андрій Анатолійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 22.09.2014	
(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): Козлов Юрій Валентинович, вул. Коломенська, 25, кв. 44, м. Харків, 61166 (UA), Недзельський Сергій Денисович, вул. Громадянська, 14, кв. 4, м. Харків, 61057 (UA), Руженцев Ігор Вікторович, вул. Леніна, 29, кв. 28, м. Харків, 61166 (UA), Стеценко Андрій Анатолійович, вул. Армійська, 41, м. Харків, 61202 (UA)
(66) Номер та дата подання попередньої заявки, діловодство за якою припинено: u201405504, 22.05.2014	

(54) УЛЬТРАЗВУКОВИЙ СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ РІДИНИ

(57) Реферат:

Ультразвуковий спосіб вимірювання витрати рідини полягає в тому, що потік рідини переміщається вздовж відрізка трубопроводу внутрішнього діаметра D , в якому розташовані два п'єзоелементи, випромінююча поверхня кожного з яких розміщена під кутом α від 30 до 60° до поздовжньої осі, орієнтовані відносно один до одного таким чином, щоб між ними існував акустичний зв'язок по хордах, п'єзоелементи, функції яких змінює комутатор, по черзі випромінюють або приймають акустичний сигнал, схема обробки прийнятих сигналів розраховує витрату як величину, прямо пропорційну середній швидкості потоку рідини, визначеній за різницею часу розповсюдження випроміненого акустичного сигналу проти t_{\downarrow} , і вздовж t_{\uparrow} напрямку потоку вимірюваного середовища $\Delta t = t_{\downarrow} - t_{\uparrow}$. Акустичний сигнал за рахунок багатократного відбиття від внутрішньої поверхні трубопроводу проходить відстань між осями п'єзоелементів $R = nL = \frac{n\sqrt{3}}{4} D \sqrt{3 \operatorname{ctg}^2 \alpha - 1}$, де $n > 3$.

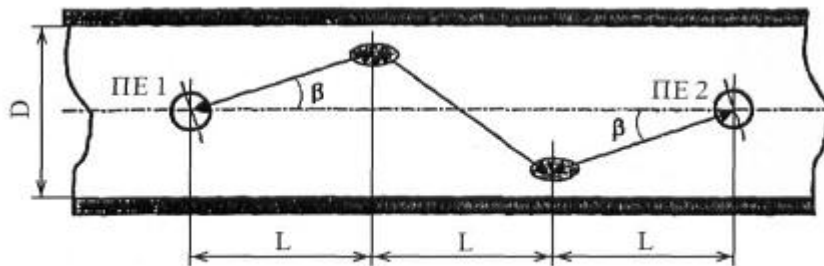


Fig. 1

UA 98204 U

Корисна модель належить до галузі вимірювальної техніки і може бути використана для побудови систем, призначених для вимірювання витрати рідини (нафти, продуктів її переробки тощо), яка переміщається у закритому каналі (трубопроводі), з метою технологічного чи комерційного обліку.

- 5 Відомий ультразвуковий спосіб вимірювання витрати текучого середовища (будь-якої рідини, газу, пари або їх суміші), що використовує фізичне явище геометричного (векторного) складання середньої швидкості руху v вимірюваного середовища і швидкості c розповсюдження ультразвукової хвилі у цьому середовищі [1, с. 78]:

$$v_{\Sigma} = v + c \cdot \quad (1)$$

10

Сутність цього способу полягає в тому, що розташований у відрізка трубопроводу, вздовж якого переміщається потік текучого середовища, п'єзоелемент-передавач, збуджуваний генератором ультразвукових коливань, випромінює у текуче середовище акустичний сигнал, який приймають розташовані по обидва боки від нього на однаковій відстані L п'єзоелементи-приймачі, схема обробки прийнятих сигналів розраховує витрату як величину, прямо пропорційну середній швидкості вимірюваного середовища, визначеній за різницею часу Δt розповсюдження ультразвукової хвилі проти t_{\downarrow} , і вздовж t_{\uparrow} напрямку потоку вимірюваного середовища.

15

- 20 Недоліком цього способу є велика основна похибка вимірювання, зумовлена похибкою визначення середньої швидкості текучого середовища (ТС) і несиметричністю вимірювальної схеми (через складність забезпечення однакової відстані до п'єзоелементів-приймачів від п'єзоелемента-передавача) та додаткова гідродинамічна похибка при вимірюванні витрати рідини.

- 25 Відомий також ультразвуковий спосіб вимірювання витрати ТС [2], сутність якого полягає в тому, що у відрізка трубопроводу, вздовж якого переміщається потік текучого середовища, розташовані з різних боків під кутом θ один до одного на відстані L два п'єзоелементи, функції яких (випромінювача та приймача) по черзі змінює комутатор, схема обробки прийнятих сигналів розраховує витрату як величину, прямо пропорційну середній швидкості потоку ТС, визначеній за різницею часу розповсюдження випроміненого акустичного сигналу проти t_{\downarrow} і

30

вздовж t_{\uparrow} напрямку потоку вимірюваного середовища $\Delta t = t_{\downarrow} - t_{\uparrow}$.
Недоліком цього способу є велика похибка вимірювання витрати, що визначається основною відносною похибкою вимірювання середньої швидкості рідини δv і додатковою гідродинамічною похибкою $\delta_{гд}$, зумовленою несиметричністю потоку відносно осі труби:

$$\delta Q = \delta v + \delta_{гд} \cdot \quad (2)$$

35

Основна похибка вимірювання визначається кінцевою роздільною здатністю δt вимірювача часових інтервалів:

$$\delta v = \delta \tau / \Delta t \cdot \quad (3)$$

40

Найбільш близьким до заявлюваного винаходу є врізана секція ультразвукового витратоміра [3], у описі якої наведено спосіб вимірювання витрати рідини, сутність якого полягає в тому, що потік рідини переміщається вздовж відрізка трубопроводу, в якому з одного боку розташовані два п'єзоелементи, випромінююча поверхня кожного з яких розміщена під кутом α від 30 до 60° до поздовжньої осі, а самі п'єзоелементи орієнтовані відносно один до

45

одного таким чином, щоб між ними існував акустичний зв'язок по трьох хордах, відстань між осями п'єзоелементів $R = 3L = \frac{3\sqrt{3}}{4} D \sqrt{3 \operatorname{ctg}^2 \alpha - 1}$, де D - внутрішній діаметр відрізка трубопроводу, п'єзоелементи, функції яких змінює комутатор, по черзі випромінюють або приймають акустичний сигнал, схема обробки прийнятих сигналів розраховує витрату як величину, прямо пропорційну середній швидкості потоку рідини, визначеній за різницею часу розповсюдження випроміненого акустичного сигналу проти t_{\downarrow} і вздовж t_{\uparrow} напрямку потоку вимірюваного середовища $\Delta t = t_{\downarrow} - t_{\uparrow}$.

50

Недоліком цього способу є велика основна похибка вимірювання витрати.

В основу запропонованої корисної моделі поставлено задачу зменшити основну похибку вимірювання.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в ультразвуковий спосіб вимірювання витрати рідини, який полягає в тому, що потік рідини переміщається вздовж відрізка трубопроводу внутрішнього діаметра D , в якому розташовані два п'єзоелементи, випромінююча поверхня кожного з яких розміщена під кутом α від 30° до 60° до поздовжньої осі, орієнтовані відносно один до одного таким чином, щоб між ними існував акустичний зв'язок по хордах, п'єзоелементи, функції яких змінює комутатор, по черзі випромінюють або приймають акустичний сигнал, схема обробки прийнятих сигналів розраховує витрату як величину, прямо пропорційну середній швидкості потоку рідини, визначеній за різницею часу розповсюдження випроміненого акустичного сигналу проти t_\downarrow і вздовж t_\uparrow напрямку потоку вимірюваного середовища $\Delta t = t_\downarrow - t_\uparrow$, згідно з винаходом, акустичний сигнал за рахунок багатократного відбиття від внутрішньої поверхні трубопроводу проходить відстань між осями п'єзоелементів

$$R = nL = \frac{n\sqrt{3}}{4} D \sqrt{3 \operatorname{ctg}^2 \alpha - 1}, \text{ де } n > 3.$$

На фіг. 1 наведено шлях акустичного сигналу від одного до другого п'єзоелемента (ПЕ) вздовж внутрішньої поверхні труби.

На фіг. 2 наведено приклад акустичного каналу, зонduючий сигнал якого спрямований вздовж напрямку потоку рідини.

На фіг. 3 наведено шлях розповсюдження акустичного сигналу, подовжений за рахунок багаторазового відбиття сигналу від стінок трубопроводу.

Швидкість поширення сигналу C_{TC} геометрично складається зі швидкістю V потоку (див. фіг. 2), тому можна записати вирази для часу поширення сигналу вздовж і проти потоку:

$$t_\uparrow = \frac{R}{C_{TC} + V \cdot \sin \alpha}, \quad (4)$$

$$t_\downarrow = \frac{R}{C_{TC} - V \cdot \sin \alpha}. \quad (5)$$

Вирішивши сумісно (4) і (5) відносно V , отримаємо рівняння вимірювання:

$$V = \frac{C_{TC}}{\sin \alpha} \cdot \frac{t_\downarrow - t_\uparrow}{t_\downarrow + t_\uparrow}. \quad (6)$$

При відомій площі S поперечного перерізу каналу об'ємна та масова витрати визначаються за формулами:

$$Q = S \cdot V; \quad (7)$$

$$M = S \cdot V \cdot \gamma, \quad (8)$$

де γ - питома вага вимірюваного середовища.

Основна похибка вимірювання витрати рідини визначається за формулою (3), оскільки похибками завдання констант δ_S і δ_γ можна нехтувати, а гідродинамічна похибка повністю усунена за рахунок забезпечення хордового розповсюдження акустичного сигналу [4, с. 445].

Подовження шляху розповсюдження акустичного сигналу забезпечує збільшення Δt , отже, зменшення основної похибки:

$$\delta v = \delta \tau / n \cdot \Delta t. \quad (9)$$

Юстирування приймально-передавальних ПЕ акустичного каналу виконується за допомогою лазерного випромінювання. Зменшення основної похибки складає $n/3$.

Джерела інформації:

1. Монахов В.И. Измерение расхода и количества жидкости, газа и пара / В.И. Монахов. М. - Л.: Госэнергоиздат, 1962. - 128 с.

2. Близнюк В. Ультразвуковые расходомеры и система учета на их основе / В. Близнюк, В. Костылев, В. Сорокопут, А. Стеценко, А. Стеценко // Современные технологии автоматизации. - М.: СТА-Пресс, 1998. - № 2. - С. 70-73.

3. Пат. РФ № 2277700, МПК (2006. 01) G01 F1/66. Врезная секция ультразвукового расходомера / Опубл. 10.06.2006, Бюл. № 16.

4. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества веществ: Справочник. Кн. 2 / Под общ. ред. Е.А. Шорникова - СПб.: Политехника, 2004. - 412 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Ультразвуковий спосіб вимірювання витрати рідини, який полягає в тому, що потік рідини переміщається вздовж відрізка трубопроводу внутрішнього діаметра D , в якому розташовані два п'єзоелементи, випромінююча поверхня кожного з яких розміщена під кутом α від 30 до 60° до поздовжньої осі, орієнтовані відносно один до одного таким чином, щоб між ними існував акустичний зв'язок по хордах, п'єзоелементи, функції яких змінює комутатор, по черзі випромінюють або приймають акустичний сигнал, схема обробки прийнятих сигналів розраховує витрату як величину, прямо пропорційну середній швидкості потоку рідини, визначеній за різницею часу розповсюдження випроміненого акустичного сигналу проти t_{\downarrow} , і

вздовж t_{\uparrow} напрямку потоку вимірюваного середовища $\Delta t = t_{\downarrow} - t_{\uparrow}$, який відрізняється тим, що акустичний сигнал за рахунок багатократного відбиття від внутрішньої поверхні трубопроводу

проходить відстань між осями п'єзоелементів $R = nL = \frac{n\sqrt{3}}{4} D \sqrt{3 \operatorname{ctg}^2 \alpha - 1}$, де $n > 3$.

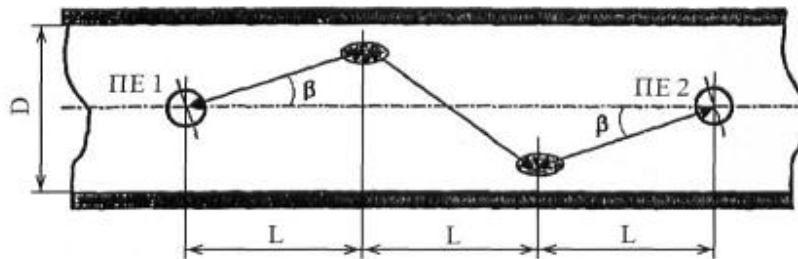


Fig. 1

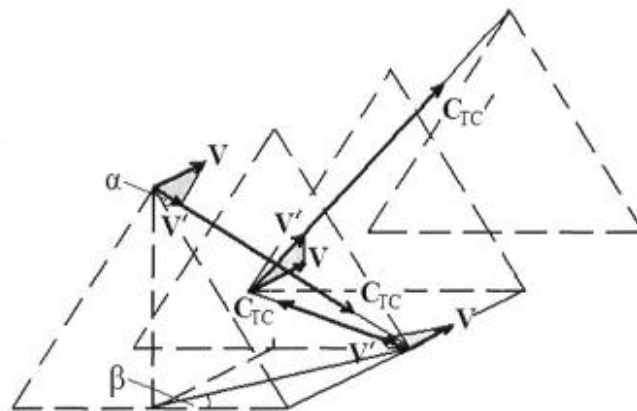


Fig. 2

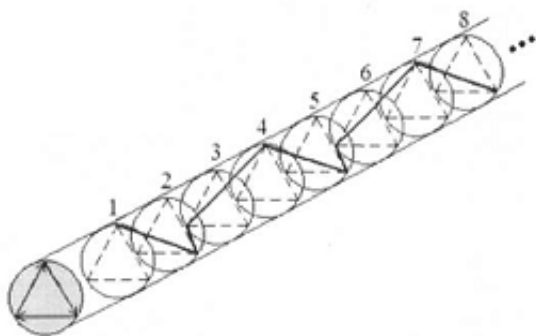


Fig. 3

Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

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

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