



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115995** (13) **U**  
(51) МПК (2017.01)  
**G01N 9/00**  
**G01F 1/66** (2006.01)  
**G01M 9/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

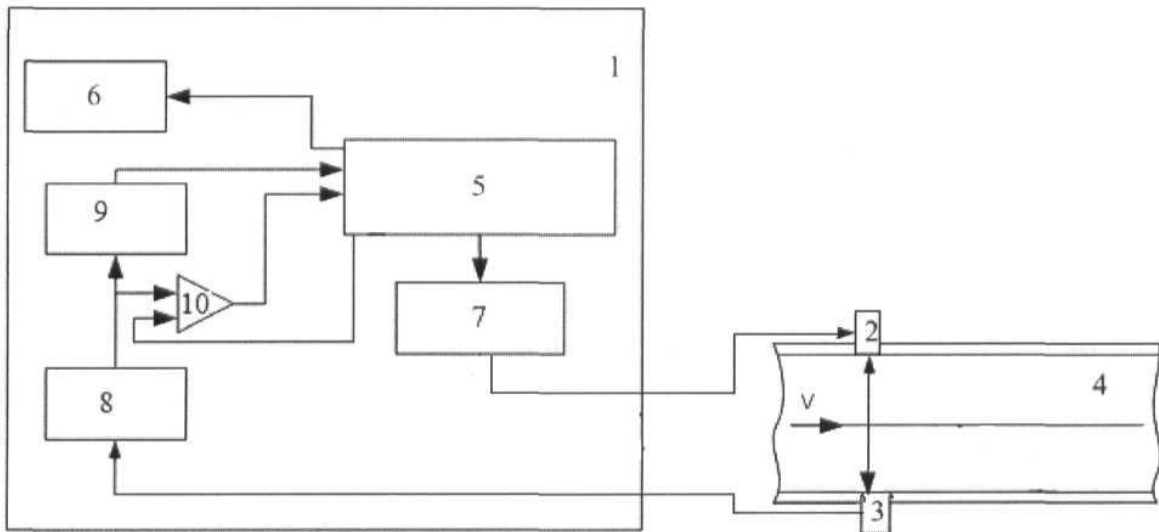
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2016 08719</b>	(72) Винахідник(и): <b>Білинський Йосип Йосипович (UA), Огородник Костянтин Володимирович (UA), Гладишевський Микола Володимирович (UA), Столяр Анастасія Вікторівна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>11.08.2016</b>	(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.05.2017</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.05.2017, Бюл.№ 9</b>	

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ ГАЗУ

### (57) Реферат:

Спосіб визначення густини газу полягає у вимірюванні швидкості поширення ультразвукових хвиль в газі й температури газу та попередньому встановленні залежності швидкості поширення ультразвуку від температури. Вимірюють частоту  $f$  поширення ультразвукової хвилі, враховуючи діаметр трубопроводу, радіус п'єзоелемента та швидкість плинного середовища, при якій визначають останній дифракційний максимум ближньої зони. Частоту ультразвукової хвилі порівнюють з швидкістю поширення ультразвукової хвилі в газі, після чого проводять розрахунок густини газу.



UA 115995 U



Корисна модель належить до галузі вимірювальної техніки, а саме до аеродинамічних пристроїв для вимірювання густини різних рідин.

Відомим аналогом є спосіб визначення густини газу [Бражников Н.И. Ультразвуковые методы измерения плотности. - Приборы и системы управления, 1976, 10, с. 17-21], який полягає в тому, що визначають час проходження ультразвукових коливань фіксованої відстані в контрольованому газі, який відповідає вимірюванню швидкості поширення ультразвукових коливань, і визначають густину газу за апріорі встановленою залежністю) часу проходження хвилі від густини.

Недоліком аналога є неможливість автоматичного контролю густини різних видів рідин і їх сумішей, обумовлена необхідністю апріорного знання виду контрольованої рідини.

Відомим аналогом є спосіб визначення густини газу, який взятий за прототип (RU, №2221234, М. кл. G01№9/24, G01№29/18, опубл. 10.01.2004) полягає у визначенні швидкості поширення ультразвукових хвиль в рідині і температури рідини, в попередньому встановленні залежності швидкості поширення ультразвуку від температури для рідин зі схожими фізико-хімічними властивостями, підстановкою вимірної температури в кожну з попередньо встановлених калібрувальних залежностей швидкості поширення ультразвуку від температури обчислюють розрахункову швидкість поширення ультразвуку для кожної залежності  $V_i$ , визначають абсолютне відхилення  $V_i$ , два найменших відхилення визначають прилеглих залежності швидкості від температури  $V_1(T)$  і  $V_2(T)$  з сімейства попередньо встановлених залежностей, а перерахунок швидкості поширення ультразвуку в густину рідини виконують по теоретично встановленій залежності.

$$\rho = \left( a_1 \times \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1 + \Delta V_2} + a_2 \times \frac{\Delta V_1}{\Delta V_1 + \Delta V_2} \right) \times V_{\text{виз}} + \left( b_1 \times \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1 + \Delta V_2} + b_2 \times \frac{\Delta V_1}{\Delta V_1 + \Delta V_2} \right),$$

де  $a_1, a_2, b_1, b_2$  - постійні коефіцієнти перерахунку для двох сусідніх залежностей  $V_1(T)$  і  $V_2(T)$ ;  $V_1$  і  $V_2$  - абсолютні значення відхилень швидкостей, розрахованих по попередньо встановленим залежностям  $V_1(T)$  і  $V_2(T)$  і вимірної швидкості  $V_{\text{виз}}$

Недоліком аналога є недостатня точність контролю густини рідини.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу визначення густини газу, в якому за рахунок нових операцій досягається можливість вимірювання швидкості поширення ультразвуку в газі, що приводить до підвищення точності вимірювання густини газу.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб визначення густини газу полягає у вимірюванні швидкості поширення ультразвукових хвиль в газі й температури газу та попередньому встановленні залежності швидкості поширення ультразвуку від температури, згідно з корисною моделлю, вимірюють частоту  $f$  поширення ультразвукової хвилі, враховуючи діаметр трубопроводу, радіус п'єзоелемента та швидкість плинного середовища, при якій визначається останній дифракційний максимум ближньої зони, частоту ультразвукової хвилі прирівнюють з швидкістю поширення ультразвукової хвилі в газі, після чого проводять розрахунок густини газу.

Корисна модель пояснюється кресленням, де зображена схема пристрою для реалізації способу визначення густини газу.

Пристрій містить блок формування та аналізу електричних імпульсів 1, який складається з контролера 5, індикатора 6, генератора змінної частоти 7, підсилювача 8, аналогово-цифрового перетворювача 9 та компаратора 10 позицію 4 названо вимірювальною ділянкою трубопроводу, крім того електроакустичний випромінюючий перетворювач 2 та електроакустичний приймальний перетворювач 3 звиконані з можливістю фіксації чи закріплення на вимірювальній ділянці трубопроводу 4.

Спосіб визначення густини газу реалізують наступним чином.

Для здійснення запропонованого способу випромінюють ультразвукову хвилю електроакустичним випромінюючим перетворювачем 2, а електроакустичним приймальним перетворювачем 3 приймають хвилю в контрольованому газі, що знаходиться в вимірювальній ділянці трубопроводу 4. Значення частоти коливань надходять до блоку формування та аналізу електричних імпульсів 1, де коливання підсилюють підсилювачем 8 та аналізують за амплітудою за допомогою компаратора 10 і реєструють пікові значення амплітуди за допомогою контролера 5 в даний момент часу і в попередній. Потім відбувається збудження коливань їх забезпечує генератор змінної частоти 7. При певній густині генератор змінної частоти 7 налаштований на частоту, що відповідає останньому максимуму ближньої зони ультразвукової хвилі. При зміні густини зменшується амплітуда вихідного сигналу, що призводить до переналаштування частоти генератора змінної частоти 7. При досягненні частоти ультразвукових хвиль, що відповідає максимальній амплітуді реєструється значення частоти, за

яким і розраховують густину газу. Після чого за допомогою аналогово-цифрового перетворювача 9 виконується перетворення сигналу в двійковий код.

Частота ультразвукової хвилі визначається:

$$f = \frac{DV}{a^2}, \quad (1)$$

де  $D$  - діаметр трубки,  $a$  - радіус п'єзоелемента,  $V$  - швидкість поширення ультразвукової хвилі.

Прирівнюють до формули (1) формулу швидкості поширення ультразвукової хвилі в газі:

$$V = 18,591(T\gamma k / \rho_0)^{0.5}, \quad (2)$$

де  $T$  - абсолютна температура,  $\gamma$  - коефіцієнт Пуассона,  $k$  - коефіцієнт стисливості;

Після чого, визначають густину газу за формулою:

$$\rho_0 = \frac{345.625T\gamma k}{\left(\frac{fa^2}{D}\right)^2}. \quad (3)$$

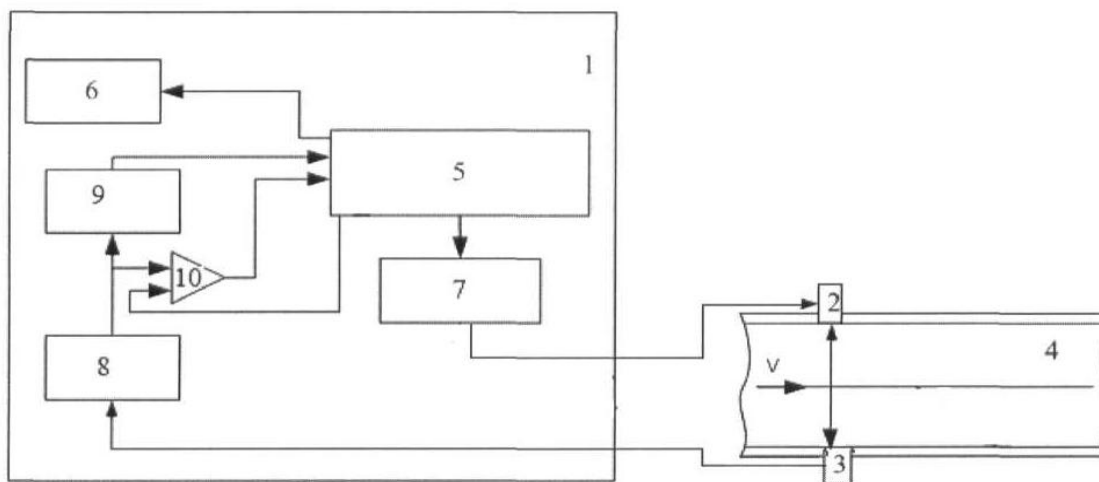
Використання даного способу підвищує точність розрахунку густини газу завдяки вимірюванню швидкості поширення ультразвукової хвилі та використання останнього максимуму ближньої зони електроакустичного перетворювача.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення густини газу, що полягає у вимірюванні швидкості поширення ультразвукових хвиль в газі й температури газу та попередньому встановленні залежності швидкості поширення ультразвуку від температури, який **відрізняється** тим, що вимірюють частоту  $f$  поширення ультразвукової хвилі, враховуючи діаметр трубопроводу, радіус п'єзоелемента та швидкість плинного середовища, при якій визначають останній дифракційний максимум ближньої зони, частоту ультразвукової хвилі прирівнюють з швидкістю поширення ультразвукової хвилі в газі, після чого проводять розрахунок густини газу по формулі:

$$\rho_0 = \frac{345.625T\gamma k}{\left(\frac{fa^2}{D}\right)^2},$$

де  $D$  - діаметр трубки,  $a$  - радіус п'єзоелемента,  $T$  - абсолютна температура,  $\gamma$  - коефіцієнт Пуассона,  $k$  - коефіцієнт стисливості,  $f$  - частота.



---

Комп'ютерна верстка О. Рябко

---

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

---

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