



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **134393** (13) **U**
(51) МПК
G01N 9/36 (2006.01)

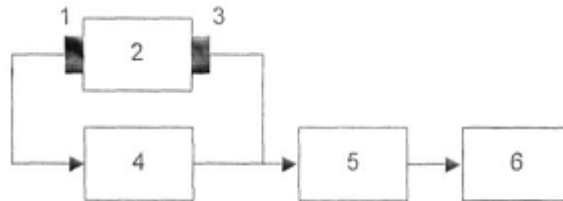
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2018 12912	(72) Винахідник(и): Білинський Йосип Йосипович (UA), Огородник Костянтин Володимирович (UA), Лазарєв Олександр Олександрович (UA), Кравченко Юрій Степанович (UA)
(22) Дата подання заявки: 26.12.2018	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.05.2019	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.05.2019, Бюл.№ 9	

(54) УЛЬТРАЗВУКОВИЙ АВТОГЕНЕРАТОРНИЙ ВИМІРЮВАЧ ГУСТИНИ

(57) Реферат:

Ультразвуковий вимірювач густини містить індикатор, досліджуване середовище та два ультразвукові перетворювачі, розташовані з можливістю контактувати із досліджуваним середовищем. Додатково введено підсилювач з позитивним зворотним зв'язком та мікропроцесорний блок обробки сигналу. При цьому перший ультразвуковий перетворювач під'єднано до входу підсилювача з позитивним зворотним зв'язком, до виходу якого під'єднано другий ультразвуковий перетворювач та мікропроцесорний блок обробки сигналу. До виходу мікропроцесорного блока обробки сигналу під'єднано індикатор.



Фиг. 1

UA 134393 U

Корисна модель належить до області вимірювання густини рідин та матеріалів і може бути використана в різноманітних пристроях автоматичного керування та контролю для вимірювання густини.

Відомий ультразвуковий вимірювач густини [Древецький В.В. Мобільний автоматичний аналізатор показників якості нафтопродуктів // 36. наук, праць Військового інституту Київського національного університету. - 2006. - Вип. 5. - С. 41-45], що складається з досліджуваного середовища, чотирьох ідентичних вихрових камер, зібраних в схему гідравлічного моста, вимірювальну діагональ якого з'єднано диференціальним манометром, який з'єднаний з індикатором. На вході в схему встановлений стабілізатор витрати. У протилежних плечах моста вихрові камери з'єднано в однаковому напрямку, а в суміжних плечах - у зустрічному напрямку.

Недоліком даного пристрою є його низька чутливість і, як наслідок, точність вимірювання густини.

Найбільш близьким аналогом є ультразвуковий пристрій для вимірювання густини [патент України № 121438, МПК G01N9/00, опубл. 11.12.2017, бюл. № 23], що містить індикатор, досліджуване середовище, мікроконтролер, генератор змінної частоти, два ультразвукові перетворювачі, підсилювач та аналогово-цифровий перетворювач, причому індикатор з'єднаний із мікроконтролером, який підключено до генератора змінної частоти та до аналого-цифрового перетворювача, генератор змінної частоти під'єднано до першого ультразвукового перетворювача, причому перший та другий ультразвукові перетворювачі розташовані з можливістю контактувати із досліджуваним середовищем, при цьому другий ультразвуковий перетворювач під'єднаний до підсилювача, який підключено до аналого-цифрового перетворювача.

Недоліком даного пристрою є низька чутливість і, як наслідок, точність, пов'язані з положістю вимірювальної характеристики в околі останнього дифракційного максимуму звукового тиску, тобто в області безпосереднього вимірювання.

В основу корисної моделі поставлена задача створення ультразвукового автогенераторного вимірювача густини, в якому за рахунок введення нових елементів і зв'язків між ними досягається можливість вимірювання малих змін густини, що приводить до підвищення чутливості та точності контролю даного процесу.

Поставлена задача вирішується тим, що в ультразвуковий автогенераторний вимірювач густини, який складається з індикатора, двох ультразвукових перетворювачів та досліджуваного середовища, причому перший і другий ультразвукові перетворювачі розташовані з можливістю контактувати із досліджуваним середовищем, згідно з корисною моделлю, введено підсилювач з позитивним зворотним зв'язком та мікропроцесорний блок обробки сигналу, причому перший ультразвуковий перетворювач під'єднано до входу підсилювача з позитивним зворотним зв'язком, до виходу якого під'єднано другий ультразвуковий перетворювач та мікропроцесорний блок обробки сигналу, при цьому до виходу мікропроцесорного блока обробки сигналу під'єднано індикатор.

На фіг. 1 наведено схему ультразвукового автогенераторного вимірювача густини, на фіг. 2 - залежності густини від резонансної частоти для різних значень n .

Пристрій складається з першого ультразвукового перетворювача 1, досліджуваного середовища 2, другого ультразвукового перетворювача 3, підсилювача з позитивним зворотним зв'язком 4, мікропроцесорного блока обробки сигналу 5 і індикатора 6, причому перший 1 і другий 3 ультразвукові перетворювачі розташовані з можливістю контактувати із досліджуваним середовищем 2, перший ультразвуковий перетворювач 1 під'єднано до входу підсилювача з позитивним зворотним зв'язком 4, до виходу якого під'єднано другий ультразвуковий перетворювач 3 та мікропроцесорний блок обробки сигналу 5, при цьому до виходу мікропроцесорного блока обробки сигналу 5 під'єднано індикатор 6.

Пристрій працює наступним чином.

При подачі живлення в системі перший 1 та другий 3 ультразвукові перетворювачі (випромінювач-приймач), які під'єднані в коло позитивного зворотного зв'язку підсилювача з позитивним зворотним зв'язком 4, в схемі виникне автогенерація коливань на частоті резонансу, на якій буде виконуватися умова балансу фаз (фазовий зсув на частоті резонансу дорівнює 0) та балансу амплітуд (коефіцієнт підсилення має бути більшим за втрати сигналу у вимірювальному каналі).

В системі випромінювач-приймач виникає резонанс за умови:

$$L = n\lambda/2,$$

де L - відстань між першим ультразвуковим перетворювачем 1 та другим ультразвуковим перетворювачем 3 (випромінювачем та приймачем), тобто товщина досліджуваного середовища 2, n - ціле число, λ - довжина акустичної хвилі в досліджуваному середовищі 2.

Частота резонансу при фіксованій товщині досліджуваного середовища 2 визначається виразом:

$$f_p = \frac{nV_{узх}}{2L}; \quad (1)$$

де $V_{узх}$ - швидкість ультразвуку у досліджуваному середовищі 2. Враховуючи це, отримаємо:

$$V_{узх} = \lambda f_p = \frac{Z}{\rho} \Rightarrow \lambda = \frac{Z}{f_p \rho} \Rightarrow \rho = \frac{nZ}{2f_p L}, \quad (2)$$

де Z - акустичний опір середовища.

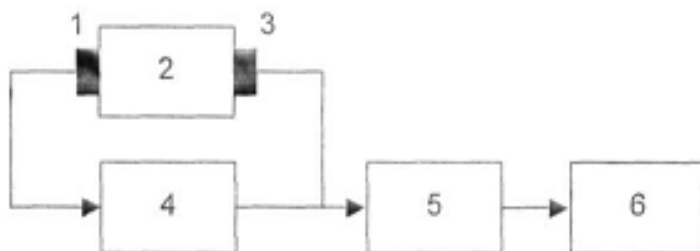
Для кожного значення f_p з формули (2) існує множина відповідних значень густини (див. фіг. 2) залежно від значення n , хоч на практиці, виходячи з амплітудно-частотних характеристик системи передавач-приймач, ця множина скорочується до одного-двох значень густини. Але в межах густин $\rho_x \dots \rho_x + \lambda$ (в межах довжини однієї хвилі) існує однозначна залежність резонансної частоти f_p та густини ρ .

За виміряними значеннями резонансної частоти f_p , у мікропроцесорному блоці обробки сигналу 5 розраховується множина значень ρ для відповідних значень $n=1\dots k$, де k - ціле число, що залежить від діапазону вимірювань. Далі вибирається значення ρ , яке потрапляє у заданий діапазон вимірювання $\rho_0 \dots \rho_0 + \lambda$, яке і буде істинним значенням шуканої густини. Це значення виводиться на індикатор 6.

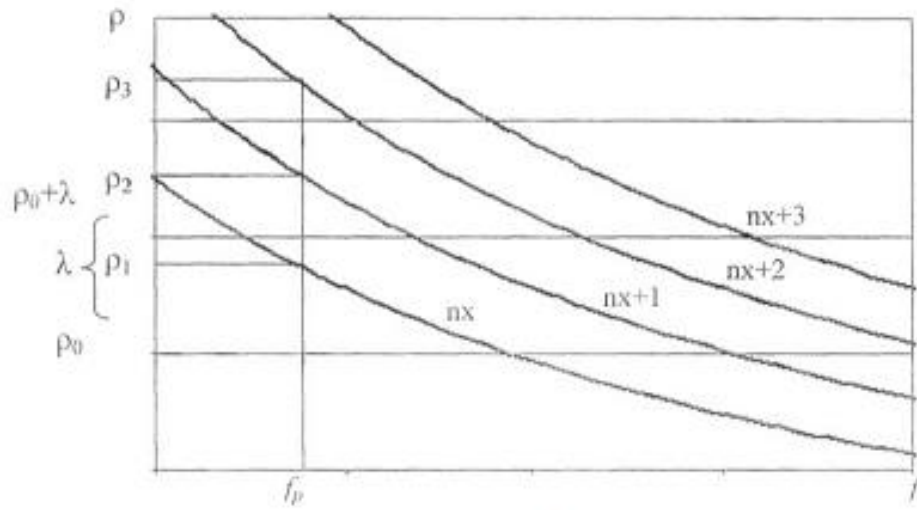
Використання запропонованого ультразвукового автогенераторного вимірювача густини має суттєві переваги в порівнянні з найближчим аналогом, оскільки в процесі вимірювання використовується ділянка вимірювальної характеристики з вищою крутістю, за рахунок чого підвищується точність та чутливість вимірювань.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Ультразвуковий вимірювач густини, який складається з індикатора, двох ультразвукових перетворювачів та досліджуваного середовища, причому перший і другий ультразвукові перетворювачі розташовані з можливістю контактувати із досліджуваним середовищем, який відрізняється тим, що введено підсилювач з позитивним зворотним зв'язком та мікропроцесорний блок обробки сигналу, причому перший ультразвуковий перетворювач під'єднано до входу підсилювача з позитивним зворотним зв'язком, до виходу якого під'єднано другий ультразвуковий перетворювач та мікропроцесорний блок обробки сигналу, при цьому до виходу мікропроцесорного блока обробки сигналу під'єднано індикатор.



Фіг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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