



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **121438** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
G01N 9/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2017 04748</p> <p>(22) Дата подання заявки: 17.05.2017</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.12.2017</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.12.2017, Бюл.№ 23</p>	<p>(72) Винахідник(и): Білінський Йосип Йосипович (UA), Огородник Костянтин Володимирович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</p>
--	--

(54) УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ГУСТИНИ

(57) Реферат:

Ультразвуковий пристрій для вимірювання густини складається з індикатора та досліджуваного середовища. Додатково містить мікроконтролер, генератор змінної частоти, два ультразвукових перетворювача, підсилювач та аналогово-цифровий перетворювач.

UA 121438 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 пристрій для вимірювання густини [див. Древецький В.В. Математична модель вимірювальної системи в'язкості і густини авіаційних палив // Авиационно-космическая техника и технология. - 2007. - № 7. - С. 187-191], який представлений у вигляді мостової схеми, до якої входить перший ламінарний дросель, справа від якого знаходиться перший турбулентний дросель, знизу - другий турбулентний дросель, а справа від другого турбулентного дроселя розташований другий ламінарний дросель, також схема містить два датчика тиску.

Недоліком даного пристрою є низька його чутливість до малих змін густини.

Найбільш близьким технічним рішенням є ультразвуковий пристрій для вимірювання густини [Древецький В.В. Мобільний автоматичний аналізатор показників якості нафтопродуктів // Зб. 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 диференційним 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.

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

Поставлена задача вирішується тим, що в ультразвуковий пристрій для вимірювання густини, який складається з індикатора та досліджуваного середовища, введено мікроконтролер, генератор змінної частоти, два ультразвукових перетворювача, підсилювач та аналогово-цифровий перетворювач (АЦП), причому індикатор з'єднаний із мікроконтролером, який підключено до генератора змінної частоти та до АЦП, 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 АЦП.

Технічний результат від використання запропонованого ультразвукового пристрою для вимірювання густини полягає в тому, що за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними досягається можливість вимірювання малих змін густини, що призводить до підвищення чутливості і, як наслідок, точності контролю даного процесу.

На кресленні подано схему ультразвукового пристрою для вимірювання густини.

Пристрій складається з індикатора 1, мікроконтролера 2, генератора змінної частоти 3, досліджуваного середовища 4, першого 5 та другого 6 ультразвукових перетворювачів, підсилювача 7, АЦП 8, причому індикатор 1 з'єднаний із мікроконтролером 2, який підключено до генератора змінної частоти 3 та до АЦП 8, генератор змінної частоти 3 під'єднано до першого ультразвукового перетворювача 5, причому перший 5 та другий 6 ультразвукові перетворювачі розташовані з можливістю контактувати із досліджуваним середовищем 4, при цьому другий ультразвуковий перетворювач 6 під'єднаний до підсилювача 7, який підключено до АЦП 8.

Пристрій працює наступним чином.

Ультразвукові коливання створюються першим 5 і приймаються другим 6 ультразвуковими перетворювачами, що розташовані з можливістю контактувати із досліджуваним середовищем 4. Частоту їх збудження забезпечує генератор змінної частоти 3. Дані коливання підсилюються підсилювачем 7 та через АЦП 8 надходять на мікроконтролер 2, де аналізуються за амплітудою й реєструється значення частоти f_{\max} , яке відповідає максимальному значенню амплітуди прийнятого сигналу.

Амплітуда звукового тиску (амплітуда сигналу) на другому 6 ультразвуковому перетворювачі (приймачі) визначається як:

$$p' = \frac{K}{S_a} P_0 I^2$$

де P_0 - амплітуда звукового тиску на поверхні першого з ультразвукових перетворювачів (передавача), S_a - площа ультразвукового перетворювача, K - коефіцієнт пропорційності, що залежить від геометрії перетворювачів, I - функція, яка для точок на осі пари дископодібних перетворювачів радіусом a набуває вигляду:

$$|I| = \left| 2 \sin \left[\frac{ka^2}{2x} \right] \right|,$$

де k - хвильове число, x - відстань між перетворювачами.

Функція I набуває ряду осциляцій зі збільшенням x та досягає останнього максимуму на межі ближньої зони пари ультразвукових перетворювачів у точці:

$$x = N_{\text{бли}} = \frac{2a^2}{\lambda},$$

де λ - довжина хвилі ультразвуку в досліджуваному середовищі, $N_{\text{бли}}$ - ширина ближньої зони пари ультразвукових перетворювачів.

Враховуючи це, отримаємо:

$$V_{\text{узх}} = \lambda f = \frac{Z}{\rho} \Rightarrow \lambda = \frac{Z}{f\rho} \Rightarrow x = N_{\text{бли}} = \frac{2a^2 f\rho}{Z},$$

де $V_{\text{узх}}$ - швидкість ультразвуку у досліджуваному середовищі, f - частота ультразвукових коливань, Z - акустичний опір середовища.

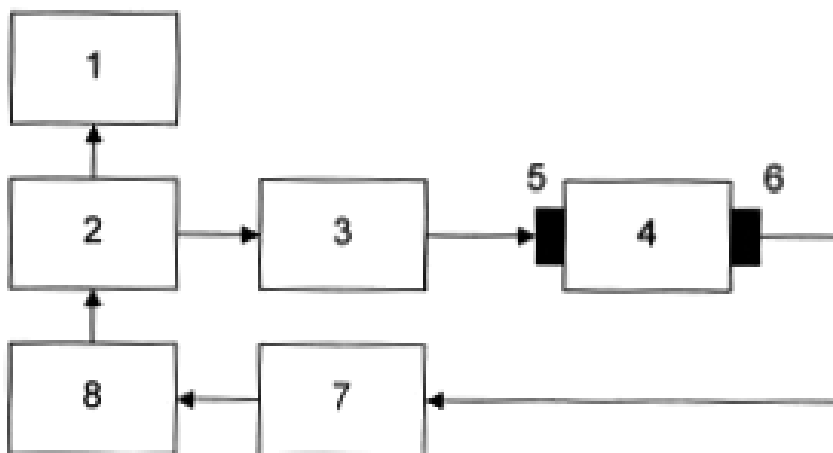
Як наслідок, у мікроконтролері 2 розраховується густина, що відповідає максимальній зареєстрованій частоті, за формулою:

$$\rho = \frac{xZ}{2a^2 f_{\text{max}}}$$

та виводиться на екран індикатора 1.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Ультразвуковий пристрій для вимірювання густини, який складається з індикатора та досліджуваного середовища, який **відрізняється** тим, що введено мікроконтролер, генератор змінної частоти, два ультразвукових перетворювача, підсилювач та аналогово-цифровий перетворювач, причому індикатор з'єднаний із мікроконтролером, який підключено до генератора змінної частоти та до аналогово-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 аналогово-цифрового перетворювача.



Комп'ютерна верстка О. Рябко

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