



УКРАЇНА

(19) UA (11) 53775 (13) U
(51) МПК (2009)
G01F 23/28

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РІВНЕМІР

1

2

(21) u200904791

(22) 15.05.2009

(24) 25.10.2010

(46) 25.10.2010, Бюл.№ 20, 2010 р.

(72) ГУСЕЛЬНИКОВ ВІКТОР КУЗЬМИЧ, БОРИСЕНКО ЄВГЕН АНАТОЛІЙОВИЧ, ЛИТВИНЕНКО СВІТЛАНА АНАТОЛІЙІВНА

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Рівнемір, що містить ультразвуковий п'єзоперетворювач, підключений до першого виходу генератора і встановлений на торці хвилеводу, розміщеного в герметизованій трубці, по висоті якої розподілена вимірювальна обмотка, кінці якої підключені до входу першого підсилювача, поплавець з постійним магнітом, виконаний у формі порожнистого циліндра, встановлений концентрично з герметизованою трубкою з можливістю переміщення

по ній, і розв'язуючий блок, другий підсилювач, перший і другий формувачі імпульсів, перші входи яких об'єднані і підключені до другого виходу генератора, перший вихід якого об'єднаний з виходом ультразвукового перетворювача і підключений також до виходу другого підсилювача, вхід якого і вихід першого підсилювача сполучені з другими виходами відповідно другого і першого формувачів імпульсів, виходи яких підключені до входів розв'язуючого блока, який відрізняється тим, що в нього введений феромагнітний тороїдальний сердечник прямокутного перетину, розміщений на рівні постійного магніта усередині герметизованої трубки концентрично з нею з можливістю переміщення по ній і заповнює простір між вимірювальною обмоткою і внутрішньою поверхнею герметизованої трубки, причому висота сердечника співпадає з висотою постійного магніта.

Корисна модель відноситься до ультразвукових вимірювань довжин відстаней і може використовуватися у складі комп'ютеризованих систем для безперервного вимірювання рівнів рідких середовищ.

Відомий пристрій для контролю рівня рідини, що містить генератор, випромінюючий і приймальний ультразвукові перетворювачі, блок заборони, підключений входами до виходу приймального ультразвукового перетворювача, виходу генератора і входів першого і другого тригерів і підсумовуючого лічильника, формувач імпульсів, сполучений з виходом блоку заборони, входом елементу І і виходом другого тригера, кварцовий генератор, підключений до входу схеми І, реверсивний лічильник, підключений входами до виходів підсумовуючого лічильника, схеми І і другого тригера, а виходом - до входу першого тригера, а також реєстратор, сполучений з виходом першого тригера [1].

Недоліком відомого пристрою є вплив температурних змін фізичних характеристик середовища, по якому передаються ультразвукові коливання, на результат вимірювання. Зокрема, температурний дрейф швидкості розповсюдження ультразвуку в середовищі веде до зміни інтервалу часу між імпульсами, що виробляються генерато-

ром, і імпульсами на виході приймального ультразвукового перетворювача, що безпосередньо дає температурну похибку вимірювання.

Відомий також пристрій - ультразвуковий рівнемір, що містить хвилевід, ультразвуковий випромінюючий елемент, сполучений з генератором і встановлений в торці хвилеводу, розміщеного в герметизованій трубці, поплавець із закріпленням на ньому постійним магнітом, встановлений концентрично з герметизованою трубкою, а також обмотку, що розподілена по довжині хвилеводу і охоплює його, підсилювач, підключений до кінців обмотки, і вирішуючий блок, сполучений з виходами підсилювача і генератора [2].

Недолік відомого ультразвукового рівнеміра полягає в тому, що зміна швидкості розповсюдження ультразвуку в хвилеводі, що виникає під впливом температури навколишнього середовища, призводить в ньому до додаткової зміни інтервалів часу між імпульсами на виході генератора і імпульсами, наведеними у вимірювальній обмотці і далі посилені приймальним підсилювачем. Оскільки у вирішуючому блоці проводиться вимірювання вказаних інтервалів часу, то вплив температури проявляється в даному рівнемірі у вигляді істотної температурної похибки вимірювань.

(13) U

(11) 53775

(19) UA

Найбільш близьким по технічній суті до того, що заявляється, є рівнемір, що містить ультразвуковий п'єзоперетворювач, підключений до першого виходу генератора і встановлений на торці хвилеводу, розміщеного в герметизованій трубці, по висоті якої розподілена вимірювальна обмотка, кінці якої підключені до входу першого підсилювача, поплавцець з постійним магнітом, виконаний у формі порожнистого циліндра, встановлений концентрично з герметизованою трубкою з можливістю переміщення по ній, вирішуючий блок, при цьому ультразвуковий перетворювач виконаний прямо-випромінюючим, другий підсилювач, перший і другий формувачі імпульсів, перші входи яких об'єднані і підключені до другого виходу генератора, перший вихід якого об'єднаний з виходом ультразвукового перетворювача і підключений також до входу другого підсилювача, вихід якого і вхід першого підсилювача сполучені з другими входами відповідно другого і першого формувачів імпульсів, виходи яких підключені до входів вирішуючого блоку [3].

В порівнянні з попередніми, пристрій-прототип має вищу точність вимірювання за рахунок компенсації температурної похибки.

У пристрої-прототипі імпульс напруги на вимірювальній обмотці з'являється тоді, коли фронт ультразвукової хвилі, рухаючись по хвилеводу, досягає рівня, на якому знаходиться поплавцець з постійним магнітом оскільки унаслідок механічних коливань витків цієї обмотки в магнітному полі з'являється ЕРС самоіндукції. Слід, проте, відзначити, що унаслідок наявності повітряного зазору між постійним магнітом і вимірювальною обмоткою, величина вказаної ЕРС незначна і сумірна з рівнем перешкод, що діють на рівнемір. В результаті точність і достовірність вимірювань виявляється низькою, що є недоліком прототипу.

Завдання корисної моделі - підвищення точності і достовірності вимірювань.

Завдання вирішується завдяки тому, що в рівнемір введений феромагнітний тороїдальний сердечник прямокутного перетину, розміщений на рівні постійного магніту всередині герметизованої трубки концентрично з нею з можливістю переміщення по ній, і заповнює простір між вимірювальною обмоткою і внутрішньою поверхнею герметизованої трубки, причому висота сердечника співпадає з висотою постійного магніту.

Оскільки введення вказаного сердечника значно скорочує повітряний зазор між постійним магнітом і вимірювальною обмоткою, магнітний опір магнітного ланцюга істотно падає, індукція магнітного поля істотно зростає, викликаючи відповідне збільшення ЕРС вимірювальної обмотки. Завдяки цьому імпульс корисної напруги на затисках вимірювальної обмотки зростає в порівнянні з рівнем перешкод, унаслідок чого точність і достовірність вимірювань підвищується.

Корисна модель ілюструється кресленням, де на Фіг. - представлена блок-схема пропонованого пристрою.

Рівнемір містить ультразвуковий перетворювач 1, встановлений на торці хвилеводу 2, розташованого усередині герметизованої трубки 3; ви-

мірювальну обмотку 4, розташовану на хвилеводі 2; поплавцець 5 з постійним магнітом 6, що має можливість переміщення по трубці 3 відповідно до рівня рідини; генератор 7, підключений першим входом до ультразвукового перетворювача 1; перший підсилювач 8, підключений входом до вимірювальної обмотки 4; другий підсилювач 9, підключений входом до ультразвукового перетворювача 1 і одночасно до виходу "1" генератора 7; перший 10 і другий 11 формувачі імпульсів, підключені об'єднаними входами "1" до виходу "2" генератора 7, входами "2" - до виходів відповідних підсилювачів 8, 9, а виходами - до входів вирішуючого блоку 12. Усередині герметизованої трубки 3 концентрично з нею з можливістю переміщення по ній розміщений феромагнітний тороїдальний сердечник 18 прямокутного перетину на рівні постійного магніту 6. При цьому сердечник 18 заповнює простір між вимірювальною обмоткою 4 і внутрішньою поверхнею герметизованої трубки 3, а його висота співпадає з висотою постійного магніту 6.

Рівнемір працює таким чином.

Генератор 7 збуджує потужними електричними імпульсами ультразвуковий перетворювач 1, який випромінює в хвилевід 2 ультразвукові імпульси, останні розповсюджуються по хвилеводу у вигляді пружних подовжніх хвиль. Фронти цих хвиль досягають намагніченого постійним магнітом 6 поплавця 5 ділянки хвилеводу 2 за час, що дорівнює

$$\tau_1 = h / v, \quad (1)$$

де h - відстань від верхнього торця хвилеводу 2 до ділянки хвилеводу, намагніченого магнітом 6;

v - швидкість розповсюдження пружних хвиль в хвилеводі 2.

У вимірювальній обмотці 4 наводяться електричні імпульси, які після посилення і фільтрації в першому підсилювачі 8 поступають на вхід "2" першого формувача імпульсів 10. На вхід "1" цього ж формувача подаються імпульси, які з'являються на виході "2" генератора 7 одночасно з імпульсами, що збуджують ультразвуковий перетворювач 1, але мають відповідний вибраному логічний рівень і тривалість, що перевищує час перехідних процесів при збудженні ультразвукового перетворювача 1. В результаті з виходу першого формувача імпульсів 10 знімається послідовність прямокутних імпульсів, тривалість яких дорівнює T_i .

За час, що дорівнює $\tau_2 = 2L/v$, де L - довжина хвилеводу, подовжні ультразвукові хвилі проходять до нижнього торця хвилеводу 2 і, відбившись від нього, доходять до ультразвукового перетворювача 1.

Завдяки фізичному ефекту, зворотному по відношенню до ефекту збудження механічних коливань під дією електричних імпульсів, на виводах ультразвукового перетворювача 1 виникають електричні імпульси, які поступають на вхід другого підсилювача 9, фільтруються і посилюються до необхідного рівня. У підсилювачі використовується обмежувач, що захищає вхід підсилювача від перевантаження потужними імпульсами, що виробляються на виході "1" генератора 7. Ці імпульси також посилюються в підсилювачі 9 і потрапляють на вхід "2" другого формувача 11, проте завдяки

тому, що вони значно коротші за імпульси на виході "2" генератора 7 і діють тільки протягом часу дії цих імпульсів, не приводять до спрацювання формувача 11. Тому формувач 11 спрацьовує тільки від імпульсів, що відповідають кінцю інтервалу часу τ_2 і наведених на виводах ультразвукового перетворювача 1, і на виході формувача 11 виникає послідовність прямокутних імпульсів з тривалістю τ_2 . При цьому входи "1" формувачів 10, 11 є пріоритетними.

Прямокутні імпульси з тривалістю τ_1 і τ_2 з виходів формувачів 10, 11 поступають на входи вирішуючого блоку 12, в якому шляхом заповнення імпульсами високостабільної частоти перетворюються в цифрові коди.

У пам'ять вирішуючого блоку 12 перед початком експлуатації рівнеміра введені значення відстані H від верхнього торця хвилеводу 2 до дна резервуару з рідиною, а також виміряні при фіксованій температурі t° значення інтервалу часу $\tau_2(t)$, що залежить від швидкості розповсюдження ультразвукових хвиль в хвилеводі $V=(t^\circ)$. Всі значення при цьому представляються у вигляді цифрових (двійкових) кодів.

В процесі роботи вирішуючого блоку обчислюється коефіцієнт

$$N = \frac{\tau_2 \cdot \dot{Y}}{\tau_2},$$

який кількісно рівний швидкості розповсюдження ультразвукових хвиль в хвилеводі 2 при поточному значенні температури, оскільки

$$N = \frac{\tau_2 \cdot \dot{Y}}{\tau_2} = \frac{2LV \cdot \dot{Y}}{V \cdot 2L} = V, \quad (2)$$

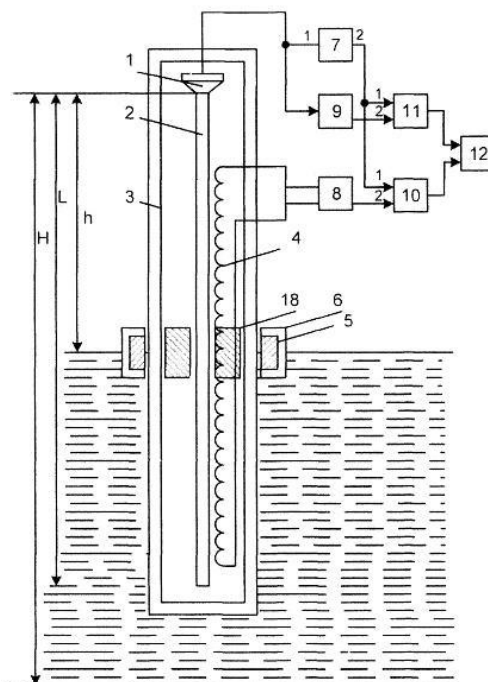
При зміні рівня рідини змінюється положення поплавця 5, постійного магніту 6 і разом з ним феромагнітного сердечника 18, який знаходиться біля цього магніту за рахунок сил тяжіння, що діють в магнітному полі. Оскільки введення сердечника 18 істотно скорочує повітряний зазор між постійним магнітом 6 і вимірювальною обмоткою 4, магнітний опір магнітного ланцюга, в який входять обмотка 4, магніт 6 і сердечник 18, істотно зменшується (в порівнянні з прототипом, де такий сердечник відсутній), індукція магнітного поля, що пронизує витки обмотки 4, істотно зростає, викликаючи відповідне збільшення імпульсу напруги на обмотці 4. Завдяки цьому амплітуда корисного сигналу, тобто імпульсу напруги на обмотці 4, на фоні перешкод збільшується в порівнянні з прототипом, унаслідок чого точність і достовірність вимірювань підвищується.

Джерела інформації:

1. Авторское свидетельство СССР №1315815, кл. G01F23/28, 1987.

2. Авторское свидетельство СССР №838381, кл. G01F23/28, 1981.

Патент Российской Федерации RU №2060472, кл. G01F23/28, 1993.



Фиг.