



УКРАЇНА

(19) UA (11) 47454 (13) U
(51) МПК (2009)
G01F 23/28МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РІВНЕМІР

1

2

(21) u200904877

(22) 18.05.2009

(24) 10.02.2010

(46) 10.02.2010, Бюл.№ 3, 2010 р.

(72) ГУСЕЛЬНИКОВ ВІКТОР КУЗЬМИЧ, БОРИСЕНКО ЄВГЕН АНАТОЛІЙОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"

(57) Рівнемір, що містить ультразвуковий перетворювач, підключений до першого виходу генератора й встановлений на торці хвилеводу, розміщеного в герметизованій трубці, по висоті якої розподілена вимірювальна обмотка, поплавець із постійним магнітом, виконаний у вигляді порожнистого циліндра, встановлений концентрично з герметизованою трубкою з можливістю переміщення по ній, вирішувальний блок, при цьому ультразвуковий перетворювач виконаний приймально-передавальним, другий підсилювач, перший і другий формувачі імпульсів, перші входи яких об'єд-

нані й підключені до другого виходу генератора, перший вихід якого об'єднаний з виходом ультразвукового перетворювача й підключений також до входу другого підсилювача, вихід якого й вихід першого підсилювача з'єднані із другими входами відповідно другого й першого формувачів імпульсів, виходи яких підключені до входів вирішувального блока, який відрізняється тим, що в нього введені підвищувальний і понижуючий імпульсні трансформатори напруги, первинна обмотка підвищувального трансформатора підключена до кінців вимірювальної обмотки, вторинна обмотка підвищувального трансформатора підключена через сполучні провідники до первинної обмотки понижуючого трансформатора, вторинна обмотка якого підключена до входу першого підсилювача, при цьому коефіцієнт трансформації підвищувального трансформатора дорівнює n , а коефіцієнт трансформації понижуючого трансформатора дорівнює n^{-1} .

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

Відомий пристрій для контролю рівня рідини, що містить вимірювальний генератор, і приймальний ультразвуковий перетворювачі, блок заборони, підключений входами до виходу приймального ультразвукового перетворювача, виходу генератора й входам першого й другого тригерів і підсумовуючого лічильника, формувач імпульсів, котрий з'єднаний з виходом блоку заборони, входом елемента I і виходом другого тригера, кварцовий генератор, підключений до входу схеми I. реверсивний лічильник, підключений входами до виходів підсумовуючого лічильника, схеми I другого тригера, а виходом - до входу першого тригера, а також реєстратор, з'єднаний з виходом першого тригера [2].

Недоліком відомого пристрою є вплив температурних змін фізичних характеристик середовища, по якій передаються ультразвукові коливання, на результат виміру. Зокрема, температурний

дрейф швидкості поширення ультразвуку в середовищі веде до зміни інтервалу часу між імпульсами, вироблюваними генератором, і імпульсами на виході прийомного ультразвукового перетворювача, що безпосередньо дає температурну погрішність вимірювання.

Відомий також пристрій, що містить хвилевід, ультразвуковий випромінюючий елемент, з'єднаний з генератором і встановлений у торці хвилеводу, розміщеного в герметизованій трубці, поплавець із закріпленням на ньому постійним магнітом, встановлений концентрично з герметизованою трубкою, а також обмотку, розподілену по довжині хвилеводу й охоплюючу його, підсилювач, підключений до кінців обмотки, і вирішувальний блок, з'єднаний з виходами підсилювача й генератора [3].

Недолік відомого ультразвукового рівнеміра полягає в тому, що зміна швидкості поширення ультразвуку у хвилеводі, що виникає під впливом температури навколишнього середовища, призводить до додаткової зміни часових інтервалів між імпульсами на виході генератора й імпульсами, наведеними у вимірювальній обмотці й далі поси-

(19) UA (11) 47454 (13) U

леними прийомним підсилювачем. Оскільки у вирішувальному блоці провадиться вимірювання зазначених часових інтервалів, то вплив температури проявляється в даному рівнемірі у вигляді істотної температурної погрішності вимірювань.

Таким чином недоліком відомого рівнеміра є низька точність. Найбільш близьким по технічній сутності до заявленого є рівнемір, що містить ультразвуковий п'єзоперетворювач, підключений до першого виходу генератора й встановлений на торці хвилеводу, розміщеного в герметизованій трубці, по висоті якої розподілена вимірювальна обмотка, кінці якої підключені до входу першого підсилювача, поплавець із постійним магнітом, виконаний у формі порожнього циліндра, встановлений концентрично з герметизованою трубкою з можливістю переміщення по ній, що вирішує блок, при цьому ультразвуковий перетворювач виконаний приймально-випромінюючим, другий підсилювач, перший і другий формувачі імпульсів, перші входи яких об'єднані й підключені до другого виходу генератора, перший вихід якого об'єднаний з виходом ультразвукового перетворювача й підключений також до входу другого підсилювача, вихід якого й вихід першого підсилювача з'єднані із другими входами відповідно другого й першого формувачів імпульсів, виходи яких підключені до входів вирішального блоку [14].

У порівнянні з попередній пристій-прототип має більш високу точність вимірювання за рахунок компенсації температурної похибки. Однак відношення сигнал/шум у каналі передачі сигналу від вимірювальної обмотки до входу першого підсилювача, особливо при значних відстанях між обмоткою й підсилювачем, виявляється незадовільним, що знижує точність і вірогідність вимірювань.

Задача корисної моделі - підвищення точності й вірогідності вимірювань.

Задача вирішується завдяки тому, що в пристрій уведено підвищувальний і понижуючий імпульсний трансформатори напруги, первинна обмотка підвищувального трансформатора підключена до кінців вимірювальної обмотки, вторинна обмотка підвищувального трансформатора підключена через сполучні провідники до первинної обмотки понижуючого трансформатора, вторинна обмотка якого підключена до входу першого підсилювача, при цьому коефіцієнт трансформації підвищувального трансформатора дорівнює n , а коефіцієнт трансформації понижуючого трансформатора дорівнює n^{-1} .

Завдяки введенню підвищувального трансформатора, первинна обмотка якого підключена до вимірювальної обмотки, на вторинній обмотці цього трансформатора формується корисний сигнал, амплітуда якого в n раз більше напруги на вимірювальній обмотці. Цей сигнал підводиться до сполучних провідників, на які впливає також і перешкода. У результаті в точці знімання сигналу зі сполучних провідників діє корисний сигнал і сигнал перешкоди. Завдяки введенню понижуючого трансформатора й зв'язку вторинної обмотки підвищувального трансформатора через сполучні провідники з первинною обмоткою понижуючого трансформатора, на вторинній обмотці понижую-

чого трансформатора виробляється напруга, амплітуда якого в n раз менше амплітуди напруги на первинній обмотці. У результаті величина корисного сигналу виходить такою ж, як і на вимірювальній обмотці, а величина перешкоди в n раз зменшується. Завдяки цьому поліпшується співвідношення сигнал/шум і точність і вірогідність вимірювань підвищується, оскільки усувається вплив перешкод, що діють на сполучні провідники, на роботу підсилювачів, формувачів імпульсів і вирішувального блоку, а також інших елементів рівнеміра.

На фігурі 1 представлена блок-схема пропонуваного рівнеміра.

Рівнемір містить ультразвуковий перетворювач 1, встановлений на торці хвилеводу 2, розташованого всередині герметизованої трубки 3; вимірювальну обмотку 4, розташовану на хвилеводі 2; поплавець 5 з постійним магнітом 6, що має можливість переміщення, по трубці 3 відповідно до рівня рідини; генератор 7, підключений першим входом до ультразвукового приймально-випромінюючого перетворювача 1; підвищувальний трансформатор 8, первинна обмотка якого підключена до вимірювальної обмотки 4; понижуючий трансформатор 9, первинна обмотка якого підключена до вторинної обмотки трансформатора 8; перший підсилювач 10, підключений входом до вторинної обмотки трансформатора 9; другий підсилювач 11, підключений входом до ультразвукового перетворювача 1 і одночасно до виходу «1» генератора 7; перший 12 і другий 13 формувачі імпульсів, підключені об'єднаними входами "1" до виходу "2" генератора 7, входами "2" - до виходів відповідних підсилювачів 10, і 11, а виходами - до входів вирішувального блоку 14.

Рівнемір працює в такий спосіб.

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

$$\tau_1 = \frac{h}{v}$$

де h - відстань від верхнього торця хвилеводу 2 до ділянки хвилеводу, намагніченої магнітом 6; v - швидкість поширення пружних хвиль у хвилеводі 2. У вимірювальній обмотці 4 наводяться електричні імпульси, що представляють собою корисний сигнал, що надходить на первинну обмотку підвищувального трансформатора 8. На вторинній обмотці трансформатора 8 виробляється корисний імпульс напруги, що в n раз більше імпульсу первинної обмотки. Крім зазначеного корисного сигналу на сполучні провідники діє перешкода (шум), у зв'язку із чим на первинну обмотку понижуючого трансформатора 9 надходить сумарний сигнал - корисний імпульс та перешкода. На вторинній обмотці трансформатора 9 формується напруга в n раз менше, ніж напруга на первинній обмотці. Отриманий сигнал після посилення й фільтрації в першому підсилювачі 10 надходять на вхід "2" першого формувача імпульсів 12. На вхід "1" цього ж формувача подаються імпульси, які з'являються

на виході "2" генератори 7 одночасно з імпульсами, що збуджують ультразвуковий перетворювач 1, але мають відповідний обраному логічний рівень і тривалість, що перевищує час перехідних процесів при збудженні ультразвукового перетворювача 1. У результаті з виходу першого формувача імпульсів 12 знімається послідовність прямокутних імпульсів, тривалість яких дорівнює τ_1 . За час, що дорівнює

$$\tau_2 = 2L/v \quad (2)$$

де l - довжина хвилеводу; поздовжні ультразвукові хвилі проходять до нижнього торця хвилеводу 2 і, відбившись від нього, надходять до ультразвукового перетворювача 1.

Завдяки фізичному ефекту, зворотному ефекту порушення механічних коливань під дією електричних імпульсів, на виводах ультразвукового перетворювача 1 виникають електричні імпульси, які надходять на вхід другого підсилювача 11, фільтруються й підсилюються до необхідного рівня. У підсилювачі використовується обмежувач, що захищає вхід підсилювача від перевантаження потужними імпульсами, вироблюваними на виході "1" генератора 7. Ці імпульси також підсилюються в підсилювачі 11 і попадають на вхід "2" другого формувача 13, однак завдяки тому, що вони значно коротші імпульсів на виході "2" генератори 7 і діють тільки протягом часу дії цих імпульсів, це не призводить до спрацювання формувача 13. Тому формувач 13 спрацьовує тільки від імпульсів, що відповідають закінченню часового інтервалу τ_2 і наведених на виводах ультразвукового перетворювача 1, і на виході формувача 13 виникає послідовність прямокутних імпульсів із тривалістю τ_2 . При цьому входи "1" формувачів 12, 13 є пріоритетними.

Прямокутні імпульси із тривалістю τ_1 і τ_2 з виходів формувачів 12, 13 надходять на входи вирішувального блоку 14, у якому шляхом заповнення імпульсами високостабільної частоти перетворюються в цифрові коди.

В пам'ять вирішувального блоку 14 перед початком експлуатації рівнеміра уведені значення відстані N від верхнього торця хвилеводу 2 до дна

резервуара з рідиною, а також вимірена при фіксованій температурі t° значення часового інтервалу $\tau_2(t)$, що залежить від швидкості поширення ультразвукових хвиль у хвилеводі $V(t^\circ)$. Всі значення при цьому представляються у вигляді цифрових (двійкових) кодів.

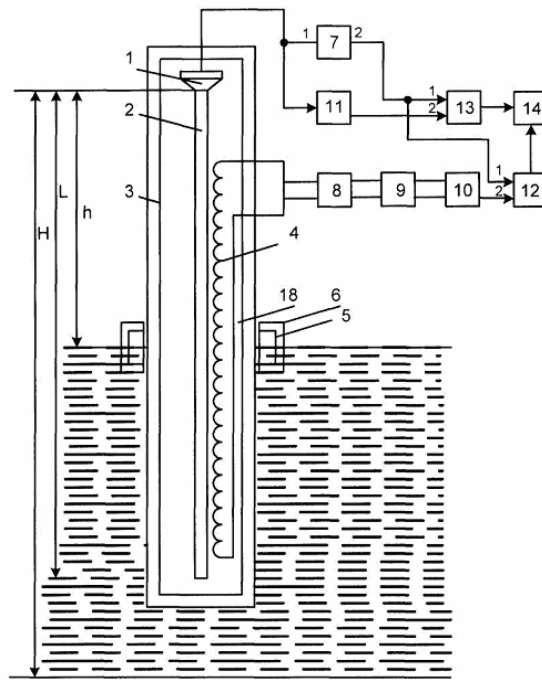
У процесі роботи вирішувального блоку обчислюється коефіцієнт

$$N = \frac{\tau_2(t^\circ) V(t^\circ)}{\tau_2} \quad (3)$$

який кількісно дорівнює швидкості поширення ультразвукових хвиль у хвилеводі 2 при поточному значенні температури, тому що

$$N = \frac{\tau_2(t^\circ) V(t^\circ)}{\tau_2} = \frac{2LV(t^\circ) V}{V(t^\circ) 2L} = V$$

Завдяки введенню підвищувального трансформатора 8, первинна обмотка якого підключена до вимірювальної обмотки 4, на вторинній обмотці цього трансформатора формується корисний сигнал, амплітуда якого в n раз більше напруги на вимірювальній обмотці. Цей сигнал надходить до сполучних провідників, на які впливає також і перешкода. У результаті в точці знімання сигналу зі сполучних провідників діє корисний сигнал і сигнал перешкоди. Завдяки введенню понижуючого трансформатора 9 і зв'язку вторинної обмотки підвищувального трансформатора 8 через сполучні провідники з первинною обмоткою понижуючого трансформатора 9, на вторинній обмотці понижуючого трансформатора 9 виробляється напруга, амплітуда якої в n раз менше амплітуди напруги на первинній обмотці. У результаті величина корисного сигналу виходить такий же, як і на вимірювальній обмотці, а величина перешкоди в n раз зменшується. Завдяки цьому поліпшується співвідношення сигнал/шум і точність і вірогідність вимірювань, оскільки усувається вплив перешкод, що діють на сполучні провідники, на роботу підсилювачів, формувачів імпульсів і вирішувального блоку, а також інших елементів рівнеміра.



Фиг. 1