



УКРАЇНА

(19) UA (11) 33879 (13) A

(51) 6 G01F23/28

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) УЛЬТРАЗВУКОВИЙ РІВНЕМІР

(21) 99042306

(22) 23.04.1999

(24) 15.02.2001

(33) UA

(46) 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001 р.

(72) Лазебний Віктор Степанович, Тertiшний
Євген Віталійович(73) Товариство з обмеженою відповідальністю
"Науково-виробничий центр "Biatex"

(57) Ультразвуковий рівнемір, що містить перетворювач електроакустичний, вхід-вихід якого з'єднано з виходом-виходом пристрою прийому-передачі, з'єднаний з його другим входом генератор радіоімпульсів випромінювання, а також індикатор та пристрій управління, вихід якого з'єднано з керуючими входами генератора радіоімпульсів випромінювання, індикатора і пристрою прийому-передачі, який відрізняється тим, що в нього введені лічильник ехосигналів, інформаційний вхід якого з'єднано з виходом пристрою прийому-передачі, вхід обнуління з'єднано з пристроєм управління, а вихід - з входом індикатора, а також пристрій керування на-

строюванням, виконаний у вигляді логічного елемента І, тригера, першого і другого лічильників, першого і другого цифро-аналогових перетворювачів, при цьому перший вхід логічного елемента І з'єднано з виходом пристрою управління, другий вхід - з виходом тригера і з другим керуючим входом пристрою прийому-передачі, а вихід - з лічильним входом першого лічильника, інформаційний вихід якого з'єднано з входом першого цифро-аналогового перетворювача, вихід якого з'єднано з другим керуючим входом генератора радіоімпульсів випромінювання, вихід переносу першого лічильника з'єднано з лічильним входом другого лічильника, інформаційний вихід якого з'єднано з входом другого цифро-аналогового перетворювача, вихід якого з'єднано з третім керуючим входом пристрою прийому-передачі, вихід переносу другого лічильника з'єднано з першим входом тригера, який з'єднано також з виходом лічильника ехосигналів, а другий вхід тригера, об'єднаний з входами обнуління першого і другого лічильників, з'єднано з другим виходом пристрою управління.

Винахід стосується вимірювальної техніки, зокрема пристроїв для безконтактного вимірювання рівня, і може бути використаний у нафтовій, газовій, хімічній, легкій промисловості та на транспорті для контролю рівня рідини через дно відкритих або закритих ємностей.

Відомий вимірювач рівня рідини, що складається з ультразвукового перетворювача, приймача, передавача, генератора, лінії затримки, що регулюється, елемента І, блока управління, блока формування частоти, лічильника, індикатора, блока управління (патент Російської федерації № 2037144, кл. G01F 23/28, 1995р).

Цей пристрій має обмежену сферу застосування. Він працездатний в стаціонарних умовах і не працездатний в умовах, що змінюються, характерних для переносного рівнеміра, через невизначеність товщини дна ємності та якості акустичного контакту ультразвукового перетворювача з дном у кожному конкретному випадку застосування переносного рівнеміра. Відомий пристрій непрацездатний також при наявності у ємності незмішуваних

рідин (пластова вода - нафта, вода - бензин та ін.), оскільки в цих умовах пристрій вимірює відстань до поверхні розділу рідин, а не загальний рівень наповнення ємності.

Відомий незанурюваний акустичний датчик рівня рідини, що складається з п'єзоелектричного датчика (або датчиків), встановленого назовні (у спеціальний, вбудований в дно стакан) донної частини ємності, комутатора прийом-передачі, приймача, передавача, детектора ехосигнала, мікропроцесора, індикатора, цифрового і аналогового інтерфейсних блоків, перетворювача аналог-код, перетворювача код-частота, блоків електричного живлення (патент РСТ № 89/05442, G01F 23/00).

Цей пристрій також призначений для використання у стаціонарних умовах, бо має п'єзоелектричні датчики, для встановлення яких у дно ємності вбудовуються спеціальні стакани. Більшість інтерфейсних блоків призначені для керування системами наливу (зливу) рідини у ємність і є зайвими для переносного рівнеміра.

(13) A

(11) 33879

(19) UA

Найбільш близьким до запропонованого є ультразвуковий рівнемір, що містить пристрій прийому та передачі, який підключено до входу пристрою виділення огинаючої сигналу, блок управління та індикації, вихід якого підключено до входу пристрою прийому і передачі, послідовно з'єднані пристрій виділення максимуму сигналу, пристрій порівняння та пристрій узгодження, підключений до входу блока управління та індикації, притому вихід пристрою виділення огинаючої сигналу з'єднаний з входом пристрою виділення максимуму сигналу та першим входом пристрою порівняння (патент Російської федерації № 2032154, G01F 23/28).

Цей пристрій працездатний в стаціонарних умовах і непрацездатний в умовах, що змінюються, характерних для переносного рівнеміра, коли виміри проводяться в різноманітних ємностях, оскільки відомий рівнемір має фіксовану частоту випромінюваних сигналів, а частоти прозорості дна ємностей змінюються залежно від товщини дна та його матеріалу. Окрім того, пристрій виявляє найбільший відбитий сигнал і не відрізняє від поверхні він чи від площини розділу рідин що не змішуються. У зв'язку з цим можливі суттєві помилки під час вимірювань.

Винахід спрямований на забезпечення працездатності ультразвукового рівнеміра в умовах експлуатації, що змінюються, характерних, наприклад, для переносного рівнеміра, та можливості вимірювати у ємностях, які містять рідини що не змішуються, рівень наповнення ємностей та рівень розділу рідин.

Для цього в ультразвуковий рівнемір, що містить перетворювач електроакустичний, вхід-вихід якого з'єднаний з входом-виходом пристрою прийому-передачі, з'єднаний з його другим входом генератор радіоімпульсів випромінення, а також індикатор та пристрій управління, вихід якого з'єднаний з керуючими входами генератора радіоімпульсів випромінення, індикатора і пристрою прийому-передачі, введені лічильник ехосигналів, інформаційний вхід якого з'єднаний з виходом пристрою прийому-передачі, вхід обнуління з'єднаний з пристроєм управління, а вихід - з входом індикатора, а також пристрій керування настроюванням, виконаний у вигляді логічного елемента І, тригера, першого і другого лічильників, першого і другого цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП). При цьому перший вхід логічного елемента І з'єднаний з виходом пристрою управління, другий вхід - з виходом тригера і з другим керуючим входом пристрою прийому-передачі, а вихід - з лічильним входом першого лічильника, інформаційний вихід якого з'єднаний з входом першого ЦАП, вихід якого з'єднаний з другим керуючим входом генератора радіоімпульсів випромінення, вихід переносу першого лічильника з'єднаний з лічильним входом другого лічильника, інформаційний вихід якого з'єднаний з входом другого ЦАП, вихід якого з'єднаний з третім керуючим входом пристрою прийому-передачі. Вихід переносу другого лічильника з'єднаний з першим входом тригера, який з'єднаний також з виходом лічильника ехосигналів, а другий вхід тригера, об'єднаний з входами обнуління першого і другого лічильників, з'єднаний з другим керуючим виходом пристрою управління.

Така побудова схеми ультразвукового рівнеміра дозволяє останньому адаптуватись до конкретних умов вимірювання, які принципово є мінливими за умов експлуатації, властивих, наприклад, переносному рівнеміру. Забезпечується це за рахунок автоматичного встановлення частоти імпульсів випромінення, на якій стінки ємності "прозорі" для ультразвуку, та найменшого з можливих підсилення, яке забезпечує виявлення для вимірювання ехосигналу саме того за номером, на який налаштовано лічильник відбитих сигналів, з урахуванням якості акустичного контакту електроакустичного перетворювача з дном ємності. Така оптимізація режиму випромінення, прийому і подальшої обробки ехосигналів в циклі локації дозволяє виявити наявність декількох відбитих сигналів в одному циклі локації, пов'язану з розшаруванням незмішуваних рідин, та виміряти відповідні рівні. Крім того, при вимірюванні малих рівнів, коли, як правило, має місце багаторазове відбиття акустичного імпульсу від поверхні рідини і дна ємності, виключаються можливі грубі помилки у випадках, коли перший (чи навіть другий) відбитий сигнал потрапляє у "мертву" зону локації і не виявляється пристроєм. Вимірний рівень, що відповідає першому виявленому сигналу, у такому випадку буде вдвічі чи втричі більше фактичного. Налаштування лічильника відбитих сигналів на роботу по другому ехосигналу дозволяє визначити фактичний рівень, як величину, на яку зросли показання пристрою.

На Фіг. 1 приведена функціональна схема запропонованого ультразвукового рівнеміра; на Фіг. 2 - функціональна схема пристрою керування настроюванням; на Фіг. 3 - функціональна схема пристрою прийому-передачі.

Ультразвуковий рівнемір складається з перетворювача електроакустичного 1, пристрою прийому-передачі 2, індикатора 3, пристрою управління 4, генератора радіоімпульсів випромінення 5, пристрою керування настроюванням 6 та лічильника ехосигналів 7.

До пристрою керування настроюванням 6 входять логічний елемент І 8, тригер 9, перший лічильник 10, другий лічильник 11, перший цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) 12 та другий ЦАП 13.

Пристрій прийому-передачі 2 складається з послідовно з'єднаних підсилювача потужності 14, комутатора прийом-передача 15 та приймача 16.

Перетворювач електроакустичний 1 з'єднаний своїм входом-виходом з входом-виходом комутатора прийом-передача 15 пристрою прийому-передачі 2, другий вхід якого, а саме вхід підсилювача потужності 14 з'єднаний з виходом генератора радіоімпульсів випромінення 5, а вихід, тобто вихід приймача 16 з'єднаний з інформаційним входом лічильника ехосигналів 7, вихід якого з'єднаний з індикатором 3 та першим входом тригера 9, з яким також з'єднаний вихід переносу другого лічильника 11 пристрою керування настроюванням 6. Перший вхід логічного елемента І 8 пристрою керування настроюванням 6 з'єднаний з першим виходом пристрою управління 4, другий вхід якого з'єднаний з входом обнуління лічильника відбитих сигналів 7, керуючим входом індикатора 3, першим керуючим входом генератора радіоімпульсів

випромінення 5, одним з керуючих входів приймача 16 пристрою прийому-передачі 2, а також із другим входом тригера 9, об'єднаним із входами обнуління першого 10 і другого 11 лічильників пристрою керування настроюванням 6. Вихід тригера 9 пристрою керування настроюванням 6 з'єднаний з другим керуючим входом приймача 16 пристрою прийому-передачі 2 та з другим входом логічного елемента І 8 пристрою керування настроюванням 6. Вихід логічного елемента І 8 з'єднаний з лічильним входом першого лічильника 10, інформаційний вихід якого з'єднаний з входом першого ЦАП 12 вихід якого з'єднаний з другим керуючим входом генератора радіоімпульсів випромінення 5. Вихід переносу першого лічильника 10 з'єднаний з лічильним входом другого лічильника 11, інформаційний вихід якого з'єднаний з входом другого ЦАП 13, вихід якого з'єднаний з третім керуючим входом приймача 16 пристрою прийому-передачі 2.

Електрична та функціональна схеми можливого варіанту реалізації ультразвукового рівнеміра наведені у додатках 4 та 5. Пристрій 6 складається з елемента DD2.1 (логічний елемент І 8), елемента DD7.1 (тригер 9), елемента DD1 (перший лічильник 10), елемента DD21 (другий лічильник 11), елементів DD3 та R4...R15 (перший ЦАП 12) та елементів UT2 та R35...R50 (другий ЦАП 13). Лічильник відбитих сигналів 7 складається з елементів DD20 та DD8.3. Реалізація інших блоків зрозуміла з наведених у додатках схем.

Ультразвуковий рівнемір працює так. Після ввімкнення живлення пристрій управління 4 періодично виробляє на другому виході синхроімпульси початку випромінення, які подаються на перший керуючий вхід генератора радіоімпульсів випромінення 5 для його запуску, на керуючий вхід індикатора 3 (початок відліку відстані), на вхід обнуління лічильника ехосигналів 7, на перший керуючий вхід приймача 16 пристрою прийому-передачі 2 для запуску схеми автоматичного регулювання підсилення, та на перший вхід логічного елемента І 8 пристрою керування настроюванням 6 для відліку циклів локації після початку настроювання.

На першому виході пристрій управління 4 по команді оператора виробляє сигнал "пуск настроювання", який подається на вхід пристрою керування настроюванням 6 для обнуління лічильників 10 та 11 і переведення тригера 9 в стан "настроювання". Відповідний сигнал з виходу тригера 9 дозволяє проходження синхроімпульсів початку випромінення через логічний елемент І 8 на перший лічильник 10. Цей самий сигнал з виходу тригера 9 подається на вхід приймача 16 де у компараторі встановлюється високий поріг виявлення ехосигнала. Сигнал з інформаційного виходу першого лічильника 10 через ЦАП 12 керує частотою генератора радіоімпульсів випромінення 5, а сигнал з інформаційного виходу другого лічильника 11 через ЦАП 13 керує коефіцієнтом підсилення приймача 16 у пристрої прийому-передачі 2. Після обнуління лічильників 10 та 11 встановлюються мінімальний коефіцієнт підсилення та, наприклад, максимальна частота радіоімпульсів випромінення. Сигнал з виходу генератора радіоімпульсів випромінення 5 після підсилення підсилювачем потужності 15 у пристрої прийому-передачі 2 випромінюється елект-

роакустичним перетворювачем 1 через дно ємності у рідину. Відбитий від поверхні рідини сигнал сприймається електроакустичним перетворювачем 1 і через комутатор прийом-передачі 15 подається на вхід приймача 16. Якщо відбитий сигнал недостатній для спрацювання компаратора на виході приймача 16, то по черговому синхроімпульсу початку випромінення лічильник 10 збільшує свій вихідний код на одиницю, відповідно, на одну градацію зменшується (або підвищується) частота радіоімпульсу випромінення і повторюється цикл локації. Якщо відбитий сигнал не виявлено в усьому частотному діапазоні, тобто до переповнення лічильника 10, то сигналом переповнення змінюється на одиницю код на інформаційному виході лічильника 11 і, відповідно, на одну градацію збільшується підсилення приймача 16. Після цього повторюються цикли локації з послідовною зміною частоти сигналів випромінення.

Якщо у черговому циклі локації відбитий сигнал перевищує поріг компаратора приймача 16, то на його виході та на виході лічильника відбитих сигналів, якщо він налаштований на роботу по першому ехосигналу, заявляється сигнал, який потрапляє на перший вхід тригера 9 і сигнал "настроювання" на виході тригера зникає. При цьому на виході логічного елемента І 8 зникають синхроімпульси і лічильники 10 та 11 зупиняються, запам'ятовуючи коди частоти і підсилення, а у компараторі приймача 16 встановлюється низький поріг, що забезпечує потрібну точність фіксації компаратором переднього фронту сигналу. Крім того відбитий сигнал потрапляє на перший вхід індикатора 3, який відображає рівень рідини. У такому режимі і відбуваються подальші цикли локації.

Якщо ехосигнал не виявлений до заповнення лічильника 11, тобто, після перебору всіх можливих значень частоти та підсилення, сигнал переносу з лічильника 11 потрапляє на вхід тригера 9 і також (як і ехосигнал) вимикає режим настроювання.

Для повторного ввімкнення режиму настроювання потрібно з пристрою управління 4 знову подати сигнал "пуск настроювання" перед тим покращивши, наприклад, якість акустичного контакту електроакустичного перетворювача з дном ємності.

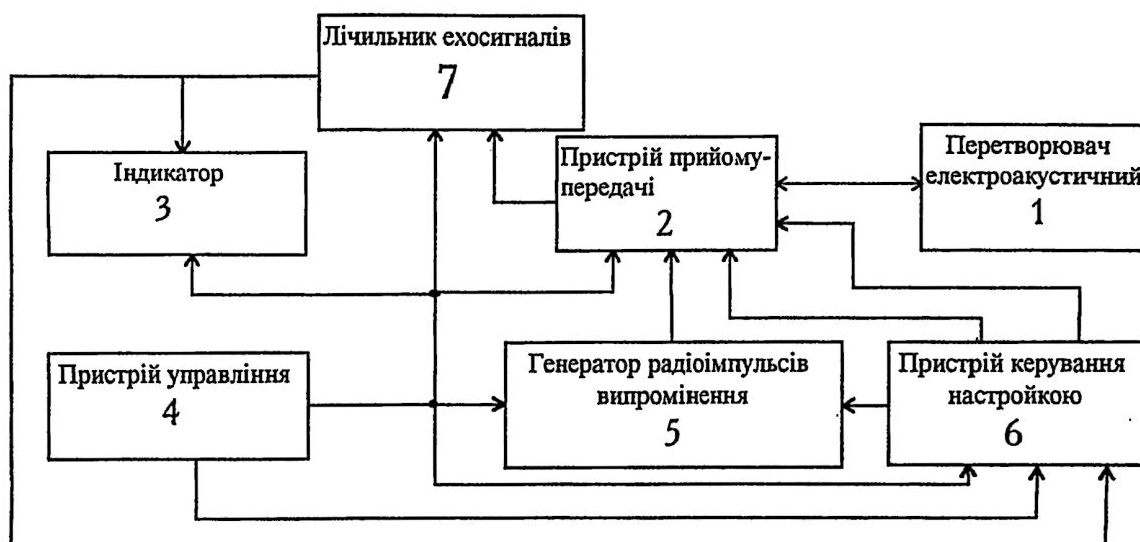
Якщо лічильник ехосигналів налаштований на рахування, наприклад, до двох, то сигнал на його виході з'являється, коли в одному циклі локації два ехосигнали перевищують поріг компаратора. Тільки тоді припиняється процес настроювання. Індикатор при цьому відображає рівень, що відповідає другому ехосигналу.

Зрозуміло, що сутність запропонованого технічного рішення не зміниться, якщо пристрій управління 4, пристрій керування настроюванням 6 та лічильник ехосигналів 7 об'єднати та виконати у вигляді мікропроцесора, який працював би за тим самим алгоритмом, що описаний вище.

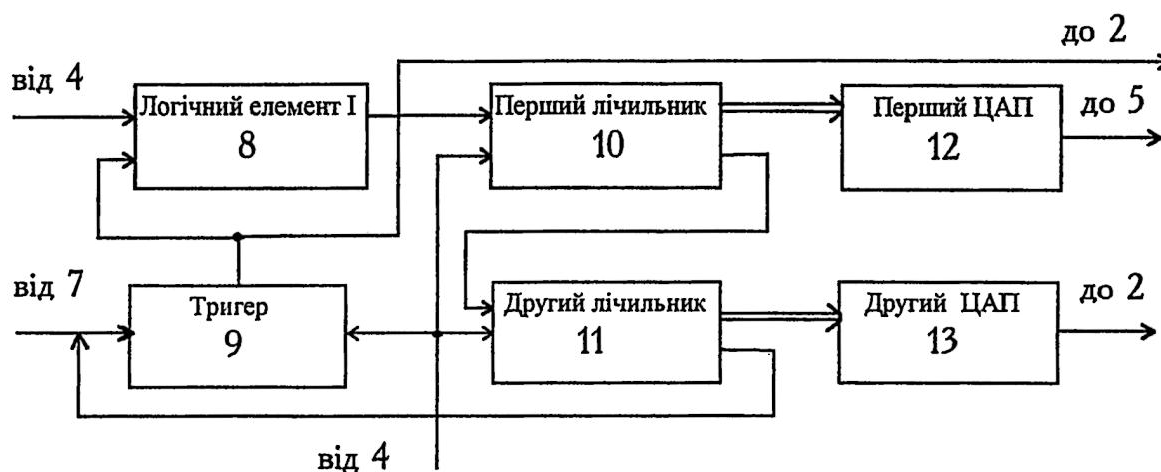
Таким чином, запропонований ультразвуковий рівнемір є працездатним в умовах експлуатації що змінюються, наприклад, після перестановки електроакустичного перетворювача з одної ємності на іншу (переносний рівнемір) завдяки автоматичному вибору робочої частоти імпульсів випромінення, яка відповідає товщині стінки (дна) ємності, та

підсилення, що відповідає якості акустичного контакту електроакустичного перетворювача з дном ємності, і ослабленню сигналу при розповсюдженні в рідині. Встановлюється найменше підсилення, потрібне для виявлення саме того за номером ехосигналу, на який налаштовано лічильник ехосигналів. Мінімальність підсилення зменшує помил-

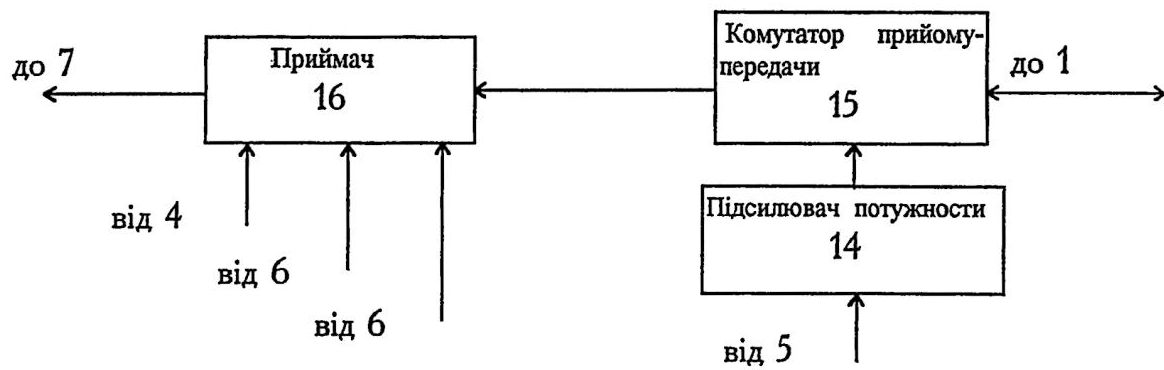
ки, пов'язані з виявленням ревербераційних завад замість ехосигналів від поверхні рідини. Можливість виявляти потрібний за номером ехосигнал у циклі локації та вимірювати відповідні рівні дозволяє здійснювати виміри у ємностях, які містять рідини що не змішуються, та уникати помилок при вимірюванні малих рівнів.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22
