



УКРАЇНА

(19) (UA)

(11) 33895

(51) 7 G01F23/28,  
G01K3/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ПАТЕНТ на винахід

видано відповідно до Закону України  
"Про охорону прав на винаходи і корисні моделі"

Голова Державного департаменту  
інтелектуальної власності



М. Паладій

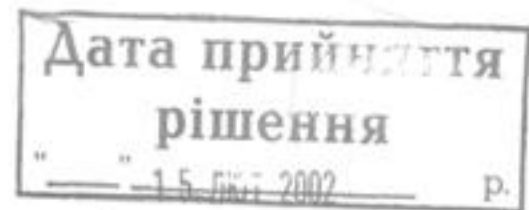
(21) 99042357  
(22) 27.04.1999  
(24) 16.09.2002  
(46) 16.09.2002. Бюл. № 9

(72) Соловйов Станіслав Миколайович, Жуков Юрій Даніїлович, Гордєєв Борис Миколайович, Поліщук Віталій Анатолійович, Чегринєць Вячеслав Миколайович  
(73) Науково-виробниче товариство з обмеженою відповідальністю "AMICO",  
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МОРСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТАНУ РІДКИХ СЕРЕДОВИЩ

(21) 99042357

(57)



1. Пристрій для визначення параметрів стану рідких середовищ, що містить генератор зондувального імпульсу, вихід якого з'єднаний з чутливим елементом, що виконаний у вигляді двох ізольованих один від одного провідників, та входом приймача, вихід якого з'єднаний з перетворюючим блоком, що містить послідовно з'єднані стробоскопічний перетворювач, аналого-цифровий перетворювач і обчислювач, який відрізняється тим, що чутливий елемент має розміщену в нижній частині рухому індикаторну пластину, з'єднану з термомеханічним приводом, при цьому між індикаторною пластиною та провідниками чутливого елемента передбачено зазор, а термомеханічний привід змонтовано на основі, жорстко закріпленій на кінці чутливого елемента.

2. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що як термомеханічний привід застосовано термочутливий елемент з матеріалу, що має зворотний ефект пам'яті форми, наприклад нікелід титану.

*Handwritten signature*



УКРАЇНА

(19) UA (11) 33895 (13) C2

(51) 6 G01F23/28,G01K3/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТАНУ РІДКИХ СЕРЕДОВИЩ

1

2

(21) 99042357

(22) 27.04.1999

(24) 16.09.2002

(46) 16.09.2002, Бюл. № 9, 2002 р.

(72) Соловійов Станіслав Миколайович, Жуков Юрій Даніілович, Гордєєв Борис Миколайович, Поліщук Віталій Анатолійович, Чегринець Вячеслав Миколайович

(73) НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "AMICO", УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МОРСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

(56) UA 11006 C1, 31.03.1993, МПК G 01 F 23/28

RU 2073214 C1, 10.02.1997, МПК G 01F 23/28

FR 2624968, 1990, МПК G 01 F 23/00

(57) 1. Пристрій для визначення параметрів стану рідких середовищ, що містить генератор зондува-

льного імпульсу, вихід якого з'єднаний з чутливим елементом, що виконаний у вигляді двох ізольованих один від одного провідників, та входом приймача, вихід якого з'єднаний з перетворюючим блоком, що містить послідовно з'єднані стробоскопічний перетворювач, аналого-цифровий перетворювач і обчислювач, який відрізняється тим, що чутливий елемент має розміщену в нижній частині рухому індикаторну пластину, з'єднану з термомеханічним приводом, при цьому між індикаторною пластиною та провідниками чутливого елемента передбачено зазор, а термомеханічний привід змонтовано на основі, жорстко закріпленій на кінці чутливого елемента.

2. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що як термомеханічний привід застосовано термочутливий елемент з матеріалу, що має зворотний ефект пам'яті форми, наприклад нікелід титану.

Винахід відноситься до контрольно-вимірювальної техніки визначення неелектричних величин і може знайти застосування в системах, призначених для автоматичного дистанційного виміру та контролю параметрів стану рідких середовищ при зберіганні.

Відомо про пристрій для визначення рівня рідини в резервуарі, що містить чутливий елемент, виконаний у вигляді двох ізольованих один від одного провідників, підключений до виходу високочастотного генератора і входу приймача, і послідовно з'єднані підсилювач, аналого-цифровий перетворювач і блок обчислень, підключений до входу індикатора (патент України № 6455, кл. G 01 F23/24, 1994). Цим пристроєм вимірюється обмежена кількість контрольованих параметрів, ним неможливо виміряти температуру середовища. Спільними з пристроєм, що заявляється, є ознаки: чутливий елемент, виконаний у вигляді двох ізольованих один від одного провідників, підключений до виходу високочастотного генератора, після цього - до перетворюючого блоку.

Найбільш близьким до винаходу, що пропонується, по технічній сутності й результату, що досягається, є пристрій для визначення рівня, меж поділу й температури рідких і сипких середовищ, що містить генератор зондуючих імпульсів, вихід якого

з'єднаний зі входом приймача і входом чутливого елемента, який виконано у вигляді двох ізольованих один від одного провідників, при цьому вихід приймача підключений до строб-перетворювача, вихід якого підключений до аналого-цифрового перетворювача, а до виходу останнього підключено обчислювач (патент України № 11006, кл. G 01 F 23/28, 1996). У порівнянні з попереднім цей пристрій дозволяє збільшити число контрольованих параметрів і підвищити точність вимірів. Для визначення температури середовища оцінюється величина і характеристика хвильового опору уздовж чутливого елемента. Проте, такий пристрій характеризується зниженими точністю та надійністю виміру температури, що пов'язано з незначною зміною хвильового опору рідкого середовища при зміні його температури, а також необхідністю попереднього встановлення специфічного для кожного матеріалу взаємозв'язку хвильового опору і температури середовища. При цьому похибка може досягати кількох градусів за Цельсієм. Спільними з пристроєм, що заявляється, є ознаки: чутливий елемент, виконаний у вигляді двох ізольованих один від одного провідників, підключений до виходу високочастотного генератора, після цього - до перетворюючого блоку.

В основу винаходу поставлено задачу удоско-

(19) UA (11) 33895 (13) C2

налення пристрою для визначення параметрів стану рідких середовищ, в якому конструктивна зміна чутливого елементу (ЧЕ) забезпечує зниження похибки виміру температури.

Поставлену задачу вирішують тим, що в пристрої для визначення параметрів стану рідких середовищ, що містить генератор зондуючих імпульсів, вихід якого з'єднаний з ЧЕ (чутливий елемент), що виконаний у вигляді двох ізольованих один від одного провідників, і входом приймача, вихід якого з'єднаний з перетворюючим блоком, що містить послідовно з'єднані стробоскопічний перетворювач, аналого-цифровий перетворювач і обчислювач, згідно винаходу ЧЕ має розміщену в нижній частині останнього рухому індикаторну пластину, з'єднану з термомеханічним приводом, при цьому між індикаторною пластинною та провідниками ЧЕ передбачено зазор, а термомеханічний привід змонтований на основі, жорстко закріпленій на кінці ЧЕ.

В якості термомеханічного приводу застосований термочутливий елемент з матеріалу, що володіє зворотним ефектом пам'яті форми (ЕПФ), наприклад нікелід титану.

Сутність винаходу полягає в тому, що рухома індикаторна пластинка, що розміщена з зазором поміж двома провідниками ЧЕ, відбиває частину енергії зондуючого імпульсу. Наявність зазору необхідна для забезпечення подальшого проходження зондуючого імпульсу до кінця ЧЕ. Положення рухомої індикаторної пластинки відносно кінця ЧЕ визначається температурою середовища, в якому останній розміщений, і переміщення її здійснюється термомеханічним приводом, який оснований на використанні термочутливого силового елемента. Запропонований пристрій дозволяє знизити похибку виміру  $\varepsilon_1$ , що може бути визначена з виразу:

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta x_m}{x_m - x_0} + \varepsilon_1$$

де  $\Delta x_m$  - похибка вимірювання фактичного положення індикаторної пластинки;

$\varepsilon_1$  - похибка тарування;

$x_0$  - положення індикаторної пластинки при мінімальній температурі.

Використання для термочутливого силового елемента матеріалу, що володіє ЕПФ, і зазнає відновлення форми при перевищенні температури зворотного мартенситного перетворення (МП) та повернення до початкового стану при охолодженні нижче температури прямого МП, дозволяє знизити похибку вимірів при контролі температури середовища, а також вимірювати температуру рідкого середовища з невідомими (або мінливими в часі) значеннями хвильового опору, що підвищує точність вимірів, надійність і універсальність пристрою в цілому. Для досягнення позитивного результату в процесі виготовлення й наступного термосилового "тренінгу" у матеріалі термочутливого елемента (ТЧЕ) формують двосторонній ЕПФ, що полягає в зворотній зміні лінійних розмірів (довжини) даного елемента у залежності від температури. В якості матеріалу ТЧЕ повинен бути використаний сплав з пам'яттю форми (СПФ) з інтервалом перетворення, що включає до себе

перетворення, що включає до себе інтервал температур, що допускаються при зберіганні рідкого середовища, наприклад, від - 5 до + 45°C (під інтервалом перетворення розуміється вся температурна ділянка прямого і зворотного МП). Крім того, сплав з ЕПФ, що використовується для ТЧЕ, повинен мати вузький температурний гістерезис термопружного перетворення (у кращому випадку гістерезис повинен бути практично відсутній). Означені умови забезпечують лінійну залежність зміни розмірів ТЧЕ від температури і можуть бути задоволені вибором відповідного СПФ, легуючих елементів та режимів термомеханічної обробки. Вимір температури згідно патенту України № 11006 ефективний, якщо існує можливість зробити почергово заміри порожнього ЧЕ і зануреного у середовище, що контролюється. В протилежному випадку незначну зміну хвильового опору, або його спектру, внаслідок зміни температури, зафіксувати важко з причини наявності дрейфів в рефлектометричній інформаційно-вимірювальній системі (ІВС), що негативно відбивається на точності виміру температури. Запропонований пристрій позбавлений подібних недоліків, що дозволяє в кілька разів знизити похибку виміру.

На фіг.1 наведено схему пристрою для визначення параметрів стану рідких середовищ; на фіг.2 - рефлектограма вимірів при визначенні температури і рівня рідкого середовища.

Пристрій містить ЧЕ 1 (див. фіг.1), з'єднаний з рефлектометричною ІВС і розміщений у резервуарі 2 з рідким середовищем 3. ЧЕ виконаний, наприклад, у вигляді коаксіального хвилеводу й має зовнішній 4 і внутрішній 5 провідники. ЧЕ може бути також стрічковим або стержньовим, що не має принципового значення. На внутрішньому провіднику 5 рухомо встановлено індикаторну пластину 6 з матеріалу, діелектрична проникність якого завідомо відрізняється від діелектричної проникності контрольованого середовища. Між пластинною 6 і внутрішньою стінкою зовнішнього провідника 4 існує зазор. Індикаторна пластинка 6 з'єднана з термомеханічним приводом 7, який являє собою термочутливий елемент з матеріалу, що володіє ЕПФ (нікелід титану, потрійні або складнолеговані сплави на його основі), що змонтований на основі 8, жорстко закріпленій на кінці ЧЕ. Термомеханічний привід 7 може бути виконаний, наприклад, у вигляді циліндричної пружини і являти собою, принаймні, один ТЧЕ зі сплаву з пам'яттю форми. ТЧЕ зі СПФ може бути виконаний також у вигляді півкільцевих елементів, або у вигляді двох стрічок, переплетених почерговими вигинами одна на одну у взаємно перпендикулярних напрямках, довжина хвилі вигинів яких у холодному стані менша ніж довжина хвилі у гарячому стані. Інакше кажучи, конструкція термомеханічного приводу із ТЧЕ повинна забезпечувати максимальне переміщення індикаторної пластинки при мініальному зусиллі, що розвивається. Рідке середовище заповнює порожнину між провідниками 4 і 5 крізь отвори, виконані у зовнішньому провіднику. Пристрій для визначення параметрів стану рідких середовищ містить генератор зондуючого імпульсу

містить генератор зонduючого імпульсу 9, вихід якого з'єднаний з ЧЕ 1 і входом приймача 10, а вихід приймача 10 з'єднаний з перетворюючим блоком 11. Перетворюючий блок 11 містить послідовно з'єднані стробоскопічний перетворювач 12, аналого-цифровий перетворювач 13 і обчислювач 14. Всі елементи пристрою від 9 по 14 можуть бути аналогічними описаним у патенті України № 11006.

Працює пристрій для визначення параметрів стану рідких середовищ таким чином. Генератор 9, що входить до складу рефлектометричної ІВС, виробляє зонduючий імпульс  $U_a$  (фіг.2), що розповсюджується уздовж ЧЕ 1, зануреного у контрольоване середовище 3, яке міститься в резервуарі 2. При цьому відбувається відбивання частини енергії зонduючого імпульсу як від меж поділу середовищ і кінця ЧЕ, так і від індикаторної пластини 6, положення якої на внутрішньому провіднику 5 визначається термомеханічним приводом 7. Відбиті сигнали надходять до входу приймача 10 і далі обробляються у перетворюючому блоці 11. Зміна довжини ТЧЕ термомеханічного приводу 7 (у зборі з індикаторною пластиною 6) заздалегідь тарюється по температурі. Таким чином, знаючи положення індикаторної пластини 6 в ЧЕ 1, можна визначити температуру контрольованого середовища. У випадку короткозамкнутого ЧЕ рефлектограма буде мати вигляд, наведений на фіг.2. Тут  $x_c$ ,  $x_n$ ,  $x_k$  затримки відбитих сигналів відносно зонduючого від межі поділу середовищ, індикаторної пластини й кінця ЧЕ відповідно. Зміна температури буде супроводжуватися зміною положення індикаторної пластини 6 у ЧЕ 1 і переміщенням відбитого від неї «температурного» імпульсу на рефлектограмі (зміна положення  $x_n$ ). При цьому повинен враховуватися коефіцієнт укорочення вимірюваного середовища у:

$$\gamma = \frac{x_k - x_c}{x_d - x_c},$$

де  $x_d$  - довжина ЧЕ в одиницях виміру затримки.

Тоді фактичне положення індикаторної пластини відносно кінця ЧЕ буде:

$$x_m = \frac{x_n - x_l}{\gamma}$$

Запропонований пристрій дозволяє знизити похибку виміру  $\varepsilon_t$ , що може бути визначена з виразу:

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta x_m}{x_m - x_0} + \varepsilon_1$$

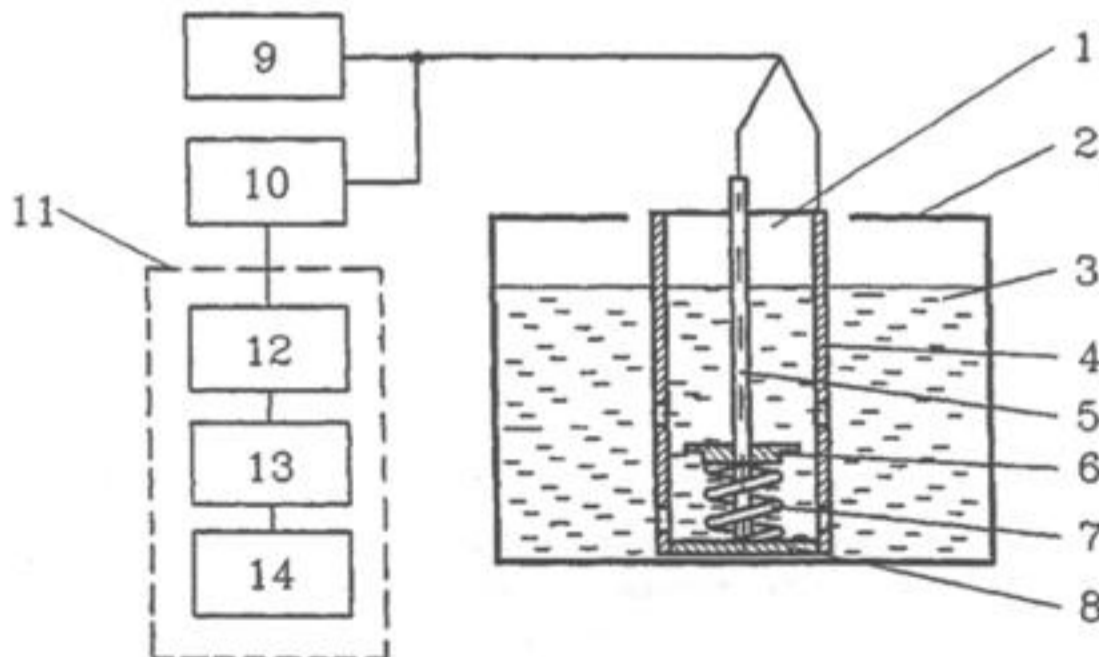
де  $\Delta x_m$  - похибка вимірювання фактичного положення індикаторної пластини;

$\varepsilon_1$  - похибка тарювання;

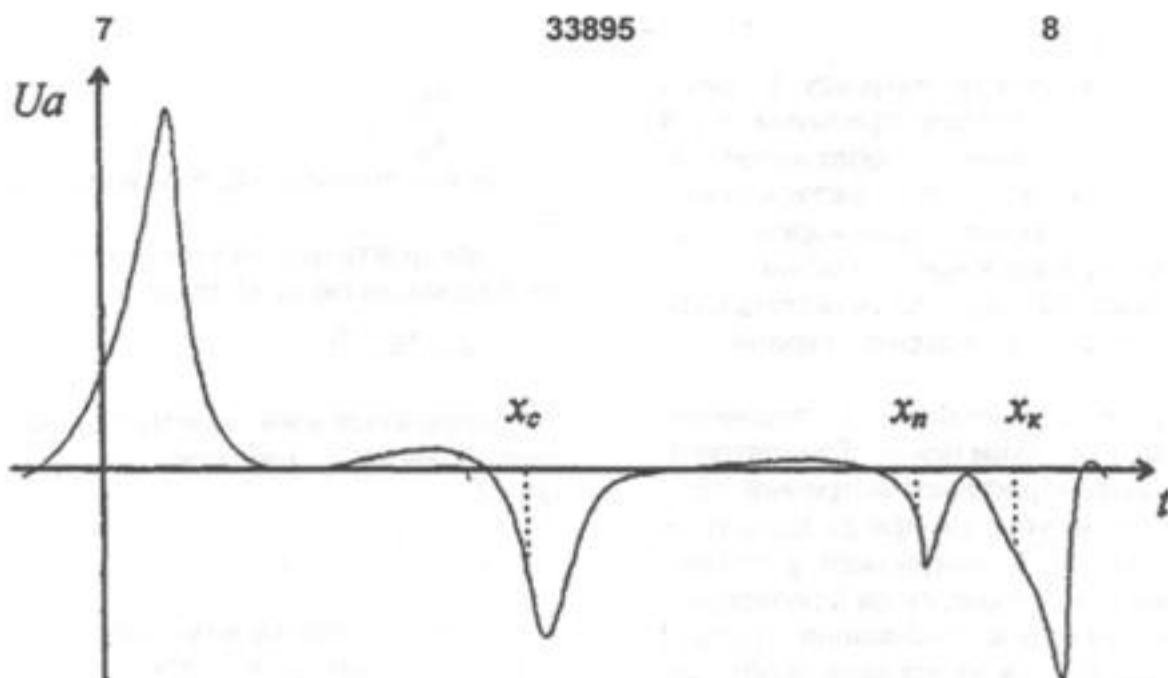
$x_0$  - положення індикаторної пластини при мінімальній температурі.

Наприклад, при  $\Delta x_m = 2,4$  мм, ході індикаторної пластини, яку переміщує ТЧЕ,  $x_m - x_0 = 150$  мм,  $\varepsilon_1 = 0,4\%$ , похибка виміру складає  $\varepsilon_t = 2,0\%$ . В діапазоні - 5.. + 45°C абсолютна похибка не перевищує 1°C.

Запропонований пристрій доцільно також застосовувати для сигналізації про досягнення граничних температур контрольованого середовища, що досягаються, коли проміжні значення температури не мають значення. У цьому випадку ТЧЕ повинен бути вироблений з СПФ, що має вузькі температурні інтервали прямого і зворотного МП, й спрацьовувати (змінювати свої геометричні розміри) при досягненні певної граничної температури, що досягається. При цьому температура спрацьовування ТЧЕ може визначатися підбором відповідного СПФ або регулюванням шляхом застосування контртіла. В останньому випадку можливо використання матеріалу з одностороннім ЕПФ.



Фіг. 1



**Фиг. 2**

---

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)  
вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна  
(044) 456 – 20 – 90

---

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»  
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна  
(044) 216 – 32 – 71