

**УКРАЇНА****(19) UA****(11) 114076****(13) U****(51) МПК****G01R 19/25 (2006.01)****G01R 27/32 (2006.01)**

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**

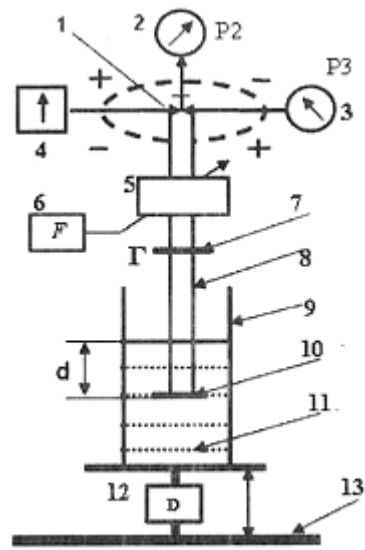
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 09518	(72) Винахідник(и): Карлов Володимир Анатолійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.09.2016	(73) Власник(и): Карлов Володимир Анатолійович, вул. Данила Галицького, 18, кв. 61, м. Дніпропетровськ, 49102 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.02.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.02.2017, Бюл.№ 4	

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО КОЕФІЦІЄНТА ВІДБИТТЯ ВІД ОПТИЧНО АКТИВНИХ РІДИН**(57) Реферат:**

Пристрій для вимірювання комплексного коефіцієнта відбиття від оптично активних рідин містить гібридне з'єднання, виконане у вигляді перетинання в одній площині двох НВЧ ліній передач, до вхідного плеча першої опорної лінії передачі гібридного з'єднання приєднано опорний розв'язаний надвисокочастотний генератор, а до вихідного плеча приєднано першій індикатор потужності вихідної хвилі, до вхідного плеча другої вимірювальної лінії передачі гібридного з'єднання приєднано вимірювальний фланець, до якого підключено неоднорідність невідомого навантаження для дослідження, а до вихідного плеча приєднано другий індикатор потужності вихідної хвилі, між вимірювальним фланцем гібридного з'єднання та областю перетинання двох НВЧ ліній передач гібридного з'єднання приєднано фазообертач, який з'єднано з пристроєм керування, між областю перетинання двох НВЧ ліній передач гібридного з'єднання та неоднорідністю невідомого навантаження знаходиться резонатор на відбиття. У пристрій введені зонд, вхідний фланець зонда занурюється в рідину для дослідження, а вихідний фланець приєднується до вимірювального фланця гібридного з'єднання, посудина, у якій міститься рідина для дослідження, і пристрій, який забезпечує вертикальне переміщення посудини з рідиною стосовно зануреного фланця зонда, між вхідним фланцем зонда і зовнішньою рідиною міститься неоднорідність типу стрижок хвильового опору.

UA 114076 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до вимірювальної техніки, а саме до вимірювальної техніки у сантиметровому та міліметровому діапазонах довжин радіохвиль, і може бути використана, як аналізатор комплексного коефіцієнта відбиття для діагностики оптично активних рідин у хімічній, нафтопереробній, фармакологічній та харчовій промисловості.

Відомо пристрій для вимірювання комплексного коефіцієнта відбиття, який містить послідовно з'єднані розв'язаний НВЧ генератор, спрямований відгалужувач падаючої потужності, до якого підключено перший індикатор відгалуженої потужності вихідної хвилі генератора, та гібридне з'єднання, виконане у вигляді перетину в одній площині двох НВЧ ліній передач, перше плече якого є входом гібридного з'єднання, друге з'єднано з другим індикатором потужності, третє - з третім індикатором потужності, до вихідного четвертого плеча пристрою підключена антена, а у її радіолокаційній зоні розміщена невідома неоднорідність для дослідження (Патент України № 62293 кл. G01R 19/25, G01R 27/32, 2011).

Недолік цього пристрою полягає у тому, що він реалізує метод дистанційного дослідження властивостей шаруватих діелектричних матеріалів або рідин, що потребує складних багаточастотних вимірювань, та складних попередніх методів калібрування пристрою. Крім того, цей пристрій має велику похибку вимірювання модуля комплексного коефіцієнта відбиття внаслідок того, що не враховує резонансні явища, які з'являються після приєднання до нього неоднорідності невідомого навантаження.

Найбільш близьким за технічною суттю до корисної моделі є пристрій для вимірювання комплексного коефіцієнта відбиття, який містить послідовно з'єднані розв'язаний НВЧ генератор, спрямований відгалужувач падаючої потужності та гібридне з'єднання, виконане у вигляді перетину в одній площині двох НВЧ ліній передач, перше плече якого є входом гібридного з'єднання, друге з'єднано з другим індикатором потужності, третє - з третім індикатором потужності, а четверте є виходом для приєднання невідомого навантаження для дослідження, крім того, у резонаторі, між неоднорідністю гібридного з'єднання та розніманням вимірювача для підключення невідомого навантаження, міститься фазообертач та пристрій, який фокусує неоднорідність гібридного з'єднання на неоднорідність невідомого навантаження (Патент України № 104257 кл. G01R 19/25, G01R 27/32, 25.01.2016).

Головний недолік даного пристрою полягає у тому, що його конструкція не дозволяє вимірювати та контролювати фізико-хімічні властивості неоднорідності навантажень, які до нього приєднуються.

Задача корисної моделі - створення надвисокочастотного вимірювача комплексного коефіцієнта відбиття від оптично активних рідин для тестування їх фізико-хімічних властивостей.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій, який містить гібридне з'єднання, виконане у вигляді перетинання в одній площині двох НВЧ ліній передач, до вхідного плеча першої опорної лінії передачі гібридного з'єднання приєднано опорний розв'язаний надвисокочастотний генератор, а до вихідного плеча приєднано перший індикатор потужності вихідної хвилі, до вхідного плеча другої вимірювальної лінії передачі гібридного з'єднання приєднано вимірювальний фланець, до якого підключено неоднорідність невідомого навантаження для дослідження, а до вихідного плеча приєднано другий індикатор потужності вихідної хвилі, між вимірювальним фланцем гібридного з'єднання та областю перетинання двох НВЧ ліній передач гібридного з'єднання приєднано фазообертач, який з'єднано з пристроєм керування, між областю перетинання двох НВЧ ліній передач гібридного з'єднання та неоднорідністю невідомого навантаження знаходиться резонатор на відбиття, додатково введено зонд, вхідний фланець зонда занурюється в рідину для дослідження, а вихідний фланець приєднується до вимірювального фланця гібридного з'єднання, посудина, у якій міститься рідина для дослідження, і пристрій, який забезпечує вертикальне переміщення посудини з рідиною стосовно зануреного фланця зонда, між вхідним фланцем зонда і зовнішньою рідиною міститься неоднорідність типу стрибок хвильового опору.

На Фіг. 1 наведена структурна схема пристрою для вимірювання комплексного коефіцієнта відбиття від оптично активної рідини. Пристрій містить:

- 1) гібридне з'єднання, яким є хрестоподібний Е-площинний дільник потужності;
- 2) індикатор потужності P2 вихідної хвилі з вимірювальної лінії гібридного з'єднання;
- 3) індикатор потужності P3 вихідної хвилі з опорної лінії гібридного з'єднання;
- 4) генератор надвисоких частот;
- 5) фазообертач керуючий;
- 6) пристрій керування фазообертачем;
- 7) фланець вимірювача комплексного коефіцієнта відбиття;
- 8) зонд, яким є відрізок прямокутного хвильоводу;

- 9) посудина;
- 10) фланець зонда вхідний;
- 11) рідина оптично активна для дослідження;
- 12) пристрій для вертикального переміщення посудини з рідиною;
- 13) станина нерухома.

На Фіг. 2 відображені складові вектора комплексного коефіцієнта відбиття від рідини. На Фіг. представлені:

- 8) зонд, яким є відрізок прямокутного хвилеводу;
- 9) посудина, де міститься рідина для дослідження;

- 10) фланець вхідний зонда;
- 11) рідина для дослідження;

14) неоднорідність, на яку навантажено зонд, типу стрибок хвильового опору між вхідним відкритим фланцем зонда 10 і зовнішньою рідиною 11;

Γ_0 - комплексний коефіцієнт відбиття від поверхневого шару рідини;

Γ_d - комплексний коефіцієнт відбиття який характеризує вихідну інтерференційну хвиля резонатора довжиною "d";

Γ - знайдений вимірювачем комплексний коефіцієнт відбиття, який утворився за результатом векторного складання вектора Γ_0 з вектором Γ_d .

На Фіг. 3 відображено результати експериментальних досліджень на частоті 29 ГГц: залежності модулів коефіцієнтів відбиття (КВ) двох проб бензину АИ-95А і АИ-95Б від розміру d глибини занурення зонда у рідину.

На Фіг. 4 відображено результати експериментальних досліджень на частоті 29 ГГц, а саме: значення коефіцієнта відбиття на Г-площині для першого, від зануреного фланця зонда, періоду коефіцієнта відбиття Фіг. 3,а і Фіг. 3,в та від сьомого періоду Фіг. 3,б і Фіг. 3,г для двох проб бензину АИ-95А і АИ-95Б (Re - дійсна частина коефіцієнта відбиття Γ , Im - уявна частина Γ).

Функціонування пристрою здійснюється таким чином. На розв'язаному генераторі 4 встановлюється задана частота, наприклад, 29 ГГц для генератора типу Г4-156. Згідно з параметрами генератора опорний і вимірювальний канали гібридного з'єднання 1, яким є хрестоподібний Е-площинний дільник потужності, повинні мати поперечні розміри прямокутних хвилеводів 7,2 мм на 3,4 мм. Режим роботи генератора - "безперервна генерація". До вихідного вимірювального фланця 7 хрестоподібного вимірювача комплексного коефіцієнта відбиття приєднується зонд 8.

Методика вимірювання комплексного коефіцієнта відбиття реалізується фокусуванням неоднорідності гібридного з'єднання 1 на невідому неоднорідність, якою є рідина. Фокусування здійснюється фазообертачем 5 за допомогою пристрою керування 6.

На першому етапі досліджень здійснюється калібровка вимірювача, яка складається з наступних дій:

1. До вхідного фланця 10 зонда 8 приєднується узгоджене навантаження;

2. Включається потужність генератора і записуються показання індикаторів потужності 2 та 3 (P_2 і P_3). Це є показання індикаторів при калібруванні, які запам'ятовуються на весь час вимірювань.

На другому етапі вимірювань знаходиться комплексний коефіцієнт відбиття Γ від рідини за таким методом.

1. Поступово з кроком, наприклад, $1/32$ довжини хвилі в хвилеводі, здійснюється, наприклад, $N_d=175$ кроків занурення відкритого вхідного фланця зонда 8 у рідину 11.

2. На кожному кроці занурення зонда 8 у рідину зчитуються показання індикаторів потужності 2 та 3 (P_2 і P_3). Це є показання індикаторів при вимірюванні комплексного коефіцієнта відбиття Γ невідомого навантаження, а саме від поверхневого шару стовпчика рідини, який навантажено на неоднорідність типу стрибок хвильового опору між вхідним відкритим фланцем зонда 10 і зовнішньою рідиною 11.

3. Невідомий комплексний коефіцієнт відбиття Γ обчислюється із рішення системи двох квадратних рівнянь стосовно параметра A_4 з наступним відображенням A_4 на Г-площину наступним чином:

$$\left| \dot{A}_4 + \frac{\dot{S}_{11}^0}{\dot{S}_{14}^0} \right|^2 = \left| \frac{\tilde{S}_{11}^0}{\tilde{S}_{14}^0} \right|^2 \frac{P_i}{P_i^0}; \quad \dot{\Gamma} = \frac{\dot{A}_4}{\dot{S}_{41}^0 + \dot{S}_{44}^0 \cdot \dot{A}_4}, \quad i=2,3, \quad (1)$$

де \dot{S}_{ij}^0 - розрахункові значення коефіцієнтів матриці розсіювання гібридне з'єднання 1;

$\dot{S}_{44}^0 \approx 0,4$ - коефіцієнт відбиття від неоднорідності гібридного з'єднання 1;

p_i^0 - значення показань індикаторів потужності 2 та 3 (P_2 і P_3) під час калібрування вимірювача на узгоджене навантаження;

p_i - значення показань індикаторів потужності 2 та 3 (P_2 і P_3) на кожному кроці занурення зонда у рідину.

5 Як свідчить з Фіг. 2, обчислений комплексний коефіцієнт відбиття Γ утворюється за результатом векторної суми, а саме вектора коефіцієнта відбиття Γ_0 від поверхневого шару рідини і вектора Γ_d , який характеризує вихідну інтерференційну хвиля резонатора довжиною "d". Джерелом інтерференційної хвилі з коефіцієнтом відбиття Γ_d є "стрибок" хвильового опору у перерізі "відкритий фланець зонда - зовнішній об'єм, який заповнено рідиною".

10 Модуль коефіцієнта відбиття Γ_0 від поверхневого шару рідини знаходиться, наприклад, таким чином:

$$|\Gamma_0| = (|\Gamma|_{\max} + |\Gamma|_{\min}) / 2, \quad (2)$$

У загальному випадку хвиля у невідомій рідині загасає. Коефіцієнт загасання хвилі у невідомій рідині а знаходиться, наприклад, таким чином:

15
$$\alpha = 20 \log(|\Gamma|_{\max 2} / |\Gamma|_{\max 3}), \quad (3)$$

де $|\Gamma|_{\max 2} - |\Gamma|_{\max}$ у другому періоді коефіцієнта відбиття;

$|\Gamma|_{\max 3} - |\Gamma|_{\max}$ у третьому періоді коефіцієнта відбиття.

Для аналізу оптичної активності невідомої рідини створюється "еліпс" значень обчисленого коефіцієнта відбиття Γ на Γ -площині 1-го періоду коефіцієнта відбиття, 2-го періоду коефіцієнта відбиття, ..., N-го періоду коефіцієнта відбиття.

20 Кут θ , який характеризує оптичну активність рідини обчислюється, наприклад, таким чином:

обчислюється фаза θ_1 модуля $|\Gamma|_{\max}$ у першому періоді Γ від фланця;

обчислюється фаза θ_N модуля $|\Gamma|_{\max}$ у N періоді коефіцієнта відбиття Γ ;

кут θ обчислюється, наприклад, таким чином:

25
$$\theta = (\theta_N - \theta_1) / (N - 1). \quad (4)$$

На Фіг. 3 відображені експериментальні залежності модулів коефіцієнтів відбиття (КВ) Γ двох проб бензину АИ-95А і АИ-95Б від $N_d=175$ кроків поступового занурення зонда у рідину на частоті 29 ГГц.

30 Згідно з чисельними даними Фіг. 3, модуль коефіцієнта відбиття Γ_0 від поверхневого шару рідини обчислюється за формулою (2) і дорівнює:

для бензину проби АИ-95А - $|\Gamma_0| = 0,256$;

для бензину проби АИ-95Б - $|\Gamma_0| = 0,246$.

Згідно з чисельними даними Фіг. 3, модуль коефіцієнта загасання хвилі у невідомій рідині обчислюється за формулою (3) і дорівнює:

35 для бензину проби АИ-95 А - $\alpha = 0,84 \text{ dB}$;

для бензину проби АИ-95Б - $\alpha = 0,66 \text{ dB}$.

На Фіг. 4 відображено результати експериментальних досліджень на частоті 29 ГГц, а саме: значення коефіцієнта відбиття на Γ -площині для першого, від зануреного фланця зонда, періоду коефіцієнта відбиття Фіг. 4,а і Фіг. 4,в та для сьомого періоду Фіг. 4,б і Фіг. 4,г, для двох проб бензину АИ-95Аи АИ-95Б.

40 Згідно з чисельними даними Фіг. 4, кут повороту θ "еліпса" поляризації коефіцієнта відбиття Γ на один період обчислюється за формулою (3) і дорівнює:

для бензину проби АИ-95 А - $\theta = 33,3^\circ$;

для бензину проби АИ-95Б - $\theta = 43,3^\circ$.

45 Чим більше кут θ , тим більше оптична активність рідини.

За чисельними значеннями отриманого комплексного коефіцієнта відбиття Γ , оптична активність бензину проби АИ-95Б більше за оптичну активність бензину проби АИ-95 А.

Запропонована конструкція вимірювача комплексного коефіцієнта відбиття від оптично активної рідини, яка відрізняється від відомій конструкції вимірювача комплексного коефіцієнта тим, що завдяки приєднання к вихідному резонатору хрестоподібного вимірювача зонда для його занурення у рідину, введення в зонд неоднорідності типу "скачок хвильового опору між вхідним відкритим фланцем зондом і рідиною" - дозволило обчислити модуль коефіцієнта відбиття від поверхневого шару рідини, коефіцієнт загасання хвилі у рідині, створити "еліпси" поляризації на Γ -площині, які характеризують оптичну активність рідини.

Розглянутий пристрій для вимірювання комплексного коефіцієнту відбиття від оптично активних рідин належить до класу приладів "векторні аналізатори кіл" і може бути використаний в усіх сантиметрових та міліметрових діапазонах довжин хвиль.

5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

15

20

Пристрій для вимірювання комплексного коефіцієнту відбиття від оптично активних рідин, що містить гібридне з'єднання, виконане у вигляді перетинання в одній площині двох НВЧ ліній передач, до вхідного плеча першої опорної лінії передачі гібридного з'єднання приєднано опорний розв'язаний надвисокочастотний генератор, а до вихідного плеча приєднано перший індикатор потужності вихідної хвилі, до вхідного плеча другої вимірювальної лінії передачі гібридного з'єднання приєднано вимірювальний фланець, до якого підключено неоднорідність невідомого навантаження для дослідження, а до вихідного плеча приєднано другий індикатор потужності вихідної хвилі, між вимірювальним фланцем гібридного з'єднання та областю перетинання двох НВЧ ліній передач гібридного з'єднання приєднано фазообертач, який з'єднано з пристроєм керування, між областю перетинання двох НВЧ ліній передач гібридного з'єднання та неоднорідністю невідомого навантаження знаходиться резонатор на відбиття, який **відрізняється** тим, що у пристрій введені зонд, вхідний фланець зонда занурюється в рідину для дослідження, а вихідний фланець приєднується до вимірювального фланця гібридного з'єднання, посудина, в якій міститься рідина для дослідження, і пристрій, який забезпечує вертикальне переміщення посудини з рідиною стосовно зануреного фланця зонда, між вхідним фланцем зонда і зовнішньою рідиною міститься неоднорідність типу стрибок хвильового опору.

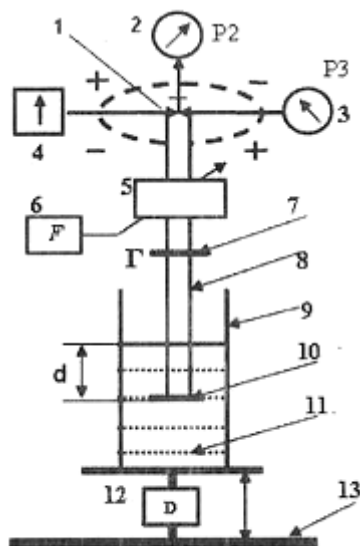
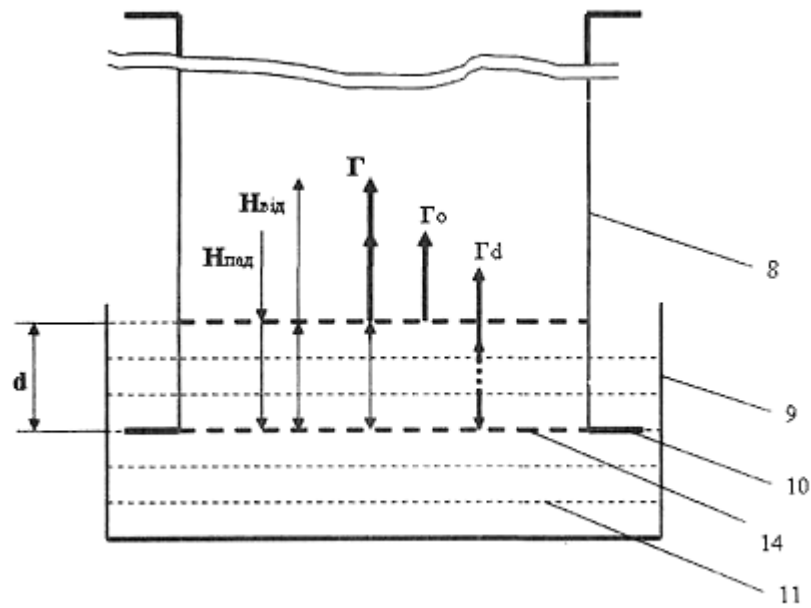
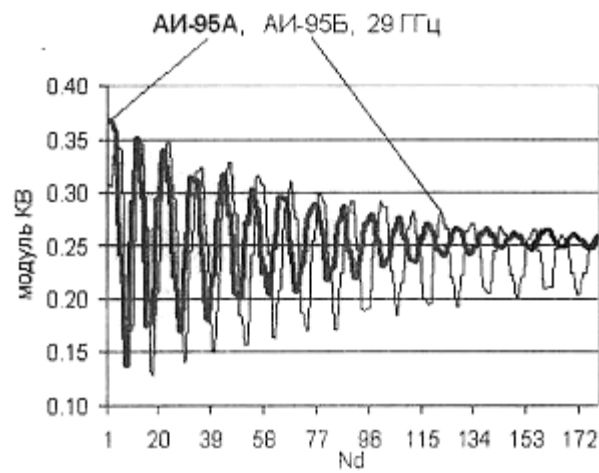


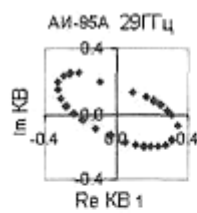
Fig. 1



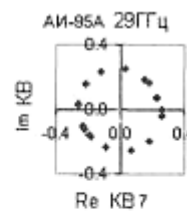
Фиг. 2



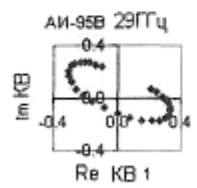
Фиг. 3



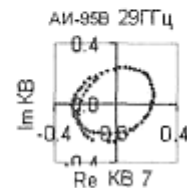
а) $\theta_1=150^\circ$



б) $\theta_7=350^\circ$



в) $\theta_1=140^\circ$



г) $\theta_7=400^\circ$

Фиг. 4

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601