



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **103576** (13) **C2**  
(51) МПК (2013.01)  
**G01R 27/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<p>(21) Номер заявки: <b>а 2012 13535</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>26.11.2012</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.10.2013</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: <b>25.04.2013, Бюл.№ 8</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.10.2013, Бюл.№ 20</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Федченко Владислав Володимирович (UA), Тернюк Микола Емануїлович (UA), Наглюк Михайло Іванович (UA), Наглюк Іван Сергійович (UA), Дмитрук Іван Андрійович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), Федченко Владислав Володимирович, вул. Воєнна, 33, кв. 60, м. Харків, 61001 (UA), Тернюк Микола Емануїлович, пров. Забайкальський, 13, кв. 32, м. Харків, 61105 (UA), Наглюк Михайло Іванович, пров. Титаренківський, 1, кв. 138, м. Харків, 61064 (UA), Наглюк Іван Сергійович, пров. Титаренківський, 1, кв. 138, м. Харків, 61064 (UA), Дмитрук Іван Андрійович, вул. Рязанська, 6, м. Харків, 61166 (UA)</b></p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 31745 U; 25.04.2008 UA 20187 U; 15.01.2007 RU 2284517 C2; 27.09.2006 EP 0288099 A1; 26.10.1988 US 4119909 A; 10.10.1978 US 6314373 B1; 06.11.2001 JPS 62207968 A; 12.09.1987 DE 3517772 A1; 20.11.1986</p>
--	---

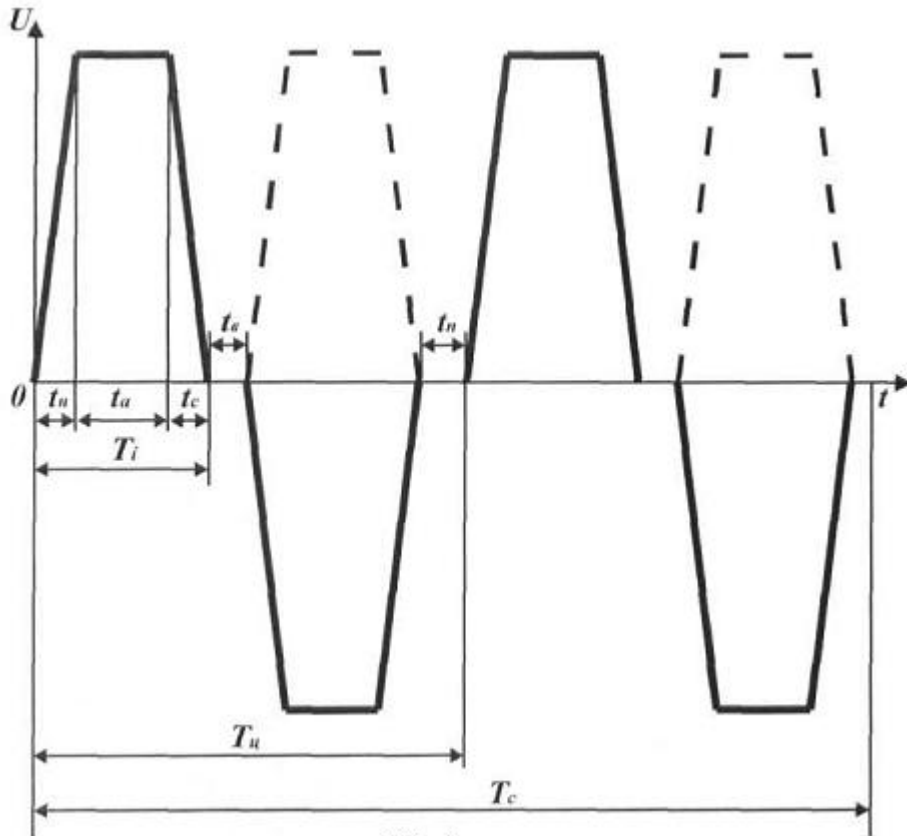
**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІДИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ТА ІМПЕДАНСУ**

**(57) Реферат:**

Спосіб визначення експлуатаційних властивостей рідини з використанням спектрального аналізу та імпедансу належить до обчислювальної техніки і може бути використаний при діагностиці експлуатаційних властивостей рідини у різних технічних засобах. Спосіб полягає в тому, що досліджувану рідину розміщують між двома електродами, подають електричний струм і визначають величину падіння напруги, за якою судять про експлуатаційні властивості рідини. Подачу електричного струму крізь рідину здійснюють електричними сигналами у вигляді імпульсу, циклу пар різнополярних імпульсів або серії імпульсів. В процесі подачі електричного

UA 103576 C2

струму змінюють форму імпульсів, їх амплітудно-частотні та фазові характеристики. Тривалість сигналу у вигляді імпульсу, циклу пар різнополярних імпульсів та серії імпульсів визначають, відповідно, по заданих залежностях. Вимірюють повний комплексний електричний опір (імпеданс) рідини, визначають амплітудні та фазові спектри відгуків на сигнали, по співвідношеннях яких судять про експлуатаційні властивості рідини. Форма імпульсу в сигналі може бути прямокутною, трапецеїдальною, нерівносторонньою трапецією, трикутною, дзвоноподібною або експоненційною. Додаткові електроди можуть бути розміщені між основними електродами. Площини додаткових електродів можуть бути встановлені перпендикулярно площинам основних електродів або встановлені паралельно площинам основних електродів. Один із пари основних електродів може бути суміщений з одним із додаткових електродів. Технічним результатом є підвищення точності та інформативності визначення експлуатаційних властивостей рідини.



Фіг. 1

Винахід належить до області діагностики експлуатаційних властивостей технічних рідин, які застосовуються в мобільній техніці (автомобілях, тракторах, комбайнах та ін.), а також в стаціонарних технологічних комплексах (холодильних машинах, кондиціонерах, металорізальному обладнанні та ін.) Він може використовуватися в автомобілях, тракторах, комбайнах, металорізальному та іншому обладнанні для визначення якості охолоджуючої або змащувальної рідини, а також для прогнозу можливого терміну її подальшої експлуатації.

Відомий спосіб визначення експлуатаційних властивостей рідини, який полягає в тому, що визначають її колір, порівнюють з еталоном і за рівнем відмінностей цих кольорів визначають якість рідини. Наприклад, так визначають якість мастильно-охолоджуючих рідин в двигуні автомобіля [1] (аналог).

Істотними недоліками цього способу є:

1) складність автоматизації процесу;

2) низька точність визначення експлуатаційних властивостей рідини.

Перший недолік зумовлений тим, що відсутні досить ефективні датчики визначення кольору рідини. Другий частково випливає з першого: через недостатню точність датчиків утворюється значна (десять відсотків) похибка вимірювання. Крім того, колір пов'язаний з експлуатаційними властивостями рідини статистичною залежністю з великою дисперсією.

Відомий також вибраний як прототип спосіб визначення експлуатаційних властивостей рідини, який полягає в тому, що досліджувану рідину розміщують між двома електродами, подають електричний струм і визначають величину падіння напруги, за якою судять про експлуатаційні властивості рідини [2].

Цей спосіб, заснований на використанні електричних вимірювань, може бути відносно просто автоматизований, однак його істотним недоліком, як і вищевказаного способу, є недостатня точність та інформативність вимірювань. Недолік зумовлений методом отримання інформації про властивості рідин, заснованим на застосуванні постійного струму, який, при відносно тривалій дії, призводить до зміни властивостей самої рідини і до її електролізу, що не дозволяє отримати точну достовірну інформацію щодо експлуатаційних властивостей рідин.

Задачею винаходу є підвищення точності та інформативності визначення експлуатаційних властивостей рідин.

Винахідницький задум полягає в тому, щоб забезпечити якісну та кількісну оцінку компонентів - домішок рідини за рахунок додаткової інформації про імпеданс та змінені характеристики імпульсів відгуку електричного струму з різними параметрами, і за отриманими даними визначати експлуатаційні властивості цієї рідини.

Зазначена задача вирішується тим, що подачу електричного струму крізь рідину здійснюють електричними сигналами у вигляді імпульсу, циклу пар різнополярних імпульсів або серії імпульсів, в процесі подачі електричного струму змінюють форму імпульсів, їх амплітудно-частотні та фазові характеристики, тривалість сигналу у вигляді імпульсу, циклу пар різнополярних імпульсів та серії імпульсів визначають, відповідно, по залежностях:

$$T_c \geq T_i \geq t_n + t_\alpha + t_c; \quad (1)$$

$$T_c \geq T_\alpha \geq 2t_i + t_b + t_n, \quad (2)$$

$$T_c \geq (T_\alpha * n) \geq ((2t_i + t_b + t_n) * n), \quad (3)$$

вимірюють повний комплексний електричний опір (імпеданс) рідини, визначають амплітудні та фазові спектри відгуків на сигнали, по співвідношеннях яких судять про експлуатаційні властивості рідини,

де  $T_i$ ,  $T_\alpha$  і  $T_c$  - тривалості імпульсу, циклу пари імпульсів та серії імпульсів відповідно, с;

$t_n$ ,  $t_\alpha$ ,  $t_c$ ,  $t_b$ ,  $t_n$  - тривалості часу (в секундах) наростання імпульсу, максимальної амплітуди імпульсу, спаду імпульсу, витримки між імпульсами всередині циклу і витримки між парами циклів імпульсів відповідно;

$n$  - кількість циклів імпульсів в сигналі.

Форма імпульсу в сигналі може бути прямокутною, трапецеїдалною, нерівносторонньою трапецією, трикутною, дзвоноподібною або експоненційною.

Час витримки між імпульсами всередині циклу імпульсів і час витримки між парами циклів імпульсів може вибиратися із співвідношення

$$t_b \leq t_n.$$

Додаткові електроди можуть бути розміщені між основними електродами. Площини додаткових електродів можуть бути встановлені перпендикулярно площинам основних

електродів або встановлені паралельно площинам основних електродів. Один із пари основних електродів може бути суміщений з одним із додаткових електродів.

Спосіб пояснюється кресленням, де на фіг. 1 показано загальний вигляд графіка сигналу, а на фіг. 2 - приклад спектра сигналу.

5 На фіг. 1 по осі ординат показано величину сигналу (напругу)  $U$  (контурними лініями зображені різнополярні імпульси, з використанням пунктирної лінії - однополярні імпульси), а по осі абсцис - час  $t$ , при цьому:

$$T_c \geq T_i \geq t_n + t_\alpha + t_c; (1)$$

$$T_c \geq T_\alpha \geq 2t_i + t_b + t_n, (2)$$

10  $T_c \geq (T_\alpha * n) \geq ((2t_i + t_b + t_n) * n), (3)$

де  $T_i$ ,  $T_\alpha$  і  $T_c$  - тривалості імпульсу, циклу пари імпульсів та серії імпульсів відповідно,  $C$  ;

$t_n$ ,  $t_\alpha$ ,  $t_c$ ,  $t_b$ ,  $t_n$  - тривалості часу (в секундах) наростання імпульсу, максимальної амплітуди імпульсу, спаду імпульсу, витримки між імпульсами всередині циклу і витримки між парами циклів імпульсів відповідно;

15  $n$  - кількість циклів імпульсів в сигналі.

Час витримки між імпульсами всередині циклу імпульсів і час витримки між парами циклів імпульсів може вибиратися із співвідношення  $t_b \leq t_n$ .

20 Показаний на фіг. 1 варіант сигналу є імпульсом у вигляді симетричної трапеції. Але форма імпульсу сигналу може бути прямокутною, трикутною, дзвоноподібною, експоненційною та несиметричною трапецією. Це твердження відноситься і до серій імпульсів. Імпульси можуть бути різної або однакової полярності.

Показаний на фіг. 2 спектр сигналу може мати різні характеристики по амплітудах, частотах і фазах в залежності від спектра поглинання кожного із компонентів - домішок рідини. Цей спектр надалі підлягає аналізу, на основі якого, з врахування імпедансу та еталонного спектра, 25 видається висновок про кількісний склад компонентів - домішок рідини.

Спосіб здійснюється таким чином.

30 Перед вимірюванням рідина поміщається між парою основних електродів, приєднаних до генератора електричних сигналів, який подає електричні сигнали у відповідності з потрібною їх формою, наприклад, як показано на фіг. 1. Ця форма (з амплітудою включно) змінюється в часі, наприклад, по амплітуді - пропорційно часу. Програма зміни форми імпульсу задається для розширення можливостей способу, оскільки при різних формах імпульсу по-різному змінюється спектр відгуку. Вимірюється значення повного комплексного електричного опору (імпедансу) між двома електродами і водночас додатковими електродами вимірюється відгук сигналу. Відповідним спектроаналізатором виконується амплітудний і фазовий аналіз спектра відгуку на сигнал, який було подано з генератора. Отримується результат, приклад якого показано на фіг. 35 2.

40 Величина імпедансу залежить від складу рідини. Для кожної рідини без домішок вона є постійною. Кожна із складових компонентів - домішок рідини, наприклад такі, як вода, солі, мінерали, метали, оливи та інші, змінюють електричні характеристики базової рідини і, крім того, змінюють амплітудні і фазові характеристики спектру сигналу відгуку.

45 На підставі вимірюваного імпедансу, аналізуючи спектри сигналів відгуків, враховуючи відомі дані про параметри еталонної рідини, обчислюється кількісний вміст складових компонентів в рідині, що дозволяє визначити її експлуатаційні властивості та спрогнозувати подальший можливий термін її використання, в тому числі з коригуванням хімічного складу за рахунок додавання певних коригуючих домішок.

50 Імпульси можуть подаватися парами і різнополярно, щоб не відбувалося характерного для прототипу процесу електролізу і зміни властивостей вимірюваної рідини від дії електричного струму. Це дозволяє рідині залишатися у відносному фізико-хімічному спокої. Завдяки цьому забезпечується підвищення точності вимірювань. У разі вибору тривалості імпульсів за залежностями (1) і (2), час дії електричного струму на рідину є мінімальним, зокрема при виконанні умови знаків рівності в залежностях (1) і (2), але достатнім для виходу в сталий режим вимірювань.

За рахунок того, що в період наростання імпульсу  $t_n$  забезпечується вихід на задану величину напруги  $U$  за мінімальний час також підвищується точність вимірювання.

Тривалість  $t_\alpha$  мінімізується. Вона визначається властивостями спектрального аналізатора.

55 Тривалість  $t_c$  визначається фізичними факторами затухання процесу і також є мінімальною.

Величина тривалості витримки  $t_b$  також може вибиратися за умов мінімально достатнього часу для переходу рідини в початковий стан або близький до нього. Цей показник є конкретизованим для кожного типу рідин та оливо.

Електричні сигнали у вигляді серії імпульсів також підвищують точність і достовірність інформації, оскільки надають можливість отримання середньоарифметичного значення вимірюваних величин, які здійснюються по амплітудних значеннях різнополярних імпульсів в парі, а також можуть усереднюватися між парами імпульсів.

При прямокутній формі імпульсів забезпечується мінімальна тривалість циклу, що сприяє зростанню продуктивності способу.

При трикутній, дзвоноподібній, експоненційній та трапецеїдальній формі імпульсу розширюються можливості адаптації способу до різних складів рідин та можливостей наявних генераторів. Процес адаптації може посилюватися, якщо трапецеїдальна форма імпульсів буде несиметричною.

При виборі співвідношення між часом витримки між імпульсами всередині циклу і часом витримки між парами циклів імпульсів  $t_b \leq t_n$ , може бути забезпечена підвищена надійність вимірювань за рахунок зменшення ступеня впливу імпульсів струму на властивості рідини.

Розташування пари додаткових електродів перпендикулярно чи паралельно основній парі електродів, а також можливості використання спільного електрода дозволяють розширити область можливих конструктивних рішень приладів для реалізації способу, в тому числі, за рахунок раціонального використання матеріалів та простору.

Вказаним вирішується задача винаходу.

Проведені випробування способу показали можливість зменшення похибки вимірювань, а значить, підвищення точності в 10-30 разів та інформативності у 5-6 разів.

Спосіб може бути використаний в бортових, мобільних і стаціонарних діагностичних системах автомобільного транспорту, сільськогосподарської самохідної техніки, дорожньо-будівельних, спеціальних та інших машинах для визначення властивостей охолоджуючих і гальмівних рідин, рухових, трансмісійних оливо, пального, а також для оперативної діагностики рідин і оливо технологічного обладнання, зокрема металорізальних верстатів.

Особливо ефективним даний спосіб може бути в високоавтоматизованих і інформатизованих системах, що використовують штучний інтелект для оцінки станів різних рідин і прийняття управлінських рішень по них.

Джерела інформації:

1. Нефтепродукты. Метод определения цвета на колориметре ЦНТ (ISO 2049:1972): ГОСТ 20284-74. - [Чинний від 1976-01-01. Останні зміни 2010-04-19]. - М. Министерство нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР, 1976.

2. Пат. 31745, Україна, МПК (2006) G01R 27/00. Пристрій діагностики забруднення мастила в агрегатах автомобіля / Полянський О.С., Наглюк І.С., Степанов О.В.; Харківський національний автомобільно-дорожній університет; заявл. 02.11.07; опубл. 25.04.08, Бюл. № 8.

#### 40 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб визначення експлуатаційних властивостей рідини, який полягає в тому, що досліджувану рідину розміщують між двома основними електродами, на які подають електричний струм і визначають величину падіння напруги, який **відрізняється** тим, що подачу електричного струму крізь рідину здійснюють електричними сигналами у вигляді імпульсу, циклу пар різнополярних імпульсів або серії імпульсів, в процесі подачі електричного струму змінюють форму імпульсів, їх амплітудно-частотні та фазові характеристики, а тривалість сигналу у вигляді імпульсу, циклу пар різнополярних імпульсів та серії імпульсів визначають, відповідно, по залежностях:

$$50 \quad T_c \geq T_i \geq t_n + t_a + t_c, \quad (1)$$

$$T_c \geq T_u \geq 2t_i + t_a + t_n, \quad (2)$$

$$T_c \geq (T_u * n) \geq ((2t_i + t_a + t_n) * n), \quad (3)$$

де  $T_i$ ,  $T_u$  і  $T_c$  - тривалості імпульсу, циклу пари імпульсів та серії імпульсів відповідно,  $c$ ,

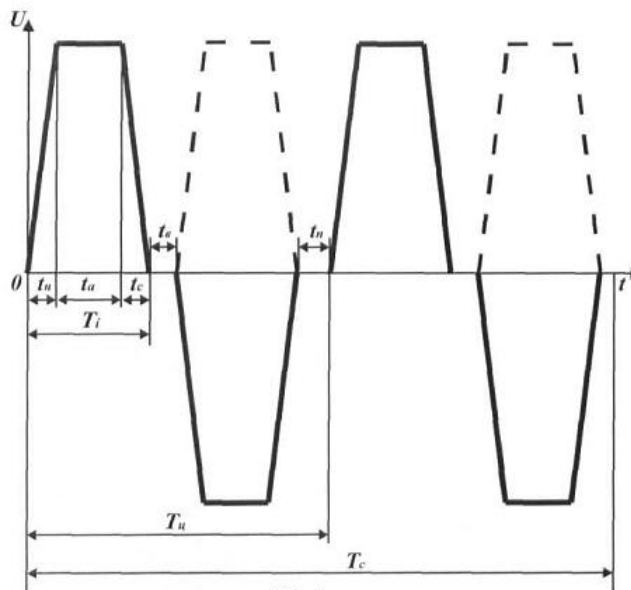
$t_n$ ,  $t_a$ ,  $t_c$ ,  $t_a$ ,  $t_n$  - тривалості часу, в секундах, наростання імпульсу, максимальної амплітуди імпульсу, спаду імпульсу, витримки між імпульсами всередині циклу і витримки між парами циклів імпульсів відповідно,

$n$  - кількість циклів імпульсів в сигналі,

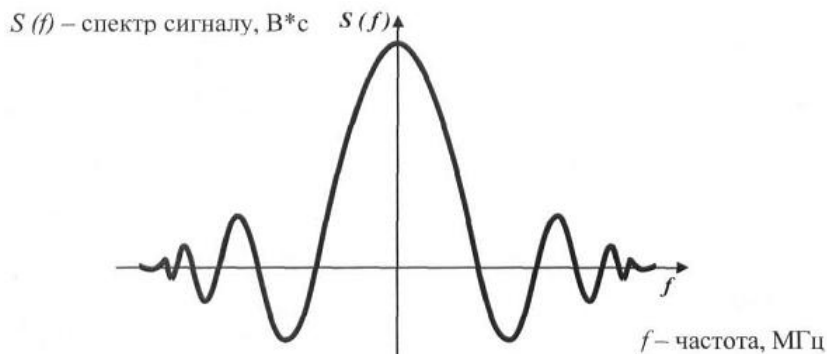
та вимірюють повний комплексний електричний опір, тобто імпеданс, рідини, визначають амплітудні та фазові спектри відгуків на сигнали, по співвідношеннях яких судять про експлуатаційні властивості рідини.

5 2. Спосіб за пунктом 1, який **відрізняється** тим, що форма імпульсу в сигналі прямокутна, трапецеїдальна, являє собою нерівносторонню трапецію, трикутна, дзвоноподібна або експоненційна.

10 3. Спосіб за пунктом 1, який **відрізняється** тим, що додаткові електроди розміщують між основними електродами, площини додаткових електродів встановлюють перпендикулярно площинам основних електродів, паралельно площинам основних електродів або один із пари основних електродів суміщають з одним із додаткових електродів.



Фіг. 1



Фіг. 2

---

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

---

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

---

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