



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111077** (13) **U**  
(51) МПК (2016.01)  
**G01N 27/00**  
**G01N 33/18** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

|   |   |
|---|---|
| <b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2016 05614</b>                                     | <b>(72)</b> Винахідник(и):<br><b>Лобойченко Валентина Михайлівна (UA),</b><br><b>Васюков Олександр Євгенович (UA),</b><br><b>Іванов Євген Володимирович (UA),</b><br><b>Сабадаш Володимир Вікторович (UA)</b> |
| <b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>24.05.2016</b>                                |   |
| <b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.10.2016</b>     |   |
| <b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.10.2016, Бюл.№ 20</b> | <b>(73)</b> Власник(и):<br><b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ</b><br><b>ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ,</b><br>вул. Чернишевського, 94, м. Харків, 61023 (UA)  |

**(54) СПОСІБ ЕКСПРЕС-ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СЕРЕДНЬОЇ ТА ВИСОКОЇ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ**

**(57) Реферат:**

Спосіб експрес-ідентифікації водного розчину середньої та високої мінералізації полягає у вимірюванні електропровідності зразка, приготуванні додатково розчинів з різною концентрацією розчину, який ідентифікують, розведеного дистильованою водою в  $n'$  разів ( $n'=2,0\div 100,0$ ), розраховуванні коефіцієнта ідентифікації  $K_{id}$  як нахилу функціональної залежності оберненої електропровідності від ступеня розведення, за яким, сумісно із значенням виміряної електропровідності, ідентифікують водний розчин. Додатково проводять послідовне додавання за допомогою дозатора порцій (0,2-15,0 мл) вихідного розчину до розчинника (дистильованої води), отримуючи розведення вихідного розчину в  $n'$  разів, де  $n'$  - позитивне раціональне число, та вимірюють електропровідність розчину після додавання кожної порції вихідного розчину.

UA 111077 U



Корисна модель належить до сфери фізико-хімічних вимірів і може знайти застосування при дослідженні природних та техногенних об'єктів, зокрема при моніторингу природних мінеральних вод, водних витяжок ґрунтів підвищеної мінералізації, та їх подальшій ідентифікації; при контролі якості бутильованих природних лікувально-столових, лікувальних, оброблених та підготовлених мінеральних вод.

Відомий спосіб [1] кондуктометричного визначення загальної мінералізації природних вод, який базується на вимірюванні електропровідностей вихідного розчину й трічі послідовно розведених розчинів, та подальшому розрахунку загальної мінералізації шляхом вирішення системи з чотирьох рівнянь. Але зазначений спосіб не придатний для ідентифікації природних вод і призначений для підвищення точності визначення мінералізації цих вод.

Відомий спосіб [2] ідентифікації водних розчинів шляхом вимірювання електропровідності вихідного та серії розведених розчинів та розраховування коефіцієнта ідентифікації, але він вирішує задачу ідентифікації питних вод та слабомінералізованих водних розчинів та не придатний для ідентифікації водних розчинів середньої й високої мінералізації, потребує приготування серії розчинів з використанням значної кількості хімічного посуду (мірні колби та піпетки різного об'єму) та тривалого часу аналізу (близько 3-х годин).

Відомий спосіб [3] експрес-ідентифікації водного розчину, але він використовується лише для ідентифікації прісних вод та слабомінералізованих водних розчинів та не є придатним для ідентифікації високомінералізованих вод та водних розчинів середньої мінералізації.

Найбільш близьким до запропонованого і вибраним за прототип є спосіб ідентифікації водних розчинів середньої та високої мінералізації [4], згідно з яким вимірюють електропровідність зразка водного розчину, що ідентифікують, розводять вихідний розчин у кратну кількість разів ( $n=(2\div 100)$  раз) і отримують розчини з різною концентрацією розчину, що ідентифікують, вимірюють їх електропровідність, розраховують коефіцієнт ідентифікації  $K_{Id}$  як нахил функціональної залежності оберненої електропровідності від ступеня розведення, за яким, сумісно із значенням виміряної електропровідності, ідентифікують водний розчин. Недоліком відомого способу є необхідність приготування серії розчинів, що потребує використання значної кількості хімічного посуду (мірні колби, мірні піпетки різного об'єму) та достатньо значної кількості досліджуваного розчину, й тривалого часу аналізу (близько 3-х годин).

Технічною задачею цієї корисної моделі є створення способу експрес-ідентифікації водних розчинів середньої або високої мінералізації, що дозволить швидко та точно отримати строго індивідуальну характеристику для зазначених різновидів вод - електропровідність вихідного розчину та коефіцієнт ідентифікації як нахил функціональної залежності оберненої електропровідності від ступеня розведення.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу ідентифікації водних розчинів середньої та високої мінералізації, у якому за рахунок створення нової сукупності ознак досягається можливість експрес-ідентифікації водних розчинів середньої та високої мінералізації.

Технічний результат від застосування корисної моделі полягає в прискореній ідентифікації природних мінеральних вод, водних витяжок ґрунтів підвищеної мінералізації, природних лікувально-столових, лікувальних, оброблених та підготовлених мінеральних вод, що мають постійне співвідношення аніонів та катіонів, та в подальшому контролі їх якості.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що в способі ідентифікації водних розчинів середньої та високої мінералізації, який полягає у вимірюванні електропровідності зразка водного розчину, що ідентифікують, розведенні вихідного розчину в  $n'$  разів ( $n'=2,0\div 100,0$ ) та приготуванні розчинів з різною концентрацією розчину, що ідентифікують, визначенні їх електропровідності, розрахуванні коефіцієнта ідентифікації  $K_{Id}$  як нахилу функціональної залежності оберненої електропровідності від ступеня розведення, за яким, сумісно із значенням виміряної електропровідності, ідентифікують водний розчин [4], згідно з корисною моделлю, додатково виконують послідовне додавання порцій вихідного водного розчину до фіксованої кількості дистильованої води за допомогою дозатора та безпосереднє вимірювання електропровідності після кожного додавання, причому  $n'$  є позитивне раціональне число.

Таке виконання способу дозволяє швидко ідентифікувати водні розчини середньої або високої мінералізації за електропровідністю вихідного розчину та коефіцієнтом ідентифікації як нахилом функціональної залежності оберненої електропровідності від ступеня розведення  $n'$  ( $n'=(2,0\div 100,0)$ ).

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю істотних ознак корисної моделі і технічним результатом, що досягається, наступний.

Мінеральний склад води та водних розчинів забезпечується наявністю певних аніонів та катіонів і є характеристикою, яка зумовлює їх індивідуальні властивості, в тому числі й придатність до використання як лікувальних.

Постійність мінерального складу властива також бутильованим мінеральним водам, зокрема природним та змішаним лікувальним й лікувально-столовим.

Специфічність лікувальних властивостей природних вод та можливість їх подальшого зовнішнього чи внутрішнього використання зумовлена їх індивідуальним хімічним складом, формування якого, в свою чергу, забезпечується унікальними геолітичними умовами. Оброблені, очищені, підготовлені чи змішані мінеральні води також характеризуються індивідуальним співвідношенням іонів.

Використання одного чи декількох параметрів води, наприклад, електропровідності, pH, мінералізації, вмісту аніонів та катіонів,  $K_{ld}$  тощо, дозволяє віднести воду до того чи іншого типу, розновиду [5] або торгівельної назви [3, 4].

Приготування серії розчинів для побудови залежності в координатах "обернена електропровідність - ступень розведення" при використанні  $K_{ld}$  для ідентифікації водного розчину середньої чи високої мінералізації потребує певного часу [4]. Для отримання збіжності, похибки вимірювання чи інших метрологічних характеристик визначення цю процедуру необхідно виконати якнайменше 2-3 рази [6], при цьому час ідентифікації складає близько 3 годин.

Використання дозатора, який дозволяє послідовно додавати порції вихідного розчину у ємність до розчинника (дистильованої води) та проводити вимірювання безпосередньо в цій ємності, дає можливість скоротити час аналізу у 8-9 разів (до 20 хв.), зменшити кількість аналізованого розчину, що витрачається, та отримати результати з задовільними метрологічними характеристиками.

Як дозатор в даній роботі використовується бюретка.

Спосіб здійснюють наступним чином:

1. Відбирають аликвоту розчину, що аналізують, та вимірюють його електропровідність з урахуванням температурного коефіцієнта.

2. Проводять послідовне додавання порцій вихідного розчину до розчинника (дистильованої води), отримуючи розведення вихідного розчину в  $n'$  разів, де  $n'$  - позитивне раціональне число та  $n' = (2,0 \div 100,0)$ , - "титрують" вихідним розчином. Вимірюють електропровідність розчину після додавання кожної порції вихідного розчину (0,2-15,0 мл) з урахуванням температурного коефіцієнта.

3. Будують залежність у координатах "ступінь розведення - обернена електропровідність розчину".

4. Розраховують тангенс кута нахилу отриманої залежності, отримують коефіцієнт ідентифікації ( $K_{ld}$ ) розчину, що аналізують.

5. Для ідентифікації використовують  $K_{ld}$  та електропровідність вихідного розчину.

Приклади конкретної реалізації представлені нижче.

На кресленні наведено залежності оберненої електропровідності ( $1/\kappa$ ) від ступеня розведення ( $n'$ ) для різних зразків води (прямі 1-5) при додаванні порцій вихідного розчину до розчинника (дистильованої води) з використанням дозатора - бюретки. Як видно з графіка лінійна залежність спостерігається для всіх зразків води в зазначеному діапазоні з використанням такого способу розведення.

Приклад 1. Визначення  $K_{ld}$  води "Нарзан"

Вимірюють електропровідність аликвоти води "Нарзан". Проводять послідовне додавання порцій вихідного розчину до розчинника (дистильованої води), отримуючи розведення вихідного розчину в  $n'$  разів, де  $n'$  - позитивне раціональне число та  $n' = (2,0 \div 100,0)$  (наприклад, в 84,3; 51,0; 26,0; 9,3; 6,0; 3,5; 2,0 рази), - "титрування" вихідним розчином. Вимірюють електропровідність розчину після додавання кожної порції вихідного розчину з урахуванням температурного коефіцієнта (табл. 1).

Таблиця 1

## Результати вимірювань електропровідності води "Нарзан"

| № з/п | Об'єм розчинника, мл | Об'єм аликвоти вихідного розчину, що послідовно додають, мл | Ступінь розведення | Обернена електропровідність, см/мСм |
|-------|----------------------|---|--------------------|-------------------------------------|
| 1     | 25,0                 | 0,3   | 84,3               | 22,57                               |
| 2     |                      | 0,2   | 51,0               | 14,25                               |
| 3     |                      | 0,5   | 26,0               | 7,23                                |
| 4     |                      | 2,0   | 9,3                | 2,75                                |
| 5     |                      | 2,0   | 6,0                | 1,82                                |
| 6     |                      | 5,0   | 3,5                | 1,11                                |
| 7     |                      | 15,0  | 2,0                | 0,67                                |
| 8     | 0,0                  | 25,0  | 1,0                | 0,36                                |

Будують залежність у координатах "ступінь розведення - обернена електропровідність розчину".

5 Отримують тангенс кута нахилу цієї залежності. Він дорівнює 0,268 (графік, пряма 1).

Приклад 2. Визначення  $K_{\text{д}}$  води "Куяльник"

Вимірюють електропровідність аликвоти води "Куяльник". Проводять послідовне додавання порцій вихідного розчину до розчинника (дистильованої води), отримуючи розведення вихідного розчину в  $n'$  разів, де  $n'$  - позитивне раціональне число та  $n'=(2,0 \div 100,0)$  (наприклад, в 84,3; 51,0; 26,0; 9,3; 6,0; 3,5; 2,0 рази), - "титрування" вихідним розчином. Вимірюють електропровідність розчину після додавання кожної порції вихідного розчину з урахуванням температурного коефіцієнта (табл. 2).

Таблиця 2

## Результати вимірювань електропровідності води "Куяльник"

| № з/п | Об'єм розчинника, мл | Об'єм аликвоти вихідного розчину, що послідовно додають, мл | Ступінь розведення | Обернена електропровідність, см/мСм |
|-------|----------------------|---|--------------------|-------------------------------------|
| 1     | 25,0                 | 0,3   | 84,3               | 10,84                               |
| 2     |                      | 0,2   | 51,0               | 7,02                                |
| 3     |                      | 0,5   | 26,0               | 3,77                                |
| 4     |                      | 2,0   | 9,3                | 1,40                                |
| 5     |                      | 2,0   | 6,0                | 0,91                                |
| 6     |                      | 5,0   | 3,5                | 0,54                                |
| 7     |                      | 15,0  | 2,0                | 0,32                                |
| 8     | 0,0                  | 25,0  | 1,0                | 0,16                                |

15 Будують залежність у координатах "ступінь розведення - обернена електропровідність розчину".

Отримують тангенс кута нахилу цієї залежності. Він дорівнює 0,129 (графік, пряма 2).

Приклад 3. Визначення  $K_{\text{д}}$  води "Поляна Квасова"1

20 Вимірюють електропровідність аликвоти води "Поляна Квасова". Проводять послідовне додавання порцій вихідного розчину до розчинника (дистильованої води), отримуючи розведення вихідного розчину в  $n'$  разів, де  $n'$  - позитивне раціональне число та  $n'=(2,0 \div 100,0)$  (наприклад, в 84,3; 51,0; 26,0; 9,3; 6,0; 3,5; 2,0 рази), - "титрування" вихідним розчином. Вимірюють електропровідність розчину після додавання кожної порції вихідного розчину з урахуванням температурного коефіцієнта (табл. 3).

25 Будують залежність у координатах "ступінь розведення - обернена електропровідність розчину".

Отримують тангенс кута нахилу цієї залежності. Він дорівнює 0,0804 (графік, пряма 3).

Таблиця 3

## Результати вимірювань електропровідності води "Поляна Квасова"

| № з/п | Об'єм розчинника, мл | Об'єм аликвоти вихідного розчину, що послідовно додають, мл | Ступінь розведення | Обернена електропровідність, см/мСм |
|-------|----------------------|---|--------------------|-------------------------------------|
| 1     | 25,0                 | 0,3   | 84,3               | 6,82                                |
| 2     |                      | 0,2   | 51,0               | 4,14                                |
| 3     |                      | 0,5   | 26,0               | 2,18                                |
| 4     |                      | 2,0   | 9,3                | 0,81                                |
| 5     |                      | 2,0   | 6,0                | 0,53                                |
| 6     |                      | 5,0   | 3,5                | 0,32                                |
| 7     |                      | 15,0  | 2,0                | 0,19                                |
| 8     | 0,0                  | 25,0  | 1,0                | 1,00                                |

Приклад 4. Визначення  $K_{ld}$  води "Ессентуки № 17"

- 5 Вимірюють електропровідність аликвоти води "Ессентуки № 17". Проводять послідовне додавання порцій вихідного розчину до розчинника (дистильованої води), отримуючи розведення вихідного розчину в  $n'$  разів, де  $n'$  - позитивне раціональне число та  $n'=(2,0\div 100,0)$  (наприклад, в 84,3; 51,0; 26,0; 9,3; 6,0; 3,5; 2,0 рази), - "титрування" вихідним розчином. Вимірюють електропровідність розчину після додавання кожної порції вихідного розчину з урахуванням температурного коефіцієнта (табл. 4).

- 10 Будують залежність у координатах "ступінь розведення - обернена електропровідність розчину".

Отримують тангенс кута нахилу цієї залежності. Він дорівнює 0,0504 (графік, пряма 4).

Таблиця 4

## Результати вимірювань електропровідності води "Ессентуки № 17"

| № з/п | Об'єм розчинника, мл | Об'єм аликвоти вихідного розчину, що послідовно додають, мл | Ступінь розведення | Обернена електропровідність, см/мСм |
|-------|----------------------|---|--------------------|-------------------------------------|
| 1     | 25,0                 | 0,3   | 84,3               | 4,83                                |
| 2     |                      | 0,2   | 51,0               | 3,08                                |
| 3     |                      | 0,5   | 26,0               | 1,61                                |
| 4     |                      | 2,0   | 9,3                | 0,60                                |
| 5     |                      | 2,0   | 6,0                | 0,39                                |
| 6     |                      | 5,0   | 3,5                | 0,23                                |
| 7     |                      | 15,0  | 2,0                | 0,14                                |
| 8     | 0,0                  | 25,0  | 1,0                | 0,07                                |

- 15 Приклад 5. Визначення  $K_{ld}$  води "ХУНЯДІ ЯНОШ".

- Вимірюють електропровідність аликвоти води "ХУНЯДІ ЯНОШ". Проводять послідовне додавання порцій вихідного розчину до розчинника (дистильованої води), отримуючи розведення вихідного розчину в  $n'$  разів, де  $n'$  - позитивне раціональне число та  $n'=(2,0\div 100,0)$  (наприклад, в 84,3; 51,0; 26,0; 9,3; 6,0; 3,5; 2,0 рази), - "титрування" вихідним розчином.
- 20 Вимірюють електропровідність розчину після додавання кожної порції вихідного розчину з урахуванням температурного коефіцієнта (табл. 5). Будують залежність у координатах "ступінь розведення - обернена електропровідність розчину".

Отримують тангенс кута нахилу цієї залежності. Він дорівнює 0,0200 (графік, пряма 5).

- 25 Як видно з наведених прикладів (див. графік), лінійний закон виконується для вод підвищеної мінералізації при розведенні вихідного розчину в  $n'$  разів, де  $n'$  - позитивне раціональне число та  $n'=(2,0\div 100,0)$ .

Таблиця 5

Результати вимірювань електропровідності води "ХУНЯДІ ЯНОШ"

| № з/п | Об'єм розчинника, мл | Об'єм аліквоти вихідного розчину, що послідовно додають, мл | Ступінь розведення | Обернена електропровідність, см/мСм |
|-------|----------------------|---|--------------------|-------------------------------------|
| 1     | 25,0                 | 0,3   | 84,3               | 1,71                                |
| 2     |                      | 0,2   | 51,0               | 1,12                                |
| 3     |                      | 0,5   | 26,0               | 0,61                                |
| 4     |                      | 2,0   | 9,3                | 0,25                                |
| 5     |                      | 2,0   | 6,0                | 0,17                                |
| 6     |                      | 5,0   | 3,5                | 0,11                                |
| 7     |                      | 15,0  | 2,0                | 0,07                                |
| 8     | 0,0                  | 25,0  | 1,0                | 0,04                                |

- Стандартне відхилення нахилу отриманих залежностей характеризується величиною  $3 \times 10^{-3} \div N \times 10^{-4}$  (N - ціле число) та не вище значень похибок визначення  $K_{id}$ , отриманих шляхом використання розведення в колбі або ж ще менша від неї [4].
- Результати визначень наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

Результати визначень  $K_{id}$  для різних типів вод

| № з/п | Назва води       | Тип води                        | Нормативний документ, за яким вироблено воду  | Загальна мінералізація, г/дм <sup>3</sup> | $K_{id}$ | $S_{K_{id}}$ |
|-------|------------------|---------------------------------|---|---|----------|--------------|
| 1     | "Нарзан"         | Сульфатно-гідрокарбонатна       | ГОСТ Р 54316-2011   | 2,0-3,0                                   | 0,268    | 0,003        |
| 2     | "Куяльник"       | Хлоридна                        | ДСТУ 878:93   | 3,0-4,0                                   | 0,129    | 0,003        |
| 3     | "Поляна Квасова" | Гідрокарбонатна, борна          | ДСТУ 878-93   | 6,5-12,0                                  | 0,0804   | 0,0003       |
| 4     | "Ессентуки № 17" | Хлоридно-гідрокарбонатна, борна | ГОСТ Р 54316-2011   | 10,0-14,0                                 | 0,0574   | 0,0008       |
| 5     | "ХУНЯДІ ЯНОШ"    | Сульфатна                       | Висновок державної сан.-епідеміологічної експертизи № 05.03.02. - 03/47012 від 22.05.2012 | 27,5                                      | 0,0200   | 0,0004       |

- Запропонований спосіб експрес-ідентифікації водних розчинів підвищеної мінералізації, що характеризуються постійним співвідношенням іонного складу, у порівнянні з прототипом дозволяє прискорити у 8-9 разів процес їх ідентифікації за електропровідністю вихідного розчину та коефіцієнтом ідентифікації як нахилом функціональної залежності оберненої електропровідності від ступеня розведення  $n'$ , де  $n'$  - позитивне раціональне число та  $n'=(2,0 \div 100,0)$ , та спростити саму процедуру за рахунок зменшення кількості хімічного посуду, що використовується, та стадій аналізу.

Джерела інформації:

1. Авт. св-во SU 139601 A1 СССР, МПК G01N27/02. Кондуктометрический способ определения общей минерализации природных вод / А.С. Хасанов, Д.Ф. Хамраев, В.З. Кавтанюк, В.Ю. Китов; заявитель и владелец патента институт "Гидроингео" производственного объединения "Узбекгидрогеология". - № 3925070; заявл. 04.07.1985; опубл. 15.05.1988, бюл. № 18.
2. Пат. 89251 Україна. МПК (2014.01) G01N27/00, G01N15/00. Спосіб ідентифікації водного розчину / О.Є. Васюков, В.М. Лобойченко, А.І. Лозовий, С.В. Белан, А.А. Карлюк; заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України. - № u201313968; заявл. 02.12.2013; опубл. 10.04.2014, бюл. № 7.

3. Пат. 101700 Україна. МПК (2015.01) G01N27/00, G01N15/00. Спосіб експрес-ідентифікації водних розчинів / О.Є. Васюков, В.М. Лобойченко, А.І. Лозовий, І.В. Іванов, А.А. Карлюк; заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України. - № u201503182; заявл. 06.04.2015; опубл. 25.09.2015, бюл. № 18.

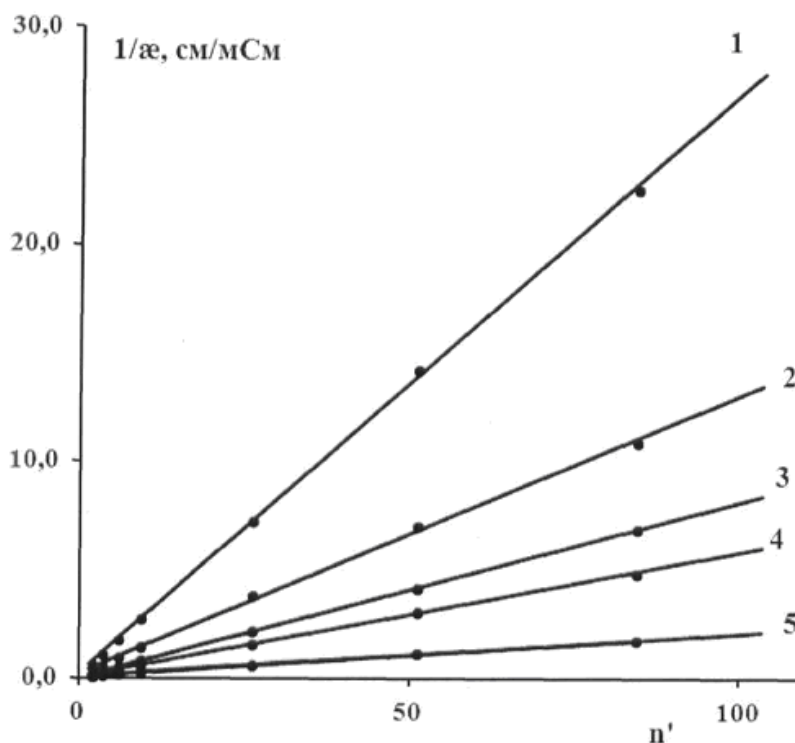
5 4. Пат. 103096 Україна. МПК (2013.01) G01N27/00, G01N15/00, G01N33/18 (2006.01). Спосіб ідентифікації водного розчину середньої та високої мінералізації / Васюков О.С, Андронов В.А., Лобойченко В.М., Дрозд А.В., Шекара С.Ю.; заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України. - № a201200566; заявл. 18.01.2012; опубл. 10.09.2013, бюл. № 17.

10 5. Воробьев И.И. Применение измерения электропроводности для характеристики химического состава природных вод. / Воробьев И.И. - М., Изд-во АН СССР, 1963. - 141 с.

6. Дворкин В.И. Метрология и обеспечение качества количественного химического анализа. / Дворкин В.И. - М.: Химия, 2001 г. - 263 с.

## 15 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб експрес-ідентифікації водного розчину середньої та високої мінералізації, що полягає у вимірюванні електропровідності зразка, приготуванні додатково розчинів з різною концентрацією розчину, який ідентифікують, розведеного дистильованою водою в  $n'$  разів  
 20 ( $n'=2,0\div 100,0$ ), розраховуванні коефіцієнта ідентифікації  $K_{id}$  як нахилу функціональної залежності оберненої електропровідності від ступеня розведення, за яким, сумісно із значенням виміряної електропровідності, ідентифікують водний розчин, який **відрізняється** тим, що проводять послідовне додавання за допомогою дозатора порцій (0,2-15,0 мл) вихідного розчину до розчинника (дистильованої води), отримуючи розведення вихідного розчину в  $n'$  разів, де  $n'$  -  
 25 позитивне раціональне число, та вимірюють електропровідність розчину після додавання кожної порції вихідного розчину.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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