



УКРАЇНА

(19) UA (11) 75700 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
G01N 27/22МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ

1

2

(21) 2004032000

(22) 18.03.2004

(24) 15.05.2006

(46) 15.05.2006, Бюл. № 5, 2006 р.

(72)

(73) Вінницький національний технічний університет

(56) SU 1749810 A1, G01N27/22, 23.07.1992

RU 2187098 C2, G01N27/04, 10.08.2002

SU 966576, G01N27/22, 15.10.1982

SU 268002, G01N27/22, 02.04.1970

SU 734548, G01N27/22, 18.05.1980

SU 1784596 A1, G01N27/02, 30.12.1992

(57) Спосіб вимірювання вологості, який полягає в тому, що в послідовному колі з ємнісного датчика вологості і зразкового елемента вимірюють напруги на зразковому елементі і ємнісному датчику вологості, який відрізняється тим, що додатково

вимірюють напругу на вході послідовного кола з ємнісного датчика вологості і зразкового елемента, а вологість визначають за формулою:

$$W = k \cdot \frac{I_C}{I} = k \cdot \sin \left( \pi - \arccos \frac{U^2 - U_3^2 - U_{TC}^2}{2 \cdot U_3 \cdot U_{TC}} \right)$$

де  $k$  - коефіцієнт пропорційності; $I_C$  - модуль ємнісної складової струму ємнісного датчика вологості; $I$  - модуль струму через зразковий елемент; $U$  - модуль напруги на вході послідовного кола з ємнісного датчика вологості і зразкового елемента; $U_3$  - модуль напруги на зразковому елементі; $U_{TC}$  - модуль напруги на ємнісному датчику вологості.

Винахід відноситься до вимірювальної техніки і може використовуватись для визначення вологості матеріалів, наприклад зерна і зернопродуктів.

Відомий спосіб визначення вологості шляхом вимірювання фазового зсуву між напругами на зразковому елементі і ємнісному давачі та подальшому визначенні вихідної напруги, пропорційній вологості, реалізований в ємнісному вологомірі (а.с. СССР №734548, кл. G01N 27/22).

Недоліком способу є залежність фазового зсуву між напругами на зразковому елементі і ємнісному давачі вологості від нестабільності діелектричних втрат.

За прототип обраний спосіб вимірювання вологості, який полягає в тому, що в послідовному колі з ємнісного давача вологості і зразкового елемента вимірюють значення фазового зсуву між напругами на зразковому елементі і давачі, вимірюють напругу на зразковому елементі, що дає можливість визначити ємнісну складову струму матеріалу, пропорційну вологості (А.с. СССР № 1718089, кл. G01N 27/22, 1991).

Недоліком вказаного способу є залежність ємнісного струму від нестабільної пористості

досліджуваного матеріалу, що зменшує точність вимірювання вологості.

В основу винаходу покладена задача зменшення похибки вимірювання вологості за рахунок того, що додатково вимірюють напруги на вході послідовного кола з ємнісного давача вологості і зразкового елемента і знаходять відносне значення ємнісної складової струму ємнісного давача вологості, яке не залежить від нестабільних діелектричних втрат і пористості, що призводить до підвищення точності вимірювання вологості.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі вимірювання вологості, в якому в послідовному колі з ємнісного давача вологості і зразкового елемента вимірюють напругу на зразковому елементі, додатково вимірюють напругу на вході послідовного кола з ємнісного давача вологості і зразкового елемента, вимірюють напругу на ємнісному давачі вологості і знаходять відносне значення ємнісної складової струму ємнісного давача вологості, яке пропорційне вологості матеріалу та незалежне від нестабільної пористості, за такою формулою:

(13) C2

(11) 75700

(19) UA

$$W = k \cdot \frac{I_C}{I} = k \cdot \sin \left( \pi - \arctg \frac{U^2 - U_3^2 - U_{rc}^2}{2 \cdot U_3 \cdot U_{rc}} \right),$$

де  $k$  - коефіцієнт пропорційності;

$I_C$  - модуль ємнісної складової струму ємнісного давача вологості;

$I$  - модуль струму через зразковий елемент;

$U$  - модуль напруги на вході послідовного кола з ємнісного давача вологості і зразкового елемента;

$U_3$  - модуль напруги на зразковому елементі;

$U_{rc}$  - модуль напруги на ємнісному давачі вологості.

На фіг. 1 наведена еквівалентна схема послідовного кола з ємнісного давача вологості і чутливого елемента, а на фіг. 2 - його векторна діаграма, яка пояснює принцип способу вимірювання.

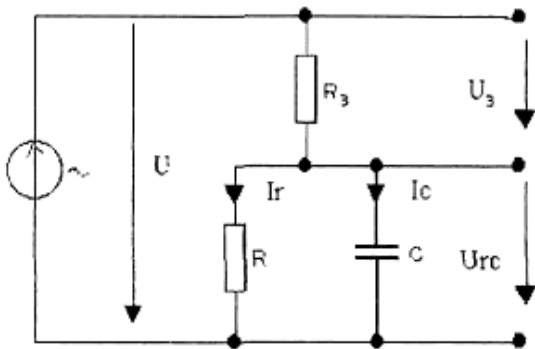
Спосіб вимірювання полягає в тому, що в послідовному колі, яке складається із зразкового опору і ємнісного давача вологості, вимірюють напруги на зразковому елементі і ємнісному давачі вологості, а потім додатково вимірюють напругу на вході послідовного кола з ємнісного давача вологості і зразкового елемента.

Зміна вологості матеріалу призводить до зміни довжини векторів  $I_C$  та  $I_R$  (фіг. 2), тому ці величини можуть бути інформативними параметрами при вимірюванні вологості. Однак сильна температурна залежність їх призводить до того, що ця складова загального струму ємнісного давача вологості значним чином впливає на похибку вимірювання вологості. Незалежно від зміни температури є ємнісна складова струму ємнісного давача вологості, яка визначається за виразом:

$$I_C = I \cdot \sin \phi = \frac{U_3}{R_3} \cdot \sin \phi,$$

де  $R_3$  - опір зразкового елемента;

$\phi$  - фазовий зсув між напругами на зразковому



Фиг. 1

елементі і ємнісному давачі вологості.

Зміна пористості призведе до зміни ємнісної складової струму ємнісного давача вологості, а це в свою чергу призведе до збільшення похибки виміру вологості.

Для вирішення поставленої задачі пропонується знаходити не ємнісний струм ємнісного давача вологості, а його відносне значення, яке не залежне від зміни пористості.

Як видно з фіг. 2 додатково виміряна напруга  $U$  дозволяє знайти кут  $\phi$ .

$$\phi = \pi - \left| \arccos \frac{U^2 - U_3^2 - U_{rc}^2}{2 \cdot U_3 \cdot U_{rc}} \right|.$$

Це в свою чергу дозволяє знайти ємнісну складову струму:

$$I_C = I \cdot \sin \phi = \frac{U_3}{R_3} \cdot \sin \phi = I \cdot \left| \sin \left( \pi - \arccos \frac{U^2 - U_3^2 - U_{rc}^2}{2 \cdot U_3 \cdot U_{rc}} \right) \right|,$$

і її відносне значення:

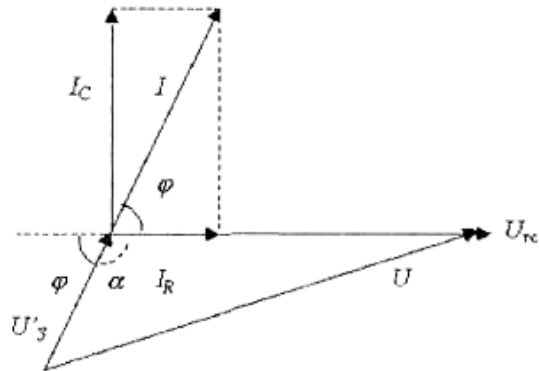
$$\frac{I_C}{I} = \left| \sin \left( \pi - \arccos \frac{U^2 - U_3^2 - U_{rc}^2}{2 \cdot U_3 \cdot U_{rc}} \right) \right|,$$

яке пропорційне вологості:

$$W = k \cdot \frac{I_C}{I} = k \cdot \left| \sin \left( \pi - \arccos \frac{U^2 - U_3^2 - U_{rc}^2}{2 \cdot U_3 \cdot U_{rc}} \right) \right|$$

Аналізуючи вираз для визначення вологості за допомогою еквівалентної схеми послідовного кола з ємнісного давача вологості і зразкового елемента і її векторної діаграми, можна зробити висновок, що точність вимірювання вологості залежить від точності зразкового резистора (прецизійного активного опору)  $R_3$  та точності вимірювання напруг.

Забезпечення необхідної точності вимірюваної напруги та опору  $R_3$  не є складним завданням, тому запропонований спосіб дає можливість визначити вологість з високою точністю.



Фиг. 2