



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **123113** (13) **U**
(51) МПК
G01N 27/22 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

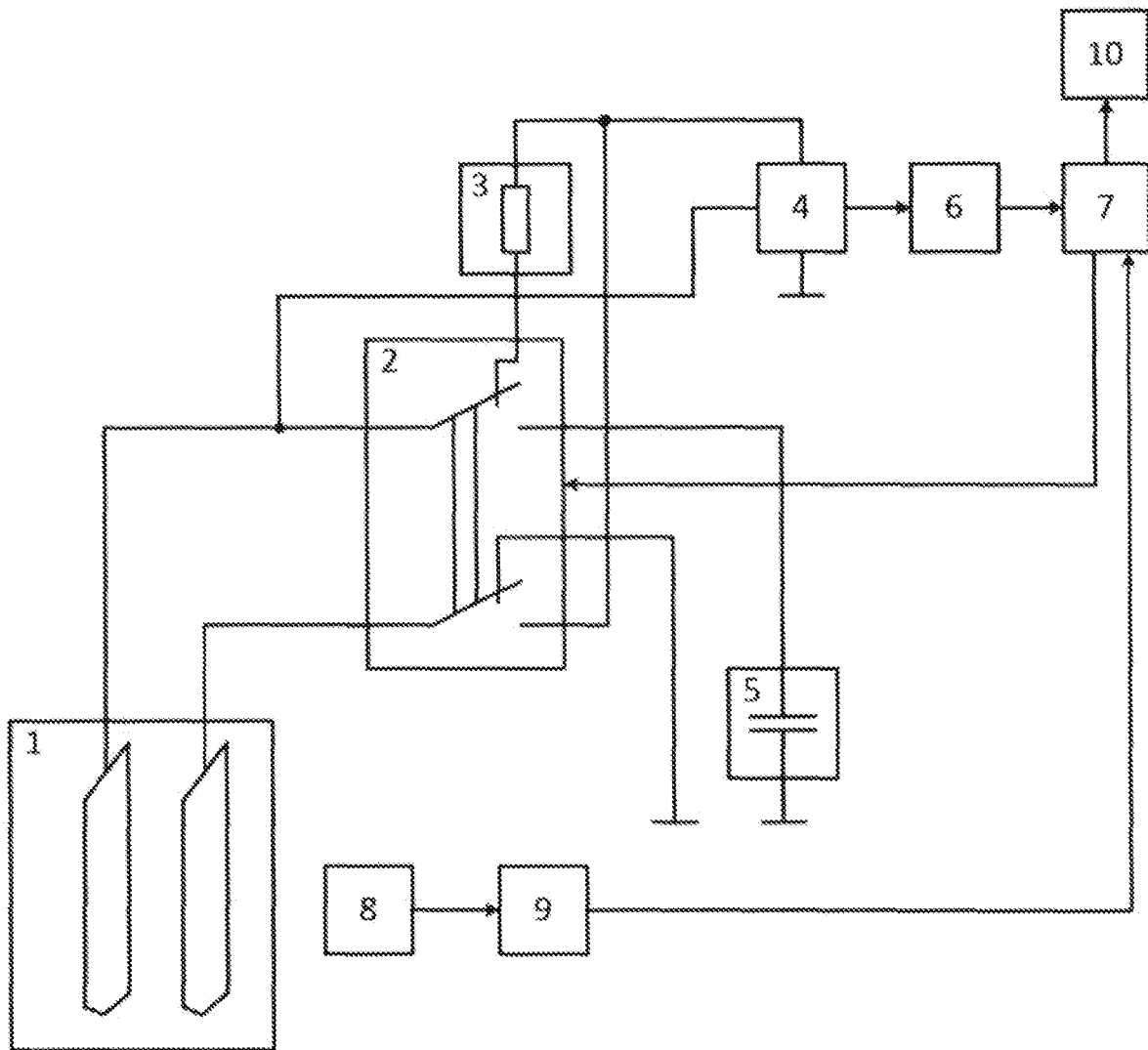
(21) Номер заявки: u 2017 08637	(72) Винахідник(и): Черепашук Григорій Олександрович (UA), Галізіна Надія Василівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 23.08.2017	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО "ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Чкалова, 17, м. Харків, 61070 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.02.2018	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.02.2018, Бюл.№ 3	

(54) ВОЛОГОМІР

(57) Реферат:

Вологомір містить вимірювальний перетворювач вологості, генератор з частотозадаючим RC-ланцюгом, дільник частоти, термодатчик, підсилювач сигналу термодатчика, мікроконтролер, пристрій індикації. Вимірювальний перетворювач вологості виконаний у вигляді двох плоских паралельно розташованих металевих загострених з одного кінця пластин, заглиблених в матеріал на фіксовану глибину. Введені еталонні резистор і конденсатор і програмно-керований двоканальний двопозиційний перемикач. Вхід управління перемикача з'єднаний з дискретним виходом мікроконтролера. В одному положенні перемикача вимірювальний перетворювач включений в гілку ємності, а еталонний резистор в гілку опору частотозадаючого RC-ланцюга генератора, у другому положенні перемикача вимірювальний перетворювач включений в гілку опору, а еталонний конденсатор - в гілку ємності частотозадаючого RC-ланцюга генератора.

UA 123113 U



Корисна модель належить до вимірювальної техніки, а саме до пристроїв вимірювання вологості різних матеріалів, в тому числі твердих, наприклад деревини і сипучих, наприклад будівельних, і може бути використана в багатьох галузях, наприклад в переробній, будівельній та харчовій промисловості.

5 Відомі пристрої для вимірювання вологості, засновані на різновиді електричного способу вимірювання - на кондуктометричному методі, які використовуються для вимірювання вологості деревини в деревообробній промисловості [див. патент на корисну модель № 27548 UA, МПК (2006) G01N 9/00, опубл. 25.10. 2007].

10 У відомому вологомірі використано метод вимірювання, заснований на залежності електричного опору матеріалу від його вологості, він містить датчик у вигляді вимірювального щупа з металевими голками, електричний перетворювач опір-напруга, вихідний прилад, компенсацийний контур з терморезистором і підстроювальним резистором, магазин еталонних резисторів, перемикач і блок живлення.

15 Недоліками відомого вологоміра є обмеження діапазону вимірювання вологості матеріалу знизу ($4\div 6$) %, коли його опір стає сумірним з опором ізоляції і може вимірюватися лише зі значними похибками, а також залежність точності вимірювання від виду матеріалу і умов вимірювання (температури повітря і матеріалу), оскільки залежність опору матеріалу між голками щупа від вологості і температури індивідуальна для кожного виду матеріалу (наприклад породи деревини) і не може бути оперативно врахована компенсаційним контуром в процесі вимірювання.

20 Найбільш близьким до запропонованого вологоміра є багатопараметровий вологомір [інноваційний патент республіки Казахстан № 22535 KZ A4, МПК G01N 27/22, опубл. 17.05.2010], заснований на іншому різновиді електричного способу вимірювання - на діелькометричному методі, який містить ємнісний вимірювальний перетворювач, генератор, пристрій індикації, програмований опір, дільник частоти, термодатчик, підсилювач сигналу термодатчика і мікроконтролер. Генератор містить частотозадаючий RC-ланцюг, в який як конденсатор включений ємнісний вимірювальний перетворювач, а активний опір RC-ланцюга складається з постійного опору і змінного програмованого опору, вихід генератора з'єднаний з дискретним входом мікроконтролера, термодатчик з'єднаний з аналоговим входом мікроконтролера через підсилювач сигналу термодатчика, мікроконтролер з'єднаний з програмованим змінним опором дискретними виходами і послідовно з'єднаний з пристроєм індикації.

25 Цей діелькометричний вологомір дозволяє вимірювати вологість матеріалу, починаючи з ($0,5\div 1$) %, однак діапазон вимірювання вологості у нього обмежений зверху ($50\div 60$) % різким зростанням електричної провідності матеріалу і, отже похибки вимірювань при збільшенні вологості.

30 Крім цього він має значну методичну похибку при вимірюванні вологості неоднорідних матеріалів, оскільки прилади цього типу характеризуються неконтрольованою глибиною виміру ($40\div 60$) мм, тому при зміні вологості за глибиною матеріалу дають неточні і неповторювані результати вимірювань.

В основу корисної моделі поставлена задача розширення діапазону і підвищення точності вимірювань вологості.

35 Поставлена задача вирішується тим, що вологомір, що містить вимірювальний перетворювач вологості, генератор з частотозадаючим RC-ланцюгом, дільник частоти, термодатчик, підсилювач сигналу термодатчика, мікроконтролер і пристрій індикації, згідно з корисною моделлю вимірювальний перетворювач вологості виконаний у вигляді двох плоских паралельно розташованих металевих, загострених з одного кінця пластин, заглиблених в матеріал на фіксовану глибину, додатково введені еталонні резистор і конденсатор і програмно-керований двоканальний двопозиційний перемикач. Вхід управління перемикача з'єднаний з дискретним виходом мікроконтролера, в одному положенні перемикача вимірювальний перетворювач включений в гілку ємності, а еталонний резистор в гілку опору частотозадаючого RC-ланцюга генератора, у другому положенні перемикача вимірювальний перетворювач включений в гілку опору, а еталонний конденсатор - в гілку ємності частотозадаючого RC-ланцюга генератора.

40 На кресленні зображена блок-схема вологоміра.

45 Блок-схема містить два паралельно-послідовних канала вимірювання вологості і канал вимірювання температури. Перший канал вимірювання вологості (діелькометричний) утворений вимірювальним перетворювачем 1, включеним як конденсатор за допомогою програмно-керovanого двоканального двопозиційного перемикача 2 в гілку ємності частотозадаючого RC-

ланцюга, еталоном резистором 3, включеним за допомогою того ж перемикача 2 в гілку опору RC-ланцюга, і генератором 4.

Другий канал вимірювання вологості (кондуктометричний) утворений вимірювальним перетворювачем 1, включеним як резистор за допомогою перемикача 2 в гілку опору частотозадаючого RC-ланцюга, еталоном конденсатором 5, включеним за допомогою перемикача 2 в гілку ємності RC-ланцюга, і генератором 4. Генератор 4 виконаний за схемою автоколивального мультівібратора на високочастотному таймері і часові параметри його вихідного частотного сигналу залежать від постійної часу розряду RC-ланцюга. Вихід генератора 4 через дільник частоти 6 підключений до дискретного входу мікроконтролера 7, де роль дільника частоти зводиться до збільшення тривалості імпульсів з метою більш точного її вимірювання. Канал вимірювання температури утворений термодатчиком 8, сполученим послідовно з підсилювачем сигналу датчика 9. За допомогою термодатчика 8 отримують сигнал про температуру вимірюваного матеріалу, підсилюють його на підсилювачі 9 і передають його на аналоговий вхід мікроконтролера 7 для зменшення впливу залежностей провідності і діелектричної проникності вимірюваного матеріалу від температури на результат вимірювань. Сигнал з дискретного виходу мікроконтролера надходить на керуючий вхід перемикача 2, який послідовно в часі формує спочатку діелькометричний канал вимірювання вологості, що перетворює величину ємності між пластинами вимірювального перетворювача 1 в перше значення вологості досліджуваного матеріалу, а потім кондуктометричний канал вимірювання вологості, що перетворює величину опору між пластинами того ж перетворювача 1 в друге значення вологості. Підрахунок частот генерованих імпульсів, що несуть інформацію про вимірювану вологість, після дільника частоти 6 проводять в мікроконтролері 7, там же проводять перетворення за наперед заданим алгоритмом результатів двох вимірювань з урахуванням температурної корекції в сигнал вологості вимірюваного матеріалу для пристрою індикації 10.

Вологомір працює наступним чином. Перед початком експлуатації вологоміра проводять його настройку і градування для кожного вимірюваного матеріалу. Градування виконується окремо для кожного вимірювального каналу за зразками матеріалу відомої вологості і при відомій температурі. Для цього в зразок матеріалу заглиблюють на фіксовану глибину загострені пластини вимірювального перетворювача, за сигналом мікроконтролера 7 перемикач 2 формує перший - діелькометричний вимірювальний канал. Зміна ємності вимірювального перетворювача 2 змінює постійну часу ланцюга розряду частотозадаючого RC-ланцюга, що призводить до зміни частоти генерації на виході генератора 4. Сигнал з виходу генератора 4 пропускають через дільник частоти 6 з метою збільшення тривалості імпульсів для більш точного визначення її тривалості. Одночасно в каналі вимірювання температури отримують сигнал напруги про температуру вимірюваного матеріалу від термодатчика 8 і пропускають його через підсилювач сигналу термодатчика 9 на аналоговий вхід мікроконтролера 7. Мікроконтролер 7 здійснює перетворення частотного сигналу вологості і аналогового сигналу температури в коди і запам'ятовує їх, фіксуючи при цьому перший номер вимірювального каналу, дані про вид матеріалу, його дійсної вологості і температури.

Потім за сигналом мікроконтролера 7 перемикач 2 формує другий - кондуктометричний вимірювальний канал. Зміна опору між пластинами вимірювального перетворювача 2, як і в попередньому випадку, змінює постійну часу ланцюга розряду частотозадаючого RC-ланцюга, що також призводить до зміни частоти генерації на виході генератора 4. Мікроконтролер 7 знову здійснює перетворення частотного сигналу вологості і аналогового сигналу температури, фіксуючи при цьому другий номер вимірювального каналу, дані про вид матеріалу, його дійсної вологості і температури.

Ця операція для даного зразка матеріалу і при заданій температурі повторюється багаторазово (до 10 разів), в результаті чого визначається дисперсія випадкової складової похибки вимірювань, потім здійснюється зміна температури в межах робочого діапазону температур вологоміра, в результаті чого знаходять залежності результатів вимірювань вологості від температури для обох каналів.

Повторення описаної процедури для зразків вимірюваного матеріалу з іншими відомими значеннями вологості, розташованими рівномірно в діапазоні вимірювання вологості вологоміра, дозволяє отримати і накопичити в пам'яті мікроконтролера 7 для обох вимірювальних каналів градувальні характеристики $N_C = f_1(W)$, $N_R = f_2(W)$, залежності температурних поправок $\Delta N_C = f_3(W, T)$, $\Delta N_R = f_4(W, T)$ і залежності дисперсій випадкової складової похибки вимірювань $D_C = f_5(W, T)$, $D_R = f_6(W, T)$, де N_C , N_R - вихідні коди каналів

вимірювання вологості, ΔN_C , ΔN_R - їх температурні поправки, W - дійсне значення вологості матеріалу, T - його температура.

При необхідності вимірювання вологості різних матеріалів описаний процес повторюється для кожного виду вимірюваного матеріалу і у вологомірі утворюється набір вбудованих градувань. Після цього вологомір готовий до роботи.

Для вимірювання вологості досліджуваного матеріалу на вологомірі задається його вид (наприклад порода деревини), загострені пластини вимірювального щупа заглиблюються в матеріал на фіксовану глибину.

Мікроконтролер 7 визначає значення температури матеріалу T і коди вологості матеріалу для обох каналів - діелькометричного N_{Ci} і кондуктометричного N_{Ri} . За значенням температури і середнього значення результату вимірювання вологості:

$$W_{i_{cp}} = \frac{W_{C_i} + W_{R_i}}{2} = \frac{f_1(N_{C_i}) + f_2(N_{R_i})}{2}, \quad (1)$$

де $W_C = f_1^{-1}(N_C)$ і $W_R = f_2^{-1}(N_R)$ - функції, зворотні градувальним характеристикам; $\Delta N_{C_i} = f_3(W_{i_{cp}}, T)$ $\Delta N_{R_i} = f_4(W_{i_{cp}}, T)$

мікроконтролер 7 знаходить температурні поправки і виправлені значення кодів вологості $N_{C_{iB}} = N_{C_i} + \Delta N_{C_i}$; $N_{R_{iB}} = N_{R_i} + \Delta N_{R_i}$.

Далі використовується комплексний метод підвищення точності вимірювального пристрою з неідентичними каналами вимірювання і остаточний результат вимірювання вологості визначається як середньозважене значення виправлених результатів перетворень обох каналів

$$W_i = P_{1_i} \cdot W_{C_i} + P_{2_i} \cdot W_{R_i} = P_{1_i} \cdot f_1^{-1}(N_{C_i} + \Delta N_{C_i}) + P_{2_i} \cdot f_2^{-1}(N_{R_i} + \Delta N_{R_i}), \quad (2)$$

де P_{1_i} , P_{2_i} - вагові коефіцієнти, що відображають значущість результату вимірювання кожного каналу і обчислювані мікроконтролером 7 за дисперсіями випадкових складових похибок цих каналів

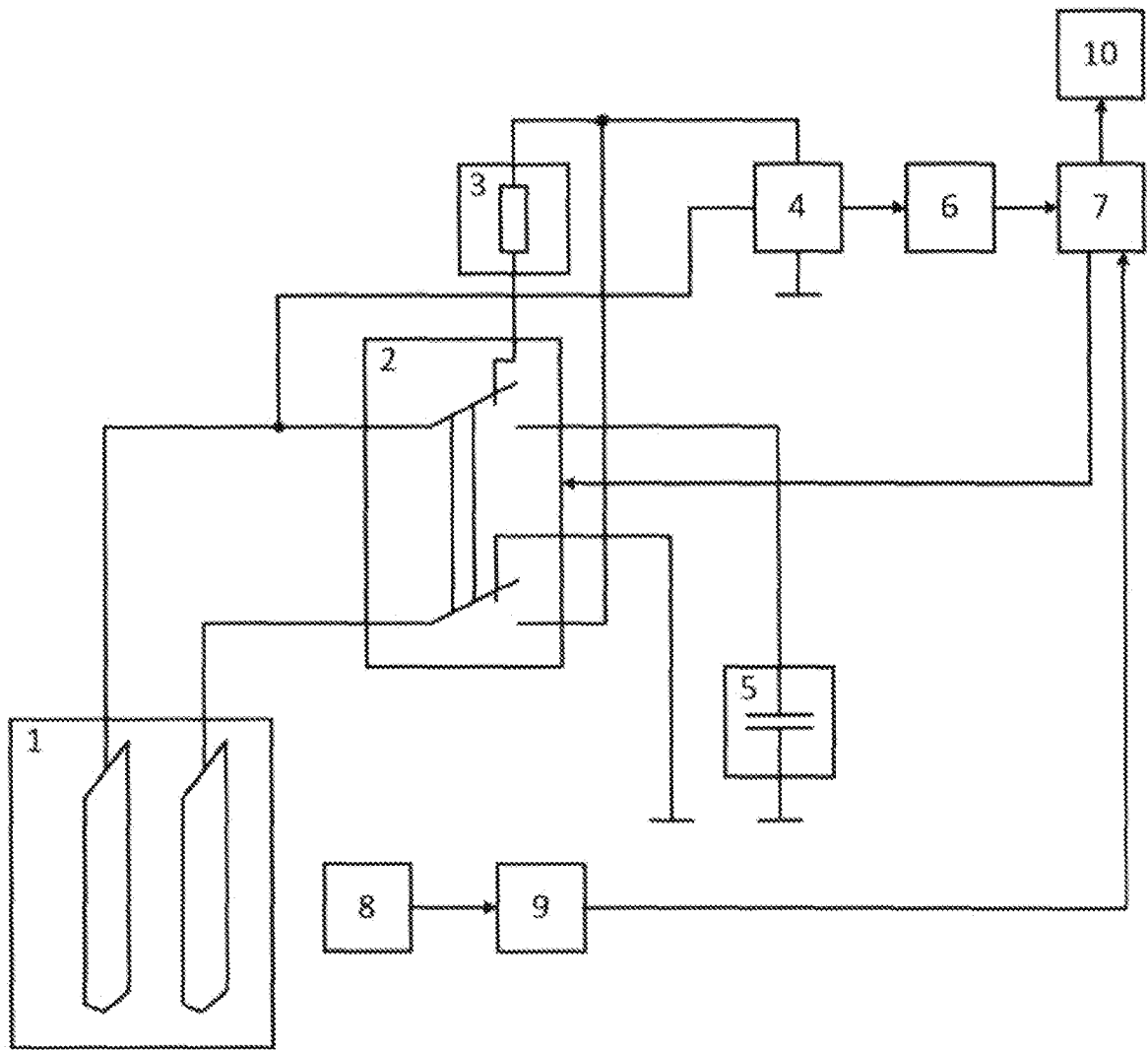
$$P_{1_i} = \frac{1/D_{C_i}}{1/D_{C_i} + 1/D_{R_i}} = \frac{1/f_5(W_{i_{cp}}, T)}{1/f_5(W_{i_{cp}}, T) + 1/f_6(W_{i_{cp}}, T)}; \quad (3)$$

$$P_{2_i} = \frac{1/D_{R_i}}{1/D_{C_i} + 1/D_{R_i}} = \frac{1/f_6(W_{i_{cp}}, T)}{1/f_5(W_{i_{cp}}, T) + 1/f_6(W_{i_{cp}}, T)}. \quad (4)$$

Отримані значення вологості W і температури T вимірюваного матеріалу передаються мікроконтролером 7 для відображення на пристрій індикації 10. Використання переваг обох методів вимірювання: діелькометричного і кондуктометричного при єдиному вимірювальному перетворювачі і об'єднання результатів перетворення за обома вимірювальними каналами вологості дозволяють розширити діапазон і підвищити точність вимірювання вологості різних матеріалів в широкому діапазоні робочих температур.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Вологомір, що містить вимірювальний перетворювач вологості, генератор з частотозадаючим RC-ланцюгом, дільник частоти, термодатчик, підсилювач сигналу термодатчика, мікроконтролер, пристрій індикації, який **відрізняється** тим, що вимірювальний перетворювач вологості виконаний у вигляді двох плоских паралельно розташованих металевих загострених з одного кінця пластин, заглиблених в матеріал на фіксовану глибину, введені еталонні резистор і конденсатор і програмно-керований двоканальний двопозиційний перемикач, вхід управління перемикача з'єднаний з дискретним виходом мікроконтролера, в одному положенні перемикача вимірювальний перетворювач включений в гілку ємності, а еталонний резистор в гілку опору частотозадаючого RC-ланцюга генератора, у другому положенні перемикача вимірювальний перетворювач включений в гілку опору, а еталонний конденсатор - в гілку ємності частотозадаючого RC-ланцюга генератора.



Комп'ютерна верстка В. Мацело

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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