



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 54155

(13) A

(51) 7 G01N27/22

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ВОЛОГОМІР

1

2

(21) 2002054279

(22) 24 05 2002

(24) 17 02 2003

(46) 17 02 2003, Бюл. № 2, 2003 р.

(72) Провальний Роман Андрійович

(73) ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧ-  
НИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ ІВАНА ПУЛЮЯ(57) Вологомір, що містить термопару, кероване  
джерело її живлення, нуль-прилад, комутатор,

який відрізняється тим, що уведено таймер, керований нуль-приладом, що ввімкнений між джерелом живлення та термопарою, блок запам'ятовування та блок порівняння, які через другий комутатор з'єднані з таймером, причому блок порівняння, в свою чергу, підімкнено до блока запам'ятовування, індикатор, який підімкнений до блока порівняння

Винахід відноситься до вимірювальної техніки, а саме до пристроїв вимірювання вологості різних матеріалів, в тому числі і сипучих, і може бути використаний в багатьох галузях, наприклад, в переробній та харчовій промисловості.

Відомі пристрої для вимірювання вологості, оснований на використанні ефекту Пельтьє, базуються на методах психрометричних вимірів та визначенні температури точки роси (див. Г. А. Зисман і О. М. Тодес Курс общей физики, том II - М. Наука, 1969 - 368с).

Недоліками даних пристроїв є непридатність для визначення вологості твердих тіл, та сипких матеріалів.

Найближчим до заявленого винаходу є вологомір, що містить термопару, кероване джерело її живлення, нуль-прилад та комутатор, (див. А. С. СРСР №1783399 А1, кл. G01N25/66 "Гигрометрический влагопотенциометрмер", опубліковане Б. В. №47, 23 12 92).

Застосування даного приладу неможливе для вимірювання вологості твердих тіл, та сипких матеріалів, так як немає чіткої залежності між вологістю матеріалу та температурою точки роси, як для газоподібних середовищ.

В основу винаходу покладено задачу розширення сфери застосування приладу та підвищення точності вимірювань вологості.

Ця мета досягається тим, що у вологомір, який містить термопару, кероване джерело її живлення, нуль-прилад та комутатор, уведено таймер, що керується нуль-приладом, який ввімкнено між джерелом живлення та термопарою, блок запам'ятовування та блок порівняння, які через другий

комутатор з'єднані з таймером, причому блок порівняння в свою чергу підімкнено до блоку запам'ятовування, індикатор, який підімкнений до блоку порівняння.

На ілюстрації зображена блок-схема вологоміра.

Термопара 1 підключена до керованого джерела живлення 2, за допомогою комутатора 3 для дискретного вибору необхідної напруги. Комутатор 3 служить також для перемикання підключень нуль-приладу 4, в залежності від етапу вимірювань до індикатора 5, або до таймера 6. До таймера в свою чергу, через комутатор 7 ввімкнено блок запам'ятовування 8, та блок порівняння 9, який безпосередньо ввімкнено до блока запам'ятовування. Результат вимірювань виводиться на індикатор 10.

Вологомір працює наступним чином:

Спочатку відбувається "налагодження" приладу: комутатор 7 переводиться в перше положення.

На термопару 1, поміщається матеріал-еталон, після чого вмикається джерело живлення 2, комутатор 3 переводиться в перше положення. Відбувається нагрівання матеріалу до початкової температури  $t_1$ . Закінчення нагрівання фіксується нуль-приладом 4, на індикаторі 5. Після чого комутатор 3 перемикається в друге положення, одночасно нуль-приладом вмикається таймер 6, та починається нагрівання матеріалу до температури  $t_2$ . Після досягнення необхідної температури таймер 6 вмикається, а значення часу запам'ятовується блоком запам'ятовування 8.

Вимірювання відбуваються аналогічним чином, тільки комутатор 7 переводиться в друге по-

(13) A

(11) 54155

(19) UA

ложення, в наслідок чого значення часу необхідно для нагріву матеріалу від температури  $t_1$  до температури  $t_2$  подаються на блок порівняння 9, який порівнює їх з значенням, що знаходиться в блоці запам'ятовування 8, і на основі цього проводиться визначення вологості матеріалу, результати якого виводяться на індикатор 10

Визначення вологості здійснюється за наступними співвідношеннями

За час  $\tau$  на терморпарі виділиться наступна кількість теплоти

$$Q = \Pi I \tau,$$

де  $I$  - сила струму,  $\Pi$  - коефіцієнт Пельтьє за рахунок цього відбудеться нагрівання матеріалу масою  $m$ , теплоємністю  $C_1$ , від температури  $t_1$  до температури  $t_2$

$$Q = C_m(t_2 - t_1),$$

однак якщо вологість матеріалу відмінна від 0 тоді частина енергії піде на нагрівання води в матеріалі

$$Q = Q_m + Q_v = C_m m_m(t_2 - t_1) + C_v m_v(t_2 - t_1)$$

У свою чергу можна записати

$$m_v = \phi m,$$

$$m_m = (1 - \phi)m,$$

де  $\phi$  - вологість матеріалу,

$m$  - повна маса матеріалу

Отримаємо

$$Q = C_m(1 - \phi)m(t_2 - t_1) + C_v \phi m(t_2 - t_1)$$

Отже

$$C_m(t_2 - t_1) = \Pi I \tau_1,$$

$$C_m(1 - \phi)m(t_2 - t_1) + C_v \phi m(t_2 - t_1) = \Pi I \tau_2$$

Тоді

$$\tau_2 - \tau_1 = (C_m(1 - \phi)m(t_2 - t_1) + C_v \phi m(t_2 - t_1) - C_m(t_2 - t_1)) / \Pi I$$

$$\tau_2 - \tau_1 = m(t_2 - t_1)$$

$$\tau_2 - \tau_1 = \frac{m(t_2 - t_1)}{\Pi I} ((1 - \phi)C_m + \phi C_v - C_m)$$

Якщо врахувати, що  $m$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $U$ ,  $I$ , стали в будь-якому вимірюванні, позначимо

$$a = \frac{m(t_2 - t_1)}{\Pi I}$$

$$\tau_2 - \tau_1 = a((1 - \phi)C_m + \phi C_v - C_m),$$

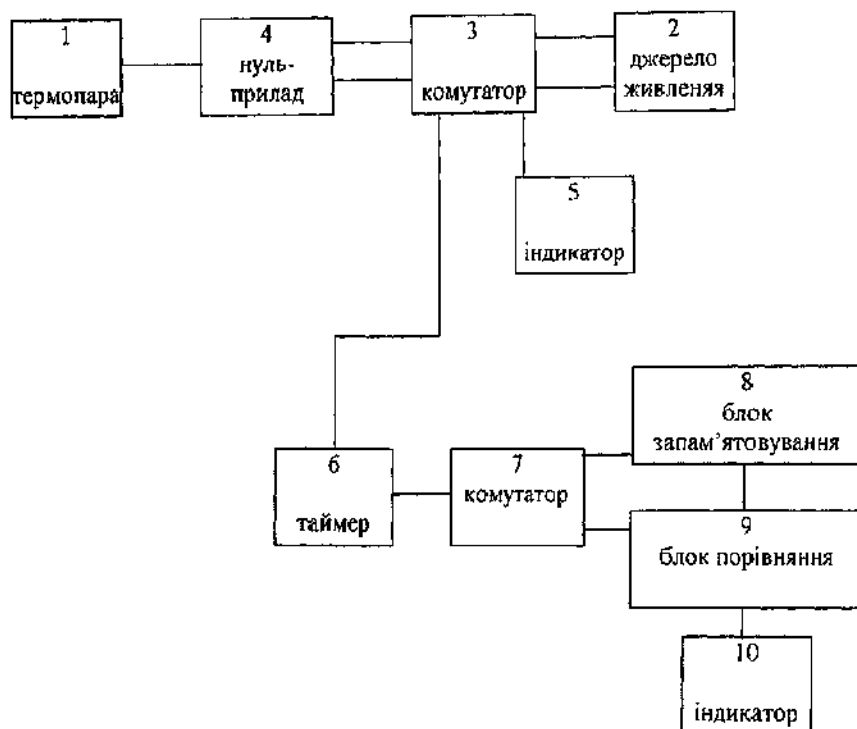
розкривши дужки отримаємо

$$\tau_2 - \tau_1 = a\phi C_v - a\phi C_m$$

Остаточно вологість рівна

$$\phi = \frac{\tau_2 - \tau_1}{a(C_v - C_m)}$$

Таким чином знаючи теплоємності води та сухого продукту відповідно  $C_v$  та  $C_m$ , а також коефіцієнт  $a$ , що є сталим при однакових умовах проведення вимірювань, можна визначити відносну вологість матеріалу вимірюючи різницю часу, необхідну на нагрів сухого та вологого матеріалу, для чого і служить запропонований винахід



Фіг.