



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 46466

(13) A

(51) 6 G01N27/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВІДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) КОНДУКТOMETРИЧНИЙ ВИМІРЮВАЧ ВОЛОГОСТІ

1

2

(21) 2001075211

(22) 20 07 2001

(24) 15 05 2002

(46) 15 05 2002, Бюл. № 5, 2002 р.

(72) Скрипник Юрій Олександрович, Дубровний Віктор
Опанасович, Капаліс Тетяна Петрівна(73) КИЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

(57) Кондуктометричний вимірювач вологості, що містить генератор змінного струму підвищеної частоти, до якого підключений вимірювальний контур, що складається з послідовно з'єднаних кондуктометричного датчика вологості і додаткових високоомних резисторів, які вмикаються в контур перемикачем між вимірювання, послідовно з'єднані вибіркового підсилювача, випрямляча, фільтр нижніх частот і вимірювальний прилад, при цьому вибіркового підсилювача ввімкнений паралельно додатковим високоомним резистором, який відрізняється тим, що додатково введені керований подільник напруги, перший і другий автоматичні перемикачі, подільник частоти, джерело стабільної опорної напруги, диференціальний підсилювач і інтегратор, при цьому вихід генератора змінного струму підвищеної частоти з'єднаний з входом керованого подільника напруги, високопотенціальний і низькопотенціальний виходи якого з'єднані з входами першого автоматичного перемикача, вихід якого з'єднаний з точкою з'єднання додаткових високоомних резисторів, що по чергові підключаються до входу перемикача між вимірювання, один втичний рознім кондуктометричного датчика вологості з'єднаний з високопотенціальним виходом керованого подільника напруги, а другий втичний рознім разом з виходом перемикача між вимірювання підключений до входу вибіркового підсилювача, вихід якого з'єднаний з входом випрямляча, який виходом з'єднаний з входом фільтра нижніх частот, вихід якого з'єднаний зі входом другого автоматичного перемикача, один вихід якого підключений до входу вимірювального приладу, а другий вихід з'єднаний з одним входом диференційного підсилювача, другий вхід якого з'єднаний з виходом джерела стабільної опорної напруги, вихід диференційного підсилювача через інтегратор з'єднаний з керуючим входом керованого подільника напруги, вхід подільника частоти підключений до виходу генератора змінного струму підвищеної частоти, а вихід подільника частоти з'єднаний з керуючими входами першого та другого автоматичних перемикачів

Винахід відноситься до області аналізу складу матеріалів електричними засобами і може бути застосований для вимірювання вологості дисперсних матеріалів за їх повним електричним опором.

Залежність між повним електричним опором дисперсних матеріалів і їх вологістю в області малих і середніх значень вологості (5-30%) досить точно може бути виражена логарифмічним рівнянням, в якому логарифм повного опору пропорційний масовій частці вологи.

Більшість дисперсних матеріалів у сухому стані є більш-менш хорошими діелектриками з питомим опором 10^{10} - 10^{15} Ом см. При зволоженні цих матеріалів їх опір різко зменшується - на багато порядків. Вимірювання вологості меншою за 10% пов'язане з великими похибками, що вносяться шунтуючим ефектом вхідного опору засобу вимі-

рювання, опору датчика. Тому створюють різні схеми, в яких застосовують підсилювачі з великим вхідним опором, а також логарифмуючі схеми для лінеаризації градієнтної характеристики.

Відомо багато схем кондуктометричних вологомірів, які описані в технічній літературі. Так, наприклад, відомий кондуктометричний вимірювач вологості (див. Мелкумян В.Е. Измерение и контроль влажности материалов М. Издательство стандартов, 1970, С. 68-71), що містить кондуктометричний датчик, включений в мостову схему змінного струму, транзисторний підсилювач, підключений до виходу моста, і вольтметр. Проте через логарифмічну залежність повного опору датчика від вологості шкала вольтметра, яким вимірюють вихідну напругу мостової схеми, дуже нерівномірна, що приводить до великих похибок

(13) A

(11) 46466

(19) UA

вимірювання вологості, особливо якщо остання змінюється в широких межах

Відомий кондуктометричний вимірювач вологості (див Дубровний В А Кондуктометрический датчик влажности для исследования процессов влажно-тепловой обработки // Известия вузов Технология легкой промышленности – № 1, 1964 – С 115-121), що містить у собі генератор підвищеної частоти, трансформатор, до якого підключено вимірювальний контур з послідовно з'єднаними кондуктометричним датчиком вологості і набором додаткових резисторів, які вмикаються в контур перемикачем між вимірювання, катодний повторювач на електронній лампі, що забезпечує високий вхідний опір вимірювача падіння напруги на кондуктометричному датчику, випрямляч і автоматичний потенціометр, який вимірює суму напруг з виходу катодного повторювача, пропорційну логарифму опору кондуктометричного датчика, і електрорушійної сили термопару, яка вбудована в датчик вологості. Таким чином забезпечується спрямлення шкали вологоміра і компенсація температурної похибки останнього. Проте використання електронних ламп при сучасній елементній базі недоцільно і неефективно, що обмежує можливість використання даного кондуктометричного вимірювача вологості в сучасних системах автоматичного контролю.

Відомий також кондуктометричний вимірювач вологості (див Таланчук П М, Скрипник Ю О, Дубровний В О Засоби вимірювання в автоматичних інформаційних та керуючих системах – К Райдуга, 1994, С 495-498), що містить генератор змінного струму підвищеної частоти, до якого підключений вимірювальний контур, що складається з послідовно з'єднаних кондуктометричного датчика вологості і додаткових високоомних резисторів, які вмикаються в контур перемикачем між вимірювання, послідовно з'єднані вибіркового підсилювач, випрямляч, фільтр нижніх частот і вимірювальний прилад, при цьому вибіркового підсилювач ввімкнений паралельно додатковим високоомним резисторам. Крім того, кондуктометричний вимірювач вологості включає термопару, яка вбудована в кондуктометричний датчик вологості.

Цей вимірювач вологості, не дивлячись на його відносну простоту, забезпечує лінійність шкали вологоміра в межах середніх значень (14-25%) вологості. Проте розширення діапазону вимірювання в область малих значень вологості (менше 10%) приводить до різкого збільшення похибки і пониження чутливості через шунтуючу дію вхідного опору підсилювача на високоомний додатковий резистор вимірювального контуру. Крім того, нелінійна залежність між падінням напруги на додатковому резисторі і вологістю матеріалу в кондуктометричному датчику через шунтуючу дію вхідного опору засобу вимірювання знижує точність вимірювання вологості.

В основу винаходу покладено задачу створення такого кондуктометричного вимірювача вологості, в якому введення нових елементів і зв'язків дозволило б виключити шунтуючу дію вхідного опору підсилювача на додатковий високоомний резистор вимірювального контуру, вплив нестабільності характеристик підсилювача, випрямляча і

інших складових частин схеми вимірювача на лінійність і похибки перетворення вологості в електричний сигнал, що забезпечить розширення діапазону вимірюваної вологості і підвищення точності її вимірювання.

Поставлена задача вирішується тим, що в кондуктометричний вимірювач вологості, що містить генератор змінного струму підвищеної частоти, до якого підключений вимірювальний контур, що складається з послідовно з'єднаних кондуктометричного датчика вологості і додаткових високоомних резисторів, які вмикаються в контур перемикачем між вимірювання, послідовно з'єднані вибіркового підсилювач, випрямляч, фільтр нижніх частот і вимірювальний прилад, при цьому вибіркового підсилювач ввімкнений паралельно додатковим високоомним резисторам, згідно винаходу, додатково введені керований подільник напруги, перший і другий автоматичні перемикачі, подільник частоти, джерело стабільної опорної напруги, диференціальний підсилювач і інтегратор, при цьому вихід генератора змінного струму підвищеної частоти з'єднаний з входом керованого подільника напруги.

високопотенціальний і нгоькопотенціальний виходи якого з'єднані з входами першого автоматичного перемикача, вихід якого з'єднаний з точкою з'єднання додаткових високоомних резисторів, що по чергово підключаються до входу перемикача між вимірювання, один етичний роз'єм кондуктометричного датчика вологості з'єднаний з високопотенціальним виходом керованого подільника напруги, а другий етичний роз'єм разом з виходом перемикача між вимірювання підключений до входу вибіркового підсилювача, вихід якого з'єднаний з входом випрямляча, який виходом з'єднаний з входом фільтра нижніх частот, вихід якого з'єднаний зі входом другого автоматичного перемикача, один вихід якого підключений до входу вимірювального приладу, а другий вихід з'єднаний з одним входом диференційного підсилювача, другий вхід якого з'єднаний з виходом джерела стабільної опорної напруги, вихід диференційного підсилювача через інтегратор з'єднаний з керуючим входом керованого подільника напруги, вхід подільника частоти підключений до виходу генератора змінного струму підвищеної частоти, а вихід подільника частоти з'єднаний з керуючими входами першого та другого автоматичних перемикачів.

Саме введення в схему кондуктометричного вимірювача вологості керованого подільника напруги, першого та другого автоматичних перемикачів, подільника частоти, генератора стабільної опорної напруги, диференційного підсилювача і інтегратора вказаним способом забезпечує незалежність вихідної напруги вимірювального контуру від вхідного опору вибіркового підсилювача, а також нестабільності коефіцієнта підсилення вибіркового підсилювача, коефіцієнтів передачі випрямляча і фільтра нижніх частот. Вихідна напруга повного опору кондуктометричного датчика вологості, практично лінійна і реєструється вимірювальним приладом. Це забезпечує розширення діапазону вимірюваної вологості і підвищує точність її

вимірювання

На фіг 1 зображена функціональна схема кондуктометричного вимірювача вологості, на фіг 2 – лінійні логарифмічні характеристики вимірювального контура, де 20, 21 і 22 – дійсні залеж-

ності $\frac{Z_1}{Z_2}$ від $\frac{U_4}{U_0}$ при трьох десятикратних величинах Z_2 , а 23, 24 і 25 – спрямляючі прямі з трьома значеннями коефіцієнта нахилу, на фіг 3 – значення похибок від нелінійності вимірювального контура, на фіг 4 – шкали вимірювача вологості на різних межах діапазону вимірювання

Кондуктометричний вимірювач вологості (фіг 1) містить в собі генератор змінного струму 1 підвищеної частоти, керований подільник напруги 2, перший автоматичний перемикач 3, тригерний подільник частоти 4, втичні роз'єми 5, якими з'єднується кондуктометричний датчик вологості 6, набір додаткових високоомних резисторів 7 вимірювального контура, які вмикаються в контур перемикачем 8 між вимірювання, резистор 9, що еквівалентний вхідному опору вибіркового підсилювача 10, випрямляч 11, фільтр 12 нижніх частот, другий автоматичний перемикач 13, вимірювальний прилад 14, конденсатори 15 і 16, диференціальний підсилювач 17, джерело стабільної опорної напруги 18 і інтегратор 19

До виходу генератора 1 змінної напруги під'єднаний керований подільник напруги 2, високопотенційний і нгокопсєнцїний виходи якого з'єднані з входами першого автоматичного перемикача 3, керуючий вхід якого з'єднаний із виходом подільника частоти 4, який виходом під'єднаний до виходу генератора 1. Високопотенційний вихід керованого подільника напруги 2 через один етичний роз'єм 5 з'єднується з кондуктометричним датчиком 6 вологості, який через другий етичний роз'єм 5 з'єднується з входом вибіркового підсилювача 10, а також перемикачем 8, чим визначається під'єднання одного з додаткових високоомних резисторів 7, опори яких кратні десяти

До виходу вибіркового підсилювача 10 підключені послідовно з'єднані випрямляч 11, фільтр 12 нижніх частот і другий автоматичний перемикач 13, один вихід якого з'єднаний з вимірювальним приладом 14, що зашунтований конденсатором 15, а другий вихід з'єднаний з одним входом диференційного підсилювача 17, що зашунтований конденсатором 16. Другий вхід диференційного підсилювача 17 з'єднаний з виходом джерела стабільної опорної напруги 18, а вихід диференційного підсилювача 17 через інтегратор 19 з'єднаний з керуючим входом подільника напруги 2. Керуючі входи автоматичних перемикачів 3 і 13 з'єднані між собою паралельно і через подільник частоти 4 під'єднані до виходу генератора змінного струму 1

Залежно від очікуваного значення вологості встановлюють лінійну шкалу вологоміра під'єднанням відповідного додаткового високоомного резистора 7 перемикачем 8. Вибірковий підсилювач 10 налагоджують на частоту змінного струму генератора 1

Кондуктометричний вимірювач вологості працює таким чином

З виходу генератора 1 змінна напруга $U_1(t) = U_{m1} \sin(2\pi f t + \phi)$ з амплітудою U_{m1} і підвищеною частотою $f = 1$ МГц через керований подільник напруги 2, що має коефіцієнт передачі k_1 , поступає на входи автоматичного перемикача 3, яким керує вихідна напруга подільника частоти 4. На виході тригерного подільника частоти формується керуюча напруга прямокутної форми з частотою F в 64-128 разів менша від частоти f генератора 1. Частота F задається коефіцієнтом ділення частоти подільника 4

До виходу перемикача 3 через втичний роз'єм 5 під'єднують кондуктометричний датчик вологості 6, повний опір якого позначимо Z_1

Послідовно з ним під'єднані додаткові високоомні резистори 7, опір яких Z_2 перемикачем 8 можна змінювати ступенями, кратними десяти

При положенні перемикача 3, що вказаний на фіг 1, паралельно з додатковим високоомним резистором 7, що має повний опір Z_2 , вмикається підсилювач 10, вхідний опір якого дорівнює Z_3 (на фіг 1 цей опір умовно позначений резистором 9)

Згідно з характеристикою кондуктометричного датчика вологості в межах вологості 5-30% залежність опору датчика від вологості може бути виражена логарифмічним рівнянням

$$\lg Z = a - b w_x \quad (1)$$

де Z – повний електричний опір кондуктометричного датчика вологості,

а і b – константи досліджуваного матеріалу, значення яких визначаються структурою матеріалу, вмістом солей, кислот або лугів, температурою, тиском (ущільненням матеріалу) і т.п.,
 w_x – масова вологість матеріалу в %

Кондуктометричний датчик вологості 6 з резистором 7 і 9 утворюють подільник напруги з коефіцієнтом передачі k'_2

$$k'_2 = \frac{Z'_2}{Z_1 + Z'_2} \quad (2)$$

де $Z'_2 = \frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3}$ – повний опір паралельно з'єднаних резисторів 7 і 9

Вихідну напругу вибіркового підсилювача 10, що налагоджений на частоту f , можна подати у вигляді

$$U'_2(t) = k_1 k'_2 k_3 U_{m1} \sin(2\pi f t + \phi) \quad (3)$$

де k_1 – коефіцієнт передачі керованого подільника напруги 2,

k_3 – коефіцієнт підсилення вибіркового підсилювача на частоті налагодження f

Підсилена напруга $U'_2(t)$ детектується випрямлячем 11, згладжується фільтром 12 нижніх частот. В результаті вказаних перетворень на виході фільтра 12 з'являється напруга постійного струму $U'_3 = k_1 k'_2 k_3 k_4 k_5 U_{m1}$, (4)

де k_4 – коефіцієнт передачі випрямляча 11,

k_5 – коефіцієнт передачі фільтра 12

При протилежному положенні перемикача 3 змінюється конфігурація подільника напруги на вході вибіркового підсилювача 10. Кондуктометричний датчик 6 і додатковий резистор 7 включаються паралельно і під'єднуються до високопотенційного виходу керованого подільника 2. Коефіцієнт

передачі k_1 подільника 2 на вході вибіркового підсилювача 10, вхідний опір якого Z_3 , буде

$$k_2^* = \frac{Z_3}{Z_1 + Z_3}, \quad (5)$$

де $Z_1 = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2}$ – повний опір паралельно включених датчика 6 і додаткового високоомного резистора 7

Відповідно на виході фільтра 12 формується напруга постійного струму

$$U''_3 = k_1 k_2^* k_3 k_4 k_5 U_{m1}, \quad (6)$$

Таким чином, при перемиканні перемикача 3 напруга U'_3 змінюється до значення U''_3 і навпаки. Стала часу τ фільтра 12 вибирається меншою за період керуючої напруги з частотою F , яка формується подільником частоти 4 ($3\tau < 1/F$). Тому при безперервній роботі автоматичного перемикача 3 на виході фільтра 12 по чергово з'являються згладжені напруги U'_3 і U''_3 без взаємної накладки однієї на другу. Ці напруги поступають на вхід другого автоматичного перемикача 13, який керується тією ж вихідною напругою подільника частоти 4. Завдяки синхронній роботі перемикачів 3 і 13, напруга U'_3 поступає на вхід вимірювального приладу 14, а напруга U''_3 – на один із входів диференційного підсилювача 17. Так як ці напруги мають імпульсний характер із скважністю 2, то вони мають сталу і змінну складові. Змінні складові шунтуються конденсаторами 15 і 16, а стала складова, що вимірюється приладом 14, має вигляд

$$U_4 = 0,5 k_1 k_2^* k_3 k_4 k_5 U_{m1}, \quad (7)$$

Стала складова напруги, що діє на перший вхід диференційного підсилювача 17, аналогічна (7) і відрізняється тільки розміром

$$U_5 = 0,5 k_1 k_2^* k_3 k_4 k_5 U_{m1}, \quad (8)$$

На другий вхід диференційного підсилювача діє стала опорна напруга U_0 від джерела стабільної напруги 18. На виході диференційного підсилювача формується підсилена різницева напруга $U_6 = k_6 (U_5 - U_0) = k_6 (0,5 k_1 k_2^* k_3 k_4 k_5 U_{m1} - U_0)$, де k_6 – коефіцієнт підсилення диференційного підсилювача 17.

Різницева напруга U_6 заряджає інтегратор 19, вихідна напруга якого регулює коефіцієнт передачі k_1 . В процесі безперервної роботи автоматичних перемикачів 3 і 13 відбувається безперервна зміна напруг U_5 і U_4 через автоматичне регулювання коефіцієнта передачі k_1 . Процес автоматичного регулювання буде продовжуватись до тих пір, поки не підрівняються вхідні напруги диференційного підсилювача 17. При рівності напруг $U_5 = U_0$ підзаряд інтегратора 19 зупиняється і система регулювання переходить в усталений режим. Прирівнюючи вираз (9) до нуля, одержуємо

$$U_0 = 0,5 k_1 k_2^* k_3 k_4 k_5 U_{m1}, \quad (10)$$

де k_{1y} – коефіцієнт передачі подільника напруги 2 в усталеному режимі. Звідки k_{1y} дорівнює

$$k_{1y} = \frac{2U_0}{k_2 k_3 k_4 k_5 U_{m1}} \quad (11)$$

Вхідна напруга приладу 14 в усталеному режимі з врахуванням коефіцієнта k_{1y} із виразу (11) дорівнює

$$U_4 = 0,5 k_{1y} k_2^* k_3 k_4 k_5 U_{m1} = \frac{k_2^*}{k_2} U_0. \quad (12)$$

Якщо перетворити коефіцієнти передачі K'_2 і K''_2 з врахуванням шунтуючого впливу вхідного опору підсилювача 10, то одержимо

$$k_2^* = \frac{Z_2 Z_3}{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_3 + Z_2 Z_3}, \quad (13)$$

$$k_2'' = \frac{Z_3 (Z_1 + Z_2)}{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_3 + Z_2 Z_3}, \quad (14)$$

Підставивши ці значення K'_2 і K''_2 у вираз (12), одержимо

$$U_4 = \frac{Z_2 U_0}{Z_1 + Z_2} \quad \text{або} \quad \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{U_0}{U_4} - 1. \quad (15)$$

Прологарифмуємо останнє рівняння

$$\lg \frac{Z_1}{Z_2} = \lg \left[\frac{U_0}{U_4} - 1 \right]. \quad (16)$$

Позначивши $\left[\frac{U_0}{U_4} - 1 \right] = P$, і вважаючи, що $p > 0$,

тому що завжди $U_0 \geq U_4$, використаємо формулу розкладу в ряд Маклорена

$$\ln p = 2 \left[\frac{p-1}{p+1} + \frac{1}{3} \left(\frac{p-1}{p+1} \right)^3 + \frac{1}{5} \left(\frac{p-1}{p+1} \right)^5 + \dots \right].$$

Якщо залишити тільки перший член ряду, знехтувавши членами більш високих порядків, одержимо формулу прямої в напівлогарифмічних координатах

$$\lg \frac{Z_1}{Z_2} = 0,434 \ln \frac{Z_1}{Z_2} \approx 0,868 \left(1 - 2 \frac{U_4}{U_0} \right) \quad (17)$$

У цьому виразі $\lg \frac{Z_1}{Z_2}$ залежить тільки від вимірюваної напруги U_4 , тому що $U_0 = \text{const}$. Якщо

опір додаткового високоомного резистора 7 вибрати з умови $Z_2 = a - b w_0$, (18)

де w_0 – вологість, що відповідає кінцевому значенню встановленої межі вимірювання. Рівняння (17) з врахуванням виразу (18) буде мати вигляд

$$\lg \frac{Z_1}{Z_2} = b(w_0 - w_x) = 0,868 \left(1 - 2 \frac{U_4}{U_0} \right). \quad (19)$$

Вирішуючи рівняння (19) відносно вимірюваної напруги можна одержати вираз для вимірюваної напруги U_4 , отримуємо

$$U_4 = (b w_0 - 0,868) \frac{U_0}{2} + \frac{U_0 b}{2} w_x,$$

або (фіг. 2)

$$U_4 = c + d w_x, \quad (20)$$

де $c = (b w_0 - 0,868) \frac{U_0}{2}$ – нульовий коефіцієнт апроксимуючого відрізка,

$$d = \frac{U_0 b}{2} = 0,93 \quad \text{– кутовий коефіцієнт апроксимуючого відрізка}$$

На фіг. 3 приведеш криві відхилень перетворювальної характеристики логарифмуючого контура від прямих 23, 24 і 25, які характеризуються

різними значеннями кутового коефіцієнта d в правій частині рівняння (20), з якого видно, що похибка неплінності характеристик логарифмуючого

контур при $\frac{U_4}{U_0} = (0,25 \dots 0,75)$ не перевищує $\pm 3\%$,

якщо кутовий коефіцієнт дорівнює 0,93

Прирівнюючи кутовий коефіцієнт d вказаному значенню, отримаємо

$$d = \frac{U_0 b}{2} = 0,93, \quad (21)$$

звідки значення опорної напруги становить

$$U_0 = \frac{2 \cdot 0,93}{b}, \quad (22)$$

де b — визначається властивостями досліджуваного матеріалу і довідковою величиною

Визначивши значення U_0 можна визначити і значення нульового коефіцієнта апроксимуючого відрізка

$$c = (dw_0 - 0,93) \frac{U_0}{2} \quad (23)$$

Задавши значеннями w_0 для різних шкал вимірювача вологості можливо визначити характер шкал в заданому діапазоні вимірювання вологості

На фіг 4 показані градуювальні характеристики кондуктометричного вологоміра для меж 12 20, 15 24, 18 28 в %, що отримані експериментально і співпадають з рівнянням (20)

З виразу (20) видно, що характер шкали вимірювання вологості в середній його частині лінійний, що показано на фіг 2 3 формул (19) і (20) і значень c і d видно, що на точність вимірювання вологості впливають тільки похибки у визначенні опорного додаткового резистора Z_2 і напруги генератора стабільного живлення U_0 . В градуювальну лінійну залежність (20) не входить вхідний опір Z_3 і

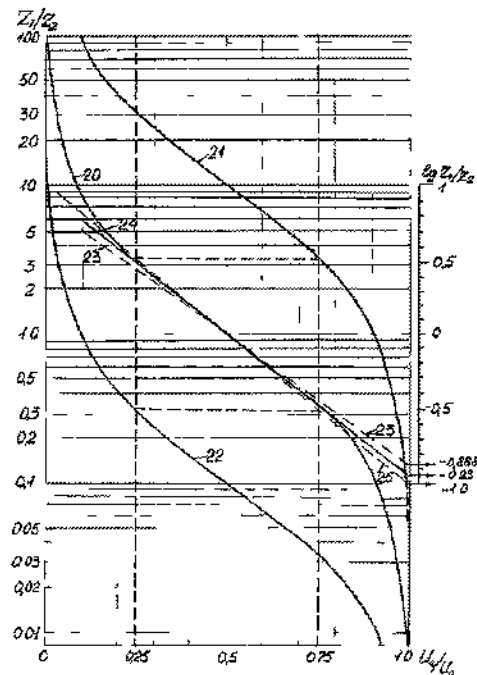
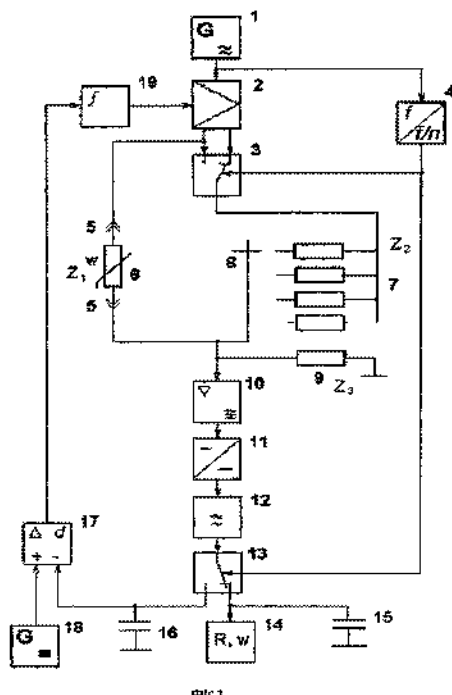
непостійність коефіцієнта підсилення k_3 підсилювача 10, які можуть з'явитися від неминучого розпагодження вибіркового підсилювача, а також нестабільність амплітуди напруги U_{m1} генератора 1 і коефіцієнтів передачі випрямляча 11, фільтра 12, диференційного підсилювача 17 і інтегратора 19, які можуть виникнути при змінах температури, напруги живлення і інших впливових факторів, що підвищує точність вимірювання вологості

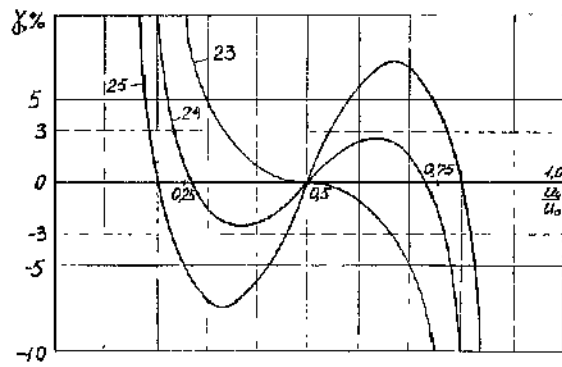
На основі викладеного можна зробити висновок, що шкала вимірювального приладу 14, який вимірює напругу U_4 , може бути проградуйованою в одиницях вологості w , як це показано на фіг 4, в напрямі зростання значень вологості, тому що опір кондуктометричного датчика зменшується при зростанні вологості контролюваного матеріалу

В якості вимірювального приладу 14 можливо використовувати вольтметр постійного струму або автоматичний потенціометр

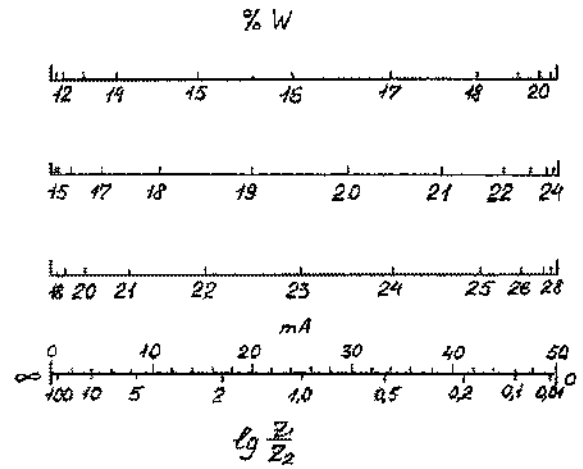
Приклад Досліджений кондуктометричний вологомір виконаний за схемою фіг 1 Кондуктометричний датчик вологості виконаний у вигляді двох голкових електродів, виконаних із прокаленої нержавіючої сталі діаметром 1,5-3мм і довжиною 16мм До виводів електродів прикріплені відрізки коаксіального кабелю, через які датчик підключається до вимірювальної схеми Датчик по чергово встановлювали в зразки дошки, згідно попередньо виготовленого шаблону, вздовж волокон, з заданою вологістю в межах 5-30% Вологість вимірювалася контрольно-ваговим методом з похибкою не більш ніж $\pm 0,5\%$

Результати вимірювання вологості зразків дошки в межах 5-30% показали, що основна похибка запропонованого вологоміра не перевищує $\pm 1\%$ від вимірюваного значення вологості





Фиг. 3



Фиг. 4

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71