



УКРАЇНА

(19) UA (11) 53186 (13) A

(51) 7 G01N27/22

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

(54) ЄМНІСНИЙ ВИМІРЮВАЧ ВОЛОГОСТІ МАТЕРІАЛІВ

1

2

(21) 2002042547

(22) 01 04 2002

(24) 15 01 2003

(46) 15 01 2003, Бюл. № 1, 2003 р.

(72) Заболотний Олександр Віталійович, Кошовий
Микола Дмитрович, Заболотний Віталій Анисимо-
вич(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ М.Є.ЖУКОВСЬКОГО
"ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ"(57) Ємнісний вимірювач вологості матеріалів, що
містить магніточутливий перетворювач, опе-
раційний підсилювач, резистор зворотного зв'язку,
індикатор, стабілізоване джерело живлення та
виток проводу, який змонтований на осерді
магніточутливого перетворювача, а кінці витка
проводу через вимикач підключені до полюсів

джерела живлення, при цьому вихід операційного
підсилювача з'єднаний зі змінним резистором, а
магніточутливий перетворювач містить додаткові
обмотки, які через випрямлячі з'єднані з
відповідними виходами транзисторного мультівібратора, одне з плечей якого містить еталон-
ний конденсатор, а інше плече з'єднане з ємнісним
вимірювальним перетворювачем, який
відрізняється тим, що вихід операційного
підсилювача підключений до формувача сигналів,
вихід якого приєднаний до фільтра низьких частот
з механізмом температурної компенсації, фільтр
низьких частот своїм виходом з'єднаний через
підсилювач інформаційного сигналу з аналого-
цифровим перетворювачем, а до плеча транзи-
сторного мультівібратора з еталонним конденса-
тором підключений магазин еталонних ємностей

Винахід належить до вимірювальної техніки і
може використовуватись для вимірювання волого-
сті сипких, твердих, пастоподібних матеріалів та
рідин

Відомий ємнісний вимірювач концентрації, що
містить стабільний по частоті генератор імпульсів,
виконаний у вигляді мультівібратора з еміттерною
ємністю, до якої підключені ємнісний датчик та
датчик температури, що являє собою терморезис-
тор. Вторинний перетворювач вимірювальної ін-
формації містить послідовно з'єднані детектор,
фільтр та інтегратор (А с 1741044, G01 N 27/22,
бюл. № 22)

Недоліками пристрою є низька точність та ни-
зький рівень чутливості схеми

Найбільш близьким до запропонованого є
пристрій для вимірювання вологості матеріалів,
що складається з магніточутливого перетворюва-
ча, на осерді якого змонтовано обмотку живлення,
обмотки зворотного зв'язку та виток проводу, опе-
раційного підсилювача, резистора зворотного зв'я-
зку, індикатора, стабілізованого джерела живлен-
ня та вимикача. Конструкція пристрою також
містить транзисторний мультівібратор, одне з
плечей якого містить еталонний конденсатор, а
інше під'єднане до ємнісного вимірювального пе-

ретворювача, причому виходи мультівібратора
через випрямлячі підключені до відповідних дода-
ткових обмоток, змонтованих на осерді магніточу-
тливого перетворювача, а у вихідному колі опера-
ційного підсилювача підключено змінний резистор
для вибору робочого режиму пристрою (Пат
43725, G01 N 27/22, 2001, бюл. №11)

Недоліками пристрою є обмежені функціона-
льні можливості, виражені у властивості пристрою
вимірювати вологість у конкретному матеріалі
(твердому, сипкому, пастоподібному та ін.) і не-
придатності пристрою для вимірювань вологості у
певному спектрі різних матеріалів без попередньо-
го перекалібрування та настройки. Крім того, низь-
кий рівень стабільності схеми, що проявляється в
такому негативному явищі, як не повертання стрі-
лки аналогового індикатора на нульову поділку
шкали при нульовому значенні інформаційного
сигналу, та відсутність температурної компенсації
негативно впливають на точність вимірювань

В основу винаходу поставлено, задачу розро-
бки ємнісного вимірювача вологості матеріалів
шляхом розміщення в одному з плечей транзисто-
рного мультівібратора магазину еталонних ємно-
стей та шляхом застосування формувача сигналів,
на вхід якого подається сигнал з виходу операцій-

(19) UA (11) 53186 (13) A

ного підсилювача, а вихід операційного підсилювача під'єднаний до фільтра низьких частот з механізмом температурної компенсації, де вихід фільтра з'єднаний через підсилювач інформаційного сигналу з аналого - цифровим перетворювачем, що забезпечує розширення функціональних можливостей пристрою та підвищення точності вимірювань

Поставлена задача вирішується тим, що ємнісний вимірювач вологості матеріалів, який складається з магніточутливого перетворювача, операційного підсилювача, резистора зворотного зв'язку, індикатора, стабілізованого джерела живлення та витка проводу, який змонтовано на осерді магніточутливого перетворювача, а кінці витка проводу через вимикач підключені до полюсів джерела живлення, причому до виходу операційного підсилювача під'єднано змінний резистор, а в конструкцію магніточутливого перетворювача введено додаткові обмотки, що через випрямлячі з'єднані з відповідними виходами транзисторного мультивібратора, одне з плечей якого містить еталонний конденсатор, а інше плече під'єднується до ємнісного вимірювального перетворювача, в якому, згідно з винаходом, сигнал з виходу операційного підсилювача потрапляє на формувач сигналів, вихід якого приєднаний до фільтра низьких частот з механізмом температурної компенсації, фільтр низьких частот своїм виходом з'єднаний через підсилювач інформаційного сигналу з аналого - цифровим перетворювачем, а до плеча транзисторного мультивібратора з еталонним конденсатором підключено магазин еталонних ємностей

Використання магазину еталонних ємностей, кожна з яких підібрана відповідно до типу матеріалу, вологість якого підлягає вимірюванню, дозволяє вимірювати вологість у визначеному спектрі матеріалів, що розширює обмежені функціональні можливості пристрою

Використання механізму температурної компенсації дозволяє компенсувати вплив температури і таким чином підвищити точність вимірювань

Використання формувача сигналів та фільтра низьких частот підвищує стабільність схеми ємнісного вимірювача вологості матеріалів і таким чином підвищує точність вимірювань

На фіг 1 зображено функціональну схему ємнісного вимірювача вологості матеріалів

На фіг 2 зображено діаграми роботи ємнісного вимірювача вологості матеріалів, коли волога у матеріалі відсутня

На фіг 3 зображено діаграми роботи ємнісного вимірювача вологості матеріалів при наявності вологи

Пристрій складається з магніточутливого перетворювача 1 (фіг 7), на якому змонтовані виток проводу 2 та додаткові обмотки 3 та 4. Магніточутливий перетворювач 1 з'єднаний з операційним підсилювачем 5, у зворотному колі якого підключено резистор зворотного зв'язку 6, а у вихідне коло під'єднано змінний резистор 7. Один з кінців витка проводу 2 через вимикач 8 з'єднано з одним з полюсів джерела живлення 9. Схема пристрою містить транзисторний мультивібратор 10, в одному з плечей якого знаходиться еталонний конден-

сатор (на фіг 1 не вказаний), а іншим плечем мультивібратор 10 під'єднаний до ємнісного вимірювального перетворювача 11, причому до еталонного конденсатора підключено магазин еталонних ємностей 12, кожна з яких підібрана відповідно до типу матеріалу, вологість якого підлягає вимірюванню. Виходи мультивібратора 10 під'єднані до відповідних додаткових обмоток 3 та 4 через випрямлячі 13 та 14. Обмотки 3 та 4 мають однакову кількість витків та реалізують віднімання сигналів, що надходять з плечей мультивібратора. Інформаційний сигнал з виходу операційного підсилювача 5 потрапляє на формувач сигналів 15 та фільтр низьких частот 16 з вмонтованою схемою температурної компенсації 17. Вихід фільтра низьких частот 16 з'єднаний з підсилювачем інформаційного сигналу 18, до виходу якого в свою чергу підключений аналого - цифровий перетворювач 19 з цифровим індикатором 20.

Пристрій працює наступним чином

Перед вимірюванням вологості матеріалів необхідно перевірити правильність функціонування пристрою. Для цього оператор вимикачем 8 замикає електричне коло, яке містить послідовно з'єднані стабілізоване джерело живлення 9 та виток проводу 2. По витку проводу 2 проходить еталонний струм $I_{\text{ет}}$. Цей струм наводить у осерді магніточутливого перетворювача 1 магнітний потік $\Phi_{\text{ет}} = I_{\text{ет}}/R_m$, де R_m - магнітний опір осердя, який визначається його геометричними параметрами та магнітною проникністю. Внаслідок впливу цього потоку на виході операційного підсилювача формується широтно - модульований сигнал, який фіксується індикатором 20. При правильному функціонуванні пристрою індикатор 20 показує одне й те саме число. В цьому ж режимі здійснюється контроль живлення, і при зменшенні напруги живлення (зменшенні ємності батарей) значення числа на індикаторі теж зменшиться.

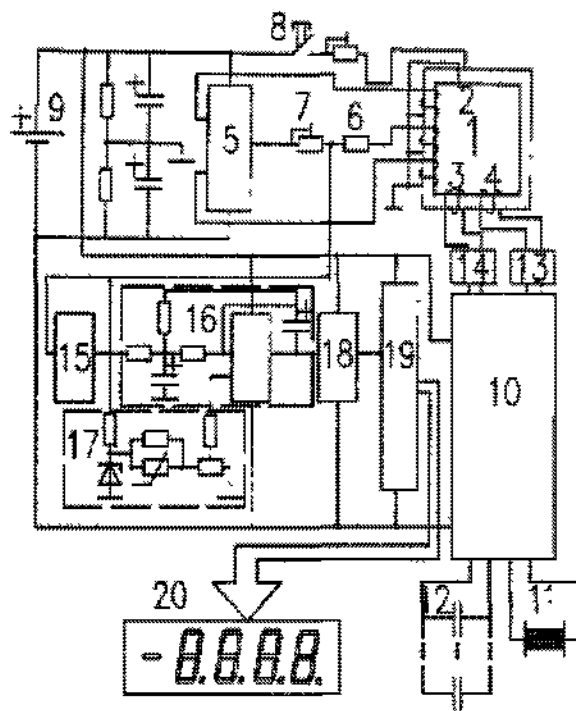
Для вимірювання вологості оператор вимикачем 8 розриває електричне коло, яке складається з послідовно з'єднаних стабілізованого джерела живлення 9 та витка проводу 2. В початковий момент вимірювань ємність вимірювального перетворювача 11 компенсується ємністю еталонного конденсатора. Тому на обох виходах мультивібратора 10 з'являються однополярні прямокутні імпульси однакової скважності, але зміщені за фазою на 90° . Ці імпульси потрапляють на випрямлячі 13 та 14, де здійснюється виділення постійної складової сигналів з виходів мультивібратора 10. Постійні сигнали з виходів випрямлячів 13 та 14 потрапляють на додаткові обмотки 3 та 4 магніточутливого перетворювача 1, де здійснюється їх віднімання. Оскільки у початковий момент (до занурення вимірювального перетворювача у вологий матеріал) на виходах мультивібратора 10 формуються імпульси однакової скважності та частоти, постійні складові цих сигналів, отримані на виходах випрямлячів 13 та 14, мають однакові значення, і їх віднімання дає нульовий результат. Індикатор 20 фіксує нульове значення вологості (фіг 2).

Під час вимірювання вологості конкретного матеріалу ємність вимірювального перетворювача 11, заповненого цим матеріалом, компенсується

відповідним конденсатором з магазину еталонних ємностей 12. У випадку, коли волога у матеріалі, що досліджується, відсутня, пристрій зберігає свої показання і фіксує нульове значення вологості. Вміст вологи у матеріалі приводить до збільшення скважності прямокутних імпульсів на відповідному виході мультівібратора 10. Це приводить до зростання постійної складової сигналу, отриманого з виходу відповідного випрямляча. Результатом віднімання сигналів з виходів випрямлячів буде вже не нульовий результат, а певний постійний сигнал, значення якого пропорційне значенню ємності вимірювального перетворювача 11. Цей сигнал наводить у осерді магніточутливого перетворювача магнітний потік $\Phi = I/R_m$, де R_m - магнітний опір осердя, I - різницевий струм, отриманий при відніманні сигналів обмоток 3 та 4. Операційний підсилювач 5 підключений по схемі релаксаційного генератора, на виході якого формуються двополярні прямокутні імпульси певного періоду T . Коли магнітний потік Φ дорівнює нулю, тривалість імпульсів позитивної полярності дорівнює тривалості імпульсів негативної полярності. Формувач сигналів 15 перетворює двополярні прямокутні імпульси в уніполярні імпульси позитивної полярності з тим самим значенням періоду T . На виході фільтра низьких частот 16 з'являється певний постійний сигнал, значення якого приймається за нульове. Цей сигнал через підсилювач інформаційного сигналу 18 та аналого - цифровий перетворювач 19 потрапляє на цифровий індикатор 20, де фіксується нульове значення вологості. Коли ж у матеріалі знаходиться певна кількість води ємність вимірю-

вального перетворювача з матеріалом 11 зростає відносно до ємності відповідного конденсатора з магазину ємностей 12. Скважність прямокутних імпульсів на відповідному виході мультівібратора 10 зростає пропорційно вмісту вологи в матеріалі. Це приводить до росту постійної складової сигналу на виході відповідного випрямляча сигналів, і у магніточутливому перетворювачі з'явиться різницевий струм I , отриманий при відніманні сигналів обмоток 3 та 4. Внаслідок появи цього струму тривалість імпульсів позитивної полярності на виході операційного підсилювача 5 зростає пропорційно вмісту вологи в матеріалі відносно до тривалості імпульсів негативної полярності (значення періоду сигналу на виході операційного підсилювача лишається незмінним). Таким чином на виході фільтра низьких частот 16 з'являється певний постійний сигнал, пропорційний вмісту вологи в матеріалі. Цей сигнал після підсилення потрапляє на аналого - цифровий перетворювач 19 і фіксується індикатором 20 (фиг 3). Ємнісний вимірювальний перетворювач споряджений механізмом температурної компенсації 17, чутливим елементом якого є терморезистор. Сигнал з блоку температурної компенсації 17 потрапляє на відповідний вхід фільтра низьких частот 16 і дозволяє компенсувати вплив температури на результати вимірювань.

Запропонований пристрій має розширені функціональні можливості та підвищену точність вимірювань завдяки застосуванню магазину еталонних ємностей, формувача сигналів та фільтра низьких частот з механізмом термокомпенсації.



Фиг.1

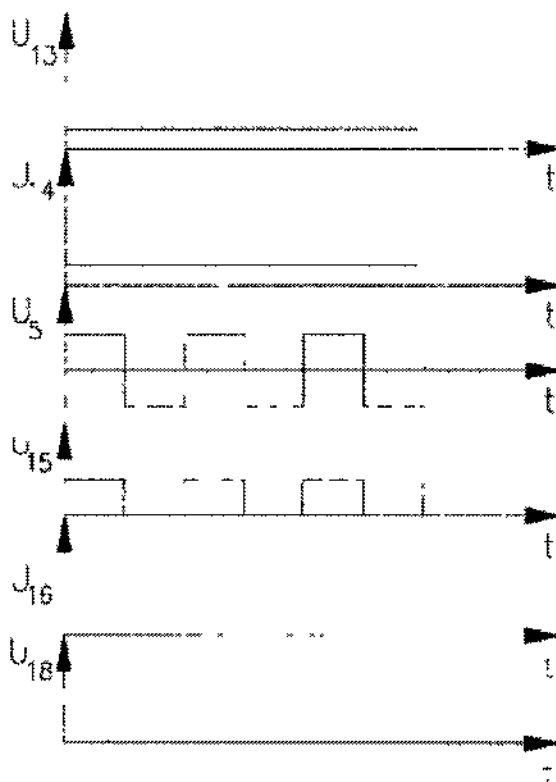


Fig. 2

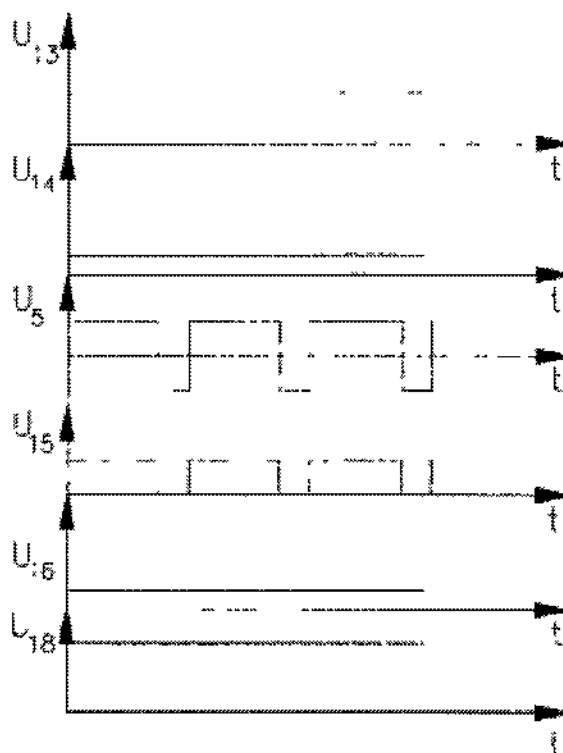


Fig. 3