



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43725 (13) A

(51) 7 G01N27/22

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ МАТЕРІАЛІВ

(21) 2001064082

(22) 14 06 2001

(24) 17 12 2001

(46) 17 12 2001, Бюл. № 11, 2001 р.

(72) Заболотний Віталій Анисимович, Кошовий Микола Дмитрович, Кошовий Олег Миколайович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО "ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Пристрій для вимірювання вологості матеріалів, що складається з магніточутливого перетворювача, на осерді якого змонтовано

обмотку живлення, обмотки зворотного зв'язку та виток проводу, операційного підсилювача, резистора зворотного зв'язку, індикатора, стабілізованого джерела живлення та вимикача, який відрізняється тим, що в його конструкцію введено транзисторний мультівібратор, одне з плечей якого містить етапний конденсатор, а інше під'єднане до ємнісного вимірювального перетворювача, причому виходи мультівібратора через випрямлячі під'єднані до відповідних додаткових обмоток, змонтованих на осерді магніточутливого перетворювача, а у вихідне коло операційного підсилювача підключено змінний резистор для вибору робочого режиму пристрою

Винахід належить до вимірювальної техніки, а саме до вологометрії, і може бути використаний для вимірювання вологості різноманітних сипких, твердих, пастоподібних матеріалів та рідин.

Відомий пристрій для вимірювання щільності струму в електроліті, який являє собою релаксацийний генератор, що містить операційний підсилювач (ОП), два безконтактних магніточутливих первинних вимірювальних перетворювачів, які є тороїдальними трансформаторами і мають по дві обмотки обмотку живлення та обмотку зворотного зв'язку, причому початок одної обмотки живлення та кінець другої підключені до виходу операційного підсилювача, а кінці обмоток зворотного зв'язку підключені відповідно до неінвертуючого та інвертуючого входів ОП (А с 1359346, С25D 21/12, 1987, бюл. № 46).

Недоліком пристрою є його обмежені функціональні можливості. По-перше, пристрій не має можливості здійснювати вимірювання вологості матеріалів. По-друге, у пристрої, який може працювати у режимі зміни скважності імпульсів вихідного сигналу та у режимі зміни частоти імпульсів вихідного сигналу, перехід від одного режиму роботи до іншого здійснюється відповідним переключенням обмоток зворотного зв'язку, що не є раціональним. Крім того, пристрій має низький рівень чутливості.

Найбільш близьким до запропонованого є пристрій для вимірювання щільності струму в

електроліті, який складається з безконтактного магніточутливого первинного перетворювача, на осерді якого змонтовано обмотку живлення, обмотки зворотного зв'язку та виток проводу, операційного підсилювача, резистора, індикатора, стабілізованого джерела живлення, вимикача, кінці витка проводу через вимикач з'єднані з полюсами джерела живлення (А с 1737033, С25D 21/12, 1992, бюл. № 12).

Недоліком пристрою є обмежені функціональні можливості, нераціональність зміни режиму роботи пристрою за допомогою зміни схеми підключення обмоток зворотного зв'язку та низький рівень чутливості пристрою.

В основу винаходу поставлено задачу розробки пристрою для вимірювання вологості різноманітних сипких, твердих, пастоподібних матеріалів та рідин шляхом застосування транзисторного мультівібратора, ємнісного вимірювального перетворювача, додаткових обмоток, випрямлячів та змінного резистора, що забезпечує розширення функціональних можливостей пристрою - прототипу та підвищення чутливості вимірювань.

Для досягнення визначеної мети пропонується пристрій для вимірювання вологості матеріалів, який складається з магніточутливого перетворювача, операційного підсилювача, резистора зворотного зв'язку, індикатора, стабілізованого джерела живлення, вимикача та витка проводу, який змонтовано на осерді магніточутливого пе-

ретворювача, а кінці витка проводу через вимикач під'єднані до полюсів джерела живлення, в якому, згідно з винаходом, застосовано транзисторний мультівібратор, одне з плеч якого містить еталонний конденсатор, а інше плече під'єднується до ємнісного вимірювального перетворювача, причому у конструкцію магніточутливого перетворювача введено додаткові обмотки, що через випрямлячі під'єднані до відповідних виходів мультівібратора і змінний резистор, під'єднаний до вихідного кола операційного підсилювача.

Використання транзисторного мультівібратора, одне з плеч якого містить еталонний конденсатор, а інше під'єднано до ємнісного вимірювального перетворювача, причому виходи мультівібратора через випрямлячі під'єднані до відповідних додаткових обмоток безконтактного магніточутливого первинного перетворювача, дозволяє розширити функціональні можливості пристрою - прототипу.

Використання змінного резистора у вихідному колі операційного підсилювача дозволяє змінювати режим роботи пристрою і здійснювати вибір режиму зміни частоти вихідних імпульсів або вибір режиму зміни скважності вихідних імпульсів без зміни схеми підключення обмоток зворотного зв'язку.

Використання додаткових обмоток у конструкції магніточутливого перетворювача, які реалізують віднімання сигналів, що надходять з відповідних плечей мультівібратора, дозволяє підвищити чутливість вимірювань.

На фіг. 1 показано функціональну схему пристрою для вимірювання вологості матеріалів.

На фіг. 2 зображена залежність середнього значення напруги на виході пристрою у режимі зміни скважності імпульсів вихідного сигналу від ємності вимірювального перетворювача.

На фіг. 3 зображено залежність частоти вихідних імпульсів в режимі зміни частоти імпульсів вихідного сигналу від ємності вимірювального перетворювача.

Пристрій складається з магніточутливого перетворювача 1 (фіг. 1), на якому змонтовані виток проводу 2 та додаткові обмотки 3 та 4. Один з кінців витка проводу 2 через вимикач 5 з'єднано з одним з полюсів джерела живлення 6. Схема пристрою містить транзисторний мультівібратор 7, в одному з плеч якого знаходиться еталонний конденсатор (на фіг. 1 не показано), а іншим плечем мультівібратор 7 під'єднаний до ємнісного вимірювального перетворювача 8, який призначено для вимірювання вологості матеріалу. Виходи мультівібратора 7 під'єднані до відповідних додаткових обмоток 3 та 4 через випрямлячі 9 та 10. Обмотки 3 та 4 мають однакову кількість витків та реалізують віднімання сигналів, що надходять з відповідних плечей мультівібратора 7. Магніточутливий перетворювач 1 з'єднаний з операційним підсилювачем 11, у зворотному колі якого підключено резистор зворотного зв'язку 12, а у вихідне коло під'єднано змінний резистор 13. Інформаційний сигнал у вигляді частоти або скважності знімається з виходу операційного підсилювача 8 і потрапляє на індикатор 14.

Пристрій працює наступним чином.

Перед вимірюванням вологості матеріалів необхідно перевірити правильність функціонування пристрою. Для цього оператор вимикачем 5 замикає електричне коло, яке містить послідовно з'єднані стабілізоване джерело живлення 6 та виток проводу 2. По витку проводу 2 проходить еталонний струм  $I_{\text{ет}}$ . Цей струм наводить у осерді 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 пристрій, який являє собою релаксацийний генератор, формує на виході підсилювача 11 широтно-модульований сигнал. Цей сигнал потрапляє на індикатор 14, який при правильному функціонуванні пристрою фіксує одну й ту ж величину вихідного сигналу. Відхилення вимірюваної величини вихідного сигналу від еталонного свідчить про неправильне функціонування пристрою.

Для вимірювання вологості оператор вимикачем 5 розриває електричне коло, яке складається з послідовно з'єднаних стабілізованого джерела живлення 6 та витка проводу 2. Під час подачі живлення у коло мультівібратора 7 та операційного підсилювача 11, якщо ємність еталонного конденсатора дорівнює ємності вимірювального перетворювача 8 (це є необхідною умовою), то до початку вимірювання вологості на обох виходах мультівібратора 7 з'являються однополярні прямокутні імпульси однакової скважності, але зміщені за фазою на  $90^\circ$ . Ці імпульси потрапляють на випрямлячі 9 та 10, де здійснюється виділення постійної складової сигналів з виходів мультівібратора 7. Постійні сигнали з виходів випрямлячів 9 та 10 потрапляють на відповідні додаткові обмотки 3 та 4 магніточутливого перетворювача 1, де здійснюється їх віднімання. Оскільки у початковий момент (до проведення вимірювань) на виходах мультівібратора 7 формуються імпульси однакової скважності та частоти, постійні складові цих сигналів, отримані на виходах випрямлячів 9 та 10, мають однакові значення, і їх віднімання дасть нульовий результат. Індикатор 14 показує нульове значення вологості.

Під час вимірювання вологості матеріалу, коли ємнісний вимірювальний перетворювач 8 занурюється у матеріал, вологість якого підлягає вимірюванню, скважність прямокутних імпульсів на відповідному виході мультівібратора 7 зростає зі зростанням вологості матеріалу. Це призводить до зростання постійної складової сигналу, отриманого з виходу відповідного випрямляча. Результатом віднімання сигналів з виходів випрямлячів у цьому випадку буде вже не нульовий результат, а певний постійний сигнал, значення якого пропорційне значенню ємності вимірювального перетворювача 8. Цей сигнал наводить у осерді магнітний потік  $\Phi = I/R_m$ , де  $R_m$  - магнітний опір осердя,  $I$  - різницецький струм, отриманий при відніманні сигналів обмоток 3 та 4. Операційний підсилювач підключений по схемі релаксацийного генератора, на виході якого формуються двополярні прямокутні імпульси певного періоду  $T$ . Коли магнітний потік  $\Phi$  дорівнює нулю, тривалість імпульсів позитивної полярності дорівнює тривалості імпульсів негативної полярності і на виході пристрою формується сигнал певної частоти (це початкове значення час-

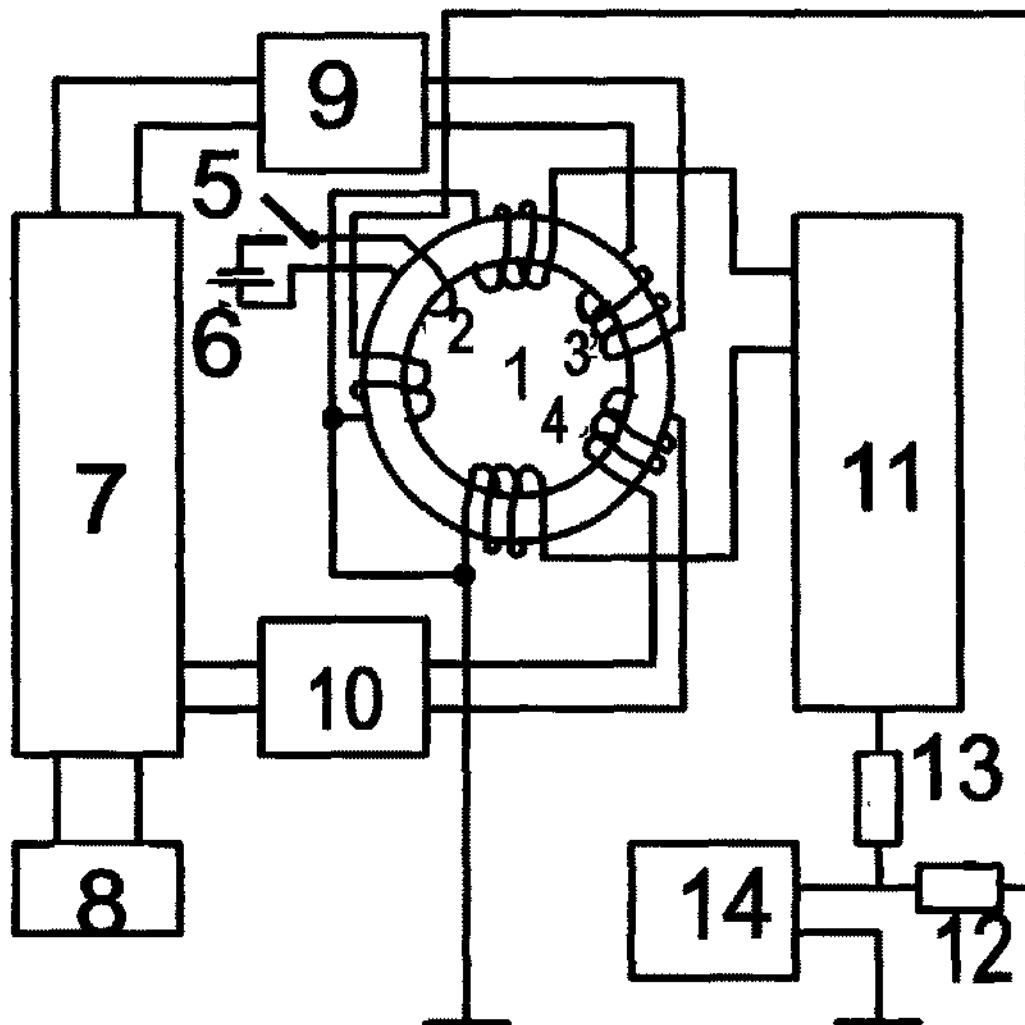
тоти приймається за нульове) Індикатор 14 показує нульове значення вологості. Якщо магнітний потік  $\Phi$  приймає значення, відмінне від нульового і пропорційне значенню ємності вимірювального перетворювача 8, то змінюється або скважність, або частота вихідних імпульсів в залежності від режиму роботи пристрою. Індикатор 14 показує відповідне значення вологості матеріалу.

Відповідно з потрібним режимом індикації вимірювань вологості змінним резистором 13 настроюється режим роботи пристрою. За допомогою резистора 13 можливо обирати або режим зміни скважності вихідних імпульсів, або режим зміни частоти вихідних імпульсів пристрою в залежності від зміни вологості матеріалу.

Проведені експерименти з метою перевірки принципу роботи пристрою, лінійності залежності

вихідного сигналу пристрою від ємності вимірювального перетворювача 8 та чутливості пристрою. Перевірено характер залежності середнього значення напруги на виході пристрою у режимі зміни скважності імпульсів вихідного сигналу від ємності вимірювального перетворювача 8 (фіг. 2) і характер залежності частоти вихідних імпульсів пристрою в режимі зміни частоти імпульсів вихідного сигналу від ємності вимірювального перетворювача 8 (фіг. 3).

Експерименти свідчать про високий рівень лінійності вихідної характеристики запропонованого пристрою на обох режимах вимірювань. Чутливість пристрою підвищилась в два рази порівняно з відомим пристроєм - прототипом.



Фіг. 1

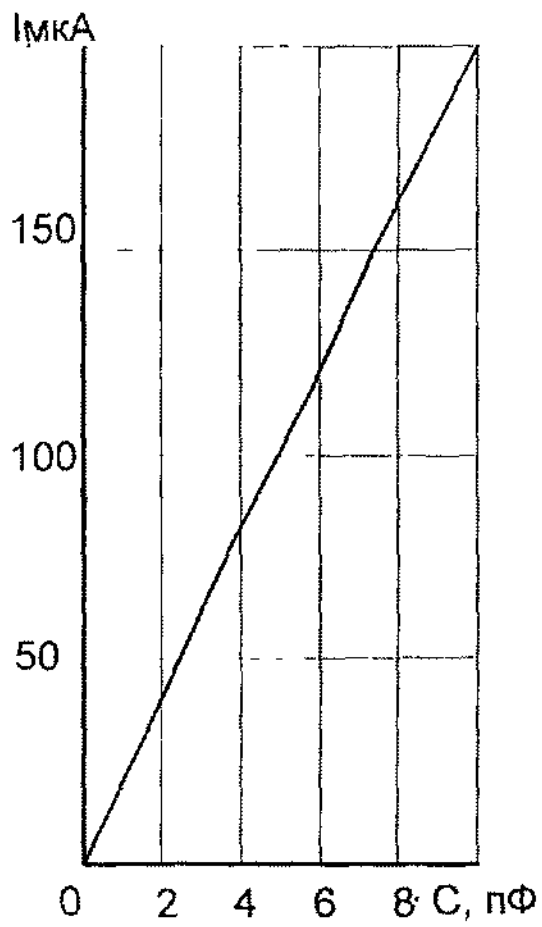


Fig. 2

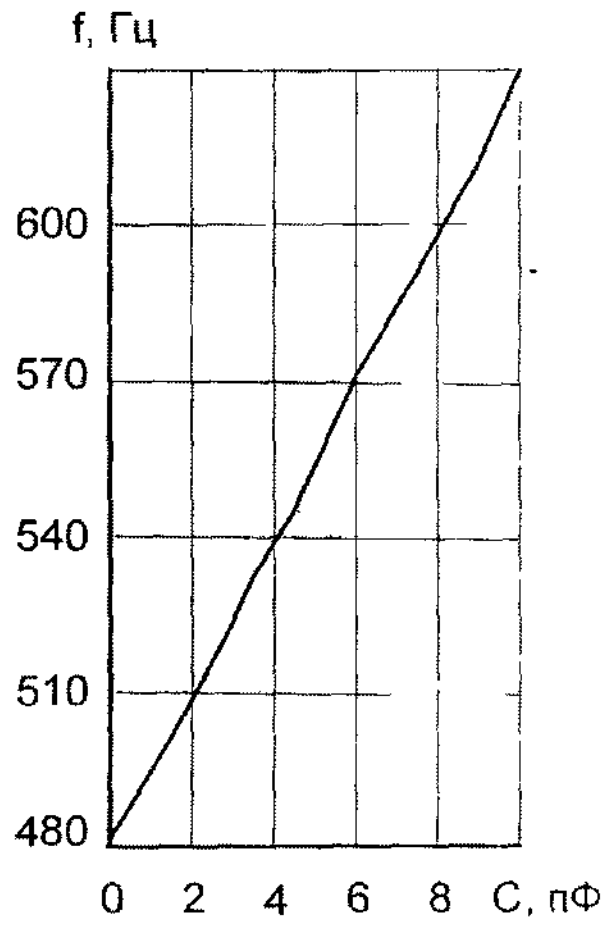


Fig. 3

Тираж 50 экз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»  
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101  
 (03122) 3-72-89 (03122) 2-57-03

