



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84682 (13) C2

(51) МПК (2006)

G01N 22/00

G01N 27/02

G01N 27/12

G01N 27/22

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЄМНОСТІ І ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТА ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ (ВАРІАНТИ)**

1

2

(21) а200500714

(22) 26.01.2005

(24) 25.11.2008

(46) 25.11.2008, Бюл.№ 22, 2008 р.

(72) ГРУШКА ІВАН ГРИГОРОВИЧ, UA, ГРУШКА
ЯРОСЛАВ ІВАНОВИЧ, UA(73) УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ
ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ, UA,
ГРУШКА ІВАН ГРИГОРОВИЧ, UA, ГРУШКА
ЯРОСЛАВ ІВАНОВИЧ, UA

(56) SU 1695209, 30.11.1991

SU 987492, 07.01.1983

RU 2167413, 20.05.2001

US 4092635, 30.05.1978

EP 0171133, 12.02.1986

GB 1373542, 13.11.1974

JP 6201634, 22.07.1994

(57) 1. Спосіб вимірювання електричної ємності та визначення вологості досліджуваного об'єкта, який полягає у вимірюванні за допомогою вимірювального пристрою електричної напруги на виході електричної схеми, що містить датчик, виконаний у вигляді електричних контактів, які занурені або щільно прилягають до досліджуваного об'єкта, визначенні температури, об'ємної маси та комплексного градієнтного параметра досліджуваного об'єкта, який **відрізняється** тим, що спочатку визначають контрольне значення електричної ємності контрольним приладом та визначають комплексний градієнтний параметр для вимірювання електричної ємності датчика із досліджуванним об'єктом за співвідношенням

$$K_c = C_0 / U_0, \text{ де}$$

C_0 - контрольне значення електричної ємності датчика із досліджуванним об'єктом при температурі t_0 і об'ємній масі матеріалу досліджуваного об'єкта $\rho_0 \approx 1$,

U_0 - контрольне значення напруги при температурі t_0 і об'ємній масі матеріалу досліджуваного об'єкта $\rho_0 \approx 1$,

при цьому нормоване значення температури t_0 приймають 0° або 20°C , а нормоване значення об'ємної маси градієнтної проби матеріалу досліджуваного об'єкта ρ_0 визначають при t_0 , визначають комплексний градієнтний параметр для вимірювання вологості досліджуваного об'єкта із співвідношення

$$K_w = W_0 / U_0, \text{ де}$$

W_0 - контрольне значення вологості досліджуваного об'єкта, визначене, наприклад, термостатно-ваговим методом при температурі t_0 і об'ємній масі матеріалу досліджуваного об'єкта $\rho_0 \approx 1$, після цього вимірюють електричну ємність датчика із досліджуванним об'єктом та визначають вологість досліджуваного об'єкта за формулами

$$C_i = K_i \cdot U_i,$$

$$W_i = K_w \cdot U_i, \text{ де}$$

U_i - поточне значення напруги на виході електричної схеми.

2. Пристрій для вимірювання електричної ємності та визначення вологості досліджуваного об'єкта, що містить джерело постійної стабільної напруги, змінний калібрувальний резистор для регулювання напруги на вході вимірювальної схеми пристрою, генератор прямокутних імпульсів, датчик із досліджуванним об'єктом, еталонну електричну ємність, механічний перемикач для підключення еталонної ємності або датчика, вольтметр, який **відрізняється** тим, що додатково містить автоматичний електронний ключовий комутатор, виконаний на двох транзисторах p-n-p і p-n-p типів провідності, бази яких з'єднані між собою та з'єднані з генератором прямокутних імпульсів, шунтуючий та обмежувальний резистори з'єднані із вольтметром і вибрані із забезпеченням лінійного зв'язку між вимірюваним та відображеним ним значенням, причому електрична схема виконана із можливістю вимірювання електричної ємності датчика із

(13) C2

(11) 84682

(19) UA

досліджуваним об'єктом як різниці між реактивною та активною складовими значень його опору.

3. Пристрій для вимірювання електричної ємності та визначення вологості досліджуваного об'єкта, що містить джерело постійної стабільної напруги, змінний калібрувальний резистор для регулювання напруги на вході вимірювальної схеми пристрою, генератор прямокутних імпульсів, датчик із досліджуваним об'єктом, еталонну електричну ємність, механічний перемикач для підключення еталонної ємності або датчика, вольтметр, який **відрізняється** тим, що додатково містить двополюсний електронний ключовий комутатор для автоматичної зміни полярності при підключенні датчика, виконаний на чотирьох транзисторах n - p - n і p - n - p типів провідності, бази транзисторів протилежних провідностей попарно з'єднані, інвертор, який відповідно з'єднаний із генератором прямокутних імпульсів, шунтуючий та обмежувальний резистори з'єднані із вольтметром і вибрані із забезпеченням лінійного зв'язку між вимірюваним та відображеним ним значенням, причому електрична схема виконана із можливістю вимірювання електричної ємності датчика із досліджуваним об'єктом як суми реактивної та активної складових значень його опору.

4. Пристрій для вимірювання електричної ємності та визначення вологості досліджуваного об'єкта, що містить джерело постійної стабільної напруги, змінний калібрувальний резистор для регулювання напруги на вході вимірювальної схеми пристрою, генератор прямокутних імпульсів, датчик із досліджуваним об'єктом, еталонну електричну ємність, механічний перемикач для підключення еталонної ємності або датчика, вольтметр, який **відрізняється** тим, що додатково містить автоматичний електронний ключовий комутатор у двох напрямках для перемикання режимів роботи датчика, виконаний на двох транзисторах n - p - n і p - n - p типів провідності, бази яких з'єднані між собою та з'єднані з генератором прямокутних імпульсів, а також двополюсний електронний ключовий комутатор для зміни полярності підключення датчика, виконаний на чотирьох транзисторах n - p - n і p - n - p

типів провідності, бази транзисторів протилежних провідностей попарно з'єднані, подільник частоти на два та інвертор, шунтуючий і обмежувальний резистори з'єднані із вольтметром та підключені до колектора транзистора p - n - p типу провідності, який з'єднаний з транзистором n - p - n типу провідності, та вибрані із забезпеченням лінійного зв'язку між вимірюваним та відображеним вольтметром значенням, причому вольтметр підключений до схеми через подільник опорів, а електрична схема виконана із можливістю вимірювання електричної ємності датчика із досліджуваним об'єктом як різниці реактивної та активної складових значень його опору.

5. Пристрій для вимірювання електричної ємності та визначення вологості досліджуваного об'єкта, що містить джерело постійної стабільної напруги, змінний калібрувальний резистор для регулювання напруги на вході вимірювальної схеми пристрою, генератор прямокутних імпульсів, датчик із досліджуваним об'єктом, еталонну електричну ємність, механічний перемикач для підключення еталонної ємності або датчика, вольтметр, який **відрізняється** тим, що додатково містить автоматичний електронний ключовий комутатор у двох напрямках для перемикання режимів роботи датчика, виконаний на двох транзисторах n - p - n і p - n - p типів провідності, бази яких з'єднані між собою та з'єднані з генератором прямокутних імпульсів, та двополюсний електронний ключовий комутатор для автоматичної зміни полярності підключення датчика, виконаний на чотирьох транзисторах n - p - n і p - n - p типів провідності із попарно об'єднаними базами транзисторів протилежних провідностей, подільник частоти на два, інвертор, а також шунтуючий і обмежувальний резистори, з'єднані із вольтметром та підключені до спільної точки двох транзисторів p - n - p типу провідності, вибрані із забезпеченням лінійного зв'язку між вимірюваним та відображеним вольтметром значенням, причому електрична схема виконана із можливістю вимірювання електричної ємності датчика із досліджуваним об'єктом як суми реактивної та активної складових значень його опору.

Винахід належить до галузі радіоелектроніки і, конкретно, до кондуктометричних способів і пристроїв вимірювання комплексної електропровідності, електричної ємності та вологості матеріалів і середовищ. Може використовуватись для розробки вимірювальної апаратури різного призначення, зокрема, для експресного вимірювання вологості ґрунту у польових умовах без відбору ґрунтових зразків і лабораторного аналізу їх (зважування, висушування, обсяжного обчислювання).

Відомий пристрій, призначений для вимірювання електричної ємності [1], який містить у собі перший і другий одновібратори, включені за схемою кільцевого автогенератора, вимірювальний і еталонний конденсатори, включені у RC-ланцюг першого і другого одновібратора, блок індикації. У пристрій уведеш перша і друга інтегруючі ланки, перший і другий резистори зворотного зв'язку, ви-

хід першої інтегруючої ланки з'єднаний через другий резистор зворотного зв'язку із загальним RC-ланцюгом другого одновібратора, вихід другої інтегруючої ланки з'єднаний через перший резистор зворотного зв'язку із загальною точкою RC-ланцюга першого одновібратора, блок індикації включений між виходами першої і другої інтегруючих ланок.

Цей пристрій практично не придатний для застосування у портативних переносних приладах вимірювання вологості матеріалів, і, зокрема, ґрунту, із кількох причин. Перш за все через те, що між вологістю і електричними параметрами (включаючи і електричну ємність), із використанням відомих способів і пристроїв їх вимірювання, об'єктивно існує не лінійний зв'язок. Виникає потреба лінеаризації цього зв'язку, що призводить до ускладнення вимірювальних схем і способу вимі-

рювання та збільшення, у зв'язку з цим, помилок вимірювань вологості.

Відомий також, використаний як прототип, спосіб визначення вологості сипучих матеріалів [2] і вимірювальні пристрої, в яких використано названий спосіб та датчики вологості [3, 4]. Вказаний спосіб полягає в тому, що перед визначенням вологості матеріалів спочатку визначають градувальний параметр матеріалу K , який характеризує інтегральні електричні його властивості, пов'язані з вологістю. Наприклад, для конкретного типу ґрунту на певній глибині цей параметр є нормованою характеристикою вимірювального пристрою.

На основі цього параметра K та одержаних за допомогою вимірювальних пристроїв комплексно-го опору, температури і об'ємної маси, було запропоновано нелінійну формулу розрахунку вологості різних типів ґрунтів.

В Українському науково-дослідному інституті (УкрНДГМІ) на базі вказаного способу розроблено простий, переносний портативний пристрій, так званий, вимірювач параметрів ґрунтів ВПГ-1 (ИПП-1) [5, 6].

В 1987 році Охтирський завод "Промзв'язок" Сумської області випустив дослідну партію приладів у кількості 200 комплектів для виробничих випробувань і дослідної експлуатації у різних районах колишнього СРСР. На основі матеріалів випробувань ВПГ-1 Центральна Методична комісія (ЦМК) Держкомгідромету СРСР у грудні 1988р. прийняла рішення про впровадження приладу в практичну діяльність окремих гідрометеорологічних станцій України, Молдови, Росії, Казахстану.

Разом із тим ЦМК рекомендувала розробнику приладу (УкрНДГМІ) зміцнити механічно датчик і застосувати цифрову індикацію у вимірювальному блоці ВПГ-1. Необхідність такого заходу диктувала практика використання ВПГ-1 сільським господарством та гідрометеорологічними станціями. Для широкого впровадження приладу конче необхідно було розширити експлуатаційні його можливості, спростити методику визначення вологості ґрунту, звести до мінімуму нескладні, але обсяжні і рутинні обчислення.

На початку таке завдання виявилось дуже складним через нелінійний зв'язок між вимірюваною електричною величиною і вологістю ґрунту, що змусило авторів ВПГ-1 шукати способів лінеаризації вказаного зв'язку двома підходами: за допомогою аналогового перетворювача та шляхом включення мікропроцесора у вимірювальний блок приладу для обчислення шуканої вологості. Обидва підходи призводили до ускладнення вимірювальної схеми і методики вимірювання. У першому випадку, через істотну нелінійність зв'язку електричних параметрів із вологістю ґрунту, не вдавалось додатковими технічними засобами лінеаризації одержувати необхідний лінійний зв'язок між ними на всьому діапазоні вимірювання. У другому випадку прилад виявився занадто складним для масового його застосування. Потрібно було врахувати, що основні користувачі ВПГ-1, як правило, недостатньо підготовлені для використання таких вимірювальних приладів. Оскільки включення у вимірювальний блок мікропроцесора, призвело до

необхідності застосувати також спеціальну клавіатуру. Тому для більшості споживачів, головним чином, в сільськогосподарському виробництві, це створило певний бар'єр в освоєнні техніки і методики вимірювань. Практичний досвід, набутий нами в останні роки, показав, що для масового споживача необхідно, щоб подібні прилади були гранично простими, оснащені максимум 2-3 перемикачами.

Поставлене завдання вдалось вирішити, згодом, за допомогою нового способу вимірювання електричних параметрів і пристроїв для його реалізації, які описані нижче.

Метою заявленого способу є вирішення таких завдань:

- одержання квазі лінійного зв'язку між вимірюваними електричними величинами ємністю і вологістю матеріалу (наприклад, ґрунту) на всьому діапазоні вимірювань (наприклад, від 4 до 60мм об'ємної вологості),

- спрощення методики вимірювань електричної величини і вдосконалення способу визначення вологості матеріалу з тим, щоб виключити рутинні обчислення електричної ємності та вологості матеріалів на основі даних вимірювань приладу.

Вирішення цих завдань, в комплексі, забезпечує підвищення точності вимірювання вологості матеріалів і середовищ.

Завданням розроблення запропонованих вимірювальних пристроїв є забезпечення індикації даних вимірювань на будь-якому індикаторі, в тому числі і на цифровому (наприклад, рідинно-кристалічному) у натуральному вигляді без застосування мікропроцесора.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі вимірювання ємності та вологості матеріалів і середовищ застосовано новий ключовий квазі лінійний перетворювач "ємність (вологість) - напруга". Принцип роботи чотирьох варіантів пристрою вимірювання вказаних об'єктів подано нижче.

Завдяки квазі лінійному зв'язку між електричною ємністю C (вологістю W) на вході перетворювача і постійній напрузі U на його виході спрощується процедура градуювання вимірювального пристрою і методика вимірювання вологості матеріалу. Це дає можливість градувати прилад в одиницях шуканої ємності (вологості) матеріалу прямо на табло вольтметра в натуральному вигляді і повністю обійтись без рутинних обчислень.

Градувальний параметр K (K') для кожного конкретного матеріалу (середовища), на противагу нелінійній формулі способу-прототипу [1], пропонується визначати на основі простого співвідношення (1):

$$K = C_0 / U_0 \text{ або } K' = W_0 / U_0, (1)$$

де C_0 - контрольне значення модуля електричної ємності датчика з матеріалом, одержаного за допомогою контрольного вимірювального пристрою при температурі $t = t_0$ і об'ємній масі (щільності) матеріалу $\rho_0 \approx 1$;

U_0 - контрольне значення напруги, одержаної за допомогою вимірювальних пристроїв, принципові електричні схеми яких подано на Фіг.1-4, при

температурі $t=t_0$ і об'ємній масі (щільності) матеріалу $\rho_0 \approx 1$;

W_0 - контрольне значення вологості матеріалу, визначене контрольним (наприклад, термостатно-ваговим) методом при температурі $t=t_0$ і об'ємній масі (щільності) матеріалу $\rho_0 \approx 1$;

t_0 - нормоване значення температури матеріалу (константа, що може мати значення 0° або 20°C);

ρ_0 - нормоване значення об'ємної маси граду йованої проби (об'єму) матеріалу при температурі $t=t_0$, г/см^3 .

Використовуючи дані вимірювань електричної напруги U_i на виході перетворювача "ємність (вологість) - напруга" за схемами на Фіг.1-4 ємність або вологість матеріалу (середовища) пропонується визначати за лінійними формулами:

$$C_i = K_i \cdot U_i \text{ або } W_i = K'_i \cdot U_i, \quad (2)$$

де C_i і W_i - електрична ємність і вологість матеріалу (середовища);

K_i , K'_i і U_i - мають ті ж значення, що й у формулі (1);

Суть запропонованого винаходу пояснюється принциповими електричними схемами, де зображені:

- на Фіг.1 - перший варіант заявленого пристрою для вимірювання електричної ємності матеріалів як різниці між реактивною і активною її складовими

- на Фіг.2 - другий варіант заявленого пристрою для вимірювання електричної ємності матеріалів у вигляді суми реактивної і активної її складових

- на Фіг.3 - третій варіант заявленого пристрою для вимірювання електричної ємності матеріалів як різниці між реактивною і активною її складовими.

- на Фіг.4. - четвертий варіант заявленого пристрою для вимірювання електричної ємності матеріалів у вигляді суми реактивної і активної її складових.

Заявлений спосіб і чотири варіанти пристрою вимірювання вологості та електричної ємності матеріалів і середовищ пропонується реалізувати наступним чином.

Спочатку за схемами на Фіг.1-4 слід поміряти електричну напругу датчика, зануреного в досліджуваний матеріал, прийнявши $K \approx 1$, та визначити вологість матеріалу W_t контрольним (наприклад, термостатно-ваговим методом). Потім потрібно визначити градувальний параметр K за формулою (1), який можна використати, в подальшому, при визначенні вологості даного конкретного матеріалу за формулою (2).

На Фіг.1 показано перший варіант заявленого пристрою для вимірювання електричної ємності матеріалів і середовищ як різниці між реактивною і активною її складовими. Він включає в себе джерело постійної стабільної напруги $+U_{ст}$, калібрувальний резистор R_0 , електронний перемикач у двох напрямках на двох транзисторах $T1$ і $T2$ n-p-n і p-n-p провідності, механічний перемикач Π у двох напрямках, генератор прямокутних імпульсів Γ , датчик D (занурений у досліджуваний матеріал), еталонну електричну ємність C_0 , і вольтметр V ,

підключений до схеми через подільник опорів $R1$ та $R2$. Перемикач Π необхідний для калібрування датчика за допомогою резистора R_0 у положенні 1 під час підключення еталонної електричної ємності C_0 та проведення вимірювання у положенні 2 при підключенні датчика D .

Другий варіант заявленого пристрою для вимірювання електричної ємності у вигляді суми реактивної і активної її складових показано на Фіг.2. Він містить: джерело постійної стабільної напруги $+U_{ст}$, калібрувальний резистор R_0 , двополюсний електронний перемикач полярності датчика, зібраний на чотирьох транзисторах $T1$, $T2$, $T3$ і $T4$ n-p-n і p-n-p провідності, механічний перемикач Π у двох напрямках, датчик D , занурений у досліджуваний матеріал, еталонну електричну ємність C_0 , генератор прямокутних імпульсів Γ і вольтметр V , підключений до схеми через подільник опорів $R1$ та $R2$.

На Фіг.3 представлено третій варіант заявленого пристрою для вимірювання електричної ємності матеріалів як різниці між реактивною і активною її складовими.

Він являє собою комбінацію першого і другого варіантів і включає в себе джерело постійної стабільної напруги $+U_{ст}$, калібрувальний резистор R_0 , електронний перемикач у двох напрямках на двох транзисторах $T1$ і $T2$ n-p-n і p-n-p провідності, двополюсний електронний перемикач полярності датчика, зібраний на чотирьох транзисторах $T3$, $T4$, $T5$ і $T6$, подільник частоти Π на 2, механічний перемикач Π у двох напрямках, датчик D , занурений у досліджуваний матеріал, еталонну електричну ємність C_0 , генератор прямокутних імпульсів Γ , інвертор 1 і вольтметр V , підключений до схеми через подільник опорів $R1$ та $R2$ аналогічно схемі на Фіг.1.

На Фіг.4 представлено четвертий варіант заявленого пристрою для вимірювання електричної ємності матеріалів у вигляді суми реактивної і активної її складових. Він включає в себе ті ж електронні елементи, що і третій варіант і відрізняється від нього тим, що вольтметр підключений аналогічно схемі на Фіг.2.

Заявлені чотири варіанти пристрою функціонують наступним чином.

Перший варіант заявленого пристрою для вимірювання електричної ємності матеріалів (Фіг.1) функціонує так: генератор Γ подає на бази транзисторів $T1$ і $T2$ із заданою частотою прямокутні імпульси. Це призводить до того, що перехід колектор-емітор транзисторів $T1$ і $T2$ почергово переходить із закритого стану у відкритий і навпаки, що забезпечує почергове підключення до одного із полюсів датчика або стабільної постійної напруги або вольтметра. В першому такті датчик заряджається напругою $+U_{ст}$, у другому такті він розряджається через резистор $R1$. Багаторазове повторення обох тактів в автоматичному режимі призводить до того, що на резисторі $R1$ виділяється постійна напруга, прямо пропорційна ємності або вологості (за виключенням втрат на активному опорі датчика), яку вимірює вольтметр. Поставивши перемикач діапазонів у положення 1 та підключивши еталонну ємність C_0 , можна прокалібрувати

датчик і, переключивши П у положення 2 та помірявши U, за формулою (2), одержати значення його електричної ємності С із врахуванням градуального параметра K_i або, із врахуванням параметра K'_i одержати значення вологості матеріалу W.

Якщо датчик із матеріалом представити у вигляді RC-ланки, то очевидно, що струм, який виділяється на резисторі R1, становитиме різницю між реактивною і активною складовою ємності датчика.

Другий варіант заявленого пристрою для вимірювання електричної ємності або вологості матеріалів (Фіг.2) функціонує так: прямокутні імпульси поступають одночасно на вхід пари транзисторів T1-T2 і T3-T4, тільки на вході T3-T4 ці імпульси матимуть протилежний знак завдяки інвертору І. В момент, коли на вхід пари транзисторів T1-T2 поступає додатний імпульс, тоді транзистор T1 відкритий, T2 - закритий, в той же час на вхід пари T3-T4 поступає від'ємний імпульс і T3 - закритий, а T4 - відкритий. Оскільки перемикач діапазонів знаходиться у положенні 2, то датчик одним полюсом (точка з'єднання T1-T2), буде підключений до додатного полюса джерела стабільної напруги, а протилежним полюсом до спільної точки транзисторів T2 і T4 (точка А), яка має від'ємний знак відносно протилежного полюса датчика. В наступний такт на входах пари транзисторів T1-T2 і T3-T4 імпульси змінять свій знак на протилежний, і, таким чином, ці транзистори будуть у такому стані: T1 - закритий, T2 - відкритий, T3 - відкритий, T4 - закритий. В цей момент уже протилежний полюс датчика (точка з'єднання T3-T4) буде підключений до $+U_{ст}$, а протилежний полюс датчика (точка з'єднання T1-T2) до точки з'єднання T2-T4 (точка А), тобто, до від'ємного полюса джерела живлення. Таким чином фактично через датчик проходить змінний струм. В той же час у точці А відносно нуля накопичується постійна напруга, яка залежить від співвідношення між опором датчика плюс опір відкритого переходу двох транзисторів із пар T1-T2 і T3-T4.

Напруга, поміряна вольтметром за схемою на Фіг.2, буде майже лінійно зв'язана як ємністю, так і з електропровідністю та вологістю.

Перевівши перемикач діапазонів П у положення 1, можна проградувати датчик і, перевівши П назад у положення 2, зняти показання приладу в одиницях ємності і вологості. При цьому електрична схема на фіг. 2 забезпечує вимірювання електричної ємності у вигляді суми реактивної і активної її складових.

Третій варіант заявленого пристрою для вимірювання електричної ємності матеріалів, представлений на Фіг.3, функціонує наступним чином. Електронний перемикач на T1 і T2 працює з частотою F, у той час як двополюсний електронний перемикач полярності датчика на транзисторах T3, T4, T5 і T6 завдяки подільнику частоти працює з удвічі меншою частотою (F:2). У першому такті, утвореним подільником частоти, коли датчик підключений одним полюсом до спільної точки T1 і T2

(додатного полюса батареї), а протилежним полюсом до від'ємного полюса батареї через точку А і резистор R3, він проходить два такти почергового підключення до $+U_{ст}$ і вольтметра. У другому такті, утвореним подільником частоти, коли датчик підключений протилежним полюсом до спільної точки T1 і T2, він знову проходить два такти почергового підключення до $+U_{ст}$ і вольтметра.

Через датчик Д проходить змінний струм. При цьому кожні два такти зміни полярності струму змінюється полярність підключення датчика. Це дає можливість зарядити датчик стабільною напругою $+U_{ст}$ і розрядити через R1 на вольтметр кожний раз при черговій зміні полярності датчика.

Вольтметр V, підключений до схеми через подільник опорів R1 і R2 аналогічно схемі на Фіг.1. Очевидно, що струм, який виділяється на резисторі R1, становитиме різницю між реактивною і активною складовою ємності датчика.

Четвертий варіант заявленого пристрою для вимірювання електричної ємності матеріалів представлено на Фіг.4. Він функціонує так само, як і третій варіант, представлений на Фіг.3, і відрізняється від нього тим, що вольтметр, підключений аналогічно схемі на Фіг.2. У зв'язку таким підключенням вольтметра забезпечується вимірювання електричної ємності датчика у вигляді суми реактивної і активної її складових.

Відповідний підбір R1, R2, R3 і C_0 на схемах (Фіг.1-4), може практично повністю лінеаризувати зв'язок між ємністю (вологістю) датчика і показаннями вольтметра. Тому прилад вдасться проградувати таким чином, що шукану величину ємності (вологості) можна прочитати прямо на табло цифрового або іншого вольтметра без додаткових обчислень.

Якщо застосувати комбінацію різних варіантів вимірювання (Фіг.1-4), то можна одержати значення окремо активної і окремо реактивної складової ємності датчика, поміщеного в досліджуване середовище. Це відкриває додаткові можливості для подальшого дослідження інших (крім ємності і вологості) властивостей різних матеріалів і середовищ (наприклад, щільності).

Джерела інформації

1. Заявка СРСР №07107172/02 від 06.05.1997, "Устройство измерения электрической емкости". G01R27/26.

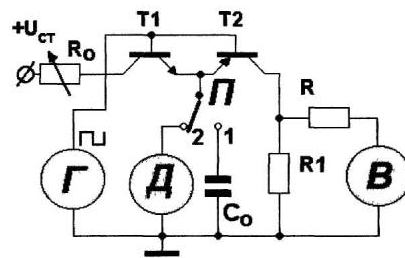
2. Авторське свідоцтво СРСР № 1695209 "Способ визначення вологості сипучих матеріалів". Заявка №4688675 від 5.05.1991. G01N27/02, 30.11.1991. Бюл. №44.

3. Патент України №27798, "Датчик вологості", G01N27/02, 16.10.2000. Бюл. №5.

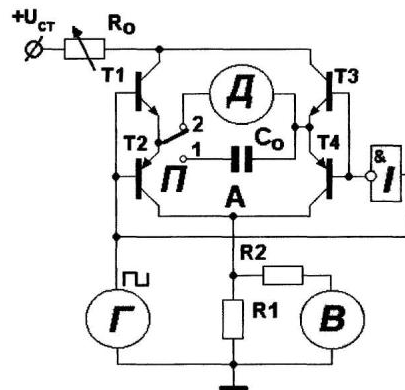
4. Заявка №2004031597 (№РСТ/UA2005/000009) від 02.03.2005 "Блок датчиків вологості та температури".

5. Грушка І.Г., Рубан М.А. О портативном почвенном влагомере ППВ-1. // Труды УкрНИГМИ. 1985, Вып.205, - С.96-105.

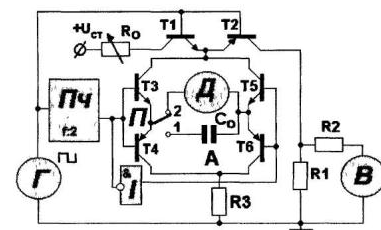
6. Грушка І.Г. О методике определения влажности почв с помощью прибора ИПП-1 // Труды УкрНИГМИ. - 1989. - Вып.234. - С.53-61.



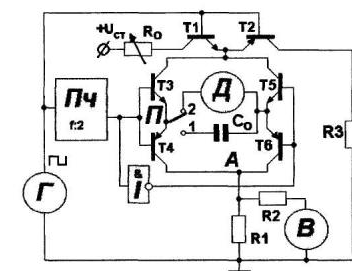
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3.



Фиг. 4.