



УКРАЇНА

(19) UA (11) 83183 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
G01N 27/02  
G01N 25/56  
G01N 33/24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

### (54) БЛОК ДАТЧИКІВ ВОЛОГОСТІ ТА ТЕМПЕРАТУРИ

1

(21) 2004031597  
(22) 04.03.2004  
(46) 25.06.2008, Бюл.№ 12, 2008 р.  
(72) ГРУШКА ІВАН ГРИГОРОВИЧ, UA, ГРУШКА  
ЯРОСЛАВ ІВАНОВИЧ, UA  
(73) УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ГІД-  
РОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ, UA, ГРУШКА  
ІВАН ГРИГОРОВИЧ, UA, ГРУШКА ЯРОСЛАВ ІВА-  
НОВИЧ, UA  
(56) UA 27798, 16.10.2000  
SU 949460, 07.08.1982  
RU 2019099, 15.09.1994  
US 4891574, 02.01.1990  
US 4068525, 17.11.1978  
GB 844217, 10.08.1960  
JP 6026898, 04.02.1994  
SU 549726, 05.03.1977  
(57)  
1. Блок датчиків вологості та температури, що міс-  
тить множину окремих датчиків, з'єднаних із вимі-  
рювальним пристроєм, який **відрізняється** тим,  
що він виконаний у вигляді суцільного моноблока  
на основі труби із ізоляційного матеріалу, а елект-  
ричні контактні пластини для вимірювання волого-  
сті датчиків та капсули із датчиками температури  
прикріплені до зовнішньої поверхні труби із ізоля-  
ційного матеріалу, причому кожна пара електрич-

2

них контактних пластин блока датчиків вологості і  
температури має окреме електропровідне з'єд-  
нання із вимірювальним пристроєм, а розташу-  
вання датчиків забезпечує можливість пошарового  
вимірювання вологості і температури субстрату із  
інтервалом 5-10см від поверхні до визначеної гли-  
бини, причому внутрішня порожнина труби запов-  
нена гідрофобним ізоляційним матеріалом, який  
захищає внутрішні електропровідні з'єднання дат-  
чиків від впливу вологи та агресивного розчину  
субстрату.

2. Блок датчиків за п. 1, який **відрізняється** тим,  
що датчики температури, розміщені у металевих  
капсулах та встановлені в одному з проміжків між  
датчиками вологості, які для однієї і тієї ж глибини  
з'єднані попарно через один у внутрішній порож-  
нині труби із утворенням лише двох пар ізолюва-  
них електропровідних з'єднань для кожної глиби-  
ни.

3. Блок датчиків за п. 1, який **відрізняється** тим,  
що він виконаний із можливістю встановлення у  
свердловину з гладкими стінками, пробурену об'-  
ємним буром, наприклад буром Скіпського.

4. Блок датчиків за п. 1, який **відрізняється** тим,  
що він виконаний із можливістю вимірювання во-  
логості і температури одразу після встановлення  
та підключення до вимірювального пристрою.

Винахід відноситься до вимірювальної техніки,  
а саме, до датчиків вологості і температури. Може  
використовуватись у дистанційних та автоматизо-  
ваних пристроях вимірювання вологості матеріалів  
і середовищ (наприклад, ґрунту). Призначений,  
насамперед, для забезпечення потреб сільського  
господарства, агро- і гідрометеорологічних станцій  
і постів, будівництва, геології, транспорту та інших  
галузей народного господарства в достовірній ін-  
формації про вологість ґрунту.

Відомий датчик електричного опору [1], при-  
значений для контролю вологості ґрунту, який се-  
рійно випускає корпорація Sutron (США). Конструк-  
тивно він виконаний у формі циліндра, керамічна

стінка якого є напівпроникною (пропускає тільки  
воду). В середині циліндра знаходяться два ізо-  
льовані електричні контакти в речовині, що здатна  
відбирати (всмоктувати) вологу з ґрунту. Коли вну-  
трішня всмоктувальна сила датчика більша ніж  
ґрунту він вбирає воду, і, навпаки, віддає воду,  
коли смоктальна сила ґрунту більша. Діапазон  
осмотичних сил знаходиться у межах від 10 до 200  
сантибар, а вимірюваний електричний опір -у ме-  
жах від 500 до 30000Ом. Величина цих параметрів  
залежить від вологості ґрунту. Датчик сертифіко-  
вано Міжнародною організацією із стандартизації.

Основним недоліком цього датчика є велика  
його інерційність. Окрім того, він - сорбційний

(13) C2

(11) 83183

(19) UA

(усмоктоющий), а це означає, що сорбційна здатність його з часом може змінюватись, а з нею і його градувальні параметри. Адже ґрунт - не інертне, а активне середовище. Активність, а подекуди і агресивний характер цього середовища може призвести до того, що внутрішній наповнювач датчика почне хімічно взаємодіяти з фунтом. Це, в свою чергу, призводить до змін його електричних градувальних параметрів.

Разом з тим виникають певні труднощі, обумовлені конструкцією датчика і пов'язані з його встановленням на окремих полях. Для встановлення таких датчиків на полях іншого підходу поки що не знайдено, як ручним способом викопувати шурфи і встановлювати їх точно на глибинах 10, 20, 30, ... 100, ... 150 см.

Відомі датчики вологості [2, 3], призначені для використання у переносних пристроях для вимірювання вологості пористих і сипучих матеріалів, зокрема, ґрунту. Сутність цих датчиків полягає в тому, що вони містять два ізольовані електроди, з'єднані з вимірювальним пристроєм, один із яких має на кінці направляючий зубець у площині перпендикулярній напрямку занурення датчика у досліджуване середовище.

У першому випадку [2] два ізольовані електроди виконані у вигляді двох напівгвинтів, які скріплені між собою ізолятором, і утворюють разом цілий гвинт.

У другому випадку [3] один (несучий) електрод виконаний у вигляді суцільного порожнього конусного гвинта. Його міхвиткова поверхня містить електричне ізолювання від поверхні електроди, з'єднані між собою загальним провідником, розташованим у порожнині гвинта-електрода, утворюючи, таким чином, другий електрод, причому внутрішня порожнина конусного гвинта-електрода заповнена гідрофобним ізоляційним матеріалом.

В Українському науково-дослідному інституті (УкрНДГМІ) на базі другого датчика [3] розроблено цифровий, переносний портативний вимірювач вологості і температури ґрунтів ВПГ-4ц, який за метрологічними показниками перевищив всі відомі ґрунтові вологоміри.

На противагу датчику корпорації Sutron [1] датчики [2] і [3] не інерційні. Вони дозволяють миттєво одержувати дані про вологість матеріалів і середовищ.

Однак обидва вони не призначені для використання у дистанційних і автоматизованих пристроях вимірювання вологості, які, в першу чергу, необхідні для створення автоматизованих систем моніторингу вологості і температури ґрунтів. Вони призначені тільки для переносних портативних приладів.

Метою винаходу є розроблення (на основі датчиків [2] і [3]) малоінерційного стаціонарного датчика вологості для використання його в дистанційних і автоматизованих пристроях вимірювання вологості матеріалів і середовищ.

Вирішення поставленого завдання ускладнювалось ще й тим, що при дистанційному чи автоматизованому контролі вологість і температуру матеріалів і середовищ, зокрема ґрунту, необхідно вимірювати не в одній окремій точці, а по всьому

середовищі. Наприклад, вологість і температуру ґрунту, згідно з існуючими методиками, необхідно контролювати від поверхні до глибини 100-150 см через кожні 10 см.

Поставлена задача вирішується тим, що у пристрої датчика застосовано не два парних контакти датчиків вологості і температури, а багато спарених контактів, об'єднаних у спільному блоці. Контакти датчиків закріплені на поверхні пластмасової труби, з'єднані в середині неї і приєднані до розетки-з'єднувача таким чином, що кожна пара контактів дає змогу виміряти вологість і температуру в шарі матеріалу (ґрунту) висотою 5-10 см. Такий блок датчиків можна виготовляти для різних глибин від поверхні до глибини 150 см і більше. Для його встановлення у ґрунт можна використовувати об'ємні бури типу бура Скіпського без викопування шурфів. Блок датчиків легко вставити у круглу свердловину, пробурену цим буром.

Такий блок датчиків вологості ґрунту (або іншого субстрату) має ще і ту перевагу перед аналогом, що поряд із датчиками вологості для різних глибин, можна встановити металеві капсули з датчиками температури і синхронно міряти не тільки вологість, але й температуру. В якості датчиків температури можна використати мініатюрні терморезистори, тріоди, діоди та інші напівпровідники.

Пропонований блок датчиків вологості і температури має такі переваги перед іншими датчиками:

1. Вимірювання вологості і температури можна починати зразу після встановлення блоку датчиків у ґрунт, а не чекати 2-3 тижні поки ґрунт хоч трохи ущільниться після копання шурфу і утвориться кращий контакт між датчиками і ґрунтом.

2. Застосування об'ємного бура Скіпського дозволяє створювати гладку поверхню стінок свердловини, що дуже важливо для забезпечення надійного контакту блоку датчиків і ґрунту.

3. Точна установка всіх датчиків на необхідну глибину. При використанні датчиків типу корпорації Sutron (США) точно контролювати глибину їх установки, практично, важко.

4. Така конструкція блоку датчиків є найбільш придатною для його застосування у дистанційних і автоматизованих пристроях, призначених для моніторингу вологості і температури, оскільки всі датчики мають окремий вихід до вимірювального (чи передавального) пристрою.

Суть винаходу пояснюється фігурою 1, де зображено блок датчиків вологості і температури у зборі. Для виготовлення такого блоку можна використати тверду пластмасову (наприклад, капроланову) трубу 3 із зовнішнім діаметром 24-40 мм і більше, та довжиною, приблизно, 120 см. При цьому контроль параметрів ґрунту можна здійснювати від поверхні до метрової глибини. Для виготовлення блоку датчиків для глибини 150 см довжину труби необхідно збільшити до 170 см. Приблизно 20 см такої труби, яка повинна бути вище поверхні ґрунту, не використовується. На решті поверхні труби закріплюють тонкі пластини 4 із неіржавіючого металу (наприклад, сталі). Висота пластин 9-9,5 см, ширина - залежить від кількості пластин, що

призначені для вимірювання вологості на одній і тій же глибині. Для діаметру труби 24мм і чотирьох пластин на одній і тій же глибині рекомендуємо вибирати ширину пластин у межах 9-10мм. У цьому випадку пластини для однієї і тієї ж глибини з'єднують електропроводом попарно через одну у внутрішній порожнині труби таким чином, щоб утворились лише дві пари ізольованих провідників для кожної глибини.

В одному із чотирьох проміжків між пластинами встановлюють металеву капсулу, в яку перед тим поміщають датчик електротермометра. Глибину установки кожного датчика температури контролюють від верхнього краю перших чотирьох пластин, який має співпадати з поверхнею ґрунту. Кількість таких капсул і глибину встановлення кожної з них окремо визначають умови експлуатації блока на фігурі 1. Коли необхідно вимірювати температуру поверхні ґунту і на глибинах 3, 5, 10, 15, 20 і т. д. см, то першу капсулу з датчиками температури встановлюють на рівні верхнього краю перших чотирьох пластин, другу капсулу на відстані 3 см від першої капсули, а решту - на відстані 5, 10, 15, 20 і т. д. см від першої капсули.

Можливість здійснення винаходу можна підтвердити на основі досліджень УкрНДГМІ, які показали, що опір між парою контактів запропонованого блоку датчиків для повністю насиченого вологою ґрунту становив 50 Ом, а для сухого - безмежність, в той же час електрична ємність коливалась від кількох десятків пікофарад (для сухого ґунту) до 20-30 мікрофарад (для перезволоженого ґунту). Існує також багато датчиків температури з подібною амплітудою зміни електричного опору при різних температурах.

Таким чином, запропонований блок датчиків може застосовуватись у дистанційних вимірювальних пристроях, оскільки 1км багатожильного кабелю має опір всього 90-140 Ом, а ємність - до десятка нанофарад. Тим більше, що опір і ємність всіх жил кабелю легко компенсувати, залишивши вільними 1-2 жили і застосувавши відомі електричні компенсаційні схеми.

Щодо автоматизованих вимірювальних систем із застосуванням радіо, або 2-3 жильного кабелю, то тут відстань між датчиками і приймально-передавальними пристроями не більше 5-10м, а тому ємністю чи опором з'єднувальних провідників можна нехтувати.

На фігурі 1 показано зібрані у спільному моноблоці датчики для вимірювання вологості і температури на глибинах 10, 20, ... 100, ... 150 см і більше. У цьому випадку висота металевої пластини-контакту датчика вологості може становити 9-9,5см. Діаметр капсули з датчиком температури завжди менший 5мм, тому її можна встановити у проміжку між двома електричними контактами да-

чика вологості для заданої глибини. Ширина пластин датчика вологості і їх кількість на зовнішній поверхні пластмасової труби мають бути такими, щоб вони могли забезпечити його максимальну чутливість до вологості. Прийнятні результати можна одержати тоді, коли їх кількість становитиме 4 або 6, а відстань між пластинами по горизонталі знаходиться у межах 0,7-1 сантиметра. В цьому випадку вони мають бути об'єднані в середині пластмасової труби через одну в 2 пари контактів для кожної окремої глибини вимірювання. Кожні пари спільних електродів датчиків вологості і температури за допомогою провідників мають бути приєднані до своєї пари контактів розетки. При цьому одна із пар контактів для всіх глибин може бути об'єднана одним спільним провідником, однак інші пари контактів повинні мати окремі виходи на розетку.

Внутрішня порожнина пластмасової труби повинна бути заповнена гідрофобним ізоляційним матеріалом, наприклад, парафіном, солідолом, тощо.

Для установки блоку датчиків вологості і температури у ґрунт (або інший субстрат) спочатку в ньому проробляють отвір об'ємним буром (наприклад, буром Скіпського) на 3-5см глибший, ніж відстань від верхнього краю першої пари контактів датчиків вологості до кінця пластмасової труби (Фіг.1). Діаметр бурового стакану повинен точно співпадати з діаметром блоку датчиків, для чого діаметр пластмасової труби при виготовленні згаданого блоку вибирають за діаметром бурового стакану.

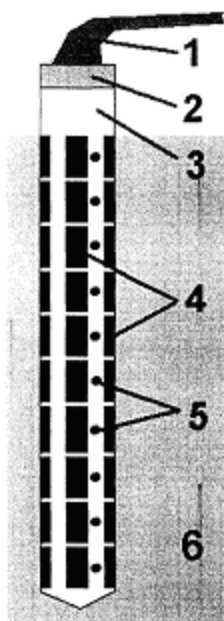
Потім в отвір свердловини бура Скіпського, з гладкою поверхнею стінок, вставляють блок датчиків таким чином, щоб верхній край першої пари контактів блоку датчиків вологості точно співпадав з поверхнею ґрунту. Далі до блоку датчиків за допомогою розетки-з'єднувача 2 (Фіг.1) приєднують один кінець кабелю, а протилежний його кінець за допомогою аналогічної розетки-з'єднувача - до вимірювального пристрою. Для дистанційного оперативного контролю вологості і температури у різних шарах ґрунту необхідно, щоб вимірювальний пристрій мав відповідний перемикач діапазонів. При автоматизованому контролі опитування датчиків і передача інформації в ПЕОМ відбувається автоматично.

Джерела інформації:

1. Soil Moisture Sensor. CMA Instrument Catalogue. Instrument Information Sheet. 2000.

2. Патент України №239, G01N25/56. Датчик вологості ґрунтів. (автори Грушка І. Г., Рубан М.О.). Бюл. №1, 30.04.1993.

3. Патент України №27798, G01N27/02. Датчик вологості. (автори: Грушка І. Г., Криворучко І. П., Грушка Г. Г. та інші). Бюл. №5, 16.10.2000.



Фиг.1