

Радіоелектронні пристрої для вимірювання вологості

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості використання радіоелектронних пристроїв для вимірювання вологості.

Ключові слова: радіоелектронний пристрій, вимірювання, датчик, вологість.

Abstract

The use features of radioelectronic devices for measuring a humidity consider.

Keywords: radioelectronic device, measuring, sensor, humidity.

Вміст води у ґрунті не залишається постійним. Він змінюється у часі та у просторі в залежності від метеорологічних умов, типу ґрунту, рельєфу, виду та віку рослин та ін.

Основним методом визначення вологості ґрунту є термостатно-ваговий, що прийнятий як еталон для оцінки інших методів. Найбільше поширення має метод висушування, який полягає у визначенні ваги зразка випробовуваного матеріалу до, і в процесі його сушіння, здійснюється зазвичай при температурі 105 °С. Сушіння зазвичай виконується в сушильних шафах, застосовують також інфрачервоне нагрівання і сушіння у вакуумі. Однак для методу висушування необхідний відбір проб з досліджуваної конструкції, пов'язаний з небажаним частковим її руйнуванням і неможливістю повторення вимірювань в тому ж місці. В органічних матеріалах разом зі зменшенням гігроскопічної води відбувається втрата летючих речовин, а також окислення і пов'язане з цим поглинання кисню повітря. В деяких матеріалах утворюється водонепроникна кірка, яка перешкоджає повному видаленню води; результати визначення вологості залежать від тривалості сушіння, від температури і тиску, при яких велося сушіння, від виносу пилу і дрібних частинок зразка [1].

Це дозволяє вилучити з ґрунту всю воду. На основі різниці мас проб до і після висушування розраховують вологість ґрунту.

Описаний метод визначення вологості ґрунту потребує багато часу та сил, цей метод є вже застарілим. Розроблюють різноманітні непрямі методи. Їх поділяють на три основні групи:

- омічний метод, який оснований на вимірюванні електричного опору ґрунту;
- тензометричний метод вимірювання капілярного натягу ґрунтової води;
- нейтронний метод вимірювання ступеню ослаблення інтенсивності гамма-променів.

Розроблений також метод дистанційного визначення запасів продуктивної води у орному шарі ґрунту радіометричним вологоміром. Принцип роботи приладу заснований на вимірюванні радіотеплового випромінювання ґрунту, яке залежить від вологості ґрунту [2].

Метод радіохвильового просвічування заснований на вимірі загасання радіохвиль, що пройшли через шар вологого матеріалу. Для цього застосовуються клістронні генератори електромагнітних коливань, випромінюючі хвилі довжиною 0,5-5 см.

Радіометричні методи засновані на визначенні ослаблення гамма-випромінювання при проходженні через об'єкт вимірювання в залежності від вологості або на визначенні уповільнення швидких нейтронів атомами водню, що містяться у вологому матеріалі.

Сутність методу ядерного магнітного резонансу полягає в тому, що при строго певній частоті змінного магнітного поля, в якому розміщений досліджуваний зразок, виникає ядерний магнітний (протонний) резонанс, який характеризується появою додаткових втрат в ланцюзі живлення котушок, що створюють магнітне поле. Величина втрат прямо пропорційна числу ядер водню (протонів), що знаходяться в обсязі досліджуваного матеріалу, іншими словами, величина втрат пропорційна вологовмісту і не залежить від хімічного складу та структури матеріалу. Метод ядерного магнітного резонансу використовується в лабораторних умовах [3].

Відомі датчики, в яких електроди містять не в безпосередньо досліджуваній матеріал, а в деяке проміжне середовище, що має більш стабільну залежність опору від вологості. Для вимірювання опору зазвичай використовується схема приладу або мостова схема. За методом електропровідності визначається концентрація електролітів, залежна як від вологості, так і від складу солей в матеріалі. Зважаючи на мінливості сольового складу метод електропровідності дає значні похибки [4].

Датчики вологості засновані на вимірюванні опору між контактами-щупами, поміщається в контрольоване середовище (наприклад в ґрунт). У пропонуваній схемі управління навантаженням здійснюється за допомогою генератора частоти звукового діапазону, котушка якого заривається в ґрунт. Прилад реагує на поширення звукових хвиль у вологому і сухому середовищі.

Вологий ґрунт зробить роботу генератора неможливою – відбувається зменшення амплітуди і припинення коливань. За величиною поглинання енергії в котушці визначається ступінь вологості ґрунту. Індуктивний контроль стану ґрунту в порівнянні з ємнісним методом і методом вимірювання електричного опору дозволяє оперативно реагувати на зміну вологості навколо котушки. Опір ґрунту постійному струму між двома щупами-датчиками змінюється поступово.

Оптимальна глибина занурення котушки становить 45-55 см.

На ряду з вимірюванням вологості ґрунту такі датчики можуть використовуватись також для вимірювання вологості твердих побутових відходів, яка суттєво впливає на вибір шляху подальшого поводження з ними [5-10].

На рис. 1 показана електрична схема датчика вологості ґрунту [11].

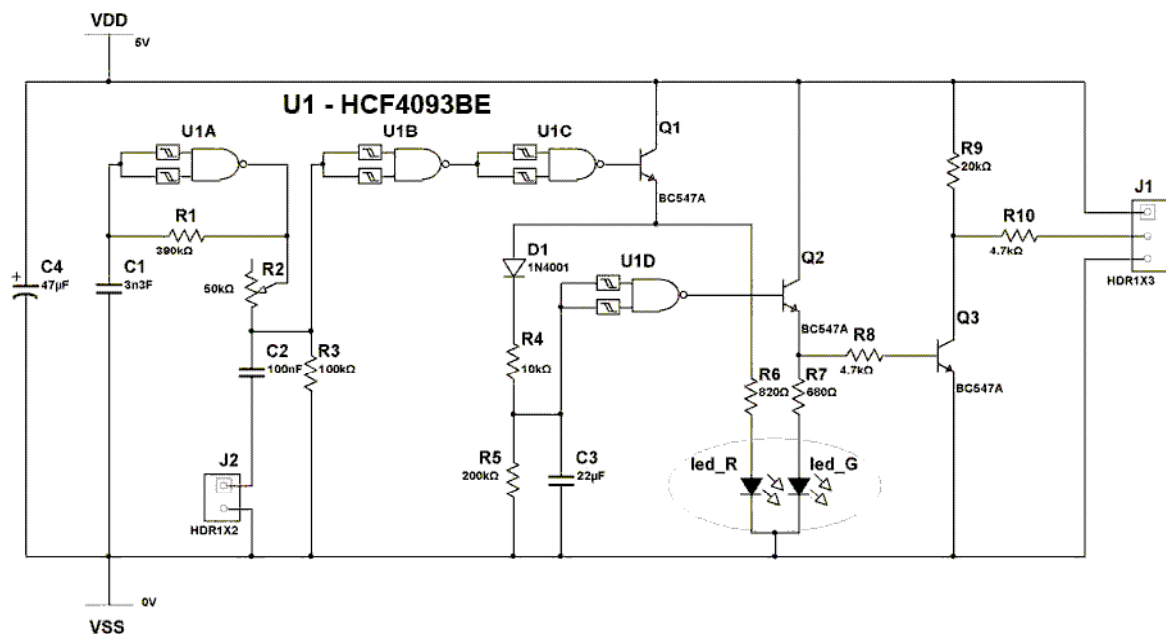


Рис. 1. Електрична схема датчика вологості ґрунту

Датчик живиться від джерела напруги 5...12 В і має один дискретний вихід. Вихід містить високий потенціал «1», якщо вологість ґрунту впала нижче заданої і низький потенціал «0», якщо вологість ґрунту вище заданої. Датчик має деяку інерцію і властивість гістерезису для виключення випадкових перемикачів в момент, коли вологість ґрунту дуже близька до заданої.

Для індикації стану датчик використовує здвоєний червоно-зелений світлодіод змінює колір світіння. Зелений – вологість вище заданої. Червоний – вологість нижче заданої. В процесі просихання ґрунту колір світлодіода буде плавно змінюється з зеленого на жовтий і при досягненні заданого порогу відбудеться перемикач на червоне.

В якості сенсора використовується два електроди поглиблені в ґрунт на глибину вимірювання.

Принцип роботи схеми наступний. На елементі U1A зібраний генератор прямокутних імпульсів з частотою 1 КГц. Через підлаштування резистора R2 імпульси надходять на вхід U1B, причому амплітуда імпульсів буде залежати від вологості ґрунту, яка буде шунтувати сигнал через конденсатор C2. Крім того, імпульси, що надходять будуть мати вже не прямокутну, а швидше пилкоподібну форму через згладжування конденсатором C2. У результаті на виході U1C вийдуть

прямокутні імпульси з шпаруватістю, яка залежить від вологості ґрунту. Ці імпульси перетворюються в постійну напругу (D1, C3), яка надходить на вхід U1D. При цьому конденсатор C3 визначає інерційність схеми і забезпечує захист від перешкод, а завдяки гістерезисним властивостям входів U1, забезпечується невеликий діапазон між перемиканнями вихідного сигналу. Транзистор Q3 інвертується із узгоджувальною ланкою виконавчої схеми.

Правильно зібраний датчик налаштувань не потребує. Регулювання рівня порогового значення вологості проводиться при підключених контактах сенсора, занурених у политий ґрунт з необхідною вологістю. Підлаштувальний резистор R2 слід встановити в положення, коли горить зелена частина світлодіода, а червона частина починає злегка світитися.

Конструктивно датчик виконаний на односторонній друкованій платі розміром 32 × 36 мм і може керувати системою автоматичного поливу рослин при досягненні критично низького значення вологості ґрунту.

Таким чином, радіоелектронні пристрої для вимірювання вологості ґрунту дозволяють підвищити урожайність сільськогосподарських культур, зменшити витрати на їхній полив, знижуючи в цілому собівартість сільськогосподарської продукції рослинного походження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дробица В. С. Измерители влажности материалов / В. С. Дробица // В помощь радиолюбителю. – 1975. – № 50. – С. 39-54.
2. Лыков А. В. Теоретические основы строительной теплофизики / А. В. Лыков. – Минск, 1991. – 520 с.
3. Берлинер М. А. Электрические методы и приборы для измерения и регулирования влажности / М. А. Берлинер. – М.-Л. : Госэнергоиздат, 1990. – 237 с.
4. Лапшин А. А. Электрические влагомеры / А. А. Лапшин. – М.-Л. : Госэнергоиздат, 1990. – 114 с.
5. Березюк О. В. Шляхи підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів у сміттєвозах / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – № 1. – С. 111-114.
6. Березюк О. В. Розробка математичної моделі прогнозування питомого потенціалу звалищного газу / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 2. – С. 39-42.
7. Березюк О. В. Підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів за рахунок видалення вологи / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Тези доповідей XVIII міжнародної науково-практичної конференції, Ч.ІІІ (12-14 травня 2010 р., Харків) / за ред. проф. Товажнянського Л. Л. – Харків, НТУ «ХП». – С. 209.
8. Рижий В. К. Утилізація твердих побутових відходів на наявних комунальних ТЕЦ / В. К. Рижий, Т. І. Римар, І. Л. Тимофеев // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – № 712 : Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація. – С. 17-22.
9. Патент України № 109036 U, МПК(2016.01) B65F 3/00. Гідропривід зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / Березюк О. В.; власник патенту Березюк О. В. – u201601154; Заявл. 11.02.2016. Одерж. 10.08.2016, Бюл. № 15.
10. Березюк О. В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
11. Датчик влажности почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://mikroshema.com/radiokot-datchik-vlazhnosti-rochvy/>.

Ольга Сергіївна Полуденко — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rtt13b.poludenko@gmail.com;

Ганна Леонідівна Антонюк — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com;

Олег Володимирович Березюк — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: berezyukoleg@yandex.ru

Ol'ga S. Poludenko — Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rtt13b.poludenko@gmail.com;

Hanna L. Antoniuk — Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: annaantonuik@gmail.com;

Oleg V. Bereziuk — Cand. Sc. (Eng), Associated Professor, Associated Professor of the Chair Security of Life, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@yandex.ru