

міки формування поверхні проплаву на основі цієї математичної моделі добре узгоджуються з експериментальними даними і свідчать про фрактальний характер формування поверхні проплаву.

1. J.M. Poate, J.W. Mayer. *Laser annealing of semiconductors*. Academic Press, NY, 1982.
2. A.M. Prokhorov, A.Yu. Bonchik, S.G. Kiyak, A.A. Manenkov, G.N. Mikhailova, A.V. Pokhmurskaja, A.S. Seferov, I. Ursu, V. Craciun, I.N. Mihailescu. *Laser solid-phase doping of semiconductors // Applied Surface Science*, 1989, Vol. 43, P.340–345.
3. A. Pokhmurska, O. Bonchik, S. Kiyak, G. Savitski, A. Gloskovski. *Laser doping in Si, InP, and GaAs // Applied Surface Science*, 2000, Vol. 154-155, P.712–715.
4. A.Yu. Bonchik, B.J. Datsko, V.I. Demchuk, S.G. Kiyak, I.P. Palyvoda, A.F. Shnyr. *Melt instabilities on semiconductor surfaces induced by laser radiation // Semiconductor Physics, Quantum electronics & Optoelectronics*, 2000, Vol. 3, N 3, P.311–315.
5. С. Кияк, А. Бончик, В. Гафійчук, А. Южанин, И. Тислюк, А. Похмурская. *Формирование периодических структур на поверхности полупроводников под действием лазерного излучения // Изв. АН СССР, Сер. физическая*, 1988, т. 52, N 11. – С. 2276–2281.
6. V. Gafiychuk, A. Shnyr, B. Datsko. *Interface dynamics equations: their properties and computer simulation*. Information on <http://www.lanl.gov/nlin.AO/0011021>, 2000.
7. Гафійчук В.В., Лубашевский И.А. *Нелокальная динамика формирования дендритных структур // Химическая физика*, 1988, Т.7, №9, С.1274-1281.
8. Гафійчук В.В., Лубашевский И.А. *Анализ динамики поверхностей раздела фаз в квазистационарной задаче Стефана // Журн. вычисл. матем. и математич. физики*, 1989, Т.29, №9. – С. 1331–1345.
9. V.V. Gafiychuk, I.A. Lubashevskii, V.V. Osipov. *Dynamics of surface structures in systems with a free boundary*. Naukova Dumka, Kiev, 1990.
10. V.V. Gafiychuk, I.A. Lubashevskii. *Nonlinear theory and modeling of free boundary problems arising in distributed media*. VNTL Publishers, 2001.

УДК 621.382

О. Готра¹, О. Бойко¹, І. Гельжинський²

¹Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

²Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних приладів

МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ ВИМІРЮВАЧ ВОЛОГОСТІ

© Готра О., Бойко О., Гельжинський І., 2006

Запропоновано структурну схему мікроелектронного вимірювача вологості на основі ємнісного первинного перетворювача вологості.

The structural scheme of microelectronic humidity measuring device on the base of humidity sensors are propose.

Одним з найважливіших показників технологічних процесів у хімічній, текстильній, металургійній та інших галузях промисловості є вологість газів, твердих і сипких матеріалів [1]. У сільському господарстві вологість є основним показником під час заготівлі зерна і кормових матеріалів.

Розроблення приладів вологості з підвищеними технічними і метрологічними характеристиками на мікропроцесорній елементній базі є актуальним завданням.

Основним елементом приладів вимірювання вологості є первинний перетворювач вологості. Поширеного застосування набув ємнісний первинний перетворювач, що базується на залежності діелектричних властивостей матеріалу від вологості. Для вимірювання вологості газів найефективніше використовувати первинний перетворювач, який містить діелектричну підкладку з двома

електродами та шаром вологочутливого матеріалу між ними [2]. За наявності в середовищі вологи молекули води проникають у шар вологочутливого матеріалу первинного перетворювача, що призводить до зміни його діелектричних властивостей і площі електродів. Зміна ємності первинного перетворювача описується виразом

$$\Delta C = \frac{0,0885 \cdot \varepsilon \cdot S(\theta)}{d(\theta)},$$

де ε – діелектрична стала; $S(\theta)$ – залежність площі первинного перетворювача від вологості; $d(\theta)$ – залежність товщини сенсора від вологості.

Типова залежність ємності від вологості для такого первинного перетворювача показана на рис. 1 [3].

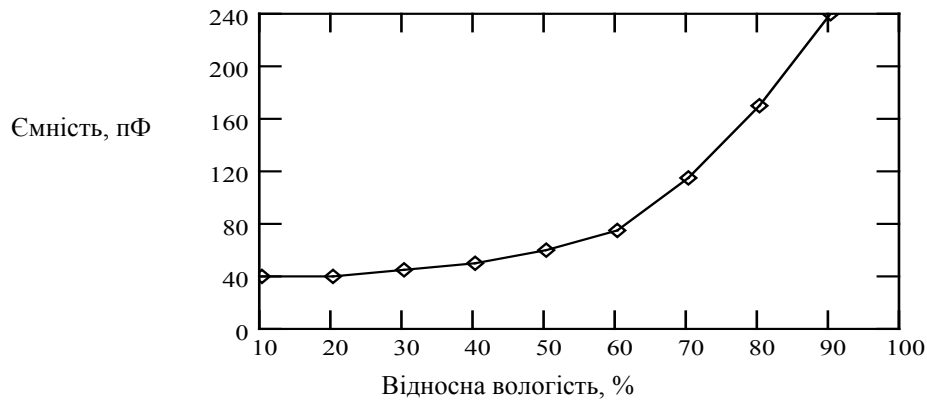


Рис. 1. Залежність ємності від відносної вологості

Оскільки наведена залежність є нелінійною, то необхідно провести лінеаризацію загальної функції перетворення вимірювача вологості. Для цього доцільно використовувати мікропроцесор.

На рис. 2 зображено структурну схему мікропроцесорного вимірювача вологості, яка складається з мікропроцесора МП, стабілізатора зразкового струму СЗС, зразкової міри ємності C_0 , первинного ємнісного перетворювача C_x , ключів K_1 і K_2 , схеми керування ключами СКК, джерела зразкової напруги U_0 , реєстра зсуву РЗ і цифрового індикатора ЦІ. Вибрано мікропроцесор типу АТ9058515, який повністю забезпечує керування всіма елементами схеми, здійснює всі обчислення, необхідні для отримання відносного або абсолютного значення вологості.

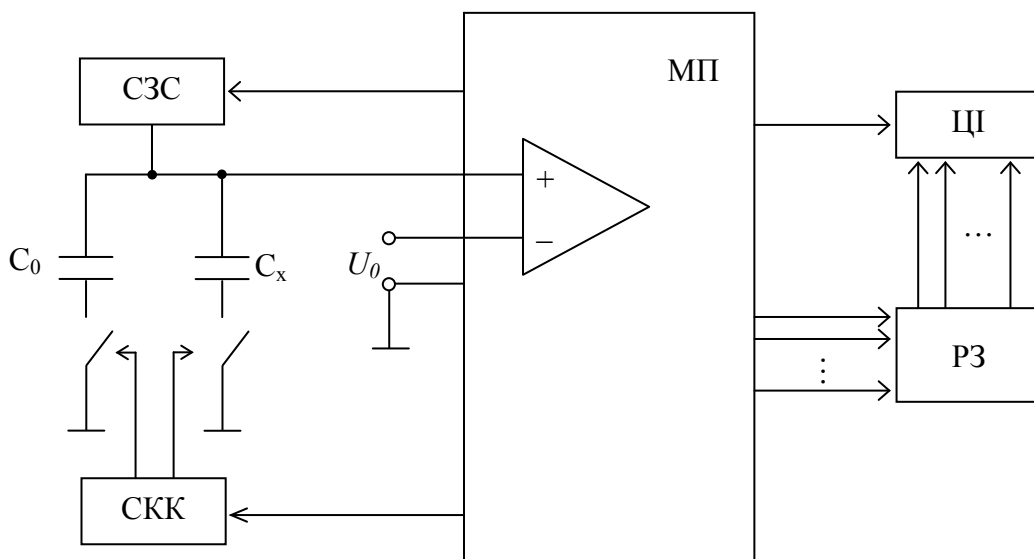


Рис. 2. Структурна схема мікропроцесорного вимірювача вологості

На рис. 3 показано часову діаграму роботи приладу. Повний цикл вимірювання складається з двох тактів вимірювання. На початку вимірювання мікропроцесор встановлює нульове значення напруги на конденсаторах C_0 і C_x . Перед початком першого такту зразковий конденсатор C_0 ключем K_1 під'єднується до земляної шини. Під час першого такту конденсатор C_0 заряджається зразковим струмом. Напруга на конденсаторі описується виразом

$$U_{C_0} = \frac{1}{C_0} \int_0^{T_0} I_0 dt, \quad (1)$$

де C_0 – значення ємності зразкового конденсатора; I_0 – значення зразкового струму; T_0 – тривалість першого такту.

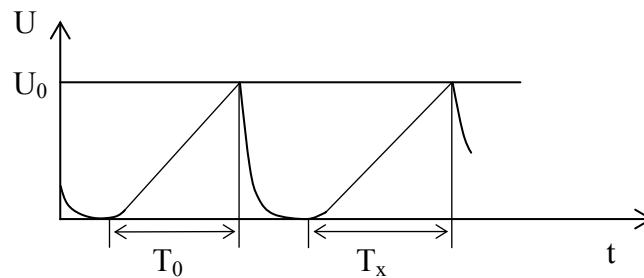


Рис. 3. Часова діаграма роботи вимірювача вологості

У кінці першого такту значення напруги на конденсаторі C_0 дорівнює значенню зразкової напруги U_0 , тобто

$$U_{C_{0к}} = \frac{1}{C_0} I_0 T_0 = U_0 \quad (2)$$

Момент рівності напруги на конденсаторі і зразкової напруги визначається компаратором, який знаходиться в мікропроцесорі.

Між першим і другим тактом конденсатор C_0 розряджається до нульового значення, а конденсатор C_x під'єднується до земляної шини.

Під час другого такту конденсатор C_x заряджається зразковим струмом і напруга на ньому описується виразом

$$U_{C_x} = \frac{1}{C_x} \int_0^{T_x} I_0 dt, \quad (3)$$

де C_x – значення ємності первинного перетворювача вологості; T_x – тривалість другого такту.

Наприкінці другого такту напруга на первинному перетворювачі дорівнює зразковій напрузі U_0

$$U_{C_{xк}} = \frac{1}{C_x} I_0 T_x = U_0. \quad (4)$$

Враховуючи вирази (2) і (4), можемо записати

$$\frac{1}{C_0} I_0 T_0 = \frac{1}{C_x} I_0 T_x$$

або

$$C_x = \frac{T_x}{T_0} C_0.$$

Перше вимірювання проводиться в середовищі, в якому вологість відсутня. При цьому мікропроцесор записує значення $T_{x0}=T_x$ у реєстр пам'яті. Наступні вимірювання здійснюються у досліджуваному середовищі, під час яких фіксується тривалість другого такту вимірювання T_{xi} . При цьому зміна ємності первинного перетворювача становить

$$\Delta C_i = \frac{T_{xi} - T_{x0}}{T_0} C_0.$$

Результати обчислення через реєстр зсуву мікропроцесор подає на цифровий індикатор. При цьому може виводитися значення ємності первинного перетворювача, зміна його ємності, відносне або абсолютне значення вологості середовища. Для спрощення схеми індикації і зменшення кількості виводів мікропроцесора використано динамічний порозрядний метод індикації.

Описана структура вимірювача вологості дозволяє усунути похибки від впливу струму СЗС і зразкової напруги U_0 . Точність вимірювань при цьому визначається точністю конденсатора зразкової ємності і первинного перетворювача.

1. Поліщук Є.С., Доржовець М.М., Яцук В.О. та ін. *Метрологія та вимірювальна техніка* / За ред. проф. Є.С.Поліщука. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 544 с.

2. Деклараційний патент на винахід № 11764 Україна, G01N25/20. *Сенсор вологості* / Готра З.Ю., Глушик І.П., Гельжинський І.І., Возняк К.Ю.. – №200505581; Заявл. 10.06.2005; Опубл. 16.01.2006, Бюл.№1. – 2 с.

3. *Мікроелектронні сенсори фізичних величин. В 3 т. Том 1* / За ред. З.Ю. Готри. – Львів: Ліга-Прес, 2002. – 475 с.

G. Mihov¹, N. Nenov², E. Dimitrov¹

¹Technical University, Sofia,

Faculty of Electronic Engineering and Technologies, Bulgaria,

²Higher School of Transport 'T. Kableshkov', Sofia,

Department of 'Locomotives', Bulgaria

SMART STRENGTH SENSOR FOR WHEEL LOAD MEASURING OF RAILWAY CARRIAGES

© Mihov G., Nenov N., Dimitrov E., 2006

Описано спеціалізований сенсор сили для вимірювання навантаження на колеса в залізничних вагонах. Сенсор вбудовують як елемент залізниці як частину стандартної Р49 рельси і монтують на рельсовий болт для заземлення. Два вимірювальні мости для вимірювання поперечної сили монтують на рельсі на заданих відстанях від кінців рельси. Практично запропонований інтелектуальний сенсор використовує локальну зону дії сили. Сенсор вимірює прикладену силу і оцінює реальну позицію дії сили. Пропонований інтелектуальний сенсор тестують разом з електронною частиною. Запропоновано технологію для вирівнювання чутливості вимірювальних мостів та калібрування сенсора. Сенсор застосовують для вимірювання статичного та динамічного навантаження на колесо вагона.

The subject of the paper is a specialized strength sensor for measuring the wheel load of railway carriages. The sensor is built on an element of the railroad, as a part of standard P49 type rail mounted on standard rail clamps. Two strain gauges measuring bridges for the tangential forces are mounted on the rail at a certain distance from the both ends. Physically the proposed smart sensor uses the zone where the local effect of the force applied by the force on the sensor spreads. The sensor measures the applied force and estimates the real position of the force. The offered smart sensor is tested together the proposed electronic measuring part. Appropriate technology for equalizing the sensibility of the two measuring strain gauges bridges and for calibration of the sensor is proposed. The smart sensor has been applied in devices for static and dynamic wheel load determining of railway carriages.

1. Introduction

The differences in the static load on the railway vehicle wheels cause substantial negative changes in the process of their interaction with rails. These changes influence on the traffic safety and on the values of the basic reliability characteristics of the running part of locomotives and carriages as well as of the track.