

АКУСТИЧНИЙ ВИМІРЮВАЧ ТОВЩИНИ ПРЕДМЕТІВ

Волошин Д.Є., Д'яченко С.Ф.

Науковий керівник – доцент Зубков О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки,

кафедра Мікропроцесорних технологій і систем,

(Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14)

E-mail: denys.voloshin@nure.ua

Abstract. Methods and devices for measuring thickness are analyzed. The impossibility of measuring the thickness of wood with standard gauges is shown. A method for measuring the thickness of the board or timber is proposed. Calculated technical parameters of the meter. The basic and structural schemes, the algorithm and the software have been developed. Created an experimental sample. Accuracy test performed.

Вступ. Сучасні товщиноміри промислового та побутового призначення використовуються для вимірювання товщину труби, шару краски, товщини металевого листу і т.і. При вимірюванні товщини використовуються дві основні групи методів: магнітні та ультразвукові.

Найбільш поширеними на практиці є ультразвукові методи вимірювання товщини. На базі цих методів працює переважна більшість серійно випускаємих пристроїв. Сутність ультразвукових методів базується на вимірюванні часу розповсюдження ультразвуку в предметі чи в атмосфері. Швидкість розповсюдження ультразвукових хвиль (від сотен до тисяч метрів за секунду) значно менше ніж електромагнітних, тому пристрої вимірювання часу затримки розповсюдження хвиль відносно прості. Якщо ми знаємо час розповсюдження хвиль та тип ізотропного матеріалу, то можемо дуже точно визначити товщину предмету. Але основним недоліком як магнітних та і ультразвукових методів є вимога ізотропності матеріалу пристрою.

Основна частина. При вимірюванні товщини дерев'яного бруса чи дошки слід враховувати наступні особливості:

- існує багато порід дерев, деревина яких відрізняється щільністю, вмістом смол та вологи;
- деревина однієї породи дерева теж може суттєво відрізнятися вмістом вологи.

Тому, можна зробити висновок, що деревина не є ізотропним матеріалом з відомими параметрами і існуючі пристрої не дозволяють точно вимірювати товщину дошки чи бруса.

Пропонується вимірювати не безпосередньо товщину бруса чи дошки, а обчислювати її як різницю відстані між двома ультразвуковими датчиками та відстаней до поверхні дошки чи бруса від цих датчиків. Пристрій функціонує у двох режимах: калібрування та вимірювання. При калібруванні обчислюється відстань між датчиками та досягається

ідентичність показань датчиків. При вимірюванні визначається відстань від кожного з датчиків до дошки та обчислюється товщина дошки за формулою.

$$h = L - L1 - L2,$$

де L – відстань між датчиками; $L1, L2$ – відстані від датчиків до дошки.

Теоретичні розрахунки показали, що для отримання дискретності вимірювань 0,1мм та похибки понад 0,2мм необхідно:

- використати мікропроцесор для керування датчиками та обчислення результатів вимірювань;
- забезпечити тактову частоту лічильних імпульсів понад 35МГц при вимірюванні часу розповсюдження ультразвукових хвиль;
- забезпечити вимірювання температури з похибкою до 0,5°C, бо швидкість розповсюдження ультразвукових хвиль в атмосфері c_e пов'язана з температурою T , вологістю повітря e та атмосферним тиском p формулою:

$$c_e = 20,06\sqrt{T} \left(1 + 0,14 \frac{e}{p}\right);$$

- забезпечити вимірювання вологості повітря з похибкою до 10%;
- забезпечити накопичування та усереднення результатів вимірювань за інтервал часу 1с, що відповідає інтервалу стаціонарності показань температури.

Аналіз серійних товщиномірів та теоретичні розрахунки дозволили розробити електричні структурну та принципову схеми, що відповідають методу вимірювань.

Висновки. За результатами теоретичних розрахунків було розроблено прототип пристрою, у якому використовується мікропроцесор STM32F407 з тактовою частотою лічильних імпульсів 84МГц, цифровий датчик температури DS18B20 та датчик вологості повітря DHT11. Розроблено алгоритм функціонування мікропроцесора та програмне забезпечення. Результати експериментальних вимірювань доказали, що точність вимірювань відповідає теоретично обґрунтованій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Красненко Н.П. Акустическое зондирование атмосферы. — Новосибирск.: Наука. 1986. — 168 с.
2. Р. Дикинсон, Р. Эккерсли, С. Лиман, Д. Нассири, А. П. Сарвазян, К. Хилл, Дж. Бэмбер, Г. Тер Хаар Ультразвук в медицине. Физические основы применения. М.: Физмалит, 2008. – 542 с.
3. Агранат Б.А. Основы физики и техники ультразвука. М.: Высшая школа, 1987. – 352 с.
4. Романов В.Н. Теория измерений. Методы обработки результатов измерений. – СПб.: СЗТУ, 2006. – 127 с.
5. Geoffrey Brown. Discovering the STM32 Microcontroller. USA, 2016. – 244 p.