

## Підсекція «Автоматизація та комп'ютерні системи»

УДК 62-97/-98

### ДОСЛІДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОГО ЗАСОБУ ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ ШАРІВ БАГАТОШАРОВИХ ВИРОБІВ

Студ. М.Д. Акоюн, гр. МгАТ-16  
Науковий керівник проф. В.Г. Здоренко  
Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Метою роботи є розробка автоматизованої системи, здатної контролювати задані параметри (в даному випадку товщини шарів багашарових виробів). Автоматизація процесу регулювання параметрів повинна звести до мінімуму людське втручання. Необхідно провести аналіз аналогічних технічних рішень, розробити алгоритм функціонування, розробити електричну схему системи керування.

**Завданням** роботи являється розробка автоматичної системи вимірювання товщини багат шарових виробів та її комп'ютеризація.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Значна частина задач визначення геометричних розмірів (товщини, довжини) об'єктів контролю (ОК) пов'язана із застосуванням ультразвуку та подальшого його неруйнівного контролю на об'єкт дослідження.

**Методи та засоби дослідження.** Традиційним методом ультразвукової товщинометрії (УЗТ) є луна-імпульсний метод, який ґрунтується на визначенні часу проходження ультразвукових коливань в ОК. Початково цей метод був розроблений для контролю металевих конструкцій. Саме фізико-механічні властивості металів визначили основні напрями розвитку цього методу, зокрема розробку різних типів перетворювачів ультразвукових коливань, удосконалення апаратної реалізації та способів вимірювання параметрів та характеристик сигналів.

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.** Останнім часом широкого розповсюдження набувають нові конструкційні матеріали, номенклатура яких стрімко зростає. Контроль товщини виробів з таких матеріалів традиційними способами ускладнюється суттєвим зменшенням відношення сигнал-шум, що не дозволяє досягнути високих рівнів чутливості. Крім того, в багат шарових структурах можливі перевідбиття і суміщення в часі відбитих сигналів, що також ускладнює процес визначення товщини ОК.

Відзначені особливості задач контролю товщини сучасних конструкційних матеріалів висувають підвищені вимоги до методів та систем обробки інформаційних сигналів..

Таким чином задача удосконалення методу УЗТ на основі використання особливостей фазової структури інформаційних сигналів є актуальною, а її вирішення дозволяє розширити функціональні можливості луна-імпульсного методу та підвищити точність вимірювання товщини нових конструкційних матеріалів

#### **Результати дослідження.**

Об'єкт дослідження є процес поширення ультразвукових сигналів у виробі з багат шаровою структурою.

Предметом дослідження є методи підвищення точності та розрізняювальної здатності фазової ультразвукової товщинометрії.

Методи дослідження включають: теоретичні основи ультразвукового НК, методи цифрової обробки сигналів, теорії сигналів, спектрального аналізу та теорії інформаційно-вимірювальних систем, теорію імовірності і математичної статистики.

Експериментальні дослідження виконувались шляхом комп'ютерного моделювання з використанням сучасних інформаційних технологій.

Пропонується розглянути задачу контролю двошарових середовищ луна-імпульсним методом з товщинами шарів  $h_1, h_2$  при односторонньому доступі до ОК та застосуванні суміщеного п'єзоелектричного перетворювача (ПЕП) з ультразвуковою лінією затримки (УЛЗ) (рис. 1).

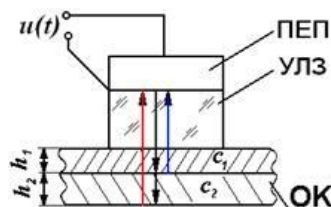


Рисунок 1 – Схема прозвучування двошарового ОК

Товщина кожного шару визначається відповідно як:

$$h_1 = 0,5c_1(\tau_1 - \tau_{\text{УЛЗ}}), \quad h_2 = 0,5c_2\tau_2, \quad (1)$$

де  $c_1, c_2$  – швидкості розповсюдження ультразвукових хвиль в матеріалі 1-го та 2-го шарів ОК відповідно,

$\tau_{\text{УЛЗ}}$  – час розповсюдження ультразвукової хвилі в УЛЗ

Для визначення товщини багатошарових ОК та середовищ запропонована методика обробки вимірювальних сигналів, яка ґрунтується на визначенні часу розповсюдження сигналів в ОК через аналіз їх фазових характеристик. Вона передбачає: 1) отримання вибірових значень зондуючого і відбитого сигналів; 2) передачу даних до ПК; 3) виконання перетворення Гільберта вибірки (лінійне інтегральне перетворення, яке ставить у відповідність функції іншу функцію в тій самій області. перетворення Гільберта перетворює дійсний сигнал на аналітичний); 4) обчислення та розгортання фазових характеристик сигналів (ФХС); 5) виявлення стрибка ФХС II типу та визначення його часового положення; 6) визначення товщини шару за формулою (1).

**Висновки.** Таким чином, розглянуто питання контролю товщини шарів багатошарових об'єктів та середовищ, таких як композиційні матеріали, біметали тощо. Встановлено, що найбільш інформативним та універсальним методом контролю є луна-імпульсний, оскільки дозволяє проводити вимірювання при доступі до ОК лише з однієї сторони (балони під високим тиском, ємності для зберігання агресивних рідин тощо).

**Ключові слова.** Луна-імпульсний метод, вимірювання товщини багатошарових виробів, комп'ютеризація, фазові характеристики сигналів, перетворення Гільберта

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Автоматизація технологічних процесів і виробництв / Ладанюк А. П. , Трегуб В. Г. , Ельперін І.В. , Цюцюра В. Д. -К: Аграрна освіта., 2001. - 244 с.
2. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в строительстве / Широков Л.А., Михайлов В.И., Фельдман Р.З., Кузьмин А.И. - М.: Агропромиздат, 1986.- 311.