

УДК 621.317.3

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВОК

В.Г. Здоренко, д.т.н., професор

Київський національний університет технологій та дизайну

О.Ю. Бобков, аспірант

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: полімерна плівка, товщина, точність, амплітуда.

Методи вимірювання товщини поділяються на контактні та безконтактні. Контактні, або механічні методи вимірювання товщини мають серйозні недоліки, основними з яких є: недостатня точність засобів вимірювання та деформація плівки в процесі вимірювання. Це ускладнює застосування механічних методів для вимірювання товщини полімерних плівок.

Найбільше поширення отримали безконтактні, електронні методи вимірювання товщини, до яких відносяться акустичні, оптичні, електричні, магнітні, вихорострумові, радіаційні методи. Магнітні, вихорострумові та електрорезистивні методи можуть застосовуватись тільки для електропровідних матеріалів, що ускладнює їх застосування для вимірювання товщини полімерних плівок в процесі виробництва. Електроємнісний метод, який відноситься до електричних методів, має суттєві недоліки, такі як недостатня точність, змінна відстань між об'єктом вимірювання та датчиком, неможливість використання для вимірювання товщини багат шарових плівок з різною діелектричною проникністю шарів, необхідність постійного калібрування датчика. Радіаційні методи є досить дорогими у реалізації та вимагають отримання спеціальних ліцензій та спеціальної кваліфікації працівників [1].

Для вимірювання товщини полімерних плівок найбільш перспективними є оптичні і акустичні методи вимірювання товщини [1, 2].

При використанні цих методів для вимірювання товщини можуть застосовуватись наступні інформативні параметри: часові характеристики (час, частота, зсув фаз); амплітудні характеристики; спектральні характеристики.

Вимірювання часових характеристик є зручним і ефективним, проте їх застосування обмежено неможливістю вимірювання дуже коротких інтервалів часу та необхідністю зменшення довжини хвилі (для оптичних методів) при вимірюванні товщини тонких та надтонких плівок. Вимірювання спектральних характеристик вимагає наявності достатньо складного обладнання.

Найбільш цікавими є вимірювання амплітудних характеристик. При вимірюванні тонких та надтонких полімерних плівок діапазон зміни амплітуди сигналу буде зменшуватись. Це, в свою чергу, призводить до зменшення точності вимірювання амплітуди за рахунок збільшення впливу шумів і завад. Тому підвищення точності вимірювання амплітуди в приладах контролю товщини полімерних плівок є важливим науково-інженерним завданням.

Найбільш поширеним методом зменшення впливу шумів і завад є попередня фільтрація. Проте застосування фільтрів низьких частот (ФНЧ) не

ефективне, коли їх спектри збігаються зі спектром корисного сигналу. Застосування фільтрів також призводить до спотворення амплітудних значень вимірюваних сигналів. [3]

При вимірюванні товщини полімерних плівок у якості зондуєчих використовуються гармонічні або імпульсні сигнали з відомими характеристиками та відомої форми. Тому для підвищення точності вимірювання амплітуди пропонується визначати значення амплітуди U_a шляхом розрахунку за результатами вимірювання середньоквадратичного U_δ та/або середньовипрямленого U_{cv} значень сигналу, та за відомими значеннями коефіцієнта амплітуди k_a та/або коефіцієнта усереднення k_y , відповідно.

Для оцінки ефективності запропонованого методу були проведені модельні дослідження точності вимірювання амплітуди однополярного імпульсного сигналу. При цьому визначалась відносна похибка вимірювання амплітуди при різних співвідношеннях сигнал/шум для наступних методів вимірювання амплітуди: безпосереднього вимірювання U_a ; вимірювання U_a з попередньою фільтрацією за допомогою ФНЧ 2-го порядку; з вимірюванням U_δ та наступним розрахунком за відомим коефіцієнтом k_a ; з вимірюванням U_{cv} та наступним розрахунком за відомим коефіцієнтом k_y (таблиця 1).

Таблиця 1 – Результати досліджень

Співвідношення сигнал/шум	Похибка вимірювання амплітуди, %			
	U_a	ФНЧ+ U_a	$U_a=U_\delta*k_a$	$U_a=U_{cv}*k_y$
Без шуму	0	5,5	0	0
100	1	5,6	0	0
50	2	5,8	0	0
10	10	7,2	0,3	0,1
5	20	18,9	0,1	0,6
2	50	38	4,3	0,4
1	99	83	18	2,6

Проведені модельні дослідження підтвердили високу ефективність запропонованого методу в умовах впливу шумів і завад. В залежності від значення співвідношення сигнал/шум точність визначення амплітуди зростає від 5 до 30 разів, порівняно з традиційним методом вимірювання амплітуди. Напрямок подальших досліджень є проведення макетних експериментів з метою перевірки ефективності запропонованого методу вимірювання товщини в реальних умовах.

Список використаних джерел

1. Смышляев А.Р. Коррекция толщины полимерных пленок в процессе их изготовления / А.Р. Смышляев, Б.В. Бердышев, Ф. Губерман// Журнал «Полимерные материалы», – 2007 –№12, 2007 – с. 10-16
2. ГОСТ 18353-79 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов»
3. Henry W. Ott, Noise reduction techniques in electronic systems, 2nd Edition // John Wiley & Sons, 1988 – 426p.