УДК 53.083

ДОСЛІДЖЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ТОВЩИНИ РІЗНИХ МАТЕРІАЛІВ

Студ. О.С. Кошель, гр. МгАт–18
Студ. І.П. Маніло, гр. МгАт–18
Науковий керівник доц. С.В. Барилко
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Метою роботи є розробка нового безконтактного ультразвукового методу технологічного контролю товщини різних матеріалів у процесі виробництва. Завдання полягає у визначенні кращих параметрів ультразвукових хвиль, які необхідно застосувати для контролю товщини різних матеріалів на виробництві.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є процес безконтактного ультразвукового контролю товщини різних матеріалів. Предметом дослідження є розробка ультразвукового методу технологічного контролю товщини різних матеріалів на виробництві.

Методи та засоби дослідження. До методів дослідження можна віднести теорію розповсюдження та відбиття ультразвукових хвиль в однорідному середовищі [1–4]. Засоби дослідження – ультразвукові перетворювачі, детектори та блок обробки вимірювальної інформації.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. Отримано залежності, які пов'язують амплітудні співвідношення ультразвукових хвиль, що пройшли крізь досліджуваний матеріал, з його товщиною.

Результати дослідження. В автоматизованих системах, де контролюється товщина різних матеріалів на виробництві, є необхідність у створенні нових та застосуванні існуючих безконтактних датчиків для можливості реалізації оперативного контролю.

Проведені дослідження проходження ультразвукового сигналу через шар матеріалу, товщина якого контролюється. Комплексний коефіцієнт проходження ультразвукових коливань, що падають під кутом до поверхні матеріалу, товщину якого контролюють, можна виразити залежністю:

$$W_\beta = \frac{1}{1+\left(\frac{\pi f \rho_2}{Z_1}\frac{h}{\cos\beta}\right)^2} + j\frac{1}{\frac{Z_1}{\pi f \rho_2}\frac{\cos\beta}{h}+\frac{\pi f \rho_2}{Z_1}\frac{h}{\cos\beta}}, \quad (1)$$

де W_β – комплексний коефіцієнт проходження ультразвукового сигналу через шар матеріалу; h – товщина шару матеріалу; β – кут падіння ультразвукової хвилі між нормаллю до поверхні матеріалу та її хвильовим вектором; f – частота ультразвукових коливань; Z_1 – акустичний опір повітря; ρ_2 – щільність речовини матеріалу.

Модуль комплексного коефіцієнту проходження ультразвукового сигналу через шар матеріалу, який пропорційний амплітуді ультразвукових коливань, можна подати наступним чином:

$$\left|W_\beta\right| = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{\pi f \rho_2}{Z_1 \cos\beta}h\right)^2}}. \quad (2)$$

Із залежності (2) можна виразити товщину шару контрольованого матеріалу при довільному куті падіння хвилі:

$$h = \frac{Z_1 \cos\beta \cdot \left(\sqrt{\frac{1}{\left| W_\beta \right|^2} - 1} \right)}{\pi f \rho_2}. \qquad (3)$$

Таким чином можна безконтактно визначати товщину різних матеріалів, що контролюються.

Висновки. Проведені дослідження дають змогу створити принципово нові системи автоматизованого контролю товщини різних матеріалів безпосередньо в процесі виробництва, забезпечуючи якісні характеристики готової продукції.

Ключові слова: ультразвукова хвиля, комплексний коефіцієнт проходження, товщина матеріалу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лютак І.З. Адаптивний алгоритм обробки виміряного ультразвукового сигналу в частотній області / І.З. Лютак, І.С. Кісіль // Методи та прилади контролю якості. – 2006. – № 16. – С. 15–18.

2. Рожков С.О. Метод компенсации информационных потоков в задаче контроля качества текстильных материалов/ С.О. Рожков // Вісник НЛТУ України. – 2015. – № 25. – С. 274–280.

3. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике / Л. Бергман; под ред. В.С. Григорьева и Л.Д. Розенберга. – [2-е изд.]. – М.: Иностранная литература, 1957. – 726 с.

4. Смышляев А.Р. Коррекция толщины полимерных плёнок в процессе их изготовления / А.Р. Смышляев, Б.В. Бердышев, Ф. Губерман // Жур- нал «Полимерные материалы». – 2007. –№ 12. – 2007. – С. 10–16.