

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ АВТОГЕНЕРАТОРНИЙ ВИМІРЮВАЧ ПАРАМЕТРІВ РЕЧОВИН ТА МАТЕРІАЛІВ

Білинський Й.Й., Огородник К.В., Лазарєв О.О., Новицький Д.В.

Вінницький національний технічний університет, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95

Ультразвуковий вимірювальний контроль – один з найбільш ефективних та універсальних видів неруйнівного контролю та технічної діагностики виробів з різноманітних матеріалів, в тому числі оцінки їх фізико-механічних параметрів та характеристик. На сьогодні існує велике різноманіття методів ультразвукового контролю. Вони застосовуються для вирішення широкого кола задач в багатьох галузях промисловості, а також в наукових дослідженнях [1].

В основі побудови ультразвукової апаратури вимірювального контролю лежить залежність параметрів та характеристик зондуючого ультразвукового сигналу від параметрів та характеристик об'єкту контролю. Як правило використовують чотири основні параметри хвиль, які піддають аналізу при ультразвукових вимірюваннях: фазовий зсув або різниця фазових зсувів, частота (або вимірювання різниці частот повторення коротких імпульсів чи пакетів ультразвукових коливань), амплітуда сигналу та час (безпосереднє вимірювання часу або різниці часу проходження коротких імпульсів). Кожен з вищенаведених методів аналізу має певні недоліки, основними з яких є низька точність за рахунок неоднорідності структури об'єкту контролю, а також неточність у реєстрації положення початку імпульсного сигналу, обумовлена розмиттям фронту наростання сигналу, залежність чутливості, а, отже, і частоти імпульсного сигналу від розмірів об'єкта, складність обробки сигналу у зв'язку з використання багатоканальної структури ультразвукового вимірювача. Тому задача підвищення точності ультразвукового вимірювального контролю є безперечно актуальною, про що свідчить неухильне зростання кількості наукових публікацій за даною тематикою в останні роки.

В системі випромінювач-приймач виникає резонанс за умови [2]:

$$L = n\lambda/2,$$

де L – відстань між приймачем та випромінювачем, n – ціле число, λ – довжина акустичної хвилі в середовищі, що досліджується.

Оскільки довжина хвилі залежить від частоти f та швидкості $V_{yзх}$ звуку в даному середовищі ($\lambda = V_{yзх} / f$), а швидкість $V_{yзх}$ залежить від таких параметрів середовища, як пружність та густина, що, в свою чергу, залежать від складу середовища, температури, тиску, тощо, то, подаючи сигнали різних частот та реєструючи частоту резонансу можна визначати параметри середовища.

Частота резонансу при фіксованій відстані буде визначатися виразом:

$$f_p = \frac{nV_{yзх}}{2L}.$$

При включенні системи випромінювач-приймач в коло позитивного зворотного зв'язку підсилювача в схемі виникне автогенерація на частоті резонансу, на якій буде виконуватися умова балансу фаз (фазовий зсув на частоті резонансу дорівнює 0) та балансу амплітуд (коефіцієнт підсилення має бути більшим за втрати сигналу в вимірювальному каналі).

На рис. 1 наведено розроблену структурну схему ультразвукового автогенераторного вимірювача. При подачі живлення у системі спостерігається генерація автоколивань на частоті резонансу, яка, в свою чергу, залежить від параметрів об'єкту контролю.

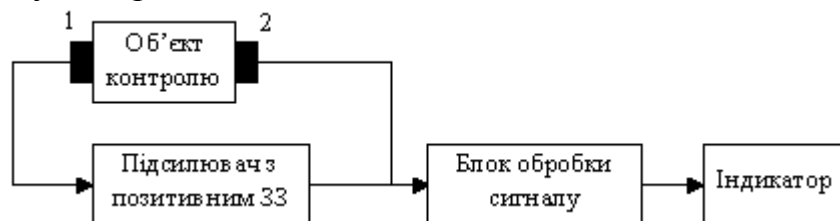


Рисунок 1 – Структурна схема ультразвукового автогенераторного вимірювача: 1, 2 – ультразвукові перетворювачі

На основі запропонованої структурної схеми, розроблено експериментальну установку та проведено дослідження виникнення автоколивань (рис. 2). В якості об'єкту контролю використано повітря при нормальних умовах.

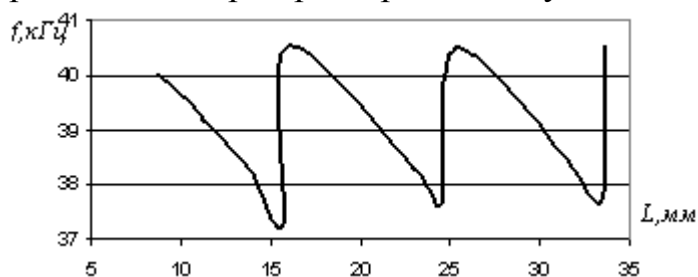


Рисунок 2 – Експериментальні дослідження виникнення автоколивань

Аналіз експериментальних даних (рис. 2) підтверджує залежність резонансної частоти автоколивань від параметрів об'єкту контролю (в даному випадку від його товщини). Стрибкоподібна зміна частоти пояснюється зростанням кількості півхвиль стоячої хвилі, які вкладаються між ультразвуковими перетворювачами.

Таким чином, вимірюючи частоту резонансу автоколивань, є можливим дослідження параметрів об'єкту контролю, від яких вона залежить, наприклад, товщини, густини, вологості, температури тощо.

Перелік використаних джерел:

1. *Неразрушающий контроль: Справочник в 7-ми томах. Под общ. ред. В.В. Клюева. Т.3. Ультразвуковой контроль / И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. – М.: Машиностроение, 2004. – 864 с.*
2. Білинський Й. Дослідження математичної моделі ультразвукового резонансного методу вимірювання параметрів рідких та газоподібних середовищ // Й.Й. Білинський, К.В. Огородник, О.О. Лазарев, А.В. Столяр / Матеріали VI МНТК “Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування СПРТП-2017”. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 17-18.