

## Метод прецизійної ультразвукової товщинометрії на основі когерентного перетворення сигналів.

С.М.Маєвський

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

В основі вирішення проблеми підвищення точності вимірювання товщини елементів конструкцій та визначення швидкості в них ультразвукових коливань лежить принцип прецизійного вимірювання фазового зсуву ультразвукових коливань. Необхідна точність 0,01% вимірювання часової затримки коливань частоти  $f$  реалізована завдяки визначенню накопиченого ними фазового зсуву  $\theta^0$ , який в подальшому називатимемо кумулятивним:

$$\tau = \frac{\theta^0}{360^0 f} = \frac{N360^0 + \psi^0}{360^0 f}, \quad (1)$$

де  $\psi^0$  - вимірний фазовий зсув сигналу

$N$  - число цілих фазових циклів  $360^0$  в значенні кумулятивного фазового зсуву, яке визначається за результатами вимірювань фаз  $\psi^0, \gamma^0$  ультразвукових сигналів двох близьких частот  $f$  та  $f + \Delta f$ , де  $\Delta f$  вибрано з умови приросту фазового зсуву не більше  $360^0$ :

$$N = \left[ \frac{\{\gamma - 180^0 [\text{sgn}(\gamma^0 - \varphi^0) - 1]\} f - \varphi^0 (f + \Delta f)}{360^0 \Delta f} \right]^+ \quad (2)$$

Ультразвукові коливання повздовжньої моди генеруються перетворювачем з широкою діаграмою направленості – центральною частиною концентрично розділеного дискового п'єзоелектричного перетворювача на дві однакові за площею частини з відстанню між ними  $B$  – базою вимірювання, Прийняті цими частинами перетворювача луносигнали проходять в матеріалі плоскопаралельного об'єкту дещо різний шлях відбиваючись від дна під різними кутами, що є причиною появи додаткових та ще й різних за значеннями приростів їх фаз і як результат – зміни часових затримок прийнятих луносигналів:

$$\Delta \tau_1 = \frac{1}{2f}; \quad \Delta \tau_2 = \frac{\{180^0 - 2[\arctg(B/2H)]^0\}}{360^0 f} \quad (3)$$

При цьому товщина об'єкту контролю становить:

$$H = \frac{\tau_{1k} B}{2\sqrt{\tau_{2k}^2 - \tau_{1k}^2}}$$

де  $\tau_{1k}, \tau_{2k}$  - скореговані на величину  $\Delta \tau_1, \Delta \tau_2$  значення часових затримок луносигналів прийнятих центральною і периферійною частинами перетворювача.