УДК 677.017

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯВИЩА ПОВНОГО ВНУТРІШНЬОГО ВІДБИТТЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ХВИЛІ В МАТЕРІАЛІ

Є.С. Горбань, студ.
Київський національний університет технологій та дизайну
С.В. Барилко, к.т.н., доцент
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: коефіцієнт заломлення, повне внутрішнє відбиття, межа середовищ, ультразвукова хвиля, фаза хвилі.

У випадку, коли коефіцієнт заломлення $n<1$ нерівність швидкостей розповсюдження звукової хвилі в середовищах на межі поділу $(c_1 > c)$ та кутах падіння, які перевищують критичний кут $\theta_0 = \arcsin n$, має місце повне внутрішнє відбиття [1]. У цьому випадку вираз:

$$V = \frac{m\cos\theta - \sqrt{n^2 - \sin^2\theta}}{m\cos\theta + \sqrt{n^2 - \sin^2\theta}}, \quad (1)$$

можна записати як:

$$V = \frac{m\cos\theta - i\sqrt{\sin^2\theta - n^2}}{m\cos\theta + i\sqrt{\sin^2\theta - n^2}}. \quad (2)$$

Бачимо, що в цьому випадку $|V| = 1$, тобто відбиття повне. Якщо ж $V = \exp(i\varphi)$, де φ – зміна фази хвилі при відбитті, то з (2) знаходимо:

$$\varphi = -2arctg\frac{\sqrt{\sin^2\theta - n^2}}{m\cos\theta}. \quad (3)$$

При повному внутрішньому відбитті поле в нижньому середовищі буде мати вигляд:

$$z<0, \quad p_1 = (1+V)e^{\delta z}e^{ikx\sin\theta}, \quad \delta = k\sqrt{\sin^2\theta - n^2}. \quad (4)$$

Тобто являє собою неоднорідну хвилю з амплітудою, яка при відділенні від межі буде згасати експоненціально. Для імпеданса в нижньому середовищі, за умовою неперервності акустичних опорів, при довільному z, величина, яка не залежить від z має вигляд:

$$Z_1 = -i\omega\rho_1 p_1(\partial p_1/\partial z)^{-1} = p_1 c_1/\cos\theta_1. \quad (5)$$

Таким чином, імпеданс Z_1 згідно (5) при цьому можна записати як:

$$Z_1 = -i\omega\rho_1/\delta. \quad (6)$$

Висновки. Аналіз амплітудних залежностей ультразвукових хвиль показав, що існують випадки, коли може відбуватися явище повного внутрішнього відбиття коливань. Це дасть можливість застосовувати цей ефект у майбутньому для виявлення неоднорідностей в структурі різних матеріалів.

Список використаних джерел

1. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах / Л.М. Бреховских. – М.: Наука, 1973. – 343 с.