

О.М. Безвесільна, д.т.н., проф.
Національний технічний університет України "КПІ"
І.В. Коробійчук, к.т.н., доц.
Житомирський державний технологічний університет

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДЕФЕКТОСКОПА ГРАНІТА

Граніти найбільш поширені глибинні породи з яскраво вираженою зернисто-кристалічною структурою. Вони складаються з польових шпатів (зазвичай 40 ... 60%), кварцу (20 ... 40%), слюди, залізо-магнезійних силікатів, амфібол, рідше піроксенів (до 10%). За величиною зерен розрізняють три структури гранітів:

- дрібнозернисті (до 2 мм),
- середньозернисті (від 2 до 5 мм),
- грубозернисті (понад 5 мм).

Граніти з крупнозернистою структурою успішно використовують для зведення великих монументальних споруд та виконання облицювань постаментів до пам'ятників.

Довжина хвилі λ пов'язана зі швидкістю розповсюдження C і частотою f (або періодом T) співвідношенням

$$\lambda = C \cdot T = \frac{C}{f}. \quad (1)$$

З формули (1) визначаємо діапазон робочих частот дефектоскопа, при швидкості поширення звуку в граніті $C = 5400$ м/с та вище зазначеній величині зерен граніту:

$$f = \frac{C}{\lambda}, \quad (2)$$

при $\lambda = 2$ мм – $f = \frac{5400}{0,002} = 2700000$ Гц;

$\lambda = 5$ мм – $f = \frac{5400}{0,005} = 1080000$ Гц.

Конструкцію п'єзоперетворювача ультразвукового дефектоскопа представлено на рис. 1.

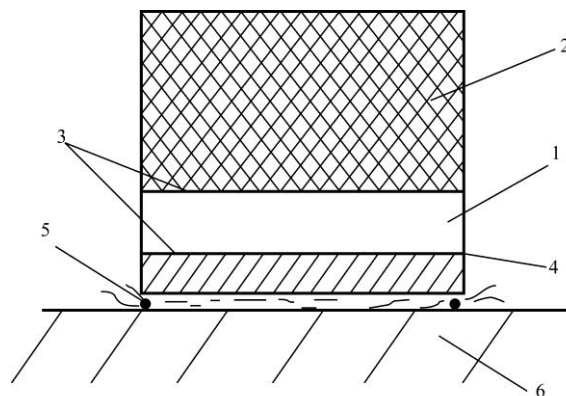


Рис.1. Конструкція ультразвукового п'єзоперетворювача:
 1 – п'єзопластина; 2 – демпфер; 3 – електроди; 4 – протектор;
 5 – контактна рідина; 6 – граніт (середовище)

Для розрахунку використовуємо модель перетворювача рис.2. На рис.2. $\rho_0 \geq Z_0$ – повний акустичний імпеданс, на який навантажена верхня межа пластини, $\rho_1 C_1 = Z_1$ – акустичний

імпеданс пластини, $\rho_2 C_2 = Z_{-2}$ – повний акустичний імпеданс, на який навантажена нижня межа пластини. Пластина має площу $S_{пл}$ і товщину h по вісі x . Перетворювач підключено до генератора V , що створює на електродах пластини змінну напругу $\Delta\varphi$ (різниця потенціалів). Елементи Z_a і Z_b – комплексні опори кола генератора (Z_A) і елементів, підключених паралельно пластині (Z_B). В режимі випромінювання генератор напругою V створює в колі Z_A струм J_A , який розгалужується частково в коло Z_B , при цьому створює струм J_B і частково уходить в пластину J_n , створюючи на ній падіння напруги $\Delta\varphi$.

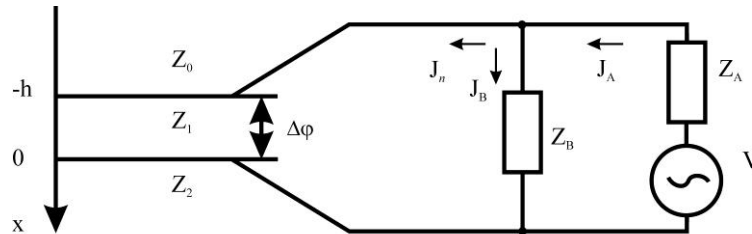


Рис.2. Модель п'єзоперетворювача

Для розрахунку режиму випромінювання будемо еквівалентну електричну схему перетворювача, в якій він буде являти деяке пасивне навантаження $Z_{п}$, і знаходимо вираз для хвилі, що випромінюється в гранітний блок. Для чого розв'язуємо систему рівнянь граничних умов:

$$\begin{cases} \sigma = C_D \frac{\partial U}{\partial x} - \frac{e}{\epsilon_0} D; \\ E = \frac{1}{\epsilon_0} D - \frac{e}{\epsilon_0} \cdot \frac{\partial U}{\partial x}. \end{cases} \quad (3)$$

Після чого будемо еквівалентну схему перетворювача зображену на рис. 3. З якої отримуємо остаточний вираз

$$\sigma = C_D \frac{\partial U}{\partial x} - \frac{eB}{h} V - \left(1 + \frac{Z_A}{Z_B} \right) \frac{e^2 B}{\epsilon_0 h} \Delta U, \quad (4)$$

який дозволяє розв'язати задачу випромінювання ультразвукового перетворювача.

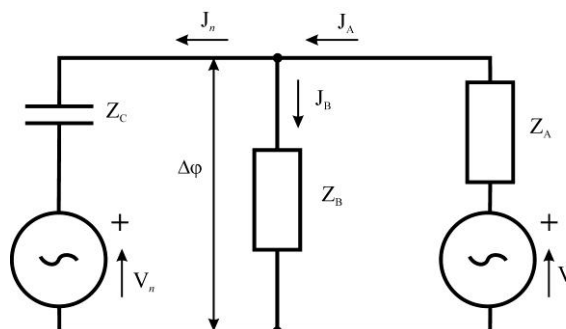


Рис. 3. Еквівалентна схема перетворювача

БЕЗВЕСІЛЬНА Олена Миколаївна – Заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор кафедри приладобудування Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”.

Наукові інтереси:

- гравіметричні системи;
- навігаційні системи;
- вимірювальні перетворювачі;
- інформаційні системи.

КОРОБІЙЧУК Ігор Вацлавович – к.т.н., доцент кафедри автоматизації і комп'ютеризованих технологій Житомирського державного технологічного університету.

- гравіметричні системи;
- автоматизовані системи керування;
- дефектоскопія.