

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА СТРУННОГО ГРАВІМЕТР

Складемо еквівалентну електричну схему коливальної системи магнітоелектричного перетворювача (МЕП).

У теорії коливань доведено, що власними функціями однорідної й ідеально гнучкої струни є відрізки синусоїди. Розклавши діючу на струну силу, а також форму струни, що рухається, на відрізьку l у ряд Фур'є, можна розглядати рух кожної гармоніки незалежно від інших. У цьому випадку це дає систему рівнянь

$$m \frac{d^2 Y_n}{dt^2} + k \frac{dY_n}{dt} + \frac{\pi^2 n}{l^2} F Y_n = B_n i, \dots \quad (1)$$

де F – сила натягу; m – маса струни та вантажу; k – коефіцієнт в'язкого тертя; Y_n, B_n – амплітуди n -х просторових гармонік відхилення струни й індукції, що є коефіцієнтами рядів Фур'є,

$$y = \sum_{n=1}^{\infty} Y_n \sin n\pi x / l; \quad B = \sum_{n=1}^{\infty} B_n \sin n\pi x / l.$$

Розташування немагнітної струни у зазорі постійного магніту не впливає на її частоту.

ЕРС n -ї гармоніки, що наводиться в елементі струни dx на відстані x від місця закріплення, визначається (для $d\Phi = B \cdot dS = B \cdot dy dx$) у такий спосіб:

$$de = \frac{dy}{dt} B dx = \frac{dY_n}{dt} \sin \frac{2n\pi x}{l} dx.$$

Повну ЕРС n -ї гармоніки, що наводиться в струні, визначаємо інтегруванням по довжині струни l : $e_n = \frac{B_n l}{2} \frac{dY_n}{dt}$.

Знаходячи звідси похідні амплітуд гармонік, відхилення струни й самі амплітуди й підставляючи їх в (2.34), одержимо

$$\frac{2m}{B_n^2 l} \frac{de_n}{dt} + \frac{2k}{B_n^2 l} e_n + \frac{2\pi^2 n^2}{B_n^2 l^3} F \int e_n dt = B_n i, \quad n=1, 2, 3, \dots$$

Ці рівняння співпадають з рівняннями ряду паралельних коливальних контурів з параметрами:

$$L_n = \frac{B_n^2 l^2}{2\pi^2 n^2 F}; \quad R_n = \frac{B_n^2 l}{2h}; \quad C_n = \frac{2m}{B_n^2 l}, \quad (2)$$

власні частоти й добротності яких визначаються як

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L_n C_n}} = \pi n \sqrt{F / ml}; \quad Q_n = R_n \sqrt{C_n / L_n} = \frac{\pi n}{h} \sqrt{mF / l}.$$

Коефіцієнт електромеханічного зв'язку $k_{EM} = \frac{B_n^2 l}{2}$ зв'язує механічні й електричні параметри струни. Тому що ЕРС різних гармонік струни додаються, повна еквівалентна схема струни може бути представлена на рис. 1.

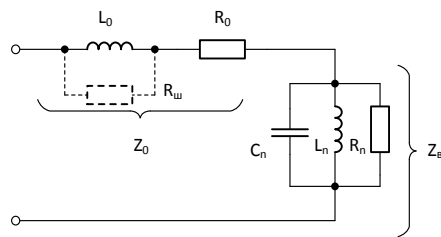


Рис. 1. Електрична еквівалентна схема струни МЕП

На схемі R_0, L_0 – опір і індуктивність нерухомої струни; L_1, C_1, R_1 визначають по формулах (2) при $n = 1$; L_2, C_2, R_2 – при $n = 2$ і т.д. Відносне значення параметрів окремих резонансних контурів еквівалентної схеми струни залежить від їх опору, а він визначається квадратом амплітуди відповідної гармоніки кривої індукції.

Внесений фазовий зсув зручно характеризувати частотою, на якій опір всього еквівалентного ланцюга має чисто активний характер. У схемі з одним резонансним контуром, якщо знехтувати індуктивністю самої струни, ця частота дорівнює власній частоті коливань струни.

При живленні струни струмом синусоїдальної форми із частотою, близькою до частоти першого контуру, інші контури будуть мати опір індуктивного характеру.

Можна зробити висновок, що МЕП сам по собі не впливає на власну частоту немагнітної струни й практично не вносить фазових зсувів при живленні синусоїдальним струмом, ефективність перетворення характеризується резонансним опором

$$R_s = \frac{B_n^2 l}{2h} = \frac{B_n}{2\pi n} \sqrt{l^3} \quad (3)$$