

МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ СТРУННОГО ГРАВІМЕТРА

Магнітоелектричний перетворювач (МП) виконує функції збудження коливань струни. Метрологічні характеристики СГ залежать, значною мірою, від правильного вибору типу і конструкції перетворювача для прийому і збудження коливань струни та розташування МП біля струни. При проектуванні МП і його магнітної системи необхідно розглянути наступні питання:

- визначити вплив перетворювача на власну частоту струни;
- визначити основні параметри перетворювача: величину ЕРС при даному струмі збудження, оптимальні розміри і співвідношення розмірів магніту та струни, а також електричні вихідні характеристики;
- визначити внесений перетворювачем фазовий зсув.

Магнітоелектричний перетворювач призначено для створення незатухаючих коливань струни. Струна СГ довжиною l розташована у постійному магнітному полі магнітоелектричного перетворювача перпендикулярно до силових ліній у зазорі. Струна у місцях кріплення електрично ізольована від корпусу.

Магнітоелектричний перетворювач працює наступним чином (рис. 1). МП містить постійний магніт. У зазорі магніту розміщено струну СГ. Постійний магніт створює постійне магнітне поле. Через струну пропускаємо змінний струм. Навколо струни утворюється змінне електромагнітне поле. Взаємодія двох полів (постійного та змінного) утворює незатухаючі коливання струни СГ.

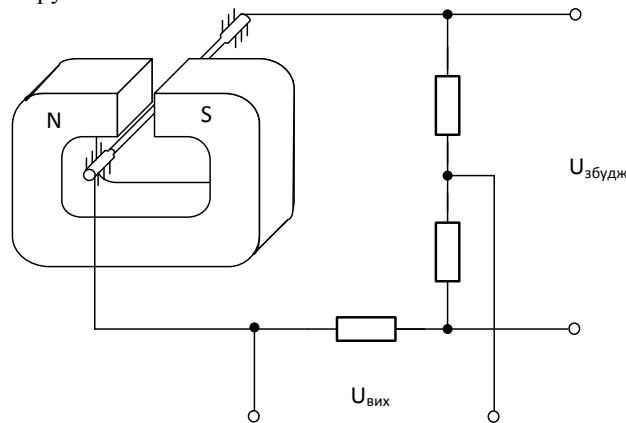


Рис. 1. Схема магнітоелектричного перетворювача

При проходженні через струну струму I , відповідно до закону Фарадея, на неї діє сила $Fe = BI l_M$, де B – індукція поля магніту; I – струм, що проходить по струні; l_M – довжина струни у зоні впливу магнітного поля.

При впливі сили, напрямок дії якої визначається за правилом правої руки, починаються коливання струни у магнітному полі, при цьому на струні наводиться ЕРС:

$$e = Bl_M v, \tag{1}$$

де $v = \frac{dy}{dt}$ – швидкість переміщення струни у магнітному полі.

Відомо, що амплітуда вимушених коливань системи з одним ступенем свободи:

$$y_{\max} = \frac{y_1}{\sqrt{\left(\frac{\omega^2}{\omega_0^2} - 1\right)^2 + \frac{4h^2 \omega^2}{\omega_0^4}}},$$

де y_1 – амплітуда відхилення при статичному навантаженні; ω , ω_0 – вимушені та власні значення частоти коливань струни; $2h = c/m$, c – постійна демпфування; m – маса струни та вантажу.

У момент резонансу $\omega = \omega_0$, $y_{\max} = y_1 \omega_0 / 2h$. Так як добротність струни $Q = \omega_0 / 2h$, тоді

$$y_{\max} = y_1 Q. \tag{2}$$

Статичний прогин струни y_1 під дією сили Fe можна визначити, користуючись прийомами опору матеріалів. Найбільший прогин

$$y_{\max} = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EJ} \varphi_1(u),$$

де l – довжина струни; $q = F/l_M$ – розподілена сила; J – момент інерції поперечного перерізу струни.

$$\varphi_1(u) = \frac{1}{5u^4} - 1 + \frac{u^2}{24}; \quad u = 0,5\sqrt{F/FJ};$$

де F – сила натягу струни.

У тих випадках, коли довжина l_M менше довжини l струни, при її симетричному розташуванні відносно магніту, вираз для максимального прогину приймає вигляд

$$y_{1\max} = \frac{2}{\pi^5} \frac{ql^4}{EJ} \left(\cos \frac{\pi(l-l_M)}{2l} - \cos \frac{\pi(l+l_M)}{2l} \right) \varphi_1(u).$$

Значення $\varphi_1(u)$ беремо з графіку (рис. 2).

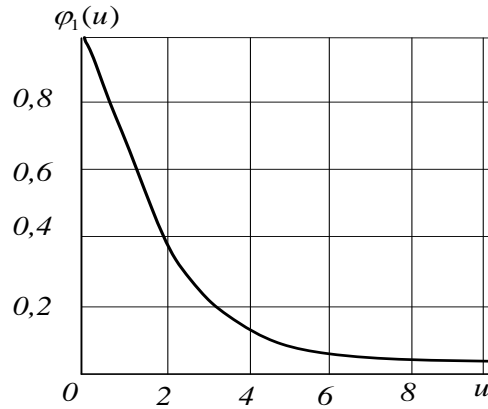


Рис. 2. Значення функції $\varphi_1(u)$

Підстановка значень $y_{1\max}$ у формулу (2) дає можливість визначити амплітуду вимушених коливань.

Вважаючи, що прогин змінюється від нуля до амплітудного значення за час $T_0/4 = 1/4f_0$, рівний чверті періоду резонансних коливань, визначимо швидкість переміщення струни у магнітному полі, як

$$v = 4y_{\max}f_0.$$

Враховуючи, що $q = BI$, знайдемо ЕРС, що наводиться у струні,

$$e = \frac{8IB^2l_Ml^4f}{\pi^5EJ} \left(\cos \frac{\pi(l-l_M)}{2l} - \cos \frac{\pi(l+l_M)}{2l} \right) \varphi_1(u). \quad (3)$$