

УДК 621.438.001.5

Р.В.Тютюн

Українська інженерно-педагогічна академія, Україна

МОДЕЛЬ ВІБРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПІДШИПНИКІВ ЕЛЕКТРОДВИГУНА

R.V. Tjutjun

ENGINE BEARING VIBRATION MODELING

Підшипники (ковзання або кочення) служать як опори і фіксують положення ротора в електродвигуні. Однією з несправностей електродвигунів, що часто зустрічаються, є послаблення (розпушеність) механічних зв'язків кріплення підшипників кочення і послаблення (зникнення) натягу на вкладишах підшипників ковзання. Результатом появи цієї несправності є виникнення механічних коливань з частотами кратними роторним гармонікам.

Роботу присвячено аналізу вібраційних сигналів, що виникають при послабленні механічних зв'язків підшипників електродвигуна. При припущенні, що коливання симетричного ротора, який спирається на підшипники, описують рівнянням виду:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + F(x) = H \sin \omega t ,$$

де x - переміщення цапфи ротора;

H - відцентрова сила ротора;

m - половина маси ротора;

t - час;

$F(x)$ - нелінійна оновлююча сила.

Показано, що при малих зазорах Δ між корпусом і вкладишем підшипника коливання ротора відбувається на першій і третій роторних гармоніках. Отримано оцінку співвідношень гармонік у виді:

$$\xi = \frac{A_3}{A_1} \cong \frac{10^4 H^2 r_1^6}{2\Delta K^2 (r_1^2 - 1)(r_1^2 - 9)},$$

де A_1 і A_3 – перша та третя гармоніки коливань ротора;

$r_1 = \Omega / \omega$ - відносна власна частота коливань ротора в підшипнику з зазором.

Для більших значень зазору Δ співвідношення гармонік має вигляд:

$$\xi_n = \frac{A_n}{A_1} = \frac{\varepsilon \eta r^2}{r_1^2 (1 - n^2)},$$

де ε - малий параметр;

$$\eta = 1 + \frac{2}{\pi} \left(\arcsin \frac{\Delta}{A_1} + \frac{\Delta}{A_1} \sqrt{1 - \left(\frac{\Delta}{A_1} \right)^2} \right).$$

Наведено результати досліджень ротора електродвигуна СТД-4000, використовуваного в якості приводу нагнітача природного газу, які узгоджуються з теоретичними викладками. Отримано вібропортрети дефектів підшипників кочення і ковзання при послабленні (розпушеності) механічних зв'язків. Вони представлені у вигляді відношення амплітуд роторних гармонік до першої і можуть бути використані для виявлення несправностей. При малих зазорах, коли відбувається прослизання в обоймі підшипника, збуджується амплітуда третьої роторної гармоніки, що перевищує першу. Подальше збільшення зазору призводить до появи амплітуди другої і третьої роторних гармонік сумірних з першою.