

УДК 539.3

М. Дзюмак, О. Шкодзінський, канд. техн. наук; доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПЕРЕЧНИХ КОЛИВАНЬ ВАЛА З ДИСКОМ

UDC 539.3

M. Dziumak, O. Shkodzinsky Ph.D.; Assoc. Prof.

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR INVESTIGATION OF TRANSVERSE OSCILLATIONS OF A SHAFT WITH A DISC

При проектуванні механізмів приводів важливою проблемою є визначення критичних частот обертання валів за яких стає можливою поява поперечних коливань, спричинених прогином валу від поперечних зусиль (ваги, сил зачеплення чи натягу пасових передач) та відцентровою силою інерції, що виникає при його обертанні.

Вали при певному значенні частоти обертання n стають динамічно нестійкими. Тому при проектуванні механізмів приводів слід робити оцінку значень критичних частот обертання та порівнювати їх з робочими. Розглянемо вал як балку на двох опорах з диском, що моделює наявність встановленого на ньому зубчастого колеса чи шківів.

Для того щоб в'ясувати, чи є стан стійким, надамо балці (валу) деякого прогину w , при цьому центр мас c буде описувати коло радіусом w (див. рис.).

На диск діє відцентрова сила інерції $T = m\omega^2 w$ і сила пружності $P = Cw$, де m – маса диска; C – жорсткість валу на згин. Для випадку розташування диска посередині валу:

$$w = \frac{P\ell^3}{48EI}; \quad C = \frac{P}{w} = \frac{48EI}{\ell^3} \quad [1].$$

При $T < P$ – стан буде стійким, вал завжди прагнучим повернутися до вихідного положення.

При $T = P$ – прогини можуть необмежено зростати за будь-якого відхиленого положення, так як обидві сили є пропорційними до величини прогину w .

Визначимо критичну частоту обертання ω_k валу, при якій настає рівність $m\omega_k^2 w = Cw$, звідки:

$\omega_k = \sqrt{\frac{C}{m}}$. Критична частота обертання валу ω_k буде відповідати коловій частоті вільних поперечних коливань валу, що обумовлює появу резонансу. З врахуванням того, що

$$C = \frac{mg}{\delta_{ст}}, \quad \omega_k = \sqrt{\frac{C}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\delta_{ст}}} c^{-1}, \quad \text{де } \delta_{ст} \text{ – статичний прогин від ваги диска.}$$

Висновок: При проектуванні валів слід уникати робочих частот обертання (n_p), близьких до

критичної $n_k = \frac{30\omega_k}{\pi} \left(\frac{об}{хв} \right)$, тобто $0,7n_{кр} \leq n_p \leq 1,4n_{кр}$.

Література.

1. Опір матеріалів. Підручник / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Е. С. Уманський. За ред. Г. С. Писаренка – К.: Вища школа, 1993. – 655 с. – ISBN 5-11-004083-4.

