

УДК 621.9

Штогрин С., Капушта Б. -ст. гр. МВ-51

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

РОЗРАХУНОК ОПОР ВИСОКООБОРОТНИХ ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ

Науковий керівник: ст. викл. Дубецький І. Д.

В якості опор обертання широко використовуються кулькові підшипники. Існуючі методи розрахунку таких опор можуть застосовуватися тільки при нормальних частотах обертання і засновані на припущеннях, що відцентрові сили елементів, які обертаються невеликі, в порівнянні із зовнішніми навантаженнями, прикладеними до опор, і ними звичайно нехтують. При високих швидкостях обертання шпинделя розрахунок опор повинен проводитися з врахуванням динамічних навантажень, так як їхня величина стає досить суттєвою. Динамічні навантаження викликають зміну кутів контакту тіл кочення відносно зміщення кілець підшипника. Це несе за собою розподілення навантаження між елементами кочення, що в свою чергу викликає зміну динамічних навантажень. При проектуванні конструкцій опор високооборотних шпиндельних вузлів необхідно врахувати взаємний вплив зовнішніх і внутрішніх навантажень, що дозволяє забезпечити необхідну довговічність і надійність.

Так як на підшипник діють осьова і радіальна зовнішні сили, то навантаження на кожен кульку буде залежати від положення кульки.

Розглядається взаємне положення центрів кривизни з кутовою координатою ψ_j . При статичному навантаженні опор відстань між центрами збільшується на величину контактних деформацій. Однак, якщо на кульку діють відцентрові сили, кути контакту кульки з внутрішнім і зовнішнім кільцем підшипника будуть різні.

Для оцінки впливу кутів контакту на довговічність роботи підшипника при високих частотах обертання нехтуються силами P_z, P_x .

Для підшипників з початковим кутом контакту $\alpha_0 = 12^\circ$ при частоті обертання $n=60000$ об/хв. кут контакту $\alpha=20^\circ$, а для $\alpha_0 = 30^\circ$ при тій же частоті $\alpha_0 = 44^\circ 30'$.

Довговічність залежить від приведенного навантаження Q і динамічної вантажопідйомності C .

$$h = \left(\frac{C}{Q} \right)^{3.33} \cdot \frac{1}{n}$$

В даному випадку допоміжна вантажопідйомність залежить тільки від кута контакту $C = k \cos \alpha$. Відповідно фактична довговічність змінюється:

$$h_{\text{факт}} = k_{\text{розр}} \cdot \left(\frac{\cos \alpha_B}{\cos \alpha_0} \right)^{3.33}$$

Для приведених параметрів в першому випадку довговічність зменшиться в 1,2 раза, в другому в 1,8 раза.

При врахуванні зовнішніх осьових навантажень фактична довговічність ще більше буде відрізнятися від розрахункової.