

ОЦІНКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ДИСБАЛАНСУ РОТОРА

¹ Хмельницький національний університет

Анотація

Досліджено зв'язок між величиною дисбалансу ротора і працездатністю підшипників кочення. Показано, що зменшення величини дисбалансу призводить до збільшення величини проковзування кульок в підшипнику. Встановлено, що одночасно зі зменшенням значення збуджувальних сил за рахунок встановлення автобалансувального пристрою (АБП) доцільним є перехід на підшипники більш легкої серії або підшипники ковзання.

Ключові слова: дисбаланс, працездатність підшипника кочення, автобалансувальний пристрій.

Вступ

Практика експлуатації машин зі змінним дисбалансом ротора показує, що одним із видів механічного руйнування, що найчастіше зустрічається, є вихід з ладу підшипників кочення у вузлі кріплення ротора [1]. Для визначення можливих причин їх незадовільної роботи, впливу на їх працездатність величини дисбалансу ротора були проведені експериментальні дослідження на спеціальному стенді з досвідною установкою, що моделює ротор на пружних опорах з горизонтальною віссю обертання, і розробленими експериментальними зразками АБП.

Метою роботи є визначення зв'язку між величиною дисбалансу ротора і працездатністю підшипників кочення.

Результати дослідження

Нормальним режимом роботи кулькового підшипника є режим, за якого кульки котяться без проковзування. За наявності проковзування кульок в підшипнику тертя кочення замінюється тертям проковзування, що може призвести до збільшення зношення як бігових доріжок, так і самих кульок, а загалом – до заклинювання кульок, обриву сепаратора, тощо [2].

Тому дослідження працездатності підшипників кочення зводились до вимірювання величини проковзування кульок за різних значень дисбалансу ротора. Апаратура для таких вимірів описана в [3]. Оцінка роботи кулькового підшипника проводилась на основі вимірювання числа обертів сепаратора та порівняння виміряних значень із теоретичними. В ідеально підібраному підшипнику число обертів сепаратора і вала ротора, на якому міститься внутрішня обойма підшипника, пов'язані співвідношенням [2]:

$$n_s = 0,5 \cdot n_r \cdot (1 - d \cdot \cos \alpha / D), \quad (1)$$

де n_r – число обертів ротора; D – діаметр розташування центрів тіл кочення; d – діаметр тіла кочення (кульки); α – кут контакту тіла кочення з доріжкою зовнішньої обойми.

Для кулькового підшипника за відсутності осьової сили кут контакту $\alpha = 0$, тоді вираз (1) набуває вигляду:

$$n_s = 0,5 \cdot n_r. \quad (2)$$

Вираз (2) є справедливим коли кульки в підшипнику котяться без проковзування.

Вимірювання числа обертів сепаратора підшипників проводились за дисбалансу ротора 20000 г·см, без дисбалансу та за дії на ротор осьової сили. Запис здійснювався на прохід від 0 до максимальних обертів двигуна дослідної установки. Експерименти здійснювались з новими і зношеними підшипниками. Залежності частоти обертання сепаратора n_s підшипника типу 6204 Z від частоти обертання вала n_r , наведені на рис. 1.

З рис. 1 випливає, що як для нових, так і для зношених підшипників, має місце відставання

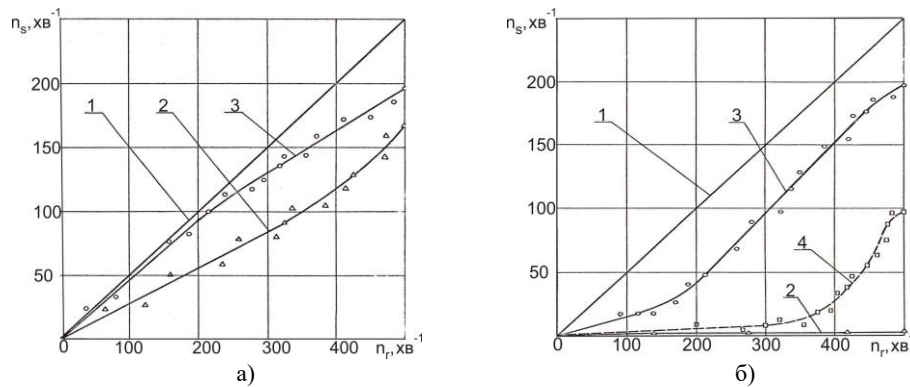


Рис. 1. Залежність частоти обертання сепаратора нового (а) і зношеного (б) підшипника 6204 Z від частоти обертання вала: 1 – теоретична залежність; 2 – без дисбалансу ротора (2); 3 – з дисбалансом 20000 г·см; 4 – з осьовим навантаженням у 40 Н без дисбалансу ротора

числа обертів сепаратора від його теоретичного значення, що свідчить про наявність проковзування кульок в підшипнику. Для зношеного підшипника (крива 2) за відсутності дисбалансу ротора кульковий підшипник працює як підшипник ковзання. З аналізу побудованих залежностей визначено, що зі збільшенням навантаження на підшипник або за рахунок збільшення величини дисбалансу ротора, або – осьового навантаження, проковзування зменшується.

Висновки

Для зменшення величини проковзування кульок необхідно експлуатувати підшипники за деякого початкового навантаження, до прикладу, створюючи деяке попереднє осьове навантаження або переходити на кулькові підшипники більш легкої серії.

Крім того, проведені дослідження показують, що зменшення дисбалансу ротора, до прикладу, за допомогою автобалансера (АБП), призводить до збільшення проковзування кульок. Тому є доцільним разом із встановленням на роторі АБП або здійсненням заходів для зменшення дисбалансу ротора застосовувати підшипники більш легкої серії або підшипники ковзання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Xin Pan A Review on Self-Recovery Regulation (SR) Technique for Unbalance Vibration of High-End Equipment. Chinese Journal of Mechanical Engineering . 2020. № 33(1):89. P. 23-34.
2. Гайдамака А. В. Г Підшипники кочення. Базові знання та напрямки вдосконалення : навч. посіб. / А. В. Гайдамака. – Х. : НТУ «ХП», 2009. 250 с.
3. Драч І. В., Ройзман В. П. Автоматичне балансування обертових тіл рідиною : монографія. Хмельницький : ХНУ, 2018. 189 с.

Драч Ілона Володимирівна — канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Хмельницький національний університет.

Ткачук Віталій Павлович — канд. техн. наук, завідувач кафедри технологій машинобудування, Хмельницький національний університет.

Evaluation of the performance of rolling bearings depending on the rotor imbalance

Abstract

The relationship between the amount of rotor imbalance and the performance of rolling bearings was studied. It is shown that a decrease in the amount of imbalance leads to an increase in the amount of slippage of the balls in the bearing. It was established that simultaneously with the reduction of the value of the exciting forces due to the installation of the self-balancing device, it is advisable to switch to bearings of a lighter series or sliding bearings.

Keywords: imbalance, performance of rolling bearing, self-balancing device.

Drach Iona V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Computer Sciences, Khmelnytskyi National University, Khmelnytsky.

Tkachuk Vitaliy P. — Cand. Sc. (Eng), Head of the Department of Mechanical Engineering Technology, Khmelnytskyi National University, Khmelnytsky.