

3. Лесик Д. и др. Дослідження мікрорельєфу та структури поверхневого шару при лазерній та ультразвуковій термодформаційній обробці інструментальної сталі //Вісник Національного технічного університету України" Київський політехнічний інститут". Серія Машинобудування. – 2016. – Т. 3. – №. 78.

УДК 629. 542

**Акимов О.О., канд. техн. наук,
Бояров В.Т., ст. наук. співробітник,
Жданюк М.М., ст. наук. співробітник,
Міщенко Н.В. канд. техн. наук ,**
Державний НДІ випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів,
akimov.al.al@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ЧАСТОТНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ КУЛЬКОВИХ ОПОР

Підтримку надійності техніки під час її використання, або відновлення після значного часу зберігання, доцільно здійснювати шляхом проведення раціонального технічного обслуговування та ремонту. Основним елементом механічного обладнання, що лімітує його надійність є опори кочення. Розрахунок довговічності опор на стадії проектування є досить орієнтовним та не враховує умов реальної експлуатації [1].

Визначення технічного стану опор кочення при експлуатації обладнання та прогнозування їх довговічності є важливою умовою забезпечення довговічності.

При експлуатації кулькових опори можливе руйнування опори кочення в результаті погіршення стану кульок, внутрішньої та зовнішньої доріжок кочення, сепаратора на різних стадіях життєвого циклу опори.

Погіршення стану може відбуватися по різних причинах пов'язаних з:

- виготовлення опор (фретинг - корозія, викришування, виникнення тріщин в результаті корозії);

- проведенням монтажних робіт, (монтажні пошкодження, (тріщини та сколи в кільцях, деформація, зношування та руйнування сепаратора);

- експлуатацією (викришування та виникнення раковини на доріжках кочення, зношування в результаті вібрації, бринелирування, задири при проковзуванні тіл кочення та супутні викришування та виникнення тріщин, проблеми змащування).

При експлуатації опор кочення складові частини опори контактують між собою та генерують характерні частоти:

- частота перекочування тіла кочення по зовнішньому кільцю;
- частота перекочування тіла кочення по внутрішньому кільцю;
- частота обертання сепаратора;
- частота обертання тіл кочення.

При погіршенні стану опори рівні віброприскорення та віброшвидкості опори на характерних частотах збільшуються про цьому виникають кратні гармоніки характерних частот.

При діагностуванні опор кочення перевагу слід надавати віброшвидкості, що характеризує кінетичну енергію механічної системи.

Сучасні методи вібродіагностування методами швидкого перетворення Фур'є в реальному часі дозволяють визначити характерні частоти та їх гармоніки, які можливо використати при визначенні надійності та залишкового ресурсу опори.

Поступове збільшення рівнів вібрації кулькової опори можливо кваліфікувати, як поступові відмови, виникнення яких підкоряється певному закону розподілу випадкових подій [1] що можуть характеризуватися імовірністю безвідмовної роботи.

Для оцінки впливу надійності елементів опори на її працездатність введемо поняття - *узагальнена імовірність безвідмовної роботи кулькової опори – P_L (ІБР)* в наступному вигляді:

$$P_L = P(z) * K_z * P(v) * K_v * P(c), K_c * P(k), K_k, \quad (1)$$

де $P(z)$, $P(v)$, $P(c)$, $P(k)$, – імовірність перевищення нормативних значень рівня вібрації зовнішнього та внутрішнього кілець, сепаратора та кульки:

K_z , K_v , K_c , K_k – коефіцієнти впливу складових частин вібрації опори на ІБР опори.

Для визначення імовірності перевищення нормативних значень рівня вібрації вибираються найбільші значення віброшвидкості гармонік характерних частот зовнішнього та внутрішнього кілець, сепаратора та кульки.

В розрахунках підшипників кочення відношення ресурсу реального до 90% ресурсу $a = L/L_{90}$ називають коефіцієнтом надійності, який визначається з наступного виразу [2]:

$$a := \left(\frac{\ln(P_L)}{\ln(0.9)} \right)^{\frac{1}{\alpha}}, \quad (2)$$

де L - довговічність кулькової опори;

L_{90} – 90% ресурс опори кочення ;

α - параметр форми розподілу Вейбула, зв'язаний з розсіюванням ресурсу (у відповідності ГОСТ 18855-94 $\alpha=1,5$).

З врахуванням (2) вираз (1) набуває наступного вигляду:

$$P_L := e^{(a)^\alpha \cdot \ln(0.9)} \quad (3)$$

На рис.1 приведена залежність між ІБР кулькової опори та коефіцієнтом надійності

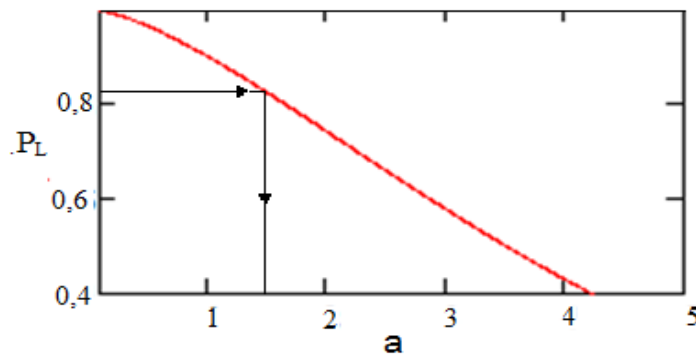


Рис.1 – Залежність ІБР кулькової опори від коефіцієнта надійності

З рис. 1 видно, що наявність поступових відмов елементів кулькових опор, визначених на основі частотного аналізу, веде до зниження ІБР опори та її довговічності.

Список посилань

1. Надежность и эффективность в технике [Текст]: справочник в 10 т. / Ред. совет: пред. В.С. Авдеевский В [и др]. – М.: Машиностроение, 1989. – Т.6: Экспериментальная отработка и испытания. – 376 с.

2. Решетов Д.Н. Надежность машин /Д. Н. Решетов, А. С. Иванов, В. З. Фадеев ; под общей редакцией Д. Н. Решетова. – М.: Высшая школа, 1988, – 235с.