

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ДОЛГОВЕЧНОСТИ РОЛИКОПОДШИПНИКА С УЧЕТОМ ИЗНОСА РОЛИКОВ И ДОРОЖЕК КАЧЕНИЯ

Пилла К.К.

Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С.П. Королева,
г. Самара, pillaclovis@gmail.com

Ключевые слова: роликоподшипник, ролик, дорожка качения, износ, долговечность.

В процессе работы роликоподшипников наблюдается проскальзывание тел качения, что обуславливает наличие трения скольжения в контакте с беговыми дорожками [1]. Это приводит к изнашиванию роликов и беговых дорожек в процессе работы и увеличению радиального зазора в подшипнике [2]. Теоретические [3, 4] и экспериментальные [5] исследования показали существенное влияние геометрических параметров на характеристики подшипников качения. Кроме этого, увеличение зазора в подшипниках качения влияет на жёсткость опор роторов и как следствие на собственные частоты системы [6,7]. Следовательно, очень важно знать истинное значение радиального зазора в подшипниках качения, который меняется в процессе работы, и учитывать это при расчёте характеристик подшипников качения.

В работе [7] показано, что во время работы подшипника происходит изнашивание тел качения, которое приводит к увеличению радиального зазора в подшипнике и влияет на долговечность подшипника. В данной работе проведены эксперименты для определения износа дорожек качения подшипника и исследовано влияние на радиальный зазор в подшипнике. Эксперименты проводились с использованием трибометра швейцарской фирмы CSM в режиме пары трения сфера плоскость. Шарик диаметром 9,525 мм из материала ШХ-15Ш устанавливался в держатель и со скоростью 10 м/с скользил по смазанному кольцу из той же стали с твёрдостью HRC=63. Длительность испытаний устанавливалась в виде длины пути $S=100\,000$ м. После испытаний профиль поверхности кольца измерялся с помощью профилометра SURTRONIC 25. Профилометр устанавливался на экспериментальном столе, как показано на рис. 1, и в шестнадцати равномерно расположенных по окружности сечениях измерялся профиль микронеровностей поверхности кольца в радиальном направлении.



Рис. 1 – Измерение профиля поверхности кольца подшипника

Полученные экспериментально результаты показали экспоненциальную зависимость между интенсивностью изнашивания I и контактными напряжениями σ_H

$$I = ae^{c\sigma_H} + b, \text{ где } a=9,036 \cdot 10^{-3}, b=0,961, c=4,984 \cdot 10^{-3}. \quad (1)$$

Полученная зависимость (1) позволяет определить изменение радиального зазора в подшипнике Δg за счёт износа тел качения $\Delta g_e = 2 \sum_1^z \Delta g_{ei} / z$, где $\Delta g_{ei} = \frac{I_{ei} v_e \Delta L_h}{\pi D_p l_p}$ – износ от

контакта с внутренним кольцом; $\Delta g_n = 2 \sum_1^z \Delta g_{ni} / z$, где $\Delta g_{ni} = \frac{I_{ni} v_n \Delta L_h}{\pi D_p l_p}$ – износ от контакта с наружным кольцом; z – число роликов, Δg_{ei} , Δg_{ni} – износ ролика на i -ом участке в контакте с внутренним и наружным кольцами соответственно, I_{ei} , I_{ni} – интенсивность износа ролика при расчетном значении контактного напряжения σ_{Hei} и σ_{Hni} в контакте с внутренним и наружным кольцами соответственно, v_e, v_n – скорость скольжения относительно внутренней и наружной дорожек качения соответственно, D_p – диаметр ролика, l_p – рабочая длина ролика.

На основе полученных экспериментальных данных износа тел качения и беговых дорожек разработана методика определения долговечности подшипников качения с учётом их износа. Приводятся результаты расчёта долговечности подшипника с учётом износа тел качения и беговых дорожек. Показано, что износ тел качения и дорожек качения приводит к увеличению радиального зазора и повышению долговечности подшипников.

Список литературы

1. Подшипники качения: Справочник-каталог/Л.В. Чернявский, Р.В. Коросташевский, Б.А. Яхин и др.: Под ред. Л.В. Чернявского и Р.В. Коросташевского. М.: Машиностроение, 1997. 896 с.
2. Силаев Б.М., Даниленко П.А. Метод расчёта высокоскоростной опоры качения двигателей летательных аппаратов с учётом изнашивания // Трение и износ. 2015. Т. 36, №4. С.453–460.
3. Королев А.А., Королев А.В. Влияние геометрических параметров рабочих поверхностей шарикоподшипника на его работоспособность // Трение и износ. 2015. Т. 36, №2. С. 244. 248.
4. Балякин В.В., Жильников Е.П., Косенок Б.Б., Лаврин А.В. Исследование влияния перекоса колец подшипника качения на момент трения и долговечность опор // Трение и износ, 2016, Т. 37, №6, с. 693-698.
5. Королев А.В., Королев А.А. Экспериментальное исследование влияния геометрии контакта тел и дорожек качения шариковых подшипников на момент трения качения // Трение и износ. 2016. Т. 37, №2. С.156–161.
6. Belousov, A.I., Balyakin, V.B. A methodology for providing the dynamic characteristics of rotor bearings // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenij. Aviatsionnaya Tekhnika, Issue 3, 2002, P. 31-35.
7. Галахов М.А., Бурмистров А.И. Расчет подшипниковых узлов. – М.: Машиностроение, 1988. 272 с.

Сведения об авторе

Пилла Кловис Коие, старший преподаватель кафедры основ конструирования машин.
Область научных интересов: опоры роторов турбомашин

METHOD OF CALCULATING THE FATIGUE LIFE OF ROLLER BEARINGS WITH CONSIDERATION OF THE WEAR OF ROLLERS AND RACEWAYS

Clovis Pilla

Samara National Research University, Samara, Russia, pillaclovis@gmail.com

Keywords: roller bearing, roller, wear, fatigue life, raceways.

Based on experimental data of the wear of rollers and raceways, a method was developed for calculating the fatigue life of roller bearings with consideration of the wear data. Results of calculations of the fatigue life of a roller bearing have been outlined. The results show that the wear of roller bearings increases the radial clearance which in turn increases the fatigue life of the bearing.