

РАСЧЁТ АРОЧНОГО ШАРИКОВОГО ПОДШИПНИКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАДИАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ С УЧЁТОМ ВЛИЯНИЯ СМАЗКИ И СЕПАРАТОРА

©2016 А.И. Данильченко, В.Р. Петров, Н.А. Саяпина

ОАО «ЕПК Самара», г. Самара

CALCULATION OF AN ARCHED BALL BEARING UNDER RADIAL LOAD CONSIDERING THE EFFECT OF LUBRICANTS AND CAGE

Danilchenko A.I., Petrov V.R., Sayapina N.A. (PLC "EPC Samara", Samara, Russian Federation)

Has been loaded a high-speed ball bearing with an arched profile of raceways. To determine dynamic loads on balls and cage has been used a radial load on the technique and special software, taking into account the non-Newtonian behavior of the lubricant in the contact between balls and raceways of rings.

Долговечность и надёжность современных газотурбинных двигателей часто определяется работоспособностью подшипников качения, применяемых в узлах опор компрессоров, турбин, агрегатов и коробок приводов. Поэтому становится актуальной задача оценки долговечности этих подшипников, а также определения усилий взаимодействия шариков с дорожками качения и сепаратором, проскальзывания в контактах шариков и сепаратора, толщин и температур смазочной плёнки, тепловыделения, мощности, затрачиваемой на привод деталей подшипника.

Разработана компьютерная программа, в основу работы которой было положено решение итерационным методом системы уравнений равновесия внутреннего кольца, сепаратора и шариков в комплекте подшипника. Основные этапы работы алгоритма программы следующие:

1. По известным зависимостям определяются начальные приближения смещений шариков и колец под действием радиальной нагрузки, величина радиального зазора в рабочих условиях, углы контакта шариков с дорожками качения, эпициклическая скорость вращения сепаратора в предположении работы подшипника в условиях «сухого» трения.

2. Методом вложенных итерационных циклов решается система уравнений равновесия сил и моментов, действующих на шарик и сепаратор, с учётом влияния смазки. Расчет сил трения в контактах выполняется

на основе моделей течения смазки в тяжело нагруженном контакте (Хупетр, Роландс). Принимается, что сепаратор вращается в масловоздушной среде с переменной плотностью, которая выбирается в зависимости от рассматриваемого внутреннего объёма подшипника.

3. После решения системы уравнений определяются угловые скорости вращения шариков по орбите подшипника, скорость сепаратора, скорости скольжения, качения и верчения шариков, уточняются смещение колец, углы контакта и радиальный зазор, силы надавливания шариков на перемычки сепаратора. Во внешнем итерационном цикле происходит вычисление тепловыделения в контактах шариков с дорожками качения колец, затрат мощности на привод деталей подшипника и уточняется среднеобъёмная температура подшипника.

4. На заключительном этапе вычисляется долговечность подшипника по контактным напряжениям колец и шариков с учётом влияния смазочной плёнки и степени фильтрации подаваемого масла.

Выполнены расчёты подшипника с арочным профилем дорожек качения с габаритными размерами 150×225 мм при частотах вращения до 15000 об/мин. Произведено сравнение полученных результатов с данными стендовых испытаний по температурам колец в широком диапазоне нагрузок и скоростей.