

МЕТОДИКА РАСЧЁТА МОМЕНТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВУХРЯДНОГО РАДИАЛЬНО УПОРНОГО ШАРИКОПОДШИПНИКА ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ НАГРУЖЕНИИ

Балякин В.Б.¹, Крылов Э.Г.², Долгих Д.Е.¹

¹Самарский университет, г. Самара, 029-029@mail.ru

² Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск,
649526@mail.ru

Ключевые слова: двухрядный шарикоподшипник, моментные характеристики, аппроксимация.

В процессе проектирования широкого ряда агрегатов, важно знать точные значения моментов сопротивления, возникающих в подшипниковых узлах. Например, при разработке рулевых приводов ракетного двигателя, для точной настройки положения механизмов управления, необходимо с максимальной точностью рассчитать моментные характеристики, используемых в них шарикоподшипников.

Зачастую, такие узлы работают под большими нагрузками, что приводит к потребности в установке двухрядных подшипников. Для однорядного шарикоподшипника в литературе приведён аналитический метод расчёта момента сопротивления, однако для двухрядного такая методика отсутствует. В связи с этим на кафедре основ конструирования машин Самарского университета была разработана программа, позволяющая рассчитать моментные характеристики двухрядного шарикоподшипника.

Применение программы на предприятиях связано с организационными трудностями, поэтому появилась потребность в получении аналитической зависимости, которую могли бы использовать работники предприятий. На основе комплекса расчётов, выполненных в программе, была проведена аппроксимация момента сопротивления и получена зависимость от осевой и радиальной силы для подшипника №3056205.

Аппроксимация проводилась методом наименьших квадратов в два этапа:

1) Линейная аппроксимация зависимости момента сопротивления от радиальной силы при различных значениях осевой силы.

$$T(F_r, F_a) = k(F_a)F_r + b(F_a) \quad (1)$$

В результате мы имеем ряд уравнений:

$$\begin{cases} T(F_r, F_{a1}) = k_1(F_{a1})F_r + b_1(F_{a1}) \\ T(F_r, F_{a2}) = k_2(F_{a2})F_r + b_2(F_{a2}) \\ \dots \\ T(F_r, F_{an}) = k_n(F_{an})F_r + b_n(F_{an}) \end{cases}$$

2) Аппроксимация коэффициентов $k(F_a)$ и $b(F_a)$. Коэффициент $k(F_a)$ был аппроксимирован по экспоненциальной зависимости, а $b(F_a)$ по полиному второй степени:

$$k(F_a) = c_1 \cdot e^{d_1 \cdot F_a} \quad (2)$$

$$b(F_a) = c_2 \cdot F_a^2 + d_2 \cdot F_a + h \quad (3)$$

После объединения уравнений (1), (2) и (3) получаем:

$$T = c_1 \cdot e^{d_1 \cdot F_a} \cdot F_r + c_2 \cdot F_a^2 + d_2 \cdot F_a + h \quad (4)$$

На рис.1 приведен результат аппроксимации для подшипника №3056205.

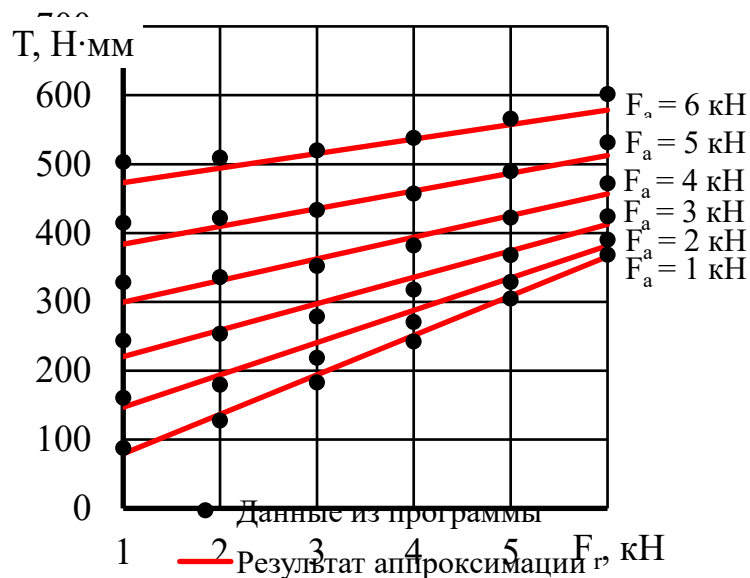


Рис.1 – Аппроксимация момента сопротивления подшипника №3056205

Для двухрядного шарикоподшипника №3056205 зависимость (4) принимает вид:

$$T = 70F_a \cdot e^{-0,2F_a} + 2F_a^2 + 72F_a - 52 \quad (5)$$

Расчёты по зависимости (5) дают результаты с погрешностью не более 10% по сравнению с полученными в программе.

Сведения об авторах

Балякин Валерий Борисович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедры основ конструирования машин. Область научных интересов: динамика и надёжность авиационных двигателей

Крылов Эдуард Геннадьевич, д-р пед. наук, доцент, профессор кафедры механики. Область научных интересов: динамика и прочность машин

Долгих Дмитрий Евгеньевич, студент. Область научных интересов: конструкция жидкостных ракетных двигателей.

METHODOLOGY FOR THE ANALYSIS OF MOMENT CHARACTERISTICS OF RADIAL-THRUST TWO-ROW BEARING BEING UNDER A COMBINED LOAD

Balyakin V.B.¹, Krylov E.G.², Dolgikh D.E.¹

¹Samara National Research University, Samara, Russia, 029-029@mail.ru

²Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia, 649526@mail.ru

Keywords: radial-thrust two-row bearing, moment characteristics, approximation.

A methodology and software allowing determining moment characteristics of radial-thrust two-row bearing have been developed, approximating dependencies have been built. For the bearing 3056205 the analytical relationship between resisting moment and load is obtained.