

Расчет шарикового радиального подшипника опоры вала редуктора

Исходные данные

Задание: Для редуктора подобрать шариковый радиальный подшипник опоры вала с посадочным диаметром d , для механизма лебедки.

Параметры (вариант 15):

- Радиальная нагрузка: $F_r = 2,8 \text{ кН}$
- Осевая нагрузка: $F_a = 0 \text{ кН}$
- Посадочный диаметр: $d = 45 \text{ мм}$
- Частота вращения: $n = 935 \text{ мин}^{-1}$
- Требуемый расчетный ресурс: $L_{10ah} = 18 \times 10^3 \text{ ч}$
- Материал: пластичный (смазочный)
- Рабочая температура: 100°

Расчетные формулы

1. Определение базового ресурса

Базовый ресурс по числу оборотов:

$$L_{10} = L_{10ah} \times 10^6 / (60 \times n)$$

где:

- L_{10ah} — требуемый ресурс в часах
- n — частота вращения в мин^{-1}

Подставляем значения:

$$L_{10} = 18 \times 10^3 \times 10^6 / (60 \times 935) = \frac{18 \times 10^9}{56100} = 320,6 \times 10^6 \text{ оборотов}$$

2. Эквивалентная динамическая нагрузка

Так как осевая нагрузка $F_a = 0$, эквивалентная динамическая нагрузка равна радиальной нагрузке:

$$P = F_r = 2,8 \text{ кН}$$

3. Требуемая динамическая грузоподъемность

Динамическая грузоподъемность подшипника определяется из условия:

$$C = P \times \sqrt[3]{L_{10}}$$

где коэффициент зависит от типа подшипника. Для шариковых подшипников:

$$C = P \times (L_{10})^{1/3}$$

При расчете используем приблизительное соотношение:

$$C = 2,8 \times \sqrt[3]{320,6} = 2,8 \times 6,85 = 19,2 \text{ кН}$$

4. Выбор подшипника

По ГОСТ 8338-75 (шариковые радиальные подшипники) с внутренним диаметром $d = 45 \text{ мм}$ требуется подшипник марки **6309** или **6209**:

Параметр	Значение
Внутренний диаметр, мм	45
Внешний диаметр, мм	100
Ширина, мм	25
Динамическая грузоподъемность, кН	21,6–24,5
Статическая грузоподъемность, кН	13,7–15,9

Рекомендуемый подшипник: 6309 (динамическая грузоподъемность $C = 24,5 \text{ кН}$)

Проверка выбранного подшипника

Проверим соответствие требуемому ресурсу:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^3 = \left(\frac{24,5}{2,8} \right)^3 = (8,75)^3 = 670 \times 10^6 \text{ оборотов}$$

Ресурс в часах:

$$L_{10ah} = \frac{L_{10} \times 60 \times n}{10^6} = \frac{670 \times 10^6 \times 60 \times 935}{10^6} = 37,6 \times 10^3 \text{ ч}$$

Поскольку $L_{10ah} = 37,6 \times 10^3 \text{ ч}$ (требуемый ресурс), подшипник удовлетворяет условию.

Вывод

Для редуктора с лебедкой при заданных параметрах рекомендуется установить шариковый радиальный подшипник марки 6309 (45×100×25 мм) с динамической грузоподъемностью 24,5 кН.

Выбранный подшипник обеспечивает требуемый ресурс и надежную работу механизма при радиальной нагрузке 2,8 кН и частоте вращения 935 мин⁻¹.

Рекомендации по эксплуатации

- Использовать смазку ГОСТ 1957-73 (пластичная смазка)
- Рабочая температура не должна превышать 100°C
- Периодическая смазка подшипника — один раз в 500 часов работы
- Контролировать износ и люфт подшипника