

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Хрюкин М.Б.

Хрюкин Михаил Борисович - бакалавр, студент,
кафедра технической механики,
Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж

Аннотация: в статье рассмотрен вопрос актуальности расчета ресурса подшипников качения. Приведены основные принципы расчета и факторы, влияющие на полученный результат. Представлен пример расчета ресурса подшипника с учётом и без учёта эксплуатационной поправки.

Ключевые слова: подшипники качения, ресурс подшипников, эксплуатационная поправка.

Использование подшипников качения получило широкое применение во всех отраслях промышленности. Наряду с узлами, не требующими высокой надежности, подшипники качения применяются также и в ответственных узлах, выход из строя которых может привести как к катастрофам, так и к большим экономическим издержкам, связанным не только с затратами на ремонт, но и с финансовыми потерями от простоя оборудования. Оценивая масштабы последствий выхода из строя подшипниковых узлов, а также учитывая особенности эксплуатации подшипников, следует придерживаться системного подхода к их подбору и расчету долговечности. На настоящее время существует ряд ГОСТов, регламентирующих методы расчета долговечности подшипников качения. Также производители подшипников предлагают собственные разработанные методики расчета долговечности, учитывающие индивидуальные особенности производства и личный опыт эксплуатации и обслуживания.

Различие между существующими методиками определения долговечности заключается принципиально либо в учете поправочных коэффициентов, которые зависят от особенностей и условий эксплуатации, либо в методах их определения. Каждый производитель старается дать рекомендации к определению поправочных коэффициентов исходя из статистики экспериментальных и эксплуатационных данных. Можно заметить, что в ряде методик не учитываются некоторые факторы, в других методиках разнятся диапазоны данных. Таким образом, анализ всех предложенных методик одновременно позволяет определить более точную картину влияния того или иного фактора на долговечность работы, с целью дальнейшего применения полученных данных для создания собственной методики, ориентированной на конкретные условия эксплуатации.

Так, номинальный ресурс подшипника составляет [1, 4]:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \quad (1)$$

L_{10} - номинальный ресурс подшипника, млн. об; C - динамическая грузоподъемность подшипника (принимается в соответствии с данными, представленными производителем), кН; P - эквивалентная динамическая нагрузка на подшипник (рассчитывается в соответствии с формулой 3), кН; p - показатель степени уравнения ресурса (принимается равным 3 для шарикоподшипников и 10/3 для роликоподшипников).

В случае если частота вращения подшипника постоянна, вычисленный ресурс можно выразить в часах работы:

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60n} L_{10} \quad (2)$$

L_{10h} - номинальный ресурс подшипника, рабочие часы; n - частота вращения, об/мин;

$$P = XF_r + YF_a \quad (3)$$

F_r - фактическая радиальная нагрузка на подшипник, кН; F_a - фактическая осевая нагрузка на подшипник, кН; X - коэффициент радиальной нагрузки на подшипник; Y - коэффициент осевой нагрузки на подшипник;

X и Y зависят от особенностей конструкции подшипника, данные коэффициенты позволяют разложить суммарную нагрузку, действующую на подшипник на составляющие, с учетом угла контакта.

Учет эксплуатационных факторов, влияющих на долговечность работы подшипника, выражается использованием поправочного коэффициента a [2, 3] в формуле 6, который зависит от:

- отношения граничной нагрузки по усталости к эквивалентной:

$$b = \frac{P_u}{P} \quad (4)$$

- условий смазывания:

$$k = \frac{v}{v_1} \quad (5)$$

k - относительная вязкость;

ν - фактическая вязкость смазочного материала при рабочей температуре, мм²/с;
 ν_1 - номинальная вязкость, зависящая от среднего диаметра подшипника и частоты вращения, мм²/с;
 η - уровень загрязненности подшипника.

Номинальный ресурс подшипника с учетом поправок составляет:

$$L_n = aL_{10h} \quad (6)$$

В таблице 1 представлены результаты расчета долговечности конкретного подшипника без учета и с учетом эксплуатационной поправки.

Таблица 1. Результаты расчета ресурса подшипника

| | Без поправки | С поправкой |
|-----------------------|--------------|-------------|
| L_n , рабочих часов | 43150 | 30205 |

Из таблицы видно, что данные полученные при расчете без учета поправок не могут быть объективными, поскольку данный метод не позволяет учесть особенностей эксплуатации. Наиболее приближенное значение к реальному ресурсу дает методика, учитывающая характер нагружения, воздействие внешних факторов (грязь, пыль, влага), параметр смазки, который учитывает изменение ресурса, в зависимости от применения типа смазки и вида смазочного материала с учетом температурного режима. В данном случае существенную роль в уменьшении срока службы сыграло неправильное применение смазочного материала, а также условие загрязненности.

Список литературы

1. SKF общий каталог. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://avtostarter-kirov.ru/catalog/general_catalogue_rus1.pdf/ (дата обращения 11.05.2017).
2. Nachi шариковые и роликовые подшипники, 2008. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.interbearing.com/downloads/nachi/nachi_catalogue.pdf/ (дата обращения 11.05.2017).
3. NSK подшипники качения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.snoy.ru/pdf/tech_doc/NSK_General_Catalogue_Ru.pdf/ (дата обращения 20.05.2017).
4. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин, М: Машиностроение, 1993. 640 с.