

УДК 620.179.1.082.7
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ДЕФЕКТОВ СБОРКИ ОПОРЫ КАЧЕНИЯ
ПО ЭЛЕКТРОРЕЗИСТИВНЫМ ДИАГНОСТИЧЕСКИМ
ПАРАМЕТРАМ

В. В. МАРКОВ
ФГБОУ ВПО «ГОСУНИВЕРСИТЕТ-УНПК»
Орёл, Россия

Опоры качения машин относятся к категории элементов, испытывающих наиболее тяжёлые режимы работы при эксплуатации – радиальную и осевую нагрузку, высокие скорости вращения, удары, сопровождающиеся значительной температурой в зонах трения и риском работы в условиях «масляного голодания». Поэтому при проведении приёмочных испытаний машин, после их изготовления или ремонта, необходимо осуществлять техническое диагностирование входящих в их состав опор качения в реальных условиях эксплуатации.

В настоящее время известно достаточно большое количество методов технического диагностирования опор качения: механические, кинематические, вибрационные, акустические, электрические, тепловые и другие. Принимая очевидные достоинства всех известных методов диагностирования опор качения, отметим, что одной из наиболее перспективных является группа электрических методов, в частности, электрорезистивный метод диагностирования, сущность которого заключается в оценке технического состояния объекта по параметрам функции его активного электрического сопротивления. Основными преимуществами электрорезистивного метода являются: приспособленность для неразрушающей диагностики опоры качения, возможность прогнозирования возникновения дефектов поверхностей трения на ранних стадиях их зарождения, широкие функциональные возможности (диагностирование различных элементов триботехнической системы и дефектов разного рода), безинерционность, простота алгоритмов диагностирования и диагностической аппаратуры [1, 2].

Целью данной работы является анализ характера и степени влияния показателей качества сборки и эффективности системы смазывания опоры качения на электрорезистивные диагностические параметры: среднее арифметическое значение активного сопротивления подшипника качения; среднеквадратическое отклонение активного сопротивления подшипника качения; отношение среднеквадратического отклонения к среднему арифметическому значению. В основу экспериментальных исследований заложены основные теоретические положения и алгоритмы диагностирования электрорезистивного метода контроля подшипников качения [3–5].

Для достижения поставленной цели выполнены экспериментальные исследования. В процессе проведения экспериментов решалась задача

оценки влияния дефектов сборки подшипникового узла на характер изменения среднего сопротивления (R_{cp}) и среднеквадратического отклонения (S_R) сопротивления подшипника качения при его смазывании смазочными материалами различного состава и вязкости (жидкий, полужидкий, пластичный). В качестве экспериментальной установки использовался стенд с функцией моделирования дефектов сборки подшипникового узла в виде отклонений формы (макроотклонений) дорожек качения подшипника – радиального биения, овальности, огранки. Для сбора и первичной обработки экспериментальных данных использовался первичный преобразователь сопротивления подшипника в электрическое напряжение, плата аналого-цифрового преобразования и плата аналогового ввода ADM212x100M, работающие в составе персонального компьютера [4].

Эксперименты проводились при следующих условиях: новые подшипники предварительно промыты в авиационном керосине и высушены в течение 20 ч; объём смазочного материала $v = 16...24 \text{ мм}^3$; частота вращения внутреннего кольца испытуемого подшипника качения $\omega = 1500 \text{ мин}^{-1}$; радиальная нагрузка $F_r = 100 \text{ Н}$; угол между вектором F_r и радиусом большой полуоси овальности $\phi = 90^\circ$. Диапазон моделируемой овальности наружного кольца подшипника $Q = 0...40 \text{ мкм}$. Испытаны смазочные материалы различной вязкости: жидкий смазочный материал – масло трансформаторное, полужидкий – масло трансмиссионное ТАД-17, пластичный – литол-24, пластичный смазочный материал с антифрикционными присадками – графитная смазка.

Анализ результатов исследований позволил сделать ряд выводов.

1. Диагностический параметр «среднее значение активного электрического сопротивления» (R_{cp}) подшипника качения обладает достаточно высокой чувствительностью к отклонениям формы дорожек качения подшипника, и, следовательно, может быть использован для оценки качества сборки опоры качения.

2. Диагностический параметр «среднее значение активного сопротивления» (R_{cp}) подшипника качения позволяет установить различия между свойствами смазочных материалов, и, следовательно, может быть использован для оценки эффективности системы смазывания опоры качения.

3. При увеличении овальности Q в диапазоне значений от 5 до 40 мкм параметр R_{cp} монотонно уменьшается, причем степень уменьшения параметра зависит от типа смазочного материала. Так, например, при использовании масел: трансформаторного масла и масла ТАД-17 параметр R_{cp} уменьшился почти в 2 раза (соответственно, $R_{cp} = 0,5...0,25 \text{ МОм}$ и $R_{cp} = 0,7...0,4 \text{ МОм}$), при использовании пластичного смазочного материала Литол-24 – почти в 4 раза ($R_{cp} = 0,6...0,15 \text{ МОм}$), а при использовании пластичной графитной смазки – более чем в 8 раз ($R_{cp} = 1,3...0,15 \text{ МОм}$).

4. Наибольшие изменения параметра R_{cp} наблюдаются для графитной смазки. Это можно объяснить тем, что графитная смазка, имеющая прово-

дящие графитовые включения, с увеличением значения макроотклонения и при сжатии зоны трения изменяет электрические свойства. То есть, основной вклад в среднее сопротивление подшипника вносят сближающиеся в зоне трения графитовые включения.

5. Анализ экспериментальных зависимостей параметра $S_R/\bar{R}_{cp}$ от овальности наружного кольца подшипника, работающего в различных условиях смазывания показывает, что характер изменения значения параметра при ухудшении качества сборки опоры качения одинаковый – наблюдается монотонный рост. Однако степень увеличения значения параметра $S_R/\bar{R}_{cp}$ существенно зависит от свойств смазочных материалов. Следовательно, данный параметр может быть использован, как образ технического состояния опоры качения, позволяющий осуществлять прогнозирование её технического состояния.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Марков, В. В.** Методы и средства контроля, исследований и анализа смазочных материалов: результаты патентных исследований / В. В. Марков // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2011. – № 5. – С. 121–130.

2. **Подмастерьев, К. В.** Информационные признаки технического состояния узлов трения, используемые при проведении трибомониторинга / К. В. Подмастерьев, В. В. Марков // Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов: материалы 4-й Междунар. науч.-техн. конф. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2012. – С. 307–310.

3. **Марков, В. В.** Контроль подшипников качения по параметрам электрического сопротивления / В. В. Марков, В. В. Мишин // Контроль. Диагностика. – 2004. – № 9. – С. 30–41.

4. **Подмастерьев, К. В.** Исследование влияния макроотклонений дорожек качения колец на состояние смазки в подшипнике электрорезистивным методом / К. В. Подмастерьев, В. В. Марков, В. В. Мишин // Трение и износ. – 2005. – Т. 26. – № 5. – С. 546–553.

5. **Подмастерьев, К. В.** Состояние и направления развития электрических методов диагностирования и контроля узлов трения / К. В. Подмастерьев, В. В. Марков // Фундаментальные проблемы техники и технологии «Технология-2012». – Сб. тез. докл. XV Междунар. науч.-техн. конф. – Орёл: Технологический институт им. Н.Н. Поликарпова Госуниверситета-УНПК. – 2012. – С. 380–382.

E-mail: pms35vm@yandex.ru