

## **ВЛИЯНИЕ ТОКА НА РОЛИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОВОЗОВ**

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос влияние электрического тока при его прохождении через роликовые подшипники тяговых двигателей. В результате были выявлены основные дефекты роликовых подшипников при ремонте электровоза.

Ключевые слова: электровоз, тяговый двигатель, роликовый подшипник, электрический ток, влияние.

На тяговых двигателях постоянного и переменного тока применяются роликовые подшипники, которые, согласно правилам ремонта тяговых электрических машин, должны заменяться при капитальном ремонте через 1400 тыс. км [1]. Однако из-за многочисленных дефектов их приходится заменять намного раньше.

Разрушение роликовых подшипников ведет к заклиниванию колесно-моторных блоков, «постановке» ползунов на поверхности катания бандажей при качении колесной пары по железнодорожному пути. Поэтому в последнее десятилетие получила развитие система вибродиагностирования подшипников на текущих ремонтах электровозов ТР-1 и ТР-2. Хотя время процесса диагностирования электровоза составляет около 10 часов (половину времени простоя электровоза в ремонте ТР-1), но это позволило сократить разрушение роликовых подшипников.

Для выявления основных дефектов роликовых подшипников тяговых двигателей проанализированы данные всех осматриваемых и ремонтируемых подшипников тяговых двигателей ТЛ-2К-1 за период с 29 сентября 2011 по 14 марта 2012 гг. в роликовом отделении электромашинного цеха ремонтного локомотивного депо Свердловск. Осмотр подшипников производится с использованием лупы с четырехкратным увеличением и в отдельных случаях десятикратным. Для проверки влияния разрешающей способности лупы на дефектировку роликовых подшипников осмотрены 207 ранее проверенных роликов переносным микроскопом 24-кратного увеличения. На 15 из них (7 %) есть кратеры электроожогов. Следует полагать, что при применении микроскопов 100-кратным увеличением количество этих дефектов станет намного больше.

Для повышения эффективности диагностирования следует применять микроскопы с большей разрешающей способностью и значительно увеличить нормы затрат времени на осмотр элементов подшипника, а также разработать систему автоматической диагностики подшипников на основе компьютерной идентификации поверхности с нормативными образцами.

На первых отечественных электровозах заземление электрической цепи производилось на остовы тяговых двигателей. При этом тяговый ток электровоза проходил через моторно-осевые подшипники и якорные подшипники тяго-

вых двигателей, вызывая повышенный износ моторно-осевых подшипников. При осмотре контактируемых поверхностей обнаруживались точечные повреждения поверхностей трения [2].

Указанные повреждения являлись результатом действия электрического тока, проходящего через вкладыши моторно-осевых подшипников скольжения и обоймы роликов подшипников качения. В местах пробоя смазки возникает электрический разряд, который, в зависимости от величины электрических параметров, состава и состояния среды, где работает контактная пара, может иметь характер дугового или искрового разряда. При дуговом разряде происходит вырывание металла с поверхности катода, при искровом – с поверхности анода [3]. Ролик подшипника попеременно является катодом и анодом. Исследованиями [2], проведенными на моторных вагонах, установлено, что металл поверхности трения разрушается под действием тока, когда превышена величина условной плотности тока:

$$i = I / ld > 0,25-0,30 \text{ А/см}^2.$$

где  $I$  – ток, проходящий через подшипник;  $l$  – длина подшипника;  $d$  – диаметр подшипника.

Исследования, проведенные на электровозах ВЛ11 [4], показали, что по заземляющим проводам проходило 9,0–25,5 % тока электровоза, что превышало среднее значение почти в два раза. Это было связано с величиной омического сопротивления цепей заземления и буксования колесных пар, изменяющих сопротивление цепи «колесо–рельс». Распределение токов между моторно-осевыми и моторно-якорными подшипниками не измерялось.

Выполненные в Уральском государственном университете путей сообщения металлографические исследования поверхности роликов и колец, поврежденных электрическим током, выявили, что раковины на этих деталях идентичны. Величина их колеблется от сотен долей до единиц миллиметров, глубина достигает 0,2 мм. Количество раковин на отдельных поверхностях превышает 500 штук на 1 см<sup>2</sup>. Кроме раковин, на поверхности наблюдались светлые пятна, имеющие структуру вторичной закалки, аналогичную структуре закаленного металла вокруг раковин. На участках вторичной закалки, как в пятнах, так и вокруг раковин встречались микротрещины, которые могут привести к развитию трещин усталости.

Фотография раковины поверхности роликов от воздействия на него электрического тока представлена на рис. 1; пятна от электрических ожогов, которые могут являться следствием образования микротрещин и дефектов контактной усталости (рис. 2).

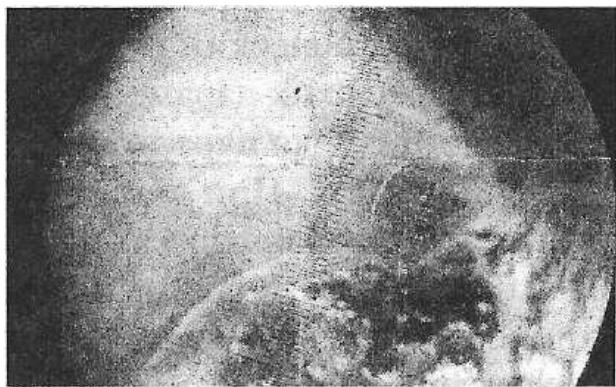


Рис. 1. Раковины на поверхности ролика от воздействия на него электрического тока



Рис. 2. Пятна от электрических ожогов

На основе исследований [5] созданы токоотводящие устройства на торцы осей колесных пар с выравненными омическими сопротивлениями отводящих проводов, которые начали устанавливаться на электровозах ВЛ11 с № 916. Впоследствии все электровозы ВЛ11 были оборудованы этими устройствами. Новые электровозы ВЛ11, ВЛ15, ЭП2 также выпускались с токоотводящими устройствами.

При введении токоотводящих устройств тяговый ток, проходя через тяговые двигатели, попадает на сборную шину, а оттуда, через указанные устройства, по проводам равного сопротивления проходит по оси и колесам в рельсы. В то же время сохранены цепи заземления сборной шины на остовы тяговых двигателей, где ток, пробивая масляную пленку, распределяется пропорционально сопротивлению цепи по двум направлениям:

- через моторноосевые подшипники в шейку оси и через колеса в землю (рельс);
- через обоймы роликов в вал якоря, шестерни, зубчатые колеса, колесные центры, бандажи в землю (рельс).

К сожалению, эти пути прохождения тока и его величина не были исследованы. Но вполне очевидно, что необходимо исключить заземления сборной шины на остовы тяговых двигателей. Это в свою очередь позволит ограничить величину тока проходящего через моторно-осевые и роликовые подшипники тяговых двигателей. Данный способ уменьшения износа, а соответственно и увеличения долговечности колесно-моторного блока, заслуживает более глубокого исследования.

### Литература

1. Правила ремонта электрических машин электроподвижного состава. – М.: Транспорт, 1992. – 254 с.
2. Шляхто П. П., Хвостов В. С. Обратные токи моторвагонов электрофицированных железных дорог // Техника железных дорог. – 1953. – № 3. – С. 44–48.

3. Лазаренко В. А., Лазаренко И. И. Электрическая эрозия металла. – М.: Госэнергоиздат, 1944. – 300 с.

3. Медведев Н. Ф. Повреждения подшипников электровозов тяговым током и способы их предупреждения / Н. Ф. Медведев, Ю. Н. Виноградов, Т. П. Волков, А. Л. Вашурин // Вестник ЦНИИ МПС. – 1971 – № 6. – С. 16–19.

5. Нафиков Г.-А. М. Повреждения подшипников электровозов тяговым током // Вестник ЦНИИ МПС. – 1975 – № 10. – С. 7–10.