(cc) BY

Пашнин Артем Григорьевич
студент
Тайгинский институт
железнодорожного транспорта (филиал)
ФГБОУ ВПО «Омский государственный
университет путей сообщения»
г. Тайга, Кемеровская область

ОПОРНО-ОСЕВОЕ ПОДВЕШИВАНИЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Аннотация*: в данной статье рассматривается проблема технологического обеспечения эксплуатации тягового подвижного состава. Автором исследуется возможность замещения моторно-осевых подшипников скольжения моторно-осевыми подшипниками качения.*

Ключевые слова*: электродвигатель, моторно-осевой подшипник, локомотив.*

Моторно-осевой подшипник (МОП) – это одна из важных частей опорных узлов колесно-моторного блока локомотива. Он является динамически нагруженным узлом трения, от него зависит эксплуатационная надежность, объем техобслуживания, ремонт колесно-моторного блока и безопасность движения электровозов и тепловозов. Для обеспечения параллельности осей двигателя и колесной пары этот вид подшипника служит второй опорой тягового привода и располагается в двух специальных приливах двигателя локомотива. Такие подшипники могут быть выполнены как из подшипников качения, так и подшипников скольжения.

За всю историю производства электровозов со времен СССР накопилось множество типов конструкций. Это вызвало необходимость создания классификации по характеристикам и параметрам, одна из которых – по типу тягового привода:

– тяговый привод 1-го класса: опорно-осевое подвешивание тягового электродвигателя;

– тяговый привод 2-го класса: опорно-рамный двигатель и опорно-осевой редуктор;

– тяговый привод 3-го класса: опорно-рамные двигатель и редуктор.

Подавляющее большинство грузовых электровозов на железнодорожной сети России и стран СНГ имеют тяговый привод 1-го класса. Его конструктивные особенности заключаются в том, что половина веса тягового электродвигателя передается подрессоренно на шкворневую балку рамы тележки, а вторая половина веса – через МОП скольжения на ось колесной пары. Появляющаяся при этом связь двигателя с колесной парой позволяет технически просто (с помощью МОП) обеспечить параллельность вала якоря двигателя и оси колесной пары и постоянство расстояний между ними. Это дает возможность применить простейшую тяговую передачу, состоящую из шестерни и зубчатого колеса, жестко посаженных на вал двигателя и ось колесной пары. Однако для данной конструктивной схемы характерны большие разрушающие нагрузки на двигатель, и в настоящее время она считается устаревшей.

С увеличением частоты вращения, вследствие действия гидродинамического эффекта, несущая способность сначала повышается, однако тепловые процессы при высоких скоростях приводят к уменьшению вязкости смазочного материала и потере несущей способности подшипников скольжения.

При опорно-осевом подвешивании тяговых двигателей наблюдается износ моторно-осевых подшипников как по внутренней поверхности, залитой баббитом и контактирующей с осью колесной пары, так и по наружной поверхности, сопряженной с остовом тягового двигателя.

Скорость изнашивания подшипника скольжения зависит от многих факторов: действующей нагрузки (контактного давления), температуры, вида движения, частоты вращения, агрессивного воздействия окружающей среды, физико-химической модификации поверхностей в процессе трения. Решающее значение имеют материалы трущихся сопряжений, физико-химические и механические свойства смазочного материала, метод смазывания. Конструктивное оформление

узла трения – обеспечение точности и жесткости корпуса, оптимального зазора и самоустановки подшипника, соосности вала и втулки подшипника.

В настоящее время на железных дорогах России 90% парка электровозов всех типов оборудованы колесно-моторными блоками с МОП скольжения.

Моторно-осевой подшипниковый узел с подшипниками скольжения тягового электродвигателя (ТЭД) является одним из наиболее узких мест в части обслуживания, долговечности и надежности узлов тележки электровоза. Несмотря на целый ряд проведенных усовершенствований, узел МОП с колесной парой трения скольжения с технической точки зрения является несовершенным.

Идея заменить трение скольжения на трение качения родилась давно.

Сейчас трудно найти механизм, в котором бы не использовались подшипники различных форм: шариковые, цилиндрические и т. д. От их качества (от марки стали, от точности обработки) во многом зависит надежность машин. В большинстве случаев величина трения качения гораздо меньше величины трения скольжения при прочих равных условиях, и поэтому качение является распространенным видом движения в технике. Преимущества подшипников качения перед подшипниками скольжения не вызывают сомнений.

Минусы при использовании МОП скольжения:

– значительное число повреждений из-за неудовлетворительной подачи смазки в рабочую зону;

– большой расход моторно-осевой смазки ввиду невозможности надежной герметизации МОП;

– загрязнение моторно-осевой смазкой окружающей среды, ведь пока 50÷60% смазки остается в канавах локомотивных депо и на путях;

– сокращение срока службы зубчатых колес и моторно-якорных подшипников тягового электродвигателя за счет быстрого износа латунных вкладышей МОП скольжения;

– большой расход цветных металлов (латунь).

Надежность и безопасность движения электровозов в значительной степени определяются безотказной работой экипажной части, и прежде всего колесно-моторных блоков (КМБ).

Все новые зарубежные локомотивы оборудованы моторно-осевыми подшипниками качения. Их внедрение позволяет проводить техническое обслуживание ТО-2 локомотивов не через 3÷4 суток, а через 10÷12 и более. Именно ради пополнения МОП скольжения осевой смазкой 90% парка электровозов требуют необходимости проведения столь частого технического обслуживания ТО-2.

Расчетный ресурс МОП качения – не менее 5 млн. км пробега локомотива. Применение колесно-моторных блоков с МОП качения повышает стоимость электровоза, однако окупаемость достигается за счет наличия следующих факторов:

– исключение из технологического процесса обслуживания и ремонта КМБ осевых масел и необходимости их сезонной замены;

– снижение затрат при технических обслуживаниях и текущих ремонтах КМБ с МОП качения;

– повышение надежности и срока службы тяговой зубчатой передачи и ТЭД из-за отсутствия перекосов, вызываемых износом латунных вкладышей моторно-осевых подшипников скольжения;

– увеличение ресурса колесной пары за счет отсутствия износа шеек осей под моторно-осевыми подшипниками скольжения;

– исключение платы за загрязнение окружающей среды за счет исключения утечек осевых масел на верхнее строение пути;

– повышение экономичности электровоза – увеличение использования мощности на тягу и увеличение КПД за счет снижения основного сопротивления движению локомотива.

Использование моторно-осевых подшипников качения вместо подшипников скольжения является приоритетным направлением развития отечественного локомотивостроения как для вновь строящихся, так и для модернизируемых ло-

комотивов парка ОАО «РЖД». Применение МОП качения снижает сопротивление движению, что приводит к повышению коэффициента полезного действия и увеличению мощности на тягу. Исключение постоянного обслуживания моторно-осевых подшипников значительно сокращает эксплуатационные расходы на содержание и ремонт колесно-моторного блока локомотива.

Российские железные дороги получают очень хороший экономический эффект при использовании на локомотивах подшипников качения. Завод совместно с ВЭлНИИ неоднократно пробовал применять в конструкции колесно-моторного блока (КМБ) подшипники качения. В частности, на электровозах:

– ВЛ80К №552, 541, 551, 617 с применением двух сферических двухрядных подшипников;

– ВЛ80К №10 с ТЭД НБ 418Р, опирающимся на ось через цилиндрические роликоподшипники;

– ВЛ85 №223, который эксплуатировался в депо Вихоревка Восточно-Сибирской железной дороги с 1991 по 1994 год с пробегом 307 790 км.

Однако по ряду причин, связанных с конструктивными и технологическими особенностями, все опытные электровозы были отставлены от эксплуатации с последующей заменой КМБ на МОП скольжения. Данные решения не пошли в серийное производство.

В целях освоения конструкции ходовой части электровоза с МОП качения РЖД в мае 2006 года был утвержден «График разработки и внедрения в производство конструкции ходовой части с опиранием тяговых электродвигателей электровоза 2ЭС5К на моторно-осевые подшипники качения». Чтобы его исполнить, Новочеркасский электровозостроительный завод (НЭВЗ) изготовил опытный электровоз 3ЭС5К №020 с МОП качения, который был подвергнут предварительным приемочным и сертификационным испытаниям.

В марте 2008 года состоялась приемочная комиссия, результатом которой явилось присвоение конструкторской документации литеры 01. Позже был получен сертификат соответствия на установочную партию в количестве 15 штук.

Электровоз 3ЭС5К №20 был передан в РЖД для осуществления эксплуатационных испытаний в локомотивном депо Смоляниново ДВЖД.

При пробеге электровоза 102 000 км при комиссионном осмотре в мае 2009 года были выявлены неисправности моторно-осевых подшипников качения, в результате чего он был отстранен от эксплуатации.

С целью уменьшения времени простоя электровоза 3ЭС5К №20 НЭВЗ предпринял несколько шагов.

Электровоз 3ЭС5К №20 был укомплектован шестью серийными тележками с МОП скольжения и пружинами «Флексикойл». После восстановления этот электровоз был оставлен для эксплуатации в депо Смоляниново. Все колесно-моторные блоки с МОП качения с электровоза 3ЭС5К №20 отправлены на НЭВЗ.

Параллельно были продолжены работы по обеспечению надежной работы узла МОП качения. Состоялось заседание научно-технического совета (НТС) НЭВЗа, участники которого договорились изготовить опытный электровоз 3ЭС5К с применением роликовых сферических двухрядных подшипников фирмы FAG «Шеффлер» (Германия), установленных по схеме с одной плавающей опорой.

Разработку конструкторской документации решено было произвести с учетом положительного опыта эксплуатации электровоза ВЛ60 №608, оборудованного МОП качения, с пробегом более 1 млн км.

В начале 2012 года по конструкторской документации, разработанной ВЭлНИИ, НЭВЗ изготовил электровоз 3ЭС5К №250 с МОП качения и передал в опытную эксплуатацию в январе 2012 года в локомотивное депо Хабаровск ДВЖД. Результаты опытной эксплуатации и последующий трехлетний мониторинг технического состояния МОП качения показали, что затраты заказчика в процессе технического обслуживания и эксплуатации снизились примерно на 10%.

С 2012 по 2015 год была изготовлена установочная партия из 15 локомотивов 3ЭС5К, а также трех электровозов 4ЭС5К, оборудованных КМБ с МОП ка-

чения. По результатам их эксплуатации в локомотивных депо Хабаровск, Вихоревка и Смоляниново получены положительные отзывы. В соответствии с пунктом 2.3.6 «Мероприятий по совершенствованию конструкции электровозов производства ООО «ПК «НЭВЗ» на 2014–2015 годы», утвержденных заказчиком – ОАО «РЖД», НЭВЗ с 1 апреля 2015-го изготавливает все электровозы 2 (3, 4) ЭС5К и 3ЭС4К с МОП качения.

В 2015 году НЭВЗ выпустил 40 электровозов 3ЭС5К и 29 электровозов 3ЭС4К с МОП качения.

Список литературы

1. Энциклопедия Ж.Д [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.jd-enciklopedia.ru/5-lokomotivy-i-lokomotivnoe-xozyajstvo/5–16-texnicheskaya-diagnostika-lokomotivov/

2. Рином, ООО на Allbiz – Омск (Россия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://77834.ru.all.biz/

3. Научная библиотека ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет путей сообщения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://bibl.omgups.ru

4. ОАО «НИИ технологический контроль и диагностика железнодорожного транспорта» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// http://www.niitkd.com/main.php?id=12&cid=14

5. Электронное издательство «ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.biblio-online.ru