

05.22.07

А.П. Буйносов д.т.н., К.А. Стаценко к.т.н., Е.В. Бган, Е.А. Гузенкова, Я.А. Мишин

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС),
кафедра «Электрическая тяга»,
Екатеринбург, buinosov@mail.ru, kstatsenko@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РОЛИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОВЗОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Описаны разработка и результаты исследований по защите роликовых подшипников от повреждения электрическим током путем применения эластомера ГЭН-150В, а также защитных экранов из фторопласта-4, предназначенных для установки в тяговые двигатели с целью гашения коммутационного искрения и предотвращения вспышки кругового огня на коллекторе с последующим перебросом тягового тока через роликовые якорные подшипники.

Ключевые слова: *электровоз, тяговый электродвигатель, роликовый подшипник, надежность, эластомер, защитный экран.*

Специалисты УрГУПС и ОАО «НИИЖТ» проводят систематические исследования по улучшению работоспособности роликовых подшипников, в том числе и по снижению повреждений подшипников от прохождения по ним значительных значений тока, вызывающих электроожоги поверхностей роликов [1, 2].

Повреждения током подшипников электроподвижного состава были выявлены и зарубежными специалистами [3]. Например, широко известная шведская фирма SKF, чтобы предотвращать разрушения роликовых подшипников, вызываемые прохождением по ним электрического тока, создала специальные подшипники INSOCOAT™ с электроизоляционным слоем на наружной стороне обоймы (рис. 1).



Рис. 1. Подшипники INSOCOAT™

На отечественных локомотивах в качестве временной меры для защиты роликовых подшипников тяговых двигателей от повреждения электрическим током следует при ТР-3, СР и КР применять герметизирующий эластомер ГЭН-150(В) [4]. Он рекомендован действующей Инструкцией по техническому обслуживанию и ремонту № ЦТ/330 и предназначен для восстановления размеров посадочных поверхностей обойм роликовых

подшипников [5], валов и др. Эластомер представляет собой продукт сочетания нейтрального каучука марки СКН со смолой ВДУ [6]. Эластомер может применяться в качестве клеев, растворов, паст, замазок с различной твердостью и эластичностью [7, 8]. Максимальная толщина пленки, которую рекомендуется наносить на восстанавливаемую поверхность, составляет около 1,1 мм. При твердости 185 НВ, прочности на сжатие свыше 1000 Н/см^2 электрическое сопротивление пленки толщиной 100 мк составляет 3000 Мом [9].

В руководстве по применению эластомера ГЭН-150(В) при ремонте локомотивов даются расширенные рекомендации по посадке подшипников с использованием нанесения пленок с помощью центробежной заливки. Для защиты роликовых подшипников тяговых двигателей необходимо центробежным способом покрывать наружные обоймы подшипников пленкой толщиной 0,1–0,3 мм, растачивать посадочные гнезда боковых щитов с учетом нормативного посадочного натяга и запрессовывать подшипники в щиты в соответствии с установленными усилиями [10]. Согласно физическим свойствам создаваемая пленка на поверхности наружного кольца имеет электрическое сопротивление более 3000 МОм и является почти идеальным защитным изолятором подшипника [11]. Применение эластомера позволит улучшить защиту подшипников от повреждений электрическим током [12].

Действенной мерой защиты роликовых подшипников от электрических токов при круговых огнях по коллектору в условиях эксплуатации явилось бы применение полимерных экранов из фторопласта на поверхности коллектора. Их следует внедрять на коллекторных двигателях электровозов, находящихся в эксплуатации и вновь проектируемых [13]. Фторопластовые экраны предназначены главным образом для гашения коммутационного искрения около электрощеток. Установка экранов в непосредственной близости от щеток со скольжением по коллектору создает эффективное препятствие распространению по нему искр и дуги, вылетающих из-под щеток, не позволяя им достигать зоны максимальных напряжений между ламелями. Этим самым снижается опасность появления перебросов электрической дуги по коллектору и на корпус машины [14].

Фторопласт имеет белую окраску напоминающую на ощупь поверхность парафина [15]. Основные технико-механические и электрические свойства фторопласта:

- | | |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| – плотность | $2,2\text{--}2,3 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$; |
| – твердость по Бринеллю | 3–4 кс/мм (30–40 Н/мм); |
| – статический коэффициент трения | 0,05; |
| – рабочая температура | –269 – +260 °С; |
| – дугостойкость | 240 °С; |
| – мгновенная электрическая прочность
при толщине образца 0,25 мм | 40 кВ/мм. |

По форме экраны охватывают в зазоре между коллектором и щеткой весь периметр электрометок и перекрывают от 2 до 3 ламелей у обоих концов щеток [16, 17]. На рис. 2 показана схема расположения защитного экрана.

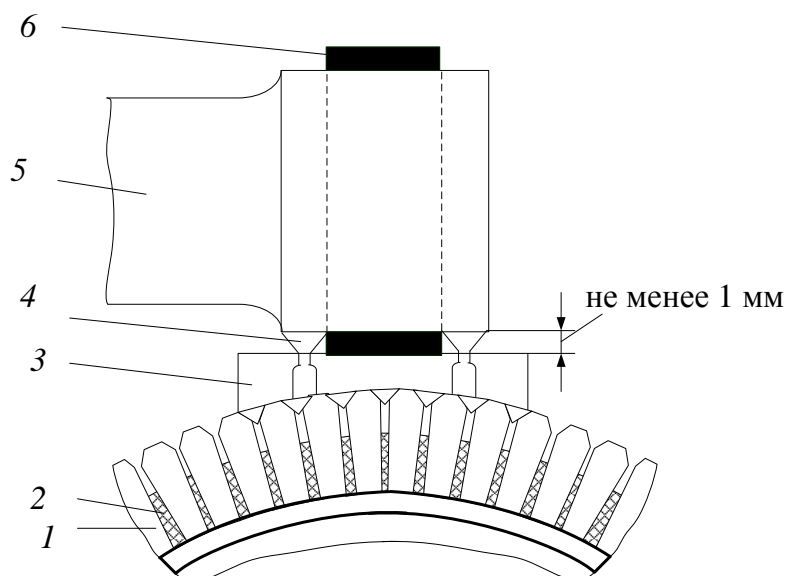


Рис. 2. Расположение экрана тягового двигателя на коллекторе:

1 – пластина коллектора; 2 – изоляция миканитовая;

3 – экран защитный, полимерный (фторопласт 4);

4 – элемент резиновый; 5 – корпус меткодержателя; 6 – щетка

В этой конструкции резиновый элемент выполняет роль пружины, прижимающей экран к коллектору [18]. Производство таких конструкций экранов было организовано на Нижне-Тагильском заводе пластмасс.

Произведенный расчет показал, что потери на трение экранов о коллектор двигателя ТЛ-2К не превышают 60 Вт. В то же время потери на трение щеток о коллектор указанного двигателя достигают 1880 Вт [19], т. е. более, чем в 30 раз больше. Иначе говоря, потери от трения экранов составляют всего лишь 3,2 % потерь от трения щеток о коллектор.

Оборудование тяговых двигателей фторопластовыми экранами исключает, во-первых, установку щеткодержателей с недопустимыми отступлениями и, во-вторых, защищает коллекторы от тяжелых повреждений щеткодержателями при ослаблении их крепления (кроме случаев выпадения крепящего болта). Такие защитные функции экранов следует считать тем более полезными, поскольку на эксплуатируемом электроподвижном составе наблюдаются задиры коллекторов [20].

Список литературы

1. Буйносов А.П., Мишин Я.А. Повышение долговечности опорных цилиндрических роликовых подшипников тягового привода пассажирского электровоза // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 6. С. 151-154.
2. Буйносов А.П., Мишин Я.А. Повышение надежности тяговых редукторов электровозов // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 3. С. 85-89.
3. Буйносов А.П., Стаценко К.А. Повышение ресурса колесных пар электровозов технологическими методами: Монография. – Саарбрюккен, Germany (Германия): Изд-во «LAP LAMBERT Academic Publishing», 2012. 215 с.
4. Буйносов А.П. Методы повышения ресурса бандажей колесных пар тягового подвижного состава: Дисс. на соискание уч. ст. докт. техн. наук. – Екатеринбург, 2011. 455 с.
5. Буйносов А.П., Пышный И.М., Тихонов В.А. Ремонт локомотивов без прекращения их эксплуатации // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2012. Т. 60. № 1. С. 85-91.
6. Буйносов А.П., Стаценко К.А., Бган Е.В. Повышение прочности посадки деталей с натягом сформированных колесных пар электровозов // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 5. С. 118-120.
7. Буйносов А.П., Пышный И.М., Тихонов В.А. Определение натяга бандажа на ободе колесного центра локомотива // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2011. № 3. С. 62-68.
8. Буйносов А.П., Наговицын В.С. Как повысить надежность бандажей // Локомотив. 1999. № 7. С. 36-38.
9. Буйносов А.П. Оценка применяемых материалов бандажей колесных пар и рельсов // Тяжелое машиностроение. 2000. № 11. С. 16-20.
10. Буйносов А.П., Стаценко К.А., Тихонов В.А. Совершенствование методики контроля шероховатости посадочной поверхности бандажей колесных пар локомотивов // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2011. № 4. С. 23-30.
11. Буйносов А.П., Козаков Д.Ю. Анализ процессов эксплуатационного износа гребней бандажей колесных пар электровозов // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 3. С. 79-84.
12. Буйносов А.П., Стаценко К.А. Методика определения величины натяга бандажа на ободе колесного центра локомотива с помощью ультразвуковых импульсов // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2012. № 4. С. 100-106.
13. Буйносов А.П. Модель эксплуатационного износа сложных систем железнодорожного транспорта // Вестник транспорта Поволжья. 2010. № 4. С. 21-25.
14. Наговицын В.С., Боярских Г.С., Буйносов А.П. Уральский характер (Свердловской дороге – 120 лет) // Локомотив. 1998. № 10. С. 8-10.
15. Буйносов А.П. Основные причины интенсивного износа бандажей колесных пар подвижного состава и методы их устранения. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2009. 224 с.
16. Балдин В.Л., Буйносов А.П., Тихонов В.А. Повышение долговечности колесных пар за счет упрочнения гребней бандажей локомотивов // Вестник транспорта Поволжья. 2011. № 5(29). С. 57-60.
17. Буйносов А.П. Блок управления системы гребнесмазывания тепловозов // Транспорт: наука, техника, управление. 2012. № 12. С. 53-55.
18. Буйносов А.П., Наговицын В.С. Система бесконтактного измерения бандажей // Локомотив. 1995. № 12. С. 27-28.
19. Буйносов А.П., Цихалевский И.С. Перекос колесной пары относительно рамы тележки электровоза и износ гребней бандажей // Вестник Российской Академии транспорта. Уральское межрегиональное отделение. 1998. С. 133-135.
20. Буйносов А.П., Цихалевский И.С., Бунзя А.В. Влияние перекаса колесной пары на износ гребней бандажей // Локомотив. 1998. № 12. С. 26-27.