

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ (ТЭД) ЭЛЕКТРОВОЗОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА СЕВЕРНОМ НАПРАВЛЕНИИ ВОСТОЧНОГО ПОЛИГОНА



Д.И. Бодриков



А.А. Тихонова

Приведен анализ безотказности тяговых электродвигателей электровозов Восточного полигона. Установлена пониженная безотказность изоляции ТЭД электровозов ВЛ85, 2ЭС5К, 3ЭС5К и 4ЭС5К. Выявлено, что причиной снижения безотказности ТЭД является переход от параллельной вентиляции, которая обеспечивает необходимую отдачу тепла от якоря, главных и дополнительных полюсов и компенсационных обмоток на не параллельную. Предлагается переход с не параллельной вентиляции на параллельную.

Ключевые слова: Восточный полигон РЖД, электровозы, тяговые электродвигатели, несовершенство вентиляции

EDN: AKNSHI

Проведен анализ безотказности тяговых электродвигателей НБ-514 электровозов трех депо Восточного полигона: депо Нижнеудинск, Улан-Удэ центрального направления Восточного полигона и Северобайкальск – северного направления.

Результаты анализа представлены на рис. 1–3. На изоляцию ТЭД приходится от 81 до 92 процентов отказов.

Данные [1] показывают, что это вызвано как пониженным качеством применяемой при изготовлении и ремонте двигателей изоляции, так и неэффективностью вентиляции ТЭД. При параллельной вентиляции

ТЭД НБ-412М электровозов ВЛ60 отказы изоляции якорных обмоток, обмоток главных полюсов (ГП) и дополнительных полюсов (ДП) составляли лишь малую часть отказов ТЭД НБ-412М.

В двигателе с параллельной вентиляцией охлаждающий воздух подается в коллекторную камеру. Затем двумя потоками поступает в ТЭД с двух сторон якоря, вентилирующими ГП, ДП, а также поверхность коллектора и третьим потоком подается в отверстия якоря для охлаждения сердечника якоря и якорной обмотки. После прохода якоря, ГП, ДП воздух выходит из ТЭД через отверстия в подшипниковом щите.

Бодриков Денис Игоревич, ассистент кафедры «Электропоезда и локомотивы» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)), начальник отдела электрических машин ПКБ ЦТ – филиала ОАО «РЖД». Область научных интересов: имитационное моделирование, оптимизация работы станции стыкования, организация системы эксплуатации и ремонта, повышение безотказности локомотивов. Автор 28 научных работ.

Тихонова Алена Андреевна, инженер 1-й категории отдела электрических машин ПКБ ЦТ – филиала ОАО «РЖД». Область научных интересов: повышение безотказности локомотивов.

Рыбкин Иван Александрович, студент кафедры «Тяговый подвижной состав» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: повышение надежности локомотивов и электропоездов. Автор трех научных работ.

Космодамианский Андрей Сергеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Тяговый подвижной состав» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: автоматизация агрегатов и систем тягового подвижного состава, электрические передачи локомотивов. Автор 439 научных работ, в том числе 27 монографий, одного учебника и 25 учебных пособий. Имеет 128 патентов РФ.

Смирнов Валентин Петрович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Тяговый подвижной состав» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: повышение безотказности локомотивов. Автор 167 научных работ. Имеет три патента на изобретения.

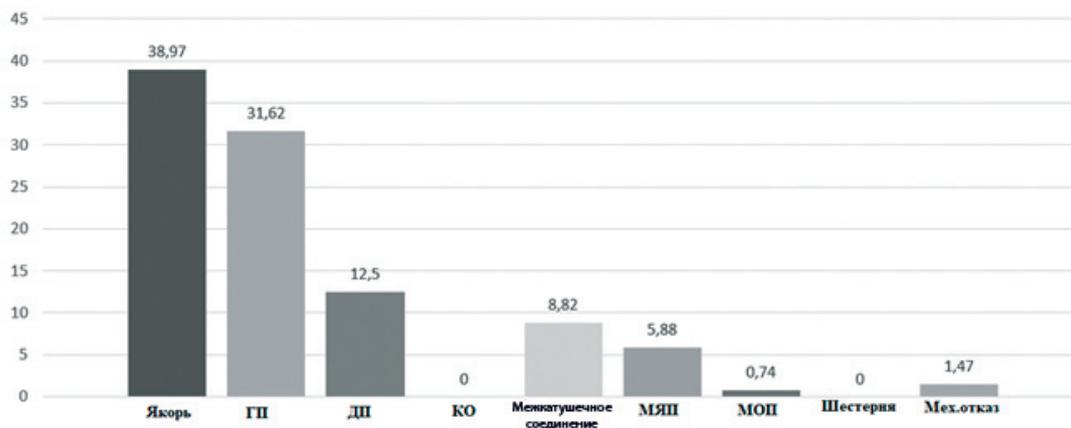


Рис. 1. Отказы ТЭД НБ-514 депо Нижнеудинск

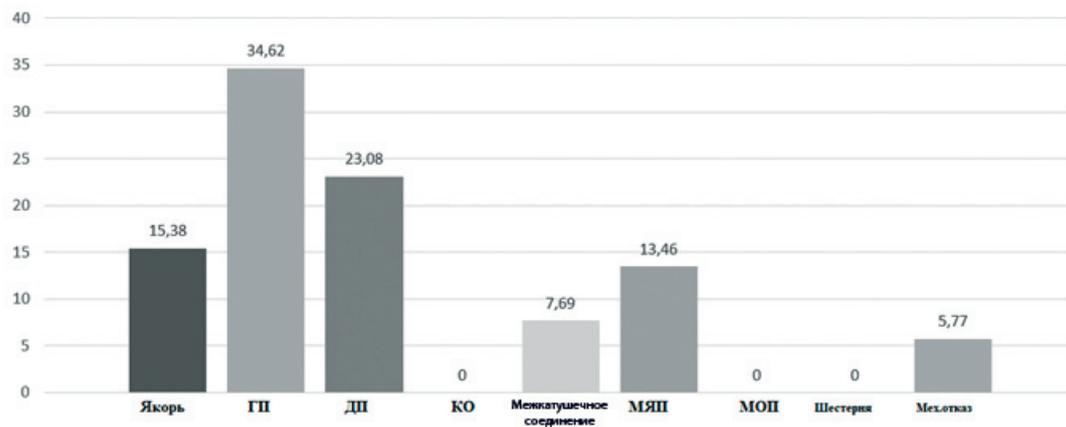


Рис. 2. Отказы ТЭД НБ-514 депо Улан-Удэ

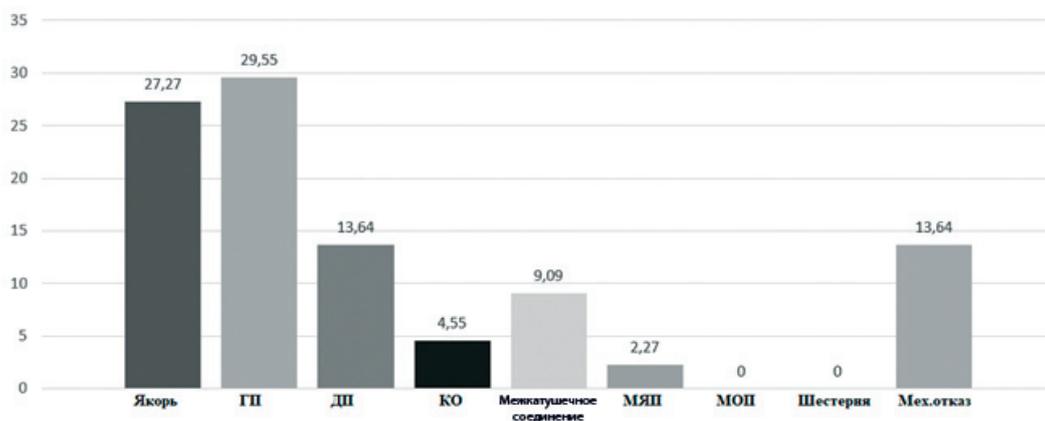


Рис. 3. Отказы ТЭД НБ-514 депо Северобайкальск

Вентиляция ТЭД НБ-514 непараллельная. Так же в ТЭД НБ-412М охлаждающий воздух поступает в коллекторную камеру и омывает коллектор, проходит по трем путям — 2 с двух сторон якоря, вентилирующие ГП, ДП и компенсационные обмотки (КО), а также поверхность якоря и третьим потоком, проходящим через отверстия якоря, охлаждающим якорь и якорную обмотку.

После прохода якоря, ГП, ДП, КО охлаждающий воздух не проходит через отверстия в подшипниковом щите, а поступает через специальный кожух, под корпус электровоза. В ТЭД НБ-514, поступивших на капитальный ремонт (КР) в Улан-Удэнский локомотиво-вагоноремонтный завод (УУЛВРЗ), вентилирующий воздух разделяется на два потока. Первый, наиболее сильный, проходит в верхнюю часть ТЭД, второй поток — слабый, проходит в нижней части ТЭД. Органолептический контроль большого количества двигателей, прошедших на КР, позволил установить, что изоляция ГП, ДП, КО в верхней части ТЭД высокого качества. Изоляция же ГП, ДП, КО в нижней части ослаблена, а в самом низу остова — осыпается.

Проведено определение характера движения вентилирующего воздуха в двигателе НБ-514 на электровозе ВЛ85 с использованием микрометров ММН при снятом поворотном элементе специального кожуха, которое показало наличие воздуха, выходящего из двигателя в 2/3 сечения выходного окна вверх из двигателя, а в 1/3 сечения выходного окна воздуха, направленного вниз в двигатель.

Проанализированы труды известных ученых нашей страны, в которых рассмотрены тепловые режимы работы двигателей постоянного, пульсирующего и переменного тока, а также их вентиляция [1;2—10]. В [7] показано, что при работе двух вентиляторов параллельно на общий приемник необходимы одинаковые производительности вентиляторов.

При разной производительности в более мощном вентиляторе (МВ) воздух идет в прямом нужном направлении, а в слабом вентиляторе (СВ) наблюдается воздействие потока МВ на СВ с изменением направления слабого воздушного потока в обратное направление. Это приводит к уменьшению общего объема охлаждающего воздуха и к существенному увеличению температуры обмоток якоря, ГП, ДП и КО.

Рост температуры при непараллельной вентиляции двигателя НБ-514 заставил конструкторов двигателя

искать пути снижения температуры ТЭД. Они применили в НБ-514 открытие задних лобовых соединений якорной обмотки (ЗЛС).

Ослабление ЗЛС якоря с устранением керамического конуса происходит в ТЭД грузового электровоза, в котором при вождении грузовых составов повышенной массы по крутым подъемам, достигающим 18‰, с предельным радиусом кривых часто возникает боксование колесных пар, причем не одной колесной пары, а до половины осей электровоза, а иногда и больше. Все это приводит к повышенной вибрации ЗЛС с повреждением изоляции их в местах выхода из сердечника якоря.

Установлено, что при эксплуатации электровозов ВЛ85 с ТЭД НБ-514 депо Нижнеудинск увеличились отказы якорей из-за повреждения ЗЛС более чем в два раза по сравнению с ТЭД НБ-418К6 электровозов ВЛ80 этого же депо.

Как отмечено выше, ослабление потока вентилирующего воздуха в нижней половине ТЭД НБ-514 привело к повышенной температуре двигателей и интенсивному тепловому старению изоляции якорных обмоток, ГП, ДП и КО с уменьшением пробега электровозов до капитального ремонта на одну треть.

В связи с аналогичностью конструкции ТЭД НБ-514 электровозов ВЛ85, 2ЭС5К, 3ЭС5К, 4ЭС5К с конструкциями ТЭД НБ-418К электровозов ВЛ80 желательнее использовать переход на параллельную вентиляцию, которая применяется в ТЭД НБ-418К2 [9], в котором охлаждающий воздух выходит из двигателя в аксиальном направлении через вентиляционные отверстия в подшипниковом щите. Предпочтительно использовать ТЭД НБ-418К2 с усиленными якорными подшипниками.

Необходимо применять также и совершенствования, используемые в ТЭД с непараллельной вентиляцией: в НБ-418К6 — улучшенное уплотнение якорных подшипников для исключения попадания в них пыли от щеток; ТЭД НБ-514 унификация по ряду конструктивных элементов с ТЭД НБ-418К6; отличия:

- катушки ДП размещены ближе к якорю;
- уменьшен воздушный зазор под ГП;
- для обмотки якоря применена эпоксидная изоляция ЛСЭК-5;
- выполнена эпоксидная пропитка.

Рабочие характеристики ТЭД НБ-514 близки к характеристикам ТЭД НБ-418К6, что обеспечивает комплексную взаимозаменяемость двигателей. 

Литература

1. Вентиляция тяговых двигателей электровазов северного направления Восточного полигона РЖД / Д. И. Бодриков, Д. А. Акулов, И. А. Рыбкин, Р. С. Чубов, В. П. Смирнов. - Текст : непосредственный // Наука и техника транспорта. - 2023. - № 3. - С. 6 - 10.
2. Алексеев, А. Е. Конструкция электрических машин : учебное пособие для энергетических и электротехнических вузов и факультетов / А. Е. Алексеев. - 2-е изд., перераб. - Москва ; Ленинград : Госэнергоиздат, 1958. - 427 с. - Текст : непосредственный.
3. Иоффе, А. Б. Тяговые электрические машины (Теория, конструкция, проектирование) : учебное пособие для специальностей «Электрический транспорт» и «Электрификация железнодорожного транспорта» высших учебных заведений / А. Б. Иоффе. - Москва ; Ленинград : Госэнергоиздат, 1957. - 247 с. - Текст : непосредственный.
4. Проектирование тяговых электрических машин : учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта / М. Д. Находкин, Г. В. Василенко, М. А. Козорезов, Д. М. Лупкин ; под общей редакцией доктора технических наук, профессора М. Д. Находкина. - Москва : Транспорт, 1967. - Текст : непосредственный.
5. Магистральные электровазы : в 3 кн. - Москва : Машиностроение, 1967 - 1969. Авторы книг : кн. 1: П. И. Аброскин, Д. Г. Белогорский, Б. Р. Бондаренко и др.; кн. 2: Б. К. Баранов, В. К. Калинин, М. А. Кацер и др.; кн. 3: В. И. Бочаров, П. А. Золотарев, М. Л. Козорезов и др. - Текст : непосредственный.
6. Кн. 2: Электрические машины и трансформаторное оборудование электровазов. - 1968. - 444 с. - Текст : непосредственный.
7. Электроваз ВЛ80Т: Руководство по эксплуатации / Под редакцией Б. Р. Бондаренко. - Москва : Транспорт, 1977. - 586 с. - Текст : непосредственный.
8. Виноградов, В. И. Вентиляторы электрических машин / В. И. Виноградов. - Ленинград : Энергоиздат : Ленинградское отделение, 1981. - 200 с. - Текст : непосредственный.
9. Курбасов, А. С. Проектирование тяговых электродвигателей : учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта / А. С. Курбасов, В. И. Седов, Л. Н. Сорин; Под ред. А. С. Курбасова. - Москва : Транспорт, 1987. - 536 с. - Текст : непосредственный.
10. Дубровский, З. М. Грузовые электровазы переменного тока : Справочник / З. М. Дубровский, В. И. Попов, Б. А. Тушканов. - 2-е изд. перераб. и доп. - Москва : Транспорт, 1998. - 502 с. - Текст : непосредственный.
11. Электроваз ВЛ85 : Руководство по эксплуатации / Всесоюз. н.-и., проект.-конструкт. и технол. ин-т электровазостроения, Новочерк. электровазостроит. з-д. - Москва : Транспорт, 1992. - 480 с. - Текст : непосредственный.