

БЕЗОТКАЗНОСТЬ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ВОСТОЧНОГО ПОЛИГОНА

Установлен интенсивный характер снижения безотказности тяговых электродвигателей (ТЭД) грузовых электровозов ВЛ80, ВЛ85, длительно эксплуатируемых на железных дорогах Восточного полигона и 2,3,4ЭС5К, недавно поступивших с завода-изготовителя. Это позволяет выявить наиболее слабые узлы ТЭД, основные причины снижения их безотказности и рационально управлять процессом обеспечения их максимально возможной безотказности.



О.О. Соколов



Д.И. Бодриков

Ключевые слова: Восточный полигон РЖД, электровозы переменного тока, безотказность, тяговые двигатели, изоляция

EDN: FZMUXN

Результаты анализа статистических данных о безотказности ТЭД электровозов Восточного полигона за последние годы эксплуатации показали повышенные параметры потоков отказов ТЭД $\omega_{\text{ТЭД}}$, которые составили у двигателей электровозов: 2,3,4ЭС5К – 28,6 отказов/ 10^6 км; ВЛ85 – 33,3 отказов/ 10^6 км; ВЛ80 – 25,6 отказов/ 10^6 км.

На отказы коллекторно-щеточного узла (КЩУ) и изоляции приходится соответственно у двигателей электровозов: 2,3,4ЭС5К – 31 и 48% отказов двигателей; ВЛ85 – 38,9 и 39% отказов двигателей; ВЛ80 – 45,5 и 33,7% отказов двигателей.

Для обеспечения максимально возможной безотказности ТЭД необходимо проведение мероприятий по совершенствованию их конструкции и обслуживания.

Вместо нерациональных конструкций крепления главных и дополнительных полюсов двигателей НБ-514 и НБ-514 Б, Е, Д, приводящих к увеличенному числу отказов двигателей электровозов ВЛ85 и 2,3,4ЭС5К, применить более надежную конструкцию крепления главных и дополнительных полюсов двигателей НБ-418К6 электровозов ВЛ80.

Соколов Олег Олегович, главный специалист «ЛокоТех-Электромашинный дивизион» – филиала АО «Желдорремаш». Область научных интересов: повышение надежности локомотивов и электропоездов. Автор 25 научных работ.

Бодриков Денис Игоревич, ассистент кафедры «Электропоезда и локомотивы» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта (ИТТСУ РУТ (МИИТ)), начальник отдела скоростного моторвагонного подвижного состава Проектно-конструкторского бюро локомотивного хозяйства – филиала ОАО «РЖД». Область научных интересов: имитационное моделирование, оптимизация работы станции стыкования, организация системы эксплуатации и ремонта. Автор 13 научных работ.

Чубов Роман Сергеевич, аспирант кафедры «Тяговый подвижной состав» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: повышение надежности локомотивов. Автор 24 научных работ.

Смирнов Валентин Петрович, доктор технических наук, профессор кафедры «Тяговый подвижной состав» Российской открытой академии транспорта Российского университета транспорта (РОАТ РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: повышение надежности локомотивов. Автор 152 научных работ. Имеет три патента на изобретения.

Применить в якорях двигателей НБ-514 и НБ-514 Б, Е, Д, электровозов ВЛ85 и 2,3,4ЭС5К Восточного полигона заднюю лобовую часть (ЗЛЧ) якорной обмотки с использованием керамических конусов, обеспечивающих, как показала многолетняя эксплуатация двигателей НБ-418К электровозов ВЛ80 на дорогах Восточного полигона, существенное уменьшение пробоев обмоток якоря по ЗЛЧ,

Изменить в двигателях НБ-418К6, НБ-514 и НБ-514 Б, Е, Д, электровозов ВЛ80, ВЛ85 и 2,3,4ЭС5К Восточного полигона используемую конструкцию вентиляции с разворотом струи воздуха не на 270° , на конструкцию, которая применялась на первых двигателях НБ-418К электровозов ВЛ80 с разворотом струи воздуха на 90° , исключив этим неравномерное ускоренное старение изоляции главных, дополнительных полюсов и компенсационных обмоток, а также повышенный нагрев якорных обмоток.

Локомотивные депо Восточного полигона необходимо оснастить микропроцессорными приборами контроля влажности (ПКВ) разработки ПКБ ЦТ ОАО «РЖД», для определения объемного увлажнения изоляции ТЭД по методу «емкость – время»; приборами МИС-2500; мегаомметрами на 2500 В ЭС0202/2–Г, позволяющими определять поверхностное увлажнение изоляции ТЭД, а также инфракрасными термометрами «Кельвин» для контроля температуры изоляции двигателей в момент измерения.

Ввести при длительных отстоях электровозов Восточного полигона подогрев обмоток главных полюсов для исключения переувлажнения изоляции тяговых двигателей от выпрямительной установки возбуждения с поддержанием температуры ТЭД на $8-10^\circ\text{C}$ выше температуры окружающей среды.

После длительного отстоя электровоза Восточного полигона с подогревом ТЭД, при котором периодически контролировалось и поддерживалось объемное и поверхностное увлажнение изоляции на допустимом уровне, электровоз вводится в работу. При повышенном уровне увлажненности изоляции ТЭД проводится сушка импульсно-прерывистым методом в несколько циклов, в зависимости от степени увлажненности изоляции, время включения калорифера в первом цикле зависит от увлажненности изоляции и уменьшается в каждом последующем цикле. При сушке также производится контроль объемного и поверхностного увлажнения изоляции после каждого цикла сушки.

Для ТЭД электровозов северного направления Восточного полигона необходима пропитка окунанием при текщем ремонте ТР-3 с контролем увлажненности изоляции, после сушки изоляции перед пропиткой, методами и приборами, рассмотренными выше.

При среднем ремонте (СР) на заводе необходимы две пропитки. После сушки перед каждой пропиткой нужно контролировать степень увлажненности изоляции приборами. Заводы, производящие ремонт ТЭД электровозов Восточного полигона, также необходимо оснастить ПКВ, позволяющими определять объемное увлажнение изоляции ТЭД по методу «емкость – время»; приборами МИС-2500; мегаомметрами на 2500 В ЭС0202/2–Г, позволяющими определять поверхностное увлажнение изоляции ТЭД; инфракрасными термометрами «Кельвин» для контроля температуры изоляции двигателей в момент измерения.

При капитальном ремонте (КР) на заводе необходимы три пропитки. После сушки перед каждой пропиткой нужно контролировать степень увлажненности изоляции методами и приборами, рассмотренными выше.

Снятие характеристик изменений активных сопротивлений якорных обмоток ТЭД от температуры проводится при ремонтах ТР-3, СР, КР, а также на заводах-изготовителях после последних пропиток и сушек.

Контролировать увлажненность изоляции ТЭД, прибывших с заводов-изготовителей, ремонтных заводов из депо перед подкаткой под электровоз.

В сложных условиях работы находятся ТЭД электровозов северного направления Восточного полигона в зимний период эксплуатации, в связи с пониженной вязкостью смазки в моторно-якорных подшипниках вследствие затвердевания смазки наблюдается увеличение сопротивления вращению якоря. Возможен переход из режима качения в режим скольжения со значительным ростом потерь в подшипниках. Реализуемая мощность ТЭД при этом возрастает. Кроме увеличения расхода электроэнергии это вызывает повышенный нагрев двигателя и, соответственно, изоляции.

В локомотивных депо Восточного полигона необходимо вести непрерывный статистический анализ отказов изоляции якорных обмоток, главных, дополнительных полюсов и компенсационных обмоток ТЭД грузового парка электровозов каждого типа отдельно (ВЛ80; ВЛ85; 2,3,4ЭС5К). Имея данные о ежемесячных пробегах однотипных электровозов, а также об отказах за каждый месяц наблюдения можно определить параметры потоков отказов ТЭД $\omega_{\text{ТЭД}}$, отказов/10⁶, якорей $\omega_{\text{я}}$, главных полюсов и т.д. Используя ежемесячные данные, например о параметрах потоков отказов якорей $\omega_{\text{я}}$ и среднемесячных температурах воздуха возможно получить информацию о зависимости изменения параметра потока отказов якорей ТЭД от температуры. Если параметр потока отказов

якорей двигателей с ростом температуры возрастает это указывает на хорошее состояние изоляции якорей. Снижение параметра потока отказов якорей ТЭД с ростом температуры свидетельствует об ухудшении состояния их изоляции.

Установлено, что из-за существенных нарушений технологии сборки магнитной системы в трети ТЭД уровень искрения в контакте щетки – коллектор превышает предельно допустимые значения. Выходом из этой ситуации является разработка и внедрение методов и технологий наладки коммутации с использованием комплекса приборов по диагностированию. Это позволит получить существенный экономический эффект вследствие улучшения качества ремонта ТЭД, обеспечивающего повышение ресурса электрической прочности изоляции двигателей.

В настоящее время наиболее полно разработан метод определения качества коммутации по импульсам напряжения на сбегавшем крае щеток. Одним из вариантов этого типа приборов является модернизированный применительно к условиям коммутации ТЭД прибор ПКК-2М разработки ОмГУПС и Уральского отделения ВНИИЖТа. Сущность метода заключается в том, что в щеткодержатель устанавливается дополнительная щетка-датчик с шириной контактного элемента не более межламельного пространства коллектора, выступающая от основных щеток в сторону вращения коллектора на 0,3–0,5 мм. Это позволяет производить измерение напряжения между ламелью и щеткой. При испытании ТЭД используются как односторонние, так и двухсторонние датчики, что позволяет определять величину искрения в обоих направлениях вращения ТЭД. Для фиксации импульсов напряжения разность импульсов между датчиком и основной щеткой подается в измерительный комплекс.

Наличие точной информации не только о количественной, но и о качественной стороне искрения в виде разрыва тока секции, определяющего износ и состояние контактной пары, позволяет сделать вполне объективные выводы о состоянии коммутации и дать рекомендации по ее настройке.

Достоинством прибора ПКК-2М является возможность диагностирования неудовлетворительной коммутации, которая производится по следующим признакам.

Отсутствие контакта датчика с коллектором указывает на заусенцы после продорожки, биение коллектора, выступание отдельных пластин (расстройство коммутации по механическим причинам). Для определения этого признака прибор оборудован схемой проверки контакта между датчиком и коллектором.

Коммутация при одном направлении вращения ускоренная, при другом – замедленная, частота вращения изменяется при реверсировании. Причина данного расстройства коммутации – щетки смещены с нейтральной в сторону вращения, при котором наблюдается замедленная коммутация (искрение от недокоммутации) и пониженная частота вращения.

Коммутация ускоренная или замедленная при обоих направлениях вращения, частота вращения в обе стороны одинаковая. Причина этого расстройства коммутации – наличие отклонений в магнитной системе двигателя. Ниже приведена зависимость между баллами ГОСТ 2582-2013 и показаниями прибора ПКК-2М в условных единицах при испытании ТЭД НБ-416К6:

Баллы искрения ГОСТ 2582-2013	Условные единицы прибора ПКК-2М
1	0–150
1 ^{1/4}	150–1000
1 ^{1/2}	1000–3000
2	3000–6000

Из анализа данных следует, что диапазоны соответствия показаний прибора баллам искрения по ГОСТ 2582-2013 неравномерны и достаточно широки. Это подтверждает субъективность существующего метода контроля качества коммутации по ГОСТ 2582-2013. В перспективе реально оценка интенсивности искрения в условных единицах, полученных на приборах ПКК-2М. 