

чтобы одновременно измеряемые токи и напряжения были не меньше 20% номинальных токов и напряжений, показываемых ваттметром. Если при испытаниях производятся измерения по нескольким приборам, необходимо отсчеты показаний всех приборов производить одновременно.

Заключение: Изложенные методы испытаний асинхронных электродвигателей были применены автором статьи на предприятии ООО «Сибмотор». Автор убедился на собственном опыте в необходимости вышеизложенных испытаний, чтобы оценить качество произведенного ремонта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Слоним Н.М. Испытания асинхронных двигателей при ремонте, М., «Энергия», 1970. 80 с. с илл. (Б-ка электромонтера. Вып. 304).
2. Партала О.Н. Справочник по ремонту электрооборудования. Книга +CD. – Спб.: Наука и Техника, 2010. – 416 с.: ил.

АНАЛИЗ ПРИЧИН ОТКАЗОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТРОЛЛЕЙБУСОВ

Коробков А.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В настоящее время широкое применение на городском транспорте находит троллейбус, имеющий ряд преимуществ по сравнению с автобусом и трамваем. На троллейбусных маршрутах страны ежегодно регистрируются более 400 тыс. отказов машин, из которых доля отказов электрооборудования составляет 35 – 70 % от общего числа отказов. Поэтому анализ причин отказа электрооборудования весьма актуален, т.к. он позволяет достоверно выявить причину отказа, что позволит принять меры и избежать её в дальнейшем.

Цель работы – исследование причин и видов отказа электрооборудования троллейбусов и их классификация.

Для достижения заданной надежности в эксплуатации особую роль занимают экспериментальные оценки, позволяющие оценить фактические показатели надежности. Количественные показатели надежности экспериментально можно определить по результатам лабораторных испытаний или эксплуатационных испытаний и наблюдений. Последние на сегодняшний день являются основным источником информации об отказах изделий [1]. Эти испытания позволяют решить ряд важных задач:

- выявление причин отказов и повреждений, а также определение деталей, сборочных единиц и комплектующих изделий, обеспечивающих надежность, что позволяет разработать конкретные рекомендации по ее повышению;
- обнаружение неудачных конструктивных решений, несовершенства методов эксплуатации и технологии изготовления, что в дальнейшем позволяет разрабатывать рекомендации по повышению надежности на стадиях конструирования, изготовления и эксплуатации;
- определение влияния условий эксплуатации и работы на надежность, которые позволяют разработать меры по снижению вредного воздействия эксплуатационных факторов и математическую модель прогнозирования и управления надежностью;

– нормирование показателей надежности, а так же определение экономической составляющей от их повышения.

Как объект исследования с позиции надежности электрооборудование троллейбусов обладают рядом особенностей, которые отражаются на проведении эксплуатационных испытаний. К ним относятся:

- многофункциональность, разнообразие выполняемых изделиями функций, среди которых выделяют технологические, защитные и вспомогательные функции;
- разнообразие используемых элементов, как электротехнических, так и механических, имеющих различные виды отказов и широкий спектр математических распределений случайных величин, характеризующих их надёжностные свойства;
- широкий диапазон условий эксплуатации, включающий и исключительно тяжелые (повышенная влажность и запыленность, повышенная температура, механические воздействия, сильные морозы);
- связь надежности и безопасности функционирования, так как отказы средств защиты могут привести к пожару или поражению пассажиров электрическим током.

Одним из важнейших этапов для анализа причин отказов является классификация отказов. Она проводится и используется при анализе, оценке и контроле надежности, так же при нормировании показателей, определении влияния на надежность факторов конструкции, изготовления и эксплуатации.

Помимо этого используются дополнительные признаки:

- момент проявления отказа (наработка или календарное время);
- изменение параметра, определяющего работоспособность, во времени (внезапное, постепенное);
- способы восстановления работоспособного состояния (замена детали, ремонт детали, замена сборочной единицы, замена изделия для ремонта в мастерской, регулировка, замена изделия для отправки в КР или для списания).

Основные признаки классификации отказов:

- Организационная причина отказа (Конструкционная, Производственно-технологическая, Эксплуатационная, Естественный износ и старение, Неизвестная);
- Механизм возникновения отказа (Электрический, Тепловой, Химический, Механический, Вибрационный, Комбинированный);
- Степень нарушения работоспособности (Полный отказ, Частичный отказ);
- Последствия отказа: Опасные (Пожар, Поражение током, Травмирование, Экологическая авария) и Неопасные (Экономический ущерб, Без последствий);
- Возможность и способ обнаружения: Профилактируемые (Инструментально, Органолептически) и Непрофилактируемые;
- Период возникновения (Во время срока гарантии, После срока гарантии);
- Срочность устранения (Аварийное, В ремонтную смену, При плановом ТО);
- Способ устранения (На месте установки, В мастерской, При капитальном ремонте (КР), Неустраняемые);
- Восстанавливаемость работоспособного состояния (Полная, Частичная).

Дефектация непосредственно на месте эксплуатации является источником сведений об отказах. Анализ отказов по причине поломки обмотки ротора зачастую выявляет, что неисправности в щеточно-коллекторном узле и обмотке связаны с попаданием влаги, пыли, смазки подшипников. Последнее, из перечисленных факторов, возможно по нескольким причинам:

- использование обслуживающим персоналом, при пополнении подшипников, низкокачественных марок смазок с низкой температурой каплепадения, а так же

- химически несовместимые с заводской смазкой, что вызывает разложение смеси смазок и вытекание её впоследствии;
- излишки смазки, которые под давлением выжимает внутрь станины;
 - в результате износа лабиринтных уплотнений увеличиваются зазоры, через которые возможно выбрасывание смазки.



Рис. 1. Виды и причины отказов всех сборочных единиц

Большая часть отказов приходится на обмотку статора насыпных обмоток и с жесткими катушками. Вторичные отказы обмоток происходят из-за проникновения внутрь влаги, так же из-за отсутствия защиты от перегрева в режиме КЗ при заклинивании рабочих машин. Для обмоток статора с жесткими катушками более уязвимыми являются лобовые части со стороны, противоположной схеме соединения, пазовая часть, оба выхода из паза и головки катушек в схеме соединения. Анализ подшипников показывает, что при загрязнении смазки вначале появляются потемнение подшипников от перегрева, коррозия, усталостные повреждения и разрушения отдельных подшипников, после появляется абразивный износ и очень сильно возрастают все виды дефектов, коррозия, и, в конце концов, выход из строя подшипников.

Сведения, полученные при дефектации непосредственно на месте эксплуатации, являются наиболее достоверными, т.к. в дефектацию не попадают повреждения, полученные при транспортировании, при хранении в ремонтном фонде и т.д. Зачастую причинами отказов являются ошибки персонала при эксплуатации, а так же приборов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захарченко П. И., Ширнин И.Г., Ванев Б. Н., Гостищев В. М. Обеспечение надежности асинхронных двигателей// УкрНИИВЭ,-Донецк, 1998. - 324 с.
2. Кузнецов Н. Л. Надежность электрических машин: учеб. пособие для вузов / Н. Л. Кузнецов - М.: Издательский дом МЭИ, 2006. -432с.
3. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин: учебник / Н.Ф. Котеленец, Н. А. Акимова, М. В. Антонов. Под ред. Н. Ф. Котеленца.М.: Академия, 2003. — 384 с.

КОМПЕНСАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИНДУКЦИОННОГО ДАТЧИКА ЛИНЕЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Абрамовская А.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Погрешность измерения некоторых типов индукционных датчиков положения углового перемещения может быть значительно снижена за счет почти полного исключения эксплуатационной составляющей: от колебания напряжения питания, частоты, температуры, давления и т.п. [1]. Это стало возможным при инвариантной схеме построения, когда выходной характеристикой является отношение разности выходных полуобмоток U_{21} и U_{22} к опорному сигналу, за который может быть принята их сумма ($U_{21}+U_{22}$) :

$$Y = \frac{U_{21} - U_{22}}{U_{21} + U_{22}} \quad (1)$$

или к опорному сигналу U_0 со специальной опорной обмотки:

$$Y = \frac{U_{21} - U_{22}}{U_0} \quad (2)$$

В случае реализации этой схемы погрешность измерения будет определяться только нелинейностью выходной характеристики. В свою очередь, нелинейность выходной характеристики может быть существенно уменьшена с помощью схем электронной коррекции. В этом случае такие датчики могут заменить более сложные редуктосины, применяемые, например, в гироплатформах.

В результате проведенных испытаний были получены параметры и характеристики датчика, представленные в таблице 1.

По полученным значениям были построены зависимости нелинейности от перемещения штока, представленные на рисунке 1.

Как видно из зависимостей, изменение частоты питания практически не оказывает влияние на работу датчика и на его выходные характеристики.

Таким образом, анализируя полученную зависимость, можно сделать вывод, что инвариантная схема уменьшает эксплуатационные погрешности (погрешности от колебания частоты питания). В датчиках с инвариантной схемой получение нелинейности менее 0,8 % за счет изменения плотности распределения витков во вторичной обмотке по длине каркаса без изменения длины сердечника труднодостижимо. Основная задача при создании таких датчиков – это поиск варианта изменения потокосцеплений первичной и двух вторичных обмоток в зависимости от хода, обычно являющихся нелинейными функциями, такими, чтобы алгоритм разности напряжений этих обмоток отнесенной к их сумме давал бы линейную функцию.