Например, материалы, включенные в пакет, можно описать как «недорогие с небольшой гарантией», «средней стоимости с более длительной гарантией» или «дорогие материалы с максимальной гарантией». Гарантия определяется качеством используемых материалов. «Пакеты» обычно хорошо продаются, особенно тем клиентам, которые ценят свое время и не жалеют денег на качественное обслуживание автомобиля.

Проанализировав основные тенденции развития рынка кузовного ремонта можно выделить ряд задач, требующих решения:

- выявить наиболее значимый перечень пакетов услуг;
- разработать методику прогнозирования ресурса ЛКП;
- сформировать принцип назначения оптимального срока гарантии на кузовной ремонт;
- предложить алгоритм взаимодействия с клиентом.

Решение такого рода задач позволит выработать ключевые конкурентные преимущества крупных предприятий автомобильного сервиса за счет привлечения новых клиентов и повышения лояльности уже существующих.

1. Головкин, А.Б. Формирование и статистическая оценка показателей качества услуг автосервиса : автореферат дис. ... канд. техн. наук / А.Б. Головкин. – Москва, 2010. – 15 с.
2. Калинин, М. А. Малярно-кузовное программирование / М.А. Калинин // Правильный автосервис. – 2015. – №127. – с. 39– 42
3. Соболевский, А. В. Кто виноват, и что делать / А.В. Соболевский // Кузов. – 2016. – №54. – с. 15– 17
4. Толмачев, И.А., Пиасто и др. Ремонтная окраска автомобилей / И.А. Толмачев. – СПб.: Химия, 1992 г. – 124 с.

Гилязова К.Р., Филиппов А.Н., Зайнуллин И.И., Колясев Д.Ю., Филина О.А.

Эксплуатационная диагностика электродвигателей постоянного тока

*Казанский Государственный Энергетический Университет
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/sr-10-02-2019-49

idsp: sciencerrussia-10-02-2019-49

Аннотация

Эта статья посвящена проблеме технической диагностики на транспорте и электродвигателе постоянного тока. Для решения задачи необходим перевод качественного определения ТС на некоторую количественную основу. Формализация качественных определений является необходимым условием построения формальных (вычислимых) алгоритмов диагностики.

Ключевые слова: повышение надёжности, спектральный метод, компонент, процесс преобразования, методика, наработка, неисправность, возможные состояния.

Почему же на предприятиях так редко осуществляется контроль состояния электрических машин должным образом? Вероятно, это связано с тем, что дефекты оборудования механического характера встречаются чаще, ярче выражены и часто вообще заметны невооруженным взглядом, при этом электрические неполадки зачастую не выдают себя до фактического отказа или просто плохо поддаются диагностике без применения специализированного диагностического оборудования.

На сегодняшний день специалистами отдела технического сервиса успешно производятся работы по комплексной диагностике электрических машин с применением самого современного специализированного диагностического оборудования для контроля за состоянием, как обмоток, так и общей функциональностью и исправностью машин.

Данные работы по диагностике условно делятся на два основных этапа, в обиходе получивших названия — статических и динамических испытаний.

Под статическими испытаниями подразумевается целый комплекс испытаний и измерений, направленный на глубокое понимание состояния обмоток электрических машин, включая определение сложных в дефектовке межвитковых замыканий на ранней стадии развития.

Это становится возможным с применением диагностического оборудования SKF Baker — усовершенствованного анализатора обмоток электрических машин AWA IV. С его помощью в максимально короткое время производятся:

- измерение активного сопротивления обмотки (омического) от десятитысячных долей Ома до десятков Ом;
- измерение сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции;
- измерение индекса поляризации;
- производятся различные виды высоковольтных испытаний до 12 кВ включительно;
- испытания импульсом высокого напряжения на определение межвитковых замыканий.

По сути, это мобильная переносная лаборатория, так как все тесты выполняются одним прибором. Данный полный комплекс испытаний занимает от 10 до 30 минут, при этом для подготовки электродвигателя к диагностике не требуется разборка его схемы соединения, а достаточно всего отсоединить питающий кабель с любой стороны.

В результате получаем множество параметров обмотки, говорящих о ее исправности и надежности. Ведь главный ключ к обеспечению надежности электрической машины — это хорошая изоляция обмотки, а лучший способ ее проверить — испытать высоким напряжением. По анализу формы волны из импульсного испытания определяются межвитковые замыкания до их фактического появления в эксплуатации, а это позволяет нам задолго обнаруживать дефекты, и, как следствие, прогнозировать остаточный ресурс изоляции. При этом негативное влияние самих испытаний

минимизировано за счет применения выпрямленного напряжения и сам прибор, в процессе производства испытаний контролирует состояние изоляции и при любых отклонениях снимает испытательное напряжения, тем самым не давая развития дефекту и предотвращая пробой.

Второй этап диагностики — динамическая электродиагностика — подразумевает диагностику электрической машины в работе под нагрузкой. Производится она при помощи многофункционального комплекса для on-line мониторинга SKF Baker Explorer 4000, который охватывает собой всю систему работы любой электрической машины, а это параметры питающей электрической сети, параметры функциональности и исправности самой машины, а также параметры механической нагрузки на валу.

Для начала процесса диагностики достаточно подключить к токоведущим частям питания электродвигателя переносные токовые клещи и щупы напряжения, причем это можно сделать в щите питания, и создать диагностируемый объект в базе данных прибора. Время проведения одного теста составляет от 10 секунд до нескольких минут.

При этом получаем несколько десятков параметров работы системы «Сеть-двигатель-нагрузка», а также выделяется частотный спектр потребляемого тока, позволяющие обнаруживать такие дефекты как:

- Параметры, связанные с качеством питания — дисбалансы напряжения и тока, гармонические и общие искажения сети, а также другие параметры — коэффициент мощности, разложение мощностей и полных сопротивлений по фазам и т.д.
- «Скрытые» дефекты электродвигателя — статический и динамический эксцентриситеты, неравномерность воздушного зазора, дефекты магнитопроводов статора и ротора, несимметрии магнитного поля, для

асинхронных двигателей — поломка стержня ротора, величина фактической загрузки и запас по мощности.

- Параметры и дефекты нагруженного механизма — различного рода ослабления, расцентровки, несоосности, развитые дефекты подшипников, процессы кавитации в насосах, дисбалансы и другие.

Использование этого многофункционального комплекса позволяет нам применять прогрессивный метод диагностики состояния механизмов по анализу спектра потребляемого тока машины

К динамической диагностике относятся и дополнительные исследования при помощи других приборов компании SKF, такие как обнаружение электрических разрядов на подшипниках и корпусе машины с помощью детектора разрядов TKED1 и тепловизионное обследование агрегатов и их коммутационных аппаратов с помощью тепловизионной камеры, позволяющее дополнить картину технического состояния диагностируемого объекта.

Такие комплексные исследования позволяют достаточно глубоко заглянуть в текущее техническое состояние электрической машины, а при постоянном и периодическом контроле решают задачи прогнозирования срока службы электрической машины в целом.

Так, например, на электродвигателе привода крупного насоса была проблема по постоянному выходу из строя подшипников из-за электроэрозии. С помощью детектора электрических разрядов SKF TKED1 удаётся обнаружить электрические разряды, проходящие через подшипники двигателя. При проведении динамической диагностики

были обнаружены недопустимые искажения питающей сети и импульсы напряжения на высоких частотах с выхода частотного преобразователя, питающего двигатель, что в свою очередь провоцировало прохождение тока в подшипнике.

При проведении динамической электродиагностики двигателя постоянного тока на предприятии машиностроения исследуется снятая осциллограмма. В результате были обнаружены вышедшие из строя тиристоры в возбудителе машины, что вело к постоянным сбоям в работе машины и дефектам на производственной линии. Ввелись конкретные рекомендации по ремонту выпрямителя возбудителя, после выполнения, которых, и последующей повторной диагностике, все проблемы с работой машины были успешно решены. Это предотвратило преждевременный выход из строя машины и простой оборудования, а также позволило продлить срок службы двигателя на долгие годы.

Кроме этого, когда при проведении статических испытаний обнаруживались межвитковые замыкания обмотки исключительно импульсом высокого напряжения, при этом другие средства диагностики на такой ранней стадии данный дефект определить не могли. Это говорит о том, что в эксплуатации пробоя межвитковой изоляции не происходит, но есть предпосылки для его возникновения в будущем.

Кроме этого, важно проведение обучения персонала, занятого в обслуживании электрических двигателей, работе с диагностическим оборудованием. Следует делиться опытом по организации и проведению обслуживания, ремонта и правильной технической эксплуатации электрических машин, а также обучаться современным методикам и принципам диагностирования их состояния.

1. Филина О.А., Пасечник С.В., Бикчуров И.Р. СИСТЕМА - ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА // В сборнике: МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА В XXI ВЕКЕ: ТРАДИЦИИ, ИННОВАЦИИ, ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ материалы Международной научно-исследовательской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников: в 3 частях. 2017. С. 149-150.
2. Филина О.А., Гиматдинов Ф.С., Аксаков Ф.Ф. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ РАБОТЫ ТУРБОГЕНЕРАТОРА ТГВ - 300 В УСЛОВИЯХ ТЭЦ // В сборнике: КОНЦЕПЦИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях. 2017. С. 58-60.
3. Филина О.А., Гиматдинов Ф.С., Елисеев Б.О. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДРЕМОНТНОЙ И ПОСЛЕРЕМОНТНОЙ ДИАГНОСТИКИ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ // В сборнике: НАУКА СЕГОДНЯ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ Материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 87-89.