

ИНЖЕНЕРНЫЙ АЛЬМАНАХ

ПРАКТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

№ 7, октябрь 2014

СПЕЦВЫПУСК

Диагностика
электродвигателей

Электродиагностика



Виталий Попов, инженер-электрик отдела технического сервиса компании «Практическая Механика»

Одной из главных составляющих планирования предупредительных ремонтов, а также предупреждения аварийных отказов оборудования является диагностика всех его узлов и компонентов для определения текущего состояния и решения задач по прогнозированию срока службы оборудования. А в основе работы любого промышленного предприятия, его оборудования, лежит преобразование электрической энергии в другой вид энергии. Наибольшее представительство получили различные электродвигатели, как переменного тока, так и постоянного тока, с рядом мощностей от долей до десятков тысяч киловатт. От их надежности в первую очередь зависит успешное функционирование всего оборудования предприятия, и как следствие, выпуск продукции. Несмотря на это, многие, как правило, считают, что контролировать состояние электрических машин «не обязательно», при этом уделяя большее внимание механическим составляющим оборудования. А зря, известно множество примеров, когда несвоевременное техническое обслуживание, или просто отсутствие какого-либо контроля за техническим состоянием электрических машин, приводило не только к выходу их из строя, но и авариям.



Согласно различным европейским исследованиям, причинами выхода из строя электродвигателей является неисправность: статора — до 40%, ротора — до 10 %, подшипников — до 45% всех случаев.

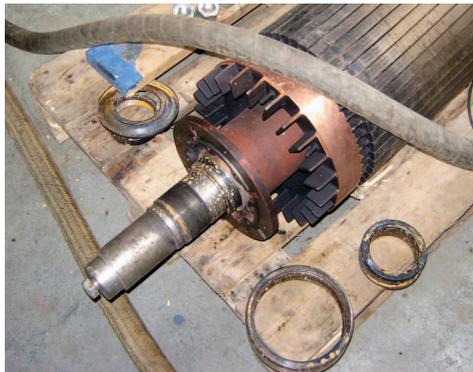
В 80 % случаев, когда обмотка статора выходит из строя,

дефект начинается с межвиткового замыкания и впоследствии развивается до межфазного или замыкания на «землю», что уже приводит к полному выходу из строя машины.

Известны случаи, когда пробой корпуса работающего оборудования, возникший вследствие повреждения обмоток, приводил к жертвам среди обслуживающего персонала. Как правило, после «сгорания» обмотки двигатель ремонтировать не рентабельно, так как повреждается и магнитопровод статора, а такой ремонт по стоимости соразмерен с покупкой новой машины.



У, казалось бы, самых простых и надежных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором, одновременно и самых распространенных, нередко выходит из строя ротор вследствие повреждения его стержней.



Такую неполадку в эксплуатации обнаружить заблаговременно крайне сложно. Этот дефект, впрочем, как и межвитковое замыкание в обмотке, развивается постепенно. Сначала выходит из строя один стержень, что приводит к увеличенной токовой нагрузке на остальные стержни, и, со временем, за ним лавинообразно следуют оставшиеся.



Оба описанных дефекта могут развиваться на протяжении долгого времени и не влиять на эксплуатацию двигателя до определенной стадии развития. То есть, при обнаружении подобных дефектов на ранней стадии, менять двигатель не

целесообразно. Обнаружив такие дефекты, можно периодически контролировать состояние машины, тем самым прогнозируя срок службы и производить ремонт или замену двигателя во время планового останова, таким образом предотвращая отказ и развитие дефекта до невозможности восстановления работоспособности. Это позволяет сэкономить значительную часть средств предприятия на ремонтах, складских позициях и, главное, на предотвращении аварий и внеплановых остановов.

Так почему же тогда 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.



Компания «Практическая Механика» старается менять данные стереотипы, и внедрять культуру грамотного технического обслуживания на промышленных предприятиях.

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. И так, кратко разберемся в каждой из них. Под статическими испытаниями подразумевается целый комплекс испытаний и измерений, направленный на глубокое понимание состояния обмоток электрических машин, включая определение сложных в defectовке межвитковых замыканий на ранней стадии развития.

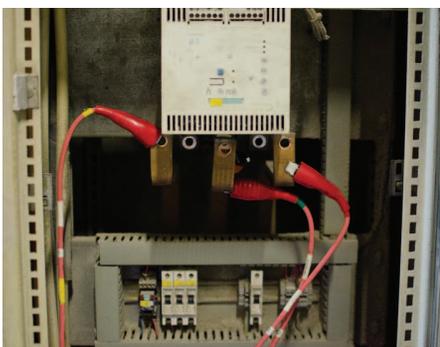


Это становится возможным с применением диагностического оборудования SKF Baker — усовершенствованного анализатора обмоток электрических машин AWA-IV. С его помощью в максимально короткое время производятся:

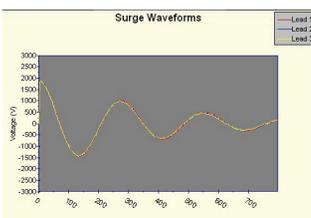
- измерение активного сопротивления обмотки (омического) от десятитысячных долей Ома до десятков Ом;
- измерение сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции;
- измерение индекса поляризации;
- производятся различные виды высоковольтных испытаний до 12 кВ включительно;
- испытания импульсом высокого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



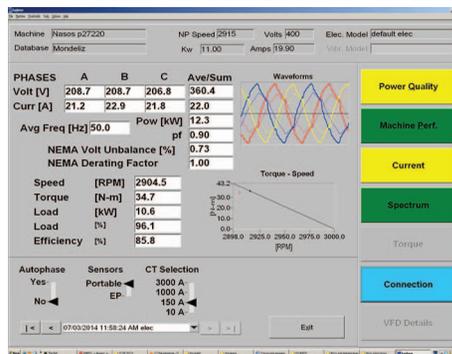
В результате получаем множество параметров обмотки, говорящих о ее исправности и надежности. Ведь главный ключ к обеспечению надежности электрической машины — это хорошая изоляция обмотки, а лучший способ ее проверить — испытать высоким напряжением. По анализу формы волны из импульсного испытания определяются 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 напряжение, 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.

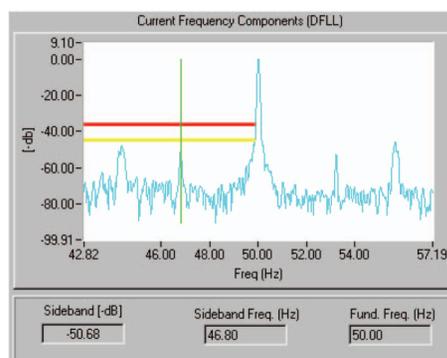
Для начала процесса диагностики достаточно подключить к токоведущим частям питания электродвигателя переносные токовые клещи и щупы напряжения, причем это можно сделать в щите питания, и создать диагностируемый объект в базе данных прибора. Время проведения одного теста составляет от 10 секунд до

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, у одного из наших клиентов на электродвигателе привода крупного насоса была проблема по постоянному выходу из строя подшипников из-за электроэрозии. С помощью детектора электрических разрядов SKF TKED1 нам удалось 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. В результате, вопрос о наладке адресовался поставщику оборудования, а наши клиенты получили решение задачи и избавились от постоянной «головной боли».

Еще один пример из нашей практики. При проведении динамической электродиагностики двигателя постоянного тока на предприятии машиностроения мы исследовали снятую осциллограмму. В результате были обнаружены вышедшие из строя тиристоры в возбудителе машины, что вело к постоянным сбоям в работе машины и дефектам на производственной линии. Нами были даны 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 простоя оборудования, а также позволило продлить срок службы двигателя на долгие годы.

Кроме этого, в нашей практике были случаи, 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.

Все перечисленные выше виды работ по электродиагностике выполняются инженерами компании «Практическая Механика» на собственном диагностическом оборудовании производства SKF. При желании, наши клиенты могут приобрести это оборудование. Специалисты «Практической Механики» осуществляют подбор диагностического оборудования и его комплектацию, которая будет максимально соответствовать требованиям заказчика по функциональности и его штату электродвигателей, подлежащих диагностике. Кроме этого, возможно проведение обучения персонала, занятого в обслуживании электрических двигателей, работе с диагностическим оборудованием на технических семинарах в учебном центре «Практической Механики».

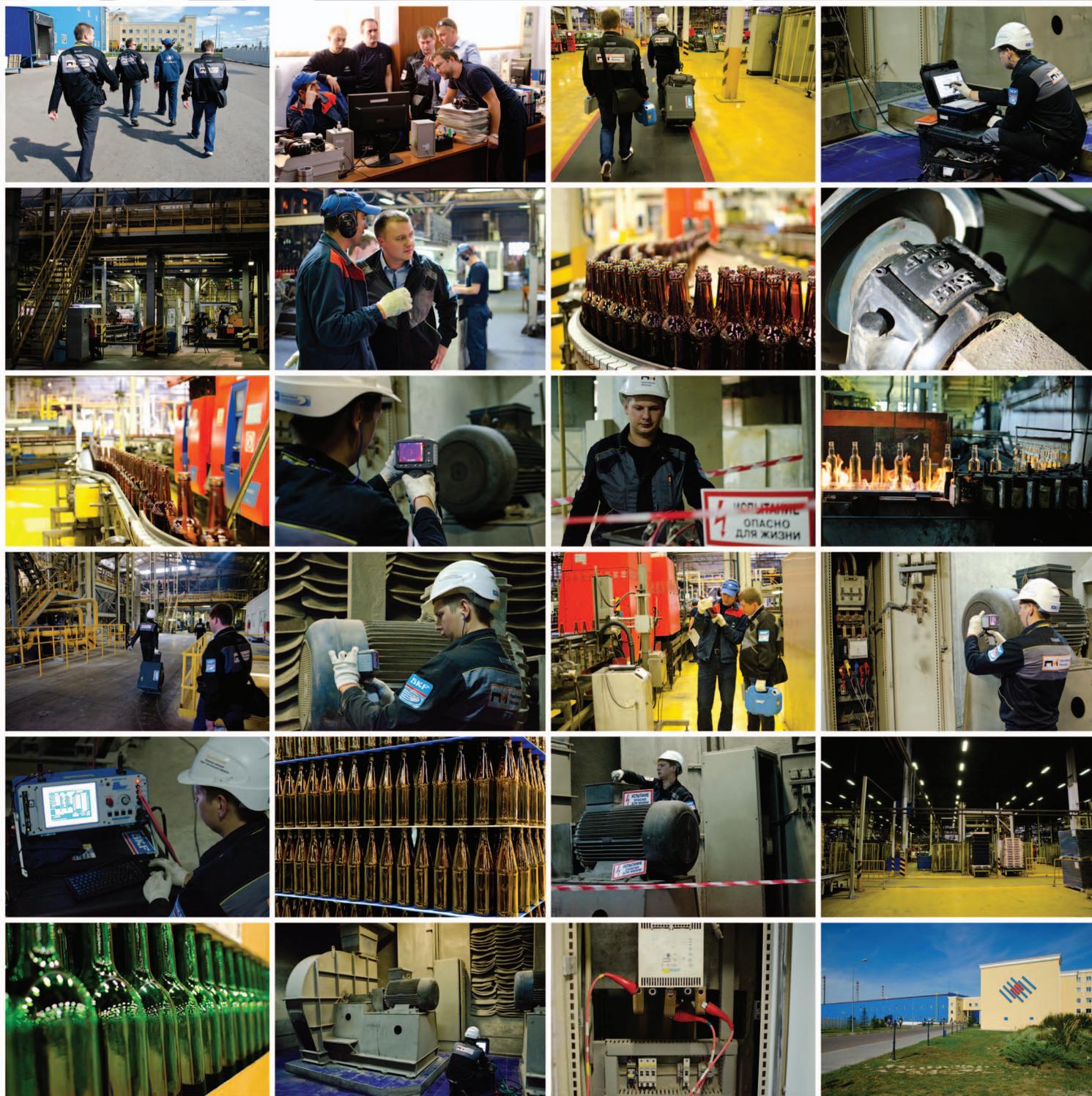
На семинарах в учебном центре «Практической Механики» мы делимся опытом по организации и проведению обслуживания, ремонта и правильной технической эксплуатации электрических машин, а также обучаем современным методикам и принципам диагностирования их состояния. На семинарах теория тесно переплетается с практическими работами, которые слушатели выполняют на лабораторном диагностическом оборудовании. Мы стараемся, чтобы каждый слушатель усвоил максимальный объем информации. В результате семинара по электродиагностике слушатели приобретают навыки, которые в дальнейшем позволяют им существенно снизить время на проведение тех или иных операций по обслуживанию и ремонту оборудования, производить более точный контроль его состояния, и, конечно, повысить качество ремонтных работ.



Таким образом, обратившись в компанию «Практическая Механика», вы получите комплексное решения задачи обслуживания электродвигателей вашего оборудования.

«Практическая Механика» на заводе «Русджам»

Специалисты отдела технического сервиса компании «Практическая Механика» выполнили комплекс работ по диагностике электродвигателей на заводе «Русджам». Предлагаем вашему вниманию фотоочерк с места событий.



Инженерный альманах издается ООО «Практическая Механика». Выпускается 1 раз в квартал.


Практическая
Механика

198095, Россия, Санкт-Петербург
ул. Маршала Говорова, д. 52
+7 812 718-4090 тел.
+7 812 252-7703 факс
info@prmech.ru
<http://prmech.ru>

