

О тепловизионном контроле электрических машин и электрооборудования

Общеизвестно, что своевременное выявление отклонений технического состояния оборудования приводит к значительному снижению затрат на его ремонт и предотвращает ущерб от вероятных отказов.

В пакете имеющихся и успешно внедренных в энергетике диагностических методов и средств имеется крайне эффективный метод контроля практически всех видов оборудования — тепловизионный контроль. Творческий подход в реализации этого вида обследования на электротехническом оборудовании делает его одним из наиболее эффективных из всех видов диагностики.

АО "Электросила" для работ по техническому контролю генераторов приобрело в 2000 г. тепловизионную камеру "ИРТИС-200" фирмы "ИРТИС". Камера предназначалась для контроля теплового состояния работающего оборудования и для контроля теплового поля турбо- и гидрогенераторов при проведении испытаний сердечников активной стали на нагрев.

За 2001 - 2002 гг. проведено более 50 обследований электрических машин, в т.ч. 25 турбогенераторов мощностью от 6 до 1000 МВт, 5 гидрогенераторов, 15 машин постоянного тока.

При обследовании работающих электрических машин получена информация о их тепловом состоянии, распределении тепловых полей и их соответствии расчетным данным. Выявлены недопустимые перегревы в результате нарушения контактных соединений. Сняты подозрения на локальные перегревы активных частей электрических машин.

Измерение теплового поля генераторов в процессе испытаний их сердечников активной стали на нагрев и определение удельных потерь в настоящее время невозможно без использования тепловизионной камеры. На получаемых термограммах можно с высокой точностью определить места повышенных нагревов и проведенным анализом выявить причины их образования.

Примером использования тепловизионного контроля при ремонте можно назвать ремонт сердечника активной стали турбогенератора, получившего в результате попадания постороннего предмета более 18 тысяч соударений на поверхности расточки статора с разной степенью ее повреждения, усугубленный деформацией отдельных зубцов. Тем не менее, ремонт такого статора был успешно выполнен, и без контроля не остался ни один зубец. Отремонтировано 480 зубцов.

Это показано на термограмме сердечника активной стали турбогенератора с углубленным анализом торцевой зоны. Зафиксирован результат испытаний сердечника активной стали гидрогенератора. Получена термограмма статора работающей машины постоянного тока с повышенной температурой обмотки. В отдельных случаях для идентификации источника повышенного нагрева используется цифровая фотокамера.

По результатам полученного опыта, оценке публикаций по этому виду контроля разрабатываются методические указания, охватывающие контроль электрических машин в процессе их эксплуатации и ремонта. Можно уверенно предположить, что номенклатура работ по тепловизионному контролю электрических машин может быть значительно расширена, что позволит более успешно диагностировать их состояние.

Используемая в нашей работе тепловизионная камера "ИРТИС-200" имеет следующие отличительные качества перед другими: > высокая чувствительность (0,05°C),

> высокая разрешающая способность, в результате чего могут быть получены четкие термограммы, в ряде случаев не уступающие фотоизображению,

> хорошее программное обеспечение, позволяющее проводить глубокий анализ полученных термограмм,

> оценка термограмм на экране переносного компьютера в реальном времени,

> высокая надежность камеры.

Существует мнение, что охлаждение тепловизионной камеры жидким азотом значительно затрудняет ее использование. В противовес этому можно сказать, что за 1,5 года эксплуатации проблем получения азота не было ни на одном энергетическом объекте.

Если учесть, что стоимость тепловизионной камеры "ИРТИС-200" ниже любой иностранной камеры примерно в четыре раза, то можно сделать несомненный вывод: российская тепловизионная продукция в виде вышеназванной камеры "ИРТИС-200" может быть успешно использована в энергетической отрасли для технического контроля, в т.ч. диагностики электротехнического оборудования.

И, конечно, нельзя не отметить исключительно благожелательное отношение работников фирмы "ИРТИС" к любым вопросам, связанным с эксплуатацией прибора, за что им наша особая благодарность.

РОСТИК Г. В., ПАВЛОВ Е. В., инженеры, АО "Электросила"

Наше предприятие приобрело ИРТИС-200 в 1997 году для использования его в качестве инструмента диагностического тепловизионного обследования оборудования. После положительного опыта эксплуатации, в 1999 году, был заказан еще один модернизированный вариант комплекса.

Первые впечатления от знакомства с комплексом были от радостно-удивленных от качества изображения и заложенных возможностей обработки, до пессимистически утилитарных, где добывать азот и как не пролить его. После нескольких выходов на обследование эти проблемы отпали полностью.

Дальнейшая эксплуатация подтвердила стабильность параметров прибора при изменении внешних условий. Неожиданно комфортной оказалась работа с ноутбуком на плечевом подвесе, с экрана которого легко переводить взгляд на объект. Инфракрасная камера, свободно перемещаемая оператором, позволяла обследовать оборудование в труднодоступных местах.

Ввиду того, что специализацией нашей производственной деятельностью является ремонт, наладка и модернизация сложной силовой преобразовательной техники, используемой, в частности, в системах возбуждения, первым делом наши специалисты стали применять данный прибор для обследования контактных соединений в тиристорных преобразовательных установках. Что это дало? В результате планомерного периодического (не менее 1 раза в 6 месяцев) обследования удалось своевременно выделять дефектные узлы и детали: силовые рубильники; болтовые соединения в тиристорных блоках; болтовые соединения в шинопроводах.

Местные перегревы приводили к "перекосу" в распределении токов в ветвях преобразователей и между параллельно работающими преобразователями. Перекос достигал от 30 до 100%, в то время как допустимое значение — 10%. "Выравнивание" токов с помощью изменения начального смещения в блоках управления СУТ (системы управления тиристорами) недопустимо, т. к. может привести к изменению настроечных параметров, следовательно, и неправильной работы системы в аварийных режимах. Таким образом, мы считаем, что тепловизионные обследования преобразовательных установок систем возбуждения должно стать обязательным видом работ из перечня технического обслуживания.

Следующим этапом в истории внедрения комплекса ИРТИС стало его использование для обследования высоковольтного и низковольтного оборудования подстанций. Наибольшее количество дефектов, естественно, обнаруживалось в низковольтных цепях, там, где текут большие токи. Ежегодное обследование позволило снизить количество дефектов с 10% (во время первого обследования) до 1% при последующих обследованиях. "Тяжесть" дефектов также снизилась (см. таблицу).

Экстренность устранения дефектов	Первое обследование	Второе обследование	Третье обследование
	% всех дефектов		
Аварийный дефект	25	10	5
Развившийся дефект	45	30	25
Начальная степень дефекта	30	60	70

Таким образом, в результате проведения периодического тепловизионного обследования снизилось количество аварийных и развивающихся дефектов до "установившегося" значения.

Существенно уменьшилась пожароопасность, улучшились условия "работы" кабелей, проводов, элементов конструкций и т.д.

Основными дефектами высоковольтного оборудования являлись нагрев контактных соединений различных элементов схем распределительных устройств (разъединители, масляные выключатели, маслonaполненные вводы и т.д.).

Наиболее интересной стала возможность определения скрытых дефектов масляных выключателей и трансформаторов.

За пять лет работы с тепловизионным комплексом ИРТИС-200 было обследовано более 120 объектов и более 40000 элементов узлов (Коломенские, Ногинские, Южные, Октябрьские электрические сети, ТЭЦ-6, -11, -12, -16, -27, ГЭС-1 и др.). Также он применялся для определения местных нагревов в результате дефектов стали якоря генератора в процессе предпусковых испытаний генераторов 60 - 100 МВт.

ИРТИС-200 доказал свою максимальную эффективность при проведении этих обследований. Своевременно выявленные дефекты и предотвращенные аварии полностью окупили его стоимость за минимальный срок эксплуатации.

СТРИЖНОВ В. Д.,
нач. участка преобразовательной техники Мосэнергонладки филиала ОАО "Мосэнерго"

Энергетик №8 август 2002 г.