

## **О тепловизионном контроле электрооборудования**

ГОРБУНОВ К. В., ПОПРЫКИН Ю. С., СОЛОВЬЕВ А. В., инженеры, Ярэнерго

В Ярэнерго с 2000 г. используется отечественный компьютерный термограф "Иртис-200". Инфракрасный приемник устройства работает в спектральном диапазоне 3-5 мкм и имеет разрешающую способность 0,05°.

Программное обеспечение термографа позволяет осуществлять следующее. При записи термограмм:

- заносить в память компьютера (Notebook) адресную информацию об объекте, присоединениях и сканируемом оборудовании (наименование, фазировка, нагрузки и проч.);
- без участия оператора заносить дату и время съемки на каждый снимок;
- при последующих съемках автоматически заносить информацию только в ранее заведенную для предприятия, объекта папку (файл). При этом память компьютера практически не ограничивает объем вводимой информации (более 10 тыс. термоизображений).

При "домашней" обработке термограмм:

- переносить при необходимости информацию с Notebook в настольный компьютер, на котором удобнее вести обработку термограмм и можно создать более объемную базу данных;
- плавно выводить палитру термоизображения в узкий диапазон, в котором фиксируется температура предполагаемой дефектной зоны объекта.

При этом обеспечивается:

- четкое выделение на фоне "высокотемпературных" полей слабовыраженных перегревов, в том числе создаваемых повышенными диэлектрическими потерями;
- узнаваемость слабо нагретого объекта, засвечиваемого температурным фоном окружающей среды. При указанной операции обнаруживаются дефекты, не воспринимаемые глазом на необработанной термограмме;
- определять, а при необходимости и фиксировать на термограмме температуру в любой точке; определять максимальную температуру в выделенной оператором области;
- осуществлять построение термопрофилей в заданных оператором сечениях поверхности объекта с определением температуры в любой точке сечения (термографика);
- формировать протоколы тепловизионных обследований с распечаткой на цветном (или черно-белом) принтере;
- использовать многочисленные прочие сервисные возможности, имеющие вспомогательное значение и используемые оператором в частных случаях.

Примерно за год работы с тепловизором "Иртис-200" было обследовано 92 подстанции 35 - 220 кВ электросетей, распределительных устройств 6 - 110 кВ трех электростанций и двух котельных энергосистемы.

**Наружные контактные соединения (КС).** Из 13600 обследованных КС на оборудовании и ошиновках 35 - 220 кВ забраковано 120 соединений, в том числе 34 КС на вводах 6 - 220 кВ силовых трансформаторов. В 640 ячейках ЗРУ и КРУН (типа КРН) 6 - 10 кВ забраковано 145 КС. При этом состояние 57 % дефектных КС по приведенному значению температуры нагрева отнесены к аварийным.

**Синхронные генераторы 6 кВ.** При плановых ремонтах двух турбогенераторов контролировалось состояние магнитопровода при его намагничивании.

Локальные нагревы зубцов четко фиксировались на термограммах (выходящих за пределы нормируемых значений не выявлено).

Следует отметить невосприимчивость термографа к сильным электромагнитным полям, что позволяет оператору располагать приемник на удобном расстоянии от генератора для получения термограмм с подробным изображением теплового поля в расточке статора или на поверхности лобовых частей при контроле состояния паек обмотки.

**Силовые трансформаторы 6 - 220 кВ.** Выявляются дефекты контактных соединений, систем охлаждения, термосифонных (адсорбционных) фильтров, термосигнализаторов.

При обследовании 146 трансформаторов обнаружено:

ослабление крепления отводов обмоток 6 - 10 кВ к проходным шпилькам вводов внутри бака, приведшее к частичному выгоранию лент гибкой связи и шпилек у трех силовых трансформаторов 110 кВ и одного линейно-регулируемого трансформатора 10 кВ, 40 МВ • А - термограмма № 1 (см. рекламу ООО "ИРТИС" в этом номере). При этом нужно отметить, что тепловизионные обследования указанных трансформаторов, при которых выявлены перегревы проходных шпилек вводов 6 - 10 кВ в баке, выполнялись внепланово по результатам неудовлетворительного хроматографического анализа (диагноз — термический дефект);

не работающие (как правило, перекрытые) 12 радиаторов охлаждения — термограмма № 2;  
дефектные термосифонные фильтры в количестве 9 шт., из которых в двух вообще не засыпан силикагель;

термосигнализаторы с погрешностью измерения, достигающей 30°С - 7 шт.

**Измерительные трансформаторы 35 — 220 кВ.** Из 129 фаз трансформаторов напряжения и выносных трансформаторов тока 35 — 220 кВ забракованы один трансформатор тока 110 кВ и два трансформатора тока 35 кВ (перегревы соответственно 0,6, 0,4 и 0,3 °С). Внеочередными испытаниями указанные трансформаторы забракованы по состоянию твердой изоляции и масла. На термограмме № 3 зафиксирован перегрев средней фазы трансформатора тока 110кВ. Результаты его последующих испытаний: tg d обмотки ВН - 6,2 %; Упроб масла - 28 кВ, шлам в масле.

По перегреву адаптера в зоне расположения встроенных в выключатель МКП-110 трансформаторов тока ТВ-110 выявлен нижний (неиспользуемый в схеме) бушинг, у которого оказались незакороченными обмотки (термограмма №4).

**Выключатели 35 - 220 кВ.** Выявлены перегревы:

- внутри верхнего колпака у двух выключателей ВМТ-110, вызванные неудовлетворительным заводским исполнением резьбовых токосъемников в верхней части дугогасительного устройства;

- восьми баков масляных выключателей 35 кВ с неудовлетворительным состоянием контактной системы в баке.

**Вводы 110 - 220 кВ.** Три ввода БМТП-220/2000 (заводской чертеж № 235) имеют резкий температурный перепад ( $Dt = 3\text{ °C}$ ) по высоте ввода с границей в зоне стыка верхних фарфоровых полупокрышек.

Предполагается (по опыту Тулэнерго), что из-за применения резиновых уплотнений в стыке с уменьшенным внутренним диаметром отсутствует (ослаблена) циркуляция масла между верхом и низом верхней крышки.

**Вентильные разрядники 35 - 220 кВ.** Тепловизионным контролем 579 фаз разрядников 35 - 220 кВ и 15 фаз ограничителей перенапряжений 110 - 220 кВ забраковано четыре элемента РВМГ-220, два элемента РВС-110 и две фазы РВС-35. Внеочередные электрические испытания подтвердили дефектное состояние разрядников.

На термограмме № 5 зафиксировано увлажнение третьего элемента снизу, средней фазы разрядника ОВМГ-220 ( $R_{2,5} = 20\text{ МОм}$ , /30кв макс = 2500 мкА).

**Конденсаторы ВЧ связи 35 - 220 кВ.** Из 169 обследованных конденсаторов забраковано три элемента, дефектное состояние которых подтвердилось внеочередными испытаниями (tg d, DC).

**Силовые конденсаторы.** Хотя тепловизионный контроль единичных конденсаторов, опорных изоляторов и контактных соединений на батареях статических конденсаторов 110 кВ применяется успешно, плановые тепловизионные обследования БСК не выполняются, поскольку подавляющее большинство элементов батарей недоступно для осмотра.

**Опорные изоляторы 35 - 220 кВ.** Осмотром 1815 колонок опорно-стержневых изоляторов 35 - 220 кВ было выявлено, что пять ИОС-35-110 разъединителей имеют повышенный нагрев фарфора ( $Dt = 2 - 3\text{ °C}$ ) центральной части изолятора, а также у верхнего и нижнего фланцев (термограмма № 6).

Энергетик № 2 февраль 2002 г.