

Контроль исправности систем охлаждения силовых трансформаторов с помощью тепловизора

ЛНЦИНОВ Л. В., ОАО ПК "Электрозавод", г. Москва

В настоящее время идентификация дефектов трансформаторного оборудования по результатам тепловизионного контроля становится все более и более актуальной.

Рассмотрим подход к определению причин неисправности наиболее распространенных видов систем охлаждения трансформаторного оборудования.

Представленные наработки основаны на опыте проведения тепловизионных обследований группой диагностики ОАО ПК "Электрозавод".

При проведении измерений, анализа термограмм, создании базы данных использовался портативный компьютерный термограф "ИРТИС-200" и новое программное обеспечение "NEWIRTIS". Высокие технические характеристики прибора (температурное разрешение 0,05°C), достоверность информации в любой точке термограммы, полная компенсация температурного дрейфа в каждом кадре, отсутствие оптики на входе позволило проводить точные измерения при любых температурах и их изменениях (например перемещение из помещения на улицу или наоборот), а это особенно важно при контроле сложного электротехнического оборудования: вводов, разрядников, трансформаторов и в частности систем охлаждения трансформаторов.

Система охлаждения трансформатора является важным функциональным узлом, значительно влияющим на работу всего трансформатора.

Неэффективная работа вентиляторов

В настоящее время выработаны два подхода, позволяющие оценить работу системы охлаждения, которые применимы к системам охлаждения любых видов и доказали свою эффективность на практике:

1. Оценка средней температуры однотипного оборудования, работающего при одной нагрузке, в одинаковых условиях окружающей среды. Опыт показывает, что разница средних по баку температур более чем на 2°C между одинаковыми трансформаторами, которые работают при одной нагрузке и в одинаковых условиях может быть признаком нарушения нормальной работы системы охлаждения.

2. Контроль температуры патрубков входа и выхода масла из системы охлаждения, и сравнение с данными типовых заводских испытаний. Анализ результатов типовых тепловых испытаний и многочисленный опыт тепловизионных обследований позволяет установить среднюю разницу температур входа-выхода масла, характерную для каждого вида системы охлаждения. Отклонение от этого значения более чем на 1 — 1,5°C уже служит признаком неисправной работы охладителя. Так, в зависимости от системы охлаждения - разность температур патрубков входы и выхода масла охладителей составляет: "М" — от 8 до 1ГС, "Д" — от 14 до 15°C, "ДЦ" — от 1,5 до 2°C.

Одним из примеров применения этого метода может быть выявление причины

После восстановления эффективной работы вентиляторов

неэффективной работы системы охлаждения, которая вызывала повышение температуры в среднем на 10 - 12°C реакторов РОДБС-33333/110, установленных на одной из подстанций.

Разница температур патрубков в системе охлаждения достигала примерно 25°C при включенных вентиляторах. Такая разность температур нехарактерна для системы охлаждения вида "Д". Это позволило установить, что причиной повышенной температуры реакторов является неэффективная работа системы охлаждения, а не источник повышенной температуры внутри реакторов.

Сравнение графиков распределения температуры по высоте охладителей и стенке бака, анализ термограмм позволили предположить неэффективную работу вентиляторов. При более внимательном осмотре было обнаружено неправильное, обратное вращение вентиляторов. Изменение направления вращения нормализовало температуру.

В Центре Сервисного Обслуживания ОАО ПК "Электрозавод" в настоящее время разрабатывается методика интерпретации результатов тепловизионного контроля, построенная на моделировании тепловых процессов с помощью методов теории цепей. Использование этой методики, детальное знание конструкции оборудования, а также обладание базой данных типовых тепловых испытаний и базой термограмм с образами дефектов позволяет эффективно использовать тепловизионный контроль при диагностике состояния трансформаторного оборудования.

По технологии проведения тепловизионного обследования отметим следующее:

В процессе контроля условий проведения измерений важно фиксировать: дату, погодные условия, температуру окружающего воздуха, а также уровень нагрузки оборудования, рабочее напряжение, показания термосигнализаторов.

Обязательно указать, какие из охладителей задействованы на момент проведения измерений.

Одновременно с термографированием желательно проводить фотосъемку контролируемых узлов для упрощения последующего анализа термограмм, поскольку различные поверхности обладают различными коэффициентами излучения.

Применение цифровой фотосъемки рекомендуется также в случае, если тепловизор не обладает хорошим разрешением и трудно локализовать место повышенной температуры. Здесь уместно заметить, что тепловизоры ИРТИС-200, использующие для охлаждения жидкий азот, позволяют получать термограммы более высокого качества.

При выявлении зон повышенной температуры рекомендуется проводить сканирование подозрительного участка под разными углами, чтобы избежать влияния солнечных и тепловых бликов.

Опыт эксплуатации портативного компьютерного термографа "ИРТИС-200" на энергетических объектах ОАО "Газпром"

НОСАЧЕВ В. М., ПОЛИКАРПОВ А. Н., МПП "Энерготехника" (г. Саратов)

Для тепловизионного контроля энергетического оборудования компрессорных подстанций ОАО "Газпром" предприятие МПП "Энерготехника" приобрело в 1997 г. портативный компьютерный термограф "ИРТИС-200". Основными объектами обследования стали:

трансформаторы; ячейки ОРУ, ЗРУ; высоковольтные выключатели; ячейки релейных схем и автоматики; низковольтные выключатели; высоковольтные воздушные линии; электродвигатели и генераторы.

Контроль трансформаторов проводился по следующим параметрам:

- превышение температуры;
- избыточная температура;
- линейность распределения температуры по горизонтали и вертикали;
- разность минимальной и максимальной температуры корпуса трансформатора.

Тепловизионный контроль трансформаторов позволяет выявить некачественные контактные соединения (как внешние, так и внутренние), потери, состояние системы охлаждения, дефекты изоляторов.

Следует отметить, что при виброакустическом обследовании трансформаторов не все указанные дефекты выявились.

При термографическом контроле ячеек распределительных устройств 6 — 10 кВ были обнаружены следующие дефекты: некачественные контакты и контактные соединения; дефекты разделки кабелей; превышение допустимых температур установочных элементов (трансформаторов тока, катушек индуктивности, реле и пр.); дефекты изоляторов.

Контроль распределительных устройств проводился по следующим параметрам:

- превышение температуры, избыточная температура, температурное поле объекта.

Всего за время работы с термографами было обследовано более: 1500 силовых трансформаторов, 500 силовых агрегатов, 10000 ячеек РУ, и было выявлено более: 1200 аварийных дефектов, 2200 дефектов средней тяжести, 3600 устраняемых при плановых ремонтах.

Проводились также работы по обследованию теплоизоляции зданий, паровых котлов, теплоизоляции воздушных и подземных тепловых сетей, что позволило проводить целенаправленный ремонт с высоким экономическим эффектом.

В связи с тем, что основными нашими заказчиками являются предприятия "Тюмен-трансгаза" и "Пермтрансгаза", персоналу

предприятий приходится много работать на открытых площадках при низких температурах. Мы проверили работоспособность ИРТИС-200 в самых экстремальных условиях: в 1998 г. при температуре минус 36°C в поселке Приполярный "Тюментрансгаза" и в 1999 г. при температуре плюс 65°C при обследовании газовых турбин предприятия "Моострансгаза".

Опыт эксплуатации термографов в МПП "Энерготехника" подтверждает исключительно высокую надежность аппаратных и программных средств "ИРТИС", их стабильные технические характеристики, высокую однородность обработки изображения по полю кадра. Мгновенная готовность прибора к работе после включения питания,

большой экран компьютера обеспечивают комфортность контроля и упрощают выявление дефектов на месте обследования. Не вызывает нареканий заправка ИК-приемной камеры жидким азотом: достаточно 100 мл на целый день работы (до 8 ч), при этом используется один аккумулятор.

Раздельное исполнение прибора (ИК-приемная камера и портативный компьютер) позволяет проводить тепловизионный контроль в труднодоступных местах (так, например, нижние губки высоковольтных выключателей находятся на высоте 40 — 50 см от пола). Высокий уровень "узнаваемости" объекта, а также режим выделения дефекта цветной термограммой на черно-белом фоне позволяют обходиться без фотографий дефектных узлов обследуемого оборудования. Сравнение возможностей программного обеспечения с импортными аналогами показывает, что программное обеспечение тепловизора фирмы "ИРТИС" не уступает зарубежным образцам.

Используя портативный компьютер, можно непосредственно на объектах проводить анализ дефектов и составлять протоколы обследования.

Следует отметить, что работоспособность ИК-приемной камеры не нарушалась при работе в условиях сильных магнитных полей на расстоянии менее 1 м от работающих электродвигателей мощностью до 12,5 МВт и в условиях сильных электростатических полей.

В связи с большим объемом работ дополнительно были приобретены два комплекта термографов последней модификации и созданы две диагностические бригады.

Все изложенное, а также хорошее соотношение "цена — качество", безусловно, обеспечивает термографам фирмы "ИРТИС" одно из ведущих мест на российском и международном рынках тепловизионной техники.