

Аспирант Д. Ю. Уразов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра промышленной энергетики,
тел. (473) 255-44-66

О преимуществах тепловизионного метода анализа работы электрооборудования

Рассмотрено использование метода тепловизионной диагностики электрооборудования и автоматизированных систем спектрального анализа. Проанализированы положительные и отрицательные аспекты использования существующих систем анализа технического состояния оборудования.

We consider the use of the thermal imaging diagnostics of electrical equipment and automated spectral analysis. Analyzes the positive and negative aspects of the use of existing systems to analyze the technical condition of the equipment.

Ключевые слова: тепловизионная диагностика, энергетическое оборудование, автоматизированные системы.

Особенности развития нагрузок современного производственного сектора диктуют новые требования к обеспечению надежности электроснабжения конечных потребителей. В свою очередь, надежность электроснабжения напрямую зависит от качества контроля за работой оборудования на станциях, подстанциях и других элементах энергосистемы. Очевидным является превосходство систем контроля

постоянного действия над системами контроля, дифференцированными по времени. В частности, вероятность обнаружения аномального режима работы оборудования при постоянном контроле существенно превышает вероятность обнаружения аномального режима работы при дифференцированном подходе (рис. 1).

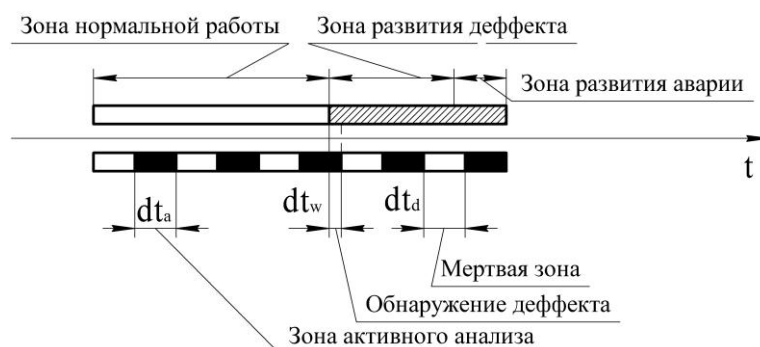


Рис. 1. Распределение выхода энергетического оборудования из нормального режима работы

Рассмотрим простейший случай на примере анализирующих систем двух видов – дифференциальной и постоянной.

В случае работы постоянной системы – к примеру, датчика температуры масла, при проявлении дефекта (к примеру, отказ в работе системы охлаждения для трансформаторов системы дутьевой циркуляции) со временем температура верхних слоев масла достигнет критического уровня и постоянная система слежения подаст сигнал соответствующим системам.

К положительным сторонам существующих систем постоянного анализа можно отнести:

- большую вероятность обнаружения дефекта при аварии;
- возможность использования как вторичного устройства по анализу состояния работы в нормальном режиме рассматриваемого устройства;
- малое время обнаружения дефекта (dt_w), обусловленное лишь быстроедействием системы защиты и автоматики.

К существенным минусам систем можно отнести:

- большую вероятность ошибочного срабатывания (к примеру, в летний период температура воздуха на закрытых подстанциях в случае неудовлетворительной работы систем вентиляции может достигать 60 °С, в то время как аварийной ситуацией считает нагрев масла до 80 °С – что легко достигается при указанных условиях, но при этом работа самого трансформатора остается в параметрах рабочего режима);

- недостаточную величину времени срабатывания – на некоторых устройствах в силу особенностей работы время от обнаружения дефекта до подачи сигнала превышает время от проявления дефекта до появления аварии.

Дифференциальный метод анализа состояний полностью исключает недостатки метода постоянного анализа в силу особенностей самой конструкции. В частности, большинство систем анализа конструктивно выполняются под определенное оборудование; при проектировании таких систем производственные компании в основном опираются на статические исследования, что существенно повышает надежность дифференциальных систем.

Однако и дифференциальные системы обладают недостатками:

- наличие «мертвой» зоны – промежуток времени, в течение которого электроаппарат работает без анализа. Очевидно, что некоторые дефекты способны преобразоваться в аварию за промежуток времени, равный или меньший времени «мертвой» зоны;

- малое время обнаружения дефекта – для различных ситуаций время обнаружения дефекта может быть меньше времени, необходимого для срабатывания системы.

Новым витком развития систем анализа электрооборудования станций, подстанций и распределительных пунктов энергетических систем являются системы анализа на основе тепловизионных систем.

Тепловизионные системы основаны на анализе температур определенных систем аппаратов, использующихся на объектах энергетики. В частности, подразумевается, что каждый электроэнергетический аппарат имеет несколько «контрольных» точек, путем измерения температуры которых можно косвенно производить анализ режима работы рассматриваемого прибора.

Условно такие системы можно разделить на системы точечного типа и спектрального типа анализа.

Системы точечного типа представляют собой конструкции, объединяющие множество датчиков, регистрирующих температуру в конкретных, заранее указанных точках.

Системы спектрального анализа в большинстве своем представлены тепловизорами, позволяющими всесторонне анализировать рассматриваемый прибор в полном объеме.

Обе указанные системы имеют ряд преимуществ над существующими системами анализа, однако не во всех их аспектах.

Недостатки систем тепловизионного анализа, в первую очередь, определяются их особенностями. В частности, системы тепловизионного анализа базируются на теплообмене между различными частями электроприборов путем конвекции и непосредственного теплообмена. Поскольку эти физические явления достаточно инерционны по своему определению, то системы тепловизионного анализа не могут быть использованы при анализе быстропротекающих процессов (например, перенапряжения).

К недостаткам таких систем можно отнести отсутствие статистических данных об изменении температур «контрольных» точек при различных режимах работы. Это обуславливается малым опытом эксплуатации таких систем.

Рассмотрим подробнее перспективы использования тепловизионных средств контроля. Сразу отметим, что указанные средства в силу рассмотренных минусов не могут быть использованы в качестве основных средств анализа и контроля, однако они могут быть применены как перспективные средства совместно с дифференциальными устройствами.

На сегодняшний день уже существует много систем, использующих в качестве базового параметра температуру. Зачастую они являются встроенными, и в случае выхода из строя для их ремонта необходим вывод аппарата из работы (пример – датчик температуры масла трансформатора). Установка систем точечного тепловизионного анализа возможна вне электроаппаратов, что существенно упрощает их обслуживание (рис. 2).

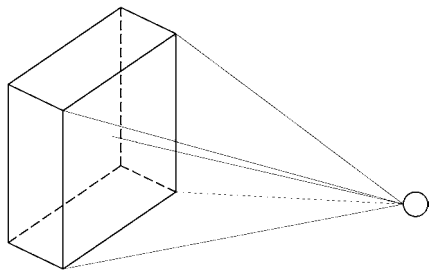


Рис. 2 – Системы точечного типа.

Основным и единственным параметром точечных систем является температура точки. Поскольку на температуру точки может влиять только характеристика рабочего режима электроаппарата, то и основным фактором для создания автоматизированных средств обработки данных точечных систем тепловизионного анализа является температура, что, в свою очередь, ведет к существенному упрощению автоматизации работы с конечным прибором анализа.

Спектральный анализ тепловизионных систем является дальнейшим продолжением точечного метода анализа (рис. 3). Электроаппарат подвергается исследованию с использованием тепловизора (либо тепловизоров, расположенных таким образом, что в итоге получается полная картина температурного поля прибора), причем итогом работы системы анализа является термокартина, разложенная по спектрам температур. Таким образом, используя систему, можно получить данные о температурах практически всех частей исследуемого электрооборудования. Превосходством системы спектрального анализа над системой точечного анализа является возможность получения полной термограммы прибора. Однако автоматизация такой системы является более трудной задачей в сравнении с точечным методом. При построении автоматизированной системы анализа также необходимо учитывать взаимовлияние на спектр температур близко расположенных объектов.

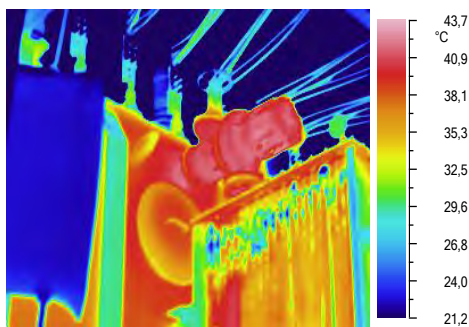


Рис. 3. Система спектрального анализа

Подводя итоги, перечислим основные плюсы и перспективы тепловизионного метода анализа электрооборудования.

1. Представленный метод способен заменить в некоторых аспектах существующие и устаревшие методы постоянного анализа и контроля за состоянием электрооборудования.

2. Внедрение устройств, их отладку и обслуживание можно осуществить без непосредственного вмешательства в производственный процесс.

3. Постоянный тепловизионный анализ в перспективе способен предупреждать развитие дефектов, а также при накоплении достаточных статистических данных совершенствовать систему анализа.

Использование тепловизионных методов контроля в купе с усовершенствованием дифференциальных методов может существенно повысить уровень надежности электроснабжения за счет коренного изменения системы планово-предупредительных ремонтов, а также существенно снизить уровень затрат на ремонтные и профилактические работы электрооборудования.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» ГК № 16.516.11.6094 от 8 июля 2011 г. «Разработка интеллектуальной системы диагностики состояния и прогнозирования технического ресурса элементов электрических распределительных подстанций городского назначения».

ЛИТЕРАТУРА

1. Бажанов, С.А. Инфракрасная диагностика электрооборудования распределительных устройств [Текст] / С.А. Бажанов // Библиотечка электротехника – приложение к журналу «Энергетик». - 2000. Вып. 4(16).
2. Долин, А.П. Основные концепции проведения диагностики электрооборудования в ОАО «ФСК ЕЭС» [Текст] / А.П. Долин // Тр. научно-практического семинара по диагностике электротехнических установок. - Красноярск, 2007.
3. Аксенов, Ю.П., Новые подходы к контролю технического состояния трансформаторов тока типа ТФРМ на рабочем напряжении [Текст] / Ю.П. Аксенов, А.В. Голубев, В.И. Завидей // Энергетика. - 2004. - № 3. - С. 28-32.