

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИНФРАКРАСНОЙ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА**

**Митрофанов С.В., Еремеев И.К.**

**Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Как и все электрооборудование, силовые трансформаторы нуждаются в периодической диагностике. Согласно статистическим данным, примерно 60% всех трансформаторов уже отслужили свой срок и нуждаются в проведении капитальных ремонтных работ либо же полной их замене. Остальные 40% имеют срок эксплуатации около 18 лет и, следовательно, находятся в категории риска.

Как правило, до недавнего времени все работы по диагностике трансформаторов базировались на их демонтаже и доставке в специализированную лабораторию. Соответственно, подобная процедура подразумевала большие финансовые и временные затраты. Сегодня приборы для диагностики трансформаторов позволяют провести все необходимые измерения прямо на месте и получить достоверные сведения о состоянии обследуемого объекта.

При тепловизионном обследовании четко выявляются дефекты работы охладителей; термосифонных фильтров; местные перегревы баков; перегревы болтов, соединяющих колокол и поддон; работы маслоуказателей по уровню масла и другие. Четко выявляются некоторые дефекты вводов, которые, однако, не связаны с увеличением тангенса угла диэлектрических потерь. В ряде случаев только тепловизионный контроль позволяет выявить причину роста газосодержания в масле трансформатора. Такими причинами могут быть как образование короткозамкнутых контуров при неправильной сборке экранированных токопроводов, так и любые другие дефекты, приводящие к перегреву отдельных элементов бака от вихревых токов. Например, на блочном трансформаторе Сургутской ГРЭС-1 причиной появления растворенных в масле газов была нарушенная изоляция смотрового лючка. Опыт тепловизионного обследования баков трансформаторов подтверждает, что такое обследование должно обязательно включаться в объем комплексного обследования трансформаторов при переходе на ремонт по состоянию[3].

Применение тепловизионной диагностики основано на том, что наличие некоторых видов дефектов высоковольтного оборудования вызывают изменение температуры дефектных элементов и, как следствие, изменение интенсивности инфракрасного (ИК) излучения, которое может быть зарегистрировано тепловизионными приборами[2].

Современные устройства подобного типа подразумевают высокую мобильность, которая никак не влияет на качество полученной информации. Практически все они оснащены портативным компьютером либо же подразумевают подключение к нему. К тому же благодаря специализированному программному обеспечению появляется возможность задания своей определенной программы испытания, которая будет

максимально соответствовать поставленным задачам. Такой подход к диагностике позволяет не только максимально увеличить достоверность данных, но и дает возможность сохранить результаты на самом устройстве либо же передать их на персональный компьютер и впоследствии использовать их повторно[1].

Отдельного внимания заслуживает многосторонность приборов для диагностики трансформаторов. Они позволяют получить все сведения, опираясь на огромное количество информации и тем самым обеспечить высокое качество обследования. Учитывая это, данное оборудование позволяет получить информацию о состоянии трансформаторов на любой стадии, начиная от изготовления и заканчивая эксплуатацией.

Конечно же, благодаря диагностике можно избежать непредвиденных затрат на проведение ремонтных работ и финансовых средств утраченных из-за неожиданного отключения электричества. Обследование трансформаторов состоит не только в проверке самого оборудования, но также подразумевает получения сведений о трансформаторном масле. Следует отметить, что данный показатель также является очень важным и поэтому требует детального изучения. В целом современные средства диагностики позволяют значительно облегчить жизнь и минимизировать финансовые затраты.

На нашем примере мы исследовали действующий силовой трансформатор ТМ 750/10 мощностью 750 кВА, который представлен на рисунке 1.



Рисунок 1

Перед тепловизионным обследованием трансформатора необходимо: ознакомиться с конструкцией выполнения обмоток; системой охлаждения, результатами работы трансформатора, объемом и характером выполнявшихся ремонтных работ;

проверить длительность эксплуатации, результаты эксплуатационных испытаний и измерений.

осмотреть поверхность бака трансформатора, фильтров, систем охлаждения, и если есть необходимость удалить с них грязь, следы масла, т.е.

создать условия для обеспечения одинаковой излучательной способности поверхности трансформатора.

Обследование необходимо проводить в безветренную, не дождливую погоду, при максимальной возможной нагрузке и в режиме холостого хода. Тепловизор необходимо расположить как можно ближе к трансформатору, на оси средней фазы, с использованием объектива 7-12°.

Термографической оценке подвергается вся доступная для этого поверхность по периметру. Тепловизор во всех точках съемки, должен находится на одинаковом расстоянии от трансформатора.

Тепловизионный контроль силовых трансформаторов является методом диагностики, обеспечивающим наряду с традиционными методами (измерение изоляционных характеристик, тока холостого хода, хроматографического анализа состава газов в масле и других) получение дополнительной информации о состоянии объекта[2,3].

При проведении инфракрасной диагностики силовых трансформаторов можно выявить следующие неисправности:

возникновение магнитных полей рассеивания в трансформаторе за счет нарушения изоляции отдельных элементов магнитопровода (консоли, шпильки и т.п.);

нарушение в работе охлаждающих систем (маслонасосов, фильтров, вентиляторов);

изменение внутренней циркуляции масла в баке трансформатора (образование застойных зон) в результате шламообразования, конструктивных просчетов, разбухания у трансформаторов и смещение изоляции обмоток (особенно у трансформаторов с большим сроком службы);

нагревы внутренних контактных соединений обмоток с выводами трансформатора;

витковое замыкание в обмотках.

При проведении показанных нами замеров мы определили, что тепловизор также показал и уровень масла в системе, а именно то, что в данном трансформаторе отсутствует масло в расширительном баке исследуемого трансформатора рисунок 2.

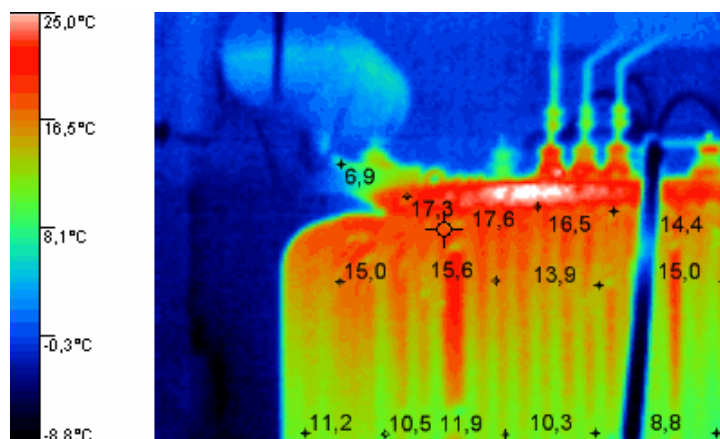


Рисунок 2

Замеры проводились с помощью тепловизора Ti30 – это профессиональный прибор, решающий все задачи термографической съемки (рисунок 4).

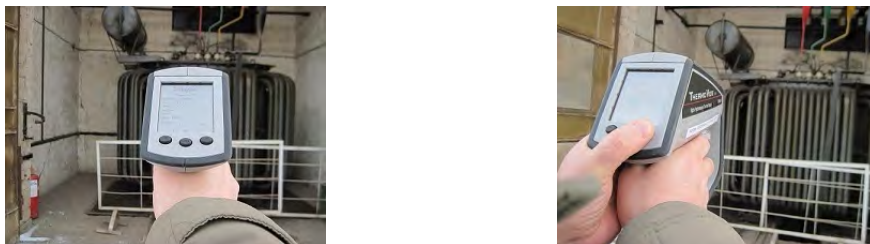


Рисунок 4

Он способен сохранять и загружать термограммы для анализа и ведения учета с помощью программного обеспечения InSight™ IR. Программа позволяет создавать шаблоны процедур измерения для обеспечения требований по профилактическому обслуживанию оборудования. Передача полной радиометрической информации с тепловизора на компьютер дает возможность использовать эти данные в инженерных расчетах (рисунок 5).



Рисунок 5

Тепловизор обладает внутренней памятью на 100 термограмм и возможностью работы без подзарядки более 5 часов, что делает его удобным для непрерывной работы в течении всего дня.

Краткие технические характеристики:

Неохлаждаемая микроболометрическая матрица 160 x 120

Температурный диапазон: -10...250°C

Точность: 2% или 2°C в условиях проведения калибровки при 25°C(выбирается большее значение)

Лазерная указка - одноточечный лазерный луч: мощность лазера соответствует требованиям IEC Class2

При обследовании и обнаружении неисправностей, оператор может сформировать протокол, пользуясь программным обеспечением комплекса, в котором указывается возможная причина повышенного нагрева и предварительный перечень мероприятий по её устранению. Наличие дефектов в активной части трансформатора, как правило, требует более точной диагностики. Для этого оператор фиксирует отдельные области крупным планом для их дальнейшего встраивания в общую тепловую картину поверхности бака трансформатора. Результаты обследования сохраняются с

указанием места и времени съёмок, а также наименования подстанции и обследуемого трансформатора. Кроме того, оператор указывает погодные условия в момент съёмки, текущие условия работы трансформатора, примерное расстояние до объекта[3].

С 1998 года проведение тепловизионной диагностики включено в шестое издание "Объем и нормы испытаний электрооборудования" (РД 34.45-51.300-97), и это дает возможность ее массового применения всеми энергетическими предприятиями.

Разработанная нами методика позволяет на основании результатов тепловизионного контроля проводить оценку состояния силового трансформатора соответствующим электрическим характеристикам на основании требований "Объема и норм испытаний электрооборудования", и таким образом позволяет отказаться от проведения ряда испытаний обычными методами. При этом значительно снижаются трудоемкость работ, исключается необходимость отключения для проведения испытаний и, кроме того, возрастает достоверность оценки состояния, так как в отличие от традиционных методов тепловизионные измерения проводятся под рабочим напряжением[4].

#### *Список литературы*

- 1. Клюев В.В . // Технические средства диагностирования: Справочник/ / под общ. ред. В. В. Клюева. - М. : Машиностроение, 1989. - 671 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-217-00637-4.*
- 2. Бажанов С.А. Тепловизионный контроль электрооборудования в эксплуатации (Часть 2) / С.А. Бажанов // НТФ «Энергопрогресс», 2005. -64 стр. Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик», Выпуск 6(78).*
- 3. Хренников, А. Ю. // Тепловизионный контроль электротехнического оборудования и опыт диагностики силовых трансформаторов: А. Ю. Хренников [и др. ] // Электрические станции, 2006. - N 5. - С. 63-67. - Библиогр.: с. 67.*
- 4. Вавилов В.П., Демин В.Г., Ширяев В.В., Нестерук Д.А.// Перспективы применения пассивной тепловизионной диагностики в энергетике и промышленности / В. П. Вавилов [и др. ] // Дефектоскопия, 2003. - N 9. - С. 13-21. - Библиогр.: с. 19-21 (49 назв. ).*