

УДК 621.31

## ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ДЛЯ АНАЛИЗА СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

**Никита Олегович Козел**

студент

nik.ko.nik2001@gmail.com

**Андрей Юрьевич Астапов**

кандидат технических наук, доцент

Astapow\_a@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В представленной статье рассмотрен тепловизионный контроль как метод для анализа силового электрооборудования.

**Ключевые слова:** тепловизионный контроль, тепловизор, электрооборудование, диагностика, неразрушающий контроль.

Значительная часть энергетического оборудования системы генерации и распределения электроэнергии нуждается в реконструкции и замене, но несмотря на вышеизложенное продолжается его эксплуатация, так как на его замену или модернизацию требуются колоссальные вложения. В связи с этим затраты на проведение комплексного диагностирования с каждым годом возрастают. В наборе имеющихся в энергетике и зарекомендовавших себя диагностических методов и средств имеется эффективный метод контроля практически всех видов оборудования – тепловизионный контроль [1, 2].

Тепловизионный контроль — это тепловизионная диагностика объектов в инфракрасной области спектра с длиной волны 8–14 мкм, построение температурной карты поверхности, наблюдение динамики тепловых процессов и расчет тепловых потоков. При проведении тепловизионного контроля в качестве основного инструмента используется специальное устройство – тепловизор [3].

Тепловизор — устройство для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности. Распределение температуры отображается на дисплее как цветная картинка, где разным температурам соответствуют разные цвета (рисунок 1).



*Рисунок 1 – Тепловизор.*

Тепловизионный контроль электрооборудования проводится в соответствии с требованиями РД 34.45–51.300–97 в части приложения №3

«Тепловизионный контроль электрооборудования и ВЛ» по методике тепловизионного обследования РД 153–34.0–20.363–99 «Методика инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ».

Тепловизионное обследование электрооборудования любого уровня напряжения является одним из наиболее эффективных методов диагностики с точки зрения таких показателей как:

1. Скорость проведения измерений. Тепловизионное обследование не требует большого времени на его проведение. Для определения состояния оборудования такого как разъединитель потребуется несколько секунд.

2. Простота. Тепловизионная диагностика не требует отключения электрооборудования, не требует большого количества организационных и технических мероприятий. Современные тепловизоры очень просты и удобны в эксплуатации, при этом набор встроенных инструментов для анализа позволяет в отдельных случаях производить диагностику прямо на объекте.

3. Доступность. Современные тепловизоры являются доступными и недорогими, благодаря этому тепловизором может быть оснащен любой энергообъект.

Виды электрооборудования подлежащие тепловизионному обследованию [3-5]:

1. Генераторы (рисунок 2);

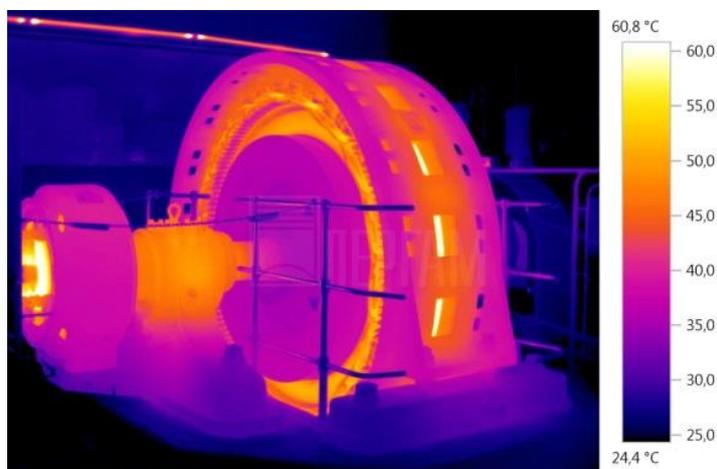


Рисунок 2 - Изображение генератора через тепловизор

2. Ячейки КРУН, КРУ, КТП;

3. Воздушные линии электропередач (рисунок 3);

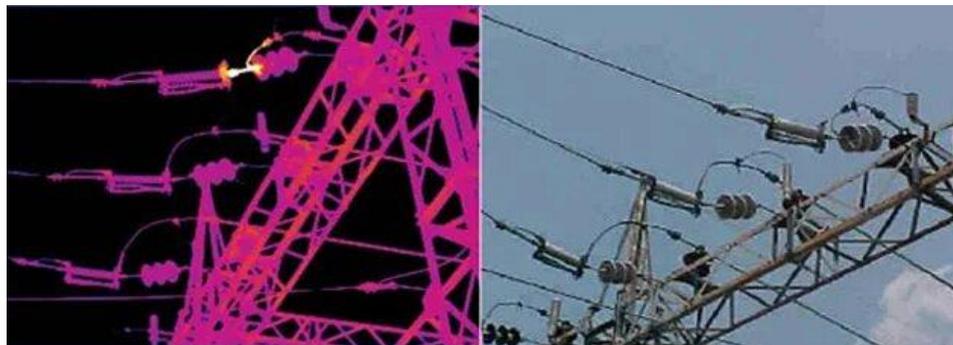


Рисунок 3 - Изображение ВЛ через тепловизор.

4. Кабели, их соединения, изоляция;

5. Вентильные разрядники, ограничители перенапряжения;

6. Разъединители, отделители, шинные мосты, их изоляция (рисунок 4);

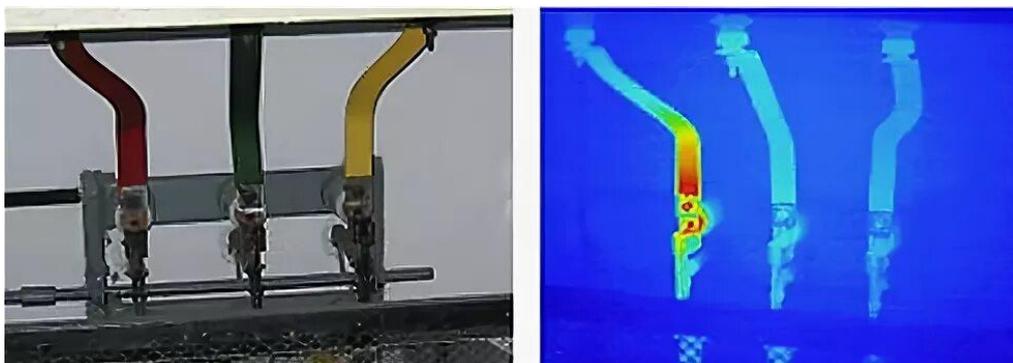


Рисунок 4 – Шины РУ через тепловизор.

7. Масляные и воздушные выключатели;

8. Измерительные и силовые трансформаторы, автотрансформаторы (рисунок 5).



Рисунок 5 – Трансформатор через тепловизор.

Тепловизионная диагностика электрооборудования выявляет следующие виды дефектов:

1. Состояние межлистовой изоляции статора генератора;
2. Нарушения паяк лобовых частей обмоток;
3. Перегревы контактных соединений;
4. Наличие дефектных изоляторов;
5. Нарушения в работе систем охлаждения;
6. Нарушения внутренней циркуляции масла в баке трансформатора;
7. Ослабление контактных соединений токоведущих частей;
8. Ухудшение состояния основной изоляции, изоляции вводов, шунтирующих конденсаторов;
9. Перегрев контактных соединений аппаратных зажимов;
10. Трещины в опорно-стержневых изоляторах, дефекты подвесной изоляции;
11. Обрыв шунтирующих сопротивлений;
12. Неравномерность распределения напряжения по элементам;
13. Нарушения наружных и внутренних контактных соединений;
14. Ухудшение внутренней изоляции обмоток, связанное со шламообразованием и другими дефектами;
15. Ухудшение изоляции концевых кабельных муфт и кабельных заделок;

## 16. Дефекты поддерживающей арматуры.

Правильно составленный протокол по тепловизионному контролю может стать полезным инструментом в отслеживании тенденций изменения состояния обследуемого оборудования. В зависимости от типа обследуемого объекта отчет может содержать различные типы дополнительных данных, которые отражают особенности измерений в том или ином случае. Современные программы обработки ИК-изображений позволяют автоматически создавать отчеты.

Строгий и своевременный тепловизионный контроль электротехнического оборудования значительно снижает возможность аварийной ситуации, и, тем самым, позволяет существенно сэкономить финансовые затраты на ремонт дорогостоящего оборудования. Применение тепловизионного вида неразрушающего контроля хорошо зарекомендовало себя при проведении электромонтажных ремонтных работ, профилактике электрооборудования, а также при вводе в эксплуатацию нового сложного оборудования.

### **Список литературы:**

1. Козел Н. О., А. Ю. Астапов Оборудование для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, Мичуринск-наукоград, 26–28 октября 2022 года / Под общей редакцией И.П. Криволапова. Мичуринск-наукоград: Мичуринский государственный аграрный университет. 2022. С. 99-102.
2. Сорокин К. И., Найденов А. А., Астапов А. Ю. Инновационные подходы в развитии энергоснабжения АПК в России // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.

3. Тепловизионный контроль состояния электрооборудования // «Сила тока». – URL: <https://ellabst.ru/services/teplovizionnyj-kontrol-sostoania-elektrooborudovania/> (дата обращения 01.12.2024).

4. Тепловизионный контроль электрооборудования: полное руководство // СвязьКомплект. – URL: <https://skomplekt.com/teplovizionnyj-kontrol-ehlektrooborudovaniya/> (дата обращения 01.12.2024).

5. Тепловизионная диагностика электротехнического оборудования // Пергам. – URL: <https://www.pergam.ru/articles/diagnostika-elektrotehnicheskogo-oborudovaniya.htm> (дата обращения 01.12.2024).

**UDC 621.31**

## **THERMAL IMAGING CONTROL FOR THE ANALYSIS OF POWER ELECTRICAL EQUIPMENT**

**Nikita Ol. Kozel**

student

[nik.ko.nik2001@gmail.com](mailto:nik.ko.nik2001@gmail.com)

**Andrey Yu. Astapov**

candidate of technical sciences, associate professor

[astapow\\_a@mail.ru](mailto:astapow_a@mail.ru)

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** In the presented article, thermal imaging control is considered as a method for analyzing power electrical equipment.

**Keywords:** thermal imaging control, thermal imager, electrical equipment, diagnostics, non-destructive testing.

Статья поступила в редакцию 11.11.2024; одобрена после рецензирования 20.12.2024; принята к публикации 25.12.2024.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 20.12.2024; accepted for publication 25.12.2024.