

ПРОТОКОЛ № 525/21–7 тепловизионного обследования электрооборудования

Климатические условия при проведении измерений:
Температура воздуха +22°C Влажность воздуха 43% Атмосферное давление 99 кПа

Цель измерений (испытаний):
эксплуатационные

(приёмо-сдаточные, сличительные, контрольные испытания, эксплуатационные, для целей сертификации)

Нормативные и технические документы, на соответствие требованиям которых проведены измерения (испытания): РД 34.45-51.300-97 прил.3

1. Основные характеристики тепловизора:

| Наименование характеристики | Диапазон измерений |
|---|---------------------------------------|
| Наименование прибора | Testo 875-2i |
| Оптическое поле зрения | 32°x23° |
| Пространственное разрешение (IFOV) | 3,3 мрад |
| Разрешение по температуре | 0,05 К при 30°C |
| Тип детектора | FPA 160 x 120 точек, a.Si |
| Диапазон измеряемых температур | -30°C ...+100°C / 0°C...+350°C |
| Предел допускаемой погрешности диапазон -30°C ...+100°C диапазон 0°C...+350°C | ±2°C ±2°C либо ±2% от измер. знач. |
| Поправка на окружающую температуру | автоматическая |
| ЖК-дисплей | 3,5", 320x240 пикселей, цветной |
| Рабочая температура | -15°C...+40°C |

2. Методика испытаний:

Метод тепловизионного контроля основан на дистанционном измерении и регистрации тепловизором Testo 875-2i температурных полей наружных поверхностей элементов электрооборудования, аппаратов и устройств, находящихся в эксплуатации под рабочим напряжением.

Тепловизионный контроль электрооборудования проводится на основании и в соответствии со следующей нормативно-технической документацией:

- РД 153-34.0-20.363-99 «Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ»
- РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования»
- ПТЭЭП (введены в действие с 01.07.2003г.)

3. Оценка результатов:

Оценка теплового состояния электрооборудования и токоведущих частей в зависимости от

условий их работы и конструкции может осуществляться: по нормированным температурам нагрева (превышениям температуры), избыточной температуре, коэффициенту дефектности, динамике изменения температуры во времени, с изменением нагрузки, путем сравнения измеренных значений температуры в пределах фазы, между фазами, с заведомо исправными участками и т.п., в соответствии с Приложением 3 РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования».

Предельные значения температуры нагрева и ее превышения приведены в документации (паспортах, технических условиях) на конкретные виды оборудования. При их отсутствии пользуются данными Таблицы ПЗ.1 Приложения 3 РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования».

Тепловизионный контроль электрооборудования и токоведущих частей при токах нагрузки **0,3 I_{ном}** и ниже не способствует выявлению дефектов на ранней стадии их развития.

Для контактов и болтовых КС при токах нагрузки **(0,6-1,0) I_{ном}** оценка их состояния проводится по *превышению* температуры. В качестве норматива следует пользоваться НТД или данными табл. ПЗ.1 после соответствующего пересчета.

Для контактов и болтовых КС при токах нагрузки **(0,3-0,6) I_{ном}** оценка их состояния проводится по *избыточной* температуре. В качестве норматива используется значение температуры, пересчитанное на **0,5 I_{ном}**.

Избыточная температура от 5°С до 10°С

Начальная степень неисправности

Избыточная температура от 10°С до 30°С

Развитый дефект

Избыточная температура более 30°С

Аварийный дефект

Оценку состояния сварных и выполненных обжатием КС рекомендуется производить по *избыточной температуре* или *коэффициенту дефектности*.

Коэффициент дефектности не более 1,2

Начальная степень неисправности

Коэффициент дефектности 1,2...1,5

Развитый дефект

Коэффициент дефектности более 1,5

Аварийный дефект

4. Расчеты:

4.1 Пересчет *превышения* измеренного значения температуры к нормированному при токах нагрузки **(0,6-1,0) I_{ном}** осуществляется исходя из соотношения:

$$\frac{\Delta T_{\text{ном}}}{\Delta T_{\text{раб}}} = \left(\frac{I_{\text{ном}}}{I_{\text{раб}}} \right)^2,$$

где $\Delta T_{\text{ном}}$ - превышение температуры при $I_{\text{ном}}$; $\Delta T_{\text{раб}}$ - то же, при $I_{\text{раб}}$.

4.2 Пересчет *избыточного* измеренного значения температуры к нормированному при токах нагрузки **(0,3-0,6) I_{ном}** осуществляется исходя из соотношения:

$$\frac{\Delta T_{0,5}}{\Delta T_{\text{раб}}} = \left(\frac{0,5 I_{\text{ном}}}{I_{\text{раб}}} \right)^2,$$

где $\Delta T_{0,5}$ - избыточная температура при токе нагрузки $0,5 I_{\text{ном}}$.

4.3 Расчет коэффициента дефектности производится исходя из соотношения:

$$K_{\text{д}} = \frac{\Delta T_{\text{ном}}}{\Delta T_{\text{ном1}}},$$

где $\Delta T_{\text{ном}}$ - превышение температуры КС; где $\Delta T_{\text{ном1}}$ - превышение температуры на целом участке шины (провода), отстоящем от КС на расстоянии не менее 1 м;

5. Результаты испытаний:

Температурные показатели теплового состояния электрооборудования и токоведущих частей представлены в следующих термограммах и расчетных таблицах:

Термограмма № 1

Наименование объекта: Щитовая, щит АВР

Характеристика объекта: Контактор ПМ12-100 правый

Файл: IV_00157.BMT

Дата: 17.08.2021

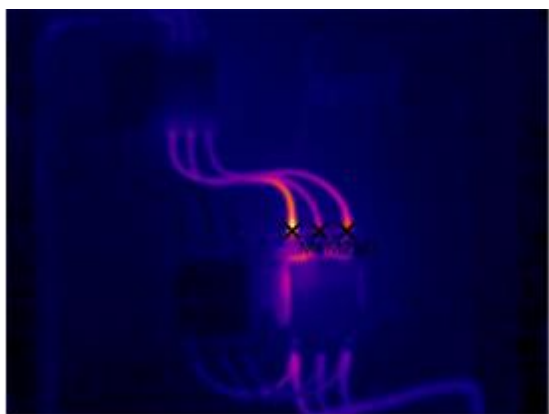
Время: 13:10:28

Параметры изображения:

Коэффициент излучения:
0,95

Температура воздуха:
+24,2°C

Отраженная температура:
+24,5°C



| № маркера | Маркер изображения (наименование, характеристика узла) | Температура измеренная, °C | Рабочий ток, А | Номинальный ток, А | Коэффициент нагрузки | Методика оценки * | $\Delta T_{\text{раб}}$ (превышения / избыточная), °C | $\Delta T_{\text{н}} / \Delta T_{0,5}$ (нормированная / превышения), °C | Допустимая температура превышения, °C** | Вид дефекта |
|-----------|--|----------------------------|----------------|--------------------|----------------------|-------------------|--|--|--|---------------------|
| M1 | Верхнее контактное соединение, фаза «А» | 77,1 | 39,5 | 100 | 0,40 | 2 | 37,5 | 58,6 | - | Аварийный дефект |
| M2 | Верхнее контактное соединение, фаза «В» | 40,5 | 38,9 | 100 | 0,39 | 2 | 0,9 | 1,5 | - | Норма |
| M3 | Верхнее контактное соединение, фаза «С», Эталон | 39,6 | 24,9 | 100 | 0,25 | 2 | - | - | - | Норма |

* - Методы оценки:

- 1 - по превышению температуры;
- 2 - по избыточной температуре;
- 3 - по коэффициенту дефектности.

** - В качестве норматива при оценке теплового состояния электрооборудования и токоведущих частей использовалось Приложение 3 РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования».

Термограмма № 2

Наименование объекта: Щитовая, ВРУ, правая панель

Характеристика объекта: Подключение питающих проводников к шине

Файл: IV_00159.BMT

Дата: 17.08.2021

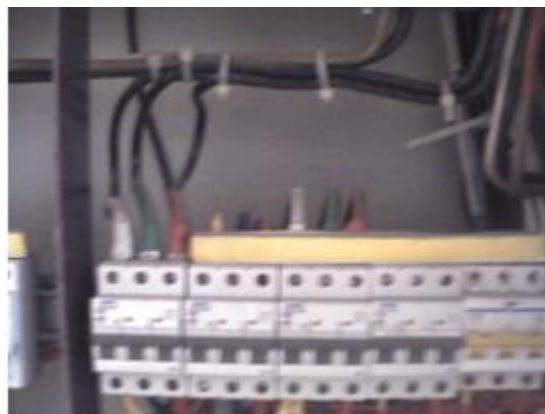
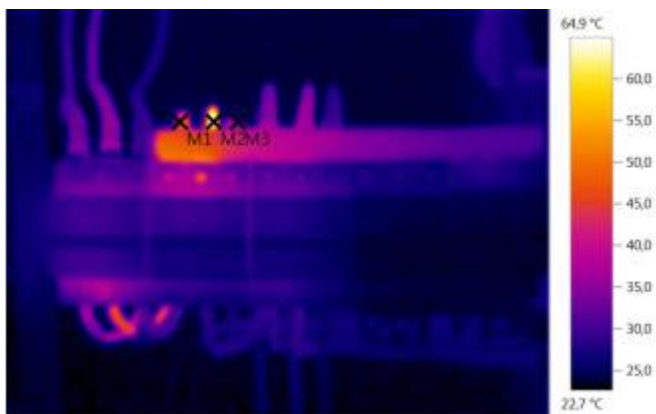
Время: 11:17:48

Параметры изображения:

Коэффициент излучения:
0,95

Температура воздуха:
+24,2°C

Отраженная температура:
+24,5°C



| № маркера | Маркер изображения (наименование, характеристика узла) | Температура измеренная, °C | Рабочий ток, A | Номинальный ток, A | Коэффициент нагрузки | Методика оценки * | $\Delta T_{\text{раб}}$ (превышения / избыточная), °C | $\Delta T_n / \Delta T_{0,5}$ (нормированная / превышения), °C | Допустимая температура превышения, °C** | Вид дефекта |
|-----------|--|----------------------------|----------------|--------------------|----------------------|-------------------|--|---|--|---------------------|
| M1 | Изоляция провода, фаза «А» | 46,6 | 27,0 | 63 | 0,43 | 2 | 14,5 | 19,6 | - | Развитый дефект |
| M2 | Изоляция провода, фаза «В» | 64,6 | 21,3 | 63 | 0,34 | 2 | 32,5 | 70,3 | - | Аварийный дефект |
| M3 | Изоляция провода, фаза «С», Эталон | 32,1 | 18,8 | 63 | 0,30 | 2 | - | - | - | Норма |

* - Методы оценки:

- 1 - по превышению температуры;
- 2 - по избыточной температуре;
- 3 - по коэффициенту дефектности.

** - В качестве норматива при оценке теплового состояния электрооборудования и токоведущих частей использовалось Приложение 3 РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования».

Термограмма № 3

Наименование объекта: 1-й этаж, ЩЭ №1

Характеристика объекта: Автоматические выключатели верхний ряд

Файл: IV_00161.BMT

Дата: 17.08.2021

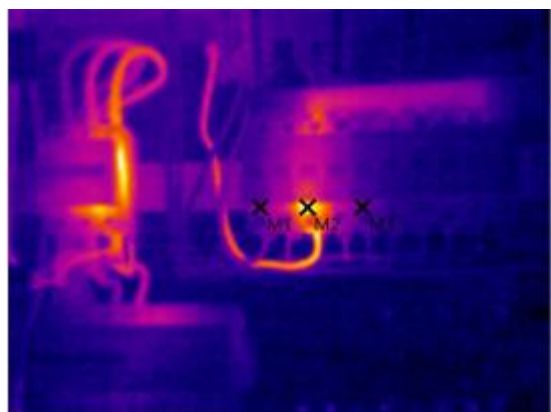
Время: 12:35:08

Параметры изображения:

Коэффициент излучения:
0,95

Температура воздуха:
+24,2°C

Отраженная температура:
+24,5°C



| № маркера | Маркер изображения (наименование, характеристика узла) | Температура измеренная, °C | Рабочий ток, А | Номинальный ток, А | Коэффициент нагрузки | Методика оценки * | $\Delta T_{\text{раб}}$ (превышения / избыточная), °C | $\Delta T_{\text{н}} / \Delta T_{0,5}$ (нормированная / превышения), °C | Допустимая температура превышения, °C** | Вид дефекта |
|-----------|--|----------------------------|----------------|--------------------|----------------------|-------------------|---|---|---|-------------|
| M1 | Нижнее контактное соединение АВ №1, Эталон | 26,3 | - | - | - | - | - | - | - | Норма |
| M2 | Нижнее контактное соединение АВ №3 | 38,2 | 16,9 | 20 | 0,85 | 1 | 13,7 | 19,0 | 50 | Норма |
| M3 | Нижнее контактное соединение АВ №5, Эталон | 26,1 | - | - | - | - | - | - | - | Норма |

* - Методы оценки:

- 1 - по превышению температуры;
- 2 - по избыточной температуре;
- 3 – по коэффициенту дефектности.

** - В качестве норматива при оценке теплового состояния электрооборудования и токоведущих частей использовалось Приложение 3 РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования».

Термограмма № 4

Наименование объекта: 2-й этаж, ЩЭ №3

Характеристика объекта: Автоматические выключатели верхний ряд

Файл: IV_00163.BMT

Дата: 17.08.2021

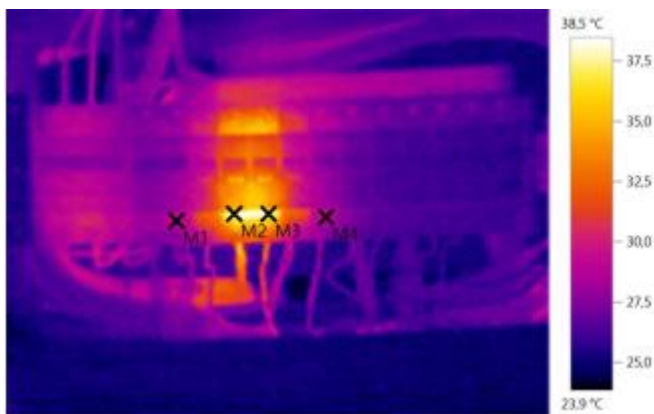
Время: 13:32:59

Параметры изображения:

Коэффициент излучения:
0,95

Температура воздуха:
+24,2°C

Отраженная температура:
+24,5°C



| № маркера | Маркер изображения (наименование, характеристика узла) | Температура измеренная, °С | Рабочий ток, А | Номинальный ток, А | Коэффициент нагрузки | Методика оценки * | $\Delta T_{\text{раб}}$ (превышения / избыточная), °С | $\Delta T_{\text{н}} / \Delta T_{0,5}$ (нормированная / превышения) °С | Допустимая температура превышения, °С** | Вид дефекта |
|-----------|--|----------------------------|----------------|--------------------|----------------------|-------------------|---|--|---|---------------------------------|
| M1 | Нижнее контактное соединение АВ №2, Эталон | 28,5 | 7,2 | 16 | 0,45 | 2 | - | - | - | Норма |
| M2 | Нижнее контактное соединение АВ №3 | 38,1 | 9,4 | 16 | 0,59 | 2 | 9,6 | 6,9 | - | Начальная степень неисправности |
| M3 | Нижнее контактное соединение АВ №4 | 37,4 | 6,8 | 16 | 0,43 | 2 | 8,9 | 12,0 | - | Развитый дефект |
| M4 | Нижнее контактное соединение АВ №6, Эталон | 28,6 | 8,3 | 16 | 0,52 | 2 | - | - | - | Норма |

* - Методы оценки:

- 1 - по превышению температуры;
- 2 - по избыточной температуре;
- 3 – по коэффициенту дефектности.

** - В качестве норматива при оценке теплового состояния электрооборудования и токоведущих частей использовалось Приложение 3 РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования».

1. Результаты испытаний (выявленные дефекты):

| № п.п | № термограммы | Наименование и характеристика объекта | № маркера | Характер неисправности | Вид дефекта |
|-------|---------------|--|-----------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 1 | Щитовая, щит АВР, контактор ПМ12-100 правый, верхнее контактное соединение, фаза «А» | М1 | Избыточная температура контакта | Аварийный дефект |
| 2 | 2 | Щитовая, ВРУ, правая панель, подключение питающих проводников к шине, изоляция провода, фаза «А» | М1 | Избыточная температура контакта | Развитый дефект |
| 3 | 2 | Щитовая, ВРУ, правая панель, подключение питающих проводников к шине, изоляция провода, фаза «В» | М2 | Избыточная температура контакта | Аварийный дефект |
| 4 | 4 | 2-й этаж, ЩЭ №3, верхний ряд, нижнее контактное соединение АВ №3 | М2 | Избыточная температура контакта | Начальная степень неисправности |
| 5 | 4 | 2-й этаж, ЩЭ №3, верхний ряд, нижнее контактное соединение АВ №4 | М3 | Избыточная температура контакта | Развитый дефект |

Заключение:

В целом состояние контактов, болтовых соединений и электрооборудования распределительных устройств соответствует требованиям РД 34.45-51.300-97 прил.3, за исключением дефектов (указано в таб. результаты испытаний).

Испытания провели: инженер-наладчик _____ Машков С.С.
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

инженер-наладчик _____ Карпов В.П.
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Ведомость составил: руководитель ЭИЛ _____ Махалин В.Р.
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Частичная или полная перепечатка и размножение только с разрешения испытательной лаборатории. Исправления не допускаются. Протокол распространяется только на элементы электроустановки, подвергнутые измерениям (проверке).