

Włodzimierz Adamczewski, Termo-Pomiar

Badania TERMOGRAFIKZNE w elektroenergetyce III część

Raport powstały w wyniku badań termograficznych powinien zawierać zestaw danych oczekiwanych przez zamawiającego, umożliwiających mu podjęcie właściwej decyzji. Rzetelne pomiary prowadzące do tego celu muszą być wykonywane w odpowiednich warunkach, przy pomocy odpowiedniej aparatury, przez wykwalifikowany personel i z zachowaniem właściwych procedur badawczych.

■ Aparatura

W badaniach urządzeń elektroenergetycznych i energetycznych spotykane są zarówno obiekty duże, takie jak kotły, elektrofiltry, kominy, transformatory, jak i małe, np. nóż odłącznika, przepust izolatora ściennego, itd.

Warunki pomiarowe niekiedy uniemożliwiają obserwację obiektu z dogodnej odległości i pod dogodnym kątem. Potrzeby zamawiającego są zróżnicowane. Czasem potrzebne jest wykrycie

i lokalizacja anomalii z szacunkowym określeniem zakresu odchyłeń od normy, innym razem dokładna ocena wartości temperatury i klasyfikacja wady.

Spotyka się temperaturę obiektów przewyższającą temperaturę otoczenia o kilka stopni, jak również o kilkaset stopni. Badania prowadzone są w różnej temperaturze otoczenia i warunkach środowiskowych.

Szerokie przedziały zmienności napotkanych i żądanych parametrów powodują, że aparatura termograficzna musi

zapewniać wystarczającą rozdzielczość obrazów, przy jednoczesnym dużym polu widzenia w celu identyfikacji, wystarczającą rozdzielczość temperaturową i zmienny przedział oczekiwanej lub obserwowanej temperatury obiektu, możliwość zmiany współczynnika emisyjności w czasie obserwacji i wiele innych.

Pożądana jest również odporność mechaniczna na wstrząsy i wpływy atmosferyczne. Własne zasilanie musi zapewnić co najmniej kilkugodzinną pracę. Rejestracja obrazu powinna mieć moż-

liwość nagrania komentarza słownego (nie powinno być możliwe przypadkowe skasowanie).

Konstrukcja aparatury powinna umożliwiać szybkie dopasowanie parametrów obserwacji do warunków obserwacji obiektu oraz zapewnić stabilność wskazań.

Ta różnorodność wymogów powoduje, że wyodrębniły się dwie klasy aparatury dla zastosowań termodiagnostycznych w elektroenergetyce:

Proste, tanie kamery do badań jakościowych z elementami pomiaru.

Główną cechą jest wizualizacja pola temperatury, a możliwość pomiaru punktowego lub określenie temperatury maksymalnej w obszarze jest elementem ważnym, jednak nie we wszystkich sytuacjach stosowanym. Urządzenia te przeznaczone są do kontroli stanu cieplnego obiektów i elementów w sposób porównawczy lub do wykrywania miejsc występowania ekstremalnych temperatur na kontrolowanym obiekcie. Taką niedrogą aparaturę powinny posiadać rejony energetyczne dla szybkiej, zgrubnej i „na miejscu” oceny stanu cieplnego sprawdzanych urządzeń. Tego typu aparatura jest również rekomendowana dla służb utrzymania ruchu w firmach z zagrożeniem pożarowym, z priorytetem ciągłości ruchu, z obciążoną i rozległą siecią elektroenergetyczną, dużą liczbą rozdzielnic itd.

Tę funkcję pełni obecnie kamera **FLIR InfraCAM**.

Kamery termograficzne pomiarowe o wysokiej rozdzielczości przestrzennej – dla badań głównie ilościowych.

Wyposażone są w oprzyrządowanie umożliwiające pracę w różnych warunkach i kontrolę różnych obiektów. Oprogramowanie wewnętrzne pozwala na wszechstronną analizę termogramów na ekranie kamery już w momencie obserwacji, ale również po zarejestrowaniu.

Oprogramowanie komputerowe pozwala na o wiele bogatszą analizę

zarejestrowanych termogramów, na precyzyjną klasyfikację wad i określenie niezbędności remontu, co doskonale optymalizuje pracę ekip remontowych. Aparatura ta umożliwia też badania wszelkich innych obiektów, a nie tylko obiektów elektroenergetycznych.

Ze względu na wysoką cenę oraz niezbędne przygotowanie fachowe operatorów, w kamery takie wyposażane są specjalistyczne ekipy wykonujące na zlecenia z zewnątrz wszelkie prace z zastosowaniem termografii.

Na tego typu kamerę mogą sobie pozwolić również firmy, w których znajduje ona zastosowanie, poza elektroenergetyką i ogólnie utrzymaniem ruchu, również w procesach technologicznych i w pracach badawczo-rozwojowych. Kamera może być wykorzystana również w celu zmniejszenia zużycia energii w całej firmie (izolacja rurociągów, budynków, obiektów technologicznych).

Takie uniwersalne kamery termowizyjne FLIR serii T o symbolach T200, T250, T360 i T400, z funkcją rejestracji foto oraz (nie wszystkie) komentarza głosowego w pełni spełniają wymienione potrzeby.

■ Obsługa

Na obraz cieplny urządzeń elektroenergetycznych wpływa bardzo wiele parametrów. Są to głównie:

- warunki meteorologiczne,
- warunki techniczne pracy obiektu,
- konstrukcja urządzenia.

Zobiektywizowanie wpływu tych wszystkich parametrów na obraz cieplny jest trudne, a ze względu na dużą liczbę obiektów poddawanych oględzinom np. w rozdzielniach – praktycznie niemożliwe.

W tej sytuacji szczególną rolę odgrywa poziom kompetencji ekipy wykonującej pomiary termalne w podczerwieni.

Ekipa wyspecjalizowana w pomiarach termograficznych musi dysponować sprzętem pomiarowym odpowiednio wysokiej klasy (kamerą

termograficzną pomiarową), wykonuje obligatoryjne kontrole stacji elektroenergetycznych najwyższych napięć. Potrafi ona podczas oględzin oszacować wpływ wszystkich czynników zniekształcających pomiar, a w razie potrzeby podać temperaturę obiektu w przeliczeniu na warunki normalne. W przypadku badania obiektów nietypowych lub jednostkowych potrafi dobrać optymalne warunki badania; we współdziałaniu z lokalnym specjalistą – uwzględnić specyfikę obiektu i wpływ otoczenia.

Członek grupy badawczej musi posiadać ogólną wiedzę o obiektach badanych, aby zapewnić wystarczającą identyfikację problemu. Im większy poziom kompetencji, tym mniejsza szansa na błąd. W raporcie, na wybranych termogramach, ilustrujących stan termiczny istotnych fragmentów stacji, może być dokonana pogłębiona analiza, na jaką pozwala oprogramowanie.

Pracownik stacji elektroenergetycznej lub ze służb utrzymania ruchu, którego jednym z obowiązków jest systematyczna lub wyrównoważona kontrola zacisków i zestyków aparatów elektrycznych przy pomocy prostej kamery termowizyjnej, musi posiadać podstawową wiedzę o specyfice pomiarów temperatury w podczerwieni na obiektach elektroenergetycznych, jak również dobrą znajomość warunków tych badań oraz cechami posiadanej aparatury. Główną metodą badań powinny być porównania stanów termicznych tych samych elementów w różnych fazach. Ważne jest, aby prace kontrolne wykonywał w miarę możliwości ten sam pracownik, co zmniejszy rozrzut błędów systematycznego i szybciej nabierze on doświadczenia oraz by wyniki jego pracy były okresowo weryfikowane przez specjalistyczną ekipę termograficzną. Aparatura kontrolna powinna podlegać okresowej kontroli – potwierdzeniem wyposażenia pomiarowego zgodnie z zaleceniami normy PN-ISO 10012-1 „Wymagania dotyczące zapewnienia jakości wyposażenia pomiarowego”.

Zgodnie z zasadami Systemu Zarządzania Jakością osoba wykonująca badania termograficzne powinna:

1. Być odpowiednio przygotowana do prowadzenia tego rodzaju badań:
 - posiadać odpowiednie wykształcenie, przeszkolenie i doświadczenie lub umiejętności,
 - posiadać przynajmniej ogólną wiedzę o obiekcie badań, jego technologii i zakresie pracy, możliwości wystąpienia anomalii, normalnego zużycia, a także wiedzę o dotychczasowym przebiegu pracy (historię obiektu),
 - posiadać wiedzę o przewidywanych skutkach wystąpienia anomalii termicznych i ich związku z wadami obiektu,
 - rozumieć znaczenie stwierdzonych odchyień dla normalnego użytkowania badanych obiektów i znać przepisy prawne lub techniczne dopuszczalności wad.
2. Posiadać sprzęt sprawny i właściwy do wykonywanych badań:
 - certyfikat kalibracji wystawiony przez producenta sprzętu nie jest wieczny. Dla całego wyposażenia pomiarowego, również dla kamer termowizyjnych, konieczne jest sprawdzanie „w wypadku wystąpienia anomalii pracy sprzętu za uważonych podczas normalnej eksploatacji”, ale również ustalenie okresowych sprawdzeń z częstotliwością zalecaną przez producenta, bądź opartą o doświadczenia własne lub innych. Częstość sprawdzeń powinna uwzględniać czas rzeczywistej pracy w tym okresie, „starzenie się” w czasie przechowywania oraz koszt i czas wyłączenia z eksploatacji. Ogólne wytyczne znajdują się w normie PN-ISO 10012 +Ap1/2001 „Wymagania dotyczące zapewnienia jakości wyposażenia pomiarowego”,
 - sprzęt „właściwy do wykonywanych zadań” oznacza, że zakup został dokonany po dokładnym wyspecyfikowaniu potrzeb (teraźniejszych

i dających się przewidzieć) i stosowanie sprzętu w obszarach, gdzie jest to właściwe i uzasadnione.

3. Mieć udokumentowane procedury badawcze oraz postępowania z badaniami i wynikami niezgodnymi z wymaganiami:
 - w szczególności ściśle stosować się do zatwierdzonych procedur dotyczących typowych zastosowań.
4. Badania nietypowe przeprowadzać po nabraniu biegłości w badaniach termowizyjnych oraz po wykonaniu walidacji metody termowizyjnej, tj. oszacowaniu wpływu różnych czynników na niepewność wyniku. Walidacja metody daje orientację, jakie naprawdę czynniki, przy jakich badaniach mają istotny wpływ na wynik, a jakie mają wpływ niewielki i ich wartość nie musi być znana z maksymalną dokładnością.
 - wszelkie odchylenia od spodziewanych wyników, za wyjątkiem wykrytych wad, powinny być „na miejscu” weryfikowane inną metodą, bądź co najmniej „myślowo”, aby zminimalizować ryzyko błędnego badania lub niepotrzebnej rejestracji stanów normalnych.

■ Procedury

Procedura badania będzie zależna od możliwych do spełnienia oczekiwań zamawiającego. W przypadku badania rozdzielni (stacji elektroenergetycznych) celem jest znalezienie wszystkich złączy o zbyt wysokiej temperaturze i zakwalifikowanie ich do naprawy o określonej pilności wykonania.

Procedura badania jest funkcją celu. Aby nie pominąć żadnego złącza zasadą jest:

- śledzenie drogi prądowej, np. od odłącznika liniowego do transformatora,
- rejestracja termogramów przejrzanych elementów i odpowiadającego im obciążenia. Obciążenie powin-

no być stałe lub wolnozmiennie, w miarę możliwości maksymalne, nie mniejsze od 40%. W przypadku pól o szybkich zmianach obciążeń, np. podstacji PKP lub trakcji elektrycznej komunikacji miejskiej, rejestrowane są termogramy w czasie wystąpienia obciążenia, co skutkuje wzrostem temperatury złączy i elementów czynnych. Ocena stanu dokonywana jest na podstawie zauważonych relacji temperaturowych między elementami podobnie obciążonymi, a nie przez ocenę przyrostu temperatury (dotyczy to także pól zasilających urządzenia pracujące w sposób nieciągły, przypadkowy, takie jak windy pompy, sprężarki, niektóre wentylatory, grzałki w procesie technologicznym, itp.),

- uwzględnienie warunków przeprowadzania badań (meteorologicznych, środowiskowych, aparaturowych i in.),
- wskazanie zamawiającemu, jeszcze „na miejscu”, wykrytych wad wymagających natychmiastowej interwencji,
- zinterpretowanie zarejestrowanych termogramów,
- sporządzenie raportu o typowej formie adekwatnej do potrzeb zamawiającego, a w nim wymienienie, oprócz sytuacji i elementów zarejestrowanych, wszystkich elementów nie podlegających badaniom i przyczyn tego zaniechania.

UWAGA! Często zdarza się, że firmy ubezpieczeniowe wymagają wykonania badań termowizyjnych wszystkich rozdzielnic elektroenergetycznych w zakładzie produkcyjnym, który ubezpieczają i przedstawienia raportu.

Niekiedy żądają przedstawienia termogramów WSZYSTKICH rozdzielnic, nawet nie obciążonych w trakcie badań, jak również takich, w których wykonawca badań nie stwierdza anomalii. Taki „całościowy” raport z badań, mimo elementów zbędnych, niezawierających wad, jest po upływie czasu dobrym odniesieniem do stanu aktualnego. □