



Krzysztof SZYDŁOWSKI

ENION SA. Oddział w Krakowie

Termografia w diagnostyce urządzeń elektroenergetycznych

Streszczenie. Szybki rozwój metod i narzędzi termowizyjnych pozwolił na ich zastosowanie do wykrywania defektów charakteryzujących się podwyższoną temperaturą. W artykule omówiono zastosowanie termografii w diagnostyce stanu urządzeń elektroenergetycznych prowadzonej przez Rejon Wysokich Napięć Zakładu Energetycznego Kraków (ENION S.A.).

Abstract: (Thermography in diagnostics of electrical power apparatus). Because of fast progress in thermovision methods and tools it is possible to use such methods for detection of faults characterized by higher temperature. The paper presents using of thermographic method for diagnostics of electrical power apparatus in the High Voltage Department of Krakow Power Distribution Company (ENION S.A.)

Słowa kluczowe: termografia, termowizja, diagnostyka

Keywords: thermography, thermovision, diagnostics

Wstęp

Badania termowizyjne dają efekty tam, gdzie stwierdzenie występowania miejscowych różnic temperatur pozwala wyciągnąć wnioski na temat stanu badanego obiektu. Diagnostykę urządzeń elektroenergetycznych eksploatowanych przez ENION SA. Oddział w Krakowie metodą termografii Rejon Wysokich Napięć stosuje od 1997 roku. W badaniach tych wykorzystuje się metody pasywne oparte na pomiarze ciepła wywołanego głównie przez straty rezystancyjne.

Wiadomości ogólne o termografii

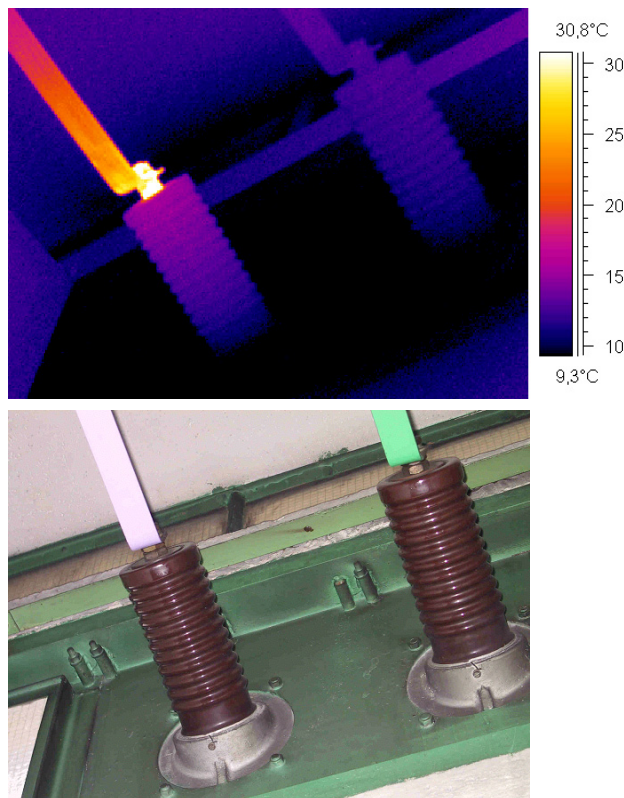
Wszystkie ciała o temperaturze powyżej 0°K emitują promieniowanie elektromagnetyczne w paśmie zależnym od temperatury. Fakt, że wielkość promieniowania jest funkcją temperatury umożliwia wyznaczenie rozkładów temperatur. Istotą termowizji jest detekcja promieniowania a następnie zamiana sygnałów elektronicznych na zrozumiałe i możliwe do interpretacji przez człowieka obrazy.

Kamera termowizyjna służy dla pomiarów i obrazowania promieniowania podczerwonego pochodzącego od badanych obiektów. Dla dokonania dokładnego pomiaru temperatury, niezbędne jest uwzględnienie wpływu szeregu różnych czynników. Kompensacja wpływu niektórych z nich wykonywana jest automatycznie jednakże pewne parametry obiektu oraz jego otoczenia należy wprowadzić ręcznie. Są to m. in.: temperatura otoczenia, odległość od badanego obiektu, wilgotność oraz najważniejszy parametr mający bezpośredni wpływ na dokładność pomiaru – *emisyjność* badanego obiektu. Z uwagi na fakt, że termowizja jest techniką opartą na pomiarze promieniowania emitowanego przez obiekt, niepewność określenia emisyjności badanego obiektu skutkuje niepewnością całego pomiaru.

Termografia w elektroenergetyce

Metodę diagnostyki termowizyjnej w elektroenergetyce można stosować do badań urządzeń rozdzielni wszystkich napięć od najwyższych spotykanych w systemie elektroenergetycznym naszego kraju do niskiego napięcia, linii elektroenergetycznych, transformatorów i generatorów. Zastosowanie termografii umożliwia szybkie zlokalizowanie miejsc potencjalnych awarii przy czym zasadniczo nie zachodzi potrzeba specjalnego przygotowywania badanego obiektu a sam pomiar jest wykonywany podczas normalnej pracy urządzeń z bezpiecznej, dopuszczalnej przepisami odległości. Wymaganiem stawianym badanym obiektom jest zapewnienie odpowiedniego stopnia obciążenia

w czasie prowadzenia inspekcji. W różnych źródłach podawane są minimalne obciążenia badanych instalacji na poziomie od 30 do 40 %. Przy czym odpowiednio duże obciążenie prądowe zapewnia większą dokładność wykonywanych pomiarów a co za tym idzie rzetelną i wiarygodną ich interpretację oraz ocenę. Należy jednak mieć na uwadze, że czas potrzebny do wykonania pomiarów jest krótki i warto je przeprowadzić nawet przy obciążeniach mniejszych od zalecanych z uwagi na nikłe prawdopodobieństwo nie wykrycia poważnej i ewidentnej usterki. Zasadniczo przy prowadzeniu badań urządzeń elektroenergetycznych metodą termografii przyjmuje się założenie, że prawidłowo pracujące połączenie elektryczne nie powinno wykazywać wyższej temperatury od temperatur łączonych elementów (rys.1).

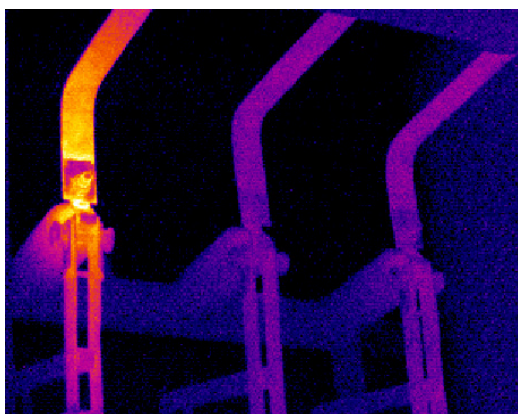


Rys.1. Termogram oraz zdjęcie wadliwego połączenia śrubowego szyny i przepustu ściennego 15 kV

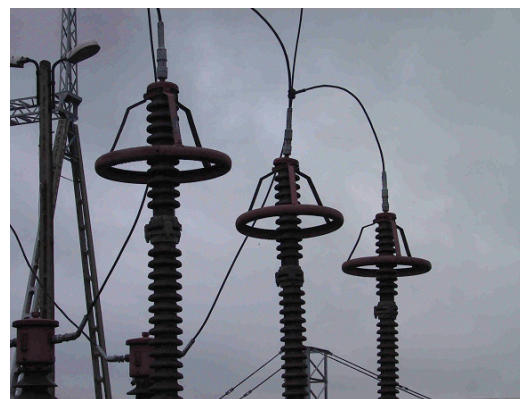
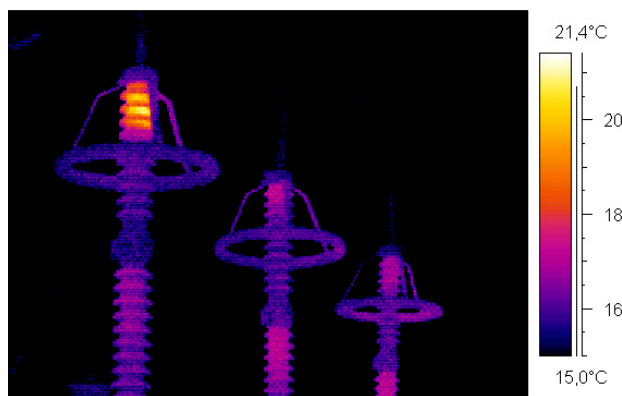
W związku z powyższym przy prowadzeniu inspekcji szczególną uwagę zwraca się na wszelkiego rodzaju połączenia torów prądowych. Mogą to być np. połączenia przewodów lub szyn z zaciskami wyłączników, przekładników prądowych lub odłączników (rys.2). Wady wewnętrzne lub niepoprawnie wykonane zaprasowanie zacisków również zostaną zobrazowane w postaci lokalnego wzrostu temperatury połączenia (rys.3). W przypadku ograniczników przepięć zwiększona temperatura powierzchni izolacji porcelanowej sygnalizuje obecność rozwijającego się uszkodzenia wewnętrznego, które może stać się przyczyną rozerwania osłony porcelanowej (rys.4). Ponadto, porównując rozkład temperatury na zewnętrznej powierzchni układu izolacyjnego w poszczególnych fazach można wykryć nie tylko rozwijające się uszkodzenie wewnętrzne aparatu lub nieprawidłowości w stanie wewnętrznych elementów przewodzących lub styków (rys.5). Występujące na powierzchni izolatora anomalie temperatury mogą również świadczyć o uszkodzeniach jego wewnętrznej struktury.

Uszkodzenia te w postaci mikropęknięć mogą wywołać pojawienie się wyładowań niepełnych, które po osiągnięciu odpowiedniej intensywności prowadzą do przebiecia a w konsekwencji do zniszczenia osłabionego układu izolacyjnego (rys.6). W trakcie inspekcji termowizyjnej urządzeń elektroenergetycznych przeprowadzane są także oględziny transformatorów. Oprócz standardowej kontroli stanu połączeń szyn lub przewodów z zaciskami izolatorów przepustowych transformatora (rys.7), należy zwrócić uwagę na ewentualne ogniska podwyższonej temperatury na powierzchni kadzi lub pokrywy. Zbadać należy także osprzęt zabudowany na transformatorze w tym rozkład temperatury na poszczególnych radiatorach.

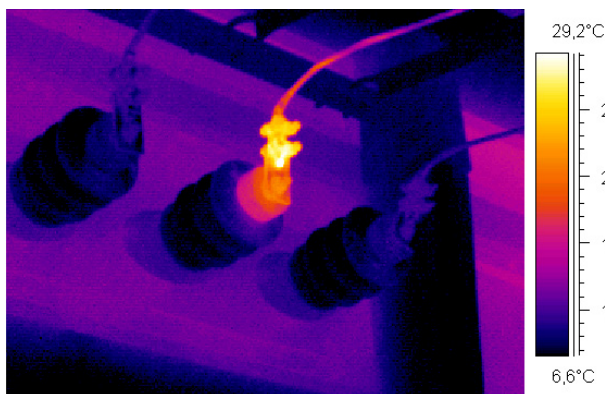
Możliwości zastosowania termografii wykraczają oczywiście znacznie poza zakres badań urządzeń elektroenergetycznych czy ogólnie energetycznych (np. w energetyce ciepłej badania stanu kotłów, rurociągów, kominów). Dziedzinami, w których termowizja znalazła swoje zastosowanie są również budownictwo, elektronika, medycyna, badania środowiska oraz ratownictwo.



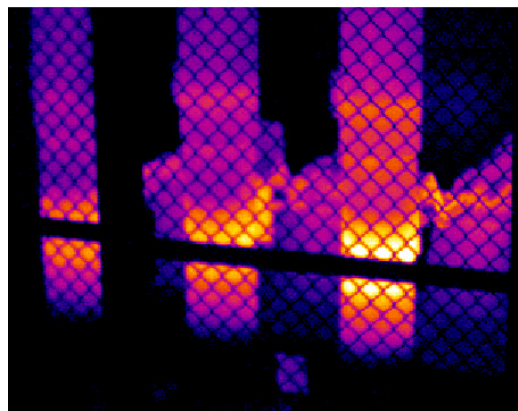
Rys.2. Termogram oraz zdjęcie zacisku odłącznika 15 kV



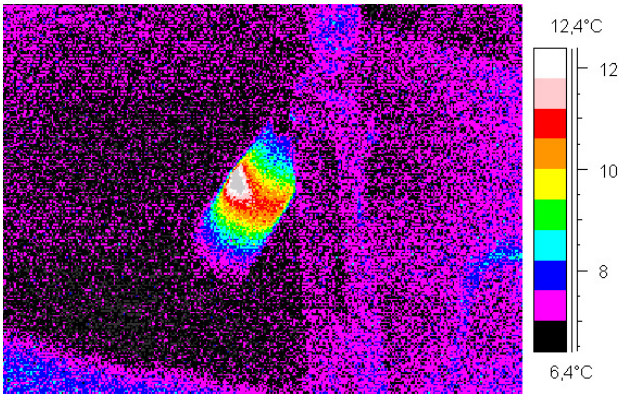
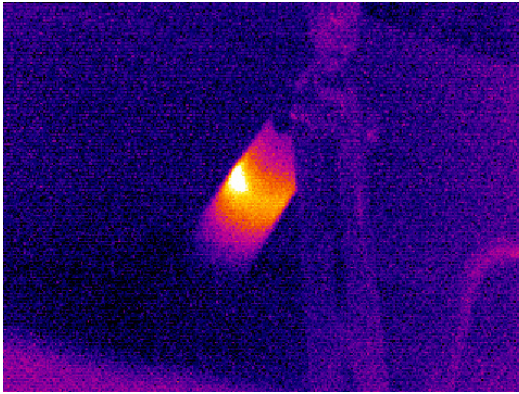
Rys.4. Wzrost temperatury odgromnika 110 kV



Rys.3. Termogram wadliwie wykonanego połączenia przewodu i zacisku przepustu ściennego 15 kV



Rys.5. Termogram kolumn wyłącznika SCI

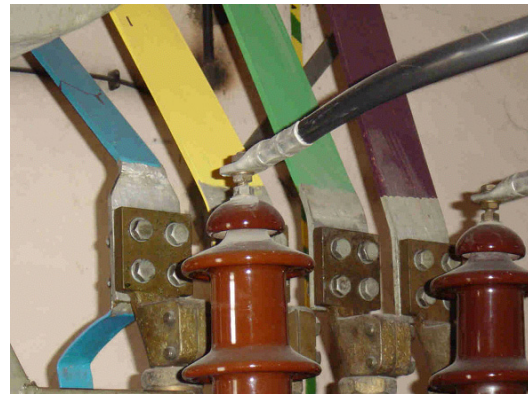
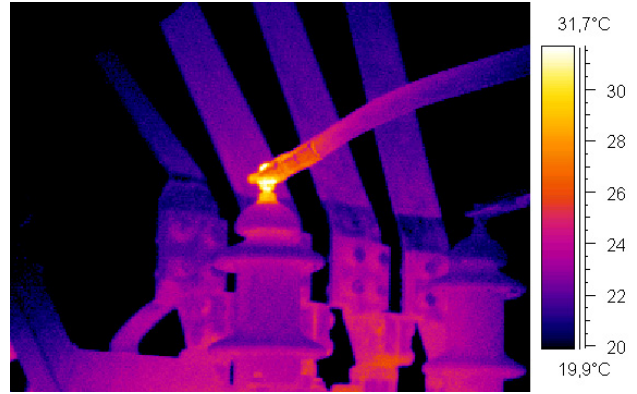


Rys. 6. Anomalie temperaturowe na powierzchni izolatora wsporczeego odłącznika 15 kV (dwie palety barw)

Należy podkreślić, że w każdej dziedzinie zastosowania termografii prawidłowa ocena oraz interpretacja otrzymanych wyników nierozdzielnie związana jest z dogłębną wiedzą na temat budowy badanego obiektu oraz zachodzących w nim procesów.

Podsumowanie

Badania termowizyjne mają zastosowanie wszędzie tam gdzie zależy na przeprowadzeniu kontroli stanu urządzeń podczas ich normalnej pracy, metodą bezinwazyjną i z bezpiecznej odległości. Pozwala to zapobiec konsekwencjom ewentualnych awarii oraz spowodowanych nimi przestojami. Ponadto opierając się na wynikach uzyskanych z inspekcji termowizyjnej można lepiej zaplanować remonty i przeglądy urządzeń a dostępne środki i siły wykorzystać w sposób maksymalnie efektywny.



Rys.7. Termogram oraz zdjęcie wadliwego połączenia przewodu z izolatorem przepustowym transformatora po stronie 6 kV

LITERATURA

- [1] Materiały firmy FLIR Systems AB., Instrukcja obsługi kamery AGEMA Thermovision 550
- [2] Praca zbiorowa, Pomiary termowizyjne w praktyce, Agenda Wydawnicza PAK, Warszawa 2004

Autor: mgr inż. Krzysztof Szydłowski, ENION SA. Oddział w Krakowie, Rejon Wysokich Napięć, ul. Prądnicza 74c, 31-202 Kraków, e-mail: krzysztof.szydowski@krakow.enion.pl