

Zastosowanie termowizji w diagnostyce ograniczników przepięć

Systemy elektroenergetyczne składają się z dużej liczby elementów, z których każdy może ulec uszkodzeniu stając się przyczyną awarii. Koszty związane z awarią poszczególnych elementów zależą od stopnia awarii oraz od działań naprawczych podjętych w celu poprawy sytuacji lub likwidacji awarii. Ponieważ głównym celem działania każdej firmy elektroenergetycznej jest niezakłócona dostawa energii elektrycznej do odbiorców przy minimalnym koszcie, zapobieganie awariom systemów elektroenergetycznych ma ogromne znaczenie zarówno podczas projektowania jak i użytkowania systemu. Duży wpływ na osiągnięcie wspomnianego celu może mieć właściwie przygotowany plan eksploatacji zapobiegawczej. Strategia utrzymania zapobiegawczego jest skierowana przede wszystkim na wykrywanie pogarszającego się stanu urządzeń zanim nastąpi ich awaria. Właśnie diagnostykę można określić jako wykrywanie pogarszającego się stanu elementów systemu elektroenergetycznego.

Jednym z nowoczesnych narzędzi diagnostycznych pozwalających określić stan techniczny urządzeń elektroenergetycznych są kamery termowizyjne. Za ich pomocą, na podstawie pomiaru wartości emitowanej energii w paśmie promieniowania podczerwonego można w sposób zdalny i bezinwazyjny dokonać oceny rozkładu temperatury na powierzchni badanych urządzeń.

Po skierowaniu kamery termowizyjnej na urządzenia elektroenergetyczne uzyskuje się czytelny obraz odwzorowujący niewidzialne przez oko ludzkie promieniowanie podczerwone. Wyniki pomiarów mogą być przedstawione w postaci czarno – białego bądź kolorowego termogramu, na którym bez trudu można wyłowić punkty bądź obszary o podwyższonej temperaturze.

Diagnostyka termowizyjna stosowana jest w energetyce od kilkunastu lat. Jej wyniki dają możliwość dokonania oceny stanu technicznego urządzeń elektroenergetycznych, złązek i zacisków. Wartość temperatury oraz

jej przyrost w odniesieniu do innych elementów pracujących w identycznych warunkach jest podstawowym kryterium oceny w tej metodzie. Prawidłowa interpretacja obrazu termowizyjnego uzyskanego podczas pomiarów wymaga jednak doświadczenia oraz znajomości badanych urządzeń. Niezaprzeczną zaletą diagnostyki termowizyjnej w energetyce jest możliwość przeprowadzania pomiarów obiektów elektroenergetycznych znajdujących się pod napięciem sieciowym bez potrzeby ograniczenia przesyłu energii elektrycznej.

Do głównych celów diagnostyki termowizyjnej zaliczyć można:

- rozpoznanie pola temperatury na powierzchni obiektu,
- możliwość wnioskowania na temat uszkodzeń lub zmian technicznych na podstawie znajomości rozkładu temperatury w powiązaniu ze znajomością konstrukcji;
- wykrycie i klasyfikacja wad i przegrzewów;
- badania przedremontowe pozwalające na określenie pilności i zakresu remontu.

Wśród zalet opisywanej metody wymienić można następujące jej cechy charakterystyczne:

- nie wymaga wyłączenia urządzenia czy instalacji z ruchu;
- jest metodą szybką, a uzyskanie wyników jest prawie natychmiastowe; jej możliwości obejmują wszystkie niewaligiczne miejsca instalacji;
- bezstykowość pozwalająca na przeprowadzenie badań zdalnych o charakterze nieniszczącym;
- zobrazowanie pola temperatury całej dostępnej optycznie powierzchni obiektu oraz możliwość rejestracji uzyskanych obrazów poprzez wydruk tzw. termogramów;
- możliwość komputerowej obróbki i analizy termogramów.

Diagnostyka termowizyjna w PSE POŁUDNIE

Pracownicy PSE-POŁUDNIE Sp. z o.o. już od ponad siedmiu lat wykonują diagnostykę termowizyjną obiektów elektroenergetycznych na terenie całego kraju, użytkowanych zarówno przez elektrownie i zakłady energetyczne oraz PSE. Zakres wykonywanych prac pomiarowych obejmuje:

- diagnostykę termowizyjną urządzeń w stacjach elektroenergetycznych wszystkich napięć;
- kontrolę stanu połączeń prądowych linii elektrycznych 110, 220 i 400 kV z pokładu śmigłowca lub z poziomu ziemi;
- pomiary powierzchniowych rozkładów temperatury;
- kontrolę stanu izolacji cieplnej obiektów budowlanych.

Różnorodność oraz duża liczba diagnozowanych aparatów i urządzeń pozwoliły na uzyskanie doświadczeń gwarantujących wysoką jakość ocen uzyskanych w wyniku pomiarów termowizyjnych.

Diagnostyka termowizyjna ograniczników przepięć

Istotne znaczenie dla ciągłości utrzymania ruchu systemu ma odpowiednia diagnostyka beziskiernikowych ograniczników przepięć 110, 220 i 400kV w miejscu ich zainstalowania i podczas pracy pod napięciem sieciowym.

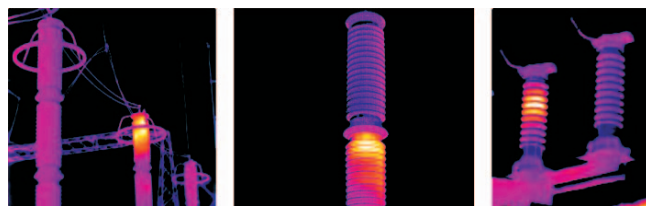
Interpretacja wyników pomiarów termowizyjnych odgromników i ograniczników przepięć ma nieco inny charakter niż pomiarów złączek i zacisków głównego toru prądowego gdzie najczęściej pojawiają się przyrosty temperatury. Po pierwsze badany jest aparat, przez który przepływa prąd pojemnościowy bądź prąd upływu o niewielkiej wartości, rzędu miliamperów, a nie prąd roboczy. Po drugie badana jest osłona izolacyjna, a nie bezpośrednio elementy toru prądowego.

Badanie termowizyjne w takich przypadkach jest więc znacznie utrudnione, ponieważ badany jest element pośredni, a źródło emitujące ciepło znajduje się wewnątrz obudowy izolacyjnej. Tylko dzięki zastosowaniu nowoczesnych kamer termowizyjnych o dużej rozdzielczości temperaturowej udaje się zlokalizować obszary nawet o nieznacznie podwyższonej temperaturze.

W ciągu ostatnich trzech lat podczas wykonywania pomiarów termowizyjnych w stacjach 110 kV/śn oraz stacjach elektroenergetycznych sieci przesyłowych odnotowano kilka przypadków występowania anomalii w rozkładzie temperatury na powierzchniach zarówno odgromników jak i ograniczników przepięć pracujących w sieci średnich i najwyższych napięć.

Przykładowe rozkłady temperatur na powierzchniach odgromników i ograniczników przepięć przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

Komentując zamieszczone termogramy stwierdzić można, że już sam fakt wystąpienia na powierzchni izolacyjnej obszarów o podwyższonej temperaturze jest wystarczającym sygnałem informującym o pojawieniu się zagrożenia dalszej pracy urządzenia.



Rys. 1. Odgromniki w izolacji porcelanowej na napięciach: a) 400 kV, b) 220 kV, c) 15 kV



Rys. 2. Ograniczniki przepięć w izolacji kompozytowej na napięciach: a) 220 kV, b) i c) 110 kV

Pozostawienie w eksploatacji odgromników czy ograniczników przepięć, na powierzchniach których zostały stwierdzone miejscowe przegrzania, może w konsekwencji doprowadzić do ich eksplozji. O tym, że zagrożenia takie są realne świadczy fakt, że dotychczasowe eksplozje, które miały miejsce na obiektach stacyjnych, nie były spowodowane przepięciami piorunowymi czy łączeniowymi, lecz występowały najczęściej podczas stabilnej pracy systemu elektroenergetycznego, a ich przyczyną były wady fabryczne (ograniczniki przepięć) lub zawilgocenie (odgromniki). Nie trzeba dodawać, że skutkami eksplozji ograniczników przepięć czy odgromników mogą być nie tylko przerwy w ruchu, ale i uszkodzenia innych sąsiadujących urządzeń czy aparatów.

Najczęstszą przyczyną pojawienia się zmian w rozkładzie temperatury jest korozja wewnętrznych elementów oraz degradacja warystorów powodowana wilgocią wynikającą z utraty szczelności członów odgromników i ograniczników przepięć.

Powyższe czynniki wpływają na przyspieszenie procesu starzenia się warystorów i obniżenie odporności odgromników i ograniczników przepięć (rys. 4).

Trzeba wreszcie zwrócić uwagę, że istotne znaczenie dla wiarygodności wyników pomiarów termowizyjnych odgromników i ograniczników przepięć mają panujące podczas pomiarów warunki atmosferyczne. Z uzyskanych doświadczeń wynika, że największą wykrywalność uszkodzeń otrzymuje się podczas bardzo dużego zachmurzenia lub w porze nocnej przy jednoczesnym braku opadów atmosferycznych, wiatru i zamglenia.

Opady powodujące zawilgocenie badanej powierzchni i zmniejszenie przejrzystości atmosfery są przyczyną spadku mierzonej temperatury i zniekształcenia jej rozkładów na badanym obszarze. Podobne utrudnienia powoduje silnie wiejący wiatr ze względu na swoje właściwości chłodzące.

Czynniki te w znaczny sposób utrudniają wiarygodną ocenę wyników pomiaru zważywszy na fakt, że spodziewane ewentualne przyrosty temperatury na powierzchniach izolacyjnych odgromników i ograniczników przepięć mają bardzo małe wartości.

a)



b)



Rys. 3. Uszkodzenia ograniczników przepięć i odgromników w wyniku eksplozji, która wystąpiła podczas stabilnej pracy systemu elektroenergetycznego

a) rozerwane kompozytowe osłony izolacyjne ograniczników przepięć 110 kV, b) uszkodzone w wyniku eksplozji warystory odgromnika 15 kV



Rys. 4. Elementy odgromnika 220 kV zdemontowanego po stwierdzeniu na jego powierzchni izolacyjnej miejscowych przyrostów temperatury

Z kolei wykonanie tego typu pomiarów w słoneczny dzień, gdy promieniowanie słoneczne nagrzewa badane powierzchnie, staje się wręcz niemożliwy, nawet gdyby wykorzystać do pomiaru kamery długofalowe pracujące w zakresie 8–14 mm, wyposażone w dodatkowe filtry redukujące zakłócenia wpływu promieniowania słonecznego.

Diagnostyka termowizyjna odgromników i ograniczników przepięć wymaga więc odpowiednich warunków atmosferycznych, zastosowania kamer termowizyjnych o dużej rozdzielczości temperaturowej oraz doświadczenia osób wykonujących pomiary i ocenę uzyskanych wyników.

Mówiąc o metodach stosowanych w diagnostyce odgromników i ograniczników przepięć nie należy zapominać o diagnostyce termowizyjnej, która obecnie daje coraz większe możliwości pomiarowe.

Podsumowanie

Diagnostykę termowizyjną odgromników wykorzystującą możliwości nowoczesnych systemów termowizyjnych można traktować jako uzupełniającą pomiary wykonywane metodami tradycyjnymi, a w przypadku nowoczesnych ograniczników przepięć uznać ją można za metodę podstawową, stosowaną łącznie z metodą pomiaru składowych prądu upływu.

Znaczna liczba wycofanych z eksploatacji odgromników i ograniczników przepięć w ostatnich trzech latach, w wyniku przeprowadzonych pomiarów termowizyjnych, ze względu na zagrożenia związane z miejscowymi przyrostami temperatury wyznaczonymi na podstawie diagnostyki termowizyjnej, pozwala traktować tę metodę jako wiarygodną i celową w określaniu stanu technicznego tych urządzeń. Awariom ulegają zarówno odgromniki pracujące wiele lat jak i ograniczniki przepięć, znajdujące się w eksploatacji od kilku lat.

Omawiana metoda znajduje zastosowanie na wszystkich poziomach napięcia, bez względu na to czy jest to odgromnik, czy ogranicznik przepięć, a także bez względu na rodzaj obudowy izolacyjnej. Zdarzające się eksplozje odgromników i ograniczników przepięć zmuszają do częstszej ich kontroli w celu zapewnienia bezawaryjnej pracy systemu elektroenergetycznego i bezpieczeństwa obsługi.

LITERATURA





- [1] Minkina W.: Pomiary termowizyjne – przyrządy i metody. Częstochowa 2004
- [2] Praca zbiorowa: Pomiary termowizyjne w praktyce. Luty 2004
- [3] Materiały konferencyjne „Napowietrzna izolacja wysokonapięciowa w elektroenergetyce NIWE 97”, V Ogólnopolska konferencja naukowo-techniczna, Bielsko-Biała 1997



APE – POŁUDNIE

Warta Świadczenia?
Jak zagwarantować Polsce bezpieczeństwo energetyczne?
Dyskusja i Budowanie bezpieczeństwa

Instytut Elektroenergetyki i Sterowania Układów
Wydział Elektryczny Politechniki Śląskiej w Gliwicach
EPC SA
Partner na Rynku Energii Sp. z o.o.

organizują konferencję naukową

AKTUALNE PROBLEMY W ELEKTROENERGETYCE

APE'06 – POŁUDNIE

pt.

Operatorstwo w energetyce po 2006 roku – klucz do decentralizacji technicznego zarządzania sieciami systemami energetycznymi

Wisła, 1–2 czerwca 2006 r.

Tematyka konferencji




Operatorstwo w ujęciu przedmiotowym

1. Operatorzy przesyłowi w obszarze elektroenergetyki, gazu ziemnego i ropy naftowej. Zagadnienia strukturalne: konwergencja, budowanie przez polskich operatorów swojej pozycji na rynku europejskim, współistnienie z operatorami dystrybucyjnymi w kraju.
2. Rezerwy mocy w elektroenergetyce, magazyny gazu, zapasy paliw płynnych.
3. Systemy SCADA i systemy zarządzania rynkami technicznymi u operatorów przesyłowych.
4. Uregulowania prawne i działania URE na rzecz decentralizacji operatorstwa.
5. Rynki bilansujące. Zagadnienia teoretyczne i procedury: decentralizacja rynku bilansującego energii elektrycznej, budowa rynku bilansującego gazu.
6. Decentralizacja wytwarzania energii elektrycznej. Wirtualne elektrownie bilansujące.
7. Rola automatyki, zabezpieczeń i systemów informatycznych w zdecentralizowanym operatorstwie.
8. Prace eksploatacyjne na czynnych energetycznych systemach sieciowych, np. prace pod napięciem w nowych warunkach działalności operatorskiej. Problemy bezpieczeństwa oraz efektywności ekonomicznej.




Operatorstwo w ujęciu podmiotowym

1. Operatorstwo przesyłowe (PSE-Operator, Gaz-System, PERN „Przyjaźń”).
2. Operatorstwo dystrybucyjne w elektroenergetyce zawodowej.
3. Operatorstwo dystrybucyjne w korporacji gazowej.
4. Operatorstwo dystrybucyjne branżowe poza energetyką zawodową i poza korporacją gazową: w grupach infrastrukturalnych i przemysłowych, w gminach, w sieciach handlowych, w centrach usługowych i logistycznych.
5. Rola wytwórców (elektrowni, elektrociepłowni), operatorów magazynów gazu oraz Naftoportu i Naftobaz w branżowych systemach operatorskich.
6. Lokalne operatorstwo zintegrowane: operatorzy lokalnych systemów energetycznych z gazowymi źródłami kogeneracyjnymi, integratory usług infrastrukturalnych na rynkach lokalnych itp.

PATRONAT:

PATRONAT MEDIALNY:

KONTAKT: EPC S.A.
ul. W. Górskiego 9, 00-033 Warszawa
Katarzyna Gołębska
tel. (+48) (22) 3213-132, kom. 601-33-45-52
fax (+48) (22) 828-40-03
e-mail: ape06@epc.pl
http://www.iesu.polsl.gliwice.pl/ape06