

Efekty ekonomiczne

Zastosowanie nowoczesnych metod badawczych w połączeniu z analizą historii oraz parametrów pracy jednostki znacząco ułatwia podejmowanie decyzji eksploatacyjnych i inwestycyjnych. Umiejętnie stosowana diagnostyka oprócz wykrywania defektów i pomocy w uniknięciu poważnych awarii w codziennej eksploatacji pozwala poprawić efekty ekonomiczne poprzez przedłużenie eksploatacji majątku transformatorowego z zachowaniem akceptowalnego poziomu ryzyka. Ocena stanu technicznego pomaga między innymi wytypować jednostki których czas życia można wydłużyć nawet o 60% czasookresu zakładanego przez konstruktorów przy niewielkich nakładach inwestycyjnych.

Algorytm czynności decyzyjnych oraz szacunkowy koszt modernizacji w % wartości zakupu nowej jednostki przedstawiono na przykładzie 30-letniego transformatora sieciowego 110/15 kV o mocy 25 MVA, który pracował przy niewielkim obciążeniu i nie ulegał poważniejszym awariom.



Energo-Complex Sp. z o.o.
 ul. Lotników 9,
 41-949 Piekary Śląskie
 Tel.: +48 32 775 67 00,
 Fax.: +48 32 775 67 02
 NIP 627-252-60-73

Rys. 7.
 Analiza kosztów modernizacji w zależności od stanu technicznego transformatora, na przykładzie typowej 30-letniej jednostki 25 MVA, 110/15 kV. Koszt wyrażony w procentach wartości instalacji nowej jednostki.



Ocena stanu technicznego transformatorów



Ponad 50% kilkudziesięcioletniej populacji eksploatowanych w Polsce transformatorów średniej i dużej mocy zostało wyprodukowane w okresie od lat 60-tych do końca lat 80-tych ub. wieku. Mimo przekroczenia 30 lat służby, izolacja wielu jednostek nie jest zestarzona i może jeszcze pracować przez następne 10 do 20 lat.

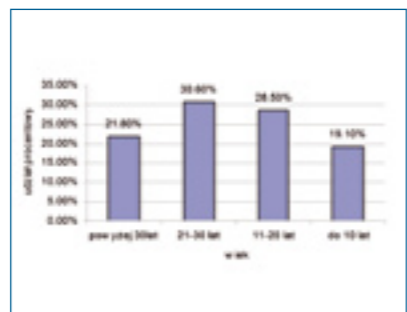
Ryzyko dalszej eksploatacji oraz opłacalność ewentualnej modernizacji transformatorów musi być określone indywidualnie, przy czym kompleksowa ocena stanu technicznego stanowi składnik o kapitalnym znaczeniu. Na jej podstawie ustala się zakres remontu oraz przewidywany okres dalszej eksploatacji dla założonych parametrów pracy.

Newralgicznym punktem starszych jednostek w eksploatacji są poluzowane uzwojenia, podatne na spowodowane przepływem prądów zwarciowych odkształcenia.

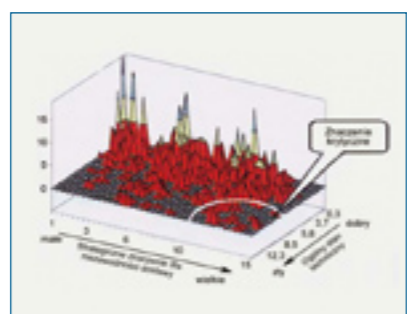
Przesunięcie lub odkształcenie zwojów nie zawsze prowadzi do natychmiastowego elektrycznego przebicia izolacji, ale znacznie zwiększa ryzyko awarii przy kolejnym przebiegu lub zwarciu.

Następnym czynnikiem warunkującym przedłużenie eksploatacji transformatora jest stopień zawilgocenia uzwojeń i przespanowych elementów konstrukcyjnych. Wyższa niż 2,5% zawartość wody w celulozie powoduje znaczne przyspieszenie procesów degradacyjnych, utraty jej właściwości mechanicznych oraz stwarza niebezpieczeństwo wystąpienia groźnego efektu „bąblowania” w stanach przeciążeniowych i zwarciowych.

Kompleksowa ocena stanu technicznego w połączeniu z miejscem usytuowania jednostki w systemie elektroenergetycznym pozwala sporządzić listę rankingową transformatorów z punktu widzenia ich znaczenia dla niezawodności działania sieci. Identyfikacja jednostek o znaczeniu krytycznym umożliwia opracowanie ekonomicznie uzasadnionego planu eksploatacji, modernizacji lub zakupów.



Rys. 1. Analiza populacji transformatorów zainstalowanych w firmach dystrybucyjnych ze względu na wiek.



Rys. 2. Przykład wyznaczenia listy rankingowej transformatorów w eksploatacji.

Głównymi elementami rzetelnej oceny stanu technicznego transformatora są:

- NOWOCZESNE METODY DIAGNOZOWANIA NA PODSTAWIE BADAŃ OLEJU.
- DIAGNOSTYKA STANU IZOLACJI, UZWOJEŃ ORAZ PRZEPUSTÓW.
- DIAGNOSTYKA PRZEŁĄCZNIKA ZACZEPÓW.

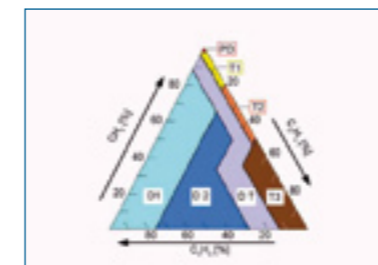
Diagnostyka oleju transformatorowego

Główną zaletą diagnostyki opartej na badaniu próbek oleju jest możliwość wczesnego wykrywania szkodliwych procesów fizycznych i chemicznych występujących w transformatorze. Ocena występowania wylądowań niezupełnych i łukowych oraz degradacji termicznej dokonywana jest na podstawie zawartości gazów rozpuszczonych w oleju. Wyznaczanie parametrów fizykochemicznych oleju, a także zawartości furanów (zwłaszcza 2FAL) pozwala na ocenę stopnia zesterzenia calulozy i oleju. Bardzo ważną czynnością jest sposób pobierania, przechowywania i transportu próbek oleju. Zastosowanie niewłaściwej metodyki przygotowania próbek powoduje że analiza chromatograficzna obciążona jest dużym błędem skutkującym niewłaściwą interpretacją wyników.

Równie ważnym czynnikiem decydującym o poprawności diagnozy jest przystosowanie i kalibracja ogólnodostępnych chromatografów do potrzeb analizy olejów transformatorowych.

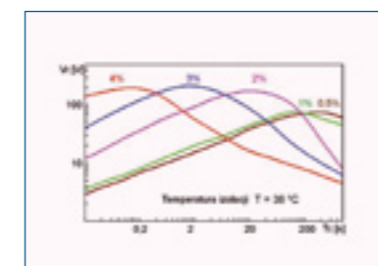
Badania izolacji stałej metodami polaryzacyjnymi

Stopień zawilgocenia izolacji stałej transformatorów można bezpośrednio wyznaczyć stosując różne warianty pomiarów zjawisk polaryzacyjnych. Praktyczne znaczenie uzyskały metody oparte o pomiar napięcia powrotnego polaryzacji RVM (Recovery Voltage Measurement),

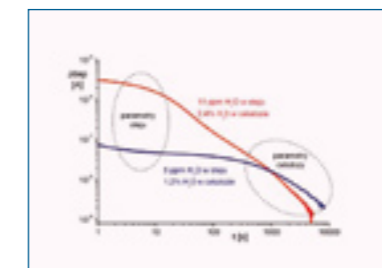


Rys. 3. Trójkąt Duval'a do określenia rodzaju uszkodzenia na podstawie ilorazu zawartości gazów rozpuszczonych w oleju.

- PD** = Wylądowania niezupełne
- T1** = Przegrzanie poniżej 300 °C
- T2** = Przegrzanie w zakresie 300 ÷ 700 °C
- T3** = Przegrzanie powyżej 700 °C
- D1** = Iskry o niskiej energii
- D2** = Łuk o wysokiej energii
- DT** = Przegrzania i uszkodzenia elektryczne

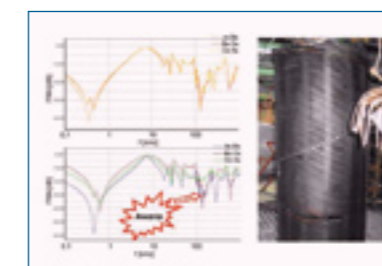


Rys. 4. Przebieg napięcia powrotnego zarejestrowany dla czterech różnych zawartości wody w izolacji stałej transformatora.



Rys. 5. Charakterystyka prądu rozładowania (depolaryzacji) dwóch transformatorów o różnym stopniu zesterzenia i zawilgocenia izolacji.

Na 17. Międzynarodowych Energetycznych Targach Bielskich „ENERGETAB 2004” Energo-Complex otrzymał Złoty Medal Polskich Sieci Elektroenergetycznych S.A. za wykrywanie odkształceń mechanicznych uzwojeń transformatorów w eksploatacji metodą FRA.



Rys. 6. Odpowiedź częstotliwościowa uzwojenia GN transformatora 25 MVA, 115/16,6 kV, zarejestrowana przed i po uszkodzeniu uzwojeń przez prąd zwarcia.

pomiar charakterystyki częstotliwościowej tgδ oraz pojemności izolacji w zakresie niskich częstotliwości (Frequency Domain Spectroscopy), a także rejestrację prądów polaryzacji i depolaryzacji (PDC – Polarization Depolarization Current).

Nasza firma wprowadziła do praktyki badawczej skojarzony pomiar RVM oraz PDC, który w znacznym stopniu poprawia dokładność i pewność pomiaru stopnia zawilgocenia izolacji transformatorów przy zachowaniu akceptowalnego czasu trwania pomiaru.

Wykrywanie odkształceń uzwojeń

Diagnoza przesunięcia uzwojeń polega na porównaniu zależności impedancji od częstotliwości zarejestrowanych na tym samym uzwojeniu w pewnych odstępach czasu lub rejestrowanych na sąsiednich uzwojeniach fazowych czy też w bliźniaczych transformatorach. Zmiana geometrii określonych fragmentów uzwojenia powoduje bowiem przesunięcie częstotliwości lokalnych rezonansów, a tym samym zmianę kształtu funkcji przenoszenia. Energo-Complex jako pierwszy w Polsce zapoczątkował wykorzystanie odpowiedzi częstotliwościowej uzwojeń do diagnostyki ich odkształceń i posiada obecnie bazę danych dotyczącą ponad stu transformatorów średniej i dużej mocy.