

Regeneracja oleju w podstacji trakcyjnej Katowice Ligota.



Pierwsze w historii sieci PKP zastosowanie metody regeneracji oleju transformatorowego w transformatorach zespołów prostownikowych podstacji trakcyjnych w celu ich konserwacji oraz wydłużenia ich żywotności firma NEEL przeprowadziła we współpracy ze swoim czeskim partnerem, firmą ORGREZ, na podstacji trakcyjnej Katowice Ligota. Proces regeneracji przeprowadzono bezpośrednio na stanowisku pracy każdego transformatora.

I Wstęp

Transformatory są jednym z podstawowych elementów systemu zasilania trakcji kolejowych 3kV DC. Ze względu na wymaganą niezawodność zasilania, transformatory te wymagają szczególnej opieki. W jej zakres wchodzi między innymi następujące czynności:

- regularna diagnostyka,
- konserwacja elementów mechanicznych i elektrycznych,
- uzdatnianie izolacji olejowej (wymiana lub regeneracja oleju),
- osuszanie izolacji celulozowej.

Zaniedbanie ww. zabiegów prowadzi do skrócenia żywotności transformatora, konieczności przeprowadzenia kosztownego remontu lub wymiany oraz znacznego wzrostu prawdopodobieństwa awarii. Koszty awarii transformatora mogą przekroczyć wielokrotnie jego wartość.

Czeska firma ORGREZ a.s. (istniejąca od 1957 r., od 1992 r. jest firmą prywatną) prowadzi wszechstronny serwis transformatorów dla podmiotów energetycznych (CEZ, Dalkia) i przemysłowych (huty, cementownie, kopalnie i inne) w Czechach i na Słowacji. Od 1994 r. firma realizuje usługi regeneracji olejów transformatorowych. Do końca 2013 r. zregenerowaliśmy ok. 18 000 000 kg oleju. Regeneracja oleju transformatorowego

– wykonywana w miejscu zainstalowania transformatora, bez konieczności jego wyłączenia i przywracająca parametrom oleju wartości charakterystyczne dla oleju nowego – stała się po prawie 20 latach stosowania klasyczną metodą uzdatniania izolacji płynnej. Regeneracja praktycznie wyeliminowała w Republikach Czeskiej i Słowackiej konieczność wymiany oleju w transformatorach mocy. Zalety i zasadność zastąpienia wymiany oleju jego regeneracją podczas konserwacji transformatorów olejowych omówiono w nr. 3/2014 czasopiśmie „Infrastruktura Transportu” w artykule D. Fabera i T. Webera „Nowoczesne technologie konserwacji transformatorów olejowych”.

We wrześniu br. firma NEEL podpisała z firmą ORGREZ umowę o współpracy, dającą tej pierwszej wyłączność na stosowanie opisywanej metody regeneracji oleju na rynku polskim.

II. Degradacja izolacji

Niezawodność i okres eksploatacji transformatorów zależą w dużej mierze od jakości stosowanego oleju, który spełnia funkcję środka elektroizolacyjnego oraz odprowadzającego ciepło.

W trakcie eksploatacji, na skutek oddziaływania różnych czynników – takich jak temperatura, zanieczyszczenia stałe, metale, pole elektryczne – dochodzi do pogarszania się parametrów oleju w transformatorze. Powstają kwasy organiczne, aldehydy, ketony, mydła oraz zachodzi polimeryzacja węglowodorów nienasyconych – wszystkie te procesy noszą wspólną nazwę starzenia się oleju transformatorowego. Starzenie pogarsza nie tylko własności izolacyjne oleju, ale również powoduje degradację izolacji celulozowej oraz korozję metali.

Po pewnym okresie eksploatacji transformatora, zależnym między innymi od trybu i warunków jego eksploatacji, jakości oleju oraz konserwacji, dochodzi do przekroczenia granicznych wartości parametrów oleju. Konieczna staje się wtedy wymiana oleju na nowy lub, w miarę możliwości, jego regeneracja.

III. Regeneracja oleju transformatorowego

Na proces regeneracji oleju składają się następujące etapy:

- odfiltrowanie oleju z cząstek stałych,
- odseparowanie cząstek polarnych w kolumnach zawierających glinkę fulerską,
- suszenie próżniowe wraz z odgazowaniem.

Najważniejszym etapem regeneracji jest fizykochemiczny proces oczyszczania oleju przepływającego przez kolumny sorpcyjne, zawierające glinkę fulerską z powierzchnią aktywną ponad 200 m²/g. Aby osiągnąć właściwy efekt regeneracji, olej powinien reagować z sorbentem przez ok. 40 minut. Proces ten może zostać powtórzony ok. 10 razy. Potem następuje stan nasycenia sorbentu. Następuje teraz faza oczyszczania termochemicznego kolumn z sorbentem, a po jej zakończeniu cykl się powtarza aż do uzyskania odpowiednich parametrów oleju. Regeneracja oleju daje również możliwość usuwania szlamów (ang. desludging) powodujących pogorszenie chłodzenia i przyspieszone starzenie izolacji stałej transformatora. Szlamy w większości składają się z cząstek

stałych, mydeł oraz polimerów, które powstają w silnym polu elektrycznym z tlenu produktów procesu starzenia się oleju. Szlamy osadzają się nie tylko na uzwojeniu, ale również na rdzeniu oraz elementach izolacji stałej transformatora. Szlamy są stosunkowo dobrze rozpuszczalne w nowym lub świeżo zregenerowanym oleju już od temperatury 40°C. Własność ta powoduje nieefektywność wymiany oleju jako metody usunięcia skutków starzenia w transformatorach, w których doszło do nadmiernego procesu starzenia z wydzieleniem szlamów. W trakcie wymiany ok. 10% oleju zostaje w uzwojeniach, ponadto szlamy osadzają się w znacznym procencie na różnych elementach transformatora. Nowy olej wlewany do kadzi transformatora absorbuje te zanieczyszczenia powodując pogorszenie swoich parametrów. Często spotyka się potrzebę przeprowadzenia regeneracji oleju w transformatorach, w których użytkownik niedawno sam wymienił olej. Regenerację oleju przeprowadza się przy pomocy przewoźnej stacji serwisowej znajdującej się na naczepie typu TIR, zawierającej wszystkie elementy technologii monitorowane komputerowo oraz podręczne stanowisko badawcze oleju. Stacja zostaje umiejscowiona możliwie blisko w pobliżu transformatora lub zbiornika z olejem. Następnie zostaje włączona w obieg olejowy transformatora. Oczywiście w momencie włączenia i późniejszego odłączenia stacji z obiegu olejowego transformator musi być chwilowo wyłączony z ruchu, a po przełączeniu obiegu ponownie włączony.

Proces regeneracji oleju wraz z reaktywacją materiału sorpcyjnego jest sterowany i nadzorowany komputerowo. Dobór parametrów procesu następuje na podstawie charakterystyki oleju w transformatorze (ostatnich protokołów pomiaru oleju) oraz wiedzy i umiejętności obsługi technicznej. W trakcie regeneracji pozostaje bardzo mała ilość odpadowego oleju, który już nie nadaje się do dalszego użytku – maksymalnie do 2% z całkowitej masy regenerowanego oleju. Odpady te naturalnie zabieramy ze sobą do dalszej utylizacji. Stacja jest odpowiednio zabezpieczona od strony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska. Proces regeneracji kończy

dozowanie do oleju inhibitora opóźniającego procesy utleniania, co jest konieczne również ze względu na usunięcie wraz z innymi substancjami oleju także jego naturalnych inhibitorów. Jako inhibitor dodajemy 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methylphenol do poziomu około 0,35% masy oleju.

Na parametry oleju po regeneracji, zgodnie z normami określonymi w „Ramowej Instrukcji Eksploatacji Transformatorów”, Energopomiar-Elektryka Gliwice 2012, udzielana jest 60-miesięczna gwarancja, pod warunkiem prawidłowej eksploatacji transformatora oraz wykonywania corocznych pomiarów parametrów oleju. W Sekcji Elektrotrakcyjnej Podstacji Katowice Ligota przeprowadzono regenerację w trzech transformatorach zespołów prostownikowych typu TZE 3 o mocy 4400 kVA, zawierających po ok. 4000 kg oleju każdy. W tych 40-letnich transformatorach, pomimo długiej eksploatacji i wieloletniego braku wymiany oleju, wartość napięcia przebicia oleju (zapisana w ostatnim sprawozdaniu z badań) była jeszcze powyżej normy. Ponieważ przed rozpoczęciem regeneracji przeprowadzane są dokładne badania jakości oleju, możliwa jest weryfikacja dotychczas stosowanej metody badania napięcia przebicia. Dzięki regeneracji parametry oleju stają się porównywalne do parametrów oleju nowego, co znacznie wydłuża żywotność transformatorów oraz zasadniczo zmniejsza prawdopodobieństwo awarii.

Do podstawowych zalet związanych z regeneracją oleju transformatorowego można zaliczyć:

- wydłużenie żywotności izolacji celulozowej transformatora,
- ograniczenie problemów związanych z likwidacją odpadów niebezpiecznych i ich transportu,
- zminimalizowanie liczby operacji związanych z olejem, obniżenie ryzyka ekologicznego,
- usługa jest kompleksowa i przeprowadzana bezpośrednio na stanowisku transformatora,

- znaczącą poprawę jakościowych parametrów oleju i warunków pracy transformatora, a tym samym podwyższenie jego niezawodności i trwałości, minimalizację kosztów związanych z koniecznością wyłączenia



Transformator ZP-2 na podstacji Katowice Ligota

transformatora, dzięki możliwości regeneracji oleju w trakcie normalnej pracy urządzenia, - korzystne ekonomicznie rozwiązanie problemu pogorszenia izolacji płynnej w transformatorze, - uzyskanie przez olej po regeneracji parametrów i stabilności starzeniowej oleju nowego.

Z przedstawionych wyników i doświadczeń firmy ORGREZ a.s. wynika, że metoda regeneracji oleju transformatorowego jest pełnowartościową alternatywą dla konieczności wymiany oleju i daje większe korzyści dla poprawienia stanu systemu izolacji w transformatorach olejowych. Ponadto regeneracja oleju to dużo korzystniejszy ekonomicznie oraz eksploatacyjnie sposób uzyskania właściwych parametrów oleju niż jego całkowita wymiana. Przeprowadzona na podstacji trakcyjnej Katowice Ligota próba regeneracji oleju transformatorowego udowodniła skuteczność oraz efektywność zastosowanej metody, pozwalając jednocześnie na przedłużenie czasu eksploatacji bardzo już wysłużonych transformatorów, odsuwając w czasie konieczność ich wymiany aż do momentu wykonania kompleksowej modernizacji całej podstacji.

stacja regeneracyjna



Marek Stolarski

Absolwent Wydziału Maszyn Roboczych i Pojazdów Politechniki Warszawskiej ze specjalnością sterowanie ruchem kolejowym. Pracował m.in. w służbie automatyki PKP oraz w Centralnym Ośrodku Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa (obecnym Instytucie Kolejnictwa). Wieloletni koordynator międzynarodowych tematów badawczych RWPG. Od 1993 r. Prezes Zarządu Przedsiębiorstwa Wdrożeniowo-Produkcyjnego „NEEL” Sp. z o.o. w Warszawie.

dr Tomasz Weber

Absolwent Uniwersytetu Wrocławskiego. Wieloletni działacz gospodarczy i wykładowca akademicki. Dyrektor d/s Handlowych na Polskę ORGREZ o.s. (www.orgrez.pl).