

Spis treści

| | |
|---|----|
| Wprowadzenie | 11 |
| WYKAZ SKRÓTÓW stosowanych w Ramowej Instrukcji Eksploatacji Transformatorów | 12 |
| 1. INFORMACJE OGÓLNE | 15 |
| 1.1. Przedmiot i zawartość instrukcji | 15 |
| 1.2. Transformatory nieobjęte instrukcją | 15 |
| 1.3. Charakter instrukcji | 15 |
| 1.4. Określenia | 15 |
| 1.4.1. Podział transformatorów | 15 |
| 1.4.2. Transformatory nieczynne | 16 |
| 1.4.2.1. Rezerwa ruchowa | 16 |
| 1.4.2.2. Rezerwa magazynowa | 16 |
| 1.4.2.3. Transformatory przewoźne | 16 |
| 2. TRANSPORT I MONTAŻ TRANSFORMATORÓW | 17 |
| 2.1. Organizacja transportu | 17 |
| 2.2. Przygotowanie transformatora do transportu | 17 |
| 2.3. Transport kolejowy transformatora | 19 |
| 2.4. Transport drogowy transformatora | 19 |
| 2.5. Kontrola transformatora po transporcie i jego rozładunek | 20 |
| 2.6. Montaż transformatora | 20 |
| 3. EKSPLOATACJA TRANSFORMATORÓW | 22 |
| 3.1. Włączanie i wyłączanie transformatora | 22 |
| 3.1.1. Pierwsze włączenie transformatora – nowego, po remoncie lub z rezerwy magazynowej | 22 |
| 3.1.1.1. Transformatory grupy I | 22 |
| 3.1.1.1.1. Czynności przed pierwszym włączeniem transformatora | 22 |
| 3.1.1.1.2. Uruchomienie i sprawdzenie pracy urządzeń chłodzących | 23 |
| 3.1.1.1.3. Włączenie pod napięcie i ruch próbny | 25 |
| 3.1.1.2. Transformatory grupy II | 26 |
| 3.1.1.2.1. Czynności przed pierwszym włączeniem transformatora | 26 |
| 3.1.1.2.2. Włączenie pod napięcie i ruch próbny | 27 |
| 3.1.1.3 Transformatory grupy III i IV | 28 |
| 3.1.2. Włączanie i wyłączanie transformatora w eksploatacji | 28 |
| 3.2. Obsługa transformatorów w eksploatacji | 29 |

| | |
|---|----|
| 3.2.1. Częstość wykonywania obsługi | 29 |
| 3.2.2. Zakres oględzin transformatorów | 30 |
| 3.2.3. Obsługa i prace konserwacyjno-remontowe transformatorów | 31 |
| 3.2.3.1. Warunki wykonywania prac | 31 |
| 3.2.3.2. Prace bez wyłączenia transformatora z ruchu | 31 |
| 3.2.3.3. Prace z wyłączeniem transformatora z ruchu | 32 |
| 3.2.3.3.1. Przegląd podobciążeniowego przełącznika zaczepów | 32 |
| 3.2.3.3.2. Przegląd odwilżaczy | 32 |
| 3.2.3.3.3. Czyszczenie oraz kontrola izolatorów przepustowych | 33 |
| 3.2.3.3.4. Przegląd pomp olejowych | 33 |
| 3.2.3.3.5. Kontrola i konserwacja silników wentylatorów | 33 |
| 3.2.3.3.6. Konserwacja i sprawdzenie urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych | 33 |
| 3.2.3.3.7. Uzupełnianie poziomu oleju | 33 |
| 3.2.3.3.8. Konserwacja styków, połączeń śrubowych i uzupełnianie pokrycia antykorozyjnego | 34 |
| 3.2.3.3.9. Kontrola uszczelnień olejowych | 34 |
| 3.2.3.3.10. Czyszczenie transformatora grupy IV | 34 |
| 3.2.3.3.11. Mycie transformatora | 34 |
| 3.2.4. Eksploatacja podobciążeniowego przełącznika zaczepów | 35 |
| 3.2.4.1. Dopuszczalny wzrost napięcia zasilania | 35 |
| 3.2.4.2. Przełączanie podobciążeniowym przełącznikiem zaczepów | 35 |
| 3.2.4.3. Wadliwe działanie podobciążeniowego przełącznika zaczepów | 36 |
| 3.2.4.4. Sprawdzenie poprawności działania podobciążeniowego przełącznika zaczepów | 36 |
| 3.2.4.4.1. Po przeglądzie wewnętrznym i po montażu transformatora na stanowisku pracy | 36 |
| 3.2.4.4.2. Po awarii transformatora lub badanie przełącznika wadliwie działającego | 38 |
| 3.2.4.4.3. Po wykonanym remoncie, przed montażem | 38 |
| 4. OBCIĄŻANIE TRANSFORMATORÓW | 39 |
| 4.1. Wprowadzenie | 39 |
| 4.2. Zasady ogólne | 39 |
| 4.3. Instrukcje obciążalności opracowane przez producenta | 43 |

| | |
|--|----|
| 4.4. Korzystanie z norm | 44 |
| 4.5. Wykorzystanie systemów monitoringu | 48 |
| 4.6. Wytyczne dla prób nagrzewania w warunkach przeciążeń | 49 |
| 4.6.1. Przebieg próby | 49 |
| 4.6.2. Ocena wyników próby | 50 |
| 5. GOSPODARKA I EKSPLOATACJA OLEJU TRANSFORMATOROWEGO | 51 |
| 5.1. Podstawowe informacje dotyczące oleju elektroizolacyjnego | 51 |
| 5.2. Magazynowanie oleju transformatorowego | 53 |
| 5.3. Pobieranie próbek oleju | 53 |
| 5.4. Uzdatnianie oleju nowego i eksploatowanego przeznaczonego do napełnienia, wymiany oraz uzupełnienia poziomu w transformatorze | 54 |
| 5.5. Postępowanie z olejami korozyjnymi | 56 |
| 5.6. Badania oleju w transformatorze nowym oddawanym do eksploatacji (po montażu) oraz w transformatorze eksploatowanym | 57 |
| 5.7. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa ekologicznego | 58 |
| 5.8. Alternatywne ciecze dielektryczne do napełniania transformatorów | 59 |
| 6. BADANIA TECHNICZNE TRANSFORMATORÓW | 67 |
| 6.1. Rodzaje badań technicznych | 67 |
| 6.1.1. Badania odbiorcze nowych transformatorów w zakładach wytwórczych | 67 |
| 6.1.2. Badania pomontażowe transformatorów | 68 |
| 6.1.3. Badania techniczne transformatorów w eksploatacji | 70 |
| 6.1.4. Badania poawaryjne transformatorów | 82 |
| 6.1.5. Badania odbiorcze transformatorów po remoncie lub naprawie | 83 |
| 6.2. Metody badań technicznych transformatorów i kryteria oceny | 84 |
| 6.2.1. Oględziny zewnętrzne | 84 |
| 6.2.2. Sprawdzenie zabezpieczeń Buchholza gazowo-przepływowych i przepływowych | 84 |
| 6.2.3. Sprawdzenie braku przerw między uzwojeniami | 84 |
| 6.2.4. Sprawdzenie przekładni i grupy połączeń | 84 |
| 6.2.5. Pomiar rezystancji uzwojeń | 85 |
| 6.2.6. Badanie wskaźników izolacji (rezystancji i współczynnika strat dielektrycznych $tg\delta$) | 85 |
| 6.2.6.1. Informacje ogólne | 85 |
| 6.2.6.2. Pomiar rezystancji izolacji | 87 |

| | |
|--|----|
| 6.2.6.3. Pomiar współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ i pojemności C uzwojeń | 87 |
| 6.2.6.4. Dopuszczalne wartości rezystancji i współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ uzwojeń transformatorów w eksploatacji oraz ocena wyników badań | 87 |
| 6.2.7. Metody polaryzacyjne badania wskaźników izolacji | 88 |
| 6.2.7.1. Badanie stanu izolacji metodą spektroskopii dielektrycznej (FDS) | 88 |
| 6.2.7.2. Badanie prądów polaryzacji i depolaryzacji (PDC) | 89 |
| 6.2.7.3. Pomiar napięcia powrotnego (RVM) | 89 |
| 6.2.7.4. Kryteria oceny zawilgocenia izolacji papierowej | 89 |
| 6.2.8. Pomiar prądów magnesujących | 90 |
| 6.2.9. Badanie rdzenia | 90 |
| 6.2.10. Badanie stanu mechanicznych uzwojeń metodą SFRA | 91 |
| 6.2.11. Pomiar wyładowań niezupełnych (wnz) | 92 |
| 6.2.12. Analiza wibroakustyczna drgań kadzi | 93 |
| 6.2.13. Sprawdzenie działania oraz stanu podobciążeniowego przełącznika zaczepek | 93 |
| 6.2.14. Badania izolatorów przepustowych | 94 |
| 6.2.15. Badania właściwości oleju | 94 |
| 6.2.16. Analiza chromatograficzna gazów rozpuszczonych w oleju (DGA) | 94 |
| 7. POSTĘPOWANIE W CZASIE ZAKŁÓCEŃ W PRACY, USZKODZEŃ I POŻARU | 95 |
| 7.1. Postępowanie w przypadkach zakłóceń niepowodujących samoczynnego wyłączenia transformatora | 95 |
| 7.1.1. Sygnalizacja działania I stopnia przełącznika Buchholza gazowo-przepływowego | 95 |
| 7.1.2. Sygnalizacja wzrostu prądu transformatora po stronie GN | 96 |
| 7.1.3. Sygnalizacja wzrostu temperatury oleju | 96 |
| 7.1.4. Sygnalizacja niskiego poziomu oleju w konserwatorze transformatora | 96 |
| 7.1.5. Sygnalizacja zadziałania zaworu odcinającego (SERGI) | 97 |
| 7.1.6. Sygnalizacja braku przepływu oleju lub pracy wentylatorów | 97 |
| 7.1.7. Sygnalizacja zaniku napięcia w układzie napędu przełącznika zaczepek | 98 |
| 7.2. Postępowanie w przypadkach samoczynnego wyłączenia transformatora | 98 |
| 7.2.1. Działanie II stopnia przełącznika gazowo-przepływowego Buchholza transformatora | 99 |

| | |
|---|-----|
| 7.2.2. Działanie przełącznika przepływowego Buchholza podobciążeniowego przełącznika zaczeów | 100 |
| 7.2.3. Działanie zabezpieczenia różnicowego | 101 |
| 7.2.4. Działanie zabezpieczenia od nadmiernego wzrostu temperatury oleju | 101 |
| 7.3. Postępowanie w przypadku pożaru | 102 |
| 7.4. Postępowanie w przypadku wyłączenia transformatorów grupy III i IV zabezpieczonych bezpiecznikami | 102 |
| 7.5. Postępowanie w przypadku zadziałania zabezpieczenia zintegrowanego | 103 |
| 8. KIEROWANIE TRANSFORMATORÓW DO REWIZJI, REMONTU I MODERNIZACJI ORAZ WYMIANY NA NOWĄ JEDNOSTKĘ | 104 |
| 8.1. Kwalifikowanie transformatorów do rewizji, remontu, modernizacji lub złomowania | 104 |
| 8.1.1. Likwidacja transformatorów | 105 |
| 8.1.2. Remont transformatorów | 105 |
| 8.1.3. Modernizacja transformatorów | 106 |
| 8.2. Wydłużanie czasu życia transformatorów | 107 |
| Załącznik nr 1 | 108 |
| BADANIA I POMIARY TRANSFORMATOROWYCH IZOLATORÓW PRZEPUSTOWYCH | 108 |
| Załącznik nr 2 | 116 |
| EKSPLOATACJA MIS OLEJOWYCH POD TRANSFORMATORAMI | 116 |
| Załącznik nr 3 | 119 |
| PRACA RÓWNOLEGLA TRANSFORMATORÓW | 119 |
| Załącznik nr 4 | 122 |
| DOBÓR BEZPIECZNIKÓW ZABEZPIECZAJĄCYCH TRANSFORMATORY GRUPY III ZAINSTALOWANE W STACJACH SŁUPOWYCH I WNĘTRZOWYCH | 122 |
| Załącznik nr 5 | 126 |
| DOBÓR I EKSPLOATACJA OGRANICZNIKÓW PRZEPIĘĆ | 126 |
| Załącznik nr 6 | 133 |
| POMIARY I PRZEGLĄDY PODOBCIĄŻENIOWYCH PRZEŁĄCZNIKÓW ZACZEPÓW | 133 |
| Załącznik nr 7 | 148 |
| BADANIA SPECJALNE OLEJU ORAZ IZOLACJI PAPIEROWEJ | 148 |

| | |
|--|-----|
| Załącznik nr 8 | 152 |
| WYBRANE UKŁADY POMIAROWE TRANSFORMATORÓW | 152 |
| Załącznik 9 | 166 |
| SYSTEMY MONITORINGU STANU TECHNICZNEGO TRANSFORMATORA PRACUJĄCE W CZASIE RZECZYWISTYM (<i>ON-LINE</i>) | 166 |
| Załącznik nr 10 | 176 |
| OCENA STANU TECHNICZNEGO TRANSFORMATORÓW METODĄ ANALIZY GAZÓW ROZPUSZCZONYCH W OLEJU | 176 |
| Załącznik nr 11 | 181 |
| POSTĘPOWANIE Z TRANSFORMATORAMI NIECZYNNYMI | 181 |
| Załącznik nr 12 | 185 |
| UZDATNIANIE IZOLACJI TRANSFORMATORÓW I REWIZJE WEWNĘTRZNE W MIEJSCU ZAINSTALOWANIA | 185 |
| Załącznik nr 13 | 193 |
| EKSPLOATACJA URZĄDZEŃ KOMPENSACJI ZIEMNOZWARCIOWEJ | 193 |
| Załącznik nr 14 | 197 |
| WYMAGANIA EKSPLOATACYJNE DOTYCZĄCE PRZEKAŹNIKÓW BUCHHOLZA GAZOWO-PRZEPLYWOWYCH I PRZEPLYWOWYCH | 197 |
| Załącznik nr 15 | 200 |
| POBIERANIE GAZÓW Z PRZEKAŹNIKA BUCHHOLZA GAZOWO-PRZEPLYWOWEGO | 200 |
| Załącznik nr 16 | 204 |
| OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA TRANSFORMATORÓW | 204 |
| Załącznik nr 17 | 211 |
| TRANSFORMATORY SUCHE | 211 |
| Załącznik 18 | 217 |
| WYTYCZNE ZAMAWIANIA TRANSFORMATORÓW | 217 |
| Załącznik nr 19 | 232 |
| TRANSFORMATORY PRZEKSZTAŁTNIKOWE | 232 |
| Załącznik nr 20 | 237 |
| DOKUMENTY I NORMY ZWIĄZANE Z INSTRUKCJĄ | 237 |