

Departament Eksploatacji

SPECYFIKACJE TECHNICZNE	Numer kodowy
	PSE-ST.PF.KEP_2015
TYTUŁ:	STANDARDOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA PRZESUWNIK FAZOWY 400 kV WYMAGANIA KONSTRUKCYJNE, EKSPLOATACYJNE I PRÓBY
<p style="text-align: right;">ZATWIERDZAM DO STOSOWANIA Z UPOWAŻNIENIA ZARZĄDZI PSE S.A. DYREKTOR</p> <p style="text-align: right;">Departamentu Eksploatacji Grzegorz Tomasiak 20.07.2015r.</p>	
Konstancin-Jeziorna, lipiec 2015	

to

PC

Spis treści

1. ZAKRES DOKUMENTU	4
2. PARAMETRY KONSTRUKCYJNE I EKSPLOARACYJNE.....	4
2.1. Rdzeń	4
2.2. Uzwojenia	5
2.2.1. Budowa uzwojeń	5
2.2.2. Wytrzymałość zwarciova uzwojeń.....	5
2.2.3. Wytrzymałość dielektryczna uzwojeń.....	5
2.2.4. Suszenie i impregnacja uzwojeń	5
2.2.5. Strumień rozproszenia uzwojeń	6
2.3. Olej transformatorowy	6
2.4. Układ chłodzenia	7
2.4.1. Zdolność do obciążania	7
2.4.2. Charakterystyka układu chłodzenia.....	7
2.4.3. Budowa układu chłodzenia	8
2.4.4. Sterowanie układem chłodzenia. Pomiary temperatury	8
2.4.5. Cyfrowy sterownik układu chłodzenia.....	10
2.5. Izolatory przepustowe, połączenie 400 kV	12
2.6. Podobciążeniowe przełączniki zaczepów	13
2.6.1. Budowa przełącznika zaczepów.....	13
2.6.2. Szafa sterownicza przełącznika zaczepów	14
2.7. Przekładniki prądowe.....	16
2.8. Szafa sterownicza PF	17
2.9. System tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej PF, STiPC.....	19
2.10. Pozostałe urządzenia do kontroli stanu PF w eksploatacji.....	21
2.10.1. Czujniki do pomiaru temperatury.....	21
2.10.2. Przekąźnik gazowo – przepływowy	21
2.10.3. Wskaźniki poziomu oleju	22
2.10.4. Monitorowanie on-line zawartości gazów palnych oraz wody w oleju	22
2.10.5. Monitorowanie stanu izolatorów przepustowych.....	22
2.10.6. Monitorowanie <i>on-line</i> wyładowań niezupełnych za pomocą sond UHV	23
2.11. Kable i przewody	23
2.12. Układ PF i wybranych elementów kadzi	25
3. KADŹ ORAZ ELEMENTY MECHANICZNE	25
3.1. Kadź i pokrywa	25
3.2. Uziemienia kadzi	27
3.3. Zawory i armatura.....	27
3.4. Włazy	29
3.5. Zawory przeciwybuchowe	30
3.6. Konserwatory	30
3.6.1. Budowa konserwatorów	30
3.6.2. Wyposażenie konserwatorów	31
3.7. Drabiny i pomosty.....	31
3.8. Wykończenie oraz ochrona przed korozją.....	32

4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU	34
5. OSPRZET	35
6. PRÓBY	37
6.1. Informacje i wymagania ogólne.....	37
6.2. Próby typu.....	37
6.2.1. Próba nagrzewania	38
6.2.2. Wyznaczanie poziomu dźwięku.....	39
6.2.3. Wytrzymałość kadzi na próżnię	40
6.2.4. Pomiar impedancji dla składowej zerowej	40
6.2.5. Pomiar mocy pobieranej przez silniki wentylatorów i pomp olejowych	40
6.2.6. Pomiary napięć piorunowych przenoszonych	40
6.3. Próby wyrobu.....	40
6.3.2. Pomiar rezystancji uzwojeń.....	40
6.3.3. Pomiar bezobciążeniowego kąta regulacji i grupy połączeń.....	40
6.3.4. Sprawdzenie przekładni, biegunowości oraz charakterystyk magnesowania przekładników ..	40
6.3.5. Sprawdzenie przełącznika zaczepów oraz przełącznika ARS.....	41
6.3.6. Pomiar strat i prądu stanu jałowego	41
6.3.7. Pomiar strat i impedancji zwarcia	41
6.3.8. Próba napięciem piorunowym.....	42
6.3.9. Próba napięciem łączeniowym.....	42
6.3.10. Próba napięciem przemiennym z obcego źródła	42
6.3.11. Długotrwała próba napięciem indukowanym (IVPD) z pomiarem wyładowań niepełnych	43
6.3.12. Próba długotrwałego stanu jałowego.....	44
6.3.13. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń, pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności uzwojeń	44
6.3.14. Pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności izolatorów przepustowych.....	44
6.3.15. Pomiar rezystancji izolacji rdzenia oraz jego elementów konstrukcyjnych.....	45
6.3.16. Próba szczelności	45
6.3.17. Pomiar funkcji przenoszenia FRA (Frequency Response Analysis).....	45
6.3.18. Badanie próbek oleju.....	46
6.4. Dopuszczalny poziom zawartości gazów w oleju.....	46
6.5. Próby pomontażowe na stanowisku pracy	47

1. ZAKRES DOKUMENTU

W niniejszym dokumencie podano wymagania konstrukcyjne, eksploatacyjne oraz dotyczące prób, mające zastosowanie w odniesieniu do trójfazowego, olejowego przesuwника fazowego (PF) 400 kV przeznaczonego do pracy w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym.

Dokument ten jest ściśle związany z dokumentem określającym wymagania podstawowe dotyczące konkretnego typu PF, wraz z nim stanowi specyfikację techniczną tego typu PF.

Wykaz norm i dokumentów przywoływanych w niniejszym dokumencie podaje p. 3. Podstawowych Wymagań Technicznych PF, Numer kodowy: PSE-ST.PF.400.1200.PWT_2014v1

2. PARAMETRY KONSTRUKCYJNE I EKSPLOATACYJNE

2.1. Rdzeń

Rdzenie PF mają być wykonane z blachy anizotropowej ulepszonej laserowo (tzw. blacha laserowana) z zaplataniem blach typu *step-lap*. Rozwiązanie konstrukcyjne rdzeni oraz jakość ich wykonania mają zapewniać:

- 1) Akceptowalny poziom prądu i strat stanu jałowego oraz niski poziom hałasu.
- 2) Wytrzymywanie naprężeń statycznych i dynamicznych, które mogą wystąpić w czasie transportu i eksploatacji w stanach normalnej pracy autotransformatora, w stanach przejściowych spowodowanych zakłóceniami w sieci oraz przepięciami.
- 3) Akceptowalny poziom maksymalnej temperatury, która może wystąpić w rdzeniu podczas pracy. W razie zaistnienia takiej potrzeby, w rdzeniu i jego elementach konstrukcyjnych należy zastosować rozwiązania prowadzące do ograniczenia wydzielających się w nich strat od strumienia rozproszenia.

Izolacja doziemna rdzeni i ich elementów konstrukcyjnych ma wytrzymywać napięcie probiercze 1000 V prądu zmiennego i maksymalną temperaturę, która może wystąpić w rdzeniach podczas eksploatacji. Jako izolację doziemną należy stosować izolację niehigroskopijną. Dotyczy to również izolacji (np. barier, osłon przegród) w dolnej części rdzeni, nawet jeśli nie styka się ona bezpośrednio z rdzeniem i uziemionymi elementami konstrukcji (np. dnem kadzi). Galwanicznie przyłączenie uziemienia rdzeni i ich elementów konstrukcyjnych musi być wykonane na zewnątrz kadzi.

W każdym rdzeniu należy zainstalować co najmniej dwa, podwójne trójprzewodowe oporowe czujniki temperatury z wyjściami wyprowadzonymi na listwy zaciskowe w szafie sterowania. Czujniki mają być umiejscowione w górnym jarzmie w obszarze o przewidywanej najwyższej temperaturze. Dokładność pomiaru temperatury ma być nie mniejsza niż $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$. Zakres pomiaru co najmniej od 30°C do 150°C .

Wyniki obliczeń rdzenia oraz zastosowane rozwiązanie konstrukcyjne podlegają ocenie i przyjęciu przez Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

2.2. Uzwojenia

2.2.1. Budowa uzwojeń

Uzwojenia mają być wykonane z miedzi. Rozwiązanie konstrukcyjne uzwojeń oraz ich układu izolacyjnego musi zapewniać:

- 1) Odpowiednią wytrzymałość dielektryczną, w tym na przepięcia piorunowe i łączeniowe. Nie dopuszcza się instalowania wewnątrz kadzi tak zwanych wewnętrznych ograniczników przepięć do obniżania tych przepięć.
- 2) Możliwie niskie straty dodatkowe.
- 3) Wytrzymywanie bez uszkodzeń lub odkształceń temperaturowych i dynamicznych efektów zwarć zewnętrznych w warunkach określonych w PN-EN 60076-5 jak również w tab. 3, lp. 20, 21 i 22 Podstawowych Wymagań Technicznych.

2.2.2. Wytrzymałość zwarciova uzwojeń

Wytrzymałość zwarciova uzwojeń zgodnie z normą PN-EN 60076-5 w warunkach podanych w tab. 3, lp. 20, 21 i 22 Podstawowych Wymagań Technicznych.

Metodologia obliczeń sił dynamicznych, dopuszczalne wartości naprężeń/sił jak również wyniki obliczeń i prób przeprowadzonych na porównywalnych PF (jeśli były wykonane) mają być załączone do oferty. Zamawiający może zażądać od Wykonawców wyjaśnień dotyczących dostarczonych informacji. Jeżeli metodologia obliczeń i przyjęte wartości dopuszczalne naprężeń według doświadczeń Zamawiającego nie zapewniają właściwej wytrzymałości zwarciovej, to oferta zostanie odrzucona.

Metodyka przeprowadzania obliczeń oraz ich wyniki dla zamawianego PF mają być przedstawione do oceny w ramach przeglądu projektu.

2.2.3. Wytrzymałość dielektryczna uzwojeń

Wytrzymałość dielektryczna zgodnie z normą PN-EN 60076-3, oraz wymaganiami podanymi w tab. nr 3 Podstawowych Wymagań Technicznych.

Metody obliczeń wytrzymałości dielektrycznej, , jak również wyniki obliczeń podlegają ocenie i przyjęciu przez Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

2.2.4. Suszenie i impregnacja uzwojeń

Wysoka wytrzymałość na zwarcia przez cały oczekiwany czas życia PF jest związana z zastosowaną technologią stabilizacji wymiarowej uzwojeń oraz ich suszenia.

Należy stosować technologię próżniowego suszenia i stabilizacji wymiarowej uzwojeń oraz zestawów uzwojeń pod stałym lub okresowym naciskiem (prasowaniem) w suszarni przed ich założeniem na kolumny rdzenia. Dopuszcza się ich suszenie i stabilizację bez próżni, albo w próżni, ale bez stałego (okresowego) nacisku w suszarni podczas suszenia. Wymaga się wtedy, aby suszenie poszczególnych uzwojeń, a następnie ich zestawów obejmowało, co najmniej dwa cykle, zaś prasowanie odbywało się przed i po suszeniu oraz między cyklami.

Ten pierwszy rodzaj suszenia i stabilizacji oznacza się skrótowo „STA-PR”, zaś ten drugi jako „STA-AT”. Wykonawca w p. 6.3 Wymagań podstawowych (tab. nr 10, lp. 4 danych gwarantowanych) deklaruje, która z metod (lub opisz równoważną) zostanie zastosowana w trakcie produkcji PF (lub opisz równoważną).

Zawartość wilgoci w uzwojeniach i całej części aktywnej należy sprawdzić podczas prób fabrycznych metodą FDS (metoda spektroskopii dielektrycznej) oraz metodą Karla Fischer’a na podstawie badania próbki preszpanu suszonej razem z częścią aktywną. W przypadku różnic miarodajny jest wynik z badania próbki. metodą Karla Fischer’a na podstawie badania próbki preszpanu suszonej razem z częścią aktywną. Zawartość wilgoci nie może być wyższa niż 0,5%. Wynik FDS należy traktować jako „finger print” do badań eksploatacyjnych.

Protokół z suszenia i stabilizacji uzwojeń ma być przedstawiony Zamawiającemu w trakcie prób fabrycznych (odbioru fabrycznego). Podlega on jego ocenie. Protokół z suszenia i impregnacji PF (tj. jego części aktywnej) oraz wyniki sprawdzenia zawartości wilgoci również mają być przedstawione Zamawiającemu w trakcie prób fabrycznych (odbioru fabrycznego). Również i one podlegają ocenie Zamawiającego.

2.2.5. Strumień rozproszenia uzwojeń

Jeżeli zaistnieje taka potrzeba, w celu ograniczenia strat dodatkowych w elementach konstrukcyjnych jednostki można zastosować ekranowanie ścian kadzi, pokrywy oraz/lub belek jarzmowych. W przypadku stosowania ekranów muszą to być ekrany magnetyczne. Temperatura elementów konstrukcyjnych w eksploatacji nie może przekroczyć wartości dopuszczalnych podanych w tab. nr 4 Wymagań Podstawowych.

Metody obliczeń rozkładów pola magnetycznego rozproszenia, jak również wyniki obliczeń podlegają ocenie i przyjęciu przez Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

2.3. Olej transformatorowy

Olej transformatorowy, musi spełniać wymagania normy PN-EN 60296 w zakresie przewidzianym w odniesieniu do olejów nieinhibitowanych lub inhibitowanych oraz nie wykazywać korozyjności

podczas próby zgodnej z normą IEC 62535. Olej nie może zawierać PCB i ma spełniać co najmniej następujące podstawowe parametry:

- 1) Zawartość wody [ppm] ≤ 30
- 2) Napięcie przebicia [kV] ≥ 30
- 3) Liczba kwasowa [mg KOH /g] $< 0,01$
- 4) Współczynnik strat dielektrycznych w temp. 90 °C. $\leq 0,005$

Dla olejów inhibitowanych dodatkowo musi być spełniony warunek:

- 5) Zawartość inhibitora [%] $< 0,4$

Wykonawca musi zapewnić dostawę oleju do pierwszego napełnienia autotransformatora na miejscu zainstalowania. Wykonawca ma dostarczyć certyfikat zastosowanego oleju.

Ponadto w jednostkach transformatorowych o górnym napięciu ≥ 400 kV stabilność gazowa w polu elektrycznym nie może przekraczać $+ 5$ mm³/min.

Wykonawca musi przedstawić szczegółowe informacje i wytyczne odnośnie badań oleju oraz wskazówki do postępowania w eksploatacji, jeśli takie są wymagane. Szczegóły podlegają ocenie i przyjęciu przez Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

2.4. Układ chłodzenia

2.4.1. Zdolność do obciążania

PF musi przenosić obciążenie (normalne długotrwałe, awaryjne długotrwałe oraz awaryjne krótkotrwałe) określone w tab. nr 3 Lp. 29, Podstawowych Wymagań Technicznych bez przekroczenia dopuszczalnych wartości temperatur podanych tamże w tab. nr 4. Izolatory przepustowe, przełącznik zaczełów, odpływy mają być tak dobrane, aby w żadnym stopniu nie ograniczały założonej możliwości obciążania PF.

Wyniki obliczeń cieplnych oraz przyjęte rozwiązanie konstrukcyjne układu chłodzenia, jak również sposób jego sterowania (patrz pkt 2.4.2 i 2.4.3 poniżej) podlegają ocenie i przyjęciu przez Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

2.4.2. Charakterystyka układu chłodzenia

Radiatory muszą być podzielone na dwie wydzielone grupy pracujące przy chłodzeniu ONAN z możliwością uruchomienia ODAF – z zastosowaniem dwóch pomp olejowych i dwóch grup wentylatorów dla każdej kadzi PF.

- 1) Przy chłodzeniu ONAN i temperaturze otoczenia $+30$ °C PF ma pracować w sposób ciągły przy obciążeniu równym co najmniej 40 % znamionowej mocy przechodniej, (tab. nr 3, lp 4)

- 2) Przy większych obciążeniach należy uruchomić kolejne stopnie intensyfikacji chłodzenia:
- a) ONAF1, ONAF2 - gdzie indeksy 1, 2 oznaczają liczbę czynnych baterii.
 - b) OD1AF1, OD2AF2 - gdzie indeksy 1, 2 oznaczają liczbę czynnych baterii

Producent musi określić dopuszczalne obciążenia/przeciążenia PF przy różnych stopniach chłodzenia.

2.4.3. Budowa układu chłodzenia

Radiatory pogrupowane w dwie baterie dla każdej kadzi PF, każda z własną pompą olejową. Pompy te w stanie wyłączenia nie mogą blokować przepływu oleju, aby możliwe było chłodzenie ONAN. Wentylatory mają być tak zainstalowane, aby ich oś była usytuowana poziomo.

W układzie chłodzenia na rurociągach obok pomp oleju muszą być zainstalowane mechaniczne wskaźniki kierunku przepływu oleju dla każdego obiegu oleju oddzielnie.

Układ chłodzenia oraz jego połączenia rurowe nie mogą utrudniać dostępu do konserwatora, przełącznika zaczepek, odpływów i innych elementów wymagających przeglądu i obsługi podczas eksploatacji.

Radiatory mają posiadać:

- 1) Ucha do podnoszenia
- 2) Korki do spuszczenia oleju usytuowane w najniższej części radiatora
- 3) Korki do odpowietrzania usytuowane w najwyższej części radiatora
- 4) Odcinające zastawki motylkowe przykręcane śrubami do obu kryz radiatorów i kolektorów zbiorczych.

2.4.4. Sterowanie układem chłodzenia. Pomiary temperatury

Układ chłodzenia musi być przystosowany do pracy w trybie sterowania automatycznego i ręcznego.

- a) Tryb RĘCZNY z szafy sterowniczej PF oraz ewentualnie z nastawni stacji,
- b) Tryb AUTOMATYCZNY przez sterownik będący wyposażeniem szafy sterowniczej PF.

Przełącznik trybu sterowania: RĘCZNY/AUTOMATYCZNY należy zainstalować w szafie sterowania. Tryb ręczny będzie wykorzystywany w pierwszym rzędzie do funkcjonalnego sprawdzenia pracy systemu chłodzenia.

Wentylatory i pompy olejowe w trybie automatycznym mają załączać się automatycznie zależnie od temperatury oleju i uzwojeń.

Należy przewidzieć dwa zestawy styków pomocniczych sygnalizujących położenia ww. przełącznika wyprowadzone na listwy zaciskowe szafy sterowania. Jeden zestaw będzie przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.

Fakt istnienia lub braku przepływu oleju przez każdą z pomp olejowych musi być monitorowany przez wskaźniki przepływu oleju. Dwie pary styków pomocniczych każdego wskaźnika przepływu oleju muszą być wyprowadzone na listwy zaciskowe szafy sterowania, przy czym jedna para każdego z nich będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji.

Należy przewidzieć samoczynny przełącznik do zmiany kolejności załączania poszczególnych grup wentylatorów i pomp olejowych, mający na celu ich równomierne zużywanie się, o ile sterownik układu chłodzenia (por. pkt. 2.4.5 poniżej) nie zapewnia takiej funkcji. Przełącznik ten ma dokonywać zamiany kolejności załączania ok. jeden raz na miesiąc. Należy wyprowadzić dwa zestawy jego styków na listwy zaciskowe szafy sterowania celem sygnalizacji, która grupa wentylatorów załączy się jako pierwsza. Jeden zestaw styków będzie wykorzystana do cyfrowego przesyłu informacji.

Należy zapewnić sygnalizację załączenia i wyłączenia każdej z grup wentylatorów oraz pomp olejowych poprzez wyprowadzenie na listwy zaciskowe dwóch par styków pomocniczych styczników. Jedna para styków pomocniczych każdego z nich będzie wykorzystana do cyfrowego przesyłu informacji.

W przypadku dłuższego okresu braku obciążenia należy przewidywać samoczynne załączenie wentylatorów i pomp oleju na krótki okres czasu (np. 10 min) co pewien czas (np. dwa razy na miesiąc), o ile sterownik układu chłodzenia wg p. 2.4.5 nie zapewnia takiej funkcji. Dwie pary styków pomocniczych stycznika samoczynnego załączenia muszą być wyprowadzone na listwy zaciskowe szafy sterowania. Jedna para styków będzie wykorzystana do cyfrowego przesyłu informacji.

Fakt zadziałania zabezpieczenia przed przeciążeniem i zwarciami każdego z wentylatorów, każdej z niezależnie załączanej grupy wentylatorów oraz każdej pompy olejowej musi być sygnalizowany poprzez wyprowadzenie dwóch par styków pomocniczych każdego z nich na listwy zaciskowe szafy sterowniczej. Jedna para styków pomocniczych każdego z nich będzie wykorzystana do cyfrowego przesyłu informacji.

W celu unikania znacznego wzrostu prądu zasilania należy zastosować opóźnienie startu pomp oleju jednocześnie wysterowanych na załączenie, w tym również przy załączaniu pomp i wentylatorów z powodu awarii sterownika układu chłodzenia (por. p. 2.4.5.d - poniżej).

W celu monitorowania temperatury oleju na wlocie i wylocie każdej baterii radiatorów należy zainstalować oporowe, trójprzewodowe czujniki temperatury PT100. Liczba czujników zależy od zastosowanego rozwiązania konstrukcyjnego układu chłodzenia. Miejsca ich zainstalowania mają być zabezpieczone przed wilgocią. Należy zainstalować ponadto dwa oporowe czujniki do monitorowania

temperatury otoczenia. Czujniki będą wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji oraz ewentualnie do diagnostyki stanu układu chłodzenia.

W kieszeniach termometrycznych umieszczonych na pokrywach kadzi PF należy zainstalować odporowe, trójprzewodowe czujniki temperatury PT100 do pomiaru temperatury oleju w górnej, środkowej i dolnej warstwie w kadzi. Będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji oraz do sterownia efektywnością układu chłodzenia.

Kazdą z kadzi PF należy wyposażyć w rozszerzalnościowy termometr temperatury oleju w górnej warstwie kadzi. Wskaźnik termometru (średnica skali, co najmniej 150 mm) należy umieścić na kadzi na wysokości umożliwiającej łatwe dokonywanie odczytu z poziomu gruntu. Termometr ten ma mieć dwa niezależne styki zamykające się przy osiągnięciu temperatury ostrzegawczej i alarmowej. Należy je wyprowadzić na listwę zaciskową szafy sterowniczej, przy czym nie będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji.

Wartości temperatury mają być łatwo ustawialne, zaś nastawy łatwo widoczne. Termometr należy umieścić przy szafie sterowniczej na wysokości umożliwiającej łatwą obserwację jego wskaźnika. Należy stosować termometr AKM lub równoważny.

Szczegóły dotyczące sterowania układem chłodzenia oraz dobór elementów będą omówione w ramach przeglądu projektu.

2.4.5. Cyfrowy sterownik układu chłodzenia

PF należy wyposażyć w dwa niezależne mikroprocesorowe sterowniki układu chłodzenia, oddzielne na każdej kadzi. Dopuszcza się zastosowanie jednego sterownika, jeżeli umożliwi on niezależną obsługę dwóch systemów chłodzenia.

Sterowniki mają spełniać następujące funkcje:

- 1) Podawać na wyświetlaczu wartości temperatury najgorętszego punktu uzwojeń, temperatury oleju w górnej warstwie oraz (zalecenie) temperatury oleju na wlocie i wylocie radiatorów i temperatury otoczenia. Temperatura najgorętszego punktu w uzwojeniach może być wyznaczana bądź obliczeniowo – sterownik pełni wówczas funkcję tzw. „modelu cieplnego”, bądź przy wykorzystaniu sygnałów ze światłowodowych czujników bezpośredniego pomiaru temperatury uzwojeń, o ile takie zostały zainstalowane. Sterownik musi wyświetlać temperaturę schłodzonego oleju na wylocie z radiatorów i temperaturę otoczenia.
- 2) Załączać poszczególne grupy wentylatorów i pompy oleju w zależności od temperatury oleju oraz uzwojeń. Temperatura załączania i wyłączania grup wentylatorów (tzw. „pętla histerezy”) musi być łatwo nastawialna.

- 3) Generować sygnały dźwiękowe oraz optyczne na wyświetlaczu – ostrzegawcze i alarmowe w momencie osiągnięcia nastawionej temperatury oleju i uzwojeń.
- 4) Sygnalizować uszkodzenie sterownika, w tym brak zasilania oraz załączać wszystkie wentylatory i pompy oleju w takim przypadku.
- 5) W przypadku dłuższych okresów beczynności układu chłodzenia dokonywać załączania wentylatorów i pomp oleju na krótki, nastawialny okres czasu, co pewien dłuższy, również nastawialny okres czasu, oraz zapewniać sygnalizację tej czynności.
- 6) Dokonywać zamiany grup wentylatorów i pomp oleju, które będą załączane jako pierwsza oraz zapewniać sygnalizację tej czynności.

Celem realizacji zadań 1) ÷ 3) do sterownika należy doprowadzić, stanowiące wyposażenie PF, dobrane i zainstalowane przez Wykonawcę oporowe czujniki temperatury oleju w górnej warstwie (Θ_m)¹, na wlocie do kadzi schłodzonego oleju (Θ_b) oraz – jeżeli są zastosowane światłowodowe czujniki do bezpośredniego pomiaru temperatury uzwojeń – temperaturę uzwojeń w najgorętszym punkcie (Θ_h). Ponadto, należy doprowadzić prąd z przekładników prądowych, również dobranych i zainstalowanych przez Wytwórcę.

W przypadku braku światłowodowych czujników do bezpośredniego pomiaru temperatury uzwojeń sterownik musi mieć funkcję ustawienia (wczytania) szeregu parametrów niezbędnych do wyznaczenia temperatury Θ_h , a mianowicie: stałej czasu uzwojeń, różnicy średniej temperatury uzwojeń oraz średniej temperatury oleju w ich obrębie (g), wykładnika potęgi w zależności g oraz Θ_m i Θ_b od prądu obciążenia, jak również wartości współczynnika „hot – spotu” H, wyrażającego krotność przyrostu temperatury najgorętszego miejsca w uzwojeniu w stosunku do średniego przyrostu temperatury uzwojenia (g) ponad średnią temperaturę oleju w kadzi.

Sterowniki należy umieścić w szafie sterowniczej (patrz pkt 2.8 niniejszej specyfikacji), przy czym jej konstrukcja musi umożliwiać obserwację wyświetlaczy sterowników przy zamkniętych drzwiach tejże szafy. Wyjście cyfrowe (RS485 lub analogiczne) sterowników układu chłodzenia należy wyprowadzić na listwę zaciskową układu tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej (patrz pkt 2.9 niniejszej specyfikacji).

Wyjścia analogowe sterowników (pętla prądowa 4 - 20 mA) oraz styki przekaźników przekroczenia

¹Oznaczenia wg normy PN-EN 60076-2.

nastawionej temperatury należy wyprowadzić na listwę zaciskową szafy sterowniczej.

Oprogramowanie sterowników oraz wyświetlane komunikaty muszą być w języku polskim.

Typ i szczegóły funkcji sterowników podlegają uzgodnieniom w ramach przeglądu projektu,

2.5. Izolatory przepustowe, połączenie 400 kV

Izolatory przepustowe muszą być one zaprojektowane, wyprodukowane i badane zgodnie z IEC 60137 oraz wymaganiami podanymi w tab. nr 6 Wymagań Podstawowych.

Na izolatorach przepustowych nie należy stosować iskierników.

Izolatory przepustowe, liniowe 400 kV „L” oraz „S” uzwojeń jednostek TD i TW muszą być bezolejowe (tzw. „dry type”) tj. bez oleju, z rdzeniem izolatora umieszczonym w rurze ze szkła epoksydowego na której umieszczona jest osłona kompozytowa koloru szarego tj. naturalnego.

Konstrukcja PF musi umożliwić montaż i demontaż izolatorów przepustowych i przekładników prądowych bez zdejmowania górnej pokrywy lub obniżania poziomu oleju w kadzi poniżej górnego poziomu uzwojeń. Izolatory przepustowe wraz z przekładnikami prądowymi muszą być zamontowane w kominkach umieszczonych na pokrywie kadzi.

W rozwiązaniu konstrukcyjnym PF gdzie występują połączenia 400 kV na zewnątrz kadzi pomiędzy uzwojeniem pierwotnym TW i uzwojeniem pierwotnym TD, połączenia te mają być wykonane jako bezpośrednie połączenia olejowe. Muszą one umożliwić rozłączenie bez potrzeby ewakuacji oleju z kadzi. Muszą mieć własny olej i własny konserwator.

Parametry przepustów uzwojeń wzbudzających TD i regulacyjnych TW dobiera Wykonawca.

Izolatory przepustowe GN i DN muszą mieć zaciski pomiarowe do pomiaru pojemności i tg delta, umieszczone przy uziemionej podstawie izolatora, do których w eksploatacji mogą być przyłączone sondy pomiarowe W stanie dostawy PF zaciski muszą być bezpośrednio uziemione przy wykorzystaniu zaślepek, których wkręcenie w gniazda zacisku powoduje ich uziemienie

Parametry techniczne (elektryczne i mechaniczne) muszą umożliwiać unifikację wymiarów wszystkich izolatorów danego napięcia.

Parametry techniczne (elektryczne i mechaniczne), Producent oraz typ zastosowanych izolatorów przepustowych i złącz konektorowych oraz ich lokalizacja podlegają uzgodnieniom i akceptacji Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

2.6. Podobciążeniowe przełączniki zaczepów

2.6.1. Budowa przełącznika zaczepów

PF ma być wyposażony w przełączniki zaczepów firmy Maschinenbau Reinhausen lub równoważny do podobciążeniowej regulacji w wykonaniu z komorami olejowymi lub próżniowymi. Do zmiany kierunku przepływu mocy może być zastosowany przełącznik kierunku ARS.

Zależnie od zastosowanego rozwiązania konstrukcyjnego może być różna liczba tych przełączników oraz różna liczba ich napędów silnikowych

Przełączników zaczepów musi być wyposażony w układ sterowania umożliwiając sterowanie:

- 1) lokalne mechaniczne (za pomocą korby);
- 2) lokalne elektryczne (tj. za pomocą przycisku);
- 3) zdalne elektryczne (tj. za pomocą przycisków);
- 4) automatyczne (tj. za pomocą urządzenia do automatycznego utrzymywania kąta regulacji).

Niedopuszczalne jest mieszanie się oleju z kadzi głównej jednostki TW i z komór przełącznika mocy. W związku z tym komory przełączników mocy muszą mieć od góry połączenie rurowe z oddzielnym wspólnym konserwatorem, niezależnym od konserwatora (głównego) kadzi. Komory przełączników muszą mieć odpowiednie zawory umożliwiające ewakuację oleju oraz uzdatnianie oleju w każdej komorze przełącznika.

Zawory te mają umożliwiać pobranie próbek oleju do badań. Jeżeli zawory nie umożliwiają pobierania próbek oleju należy głowice przełączników wyposażać w oddzielne zawory do pobierania próbek oleju.

We wspomnianym połączeniu rurowym należy zainstalować jednostopniowy przekaźnik przepływowy – patrz pkt 2.10.2. Ma on mieć dwie pary styków doprowadzonych do listwy zaciskowej szafy sterowniczej. Nie będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji..

Górna pokrywa komory przełącznika mocy musi mieć zawór ciśnieniowy (przeciwwybuchowy) z co najmniej jedną parą styków wyprowadzonych na listwę zaciskową szafy sterowniczej, działający przy gwałtownym wzroście ciśnienia w komorze przełącznika mocy.

W pokrywie komory musi być wziernik, przez który widać położenie (numer zaczeptu) przełącznika zaczepów.

Przełączniki zaczepów muszą mieć wąż i ucha do podnoszenia. Otwory montażowe w kadzi mają być dostatecznie duże, aby umożliwić wyjęcie wybieraka przełącznika zaczepów. Pokrywa komory przełącznika mocy nie może być zlokalizowana na poziomie wyższym niż kominki izolatorów przepustowych.

2.6.2. Szafa sterownicza przełącznika zaczepów

W szafie/szafach napędów przełączników zaczepów należy zamontować niżej podane wyposażenie, łącznie ze wszystkimi niezbędnymi łącznikami, zabezpieczeniami i połączeniami:

- 1) Napędy elektryczny i ręczny.
- 2) Wskaźnik, bezpośrednio napędzany z wału przełącznika, pokazujący położenie przełącznika zaczepów oraz górną i dolną granice bieżącego działania.
- 3) Sygnalizator działania przełącznika zaczepów współpracujący z systemem sterowania i nadzoru (SSiN).
- 4) Urządzenia ograniczające, zarówno elektrycznie jak i mechanicznie zabezpieczające przed przekroczeniem skrajnych pozycji.
- 5) Zabezpieczenie przed niewłaściwym kierunkiem obrotów silnika napędowego.
- 6) Urządzenie ponownego startu, działające przy wszystkich pozycjach przełącznika sterowania.
- 7) Licznik działań zliczający całkowitą liczbę przestawień przełącznika zaczepów.
- 8) Oświetlenie, włączane po otwarciu drzwi szafki napędu.
- 9) Grzejnik zapobiegający skraplaniu się pary wodnej, sterowany termostatem.
- 10) Dwa niezależne nadajniki pozycji zaczepowej pracujące w kodzie BCD.
- 11) Przetwornik mocy czynnej pobieranej przez silnik napędu w trakcie zmiany pozycji zaczepowej z wyjściem 4-20mA lub cyfrowym.
- 12) Czujnik asymetrii i zaniku fazy zasilania napędu.
- 13) Sygnalizację, że przełącznik jest w trakcie zmiany pozycji zaczepowej w kierunku zaczepu minimalnego i maksymalnego. Sygnał musi być pobierany ze styków pomocniczych styczników manewrowych oraz styków łącznika krzywkowego.
- 14) Sygnalizację osiągnięcia pozycji skrajnej dolnej i górnej.
- 15) Sygnalizacje wyłącznika grzałki.
- 16) Przełącznik rodzaju sterowania: lokalne, zdalne, automatyczne.
- 17) Sygnalizacja zadziałania zabezpieczenia silnika napędowego i zasilania sterowania.
- 18) Elementy sterownicze i sygnalizacyjne dla jednoczesnego przełączania wszystkich faz, wzajemnego blokowania przełączników danej fazy, oraz współpracy z napędami silnikowymi współpracujących innych przełączników, w tym i przełącznika ARS (jeśli dotyczy).

Poniżej wymieniono sygnały z szafy napędu silnikowego, które muszą być doprowadzone do listew szafy sterowniczej. Część z nich będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji.

- a) Pozycja zaczepowa (por. pkt 10 powyżej); dwie grupy sygnałów, z których jedna będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji.
- b) Sygnalizacja zadziałania zabezpieczenia silnika napędowego (por. p. 17 powyżej). Dwa sygnały, jeden przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- c) Sygnalizacja czujnika asymetrii i zaniku fazy (por. p. 12 powyżej). Dwa sygnały, jeden przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- d) Sygnalizacja zadziałania zabezpieczenia obwodu sterowania (por. p. 17 powyżej). Dwa sygnały, jeden przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- e) Przetwornik mocy czynnej pobieranej przez silnik napędu (por. p. 11 powyżej). Sygnał przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- f) Sygnalizacja wyłącznika grzałki (por. p. 15 powyżej). Jeden sygnał przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- g) Sygnalizacja osiągnięcia pozycji skrajnej górnej i dolnej (por. p. 14 powyżej). Cztery sygnały, dwa przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- h) Sygnalizacja ruchu przełącznika do góry i do dołu, z łącznika krzywkowego (por. p. 13 powyżej). Dwa sygnały przeznaczone do cyfrowego przesyłu informacji.
- i) Sygnalizacja załączenia stycznika silnika napędowego ruchu przełącznika w kierunku do góry i do dołu. Dwa sygnały przeznaczone do cyfrowego przesyłu informacji.
- j) Sygnalizacja działania (ruchu) przełącznika, ze stycznika (przełącznika) pomocniczego (por. p. 13 powyżej). Jeden sygnał przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- k) Sygnalizacja położenia przełącznika rodzaju sterowania (por. p. 16 powyżej). Dwie grupy po trzy sygnały. Jedna przeznaczona do cyfrowego przesyłu informacji.
- l) Sygnały o jednoczesności / braku jednoczesności działania przełączników poszczególnych faz (por. p. 18 powyżej).. Dwie grupy sygnałów; jedna przeznaczona do cyfrowego przesyłu informacji.
- m) Sygnały do uruchomienia i sygnalizacji pracy napędów silnikowych przełączników tej samej fazy oraz przełączników ARS (por. p. 18 powyżej).. Dwie grupy sygnałów; jedna przeznaczona do cyfrowego przesyłu informacji.

Wszystkie przewody obwodów nN znajdujące się w szafach sterowniczych przełączników zacze­pów muszą być opisane w taki sam sposób jak przewody w szafie sterowania przesuw­nika. Szafy sterownicze przełącznika zacze­pów musi być zainstalowana na takim poziomie w stosunku do poziomu tłucznia na ruszcie aby umożliwić jego swobodną obsługę i konserwację. Gdy to nie będzie mogło być spełnione należy w projekcie PF przewidzieć podest stalowy z barierką o długości co najmniej 1,5 szerokości szafy przełącznika zacze­pów.

Elementy sterownicze mają być umieszczone w szafach napędu silnikowego odpornych na wpływy atmosferyczne. Mocuje się je do ścian kadzi poprzez podkładki tłumiące drgania. Stopień ochrony szaf sterowniczych – IP 54.

Zdalne elektryczne przełączanie przełączników zacze­pów musi być tak wykonane, aby przełączniki zacze­pów mogły zmienić położenie tylko o jeden stopień po naciśnięciu przycisku "WYŻEJ" lub "NIŻEJ". Wyskalowane wskaźniki przełączników zacze­pów muszą mieć numerowane położenia zacze­pów, od 1 (najwyższe znamionowe napięcie zacze­powe) do najwyższego zastosowanego numeru (najniższe znamionowe napięcie zacze­powe)..

Jeżeli Producent zastosuje więcej niż jeden przełącznik zacze­pów to wszystkie przełączniki mają być wyposażone w jeden wspólny konserwator oleju

Producent, typ oraz przyjęte rozwiązania konstrukcyjne związane z przełącznikami zacze­pów pod obciążeniem, jak również z układem ich sterowania podlegają uzgodnieniu, ocenie i przyjęciu przez Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

2.7. Przekładniki prądowe

Wymagania dotyczące przekładników prądowych podano w pkt 5.5 Wymagań Podstawowych.

Przekładniki od strony zacisków liniowych należy umieścić w kominkach izolatorów przepustowych.

Przekładniki muszą mieć tzw. uzwojenia do prób (zwoje probiercze) do sprawdzania ich przekładni prądowej. Liczba zwojów uzwojenia do prób ma być tak dobrana, aby przy prądzie w tym uzwojeniu równym 10 A lub 30 A w uzwojeniach wtórnych przekładnika popłynął prąd znamionowy (tj. 1 A). Każdy rdzeń może mieć własne uzwojenie do prób lub też uzwojenie to może obejmować wszystkie rdzenie danej grupy (np. jednego zacisku liniowego). Zaciski uzwojeń do prób muszą być wyraźnie oznaczone, aby mogły być łatwo odróżnione od pozostałych uzwojeń wtórnych. Uzwojenie do prób, w czasie normalnej pracy jest rozwarte.

Uzwojenia wtórne przekładników prądowych oraz uzwojenia do prób wyprowadza się na tabliczki zaciskowe na kominkach w przypadku przekładników instalowanych w tych kominkach, lub na pokrywie, w przypadku przekładników instalowanych w kadzi. Z tabliczek tych doprowadza się je do wydzielonej listwy zaciskowej w szafie sterowniczej.

Uzwojenia do prób, w czasie normalnej pracy są rozwarte.

Jeden z zacisków każdego uzwojenia do prób, jak również zacisk 'S2' (tj. umowny koniec) każdego z uzwojeń roboczych należy uziemić bezpośrednio na tabliczkach zaciskowych lub w sposób zapewniający pewność połączenia na wspomnianej listwie zaciskowej w szafie sterowniczej.

Uzwojenia przekładników prądowych wykorzystywanych do sterowania układem chłodzenia również wyprowadza się na ww. tabliczki zaciskowe i doprowadza do ww. listwy. Jeden koniec każdego z nich musi być uziemiony na tej listwie.

Sygnały z uzwojeń (rdzeni) pomiarowych wszystkich przekładników podlegają przetworzeniu na sygnał cyfrowy.

Liczba przekładników prądowych, ich rozmieszczenie i oprowadowanie, jak również dobór parametrów technicznych przekładników prądowych do sterownika układu chłodzenia podlegają uzgodnieniom w ramach przeglądu projektu.

2.8. Szafa sterownicza PF

PF ma być wyposażony w jedną wspólną dla obu kadzi szafę sterowniczą. Szafa może być zamocowana na jednej z kadzi lub może być wolnostojąca.

W przypadku mocowania do jednej z kadzi należy ją zamocować poprzez przekładki tłumiące drgania. W zakresie tłumienia drgań szafy, Wykonawca przedstawi stosowny atest poświadczający, że poziom tych drgań jest na bezpiecznym poziomie z punktu widzenia prawidłowej eksploatacji szafy.

W przypadku szafy wolnostojącej należy ją umieścić w bezpośrednim sąsiedztwie jednej z kadzi.

Szafa sterownicza ma zawierać:

- 1) Elementy zasilające i sterownicze układu chłodzenia wraz z listwami zaciskowymi.
- 2) Listwy zaciskowe do przyłączenia uzwojeń wtórnych przekładników prądowych, w tym uzwojeń do prób.
- 3) Listwy zaciskowe, do których zostaną dołączone wszystkie pozostałe urządzenia zabezpieczające (np. styki przekaźnika Buchholtza) oraz wyposażenia pomocniczego (np. oporowych czujników temperatury).
- 4) Elementy do tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej – patrz pkt 2.9 poniżej.

Lokalizacja szafy i jej konstrukcja muszą zapewniać wolną przestrzeń dogodną do obsługi oraz przeprowadzenia przeglądów i konserwacji z poziomu ziemi. Jeżeli zachodzi taka potrzeba, należy przewidzieć montaż odpowiedniego podestu. Szafa ma być odporna na warunki klimatyczne i wykonana tak, aby chronić przed uszkodzeniem urządzenia w niej umieszczone w niekorzystnych

warunkach atmosferycznych. Ponadto należy uwzględnić łatwe rozłączanie kabli zewnętrznych przy przetaczaniu autotransformatora.

Stopień ochrony szafy sterowniczej – IP 54.

Na pozostałe istotne elementy szafy sterowniczej składają się:

- a) Drzwi z przeszklonym okienkiem umożliwiającym obserwację całej płyty czołowej sterownika układu chłodzenia, zamykane na klucz, dostosowane do blokowania przy ich otwarciu o kąt większy od 90°. Na wewnętrznej powierzchni drzwi szafy sterowania należy zamocować schemat połączeń elektrycznych, a dodatkowo na wewnętrznej stronie drzwi (lub we wnętrzu szafy) wykonać kieszeń do umieszczenia kartki (kartek) ze schematem. Schemat (kartki) muszą być zabezpieczone przed wilgocią.
- b) Oświetlenie wewnętrzne uruchamiane wyłącznikiem drzwiowym z wyprowadzonymi stykami celem umożliwienia sygnalizacji otwarcia i zamknięcia drzwi niezależnie od włączenia oświetlenia wnętrza szafy. Opcjonalnie wyłącznik oświetlenia ma mieć dwa niezależne zestawy styków. Sygnał będzie wykorzystywany do cyfrowego przesyłu informacji. Każde drzwi zewnętrzne mają włączać oświetlenie w swojej części szafy sterowniczej.
- c) Gniazdo wtykowe jednofazowe i trójfazowe (zgodne ze standardem stosowanym w Polsce)
- d) Czujnik temperatury Pt100 oraz miernik wilgotności względnej powietrza we wnętrzu szafy z wyjściem 4-20mA zainstalowane we wnętrzu szafy. Sygnały z nich będą sterowały grzejnikami i wentylatorem oraz będą wykorzystane do cyfrowego przesyłu informacji.
- e) Grzejniki sterowane termostatem i wilgotnościomierzem tak, aby utrzymać we wnętrzu szaf właściwą temperaturę pracy przy temperaturze otoczenia do -30 °C oraz właściwą wilgotność (nie dopuszczać do kondensacji pary wodnej).
- f) Wentylator wyciągowy włączający się, jeśli temperatura we wnętrzu szafy osiągnie ok. +35°C.
- g) Odejmowalna płyta w dolnej części szafy z dławicami służącymi do przyłączenia kabli sterowniczych i zasilania.
- h) Układ zasilania szafy. Zasilanie trójfazowe 400/230 V, 50 Hz dwoma kablami doprowadzonymi do ręcznego przełącznika wyboru kabla (tj. źródła zasilania). Na listwę zaciskową szafy wyprowadza się dwie pary jego styków pomocniczych, przy czym sygnał jednej z nich podlega przetworzeniu na cyfrowy. Na zasilaniu musi znajdować się główne zabezpieczenie przed przeciążeniem i zwarcieniem, oraz bezpieczniki topikowe lub rozłącznik bezpiecznikowy, które będą spełniać funkcję zapewnienia widocznej przerwy po wyjęciu wkładek bezpiecznikowych.

Funkcje tą może również spełniać ręczny odłącznik z zabezpieczeniem przed przypadkowym zamknięciem lub też ww. przełącznik o ile ma takie zabezpieczenie. Należy zainstalować przekaźnik sygnalizujący brak zasilania oraz asymetrię faz. Styki pomocnicze tego przekaźnika będą wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji. Należy wyprowadzić na listwę zaciskową szafy sterowania po dwie pary styków pomocniczych sygnalizujących zadziałanie zabezpieczeń przed przeciążeniem i zwarcie głównego zabezpieczenia szafy.

- i) Układy zasilania z listwy zaciskowej (listew zaciskowych) szafy sterowniczej (z reguły jednofazowe – 230 V) wszystkich urządzeń pomocniczych, obwodów sterowniczych i sygnalizacyjnych, a w szczególności układ zasilania napędu przełącznika zaczepów oraz układ tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej. Każdy układ zasilania ma mieć dwie pary styków pomocniczych sygnalizujących zadziałanie zabezpieczeń w każdym z obwodów oddzielnie zabezpieczonych z ew. wyłączeniem zasilania gniazd wtykowych. Sygnał z jednej pary każdego z nich będzie wykorzystywany do cyfrowego przesyłu informacji.

Szafa sterownicza musi mieć wystarczającą liczbę zacisków, aby przyłączyć wszystkie przewody połączeń wzajemnych z wszystkimi kablami zewnętrznymi oraz 15% zapasu.

Należy stosować listwy o maksymalnej długości, o ile pozwala na to konstrukcja do której listwa jest montowana, niezależnie od ilości zacisków przewidzianych w projekcie do wykorzystania. Umożliwi to łatwą, dalszą rozbudowę listwy. Minimalna odległość między listwami 15 cm. Minimalna odległość listwy poziomej od dna konstrukcji 30 cm.

W szafie mają być połączenia uziemiające składające się z płaskownika miedzianego 6 mm x 40 mm o długości, co najmniej 250 mm ze śrubą uziemiającą M12 i szeregiem otworów o średnicy 10 mm do śrub M8.

Dokumentacja szafy sterowniczej umieszczona w jej wnętrzu musi być napisana w języku polskim i ma zawierać tylko podstawowe dane dotyczące lokalizacji poszczególnych urządzeń i aparatów.

Dokumentacja ta w formacie A4 musi być zalaminowana.

Rozwiązanie konstrukcyjne szafy wymaga uzgodnień i akceptacji Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

2.9. System tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej PF, STiPC

Podstawowym zadaniem systemu tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej PF jest przetworzenie sygnałów pierwotnych generowanych w obwodach wtórnych (pomocniczych) na sygnał cyfrowy a następnie umożliwienie ich przesłania poprzez łącza światłowodowe do dalszego wykorzystania, np. w ramach systemu monitoringu stanu technicznego jednostki. System służy również do zdalnej

obsługi urządzeń służących do kontroli stanu technicznego jednostki w eksploatacji, zainstalowanych na PF i omówionych w pkt 2.10.

Do zadań Wykonawcy PF, w ramach dostawy należy w tym zakresie:

- 1) Doprowadzenie do wydzielonej w szafie sterowniczej PF listwy zaciskowej (listew zaciskowych) sygnałów pierwotnych (np. styków pomocniczych styczników, czujników Pt100, urządzeń/sond pomiarowych do kontroli stanu technicznego jednostki w trybie *on-line* – patrz pkt 2.10.), które będą podlegać na przetworzeniu na sygnał cyfrowy.
- 2) Zapewnienie dostatecznego miejsca w szafie sterowniczej do zainstalowania urządzeń cyfrowych systemu STiPC wymienionych w podpunktach a) i b) poniżej.
- 3) Wydzielenie obwodu zasilania ww. urządzeń.
- 4) Zapewnienie w szafie miejsca i elementów (np. korytka, wsporniki, itp.) do dokonania połączeń między urządzeniami cyfrowymi systemu STiPC – ppkt.2), listwą zaciskową – ppkt.. 1) i obwodem zasilania – ppkt. 3).

W całym tekście niniejszego dokumentu stwierdzenie, iż dany sygnał podlega przetworzeniu na sygnał cyfrowy, lub jest przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji oznacza, że ma on zostać doprowadzony przez Wykonawcę PF do listwy zaciskowej wymienionej w ppkt. 1) powyżej. W niektórych przypadkach, objaśnionych w tekście niniejszego dokumentu sygnał taki może być doprowadzony do urządzeń cyfrowych systemu STiPC – ppkt. 2) bez pośrednictwa wymienionej listwy. Uzwojenia pomiarowe przekładników prądowych, z których sygnał podlega przetworzeniu na cyfrowy są doprowadzane do listwy zaciskowej przekładników, do której dołącza się wszystkie uzwojenia tych przekładników (por. pkt 2.7).

W skład urządzeń systemu STiPC wg ppkt 2) powyżej wchodzi następujące elementy, które zostaną dostarczone przez Zamawiającego lub upoważnioną przez niego firmę:

- a) Dwa koncentratory danych (podstawowy i rezerwowo) wraz z ich elementami pomocniczymi, jak karty wejściowe (przetworniki) oraz przetworniki światłowodowe do przyłączenia kabli światłowodowych łączących je z systemami stacijnymi.
- b) Trzy przetworniki pomiarowo-rejestrujące do zbierania i przetwarzania sygnałów z czujników/sond pomiarowych (instalowanych na zaciskach pomiarowych izolatorów przepustowych – patrz pkt 2.5, sond UHF umieszczonych we wnętrzu kadzi – patrz pkt 2.10.6, urządzenia do pomiaru zawartości wody i gazów w oleju – patrz pkt 2.10.4).

Wyżej wymienione elementy mają być zainstalowane w wyróżnionej części szafy sterowniczej PF. ma to być górna część jednego z jej przedziałów. Przewidywane zapotrzebowanie na miejsce: szerokość

ok. 700 mm, wysokość ok. 700 mm przy użytkowej głębokości szafy ok. 450 mm. W tej części szafy, tuż pod wymienionymi urządzeniami należy usytuować listwę zaciskową wymienioną w ppkt 1), powyżej.

Szczegóły związane z systemem STiPC autotransformatora zostaną omówione i uzgodnione w ramach przeglądu projektu PF.

2.10. Pozostałe urządzenia do kontroli stanu PF w eksploatacji

PF ma mieć szereg urządzeń (czujników) niezbędnych do kontroli jego stanu technicznego w eksploatacji. Większość sygnałów z tych urządzeń w formie cyfrowej jest wprowadzana do systemu STiPC.

2.10.1. Czujniki do pomiaru temperatury

Do pomiaru temperatury należy stosować trójprzewodowe czujniki Pt 100 umieszczone w kieszeniach termometrycznych rozmieszczonych:

- 1) Trzy na pokrywie każdej z kadzi PF
- 2) Na wlocie i wylocie każdej z baterii radiatorów,
- 3) W co najmniej dwóch pojemnikach do pomiaru temperatury otoczenia. Pojemniki muszą być osłonięte przed działaniem promieniowania cieplnego kadzi PF oraz posiadać cieplną stałą czasu zbliżoną do cieplnej stałej czasu TD i TW.

Przewody czujników temperatury należy doprowadzić do listwy zaciskowej szafy sterowniczej.

2.10.2. Przełącznik gazowo – przepływowy

Dwustopniowy przełącznik gazowo-przepływowy (Buchholza) ma być zainstalowany w połączeniu olejowym pomiędzy każdą kadzią i jej konserwatorem (patrz pkt. 3.6.2). Przełącznik ma mieć wskaźniki umożliwiające obserwację zgromadzonej objętości gazu. Ponadto ma mieć po dwie pary elektrycznie odizolowanych zestyków zamykających się przy powolnym nagromadzeniu się gazu i przy gwałtownym przepływie oleju. Styki te wyprowadza się na listwę zaciskową szafy sterowniczej wg pkt. 2.8. Jedna para styków działających przy powolnym gromadzeniu się gazów będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji.

Przełącznik ten musi być zamontowany wyżej niż najwyższy poziom oleju w kadzi i jednocześnie poniżej minimalnego poziomu oleju w konserwatorze. Lokalizacja przełącznika ma zapewnić widoczność wskaźnika z poziomu ziemi.

Między każdą komorą przełącznika mocy a konserwatorem przełącznika zaczepów należy zainstalować jednostopniowy przekaźnik przepływowy. Musi mieć on dwie pary styków, które wyprowadza się na listwę zaciskową szafy sterowani. Nie będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji.

Pobieranie próbek oleju musi być możliwe do przeprowadzenia w czasie pracy PF. Przekładniki muszą mieć własne tabliczki znamionowe.

2.10.3. Wskaźniki poziomu oleju

Każdy optyczny wskaźnik poziomu oleju montowany w konserwatorze (patrz. pkt 3.6 niniejszej specyfikacji) musi mieć analogowy nadajnik poziomu oleju (pętla prądowa 4 - 20 mA) wykorzystywany do cyfrowego przesyłu informacji, (zatem wyprowadzony na listwę zaciskową wg pkt. 2.9), ponadto każdy wskaźnik musi mieć po dwie pary styków alarmowych minimalnego i maksymalnego poziomu oleju wyprowadzone na listwę zaciskową szafy sterowniczej. Jedna para każdego poziomu będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji.

2.10.4. Monitorowanie on-line zawartości gazów palnych oraz wody w oleju

Na każdej kadzi PF należy zamontować zaakceptowany przez Zamawiającego, wchodzący w zakres dostawy czujnik (urządzenie) do monitorowania on-line zawartości osobno każdego z co najmniej trzech gazów palnych oraz wody. Zakres prac Wykonawcy obejmuje również instalację na kadziach PF zaworów kulowych oraz instalacji niezbędnych do przyłączenia czujnika do obiegu oleju, a także konfigurację i uruchomienie samego czujnika.

Wyjścia analogowe (pętla prądowa 4-20mA) oraz styki alarmowe i ostrzegawcze należy wyprowadzić na listwę zaciskową szafy sterowniczej. Nie będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji. Wyjście cyfrowe (RS485, lub analogiczne) tego urządzenia należy doprowadzić bezpośrednio do obu koncentratorów lub do listwy zaciskowej wg pkt 2.9.

Zasilanie czujnika/urządzenia (230V AC) z szafy sterowniczej. Do tego celu należy zainstalować w niej wyłącznik, którego dwie pary styków pomocniczych muszą być doprowadzone do listew zaciskowych szafy sterowniczej, przy czym jedna z nich będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji.

2.10.5. Monitorowanie stanu izolatorów przepustowych

Monitorowanie stanu izolatorów przepustowych ($\text{tg}\delta$, C) będzie realizowane z wykorzystaniem zacisków pomiarowych izolatorów przepustowych – patrz pkt 2.5 niniejszej specyfikacji.

Instalacja sond pomiarowych, jak również realizacja układu pomiarowego leży w gestii Zamawiającego lub upoważnionej przez niego firmy. Producent PF zapewni miejsce w szafie sterowniczej do zainstalowania odpowiednich urządzeń oraz ich zasilania – patrz pkt 2.8 niniejszej specyfikacji.

2.10.6. Monitorowanie *on-line* wyładowań niepełnych za pomocą sond UHV

Monitorowanie wyładowań niepełnych w PF w trybie *on-line* będzie realizowane z wykorzystaniem sond UHV wprowadzanych do PF za pośrednictwem co najmniej dwóch specjalnych „okien” dielektrycznych umiejscowionych na kadzi. Możliwe jest również wykorzystanie w tym celu otworów rewizyjnych, zakrywanych pokrywami wykonanymi z materiału dielektrycznego z zamontowanymi czujnikami – patrz pkt 3.4 niniejszej specyfikacji.

Przyjęte rozwiązanie oraz typ użytych sond UHV są przedmiotem uzgodnień technicznych w ramach przeglądu projektu.

Realizacja układu pomiarowego leży w gestii Zamawiającego lub upoważnionej przez niego firmy.

Producent PF zapewni miejsce w szafie sterowniczej do zainstalowania odpowiednich urządzeń oraz ich zasilania – patrz pkt 2.8 niniejszej specyfikacji.

2.11. Kable i przewody

Wszystkie przewody i kable, w tym kable koncentryczne, dostarcza Wykonawca. Muszą to być przewody (kable) ekranowane z żyłami miedzianymi o izolacji olejoodpornej. Każdy przewód na obu końcach musi mieć znacznik/końcówkę adresową. Końcówka adresowa przewodu od strony listwy zaciskowej musi zawierać numer zacisku listwy, do którego przewód jest przyłączany.

Kolorystyka izolacji przewodów – wg zasad stosowanych w PSE, a mianowicie:

- 1) obwody wtórne przekładników prądowych – przewód o brązowym kolorze izolacji,
- 2) obwody wtórne przekładników napięciowych – przewód o szarym kolorze izolacji,
- 3) obwody sterowania – przewód o czerwonym kolorze izolacji,
- 4) obwody stałoprądowe zabezpieczeń, automatyki i sygnalizacji – przewód o czarnym kolorze izolacji,
- 5) przewody połączeń uziemiających mają być o zielono-żółtym kolorze izolacji.

Dopuszcza się zastosowanie innej kolorystyki izolacji przewodów, co wymaga oceny i akceptacji Zamawiającego na etapie przeglądu projektu.

Kable i przewody muszą być ułożone i zabezpieczone w sposób staranny i uporządkowany, na zewnątrz szafy sterowniczej – na stelażach kablowych lub w rurach ochronnych a połączenia wewnątrz szafy, między aparatami a listwami zaciskowymi muszą być układane w korytkach z tworzywa sztucznego. Przewody 400/230 V prądu przemiennego muszą być oddzielone od innych przewodów. Obwody przekładników prądowych muszą być wykonane przewodem o przekroju co najmniej 2,5 mm². Przewody i połączenia nie mogą utrudniać dostępu do zacisków, wyposażenia i montowanych urządzeń. Połączenia muszą być zgodne ze schematem połączeń opracowanym przez Wykonawcę w projekcie wykonawczym zatwierdzonym przez Zamawiającego.

Zakończenia linkowych żył kabli muszą być albo wykonane przez zaciśnięcie (z odpowiednim zabezpieczeniem) albo mieć formę zacisków śrubowych produkcji firmy Phoenix Contact lub Weidmüller lub równoważne. W obwodach przekładników prądowych należy stosować zaciski śrubowe ww. producentów przeznaczone konstrukcyjnie do takich obwodów. muszą mieć one elementy zabezpieczające przed przypadkowym rozłączeniem obwodu oraz umożliwić doraźne dołączenie testera.

Wszystkie przejścia kabli oraz ich wprowadzenia do szaf muszą być uszczelnione.

Konfiguracja i organizacja listew zaciskowych ma uwzględniać pogrupowanie obwodów wg funkcji (prądowe, napięciowe, sterowania łącznikami, itd.). Listwy zaciskowe, podobnie jak przyłączone do nich przewody muszą być odpowiednio oznaczone.

Listwy zaciskowe mają być tak zamontowane, aby był łatwy dostęp do przewodów, połączeń i oznaczeń. Mają również dawać przejrzysty obraz rozproszczenia przyłączy kablowych. Należy stosować listwy o maksymalnej długości, o ile pozwala na to konstrukcja, do której listwa jest montowana, niezależnie od ilości zacisków przewidzianych w projekcie. Umożliwi to łatwą, dalszą rozbudowę listwy. Minimalna odległość między listwami 15 cm. Minimalna odległość listwy poziomej od dna konstrukcji 30 cm

Zamawiający udostępni Wykonawcy kable zasilające na stanowisku PF, a Wykonawca w uzgodnieniu z Zamawiającym przyłączy kable w odpowiednich szafkach i skrzynkach przyłączeniowych.

Przewody (kable koncentryczne, światłowodowe i inne) łączące sondy zamontowane na zaciskach pomiarowych izolatorów przepustowych oraz sondy UHF z urządzeniami je obsługującymi (por. pkt 2.9 niniejszej specyfikacji) dostarcza i układa Zamawiający lub upoważniona przez niego firma. Wykonawca PF umożliwi ułożenie tych kabli i przewodów zapewniając właściwe uchwyty na kadzi, np. używane do mocowania kabli do skrzynek zaciskowych przekładników prądowych w kominkach. Wykonanie połączeń między odpowiednią listwą a wspomnianymi urządzeniami leży również w gestii Zamawiającego lub upoważnionej przez niego firmy.

2.12. Układ PF i wybranych elementów kadzi

Przesuwnik fazowy będzie instalowany na terenie istniejących i czynnych stacji elektroenergetycznych. Stąd też mogą występować pewne ograniczenia w układzie przestrzennym PF, oraz w rozmieszczeniu jego zespołów i podzespołów.

Szczegóły dotyczące rozmieszczenia układu chłodzenia i konserwatorów zostaną uzgodnione w ramach przeglądu projektu.

Wykonawca musi zapoznać się przestrzennym układem Stacji i z ewentualnymi ograniczeniami.

3. KADŹ ORAZ ELEMENTY MECHANICZNE

3.1. Kadź i pokrywa

Kadzie PF mają być wykonane tak aby wytrzymały bez odkształceń transport, przemieszczanie oraz naciśnienie powstające podczas uszkodzeń.

Kompletnie zmontowany PF – podzespoły TD i TW (części wraz z kadziami, radiatorami, wszystkimi połączeniami olejowymi, zaworami, zastawkami oraz pozostałym osprzętem i z zaworami przeciwwybuchowymi umieszczonymi na swoim miejscu pracy, ale podczas prób ich membrana ma być zastąpiona przez płytę stalową, musi wytrzymać bez trwałych, widocznych odkształceń:

- 1) napełniony olejem: wewnętrzne naciśnienie 50 kPa mierzone na pokrywie.
- 2) bez oleju: próżnię we wnętrzu. o wartości według tab nr 7 lp.1 Wymagań podstawowych.

W tych warunkach PF musi być szczelny przy maksymalnie dopuszczalnej temperaturze oleju, która może wystąpić w czasie jego eksploatacji. Podkreśla się, że przecieki kadzi nie mogą wystąpić podczas całego okresu technicznego życia PF, to jest przez co najmniej 40 lat.

Kadzie PF mają być tak zaprojektowane i wyposażone, aby na stanowisku pracy mogły być napełniane olejem pod próżnią, niezależnie od tego czy były transportowane z olejem czy bez.

Pokrywy muszą być zespawane z ich kadziami, przy czym szerokość kryzy kadzi i pokrywy ma umożliwić w przyszłości co najmniej dwukrotne ich rozdzielenie (np. w drodze odcięcia zespawanych fragmentów).

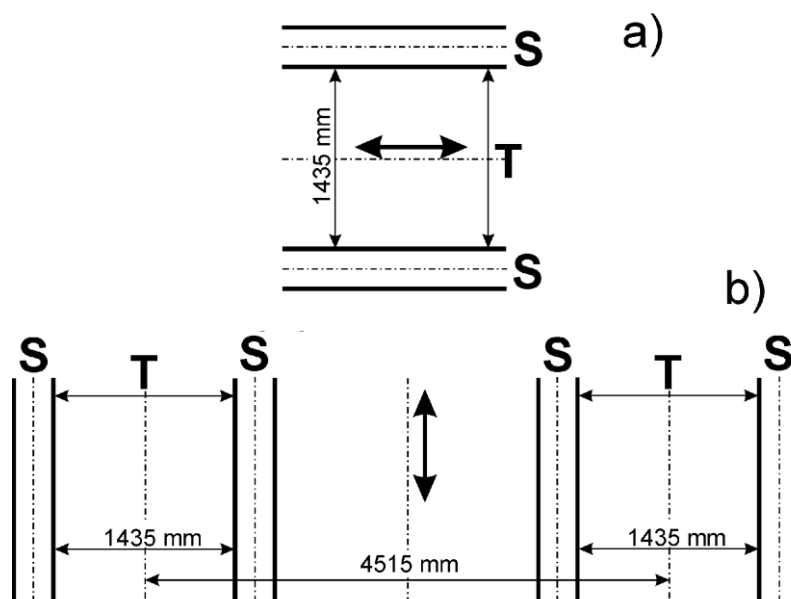
Konstrukcja pokrywy ma zapewniać łatwe i skuteczne odprowadzanie wody deszczowej, ale jednocześnie nie może być niebezpieczna dla personelu pracującego na niej. Pokrywa musi być płaska. Na pokrywie należy umocować (przyspawać) elementy (uchwyty) umożliwiające obsłudze przypięcie się do nich za pomocą pasa bezpieczeństwa. Całą lub część pokrywy należy pomalować farbą przeciwpoślizgową.

Należy przewidzieć następujące elementy umożliwiające przemieszczanie, montaż oraz demontaż całkowicie zmontowanej i napełnionej olejem kadzi PF:

- cztery płyty podnośnikowe (inaczej „wsporniki do lewarowania”) umożliwiające nieznaczne podniesienie kompletnie zmontowanych kadzi PF (np. celem założenia kół jezdnych lub zmiany ich położenia),
- co najmniej cztery ucha do założenia lin dla przesunięcia kompletnie zmontowanej kadzi PF na własnych kołach w kierunku wzdłużnym (tj. wzdłuż dłuższej osi kadzi) i poprzecznym (tj. prostopadłe do tej osi),
- ucha do podnoszenia pokrywy kadzi, konserwatora i przełączników zaczepek.

Każda z kadzi PF musi być wyposażona w odejmowalne koła jezdne (lub zestawy kół jezdnych) umożliwiające jej przetoczenie w stanie kompletnie zmontowanym (lub praktycznie zmontowanym) w kierunku wzdłużnym (tj. wzdłuż dłuższej osi kadzi) i poprzecznym (tj. prostopadłe do tej osi) na odległość do ok. 50 m celem umieszczenia jej na stanowisku pracy.

Szkic rozstawu szyn jezdnych do ustawienia i przetaczania PF podano niżej na rys. nr 1



Rys. nr 1. Szkic rozstawu szyn jezdnych do ustawienia i przetaczania PF w kierunku wzdłużnym – a) i w kierunku poprzecznym –b). S – szyna jezdna, T – tor jezdny. Rysunek nie zachowuje skali.

Szkic rozstawu szyn jezdnych do ustawienia i przetaczania PF podaje rys. nr 1. Przy ustawieniu PF oraz przetaczania w kierunku wzdłużnym (tj. wzdłuż podłużnej osi kadzi) wszystkie koła jezdne podwozia stoją na jednym torze o prześwicie 1435 mm. Przy ustawieniu i przetaczaniu PF w kierunku poprzecznym (tj. prostopadłym do podłużnej osi kadzi) część kół jezdnych stoi na jednym torze jezdny

o prześwicie 1435 mm zaś część na drugim równoległym do niego, też o prześwicie 1435 mm. Osie tych torów są rozstawione na odległość $3 \cdot 1505 = 4515$ mm.

Zestawy kół jezdnych mają być tak zaprojektowane, aby nierównomierności szyn, po których jest przetaczana jednostka, nie powodowały ich zablokowania. Elementem wyposażenia PF (jego kół jezdnych) muszą być ograniczniki umożliwiające zablokowanie kół po ustawieniu na miejscu pracy.

.Celem zmniejszenia poziomu hałasu Wytwórca może zainstalować panelowe ekrany głuszące mocowane do ścianek kadzi, oraz ewentualnie (częściowo) do pokrywy.

Nie dopuszcza się zastosowania ekranu akustycznego jako oddzielnego elementu (komory akustycznej) otaczającego każdą PF i zlokalizowanego w pewnej odległości od niego.

Szczegóły ewentualnego zastosowania ekranów akustycznych podlegają omówieniu i akceptacji w ramach przeglądu projektu.

3.2. Uziemienia kadzi

Na dolnej części każdej kadzi mają się znajdować dwa występy zlokalizowane po przekątnej z zaciskami uziemiającymi, odpowiednie do przyłączenia płaskownika miedzianego, miedziowanego lub z ocynkowanej taśmy stalowej o przekroju 100 mm^2 . Jeden zacisk uziemiający musi być zlokalizowany po prawej stronie od strony izolatorów przepustowych 400 kV zaś drugi – po przeciwległej. Oba zaciski mają być tak umieszczone, aby nie kolidowały z innymi elementami na kadzi.

Powierzchnia styków musi być zabezpieczona przed korozją w sposób zapewniający właściwy styk elektryczny.

Szafa sterownicza musi być uziemiona poprzez zastosowanie widocznego połączenia.

Przekładniki prądowe mają być uziemione w szafce połączeniowej do widocznego na zewnątrz, wspólnego zacisku uziemiającego o przekroju kabla uziemiającego co najmniej 25 mm^2 .

Wszystkie elementy metalowe nie zespawane z kadzią muszą być uziemiane niezależnie i przyłączone do zacisków uziemiających.

3.3. Zawory i armatura

Każdą kadź należy wyposażyć w następujące zawory i armaturę, przy czym ich rozmieszczenie oraz szczegóły konstrukcyjne muszą być zaakceptowane przez Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

Najważniejsze z nich wymieniono w poniższym wykazie.

1. Dwa złącza 25 mm (DN 25) do pobierania próbek oleju z góry i dołu kadzi wyposażone w zawory kulowe oraz końcówki mosiężne umieszczone u dołu ścianki kadzi. Punkt pobierania

próbki oleju z góry kadzi ma być doprowadzony do dołu, tak, aby był dostępny z poziomu ziemi.

Zawory te mają być wyposażone w system zabezpieczenia przed nieuprawnionym poborem oleju (przystosowane do zamknięcia na kłódkę i do plombowania).

2. Dwa złącza ściekowe (spustowe) 80 mm lub 50 mm (DN 80 lub DN 50) zlokalizowane na dolnej ściance kadzi na każdym końcu kadzi, wyposażone w zawory kulowe oraz mosiężne końcówki. Złącza te będą również wykorzystywane do napełniania kadzi olejem oraz do obiegowego uzdatniania oleju. Złącza mają być wprowadzone w kieszeń, lub znaleźć się możliwie blisko połączenia ścianki kadzi z dnem kadzi. Dostęp do nich musi być łatwy.
3. Dwa złącza 80 mm lub 50 mm (DN 80 lub DN 50) na pokrywie kadzi do napełniania olejem oraz do obiegowego uzdatniania oleju. Muszą być one wyposażone w dwa 90⁰ kolankowe zawory kulowe oraz mosiężne końcówki oraz umieszczone na przeciwległych krańcach pokrywy kadzi. Co najmniej jedno z nich ma być przystosowane do wytwarzania próżni w kadzi.
4. Jedno złącze 25 mm (DN 25) wyposażone w zawór kulowy z mosiężną końcówką zlokalizowane na pokrywie kadzi w pionie powyżej złącza 25 mm do pobierania próbki oleju z dołu kadzi przeznaczone do przyłączenia przyrządu pomiarowego próżni oraz ciśnienia lub też wskaźnika poziomu (elastycznego węża z tworzywa sztucznego) przy napełnianiu próżniowym. Złącza z poz. 3 powyżej mogą spełniać tą funkcję, o ile oba są przystosowane do wytwarzania próżni.
5. Dwa złącza/korki ściekowe na dole kadzi, o ile złącze wg 2) powyżej nie daje pewności, że cały olej z kadzi zostanie usunięty.
6. Odpowiednie zawory z kryzami do przyłączenia urządzenia do monitorowania w trybie *on-line* zawartości w oleju, co najmniej trzech gazów palnych – patrz pkt 2.10.4 niniejszej specyfikacji. Parametry techniczne zaworu mają być dostosowane do wymagań urządzenia do monitoringu.
7. Zastawki/zawory o odpowiedniej średnicy umieszczone na wlocie do każdego radiatora i baterii radiatorów oraz na wylocie z każdego z nich umożliwiające odcięcie od kadzi i pozostałych radiatorów oraz baterii radiatorów.
8. Zawory do odcięcia kolektorów od kadzi.
9. Korki (zawory) do odpowietrzania radiatorów, baterii radiatorów oraz kolektorów.
10. Korki (zawory) spustowe oleju z radiatorów, baterii radiatorów oraz kolektorów.

11. Kieszenie termometrowe na pokrywie do pomieszczenia oporowych czujników temperatury.

Wszystkie elementy i urządzenia związane z układem chłodzenia (zawory, pompy, czujniki, przekaźniki montowane na kadziach PF, grzejniki, separatory oleju itp.) muszą być opisane i oznaczone odpowiednim symbolem na wszystkich schematach ideowych i tabliczkach dotyczących PF.

Jednostki PF transportowane z olejem zakrywającym rdzeń i uzwojenie muszą być wyposażone we wskaźnik poziomu oleju na czas transportu.

Szczegóły w ww. sprawach zostaną omówione i uzgodnione w ramach przeglądu projektu.

3.4. Włazy

Na ściankach kadzi, a jeśli potrzeba to również na jej pokrywie należy przewidzieć włazy i otwory rewizyjne. Mają one umożliwiać łatwy dostęp celem sprawdzenia, naprawy lub wymontowania przekładników prądowych, elementów przełącznika zaczepów, połączeń uzwojeń jak również innych elementów wymagających rutynowego lub awaryjnego przeglądu.

Należy przewidzieć dwa włazy umożliwiające dostęp do wybieraków przełączników zaczepów i przełącznika ARS (jeśli dotyczy). Włazy mają mieć wymiar 660x660 mm lub średnicę 660 mm celem umożliwienia łatwego dostępu do przełączników zaczepów. Otwory rewizyjne mają mieć wymiar 300x600 mm lub średnicę 400 mm.

Wszystkie włazy, otwory rewizyjne oraz otwory izolatorów przepustowych umieszczone na pokrywie mają mieć kryzy, aby uniemożliwić dostanie się wody przez otwór powstały po zdjęciu ich pokryw.

Na pokrywie kadzi mają się znajdować co najmniej dwa włazy celem umożliwienia dostępu do wnętrza bez potrzeby obniżania poziomu oleju poniżej górnej powierzchni rdzenia.

Połączenia wszystkich włączów, otworów oraz kominków izolatorów przepustowych mają być śrubowe oraz mają mieć odpowiednie uszczelki i kryzy. Uszczelki muszą być wykonane z gumy olejoodpornej lub równoważnego materiału olejoodpornego.

Wszędzie gdzie jest to możliwe należy stosować "O ringi" w przeznaczonych do rozmontowywania połączeniach kryzowych. Powierzchnie metalu muszą być starannie oczyszczone, aby zapobiec przywieraniu uszczelki. Należy stosować właściwe odboje przy uszczelkach celem uniknięcia nadmiernego ich ściśnięcia.

Monitorowanie wyładowań niepełnych w PF w trybie *on-line* przy wykorzystaniu sond UHV wymaga zainstalowania na kadzi co najmniej dwóch specjalnych „okien” dielektrycznych z zamocowanymi w nich czujnikami pomiarowymi – jednego w górnej, drugiego zaś w dolnej części

kadzi. Okna powinny być tak usytuowane, aby przy dostępnej długości czujniki pomiarowe znajdowały się możliwie blisko potencjalnych źródeł wyładowań niezupełnych.

Możliwe jest również wykorzystanie do tego celu otworów rewizyjnych, zakrywanych pokrywami wykonanymi z materiału dielektrycznego z zamontowanymi czujnikami.

Przyjęte rozwiązanie, typ użytych sond UHV, rozmiary okien/pokryw oraz ich materiał są przedmiotem uzgodnień technicznych w ramach przeglądu projektu.

3.5. Zawory przeciwybuchowe

Na każdej kadzi należy umieścić dwa zawory przeciwybuchowe ‘Qualitrol’ lub inne równorzędne. Należy przewidzieć kierownice i odcinki rur uniemożliwiające opryskanie osób, które, w przypadku działania zaworów znajdują się przy kadzi na poziomie ziemi, jeżeli usytuowanie zaworów bez tych elementów umożliwiłoby takie opryskanie.

Każdy zawór musi mieć dwie pary styków wyprowadzone na listwę zaciskową szafy sterowniczej. Nie będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji.

3.6. Konserwatory

3.6.1. Budowa konserwatorów

Każda kadź jednostki PF ma być wyposażona w konserwator główny połączony z kadzią za pomocą rury o średnicy wewnętrznej ok. 80 mm zaopatrzonej w zawór ze wskaźnikiem położenia zaworu.

Konserwator musi być szczelny i mieć olejoszczelny worek gumowy połączony z atmosferą za pośrednictwem odwilżacza.

Objętość konserwatora głównego musi być adekwatna do zmian objętości oleju, adekwatna do zmian objętości oleju, które mogą pojawić się w eksploatacji pomiędzy skrajnymi stanami PF, a mianowicie stanem jednostki niepracującej i temperaturze otoczenia - 30 °C oraz stanem jednostki pracującej przy pełnym obciążeniu w temperaturze otoczenia + 40 °C. Przy temperaturze otoczenia - 30 °C i wyłączonym PF poziom oleju musi być widoczny we wskaźniku poziomym oleju. Przy temperaturze otoczenia +40 °C i maksymalnym obciążeniu PF w stanach ustalonych poziom oleju nie może przekraczać poziomu dopuszczalnego i również musi być widoczny we wskaźniku poziomym oleju. Odczyt musi być możliwy z poziomu ziemi w odległości bezpiecznej od elementów PF będących pod napięciem.

Wymagania dotyczące analogowego nadajnika poziomu oleju, będącego częścią wskaźnika poziomu oleju podano w pkt 2.10.3 niniejszej specyfikacji.

Podobciążeniowe przełączniki zaczepów oraz przełączniki ARS (w razie zastosowania) danej kadzi muszą posiadać oddzielne konserwatory. Konserwatory te muszą stanowić wydzielony fragment konserwatora głównego.

3.6.2. Wyposażenie konserwatorów

Każdy z konserwatorów musi być wyposażony w następujące akcesoria:

- 1) Przyłącze do napełniania olejem wprowadzone na dole konserwatora i przedłużone w jego wnętrzu tak aby sięgać do wysokości około 40 mm od góry konserwatora,
- 2) Odpowiednio zamocowaną rurę z zaworem o średnicy 50 mm lub 80 mm (DN50, lub DN 80) oraz mosiężną końcówką, biegnącą od góry konserwatora do kadzi autotransformatora tak, aby można było napełniać każdą z tego miejsca.,
- 3) Połączenie do opróżniania konserwatora o średnicy 25 mm wyposażone w zawór DN25 oraz mosiężną końcówkę,
- 4) Oddzielne odwilżacze silikażelowe worka powietrznego konserwatora głównego i konserwatora przełącznika zaczepów,
- 5) Właz u góry konserwatora głównego,
- 6) Niezależne wskaźniki poziomu oleju widoczne z poziomu ziemi,
- 7) Ucha do podnoszenia.

W połączeniu olejowym pomiędzy kadzią a konserwatorem głównym należy zainstalować dwustopniowy przekaźnik gazowo-przepływowy (Buchholza) a między każdą komorą przełącznika mocy a konserwatorem przełącznika zaczepów jednostopniowy przekaźnik przepływowy. Wymagania dotyczące tych przekaźników podano w pkt 2.10.2 niniejszej specyfikacji.

Szczegóły rozwiązania konserwatorów i ich wyposażenia podlegają uzgodnieniu w ramach przeglądu projektu.

3.7. Drabiny i pomosty

Kadź każdej jednostki PF należy wyposażyć w drabinę z pomostem (podestem) mocowanymi do kadzi i pokrywy. Mają one ułatwić dostęp do pokrywy oraz obserwację pokrywy, a szczególnie przekaźnika gazowo – przepływowego. Pomost należy usytuować prostopadle do podłużnej osi kadzi nad szafą sterowania, tj. od strony konserwatora głównego. Może on znajdować się całkowicie lub częściowo poza obrysem kadzi. Jego długość nie może być mniejsza od szerokości (obrysu) kadzi. Pomost musi mieć barierkę, co najmniej na swym końcu oraz od strony przeciwnej niż pokrywa kadzi.

Drabinę należy usytuować tak, aby umożliwiała ona wygodne i bezpośrednie wejście na ww. pomost. W górnej części drabina ma posiadać zabezpieczenie przed przypadkowym odpadnięciem od niej wchodzącego pracownika. Dolna część drabiny musi się kończyć na poziomie pomostu przy szafie sterowniczej lub tuż nad poziomem tłucznia w misie olejowej. Dolną części drabiny należy wyposażyć element(y) zabezpieczające przed przypadkowym wejściem.

Rozwiązanie konstrukcyjne drabiny i pomostu zostaną uzgodnione w ramach przeglądu projektu.

3.8. Wykończenie oraz ochrona przed korozją

Zewnętrzną powierzchnię kadzi, pokrywy, konserwatora(ów), rurociągów, kolektorów, itp. należy starannie wyczyścić, a następnie pomalować farbą wodoodporną (farbami wodoodpornymi) o wysokiej trwałości zgodnie z normą EN ISO 12944 o korozyjności kategorii C5.

Radiatory muszą być bardzo starannie ocynkowane ogniowo zgodnie z normą EN ISO 1461, lub też pomalowane identycznie jak ww. elementy.

Zewnętrzna powierzchnia kadzi oraz elementów stalowych musi być zabezpieczona przed korozją w powietrzu zawierającym dwutlenek siarki o koncentracji podanej w pkt 3.1 Wymagań podstawowych. Wszystkie elementy łączące narażone na wpływy atmosferyczne muszą być galwanizowane lub kadmowane.

Na wszystkich etapach produkcji należy upewniać się, czy chropowate miejsca, takie jak spawy zostały starannie wyczyszczone i pomalowane. Powłoki antykorozyjne muszą zapewnić trwałość ochrony przez minimum 40 lat.. Kadz ba być koloru jasnoszarego (RAL 7032)

Wnętrze kadzi ma być wykończone za pomocą farby odpornej na olej, która nie zanieczyszcza oleju. Wykonawca musi zapewnić farbę na poprawki lakiernicze po zainstalowaniu autotransformatora

Rodzaj ochrony przed korozją oraz kolor muszą być zaaprobowane przez Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

3.9. Tabliczka znamionowa i schematowa oraz oznaczenia

Wszystkie tabliczki (znamionowe, schematowe, oznaczeniowe) muszą być w języku polskim. Mają być one odporne na czynniki zewnętrzne. Ich trwałość nie może być krótsza od 40 lat.

PF należy wyposażyć w dwie tabliczki:

1. Tabliczka znamionową zawierającą dane zgodnie z normą PN-EN 60076-1 oraz normą IEC 62032 z uwzględnieniem:

- a) Podstawowe dane PF (również w funkcji pozycji przełączników zaczepeków i przełącznika ARS),

- b) Schemat połączeń uzwojeń z zaznaczeniem wszystkich przekładników prądowych,
 - c) Oznaczenie zacisków przekładników prądowych i ich parametry,
 - d) Schematyczne rozmieszczenie zacisków uzwojeń na kadzi oraz przełączników zaczepów,
- Dopuszcza się podział tabliczki znamionowej na dwie oddzielne części. Jedna zawierająca dane znamionowe i drugą zawierająca schemat elektryczny PF.

2. Tabliczka połączeń rurowych oraz zaworów i zastawek wraz z podaniem ich położenia w różnych reżimach pracy: normalna praca, napełnianie olejem, itp.

Wymiary tabliczek z poz. 1 i 2 oraz napisy na nich mają być takie, aby umożliwiać odczyt gołym okiem z odległości co najmniej 1 metra. Wysokość każdej tabliczki ma być większa niż jej szerokość. Szerokość każdej z nich (mniejszy wymiar) ma wynosić co najmniej 600 mm, zaś wszystkie napisy na nich mają być grawerowane na dostateczną głębokość. Tabliczki muszą być wykonane z laminatu dwuwarstwowego biało – czarnego odpornego na działanie czynników atmosferycznych. Omawiane tabliczki należy mocować do zewnętrznej powierzchni drzwi szafy sterowniczej.

Każdą z kadzi składowych należy również wyposażać w dwie tabliczki zawierające jedynie te informacje, które dotyczą danej kadzi. Ponadto, na każdej kadzi należy umieścić dużą tablicę informacyjną podającą oznaczenie (przeznaczenie) danej kadzi, w tym i oznaczenie faz (U, V, W).

Izolatory przepustowe oraz złącza mają posiadać własne tabliczki oznaczeniowe. Należy je mocować do kominków, jeśli są, lub na kadzi (pokrywie) w pozostałych przypadkach. Ich wielkość oraz miejsce mocowania musi zapewniać czytelność z poziomu gruntu. Jeśli oznaczenie zacisków „L” i „S” zamocowane jak wyżej nie są widoczne z poziomu gruntu, to należy zainstalować dodatkowe tabliczki mocowane do ścianki kadzi lub radiatorów tak, aby były one widoczne z poziomu ziemi.

Oznaczenie zacisków ma być następujące:

- a) Zaciski liniowe uzwojenia szeregowego transformatora TD:
 - strona „źródła”, tj. od strony torów linii „S”: **1US, 1VS, 1WS,**
 - strona „obciążenia”, tj. od strony szyn stacji „L”: **1UL, 1VL, 1WL.**
- b) Zaciski uzwojenia wtórnego (wzbudzającego) transformatora TD:
2U1, 2U2; 2V1, 2V2; 2W1, 2W2.
- c) Zewnętrzne połączenie do zacisków liniowych 400 kV uzwojenia pierwotnego TW (jeśli występuje): **3U, 3V, 3W.**
- d) Zaciski zerowe uzwojenia pierwotnego (tj. 400 kV) transformatora TW”
 - w przypadku wyprowadzenia tylko skojarzonego zaciski gwiazdowego: **3N,**

- w przypadku wyprowadzenia końców uzwojeń fazowych przeznaczonych do skojarzenia w gwiazdę: **3UN, 3VN, 3WN**.
- e) Zaciski zerowe uzwojenia regulacyjnego TW:
 - w przypadku wyprowadzenia tylko skojarzonego zaciski gwiazdowego: **4N**,
 - w przypadku wyprowadzenia końców uzwojeń fazowych przeznaczonych do skojarzenia w gwiazdę: **4UN, 4VN, 4WN**.
- f) Zaciski liniowe uzwojenia regulacyjnego transformatora TW: **4U, 4V, 4W**.

Zawory i przyłącza wg pktu. 3.3 muszą mieć tabliczki oznaczeniowe zawierające oznaczenie słowne i kodowe (numerowe),, zgodne z oznaczeniami podanymi na rysunkach i w dokumentacji techniczno-ruchowej oraz na tabliczce podającej połączenia rurowe (ppkt 2 powyżej).. Analogicznie należy oznaczać wsporniki do lewarowania i ucha do przeciągania (przetaczania). Należy oznaczać miejsca przyłączenia uzziemień.

Należy również oznaczać za pomocą tabliczek oznaczeniowych inne elementy, zwłaszcza służące do przyłączania obwodów jak np. oporowe czujnik temperatury, zaciski do uzziemienia rdzenia i jego konstrukcji, itp. Tabliczki mogą podawać tylko oznaczenie kodowe (numer), zgodne z rysunkami, schematami połączeń elektrycznych i dokumentacją techniczno–ruchową.

Szczegóły związane ze wszystkimi tabliczkami podlegają omówieniu w ramach przeglądu projektu.

4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU

Kwestie dotyczące transportu są podane w częściach komercyjnych SIWZ (cz. I oraz cz. IV)

Wymagane jest uzgodnienie przez Wykonawcę przebiegu transportu autotransformatora z Zamawiającym.

Kadzie PF należy zaprojektować i wykonać tak, aby możliwy był ich załadunek, ich transport i wyładunek z wagonu kolejowego oraz przyczepy drogowej spełniających wymagania przepisów dotyczących środków transportowych obowiązujących w Polsce. Kadzie PF muszą być wykonane w sposób umożliwiający ich transportowanie co najmniej na wagonie kolejowym burtowym oraz na burtowej przyczepie drogowej.

Konstrukcja i wykonanie kadzi oraz ich kół jezdnych musi umożliwiać ich przetaczanie na własnych kołach w obrębie stacji elektroenergetycznej w stanie kompletnie zmontowanym (lub praktycznie zmontowanym) w kierunku podłużnym (tj. wzdłuż dłuższej osi kadzi) i poprzecznym (tj. prostopadle do tj. osi) na odległość do ok. 50 m celem umieszczenia ich na stanowisku pracy. W trakcie przetaczania należy przewidywać zmianę kierunku przetaczania.

W celach transportowych każda kadź PF musi mieć zamontowane mechaniczne wskaźniki/rejestratory wstrząsów (*shock indicator*) występujących w płaszczyznach X, Y, Z oraz mieć zainstalowaną butlę z azotem lub suchym powietrzem z manometrem w celu odczytu wartości nadciśnienia gazu w kadzi. Osoby upoważnione przez Zamawiającego sprawdzą wskazania rejestratorów i manometru tuż przed transportem oraz po dotarciu ładunku na miejsce dostawy i niezwłocznie przekażą Zamawiającemu raport z odczytu wskaźników wraz z oceną odczytów.

W zależności od wskazań przyrządów będą podejmowane decyzje o zakresie niezbędnych pomiarów na stacji oraz o odbiorze jednostki

5. OSPRZET

Jednostki (kadzie) PF muszą być wyposażone co najmniej w następujące elementy:

- 1) Konserwator główny,
- 2) Konserwator podobciążeniowych przełączników zaczepów i przełączników ARS,
- 3) Wskaźnik poziomu oleju w konserwatorach głównych ze stykami dla zdalnego wskazywania minimalnego i maksymalnego poziomu oleju,
- 4) Włazy oraz otwory rewizyjne,
- 5) Dwustopniowy przekaźnik gazowy (przekaźnik Buchholtza), typ o średnicy 80 mm, umieszczony między kadzią a konserwatorem głównym z dwoma stykami na każdym stopniu,
- 6) Zawór między przekaźnikiem gazowym a konserwatorem głównym,
- 7) Kompletnie przełączniki zaczepów i przełączniki ARS z napędami,
- 8) Wskaźnik poziomu oleju w konserwatorze przełączników zaczepów i przełączników ARS,
- 9) Jednostopniowe przekaźniki gazowo - przepływowy oraz zawory ciśnieniowe (przeciwwybuchowe) przełączników zaczepów i przełączników ARS,
- 10) Cztery płyty podnośnikowe (wsporniki do lewarowania),
- 11) Ucha do podnoszenia kadzi za pomocą liny,
- 12) Ucha do podnoszenia pokrywy,
- 13) Co najmniej cztery ucha do przetaczania w obu kierunkach,
- 14) Blokada kół do przetaczania,
- 15) Drabina do wejścia na górę kadzi i pomost,
- 16) Ucha do wyjmowania rdzeni z uzwojeniami z kadzi,

- 17) Odwilżacze silikażelowe konserwatorów głównych oraz przełączników zacze­pów i przełączników ARS,
- 18) Termometr AKM z podziałką temperatury oleju w górnej warstwie z dwoma nastawialnymi parami styków oraz trójprzewodowe, oporowe czujniki temperatury oleju w górnej warstwie,
- 19) Mikroprocesorowy sterowniki układu chłodzenia,
- 20) Zawory oraz inny niezbędny osprzęt kadzi jednostki PF,
- 21) Radiatory (baterie radiatorów) i wentylatory,
- 22) Zastawki na wlocie i wylocie z radiatorów (baterii radiatorów), pomp olejowych oraz ew. kolektorów oleju odejmowalnych na czas transportu,
- 23) Pompy oleju oraz wskaźniki przepływu oleju,
- 24) Dwa zawory przeciwwybuchowe ze stykami,
- 25) Występy do transportu na platformie drogowej burtowej lub burtowym wagonie kolejowym,
- 26) Korki (zawory) odpowietrzające i do opróżniania radiatorów (baterii radiatorów), oraz kolektorów
- 27) Czujnik do monitorowania on-line gazów palnych oraz wody w oleju,
- 28) Szafy sterownicze oraz szafki pośredniczące,
- 29) Obwody pomiarowe, sterownicze i sygnalizacyjne,
- 30) Zaciski uziemiające na kadziach jednostki PF (po dwie sztuki na każdej kadzi),
- 31) Zaciski uziemiające szaf napędu przełączników zacze­pów i przełączników ARS, szafy sterowniczej oraz szafek pośredniczących,
- 32) Szybko działające zawory nadciśnieniowe (przeciwwybuchowe) komór przełączników zacze­pów i przełączników ARS,
- 33) Tabliczki znamionowe i oznaczeniowe wg pkt. 3.9,
- 34) Połączenie 400kV między kadziami z wyposażeniem.
- 35) Co najmniej dwa specjalne „okna” dielektryczne z zamocowanymi w nich czujnikami pomiarowymi (sondami) UHF, o ile uzgodniono taką instalację.

6. PRÓBY

6.1. Informacje i wymagania ogólne

Próby i pomiary wykonuje się zgodnie z PN-EN 600761, PN-EN 60076-3 oraz IEC 62032..

Jako ogólną zasadę przyjmuje się, iż punktem odniesienia są warunki jakie występują przy próbie połączonych jak do normalnej pracy elementów wszystkich składowych PF.

Jeśli wykonanie prób w takim układzie nie jest możliwe ze względów technicznych, to dopuszcza się ich przeprowadzenie w układzie (połączeniach) zastępczym, np. badanie elementów znajdujących się w danej jednostce, np. kadzi.

Jeśli do wykonania pomiarów i prób konieczne okaże się dostępność niewyprowadzonych punktów uzwojeń, których nie ma potrzeby wyprowadzać do normalnej pracy, to punkty takie należy udostępnić poprzez doraźne zamontowanie izolatorów przepustowych lub podobnych elementów.

Jeśli do dokonania obliczeń i oszacowań konieczne (pomocne) są wyniki pomiarów przeprowadzonych w trakcie produkcji (tzw. pomiary międzyoperacyjne) to Wykonawca wykona te pomiary, a wyniki przedstawi w protokole z prób końcowych. Wszystkie wyniki pomiarów międzyoperacyjnych, które mogą być przydatne w eksploatacji oraz przy ew. remontach, muszą być podane w protokole z prób końcowych.

Wszystkie podstawowe elementy, takie jak izolatory przepustowe, podobciążeniowe przełączniki zaczepów i przełączniki ARS, przekładniki muszą zostać w pełni zbadane przed ich zamontowaniem do PF zgodnie z normami przedmiotowymi a raporty z ich prób typu i wyrobu (atesty) muszą być przedstawione podczas prób fabrycznych PF i być dołączone do protokołu z tych prób. Funkcjonalne badania przełączników zaczepów i przełączników ARS należy wykonać przed wykonaniem prób fabrycznych.

Wszystkie pomocnicze urządzenia i obwody powinny być sprawdzone funkcjonalnie. Sprawdza się izolację oraz ciągłość obwodów pomocniczych zgodnie ze schematem połączeń. Wyniki sprawdzenia przewodowania oraz próby funkcjonalne należy dołączyć do protokołu z prób fabrycznych PF.

Zakres odbiorczych prób fabrycznych ma być uzgodniony z Zamawiającym a same próby mają być wykonane w obecności przedstawicieli Zamawiającego.

6.2. Próby typu

Próby typu wykonuje się na pierwszym PF wykonanym w ramach kontraktu. Mają one na celu wykazanie, że urządzenie spełnia te wymagania kontraktu, które nie są weryfikowane przez próby wyrobu.

6.2.1. Próba nagrzewania

Próby przeprowadza się według normy PN-EN 60076-2, oraz IEC 60076-7. Próba ta uzupełniona obliczeniami dokonanymi na podstawie jej wyników oraz o dane konstrukcyjne ma wykazać, iż PF spełnia wszystkie wymagania w zakresie obciążalności wg tab. nr 4. Wymagań podstawowych przy obu rodzajach chłodzenia – patrz pkt. 2.4.2 niniejszej specyfikacji.

Układ połączeń kadzi przy próbach nagrzewania oraz rozmieszczenie niezbędnych tymczasowych przepustów umożliwiających określenie strat i przyrostów temperatury w poszczególnych uzwojeniach PF podlegają ustaleniu i uzgodnieniu w ramach przeglądu projektu w oparciu o obliczenia dokonane przez Wykonawcę.

Temperaturę najgorętszego miejsca szacuje się w oparciu o wyniki próby nagrzewania.

Próba (próby) ma również dostarczyć danych do wyznaczania operacyjnej obciążalności przy różnej skuteczności układu chłodzenia. Ma również stanowić podstawę do doboru temperatury załączania poszczególnych pomp olejowych i grup wentylatorów, oraz temperatury ostrzegawczej i alarmowej.

Parametry próby (np. pozycje przełączników zaczepów) muszą być określone na podstawie analizy wykazującej największe obciążenie cieplne (m. in. straty obciążeniowe) poszczególnych uzwojeń. Na tej podstawie należy ustalić oraz uzgodnić (w ramach przeglądu projektu) połączenia przy różnych obciążeniach w ramach próby nagrzewania. O ile nie ma jednego połączenia i jednej pozycji przełączników zaczepów (również i przełącznika ARS), przy których występuje największe zagrożenie cieplne wszystkich uzwojeń obu transformatorów (TD i TW), to należy przeprowadzić kilka cykli nagrzewania przy chłodzeniu OD.

Ponadto należy wykonać próbę nagrzewania przy chłodzeniu ONAN z obciążeniem wymienionym w pkt. 2.4.2..

Próby (cykle obciążenia) mają umożliwić wyznaczenie ustalonej temperatury oleju oraz cieplnej stałej czasu oleju. Próby należy prowadzić do czasu ustalenia się przyrostów temperatury oleju wg. PN-EN 60076-2.

Przyrostu temperatury każdego z uzwojeń każdego z transformatorów TD i TW, oraz ich stałej czasu. Ekstrapolację średniego przyrostu temperatury uzwojeń na moment wyłączenia należy wykonać za pomocą ekstrapolacji numerycznej z zastosowaniem funkcji dwuwykładniczej.

W końcowym okresie cykli nagrzewania przy największych obciążeniach cieplnych monitoruje się lokalne temperatury kadzi oraz zacisków elektrycznych za pomocą kamery na podczerwień. Mają one wykazać, że temperatura na kadzi oraz połączeń przy obciążeniach podanych w pkt. 5.3.1, tab. nr 4,

Wymagań podstawowych (PSE-ST.PF.400.1200.PWT/2014v1) nie przekracza wartości podanych w tejże tabeli.

Wyniki monitorowania podlegają ocenie i przyjęciu przez Zamawiającego. W przypadku wątpliwości cykle te powtarza się celem dokonania powtórnego monitorowania lokalnych temperatur kadzi.

Zasady pobierania próbek do analizy zawartości gazu rozpuszczonego w oleju podczas próby oraz kryteria oceny podano w pkt. 6.3.10 niniejszej specyfikacji.

6.2.2. Wyznaczanie poziomu dźwięku

Pomiary należy wykonać zgodnie z normą PN-EN 60076-10. Do prób PF ma być w stanie kompletnego zmontowania (jak w warunkach eksploatacyjnych), z układem chłodzenia, szafą sterowniczą, wskaźnikami itp.

Jeżeli to nie jest możliwe układ połączeń kadzi przy pomiarze poziomu hałasu podlega ustaleniu i uzgodnieniu w ramach przeglądu projektu.

Poziom mocy akustycznej L_{WA} należy obliczać na podstawie pomiaru średniego skorygowanego poziomu A ciśnienia akustycznego z uwzględnieniem poprawki środowiskowej L_{pA} oraz ze średniego skorygowanego poziomu natężenia dźwięku L_{IA} . wykorzystując zależności z normy PN-EN 60076.10. Jako wynik pomiaru należy podać większą z obliczonych wartości poziomu mocy akustycznej.

Wyniki pomiarów mają wykazać, iż wymaganie podane w tab. nr 3, lp. 19a Wymagań podstawowych (PSE-ST.PF.400.1200.PWT/2014v1) jest spełnione. W tym celu należy wykonać co najmniej dwie serie pomiarów.

- 1) W stanie jałowym, przy wystąpieniu w rdzeniach transformatorów TD i TW indukcji magnetycznej odpowiadającej napięciu jaki wystąpi między zaciskami „L” i „S” w warunkach określonych w tab. 3, lp. 24a oraz 24 b Wymagań podstawowych (PSE-ST.PF.400.1200.PWT/2014v1). Jeśli brak możliwości spowodowania jednoczesnego wystąpienia takiej indukcji w obu rdzeniach, to konieczne może być wykonanie pomiarów przy dwóch napięciach.
- 2) W stanie zwarcia, przy maksymalnych prądach (dokładniej amperozwojach) w uzwojeniach obu transformatorów TD i TW. Analogicznie jak poprzednio, jeśli nie jest możliwe jednoczesne wytworzenie maksymalnej wartości prądów (amperozwojów) w obu transformatorach TD i TW, to należy wykonać pomiary przy dwóch wartościach prądów.

Poziom mocy akustycznej samych urządzeń chłodzących należy określić w odrębnej serii pomiarowej, lub załączyć je przy pomiarach wg serii b) - powyżej.

6.2.3. Wytrzymałość kadzi na próżnię

W badanej kadzi należy obniżyć ciśnienie do wartości poniżej 27 Pa i utrzymywać je na tym poziomie przez cały czas trwania próby. Czas ten musi wynosić 1 minutę na każdy 1 m³ objętości kadzi.

W trakcie próby nie mogą wystąpić trwałe odkształcenia kadzi.

6.2.4. Pomiar impedancji dla składowej zerowej

Ogólne wymagania podaje PN-EN 60076-1.

Na podstawie wyniki pomiarów będzie określona impedancja zwarcia dla składowej zerowej widzianej od strony zacisków „L” i „S” na zaczeple znamionowym oraz na obu skrajnych..

6.2.5. Pomiar mocy pobieranej przez silniki wentylatorów i pomp olejowych

Pomiar poboru mocy należy wykonać przy załączonych wszystkich wentylatorach i pompach olejowych

6.2.6. Pomiary przepięć piorunowych przenoszonych

Należy wykonać pomiary napięć przenoszonych w celu oszacowanie wartości (i kształtu) przepięć piorunowych przenoszonych od strony zacisków liniowych „L” i „S” do pozostałych uzwojeń. Sposób połączenia PF oraz sposób przeprowadzenia pomiarów podlegają ustaleniu i uzgodnieniu w ramach przeglądu projektu w oparciu o obliczenia dokonane przez Wykonawcę.

Pomiary te wraz z obliczeniami dokonanymi przez Wykonawcę będą podstawą do weryfikacji, czy dobrane napięcia probiercze zapewniają dostateczny margines bezpieczeństwa.

6.3. Próby wyrobu

6.3.2. Pomiar rezystancji uzwojeń

Rezystancję wszystkich uzwojeń mierzy się na wszystkich zaczeplach według PN-EN 60076-1. W protokole z pomiarów należy podać wartości przeliczone na temperaturę 20°C.

6.3.3. Pomiar bezobciążeniowego kąta regulacji i grupy połączeń

Pomiary należy przeprowadzić zgodnie z normą IEC 62032:Ed.2. na wszystkich pozycjach przełącznika zaczeplów i przełącznika ARS.

6.3.4. Sprawdzenie przekładni, biegunowości oraz charakterystyk magnesowania przekładników

Należy sprawdzić przekładnie zainstalowanych przekładników wykorzystując uzwojenia pomiarowe, sprawdzić biegunowości względem zacisków PF oraz zmierzyć ich charakterystykę magnesowania.

6.3.5. Sprawdzenie przełącznika zaczepów oraz przełącznika ARS

Funkcjonalne sprawdzenie przełączników należy wykonać zgodnie z PN-EN 60076-1, obwody pomocnicze należy sprawdzić zgodnie IEC 60076-3.

Ponadto należy wykonać oscylograficzny zapis czasów własnych przełączania oraz zmian mocy czynnej pobieranej przez silnik napędowy podczas przełączania. Stanowiąc one będą wielkości odniesienia (finger print) przy badaniach diagnostycznych stanu przełączników w czasie eksploatacji.

6.3.6. Pomiar strat i prądu stanu jałowego

Pomiary należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN 60076-1.

Przed próbą napięciem piorunowym pomiary należy wykonać przy napięciu równym 100% napięcia znamionowego. Po zakończeniu prób dielektrycznych pomiary należy wykonać powtórnie przy napięciu równym 90%, 95%, 100%, 105%, i 110% napięcia znamionowego. Przy wszystkich pomiarach należy sprawdzać współczynnik kształtu krzywej napięcia. Wzrost strat stanu jałowego po próbie napięciem piorunowym może wskazywać na uszkodzenie rdzenia. Wzrost strat stanu jałowego po próbie napięciem piorunowym w stosunku do pomierzonych przed tą próbą przekraczający 3 % podlega ocenie i ew. zaakceptowaniu przez Zamawiającego.

Pomiaru harmonicznego prądu stanu jałowego należy wykonać tylko przy 100% i 105% napięcia znamionowego.

6.3.7. Pomiar strat i impedancji zwarcia

Pomiary należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN 60076-1.

Straty obciążeniowe, oraz napięcie zwarcia należy przeliczyć na temperaturę odniesienia 75 °C. Pomiary należy wykonać przy prądzie nie mniejszym od 90% prądu znamionowego

Pomiary mają określić impedancję zwarcia widzianą od strony zacisków „L” i „S” w funkcji kąta regulacji α . Należy je wykonać na wszystkich charakterystycznych położeniach przełączników zaczepów i przełączników ARS: włączanie kolejnych uzwojeń regulacyjnych i ich wydzielonych części (zgubnej, dokładnej) w obu kierunkach regulacji. Przy włączonym uzwojeniu regulacji drobnej należy wybrać położenia skrajne i co najmniej środkowe (czynna połowa uzwojenia).

Pomiary mają umożliwić określenie cząstkowych impedancji zwarcia każdego z transformatorów TD i TW, oraz ich strat obciążeniowych. Mają one umożliwić określenie strat obciążeniowych (łączy, podstawowych, dodatkowych) całego PF co najmniej na trzech pozycjach kąta regulacji - zerowym oraz obu skrajnych.

6.3.8. Próba napięciem piorunowym

Próbie należy przeprowadzić zgodnie z normą PN-EN 60076-3. Próba zawiera zarówno udary pełne jak i ucięte na grzbiecie o powtarzalnym czasie do ucięcia. Należy stosować co najmniej dwie metody detekcji. Detekcja przy udarze uciętym ma być oparta na porównaniu przebiegów zarejestrowanych przy udarach probierczych, jeśli różnica czasu do ucięcia między udarem obniżonym, a udarami probierczymi to umożliwiają. W przeciwnym razie, przez porównanie przebiegów zarejestrowanych przy udarze pełnym.

Próbie podlegają wszystkie uzwojenia, również i te, które w trakcie pracy nie są przyłączone do linii napowietrznych.

Przy próbie zacisków liniowych „L” oraz „S” napięcie probiercze należy doprowadzić do zacisków „L” uziemiając odpowiadające im zaciski „S” przez rezystancję tak dobraną, aby wystąpiło na niej napięcie 70 – 75% napięcia probierczego. Następnie – odwrotnie. Uzwojenie pierwotne (tj. 400kV) transformatora TW bada się w czasie prób zacisków „L” i „S”.

Przy próbie uzwojenia wzbudzającego transformatora TW napięcie probiercze należy doprowadzić do połączonych ze sobą zacisków. Dopuszcza się również doprowadzenie napięcia probierczego kolejno do każdego z zacisków przy uziemieniu drugiego końca za pomocą rezystora.

Wartości napięć probierczych podano w tabeli nr 5, poz. 2 w dokumencie Wymagania podstawowe.

Przy próbie uzwojenia regulacyjnego transformatora TW każdą fazę należy poddać próbie przy różnym położeniu przełączników zaczepów i przełącznika ARS – znamionowym i skrajnym.

6.3.9. Próba napięciem łączeniowym

Próbie należy przeprowadzić zgodnie z normą PN-EN 60076-3.

Próbie podlega uzwojenie szeregowe transformatora TD, oraz uzwojenie pierwotne (400 kV) transformatora TW. Udar łączeniowy należy doprowadzić do zacisków liniowych uzwojenia regulacyjnego transformatora TW. Jego wartość szczytową należy tak dobrać, aby na zaciskach „L” i „S” danej fazy wystąpiło wymagane napięcie.

Wartości napięć probierczych podano w tabeli nr 5, poz. 3 w dokumencie Wymagania podstawowe.

Jeśli jednoczesne wyindukowanie wymaganej wartości na obu zaciskach badanej fazy nie jest możliwe, to próbę należy wykonać dwukrotnie.

6.3.10. Próba napięciem przemiennym z obcego źródła

Próbie należy przeprowadzić zgodnie z normą PN-EN 60076-3.

Wartości napięć probierczych podano w tabeli nr 5, poz. 1 w dokumencie Wymagania podstawowe.

Próbowi podlegają uzwojenia z wyprowadzonymi zaciskami neutralnymi, oraz uzwojenie wzbudzające transformatora TD.

6.3.11. Długotrwała próba napięciem indukowanym (IVPD) z pomiarem wyładowań niezupełnych

Próbie należy przeprowadzić zgodnie z normą PN-EN 60076-3.

Próbie podlega uzwojenie szeregowo transformatora TD oraz uzwojenie pierwotne (400 kV) transformatora TW: izolacja doziemna oraz międzyfazowa, jeśli w danym rozwiązaniu konstrukcyjnym występuje. Próbie należy wykonać przy wyidukowaniu w tych uzwojeniach wymaganej wartości napięć zasilając uzwojenie regulacyjne transformatora TW. Pozycję przełączników zaczepów i przełącznika ARS należy dobrać tak, aby uzyskać na nim największą wartość napięcia. Jeśli jednoczesne wyidukowanie wymaganej wartości na obu zaciskach fazy i obu uzwojeniach nie jest możliwe, to próbę wykonuje się dwukrotnie.

Wartości napięć probierczych podano w tabeli nr 5, poz. 4 i 5 w dokumencie Wymagania podstawowe.

Przebieg czasowy próby podano w PN-EN 60076-3.:

Wyładowania niezupełne mają być mierzone na zaciskach „L” i „S”. Wartość ładunku pozornego przy napięciu U_2 mierzonego na zaciskach, opisanego powyżej, nie może przekraczać wartości wg tab. nr 3, lp. 6 Podstawowych Wymagań Technicznych, zaś przy napięciu U_3 nie może przekraczać 2/3 tej wartości.

Wynik próby uważa się za pozytywny, jeżeli:

- a) Nie wystąpiło załamanie się napięcia.
- b) Ustabilizowany poziom ładunku pozornego w trakcie całego godzinnego okresu doprowadzania napięcia U_2 nie przekracza wartości wg tab. nr 5, lp. 6 Wymagań podstawowych w żadnym z kanałów pomiarowych.
- c) Wyładowania niezupełne nie wykazują tendencji ciągłego wzrostu przy U_2 , przy czym zaniedbuje się przypadkowe wysoki.
- d) Ustabilizowany poziom wyładowań niezupełnych przy $1.1 U_m/\sqrt{3}$ nie przekracza 2/3 wartości wg tab. nr 5, lp. 6 Wymagań podstawowych.

Jednocześnie z pomiarem wyładowań niezupełnych konwencjonalną metodą elektryczną należy rejestrować wyniki (w mV lub μV) uzyskane przy wykorzystaniu zainstalowanych sond UHV (o ile są zainstalowane), co pozwala na określenie przybliżonej korelacji wyników uzyskanych dwoma metodami w badanym PF.

6.3.12. Próba długotrwałego stanu jałowego

Po zakończeniu wszystkich prób dielektrycznych oraz próby nagrzewania wykonuje się długotrwałą próbę stanu jałowego w warunkach określonych wyżej. Czas trwania wynosi co najmniej 6 godzin, zaś wartość napięcia jest równa 110% napięcia znamionowego. Na początku i na końcu próby odnotowuje się straty stanu jałowego przy napięciu równym 100% i 110 % napięcia znamionowego. W trakcie próby należy okresowo (np. co ok. 30 minut) notować wartość parametrów na zasilaniu transformatora, tzn. moc czynną, prąd, napięcie oraz temperaturę rdzenia mierzoną za pomocą czujników w nim zainstalowanych. Wyniki podaje się w protokole z prób.

Straty stanu jałowego przy napięciu 100% pomierzone na końcu próby porównuje się ze stratami pomierzonymi przed próbami wytrzymałości elektrycznej. Jeśli odchyłka wynosi 3% lub więcej, to próbę powtarza się przedłużając jej czas trwania do 12 godzin. Jeśli w trakcie próby odnotuje się wzrost strat przy napięciu 110% o więcej niż 2,5% w stosunku do pomierzonych na samym początku próby, to próbę przedłuża się, tak, aby od momentu odnotowania wymienionego momentu trwała ona 12 godzin. Jeśli po wydłużonej do 12 godz. próbie odchyłka w dalszym ciągu wynosi 3% lub więcej, to podlega ona ocenie Zamawiającego i ew. jego akceptacji.

Jako wartość znamionową przyjmuje się straty stanu jałowego pomierzone na zakończenie długotrwałej próby stanu jałowego przy napięciu 100 % napięcia znamionowego.

6.3.13. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń, pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności uzwojeń

Należy wykonać pomiary rezystancji izolacji, współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności pomiędzy każdym z uzwojeń a ziemią oraz pomiędzy uzwojeniami.

Rezystancja izolacji należy mierzyć przy napięciu stałym 5 kV

Współczynnik strat dielektrycznych i pojemności należy mierzyć przy napięciu przemiennym 10 kV.

Zmierzone wartości wraz z temperaturą oleju podczas pomiarów zamieszcza się w protokole.

Służą one jako wielkości odniesienia do pomiarów realizowanych w eksploatacji.

6.3.14. Pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności izolatorów przepustowych

Należy wykonać pomiar pojemności i współczynnika strat dielektrycznych między zaciskiem wysokonapięciowym i pomiarowym przy napięciu 10 kV oraz między zaciskiem pomiarowym i ziemią przy niskim napięciu dla wszystkich izolatorów.

6.3.15. Pomiar rezystancji izolacji rdzenia oraz jego elementów konstrukcyjnych

Należy wykonać pomiary rezystancji następujących fragmentów izolacji przy napięciu stałym co najmniej 1000 V:

- 1) pomiędzy rdzeniem a kadzią,
- 2) pomiędzy rdzeniem a jarzmem,
- 3) pomiędzy kadzią a jarzmem.

Zmierzona rezystancja nie może być mniejsza niż 100 MΩ.

6.3.16. Próba szczelności

Każdą każdą jednostki PF, radiatory, zawory oraz pozostałe elementy stanowiące całość zestawu poddaje się próbie na szczelność olejową oraz wytrzymałość. Próbę szczelności wykonuje się na całkowicie zmontowanej jednostce.

Próbę szczelności całkowicie zmontowanego PF napełnionego olejem wykonuje się w temperaturze pokojowej. Wykonuje się ją po próbie nagrzewania. Wytwarza się nadciśnienie 50 kPa u góry kadzi i utrzymuje przez 24 godziny. Nie dopuszcza się żadnych wycieków podczas całej próby. Jeśli wystąpi wyciek, to po jego usunięciu próbę powtarza się.

6.3.17. Pomiar funkcji przenoszenia FRA (Frequency Response Analysis)

Wyniki tych pomiarów stanowią wielkości odniesienia (*finger-print*) rezultatów badań realizowanych w trakcie eksploatacji. Pomiarów dokonuje się przy zasilaniu napięciem sinusoidalnym o stałej amplitudzie modulowanym częstotliwościowo w zakresie co najmniej od około 100 Hz do około 2 MHz. Napięcie doprowadza się kolejno do zacisków liniowych L i S transformatorów TD i TW, przy nieziemionych pozostałych zaciskach liniowych. Celem ustalenia charakterystyki tych uzwojeń mierzy się odpowiedzi na ich zacisku zerowym. W trakcie pomiarów uzwojenie regulacyjne nie jest uziemione. Wykonuje się pomiary dwukrotnie, przy zwartych i rozwartych zaciskach uzwojenia regulacyjnego. Pozycje przełącznika zaczepów: skrajna dodatnia oraz skrajna ujemna.

Należy zwracać uwagę na przejrzystość i staranność protokołu z pomiaru tak, aby możliwa była powtarzalność pomiarów w trakcie eksploatacji. W protokołach z pomiarów należy zamieścić zarówno oscylogramy jak i pliki tekstowe podające wartości w funkcji częstotliwości.

Pomiary należy wykonać na każdej jednostce.

6.3.18. Badanie próbek oleju

W celu wykonania badań parametrów oleju, w tym analizy chromatograficznej gazów rozpuszczonych w oleju zgodnie z normą PN-EN 61181 w trakcie przeprowadzania prób na PF pobiera się w sposób opisany w normie PN-EN 60567 następujące próbki:

- 1) Niezwłocznie przed próbami wymagającymi doprowadzenia mocy (próbka odniesienia) oraz po ich zakończeniu.
- 2) Niezwłocznie przed rozpoczęciem i tuż po zakończeniu każdego cyklu obciążenia próby nagrzewania wymienionego w p. 6.2.1 powyżej, jak również w trakcie jego trwania.
- 3) Niezwłocznie przed rozpoczęciem prób dielektrycznych i tuż po ich zakończeniu.
- 4) Niezwłocznie przed rozpoczęciem długotrwałej próby stanu jałowego i tuż po jego zakończeniu, jak również w trakcie jego trwania.

W trakcie każdego cyklu obciążenia próby nagrzewania należy pobierać próbki pośrednie w odstępach czasowych zalecanych przez PN-EN 61181. Ich analizę wykonuje się wtedy, gdy wystąpią nieprawidłowości i wątpliwości co do wyników otrzymanych z próbek pobranych na początku i na końcu danego cyklu obciążenia próby nagrzewania.

Również w trakcie trwania długotrwałej próby stanu jałowego należy pobierać próbki pośrednie w odstępach czasu ok. 2-3 godz. Ich badanie wykonuje się wtedy, gdy wystąpią nieprawidłowości i wątpliwości co do wyników otrzymanych z próbek pobranych na początku i na końcu próby..

Jeśli odstęp czasu między kolejnymi ww. próbami jest pomijalnie krótki, to liczba pobieranych próbek ulega odpowiedniemu zmniejszeniu.

Pomiar zawartości gazów rozpuszczonych w oleju wykonuje się zgodnie z PN-EN 60567.

Pomiar współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ w temperaturze otoczenia oraz w 90 °C i rezystywności w 90°C, napięcia przebicia, zawartości wody metodą Karla Fischera oraz ilości zanieczyszczeń stałych wykonuje się wg normy PN-EN 60296.

6.4. Dopuszczalny poziom zawartości gazów w oleju

Poziom odniesienia przed próbami

Niżej podano dopuszczalne zawartości gazów rozpuszczonych w oleju w próbce pobranej bezpośrednio przed próbą nagrzewania w ppm (v/v).

wodór	H ₂	5 ppm
metan	CH ₄	0,5 ppm

etan	C ₂ H ₆	0,3 ppm
etylen	C ₂ H ₄	0,3 ppm
acetylen	C ₂ H ₂	< 0,1 ppm

Po próbach nagrzewania

Dopuszczalne przyrosty zawartości gazów rozpuszczonych w oleju [ppm/h] podczas każdego cyklu obciążenia próby nagrzewania, nie mogą przekraczać wartości typowych podanych w normie PN-EN 61181.

Po długotrwałym biegu jałowym

Dopuszczalne przyrosty gazów w oleju [ppm/h] podczas długotrwałego stanu jałowego nie mogą przekraczać wartości typowych podanych w normie Pn-EN 61181 dla próby nagrzewania.

Po zakończonym montażu

Dopuszczalna zawartość gazów rozpuszczonych w oleju po zakończeniu montażu na stanowisku pracy zmierzona w trakcie prób pomontażowych wg p 6.5 poniżej nie może przekroczyć wartości jak przed przystąpieniem do prób (tj. dla próbki odniesienia powyżej), zaś dopuszczalna ilość rozpuszczonego powietrza w oleju nie może przekraczać 0,5% [V/V].

Wyniki pomiarów, w szczególności zawartości gazów rozpuszczonych w oleju przedkłada się Zamawiającemu celem zaaprobowania w trakcie odbioru fabrycznego. Zamawiający w uzasadnionych przypadkach rezerwuje sobie prawo wymagania wykonania dodatkowych prób.

6.5. Próby pomontażowe na stanowisku pracy

Po całkowitym zmontowaniu PF na stanowisku, przed jego uruchomieniem wykonuje się próby pomontażowe, mające wykazać, że PF może być załączony pod napięcie.

Ogólne zasady podaje norma PN-E-04700.

Należy wykonać co najmniej niżej wymienione próby:

- 1) oględziny PF oraz jego elementów,
- 2) sprawdzenie protokołów prób fabrycznych, w tym protokołów/certyfikatów wyposażenia i podstawowych elementów oraz dokumentu zatwierdzenia protokołów prób przez Zamawiającego oraz protokołu odbioru po próbach fabrycznych.
- 3) pomiar rezystancji uzwojeń i przekładni napięciowej.
- 4) sprawdzenie funkcjonalne podobciążeniowego przełącznika zaczepów.

- 5) pomiar bezobciążeniowego kąta regulacji oraz grupy połączeń,
- 6) badanie próbek oleju w badanie zawartości gazów rozpuszczonych w oleju.
- 7) sprawdzenie przekładników prądowych, z wykorzystaniem zwojów pomiarowych, sprawdzenie biegunowości oraz rezystancji izolacji (wg pktu. 6.3.16).
- 8) pomiar rezystancji izolacji uzwojeń przy napięciu stałym 5 kV oraz pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności przy napięciu przemiennym 10 kV.
- 9) pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności przy napięciu przemiennym 10 kV izolatorów przepustowych GN, DN, transformatorów TW i TD.
- 10) pomiar rezystancji izolacji rdzenia oraz jego elementów konstrukcyjnych.
- 11) pomiary funkcji przenoszenia FRA (SFRA).
- 12) sprawdzenie prawidłowości działania układów sterowania, sygnalizacji i pomiarów,
- 13) sprawdzenie konfiguracji sterownika temperatury oraz czujnika zawartości wody i gazów w oleju.
- 14) sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

Dopuszczalna zawartość gazów rozpuszczonych w oleju po zakończeniu montażu na stanowisku pracy pomierzona w trakcie prób pomontażowych nie może przekroczyć wartości jak przed przystąpieniem do prób (tj. próbki odniesienia), zaś dopuszczalna ilość rozpuszczonego powietrza w oleju nie może przekraczać 0,5% [V/V].