



**Polskie Sieci
Elektroenergetyczne**

STANDARDOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

Numer kodowy

PSE-ST.ATR.KEP / 2020

TYTUŁ:

**AUTOTRANSFORMATORY
220/110 kV, 400/220 kV, 400/110 kV,
WYMAGANIA KONSTRUKCYJNE, EKSPLOATACYJNE I PRÓBY**

OPRACOWANO:

Departament Standardów Technicznych

ZATWIERDZONO DO STOSOWANIA

Data

Konstancin-Jeziorna, październik 2020 r.

Spis treści

1.	ZAKRES DOKUMENTU.	4
2.	PARAMETRY KONSTRUKCYJNE I EKSPLOATACYJNE.	4
2.1.	Rdzeń.	4
2.2.	Uzwojenia.	6
2.2.1	Budowa uzwojeń.	6
2.2.2	Wytrzymałość zwarciova uzwojeń.	7
2.2.3	Wytrzymałość dielektryczna uzwojeń.	8
2.2.4	Suszenie i impregnacja uzwojeń.	8
2.2.5	Strumień rozproszenia uzwojeń.	9
2.3.	Olej transformatorowy.	10
2.4.	Układ chłodzenia, pomiary temperatury, model cieplny.	10
2.4.1	Zdolność do obciążania.	10
2.4.2	Charakterystyka układu chłodzenia.	11
2.4.3	Budowa układu chłodzenia.	12
2.4.4	Sterowanie układem chłodzenia. Pomiary temperatury.	13
2.5.	Napowietrzne izolatory przepustowe.	15
2.6.	Podobciążeniowy przełącznik zaczepów.	17
2.6.1	Budowa przełącznika zaczepów.	17
2.6.2	Szafa sterownicza przełącznika zaczepów.	18
2.7.	Przekładniki prądowe.	20
2.8.	Szafa sterownicza.	21
2.9.	System tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej autotransformatora (STiPC).	24
2.10.	Ograniczniki przepięć.	25
2.11.	Pozostałe urządzenia do kontroli stanu autotransformatora w eksploatacji.	26
2.11.1	Oporowe czujniki do pomiaru temperatury.	26
2.11.3	Zawór odcinający konserwator, przekaźnik gazowo-przepływowy kadzi głównej oraz przekaźnik przepływowy PPZ.	26
2.11.4	Wskaźniki poziomu oleju.	27
2.11.5	Monitorowanie <i>on-line</i> zawartości gazów palnych oraz wody w oleju.	27
2.11.6	Monitorowanie stanu izolatorów przepustowych.	28
2.11.7	Monitorowanie <i>on-line</i> wyładowań niezupełnych za pomocą sond UHF.	28
2.12.	Kable i przewody.	29
2.13.	Układ autotransformatora i wybranych elementów kadzi.	30
2.14.	Dyspozycyjność autotransformatora.	31
3.	KADŹ ORAZ ELEMENTY MECHANICZNE.	35
3.1	Kadź i pokrywa.	35
3.2	Uziemienia kadzi i innych elementów.	37
3.3	Zawory i armatura.	37
3.4	Włazy.	39
3.5	Zawory przeciwwybuchowe.	40
3.6	Konserwatory.	40
3.6.1	Budowa konserwatorów.	40
3.6.2	Wyposażenie konserwatorów.	40
3.7	Drabina i pomost.	41
3.8	Wykończenie oraz ochrona przed korozją.	42
3.9	Tabliczka znamionowa i schematowa oraz oznaczenia.	42
4.	WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU.	44

5.	OSPRZĘT.....	44
6.	PRÓBY.....	47
6.1	Wymagania ogólne	47
6.2	Próby typu.....	47
6.2.1.	Próba nagrzewania.	47
6.2.2.	Wyznaczenie poziomu dźwięku.	49
6.2.3.	Wytrzymałość kadzi na próżnię.	50
6.2.4.	Pomiar impedancji dla składowej zerowej.	50
6.2.5.	Pomiar mocy pobieranej przez silniki wentylatorów i pomp olejowych.	50
6.2.6.	Pomiar przepięć piorunowych przenoszonych do uzwojenia TN.	50
6.3	Próby wyrobu.....	50
6.3.1	Pomiar rezystancji uzwojeń.	50
6.3.2	Pomiar przekładni napięciowej i grupy połączeń.	51
6.3.3	Sprawdzenie przekładni, biegunowości oraz charakterystyk magnesowania przekładników. .	51
6.3.4	Sprawdzenie przełączników zaczeów.	51
6.3.5	Pomiar strat i prądu stanu jałowego.....	51
6.3.6	Pomiar strat i impedancji zwarcia.....	52
6.3.7	Próba napięciem udarowym, piorunowym.	52
6.3.8	Próba napięciem łączeniowym.	52
6.3.9	Próba napięciem przemiennym z obcego źródła.....	52
6.3.10	Długotrwała próba napięciem indukowanym (IVPD) z pomiarem wyładowań niezupełnych..	52
6.3.11	Próba długotrwałego stanu jałowego.....	53
6.3.12	Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń oraz pomiar współczynnika strat dielektrycznych i pojemności uzwojeń.	54
6.3.13	Pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności izolatorów przepustowych GN i DN.	54
6.3.14	Pomiar rezystancji izolacji rdzenia oraz jego elementów konstrukcyjnych.....	54
6.3.15	Próba szczelności.	55
6.3.16	Pomiar funkcji przenoszenia FRA (<i>Frequency Response Analysis</i>).	55
6.3.16	Badanie próbek oleju	56
6.3.17	Badanie zawartości wilgoci metodą spektroskopii dielektrycznej (FDS, PDC i RVM) oraz metodą Karla Fischer'a	57
6.4	Dopuszczalny poziom zawartości gazów w oleju.....	58
6.5	Próby pomontażowe na stanowisku pracy.....	59

1. ZAKRES DOKUMENTU.

W niniejszym dokumencie podano wymagania konstrukcyjne, eksploatacyjne oraz dotyczące prób (w skrócie nazywanym: „Wymagania eksploatacyjne” lub „KEP”), mające zastosowanie w odniesieniu do trójfazowych, olejowych autotransformatorów 400/220 kV, 400/110 kV i 220/110 kV różnej mocy, przeznaczonych do pracy w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym.

Dokument ten jest ściśle związany z dokumentem określającym wymagania podstawowe dotyczące konkretnego typu autotransformatora (w skrócie nazywanym: „Wymagania podstawowe” lub „PWT”), np. dokumentem PSE-ST.ATR.400.500.PWT w przypadku autotransformatora 500 MVA, 400/220 kV. Wymagania konkretnego typu autotransformatora są więc opisane w dwóch dokumentach, które łącznie stanowią specyfikację techniczną tego konkretnego typu autotransformatora.

Wykaz norm i dokumentów przywoływanych w niniejszym dokumencie podano w p. 2. Podstawowych Wymagań Technicznych danego typu autotransformatora, np. dokument PSE-ST.ATR.400.500.PWT w przypadku autotransformatora 500 MVA, 400/220 kV.

2. PARAMETRY KONSTRUKCYJNE I EKSPLOATACYJNE.

Autotransformator musi być zaprojektowany i wykonany w sposób zapewniający spełnienie wymagań niniejszej Specyfikacji (KEP), odpowiedniej Specyfikacji określającej wymagania podstawowe dotyczące konkretnego typu autotransformatora (PWT) oraz aktualnie obowiązujących standardów sieci przesyłowej.

Wymagany przez Wykonawcę zakres prób i badań autotransformatora w eksploatacji nie może wykroczać poza zakres zdefiniowany w *Instrukcji organizacji i wykonywania prac eksploatacyjnych na liniach i stacjach NN* (część II.1. Instrukcja szczegółowa: Jednostki transformatorowe) – w skrócie nazywanej „IET”, wymagane przez Wykonawcę czasookresy wykonywania tych prób i badań nie mogą być krótsze niż określone w IET, a wymagane przez Wykonawcę kryteria oceny wyników tych prób i badań, w tym w szczególności wartości kryterialne, nie mogą być mniejsze niż określone w IET.

Wymagany czas eksploatacji (tzw. „czas życia”) części aktywnej autotransformatora dla trybu obciążenia normalnego długotrwałego oraz średniej rocznej temperatury otoczenia $\Theta_a = + 20$ °C wynosi co najmniej 55 lat.

Wykonawca przedstawi uproszczony model RLC autotransformatora, który będzie przedmiotem omówienia na Przeglądzie Projektu.

2.1. Rdzeń.

Rdzeń autotransformatora ma być wykonany z blachy anizotropowej ulepszonej laserowo (tzw. blacha laserowana) z zaplataniem blach typu *step-lap*. Rozwiązanie konstrukcyjne rdzenia oraz jakość jego wykonania mają zapewniać w całym okresie eksploatacji:

- 1) Gwarantowany poziom strat i prądu stanu jałowego oraz poziom mocy akustycznej autotransformatora.
- 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 przebiegami.
- 3) Gwarantowany 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 rdzenia i jego elementów konstrukcyjnych musi wytrzymywać napięcie probiercze 1000 V prądu zmiennego i maksymalną temperaturę, która może wystąpić w rdzeniu podczas eksploatacji. Jako izolację doziemną należy stosować izolację niehigroskopijną, przy czym w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu, Wykonawca podaje nazwę handlową i skład materiałowy zastosowanego materiału niehigroskopijnego. Dotyczy to również izolacji (np. barier, osłon przegród) w dolnej części rdzenia, nawet jeśli nie styka się ona bezpośrednio z rdzeniem i uziemionymi elementami konstrukcji (np. dnem kadzi). Galwanicznie przyłączenie uziemienia rdzenia i jego elementów konstrukcyjnych musi być wykonane na zewnątrz kadzi.

W rdzeniu należy zainstalować co najmniej dwa, podwójne trójprzewodowe oporowe czujniki temperatury z wyjściami wyprowadzonymi na listwy zaciskowe w szafie sterowniczej. 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 -20°C do 150°C .

Wykonawca musi również w trakcie spotkań Przeglądu Projektu podać i omówić, a w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu musi podać i opisać:

- a) maksymalną wytrzymywaną wartość probierczego napięcia AC izolacji rdzenia i jego elementów konstrukcyjnych;
- b) maksymalną wytrzymywaną wartość temperatury izolacji rdzenia i jego elementów konstrukcyjnych;
- c) sposób podłączenia do uziemienia przewodów uziemiających (np. oporniki lub bezpośrednio);
- d) sposób mocowania rdzenia do dna kadzi wraz ze szkicami pokazującymi szczegóły tego mocowania.

Wyniki obliczeń rdzenia potwierdzające spełnienie wymagań oraz zastosowane rozwiązanie konstrukcyjne, w tym w szczególności podstawowe parametry rdzenia: stratność zastosowanych blach rdzenia, masę rdzenia (uzbrojonego), ilość kolumn głównych i powrotnych, średnice kolumn, wysokość kolumn, rozstaw osi kolumn, wysokość rdzenia, grubość rdzenia, długość rdzenia, wysokości jarzm,

przekroje czynne kolumn, materiał bandażu na kolumnie, napięcia zwojowe, ilość elementów w listwie nośnej, ilość kanałów chłodzących, ilość wewnętrznych sworzni jarzmowych, szkice: przekroju kolumny i rdzenia (uzbrojonego) z wymiarami, zestawianie wartości indukcji dla różnych (charakterystycznych) wartości napięcia (np. $0,90 U_n$, $0,95 U_n$, $1,00 U_n$, $1,05 U_n$, $1,10 U_n$ oraz ewentualnie dalsze istotne informacje, Wykonawca musi zamieścić w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu oraz omówić w trakcie spotkań Przeglądu Projektu.

Dane i dokumenty dotyczące konstrukcji i materiałów rdzenia omawiane w trakcie spotkań Przeglądu Projektu oraz zamieszczone w dokumentacji Projektu podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.2. Uzwojenia.

Wykonawca musi w trakcie spotkań Przeglądu Projektu podać i omówić, a w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu musi podać i opisać podstawowe parametry uzwojeń, w tym w szczególności: wymiary każdego uzwojenia, powierzchnię przekroju przewodów każdego uzwojenia, wymiary drutów każdego uzwojenia, wymiary przewodów w izolacji, liczbę przewodów równoległych, twardość miedzi, grubość warstw izolacji (papieru, lakieru, kleju), ilość zwojów w cewce, ilość zwojów na fazę, wymiary kanałów między cewkowymi, masę miedzi uzwojenia (dla 3 faz), rozmieszczenie kierownic oleju wraz ze stosownym szkicem oraz ewentualne dalsze istotne informacje.

Wykonawca poprzez odpowiednie usytuowanie uzwojeń ma dążyć do ograniczenia wartości przepięć przenoszonych na zaciski uzwojenia TN z uzwojenia GN oraz do równomiernego rozkładu naprężeń w izolacji.

Konstrukcja uzwojeń GN musi zapewniać liniowy rozkład naprężeń dielektrycznych, tj. odpowiednią wytrzymałość na naprężenia dielektryczne w warunkach udaru normalnego i uciętego, a także stromych przepięć o znacznej amplitudzie składowych widmowych o wysokiej częstotliwości. Tym samym konstrukcja uzwojenia GN powinna zapewniać odporność na powstające w momencie załączania/wyłączania transformatora przeciwbieżne fale napięciowe w dwucewkach.

Dane i dokumenty dotyczące konstrukcji i materiałów uzwojeń omawiane w trakcie spotkań Przeglądu Projektu oraz zamieszczone w dokumentacji Projektu podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.2.1 Budowa uzwojeń

Uzwojenia mają być wykonane z miedzi. W celu ograniczenia strat dodatkowych należy stosować tzw. przewody CTC (ang. continuously transposed conductor), zbudowane z wielu żył o bardzo małych przekrojach. Rozwiązanie konstrukcyjne uzwojeń oraz ich układu izolacyjnego musi zapewniać:

- 1) Wymaganą 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. nr 3. Lp. 15, 16 i 17 PWT.

2.2.2 Wytrzymałość zwarciova uzwojeń.

Metodyka obliczeń sił dynamicznych, dopuszczalne wartości naprężeń oraz sił, jak również wyniki obliczeń dla autotransformatora o parametrach wymaganych w PWT dla typu autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia lub równoważnego, muszą być dołączone do oferty. Do oferty Wykonawca może dołączyć dodatkowo raporty z prób przeprowadzonych na autotransformatorze lub autotransformatorach o porównywalnych parametrach od wymaganych w PWT dla typu autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia, jeśli takie próby były wykonane.

Jako autotransformator o porównywalnych parametrach należy rozumieć: autotransformator trójuzwojeniowy, o znamionowej mocy i znamionowym napięciu każdego z uzwojeń, a także napięciach zwarcia pomiędzy poszczególnymi parami uzwojeń, różniących się o maksymalnie 30% od wartości wymaganych w PWT dla typu autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia, a ponadto również rodzaju każdego z uzwojeń i układu bloku uzwojeń identycznych jak w oferowanym autotransformatorze będącym przedmiotem zamówienia.

Zamawiający może zażądać od Wykonawców wyjaśnień dotyczących dostarczonych informacji.

Metodyka obliczeń musi być zgodna z podanymi w normie PN-EN 60076-5 procedurami stosowanymi w celu wykazania zdolności autotransformatora do wytrzymywania skutków prądów wywołanych zwarciami zewnętrznymi pod względem cieplnym, jak również specjalną próbą i metodą obliczeń stosowaną do wykazania zdolności transformatora do wytrzymywania oddziaływań dynamicznych. Zamawiający dokona sprawdzenia wartości sił i naprężeń zgodnie z procedurą opisaną w PN-EN 60076-5, tj. sprawdzi czy żadna siła ani naprężenia nie przekroczyły maksymalnej dopuszczalnej siły lub dopuszczalnego naprężenia przyjętego przez Wykonawcę do projektowania i nie przekroczyła 0,8 wartości odpowiedniego naprężenia krytycznego stwierdzonego przez Wykonawcę. Jeżeli zastosowana przez Wykonawcę metodologia obliczeń lub przyjęte wartości dopuszczalne sił bądź naprężeń nie będą zgodne z wymaganymi w normie PN-EN 60076-5 lub nie wykażą, że zapewniona jest właściwa wytrzymałość zwarciova, to oferta zostanie odrzucona.

Obliczenia wykazujące zdolność autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia do wytrzymywania skutków prądów zwarciowych wraz z zastosowanymi wartościami sił i naprężeń

Wykonawca musi zamieścić w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu oraz omówić w trakcie spotkań Przeglądu Projektu.

2.2.3 Wytrzymałość dielektryczna uzwojeń.

Wytrzymałość dielektryczna uzwojeń musi być zapewniona i wykazana zgodnie z normą PN-EN 60076-3 oraz wymaganiami podanymi w Tab. nr 3 PWT. W żadnym przypadku obliczone (spodziewane) wartości naprężeń dielektrycznych nie mogą być wyższe niż wartości naprężeń dielektrycznych wynikające z zastosowanego, w oparciu o podejście statystyczne, współczynnika bezpieczeństwa (*safety factor*), powiększone o 15%. Zastosowany współczynnik bezpieczeństwa (*safety factor*) musi wynikać z przyjętego w danej fabryce prawdopodobieństwa wystąpienia wyładowania elektrycznego, powodującego trwałe uszkodzenie izolacji, przy czym poziom tego prawdopodobieństwa musi wynikać z danych statystycznych dla danej fabryki i nie może być wyższy niż 0,001. Zamawiający oczekuje od Dostawcy przedstawienia na etapie Przeglądu Projektu wiarygodnych danych potwierdzających prawidłowe wyznaczenie wytrzymałości dielektrycznej uzwojeń za okres ostatnich 5 lat.

Metody obliczeń wytrzymałości dielektrycznej, informację o używanych narzędziach obliczeniowych (w szczególności nazwę i wersję oprogramowania komputerowego używanego do obliczeń), parametry wejściowe przejęte do obliczeń w tym w szczególności maksymalne dopuszczalne wartości naprężeń dielektrycznych, rozkład statystyczny stanowiący podstawę do określenia współczynnika bezpieczeństwa (*safety factor*) wraz ze wskazaniem jego źródła i przyjętą do obliczeń wartość tego współczynnika oraz wyniki obliczeń (w postaci tabel, wykresów, rozkładów) dla autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia, Wykonawca musi zamieścić w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu oraz omówić w trakcie spotkań Przeglądu Projektu. Metody obliczeń wytrzymałości dielektrycznej a także ich wyniki podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań normy PN-EN 60076-3 i PWT oraz akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.2.4 Suszenie i impregnacja uzwojeń.

Wysoka wytrzymałość na zwarcia przez cały oczekiwany czas życia autotransformatora 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 - oznaczony skrótowo: „STA-PR”.

Dopuszcza się suszenie i stabilizację wymiarową uzwojeń oraz zestawów uzwojeń bez próżni, albo w próżni, ale bez stałego (okresowego) nacisku w suszarni podczas suszenia - oznaczony skrótowo: „STA-AT”. 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.

Wykonawca w tabeli danych gwarantowanych deklaruje, która z metod (lub opisze równoważną) zostanie zastosowana w trakcie produkcji autotransformatora.

Zawartość wilgoci w uzwojeniach i całej części aktywnej należy sprawdzić podczas prób fabrycznych metodą FDS, PDC i RVM (metody spektroskopii oraz odpowiedzi 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. Zawartość wilgoci nie może być wyższa niż 0,5%.

Wynik badania FDS, PDC i RVM należy traktować jako „finger print” do badań odbiorczych i eksploatacyjnych. Wykonawca określi parametry układu izolacyjnego (model X/Y) oraz prześle pliki źródłowe Zamawiającemu. Wykonawca dla każdej metody określi niepewność pomiarową.

Protokół z suszenia i stabilizacji uzwojeń ma być przedstawiony Zamawiającemu w trakcie prób fabrycznych lub najpóźniej odbioru fabrycznego. Podlega on ocenie ze względu na spełnienie wymagań oraz akceptacji przez Zamawiającego.

Protokół z suszenia i impregnacji autotransformatora (tj. jego części aktywnej) oraz wyniki sprawdzenia zawartości wilgoci również mają być przedstawione Zamawiającemu w trakcie prób fabrycznych lub najpóźniej odbioru fabrycznego. Podlega on ocenie ze względu na spełnienie wymagań oraz akceptacji przez Zamawiającego.

2.2.5 Strumień rozproszenia uzwojeń.

Należy dołożyć starań, aby ograniczyć negatywne skutki strumienia rozproszenia. 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 PWT.

Obliczenia rozkładów pola magnetycznego rozproszenia dla autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia oraz informacje o używanych narzędziach obliczeniowych (w szczególności nazwę i wersję oprogramowania komputerowego używanego do obliczeń), Wykonawca musi zamieścić w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu oraz omówić w trakcie spotkań Przeglądu Projektu.

Metody obliczeń rozkładów pola magnetycznego rozproszenia, jak również wyniki tych obliczeń, podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji 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 parametry Instrukcji IET dla nowych olejów.

Ponadto olej musi spełniać poniższe parametry wyznaczone – zgodnie z wymaganiami normy PN-EN IEC 61125-2018-04 – po wykonaniu próby odporności na utlenianie:

- całkowita kwasowość – max 0,3 mg KOH/g,
- osad – max 0,05 %,
- współczynnika strat dielektrycznych dla temp. 90 st. C – max 0,050.

Dla olejów inhibitowanych dodatkowo musi być spełniony warunek:

- Zawartość inhibitora [%] < 0,4

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

Wykonawca musi przedstawić szczegółowe informacje i wytyczne odnośnie badań oleju oraz wskazówki do postępowania w eksploatacji, jeśli takie są wymagane. Parametry oleju oraz wytyczne odnośnie badań i postępowania w eksploatacji, podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.4. Układ chłodzenia, pomiary temperatury, model cieplny.

2.4.1 Zdolność do obciążania.

Autotransformator musi przenosić obciążenia (normalne długotrwałe, awaryjne długotrwałe oraz awaryjne krótkotrwałe) określone w pkt 3.3 PWT (Tab. nr 3, Lp. 22 oraz Tab. nr 4) bez przekroczenia dopuszczalnych wartości temperatur podanych w Tabeli 4. Izolatory przepustowe, przełącznik zaczełów, odpływy i inne elementy konstrukcyjne muszą być tak dobrane, aby w żadnym stopniu nie ograniczały założonej możliwości obciążania autotransformatora.

Sygnal o osiągnięciu maksymalnej dopuszczalnej wartości temperatury najgorętszego miejsca uzwojenia oraz sygnal o osiągnięciu maksymalnej dopuszczalnej wartości temperatury najgorętszego oleju nie może powodować bezzwłocznego wyłączenia autotransformatora. Sygnały jak wyżej muszą być traktowane i oznaczone w dokumentacji obwodów wtórnych autotransformatora jako „ALARM” z informacją o konieczności pilnego sprawdzenia przez operatora stanu pracy autotransformatora i potwierdzenia, że istnieją podstawy do wystąpienia takiej sygnalizacji (np. znaczna wartość obciążenia, wysoka temperatura otoczenia, niesprawny układ chłodzenia) oraz podjęcia stosownych działań zaradczych. Wymagany czas na sprawdzenie stanu pracy autotransformatora oraz podjęcia

działań zaradczych przez operatora, tj. czas kiedy autotransformator może pracować bez zmiany parametrów, to minimum 30 minut. W Dokumentacji Techniczno-Ruchowej autotransformatora Wykonawca musi zamieścić opis procedury i diagram sprawdzenie stanu pracy autotransformatora oraz podjęcia stosownych działań zaradczych zmierzających do utrzymania autotransformatora w pracy w sytuacji wystąpienia któregoś z sygnałów jak wyżej.

Obliczenia cieplne oraz przyjęte rozwiązanie konstrukcyjne układu chłodzenia, jak również sposób jego sterowania (patrz pkt 2.4.2 i 2.4.3 poniżej) wykazujące zdolność autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia do przenoszenia wymaganych obciążeń, Wykonawca musi zamieścić w dokumentacji Projektu ocenianej w ramach Przeglądu Projektu oraz omówić w trakcie spotkań Przeglądu Projektu. Podlegają one ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.4.2 Charakterystyka układu chłodzenia.

Przewiduje się dwa rodzaje rozwiązań układu chłodzenia:

- ONAN/ONAF dla jednostek transformatorowych o mocy znamionowej do 160 MVA,
- ONAN/ODAF dla jednostek transformatorowych o mocy znamionowej powyżej 160 MVA.

Dla trybu ONAN/ONAF należy przewidzieć rozwiązanie z wykorzystaniem banków radiatorów i mocowanymi na nich wentylatorami.

W przypadku trybu ONAN/ODAF banki radiatorów muszą być podzielone na dwie wydzielone grupy, pracujące przy chłodzeniu ONAN z możliwością uruchomienia trybu ODAF – z zastosowaniem dwóch pomp olejowych i dwóch grup wentylatorów.

- 1) Przy temperaturze otoczenia nie wyższej niż +30°C autotransformator musi pracować w sposób ciągły przy chłodzeniu ONAN i obciążeniu równym co najmniej 40 % znamionowej mocy przechodniej.
- 2) Przy obciążeniu wyższym niż 40 % znamionowej mocy przechodniej należy uruchomić kolejne stopnie intensyfikacji chłodzenia.

Doboru kolejności uruchamiania poszczególnych stopni chłodzenia wraz ze wzrostem obciążenia autotransformatora oraz odpowiadających tym stopniom chłodzenia wartości dopuszczalnych obciążenia pary uzwojeń GN-DN autotransformatora dokonuje Wykonawca, przy czym Zamawiający dopuszcza zastosowanie wyłącznie jednego z poniższych trybów:

- 1) ONAN/ONAF1/ONAF2
- 2) ONAN/OD1AN/OD2AN/OD2AF2;
- 3) ONAN/OD1AN/OD2AN/OD2AF1/OD2AF2;
- 4) ONAN/OD1AF1/OD2AN/OD2AF1/OD2AF2;

gdzie indeksy 1, 2 oznaczają liczbę czynnych (odpowiednio) pomp (OD) oraz grup wentylatorów (AF), tj. 1 – oznacza czynną jedną pompę lub grupę wentylatorów, 2 – oznacza czynne dwie pompy lub dwie grupy wentylatorów.

Dobierając kolejność stopni chłodzenia Wykonawca uwzględni minimalizację:

- a) w pierwszej kolejności: starzenia izolacji autotransformatora (tzw. zużycia „czasu życia”),
- b) w drugiej kolejności: zużycia energii elektrycznej na potrzeby układu chłodzenia.

Kolejność stopni chłodzenia oraz odpowiadające tym stopniom chłodzenia wartości dopuszczalnych obciążenia pary uzwojeń GN-DN autotransformatora, Wykonawca podaje w tabeli danych gwarantowanych, zgodnie z wymaganiami podanymi w pkt. 4.1 odpowiedniej PWT (Tabela 10, Lp. 2.6). Wymagane obciążenie ma być jednakowe na wszystkich zaczepekach.

Wyniki obliczeń potwierdzających poprawność ww. doboru podlegają ocenie w trakcie przeglądu projektu.

2.4.3 Budowa układu chłodzenia.

Radiatory muszą być pogrupowane w dwie baterie, każda z własną pompą olejową. Pompy te w stanie wyłączenia nie mogą blokować przepływu oleju, aby możliwe było chłodzenie ONAN.

Usytuowanie wentylatorów będzie przedmiotem uzgodnień na przeglądzie projektu, przy czym preferuje się takie zainstalowanie, aby ich oś była usytuowana poziomo.

Układ chłodzenia musi być tak zaprojektowany i wyposażony, aby wymiana pompy była możliwa bez potrzeby upuszczania oleju, tj. po odcięciu pompy odpowiednimi zaworami.

W układzie chłodzenia, w szczególności w układzie obiegu oleju, nie mogą znajdować się elementy inne niż pompy, zawory lub zastawki, radiatory i wentylatory, które wymagałyby zabiegów eksploatacyjnych, a ich niesprawność mogłaby spowodować ograniczenie skuteczności chłodzenia i w konsekwencji ograniczenie obciążalności autotransformatora (np. elektrozawory).

Niesprawność jednej pompy lub jednego bądź więcej wentylatora jednej grupy wentylatorów nie może powodować większego ograniczenia skuteczności chłodzenia i w konsekwencji ograniczenia obciążalności autotransformatora, niż przejście na niższy stopień chłodzenia o maksymalnie jeden stopień.

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 muszą 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.

Na rurociągach obok pomp oleju muszą być umieszczone wskaźniki prawidłowego przepływu oleju dla każdego obiegu oleju oddzielnie. Wskazanie określające przepływ oleju musi być widoczne z poziomu obsługi, podczas pracy autotransformatora. **Patrz także pkt. 5 Osprzęt, ppkt 23.**

Rozwiązania techniczne, zastosowane elementy układu chłodzenia oraz ich lokalizacja podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.4.4 Sterowanie układem chłodzenia. Pomiary temperatury.

Sterowanie układem chłodzenia oparte jest o rozszerzalnościowe termometry i obejmuje:

- a) Jeden rozszerzalnościowy termometr oleju w górnej warstwie, z niezależnymi stykami pomocniczymi.
- b) Dwa lub jeden analogowy, rozszerzalnościowy model cieplny, ze stykami pomocniczymi oraz trójprzewodowym, oporowym czujnikiem PT100 do odwzorowania temperatury najgorętszego punktu uzwojenia.

Modele cieplne z ppkt. b) powyżej mają odwzorowywać temperaturę najgorętszego punktu jednego uzwojenia (zwykle uzwojenia GN) lub obu uzwojeń podstawowych: uzwojenia górnego napięcia (GN) oraz uzwojenia dolnego napięcia (DN). Jeśli w danym autotransformatorze zainstalowano tylko jeden przekładnik prądowy właściwy dla tego modelu, np. tylko w uzwojeniu GN, to dostateczne jest zastosowanie tylko jednego modelu cieplnego.

Zamawiający dopuszcza wykorzystanie do sterowania układem chłodzenia rozwiązania opartego na światłowodowych czujnikach temperatury uzwojeń. Jednak w razie uszkodzenia czujników zawsze powinna istnieć możliwość oparcia modelu cieplnego o rozszerzalnościowy termometr.

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

- 1) Tryb RĘCZNY z szafy sterowniczej oraz z nastawni stacji / SSiN.
- 2) Tryb AUTOMATYCZNY

Przełącznik trybu sterowania: RĘCZNY/AUTOMATYCZNY ma być zainstalowany w szafie sterowniczej. Tryb ręczny będzie wykorzystywany w pierwszym rzędzie do funkcjonalnego sprawdzenia pracy systemu chłodzenia. Przełącznik trybu sterowania musi umożliwiać jego zdalną zmianę z nastawni stacji lub/i z SSiN.

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

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

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 sterowniczej, przy czym jedna para każdego z nich będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji. Należy uzależnić sygnał alarmowy o braku przepływu oleju od pracy pompy, tj. aby sygnał był generowany tylko wtedy gdy pompa pracuje (ma podane napięcie zasilające) a przepływ oleju nie jest wykrywany przez czujnik przepływu na chłodnicy. Sygnały mają być doprowadzone do listy zaciskowej.

Należy przewidzieć automatykę do samoczynnej zmiany kolejności załączania poszczególnych grup wentylatorów i pomp olejowych, mający na celu ich równomierne zużywanie się. Układ ten ma dokonywać zamiany kolejności załączania ok. jeden raz na miesiąc. Należy wyprowadzić dwa zestawy styków na listwy zaciskowe szafy sterowniczej celem sygnalizacji, która grupa wentylatorów i pomp olejowych załączy się jako pierwsza. Jeden zestaw styków będzie wykorzystany 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.

Należy przewidywać układ do samoczynnego załączenia wentylatorów i pomp oleju na krótki okres czasu (np. 10 min) co pewien czas (np. dwa razy na miesiąc). Dwie pary styków pomocniczych stycznika samoczynnego załączenia muszą być wyprowadzone na listwy zaciskowe szafy sterowniczej. Jedna para styków będzie wykorzystana do cyfrowego przesyłu informacji.

Fakt zadziałania zabezpieczenia przed przeciążeniem i zwarciami silników 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 celu monitorowania temperatury oleju na wlocie i wylocie każdej baterii radiatorów należy zainstalować odporowe, 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 odporowe czujniki do monitorowania temperatury otoczenia. Czujniki będą wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji oraz ewentualnie do diagnostyki stanu układu chłodzenia.

W kieszeniach termometrycznych umieszczonych na pokrywie kadzi autotransformatora 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 sterowania efektywnością układu chłodzenia.

Autotransformator 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.

Szczegóły dotyczące sterowania układem chłodzenia, nastaw temperatur oraz dobór elementów podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.5. Napowietrzne izolatory przepustowe.

Napowietrzne izolatory przepustowe muszą być zaprojektowane, wyprodukowane i badane zgodnie z PN-EN 60137 oraz wymaganiami pkt. 3.5 PWT.

„Czas życia” nowych izolatorów przepustowych musi wynosić co najmniej 25 lat.

Na izolatorach przepustowych nie należy stosować iskierników.

Izolatory przepustowe, liniowe uzwojeń GN i DN mają być sterowane pojemnościowo, typu suchego („dry type”), tj. bez oleju. Izolację główną izolatora stanowi rdzeń wykonany z papieru (ang. *Resin Impregnated Paper*, RIP) lub syntetyku (ang. *Resin Impregnated Synthetic*, RIS), impregnowanego żywicą wraz z warstwami aluminium dla pojemnościowego sterowania rozkładem pola elektrycznego. Należy stosować osłonę w postaci rury ze szkła epoksydowego wewnątrz izolatora. Całość powinna być zabezpieczona osłoną kompozytową koloru szarego. W środku izolatora zamontowany jest stały lub demontowalny przewód. Dla izolatorów górnego napięcia dopuszcza się zastosowanie izolatorów umożliwiających wyprowadzenie z uzwojeń za pomocą linki.

Izolator przepustowy punktu neutralnego N powinien być typu suchego, („dry type”), tj. bez oleju. Izolację główną izolatora stanowi rdzeń wykonany z papieru (ang. *Resin Impregnated Paper*, RIP) lub syntetyku (ang. *Resin Impregnated Synthetic*, RIS), impregnowanego żywicą wraz z warstwami aluminium dla pojemnościowego sterowania rozkładem pola elektrycznego w osłonie kompozytowej.

Do wyprowadzenia uzwojenia TN stosuje się izolatory przepustowe wykonane jako suche, w osłonie ze szkła epoksydowego lub inny izolator w wykonaniu suchym z kloszami silikonowymi koloru szarego, nie będący izolatorem sterowanym pojemnościowo (tj. zdefiniowanym wg normy IEC 60137 w pkt 3.15), spełniające wymagania p. 3.5.2 PWT. W celu uniknięcia zwarć międzyfazowych (np. na skutek obecności zwierząt), trzpienie izolatorów TN należy okryć dodatkowymi osłonami izolacyjnymi.

Wymaga się, aby izolatory mogły być transportowane, przechowywane w dowolnej pozycji oraz instalowane zgodnie z wymaganiami 3.5 PWT. Wykonawca dostarczy certyfikaty potwierdzające rodzaj gumy, z której wykonana została osłona oraz potwierdzenie możliwości jej stosowania w wykonaniu napowietrznym w określonych warunkach środowiskowych.

Konstrukcja autotransformatora musi umożliwiać montaż i demontaż izolatorów przepustowych i przekładników prądowych bez zdejmowania górnej pokrywy lub obniżania poziomu oleju w kadzi poniżej górnego poziomu uzwojeń.

Izolatory przepustowe GN, DN i punktu neutralnego powinny być wyposażone w zaciski pomiarowe (każdy izolator w jeden zacisk) do pomiaru pojemności C_x i współczynnika stratności dielektrycznej $tg\delta$ wykonywanych w trybie off-line, umieszczone przy uziemionej podstawie izolatora. Zaciski muszą być bezpośrednio uziemiane przy wykorzystaniu zaślepek. Powyższe kwestie podlegają uzgodnieniu w ramach Przeglądu Projektu.

Należy dostarczyć temperaturowe współczynniki korygujące wartości współczynnika stratności dielektrycznej $tg\delta$ i pojemności izolatorów przepustowych, które odnoszą wynik pomiarów do temperatury 20 °C.

Na tabliczce znamionowej przepustów należy dodatkowo podać wartości pojemności C_1 oraz współczynnika stratności dielektrycznej $tg\delta_1$ pomierzone przy napięciu 10 kV i przeliczone na temperaturę 20 °C. Szczegółowy wzór tabliczki podlega akceptacji Zamawiającego na etapie Przeglądu Projektu.

Dokumentacja techniczna izolatorów przepustowych powinna zawierać sposób ich pomiarów, eksploatacji, przeliczeń współczynników korygujących oraz wartości granicznych dla wartości pojemności i współczynników strat dielektrycznych izolatorów przepustowych. Ponadto powinna precyzować metodologię wyznaczania temperatury obiektu w warunkach eksploatacyjnych.

Parametry techniczne (elektryczne i mechaniczne) muszą umożliwiać unifikację wymiarów wszystkich izolatorów danego napięcia dla autotransformatorów różnych mocy, przy czym zakłada się ich wymiennność pomiędzy „grupami” autotransformatorów 220/110 kV oraz 400/WN kV.

Parametry techniczne (elektryczne i mechaniczne) zastosowanych izolatorów przepustowych oraz ich lokalizacja podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.6.Podobciążeniowy przełącznik zaczepów.

2.6.1 Budowa przełącznika zaczepów.

Autotransformator musi mieć przełącznik zaczepów (przełączniki zaczepów) do podobciążeniowej regulacji napięcia zgodnie z wymaganiami pkt 3.3. PWT (Tabela nr 3, Lp. 20 i 21). Przełącznik musi być wyposażony w układ umożliwiający 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 napięcia).

Niedopuszczalne jest mieszanie się oleju z kadzi głównej autotransformatora i z komory przełącznika mocy. W związku z tym komora przełącznika mocy ma mieć od góry połączenie rurowe z oddzielnym 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 2.11.2. Ma on mieć dwie pary styków doprowadzonych do listwy zaciskowej szafy sterowniczej.

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. Wykonawca dostarczy oświadczenie producenta o prawidłowym doborze parametrów zaworu.

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

Przełącznik zacze­pów musi mieć w­łaz 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.

Zastosowany prze­łącznik (prze­łączniki) zacze­pów nie może wymagać ograniczenia dziennej liczby prze­łączeń do mniej niż 200, bądź wymagać dokonywania przeglą­dów częściej niż co 5 lat lub co 150 tys. prze­łączeń dla prze­łączników olejowych oraz 300 tys. prze­łączeń prze­łączników próżniowych.

2.6.2 Szafa sterownicza prze­łącznika zacze­pów.

Wszystkie przewody obwodów nn znajdujące się w szafie sterowniczej prze­łącznika zacze­pów muszą być opisane w taki sam sposób jak przewody w szafie sterowania autotransformatora.

W szafie napędu prze­łącznika 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, włączające się 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) Sygnalizację wyłącznika grzałki.
- 16) Przełącznik rodzaju sterowania: lokalne, zdalne, automatyczne.
- 17) Sygnalizację zadziałania zabezpieczenia silnika napędowego i zasilania sterowania.

Poniżej wyszczególniono 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. pkt 17 powyżej). Dwa sygnały, jeden przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- c) Sygnalizacja czujnika asymetrii i zaniku fazy (por. pkt 12 powyżej). Dwa sygnały, jeden przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- d) Sygnalizacja zadziałania zabezpieczenia obwodu sterowania (por. pkt 17 powyżej). Dwa sygnały, jeden przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- e) Przetwornik mocy czynnej pobieranej przez silnik napędu (por. pkt 11 powyżej). Sygnał przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- f) Sygnalizacja wyłącznika grzałki (por. pkt 15 powyżej). Jeden sygnał przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- g) Sygnalizacja osiągnięcia pozycji skrajnej górnej i dolnej (por. pkt 14 powyżej). Cztery sygnały, dwa przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- h) Sygnalizacja ruchu przełącznika do góry i do dołu, z łącznika krzywkowego (por. pkt 13 powyżej). Dwa sygnały przeznaczone do cyfrowego przesyłu informacji.
- i) Sygnalizacja załączenia stycznika silnika napędowego ruchu przełącznika w kierunku do góry i w dół. Dwa sygnały przeznaczone do cyfrowego przesyłu informacji.
- j) Sygnalizacja działania (ruchu) przełącznika, ze stycznika (przełącznika) pomocniczego (por. pkt 13 powyżej). Jeden sygnał przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji.
- k) Sygnalizacja położenia przełącznika rodzaju sterowania (por. pkt 16 powyżej). Dwie grupy po trzy sygnały. Jedna przeznaczona do cyfrowego przesyłu informacji.

W przypadku wyposażenia przełącznika w blokadę od niesynchronicznego przełączania oraz/lub sygnalizację zablokowania napędu przełącznika w przypadku obniżenia temperatury oleju, należy przewidzieć wyprowadzenie takich sygnałów do szafy sterowniczej z uwzględnieniem ich doprowadzenia do SSiN i RSA.

Elementy sterownicze mają być umieszczone w szafie napędu przełącznika zacze­pów odpornej na wpływy atmosferyczne. Mocuje się ją do ściany kadzi poprzez podkładki tłumiące drgania. Stopień ochrony szafy sterowniczej – co najmniej IP 54.

Zdalne elektryczne przełączanie przełącznika zacze­pów musi być tak wykonane, aby przełącznik zacze­pów mógł zmienić położenie tylko o jeden stopień po naciśnięciu przycisku "NAPIĘCIE WYŻEJ / ZACZEP NIŻEJ" lub "NAPIĘCIE NIŻEJ / ZACZEP WYŻEJ". Wyskalowany wskaźnik przełącznika zacze­pów musi mieć numerowane położenia zacze­pów, od numeru 1 (najwyższe znamionowe napięcie zacze­powe) do najwyższego zastosowanego numeru (najniższe znamionowe napięcie zacze­powe).

Szafa sterownicza przełącznika zacze­pów musi być zainstalowana na takim poziomie w stosunku do poziomu tłucznia na ruszcie aby umożliwić jego swobodną obsługę i konserwacje. Gdyby to nie mogło być spełnione, należy w projekcie autotransformatora przewidzieć podest stalowy z barierką o długości co najmniej 1,5 szerokości szafy sterowniczej przełącznika zacze­pów. Wejście na podest powinno być możliwe z dwóch stron szafy sterowania.

Rozwiązania konstrukcyjne związane z przełącznikiem zacze­pów pod obciążeniem, jak również z układem jego sterowania podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.7. Przekładniki prądowe.

Dane dotyczące przekładników prądowych podano w Tab. 8 PWT. Przekładniki od strony zacisków liniowych należy umieścić w kominkach izolatorów przepustowych. Przekładniki od strony zacisku neutralnego oraz przy wyprowadzeniach uzwojenia TN należy umieścić we wnętrzu kadzi.

Przekładniki muszą mieć tzw. uzwojenia do prób (zwoje probiercze) do sprawdzania ich przekładni prądowej. Liczba zwojów uzwojenia do prób musi 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.

Usytuowanie wyprowadzeń uzwojeń wtórnych przekładników na listwie zaciskowej w szafie sterowniczej podlega omówieniu na przeglądzie projektu, przy czym preferuje się następujący układ:

	L1			L2			L3		
T1	S1	S2	PE	S1	S2	PE	S1	S2	PE

- wyprowadzenie S1 i S2 przekładnika obok siebie, S2 podłączone do uziemienia. Możliwe jest tutaj zastosowanie złączek z automatycznym zwarcie przekładnika przed odłączeniem odbioru.

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 tejże listwie.

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

Liczba przekładników prądowych, ich rozmieszczenie i oprzewodowanie, jak również dobór parametrów technicznych przekładników prądowych do modelu cieplnego (sterowanie układem chłodzenia) podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.8. Szafa sterownicza.

Autotransformator musi być wyposażony w szafę sterowniczą zawierającą:

- 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 przełącznika Buchholtza) oraz wyposażenia pomocniczego (np. oporowych czujników temperatury).
- 4) Elementy układu monitoringu izolatorów przepustowych.
- 5) Elementy do tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej – patrz pkt 2.9 poniżej.

Szafę sterowniczą należy zamocować do kadzi poprzez przekładki tłumiące drgania. W zakresie tłumienia drgań szafy Wykonawca przedstawi stosowny atest poświadczający, że drgania są na bezpiecznym poziomie z punktu widzenia prawidłowej eksploatacji szafy. Szafa powinna być zabezpieczona przed negatywnym wpływem temperatury otoczenia przez zastosowanie np. dwuściennych drzwiczek albo wełny mineralnej lub innego materiału niepalnego. W celu potwierdzenia spełnienia tego wymagania, na etapie przeglądu projektu Producent przedstawi obliczenia bilansu ciepła dla szafy.

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 przewidzieć łatwe rozłączanie kabli zewnętrznych przy przetaczaniu autotransformatora.

Stopień ochrony szafy sterowniczej – co najmniej IP 54.

System zabezpieczenia antykorozyjnego szafy chłodzenia – nie gorsze niż kadzi transformatora.

Na pozostałe istotne elementy szafy sterowniczej składają się:

- a) Drzwi zamykane na klucz, dostosowane do blokowania każdego skrzydła przy 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 każdego skrzydła drzwi niezależnie od włączenia oświetlenia wnętrza szafy. Opcjonalnie wyłącznik oświetlenia ma mieć dwa niezależne zestawy styków. Sygnał będzie wykorzystywany do cyfrowego przesyłu informacji. Każde skrzydło drzwi zewnętrznych ma włączać oświetlenie w swojej części szafy sterowniczej.
- c) Gniazda wtykowe: jednofazowe i trójfazowe.
- d) Czujnik temperatury PT100 oraz miernik wilgotności względnej powietrza we wnętrzu szafy z wyjściem 4-20mA zainstalowane we wnętrzu szafy. Sygnały z nich 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. $+35^{\circ}\text{C}$.
- g) Odejmowalna płyta metalowa 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 każdym zasilaniu musi znajdować się główne zabezpieczenie przed przeciążeniem i zwarciami w postaci rozłączników bezpiecznikowych, które będą spełniać funkcję zapewnienia widocznej przerwy po wyjęciu wkładek bezpiecznikowych. Należy zainstalować przekaźnik sygnalizujący brak zasilania oraz asymetrię faz. Styki pomocnicze tego przekaźnika będą wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji.
- i) Układy zasilania z listwy zaciskowej (listew zaciskowych) szafy sterowniczej (220 VDC) 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. Zaciski wtórne muszą umożliwiać przyłączenie przewodów gwarantujące odpowiednią przewodność bez możliwości jego samoistnego pogorszenia (poluzowania).

Należy stosować listwy o maksymalnej długości, o ile pozwala na to konstrukcja do której listwa jest montowana, niezależnie od liczby 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.

Każdy aparat w szafie powinien mieć odpowiedni opis projektowy. Legenda z opisem funkcji działania powinna być umieszczona w szafie w widocznym miejscu.

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.

Rozwiązania konstrukcyjne szafy wraz z wyposażeniem podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.9. System tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej autotransformatora (STiPC).

Podstawowym zadaniem systemu tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej autotransformatora jest przetworzenie sygnałów pierwotnych generowanych w obwodach wtórnych (pomocniczych) tego autotransformatora 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 autotransformatorze i omówionych w pkt 2.11.

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

- 1) Doprowadzenie do wydzielonej w szafie sterowniczej autotransformatora 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. 2.11.5, 2.11.6, 2.11.7, itp.), które będą podlegać przetworzeniu na sygnał cyfrowy.
- 2) Zapewnienie dostatecznego miejsca w szafie sterowniczej do zainstalowania urządzeń cyfrowych systemu STiPC.
- 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 musi zostać on doprowadzony przez Wykonawcę autotransformatora 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:

- a) Dwa koncentratory danych (podstawowy i rezerwowo) wraz z ich elementami pomocniczymi, jak karty wejściowe (przetworniki) oraz przetworniki światłowodowe do

przłączenia kabli światłowodowych łączących je z systemami stacyjnymi (**które zostaną dostarczone przez Zamawiającego lub upoważnioną przez niego firmę**).

- b) Wymaganą liczbę modułów komunikacyjnych do przekazywania sygnałów z:
- układu do monitorowania on-line stanu izolatorów przepustowych - patrz pkt 2.11.5,
 - sond UHF umieszczonych we wnętrzu kadzi - patrz pkt 2.11.6,
 - urządzenia do pomiaru zawartości wody i gazów w oleju - patrz pkt 2.10.4).

Moduły komunikacyjne muszą obsługiwać odpowiednie protokoły komunikacyjne - wyjścia poszczególnych urządzeń oraz umożliwić wyprowadzenie sygnałów odrębnymi drogami do SSiN oraz do systemu STiPC pkt 2.9. ppkt. a) (koncentratory danych - podstawowy i rezerwowo).

Należy pozostawić miejsce do zainstalowania urządzeń systemu STiPC w wyróżnionej części szafy sterowniczej autotransformatora (urządzenia mogą zostać zainstalowane w trakcie eksploatacji jednostek – nie objęte niniejszym postępowaniem). 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 podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.10. Ograniczniki przepięć.

Wykonawca musi dobrać, dostarczyć i zainstalować komplet warystorowych ograniczników przepięć do ochrony uzwojeń GN, DN i TN autotransformatora. Ograniczniki NN mają spełniać wymagania PSE S.A. zawarte w Specyfikacji Technicznej nr PSE-ST.Ograniczniki_110kV_220kV_400kV-2020. Wykonawca wypełni i dostarczy tabele danych gwarantowanych dla ograniczników na etapie oferty. Wraz z ogranicznikami należy dostarczyć liczniki zadziałań oraz podstawy izolacyjne.

Wykonawca musi dobrać i zainstalować zewnętrzne ograniczniki przepięć do ochrony uzwojeń TN. Parametry zainstalowanych ograniczników przepięć muszą odpowiadać sieci o izolowanym punkcie neutralnym i najwyższym napięciu roboczym równym 17,5 kV.

Wszystkie ograniczniki przepięć mają być instalowane na konstrukcji kadzi autotransformatora lub na jego pokrywie przy zachowaniu bezpiecznych odległości tak, aby nie ograniczać dostępu do innego osprzętu.

Ograniczniki powinny być przystosowane do wykonywania ich diagnostyki oraz do łatwego ich demontażu. Należy zainstalować licznik zadziałań ograniczników w miejscu dostępnym do odczytu bez konieczności wyłączenia autotransformatora.

2.11. Pozostałe urządzenia do kontroli stanu autotransformatora w eksploatacji.

Autotransformator 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.

2.11.1 Oporowe czujniki do pomiaru temperatury.

Niezależnie od urządzeń wymienionych, w p. 2.4 należy zainstalować dwa trójprzewodowe, oporowe czujniki temperatury oleju na pokrywie kadzi. Czujniki te muszą być doprowadzone do listwy zaciskowej szaf sterowania. Nie będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji.

2.11.2 Światłowodowy system do pomiaru temperatury.

Należy przewidzieć zastosowanie światłowodowych czujników do bezpośredniego pomiaru temperatury w wybranych miejscach wszystkich uzwojeń strony GN i DN. Sygnały z czujników muszą być doprowadzone do systemu STiPC. Każdy z czujników musi zostać zakończony urządzeniem końcowym umożliwiającym odczyt temperatury w szafie sterowniczej.

Rozmieszczenie czujników – bezpośrednio związane z lokalizacją *hot – spotu* w poszczególnych uzwojeniach podlega uzasadnieniu przez producenta jednostki. Z uwagi na pewność pomiarów należy zapewnić 50% zapas czujników. Całkowita liczba sprawnych czujników po zakończeniu całości prób nie może być mniejsza niż 6 sztuk (min. po jednym na fazę).

Szczegóły związane ze światłowodowym pomiarem temperatury wewnątrz autotransformatora (np. doprowadzenie czujników do przepustu pomiarowego, przepust pomiarowy) podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.11.3 Zawór odcinający konserwator, przekaźnik gazowo-przepływowy kadzi głównej oraz przekaźnik przepływowy PPZ.

Na połączeniu olejowym pomiędzy kadzią i jej konserwatorem mają być zainstalowane: zawór odcinający konserwator (ZOK) oraz dwustopniowy przekaźnik gazowo-przepływowy (Buchholza). Przekaźnik 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.

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

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

Pobieranie próbek oleju musi być możliwe do przeprowadzenia w czasie pracy autotransformatora. Przełącznik musi mieć własną tabliczkę znamionową.

Szczegóły związane z przekaźnikami podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.11.4 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.

Wskaźniki poziomu oleju mogą być instalowane na konserwatorze lub na kadzi autotransformatora.

Wskaźniki instalowane na konserwatorze należy zamocować do ścianki konserwatora lub bezpośrednio pod nim, po stronach konserwatora odpowiadających częściom przeznaczonym: dla oleju z kadzi głównej oraz dla oleju z komór przełączników mocy.

Wskaźniki poziomu oleju instalowane na kadzi autotransformatora należy zlokalizować w pobliżu szafy sterowniczej.

Wskaźniki muszą mieć tarczę umożliwiającą odczyt z ziemi poziomu oleju na skali z podziałką podzieloną pomiędzy wartościami skrajnymi na co najmniej 10 części oraz tabliczki z opisami możliwymi do odczytania z ziemi („poziom oleju - kadź”, „poziom oleju - PPZ”).

Szczegóły związane ze wskaźnikami poziomu oleju podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

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

Na autotransformatorze należy zamontować zaakceptowany przez Zamawiającego, wchodzący w zakres dostawy czujnik (urządzenie) do monitorowania *on-line* zawartości osobno każdego z co najmniej trzech gazów palnych (wodór, acetylen, tlenek węgla) oraz wody rozpuszczonych w oleju.

Wymaga się montażu urządzenia do monitoringu *on-line* zawartości gazów oraz wody w oleju na własnej konstrukcji wsporczej, zlokalizowanej obok transformatora, a nie na transformatorze. Jeżeli urządzenie posiada głowicę sensora wydzieloną z analizatora, dopuszcza się jej montaż bezpośrednio do transformatora. Wówczas sam analizator należy zamontować na własnej konstrukcji wsporczej, obok

transformatora. Należy stosować elastyczne połączenia olejowe. Instalacja hydrauliczna obiegu oleju powinna zawierać elastyczne wstawki (złącza) do kompensacji drgań pochodzących od kadzi autotransformatora.

Zakres prac obejmuje również instalację na kadzi autotransformatora zaworów kulowych oraz instalacji niezbędnych do przyłączenia ww. czujnika do obiegu oleju, a także konfigurację i uruchomienie samego czujnika.

Styki alarmowe i ostrzegawcze należy wyprowadzić na listwę zaciskową szafy sterowniczej. Wyjścia cyfrowe (RS485, lub analogiczne) tego urządzenia należy doprowadzić bezpośrednio do modułów komunikacyjnych wg pkt 2.9. z wyjściem przystosowanym do przesyłania danych bezpośrednio do SSiN.

Zasilanie czujnika/urządzenia (220 V DC) 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.

Szczegóły związane z urządzeniem do monitorowania zawartości gazów palnych oraz wody w oleju podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.11.6 Monitorowanie stanu izolatorów przepustowych.

Należy zastosować urządzenia do monitorowania stanu izolatorów przepustowych GN i DN w trybie on-line w oparciu o tzw. metodę napięciową. Metoda napięciowa polega na pomiarze napięcia na kondensatorze referencyjnym, który z jednej strony jest dołączony do zacisku pomiarowego, a z drugiej strony do potencjału GND. Wykonawca przygotowuje na listwie zaciskowej w szafie sterowniczej miejsce do wpięcia sygnału pomiarowego napięcia fazowego z pól autotransformatora (z przekładników napięciowych w polach). Sygnał napięciowy zapewnia Zamawiający.

Monitorowanie w zakresie współczynnika stratności dielektrycznej $\text{tg}\delta$, pojemności C, będzie miało miejsce przy wykorzystaniu zacisków pomiarowych – patrz pkt 2.5 niniejszej specyfikacji. Producent autotransformatora dostarczy i zainstaluje odpowiednie urządzenia oraz ich zasilanie – patrz pkt 2.8 niniejszej specyfikacji.

Styki alarmowe i ostrzegawcze należy wyprowadzić na listwę zaciskową szafy sterowniczej.

Szczegóły związane z zapewnieniem warunków do monitorowania stanu izolatorów przepustowych podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.11.7 Monitorowanie *on-line* wyladowań niepełnych za pomocą sond UHF.

Do zadań Wykonawcy należy wskazanie miejsc na kadzi do montażu sond umożliwiających prawidłowe wykonanie badania za pomocą sond UHF. W przypadku braku możliwości wykorzystania

istniejących zaworów do przeprowadzania przedmiotowych pomiarów każdą jednostki należy wyposażyć w dedykowane zawory do montażu sond UHF.

Realizacja układu pomiarowego leży w gestii Zamawiającego lub upoważnionej przez niego firmy. Producent autotransformatora zapewni miejsce w szafie sterowniczej do zainstalowania odpowiednich urządzeń oraz ich zasilanie – patrz pkt 2.8 niniejszej specyfikacji.

Szczegóły związane z zapewnieniem warunków do monitorowania on-line wyładowań niezupełnych za pomocą sond UHF podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.12. 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. Główne wiązki przewodów na pokrywie kadzi powinny być prowadzone w systemowych korytkach kablowych odpornych na działanie UV. 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 zapewniających odpowiednie połączenie. W obwodach przekładników prądowych należy stosować zaciski śrubowe lub sprężynowe 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, a ich kolorystyka musi odpowiadać kolorystyce przewodów.

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 autotransformatora, 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 autotransformatora 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.

Szczegóły związane z okablowaniem podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.13. Układ autotransformatora i wybranych elementów kadzi.

Izolatory przepustowe uzwojeń GN i DN należy rozmieścić wzdłuż dłuższych boków kadzi. Izolatory przepustowe mają być zamontowane w kominkach umieszczonych na pokrywie kadzi. Nie dopuszcza się wprowadzenia izolatorów poprzez boczne ścianki kadzi.

Wyprowadzenia uzwojenia TN należy umieścić na krótszym boku kadzi, po prawej stronie kadzi patrząc od strony izolatorów GN. Przełącznik zaczepów należy umieścić po lewej stronie kadzi patrząc od strony izolatorów GN.

Konserwator główny wraz z konserwatorem przełącznika zaczepów, jeśli stanowi jego wydzieloną część należy umieścić poza obrysem kadzi, po lewej stronie kadzi patrząc od strony izolatorów GN. Oś konserwatora ma być wtedy prostopadła do dłuższej osi kadzi. W autotransformatorach 400/220kV i 400/110kV konserwator może być również umieszczony nad pokrywą i wtedy jego oś będzie równoległa do dłuższej osi kadzi. Jeśli konserwator przełącznika zaczepów stanowi oddzielny element, to należy go umieścić przy konserwatorze głównym, tak, aby nie zwiększać wymiarów gabarytowych autotransformatora. Wysokość konserwatora przełącznika nie może być niższa od wysokości konserwatora kadzi.

Wszystkie ograniczniki przepięć mają być instalowane na konstrukcji kadzi autotransformatora lub na jego pokrywie przy zachowaniu bezpiecznych odległości tak, aby nie ograniczać dostępu do innego osprzętu.

Radiatory (baterie radiatorów) należy rozmieszczać wzdłuż dłuższych boków kadzi. Nie dopuszcza się instalowania radiatorów na krótszych bokach kadzi.

Szafę sterowniczą należy mocować do krótszego boku kadzi, po stronie przeciwnej niż wyprowadzenia uzwojenia TN.

Czujnik wody i gazów oraz rozszerzalnościowy miernik temperatury oleju w górnej warstwie należy umieścić w pobliżu szafy sterowniczej.

Wymagania dotyczące drabiny oraz pomostu podano w pkt 3.7 niniejszej specyfikacji.

Szczegóły związane z układem autotransformatora i jego elementów podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

2.14. Dyspozycyjność autotransformatora

Autotransformator musi zapewniać wymaganą dyspozycyjność, tj. nie dopuszcza się aby wystąpiły sytuacje, wynikające z przyczyn innych niż przyczyny związane z prowadzeniem ruchu sieci, które spowodują, że korzystanie z tego autotransformatora nie będzie możliwe lub zostanie ograniczone. Wymagania odnośnie czasu przystąpienia (T_G) i usuwania niesprawności przez Wykonawcę (T_U) podaje tabela nr 10 w PWT dla typu autotransformatora będącego przedmiotem zamówienia.

A. Definicje

1. **Niesprawność** autotransformatora jest to wystąpienie sytuacji skutkującej:
 - a) wyłączeniem autotransformatora, automatycznym lub ręcznym (operatywnym);

- b) ograniczeniem funkcjonalności autotransformatora, powodującym że korzystanie z tego autotransformatora wymaga ograniczenia któregokolwiek z parametrów jego pracy (np. wartości przesyłanej mocy lub możliwości regulacji PPZ), bądź skutkuje obniżeniem poziomu bezpieczeństwa jego pracy.

2. **Czas gotowości (T_G) do przystąpienia przez Wykonawcę do usuwania niesprawności**, liczony w godzinach na pojedynczą niesprawność [h], osobno dla każdego rodzaju niesprawności skutkującej:

- a) wyłączeniem autotransformatora – $T_{G(wyt)}$;
- b) ograniczeniem funkcjonalności autotransformatora – $T_{G(ogr)}$.

Czas gotowości do przystąpienia do usuwania niesprawności (T_G) jest to czas liczony od momentu zgłoszenia niesprawności Wykonawcy, do momentu po którym Wykonawca będzie zdolny rozpocząć realizację czynności koniecznych do usunięcia niesprawności i kontynuować te czynności bez zbędnej zwłoki (np. wynikającej z braku materiałów, sprzętu lub odpowiednio przeszkolonego bądź przygotowanego personelu).

3. **Łączny czas usunięcia niesprawności przez Wykonawcę (T_U) w okresie jednego roku**, tj. liczony w godzinach na rok [h/a], łącznie w danym roku kalendarzowym (proporcjonalnie dla okresów krótszych niż rok), osobno dla każdego z autotransformatorów których dotyczy zamówienie i osobno dla każdego rodzaju niesprawności skutkującej:

- a) wyłączeniem autotransformatora – $T_{U(wyt)(k)}$;
- b) ograniczeniem funkcjonalności autotransformatora – $T_{U(ogr)(k)}$.

W okresie kontrolnym rzeczywiste czasy usuwania niesprawności ($T_{Ux(k)}$) dla ujawnionych w tym okresie niesprawności będą rejestrowane i sumowane w każdym roku kalendarzowym (proporcjonalnie dla okresów krótszych niż rok):

Początek rzeczywistego czasu usuwania danej niesprawności ($T_{Ux(k)}$) jest liczony osobno dla danego autotransformatora od momentu w którym Wykonawca przystąpił do usuwania tej niesprawności do momentu całkowitego usunięcia niesprawności.

4. **Okres kontrolny** jest to okres czasu, w którym obowiązują wymagania odnośnie czasów: T_G , $T_{G maks.}$, T_{Ux} , $T_{U maks.}$.

Okres kontrolny dla danego autotransformatora obowiązuje od momentu jego załączenia do pracy po zakończeniu z wynikiem pozytywnym prób napięciowych i obciążeniowych, tj. rozpoczęcia jego Ruchu Próbego lub jego przyjęcia do eksploatacji, do momentu jego odbioru gwarancyjnego z wynikiem pozytywnym.

5. **Koszt niesprawności ($K_{nieszp.}$)** osobno dla każdego rodzaju niesprawności skutkującej:

- a) wyłączeniem autotransformatora – $K_{nieszp(wyt)}$;

b) ograniczeniem funkcjonalności autotransformatora – $K_{\text{niesp (ogr)}}$;
został określony w umowie.

B. Wymagania

1. Czas przystąpienia przez Wykonawcę do usuwania niesprawności (T_G), odpowiednio do rodzaju niesprawności skutkującej:

- a) wyłączeniem autotransformatora – $T_{G \text{ (wyl) maks.}}$;
- b) ograniczeniem funkcjonalności autotransformatora – $T_{G \text{ (ogr) maks.}}$.

nie może być dłuższy niż dopuszczalna wartość maksymalna określona w cz. I SIWZ.

W przypadku, kiedy którykolwiek z czasów przystąpienia przez Wykonawcę do usuwania niesprawności:

- a) podany w ofercie Wykonawcy ($T_{G \text{ (wyl)}}$ lub $T_{G \text{ (ogr)}}$) będzie dłuższy niż maksymalny dopuszczalny czas przystąpienia przez Wykonawcę do usuwania danego rodzaju niesprawności ($T_{G \text{ (wyl) maks.}}$ lub $T_{G \text{ (ogr) maks.}}$), tj. $T_{G \text{ (wyl)}} > T_{G \text{ (wyl) maks.}}$ lub $T_{G \text{ (ogr)}} > T_{G \text{ (ogr) maks.}}$ – oferta zostanie odrzucona.
- b) zarejestrowany dla każdego zdarzenia danego rodzaju niesprawności (k) w okresie kontrolnym ($T_{G \text{ (wyl) (k)}}$ lub $T_{G \text{ (ogr) (k)}}$) będzie dłuższy niż gwarantowany w ofercie czas przystąpienia przez Wykonawcę do usuwania danego rodzaju niesprawności ($T_{G \text{ (wyl)}}$ lub $T_{G \text{ (ogr)}}$), tj. $T_{G \text{ (wyl) (k)}} > T_{G \text{ (wyl)}}$ lub $T_{G \text{ (ogr) (k)}} > T_{G \text{ (ogr)}}$ – zostanie naliczona kara zgodnie z Umową.
- c) zarejestrowany dla każdego zdarzenia danego rodzaju niesprawności (k) w okresie kontrolnym ($T_{G \text{ (wyl) (k)}}$ lub $T_{G \text{ (ogr) (k)}}$) będzie dłuższy niż maksymalny dopuszczalny czas przystąpienia przez Wykonawcę do usuwania danego rodzaju niesprawności ($T_{G \text{ (wyl) maks.}}$ lub $T_{G \text{ (ogr) maks.}}$), tj. $T_{G \text{ (wyl) (k)}} > T_{G \text{ (wyl) maks.}}$ lub $T_{G \text{ (ogr) (k)}} > T_{G \text{ (ogr) maks.}}$ – zostanie naliczona kara zgodnie z Umową.

2. Łączny czas usunięcia niesprawności przez Wykonawcę (T_U) w okresie jednego roku (proporcjonalnie dla okresów krótszych niż rok) odpowiednio do rodzaju niesprawności skutkującej:

- a) wyłączeniem autotransformatora – $T_{U \text{ (wyl) maks.}}$;
- b) ograniczeniem funkcjonalności autotransformatora – $T_{U \text{ (ogr) maks.}}$.

nie może być dłuższy niż dopuszczalna wartość maksymalna określona w cz. I SIWZ.

W przypadku kiedy w okresie jednego roku (proporcjonalnie dla okresów krótszych niż rok), łączny czas usunięcia niesprawności przez Wykonawcę obliczony osobno dla każdego autotransformatora oraz każdego rodzaju niesprawności:

- a) podany w jego ofercie (T_U) będzie dłuższy niż maksymalny dopuszczalny czas usunięcia niesprawności przez Wykonawcę ($T_{U \text{ maks.}}$), tj. $T_U > T_{U \text{ maks.}}$ – oferta zostanie odrzucona;
- b) rzeczywisty łączny czas ($T_{U(s)}$) będący sumą czasów $T_{U(x)(k)}$ zarejestrowanych dla każdego zdarzenia niesprawności (k) w danym roku kalendarzowym (proporcjonalnie dla okresów krótszych niż rok) dla danego autotransformatora i danego rodzaju niesprawności, będzie dłuższy niż dopuszczalna wartość maksymalna dla danego rodzaju niesprawności, tj. $T_{U(s)} > T_{U \text{ maks.}}$ – zostanie naliczona kara zgodnie z Umową;
- c) rzeczywisty łączny czas ($T_{U(s)}$) będący sumą czasów $T_{U(x)(k)}$ zarejestrowanych dla każdego zdarzenia niesprawności (k) w danym roku kalendarzowym (proporcjonalnie dla okresów krótszych niż rok) dla danego autotransformatora i danego rodzaju niesprawności, będzie dłuższy niż gwarantowany w ofercie Wykonawcy czas dla danego rodzaju niesprawności ($T_{U(x)}$), tj. $T_{U(s)} > T_{U(x)}$ – zostanie naliczona kara zgodnie z Umową.

Czas $T_{U(s)}$ dla danego elementu i danego rodzaju niesprawności oblicza się zgodnie ze wzorem:

$$T_{U(x)(s)} = \frac{d}{a} \sum_{k=1}^n T_{U(x)(k)}$$

w którym:

d – liczba dni w okresie sumowania;

a - liczba dni w roku kalendarzowym w którym dokonuje się sumowania;

n – liczba zdarzeń niesprawności w okresie sumowania.

przy czym należy przyjąć następujące okresy sumowania:

- 1-szy okres sumowania rozpoczyna się od momenty rozpoczęcia okresu kontrolnego dla danego autotransformatora do końca roku kalendarzowego w którym rozpoczął się okres kontrolny;
- 2-gi okres sumowania oraz kolejne (poza ostatnim) rozpoczyna się pierwszego dnia danego roku kalendarzowego i kończy ostatniego dnia tego roku kalendarzowego;
- ostatni okres sumowania rozpoczyna się pierwszego dnia danego roku kalendarzowego w którym kończy się okres kontrolny i kończy wraz z końcem (ostatniego dnia) okresu kontrolnego;

W 1-szym oraz ostatnim okresie sumowania obowiązuje proporcjonalnie do długości tego okresu maksymalny dopuszczalny czas usunięcia niesprawności przez Wykonawcę ($T_{U(x) \text{ maks. (c)}}$) wyliczony osobno dla danego autotransformatora i danego rodzaju niesprawności zgodnie z formułą:

$$T_{U(x) \text{ maks. (c)}} = \frac{d}{a} T_{U(x) \text{ maks.}}$$

3. KADŹ ORAZ ELEMENTY MECHANICZNE.

3.1 Kadź i pokrywa.

Kadź autotransformatora ma być wykonana tak, aby wytrzymała bez odkształceń transport, przemieszczanie oraz naciśnienie powstające podczas uszkodzeń.

Kompletnie zmontowany autotransformator wraz z kadzią, radiatorami, wszystkimi połączeniami olejowymi, zaworami, zastawkami oraz z pozostałym osprzętem i z zaworami przeciwybuchowymi zainstalowanymi na swoim miejscu, ale przy zastąpieniu ich membrany przez płytę stalową musi wytrzymywać bez trwałych, widocznych odkształceń:

- 1) Napełniony olejem: wewnętrzne naciśnienie 50 kPa mierzone na pokrywie.
- 2) Bez oleju: próżnię we wnętrzu o wartości według Tabeli danych gwarantowanych Lp. 9.3.

W tych warunkach autotransformator 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 autotransformatora, to jest przez co najmniej 55 lat.

Na kadzi należy przewidzieć miejsca (uchwyty) dla montażu ograniczników przepięć. Projekt ma uwzględniać usytuowanie ograniczników jak najbliżej izolatorów przepustowych przy zachowaniu bezpiecznych odległości. Wytrzymałość mechaniczna kadzi ma uwzględniać posadowienie ograniczników na niej.

Autotransformator musi być tak zaprojektowany i wyposażony, aby na stanowisku pracy mógł być napełniany olejem pod próżnią, niezależnie od tego czy był transportowany z olejem czy bez.

Pokrywa ma być zespawana z kadzią, przy czym szerokość kryzy kadzi i pokrywy musi 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/kotwy) umożliwiające obsłudze przypięcie się do nich za pomocą pasa bezpieczeństwa, co najmniej w każdym z jej narożników. Całą lub część pokrywy należy pomalować farbą przeciwpoślizgową.

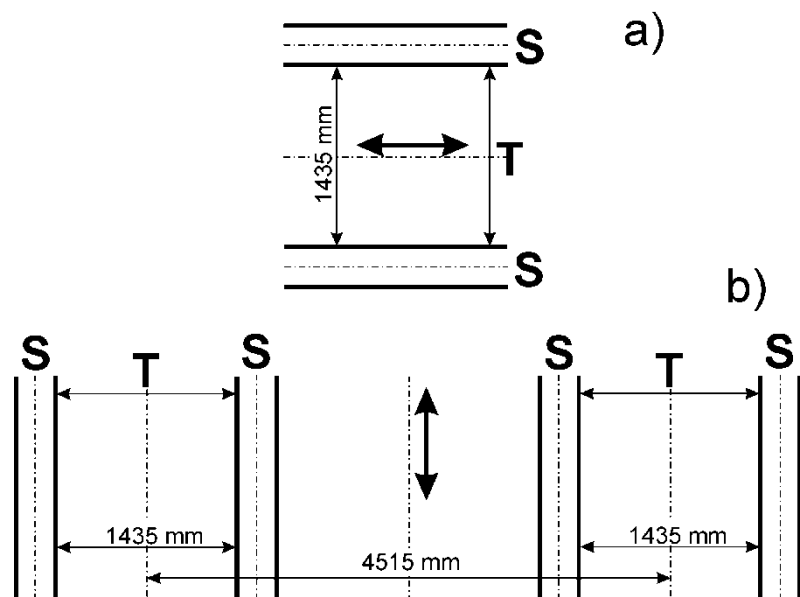
Należy przewidzieć następujące elementy umożliwiające przemieszczanie, montaż oraz demontaż całkowicie zmontowanego i napełnionego olejem autotransformatora:

- a) Cztery płyty podnośnikowe (inaczej wsporniki do lewarowania) umożliwiającą nieznaczne podniesienie kompletnie zmontowanego autotransformatora (np. celem założenia kół jezdnych lub zmiany ich położenia).

- b) Co najmniej cztery ucha do założenia lin dla przesunięcia kompletnie zmontowanego autotransformatora na własnych kołach w kierunku wzdłużnym (tj. wzdłuż dłuższej osi kadzi) i poprzecznym (tj. prostopadle do tej osi).
- c) Ucha do podnoszenia pokrywy kadzi, konserwatora i przełącznika zacze­pów.

Autotransformator musi mieć odejmowalne koła jezdne (lub zestawy kół jezdnych) umożliwiające jego przetoczenie w stanie praktycznego zmontowania (bez zainstalowanych baterii radiatorów) w kierunku wzdłużnym (tj. wzdłuż dłuższej osi kadzi) i poprzecznym (tj. prostopadle do tej osi) na odległość do ok. 50 m celem umieszczenia go na stanowisku pracy.

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



Rys. nr 1. Szkic rozstawu szyn jezdnych do ustawienia i przetaczania autotransformatora 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 autotransformatora podaje rys. nr 1. Przy ustawieniu autotransformatora 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 autotransformatora w kierunku poprzecznym (tj. prostopadłym do podłużnej osi kadzi) część kół jezdnych stoi na jednym torze jezdny­m 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 autotransformatora (jego kół jezdnych) muszą być ograniczniki umożliwiające zablokowanie kół po ustawieniu na miejscu pracy.

Nie dopuszcza się zastosowania panelowych ekranów głuszących mocowanych do ścianek kadzi, lub (nawet częściowo) do pokrywy bądź ekranu akustycznego jako oddzielnego elementu (komory akustycznej) otaczającego kadź autotransformatora i znajdującego się w pewnej odległości od niego.

Szczegóły związane z kadzią i pokrywą autotransformatora podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.2 Uziemienia kadzi i innych elementów.

W dolnej części kadzi muszą się znajdować dwa występy z zaciskami uziemiającymi, odpowiednie do przyłączenia płaskownika miedzianego, miedziowanego lub z ocynkowanej taśmy stalowej (bednarki) o przekroju 100 mm².

Jeden zacisk uziemiający należy umieścić po prawej stronie patrząc od strony izolatorów przepustowych GN, drugi zacisk uziemiający – po drugiej stronie kadzi, po prawej stronie patrząc od strony izolatorów przepustowych DN. Obydwa zaciski należy tak umieścić, aby nie kolidowały z innymi elementami na kadzi.

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

Szafa sterownicza ma 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 25mm².

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

Szczegóły związane z uziemieniem podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.3 Zawory i armatura.

Kadź autotransformatora należy wyposażyć w następujące zawory i armaturę, przy czym ich rozmieszczenie oraz szczegóły konstrukcyjne powinny być zaakceptowane przez Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

Najważniejsze z nich wymieniono w poniższym wykazie.

1. Dwa złącza 25mm (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 musi być doprowadzony do dołu, tak, aby był dostępny z poziomu ziemi.

2. Dwa złącza ściekowe (spustowe) 80 mm lub 50 mm (DN 80 lub DN 50) zlokalizowane na dolnej ścianie 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. Mają być one wyposażone w dwa 90^o kolankowe zawory kulowe oraz mosiężne końcówki oraz umieszczone na przeciwległych krańcach pokrywy kadzi. Co najmniej jedno z nich musi 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 z poz. 2. 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 muszą być dostosowane do wymagań urządzenia do monitoringu.
7. Zastawki/zawory o odpowiedniej średnicy umieszczone na wlocie do każdego radiatora (baterii radiatorów) oraz na wylocie z każdego z nich umożliwiające odcięcie od kadzi i pozostałych radiatorów (baterii radiatorów).
8. Zawory do odcięcia kolektorów oleju od kadzi.
9. Korki (zawory) do odpowietrzania radiatorów, baterii radiatorów oraz kolektorów.
10. Korki (zawory) spustowe oleju z radiatorów, baterii radiatorów i kolektorów.
11. Kieszenie termometrowe na pokrywie do pomieszczenia oporowych czujników temperatury.

Każde złącze dostępne z poziomu ziemi musi być wyposażone w system zabezpieczenia przed nieuprawnionym poborem oleju (przystosowane do zamknięcia na kłódkę i do plombowania).

Wszystkie elementy i urządzenia związane z układem chłodzenia (zawory, pompy, czujniki, przekaźniki montowane na kadzi autotransformatora, grzejniki, separatory oleju itp.) muszą być opisane i oznaczone

odpowiednim symbolem na wszystkich schematach ideowych i tabliczkach dotyczących autotransformatora.

Autotransformatory transportowane z olejem zakrywającym rdzeń i uzwojenie mają mieć wskaźnik poziomu oleju na czas transportu.

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

Szczegóły związane z zaworami i armaturą podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.4 Włazy.

Na ścianach kadzi, a jeśli potrzeba to również na 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 co najmniej jeden właz umożliwiający dostęp do wybieraka przełącznika zaczepów.

Włazy mają mieć wymiar 660x660 mm lub średnicę 660 mm celem umożliwienia łatwego dostępu do przełącznika 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 z kadzią/pokrywą mają być śrubowe oraz mają mieć odpowiednie uszczelki i kryzy. Uszczelki muszą być wykonane z gumy olejoodpornej lub równoważnego materiału olejoodpornego. Należy zastosować połączenia wyrównawcze pomiędzy wszystkimi elementami przewodzącymi, których montaż został wykonany z użyciem elementów uszczelniających.

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 autotransformatorze w trybie on-line będzie wykonywane przy wykorzystaniu sond UHF wykorzystujących zawory do obiegowego uzdatniania oleju umieszczonych na przeciwległych krańcach pokrywy kadzi.

Szczegóły związane z włączami podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.5 Zawory przeciwwybuchowe.

Na kadzi należy umieścić co najmniej dwa zawory przeciwwybuchowe. Należy przewidzieć kierownice i odcinki rur uniemożliwiające w przypadku działania zaworów opryskanie osób, które znajdą się przy kadzi na poziomie ziemi, jeśli 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.

Szczegóły związane z zaworami przeciwwybuchowymi oraz ich lokalizacją podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.6 Konserwatory.

3.6.1 Budowa konserwatorów.

Autotransformator ma być wyposażony w konserwator główny połączony z kadzią za pomocą rury o średnicy wewnętrznej ok. 80 mm zaopatrzonej w zawór ze wskaźnikiem położenia zaworu z wydzielonym fragmentem dla podobciążeniowego przełącznika zaczepów.

Konserwator musi być szczelny i mieć olejoszczelny worek gumowy lub membranę połączone z atmosferą za pośrednictwem odwilżacza.

Objętość konserwatora głównego musi być adekwatna do zmian objętości oleju, które mogą pojawić się w eksploatacji pomiędzy skrajnymi stanami autotransformatora, 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 autotransformatorze poziom oleju musi być widoczny we wskaźniku poziomym oleju. Przy temperaturze otoczenia +40°C i maksymalnym obciążeniu autotransformatora w stanach ustalonych poziom oleju nie może przekraczać poziomu dopuszczalnego i również musi być widoczny we wskaźniku poziomym oleju.

Do DTR należy przedstawić tabelkę wskazującą poziom oleju w konserwatorze w zależności od jego temperatury.

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

3.6.2 Wyposażenie konserwatorów.

Każdy konserwator 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 kadź z tego miejsca.
3. Połączenie do opróżniania o średnicy 25 mm wyposażone w zawór DN25 oraz mosiężną końcówkę.
4. Oddzielne odwilżacze silikażelowe worka powietrznego / membrany konserwatora głównego i konserwatora przełącznika zaczepów.
5. Właz u góry konserwatora głównego.
6. Niezależne wskaźniki poziomu oleju części kadzi głównej oraz PPZ widoczne z poziomu ziemi.
7. Ucha do podnoszenia.

W połączeniu olejowym pomiędzy kadzią a konserwatorem głównym należy zainstalować zawór odcinający konserwator (ZOK) oraz dwustopniowy przełącznik gazowo-przepływowy (Buchholza) a między każdą komorą przełącznika mocy a konserwatorem przełącznika zaczepów jedностopniowy przełącznik przepływowy. Wymagania dotyczące tych przełączników podano w pkt 2.11.2 niniejszej specyfikacji.

Szczegóły związane z konserwatorami podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.7 Drabina i pomost.

Autotransformator należy wyposażyć w drabinę z pomostem (podestem) mocowanymi do kadzi i pokrywy. Mają one ułatwić dostęp do pokrywy oraz obserwację pokrywy, a szczególnie przełącznika gazowo – przepływowego. Pomost należy usytuować prostopadle do podłużnej osi kadzi nad szafą sterowniczą, tj. od strony konserwatora głównego. Może on znajdować się całkowicie lub częściowo poza obrysem kadzi i nie może ograniczać swobodnego dostępu do przełączników przepływowych ppz i zaworów przeciwwybuchowych ppz. Musi także umożliwiać wyjęcie głowic przełącznika zaczepów bez demontażu podestu i jego elementów. 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. Barierki podestu należy wyposażyć w bortnice podestowe. Pomost nie może ograniczać dostępu do pokryw komór podobciążeniowych przełączników zaczepów.

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

Pomost wraz z drabiną powinien zostać zamontowany na czas realizacji prób FAT.

Szczegóły związane z drabiną i pomostem podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

3.8 Wykończenie oraz ochrona przed korozją.

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

Radiatory mają 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 PWT. 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 55 lat. Kadź 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.

Połączenia śrubowe mają być wykonane z materiałów odpornych na korozję.

Szczegóły związane z ochroną przed korozją podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań 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.

Autotransformator należy wyposażyć w dwie tabliczki:

1. Tabliczkę znamionową zawierającą dane zgodnie z normą PN-EN 60076-1 z uwzględnieniem:
 - a) Schematu połączeń uzwojeń z zaznaczeniem wszystkich przekładników prądowych.
 - b) Oznaczenia zacisków przekładników prądowych i ich parametrów (w tym i zwojów pomiarowych).
 - c) Schematycznego rozmieszczenia zacisków uzwojeń na kadzi oraz przełączników zaczepów.

Dopuszcza się podział tabliczki znamionowej na dwie oddzielne części. Jedna zawierająca dane znamionowe i drugą zawierającą schemat elektryczny

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

Wymiary tabliczek z poz. 1 i 2 oraz napisy na nich mają być takie, aby możliwy był 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 były grawerowane na dostateczną głębokość. Tabliczki muszą być wykonane z laminatu dwuwarstwowego biało – czarnego lub aluminium odpornych na działanie czynników atmosferycznych. Omawiane tabliczki należy mocować do zewnętrznej powierzchni drzwi szafy sterowniczej.

Izolatory przepustowe mają mieć własne tabliczki oznaczeniowe. Należy je mocować do kominków w przypadku izolatorów liniowych uzwojeń GN i DN, oraz na kadzi (pokrywie) w pozostałych przypadkach.

Oznaczenie zacisków liniowych ma być następujące:

uzwojenie GN	1U, 1V, 1W;
uzwojenie DN	2U, 2V, 2W;
uzwojenie TN	3U, 3V, 3W.

Oznaczenie punktu neutralnego: N.

Zaciski liniowe uzwojenia GN oraz zaciski uzwojenia TN numeruje się, patrząc od strony tego uzwojenia poczynając od lewa na prawo. Numeracja zacisków liniowych uzwojenia DN wynika z przyjętej grupy połączeń.

Zawory i przyłącza wymienione w pkt 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 uziemień.

Należy również oznaczać za pomocą tabliczek oznaczeniowych inne elementy, zwłaszcza służące do przyłączania obwodów, jak np. oporowe czujniki temperatury, zaciski do uziemienia rdzenia i jego konstrukcji, itp. Tabliczki mogą podawać tylko oznaczenie kodowe (numer), zgodne z rysunkami, schematami połączeń elektrycznych i Dokumentacją Techniczno-Ruchową.

Dane wymagane zgodnie z Rozporządzeniem Komisji UE nr 548/2014 z dn. 21.05.2014r., tj. minimalna wartość PEI, materiał uzwojeń (np. „Cu”), materiał rdzenia (np. „Fe+Si_{3%}+C_{0,05%}”), znak CE, Wykonawca umieści w wydzielonym i opisanym obszarze na tabliczce znamionowej.

Szczegóły związane z tabliczkami podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU.

Kadź autotransformatora należy zaprojektować i wykonać tak, aby możliwy był załadunek jednostki, jej transport i wyładunek z wagonu kolejowego oraz przyczepy drogowej spełniających wymagania przepisów dotyczących środków transportowych obowiązujących w Polsce. Autotransformator musi być wykonany w sposób umożliwiający jego transportowanie co najmniej na wagonie kolejowym burtowym oraz na odpowiednim do obciążenia zestawie niskopodwoziowym w przypadku transportu drogowego.

Konstrukcja i wykonanie autotransformatora oraz jego kół jezdnych musi umożliwiać jego przetaczanie na własnych kołach w obrębie stacji elektroenergetycznej w stanie praktycznego zmontowania (bez zamontowanych baterii radiatorów) w kierunku podłużnym (tj. wzdłuż dłuższej osi kadzi) i poprzecznym (tj. prostopadle do tj. osi) na odległość do ok. 50 m celem umieszczenia go na stanowisku pracy. W trakcie przetaczania należy przewidywać zmianę kierunku przetaczania.

W celach transportowych autotransformator musi mieć zamontowane mechaniczne wskaźniki/rejestratory wstrząsów (*shock indicator*) występujących w płaszczyznach X, Y, Z.

Rejestratory wstrząsów należy zamontować i uruchomić przed rozpoczęciem prac załadunkowych i wyłączyć oraz zdemontować po montażu autotransformatora na docelowym stanowisku.

Rejestracja wstrząsów musi odbywać się w sposób ciągły. Zarejestrowane wyniki wraz z ich analizą należy udokumentować w protokole z przebiegu transportu, wraz oświadczeniem o prawidłowym bądź nieprawidłowym (pod względem wartości przemieszczeń) przebiegu transportu.

Wykonawca przekaze wskazania rejestratorów i manometru sprzed wyruszenia transportu oraz po dotarciu na miejsce dostawy w postaci *Raportu z odczytu wskaźników* wraz z oceną tych odczytów. W zależności od wskazań przyrządów będą podejmowane dalsze decyzje na stacji, w tym o odbiorze jednostki.

Wykonawca jest zobowiązany, również przez cały okres transportu autotransformatora, do kontrolowania i zapisywania – nie rzadziej niż raz na dobę – parametrów panujących wewnątrz i na zewnątrz kadzi: temperatury, ciśnienia suchego powietrza lub azotu, wilgotności powietrza. Wyniki sprawdzeń należy udokumentować w protokole.

Szczegóły związane z przystosowaniem autotransformatora do transportu podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

5. OSPRZĘT.

Autotransformator musi być wyposażony co najmniej w następujące elementy:

1. Komplet izolatorów przepustowych zacisków liniowych uzwojeń GN i DN oraz ich punktu neutralnego.
2. Komplet izolatorów przepustowych wyprowadzenia uzwojenia TN.
3. Komplety ograniczników przepięć stron GN, DN i TN autotransformatora wraz z licznikami zadziałań.
4. Konserwator główny (dzielony: dla części aktywnej oraz podobciążeniowego przełącznika zaczepów)
5. Wskaźnik poziomu oleju w konserwatorze głównym ze stykami dla zdalnego wskazywania minimalnego i maksymalnego poziomu oleju.
6. Wskaźnik poziomu oleju w konserwatorze przełącznika zaczepów ze stykami dla zdalnego wskazywania minimalnego i maksymalnego poziomu oleju.
7. Włazy oraz otwory rewizyjne.
8. Dwustopniowy przekaźnik gazowy (przekaźnik Buchholza), typ o średnicy 80 mm, umieszczony między kadzią a konserwatozem głównym z dwoma stykami na każdym stopniu.
9. Zawór między przekaźnikiem gazowym a konserwatozem głównym.
10. Kompletny przełącznik zaczepów z napędem.
11. Wskaźnik poziomu oleju w konserwatorze przełącznika zaczepów.
12. Jednostopniowy przekaźnik przepływowy przełącznika zaczepów oraz zawór ciśnieniowy (przeciwwybuchowy).
13. Cztery płyty podnośnikowe (wsporniki do lewarowania).
14. Ucha do podnoszenia kadzi za pomocą liny.
15. Ucha do podnoszenia pokrywy.
16. Co najmniej cztery ucha do przetaczania w obu kierunkach,
17. Blokada kół do przetaczania.
18. Drabinę do wejścia na górę kadzi i pomost.
19. Ucha do wyjmowania rdzenia z uzwojeniami z kadzi.
20. Odwilżacze silikagelowe konserwatorów głównego i przełącznika zaczepów.
21. Termometr z podziałką temperatury oleju w górnej warstwie z dwoma nastawialnymi parami styków oraz trójprzewodowe, oporowe czujniki temperatury oleju w górnej warstwie.

22. Jeden rozszerzalnościowy termometr oleju w górnej warstwie do sterowania układem chłodzenia.
23. Zawory oraz pozostały osprzęt kadzi autotransformatora.
24. Analogowy rozszerzalnościowy model cieplny.
25. Radiatory (baterie radiatorów) i wentylatory.
26. Zastawki na wlocie i wylocie z radiatorów (baterii radiatorów), pomp olejowych oraz kolektorów oleju, odejmowalnych na czas transportu.
27. Pompy oleju oraz wskaźniki kierunku przepływu oleju.
28. Zawór odcinający konserwator (ZOK).
29. Przynajmniej dwa zawory przeciwwybuchowe ze stykami.
30. Występy do transportu na platformie drogowej burtowej lub burtowym wagonie kolejowym.
31. Korki (zawory) odpowietrzające i do opróżniania radiatorów (baterii radiatorów) oraz kolektorów.
32. Czujnik do monitorowania *on-line* gazów palnych oraz wody w oleju.
33. Szafę sterowniczą.
34. Obwody pomiarowe, sterowania i sygnalizacyjne.
35. Zaciski uziemiające na kadzi autotransformatora (dwie sztuki).
36. Zaciski uziemiające szafy napędu przełącznika mocy oraz szafy sterowniczej układem chłodzenia.
37. Szybko działający zawór nadciśnieniowy (przeciwwybuchowy) komory przełącznika zaczepów.
38. Tabliczki znamionowe i oznaczeniowe wg pkt 3.9.
39. Układ monitoringu *on-line* izolatorów przepustowych GN i DN.

Zainstalowany na autotransformatorze osprzęt oraz puszki zaciskowe muszą być tak zaprojektowane, zbudowane i zamontowane aby zadziałanie instalacji gaszeniowej autotransformatora nie powodowało żadnych uszkodzeń lub zagrożeń dla tych elementów, nawet w przypadku kiedy dysze tryskaczy znajdować się będą w ich bezpośrednim sąsiedztwie (w odległości nie mniejszej niż 200 mm). Stopień ochrony tych elementów – co najmniej IP 54.

Szczegóły związane z osprzętem podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

6. PRÓBY.

6.1 Wymagania ogólne

Próby wykonuje się na kompletnie zmontowanym autotransformatorze. Wszystkie podstawowe elementy takie jak izolatory przepustowe, złącza konektorowe i podobciążeniowe przełączniki zaczepów oraz przekładniki muszą być w pełni zbadane przed ich zamontowaniem do autotransformatora, zgodnie z normami przedmiotowymi a raporty z ich prób typu i wyrobu muszą być przedstawione podczas prób fabrycznych autotransformatora i być dołączone do protokołu z tych prób.

Wszystkie pomocnicze urządzenia i obwody powinny być sprawdzone funkcjonalnie. Sprawdza się izolację oraz ciągłość obwodów pomocniczych zgodnie ze schematem połączeń. Protokoły z wynikami sprawdzenia przewodowania oraz prób funkcjonalnych należy dołączyć do protokołu z prób fabrycznych autotransformatora.

Próby zakwalifikowane jako próby typu wykonuje się na pierwszym egzemplarzu zamówionej serii autotransformatorów danego typu. Zakres tych prób podano w punkcie 6.2.

Próby zakwalifikowane jako próby wyrobu wykonuje się na wszystkich dostarczanych egzemplarzach zamówionej serii autotransformatorów. Zakres tych prób podano w punkcie 6.3.

Próby dielektryczne należy wykonać po próbie nagrzewania.

Dla pomiarów strat jałowych oraz obciążeniowych należy podać błąd pomiarowy. Informację wraz ze schematem pomiarowym układu należy zamieścić w protokole z prób fabrycznych. Wykonawca przedstawi aktualne certyfikaty wzorcowania i kalibrowania urządzeń pomiarowych.

Próby na wszystkich dostarczanych egzemplarzach zamówionej serii autotransformatorów muszą być wykonane w obecności przedstawicieli Zamawiającego. Zamawiający zdecyduje osobno dla każdego autotransformatora, w których próbach z zakresu wykonywanego na tym autotransformatorze, będą uczestniczyć jego przedstawiciele.

W protokole z prób fabrycznych każdego autotransformatora należy zawrzeć informację o tym, którzy przedstawiciele Zamawiającego uczestniczyli w których próbach.

Szczegóły związane z zakresem i harmonogramem prób fabrycznych podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego w ramach Przeglądu Projektu.

6.2 Próby typu.

6.2.1. Próba nagrzewania.

Próbie przeprowadza się według normy PN-EN 60076-2 oraz IEC 60076-7. Próba uzupełniona obliczeniami dokonanymi w oparciu o jej wyniki oraz o dane konstrukcyjne ma jednoznacznie wykazać, że autotransformator jest zdolny do przenoszenia obciążenia określonego w Tabl. nr 3. Lp. 11,

oraz w Tabl. nr 3. Lp. 22. PWT. Temperaturę najgorętszego miejsca, o ile nie jest wyznaczana bezpośrednio pomiarowo, 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 na poziomie ostrzegawczym i alarmowym.

Należy przeprowadzić następujące cykle (obciążenia) próby autotransformatora:

- 1) Przy najniższej skuteczności chłodzenia (ONAN), przy stratach odpowiadających najwyższej mocy pary uzwojeń podstawowych, przy której mają one pracować przy tej skuteczności wg Tabl. nr 3. Lp.11 PWT oraz mocy referencyjnej (znamionowej) uzwojenia TN.
- 2) Przy maksymalnej skuteczności chłodzenia i stratach odpowiadających mocy maksymalnego, długotrwałego obciążenia awaryjnego pary uzwojeń podstawowych podanego w Tabl. 4, Lp.4 PWT oraz mocy referencyjnej (znamionowej) uzwojenia TN.
- 3) Przy skuteczności chłodzenia i przy stratach odpowiadających mocy referencyjnej (znamionowej) pary uzwojeń podstawowych oraz uzwojenia TN.
- 4) Przy pośredniej skuteczności chłodzenia i przy najwyższej mocy pary uzwojeń podstawowych, przy której mają one pracować przy tej skuteczności chłodzenia oraz mocy referencyjnej (znamionowej) uzwojenia TN.

Próby mają trwać aż do ustalenia się przyrostów temperatury oleju w górnej warstwie zgodnie z wymaganiami norm.

Podczas cyklu wymienionego w pkt. 2) powyżej, przełącznik zaczepów musi być ustawiony na pozycji, przy której występuje największy strumień rozproszenia, tj. gdy wg obliczeń należy oczekiwać najwyższej temperatury kadzi i elementów konstrukcyjnych rdzenia.

Próby mają umożliwić wyznaczenie ustalonej temperatury oleju oraz stałej czasu oleju/autotransformatora. Mają też umożliwić wyznaczenie przyrostu temperatury każdego z uzwojeń (szeregowego, wspólnego, regulacyjnego, pomocniczego) oraz ich stałych czasu. Stąd też konieczne jest przeprowadzenie nagrzewania uzwojeń na różnych pozycjach przełącznika zaczepów. Ekstrapolację średniego przyrostu temperatury uzwojeń na moment wyłączenia należy wykonać za pomocą ekstrapolacji numerycznej z zastosowaniem funkcji dwuwykładniczej.

W końcowym okresie nagrzewania próby wg pkt. 2) powyżej należy monitorować temperaturę na powierzchni kadzi oraz temperaturę zacisków elektrycznych za pomocą kamery na podczerwień celem wykazania, że temperatury te nie są niebezpieczne w przypadku obciążeń określonych w PWT – Tabl. nr 4, Lp. 4, tj. nie przekracza wartości podanych w poz. 5 i 6 tejże tabeli.

Wyniki monitorowania temperatur podlegają ocenie ze względu na spełnienie wymagań Zamawiającego. W przypadku wątpliwości cykle te powtarza się celem dokonania powtórnego monitorowania lokalnych temperatur kadzi.

Przed i po zakończonych próbach nagrzewania wymagane jest pobranie próbki oleju do analizy rozpuszczonych związków furanu (2-FAL, 5-HMF, 2-FOL, 2-ACF, 5-MEF).

Zasady pobierania próbek do analizy zawartości gazu rozpuszczonego w oleju podczas próby oraz kryteria oceny podano w pkt. 6.4 niniejszej specyfikacji.

Na podstawie wyników próby nagrzewania wykonanej przy określonych wyżej warunkach, Wykonawca wyliczy operacyjną obciążalność autotransformatora w trybie obciążenia awaryjnego długotrwałego, dla każdej przewidywanej skuteczności chłodzenia, pozycji PPZ: skrajnych i środkowej, temperatur otoczenia: -30°C, -15°C, -5°C, +5°C, +10°C, +15°C, +20°C, +25°C, +30°C, +35°C, +40°C oraz dwóch wariantów obciążenia uzwojenia TN:

- a) Wariant I: obciążenie uzwojenia TN jego mocą referencyjną (znamionową);
- b) Wariant II: obciążenie uzwojenia TN mocą równą 1 MVA;

Wyniki ww. obliczeń, w postaci stosownych tabel i wykresów, Wykonawca zamieści w protokole z prób fabrycznych prototypu, a także w Dokumentacji Techniczno-Ruchowej każdego autotransformatora.

6.2.2. Wyznaczenie poziomu dźwięku.

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

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 wartość poziomu mocy akustycznej. Dodatkowo wynik wyznaczania poziomu mocy akustycznej powinien być przedstawiony osobno dla każdego z pasm oktaowych.

Wyniki pomiarów mają wykazać, iż wymaganie podane w Tabl. nr 3, Lp 14. PWT jest spełnione. W tym celu należy wykonać co najmniej dwie serie pomiarów:

- 1) W stanie jałowym, przy wystąpieniu w rdzeniu indukcji znamionowej.
- 2) W stanie zwarcia, przy prądzie zasilanego uzwojenia odpowiadającemu mocy referencyjnej (znamionowej).

Poziom mocy akustycznej samych urządzeń chłodzących należy określić w odrębnej serii pomiarowej, lub załączyć je przy pomiarach wg serii 2) - powyżej.

W celu uzyskania rzetelnych wyników pomiarów, poziom tła hałasu w laboratorium, w którym przeprowadza się pomiar nie może być większy niż 30 dB(A). W przypadku przekroczenia tej wartości producent proponuje nowy termin wykonania pomiaru. Powtórne przekroczenie wyznaczonego poziomu stanowi podstawę do odstąpienia od prób.

6.2.3. Wytrzymałość kadzi na próżnię.

W badanej kadzi należy obniżyć ciśnienie do wartości poniżej 200 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. Pomiaru dokonuje się na zaczeple znamionowym.

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. Pomiar przepięć piorunowych przenoszonych do uzwojenia TN.

Mają one na celu oszacowanie wartości (i kształtu) przepięć piorunowych przenoszonych od strony zacisków liniowych GN i DN do uzwojenia TN. Pomiaru mają być wykonywane przy połączeniu autotransformatora jak do normalnej pracy na trzech charakterystycznych położeniach przełączników zaczeplów, tj. znamionowym i skrajnych. W trakcie pomiarów zacisk neutralny uziemia się. Udar pełny i ucięty doprowadza się do jednego zacisku liniowego GN pozostawiając odpowiadający mu zacisk liniowy DN wolny, i odwrotnie. Nieatakowane zaciski liniowe GN i DN, oraz zaciski TN pozostają wolne.

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

Wartość przepięć przenoszonych nie może przekroczyć w żadnej próbie wytrzymałości znamionowej izolacji uzwojenia TN.

Niezbędne wykonanie pomiarów dla dwóch wymaganych napięć uzwojenia TN. Szczegółowe ustalenia odnośnie parametrów niniejszej próby zostaną ustalone na etapie przeglądu projektu.

6.3 Próby wyrobu.

6.3.1 Pomiar rezystancji uzwojeń.

Rezystancję wszystkich uzwojeń mierzy się według PN-EN 60076-1. Należy zmierzyć rezystancję każdej fazy pomiędzy zaciskami liniowymi GN i DN, między zaciskiem liniowym uzwojenia DN i punktem neutralnym. W przypadku uzwojenia TN mierzy się rezystancję pomiędzy zaciskami

liniowymi. Pomiary wykonuje się na wszystkich pozycjach przełącznika zaczepów. W protokole z próby należy podać wyniki pomiarów oraz wartości przeliczone na temperaturę 20 °C.

6.3.2 Pomiar przekładni napięciowej i grupy połączeń.

Ogólne wymagania podaje norma PN-EN 60076-1. Przekładnia napięciowa par uzwojeń z zaczeпами musi być sprawdzona na wszystkich pozycjach przełącznika zaczepów.

6.3.3 Sprawdzenie przekładni, biegunowości oraz charakterystyk magnesowania przekładników.

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

6.3.4 Sprawdzenie przełączników zaczepów.

Funkcjonalnego sprawdzenia dokonuje się zgodnie z PN-EN 60076-1, zaś obwody pomocnicze sprawdza się zgodnie z PN-EN 60076-3.

Ponadto należy wykonać oscylograficzne sprawdzenie kolejności (cyklu) przełączania z pomiarem czasów własnych przełącznika oraz wykonanie pomiaru/rejestracji mocy pobieranej przez silnik napędowy PPZ. Wyniki dwóch ostatnich pomiarów służą jako wartości odniesienia („*finger – print*”) przy badaniach w eksploatacji.

6.3.5 Pomiar strat i prądu stanu jałowego.

Ogólne wymagania podaje PN-EN 60076-1. Pomiary należy wykonać na zaczepie znamionowym.

Przed próbą napięciem piorunowym dokonuje się pomiary, co najmniej przy napięciu 100% napięcia znamionowego. Po zakończeniu prób dielektrycznych pomiary wykonuje się przy napięciu równym 90%, 95%, 100%, 105%, i 110% napięcia znamionowego. Przy wszystkich pomiarach należy rejestrować współczynnik kształtu. Pomiaru harmonicznego prądu stanu jałowego dokonuje się tylko przy 100% i 105% 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 nie może przekroczyć 4%.

Jako wartość znamionową przyjmuje się straty jałowe zmierzone na zakończenie długotrwałej próby stanu jałowego wg p. 6.3.11. poniżej przy napięciu 100 % napięcia znamionowego.

6.3.6 Pomiar strat i impedancji zwarcia.

Ogólne wymagania wykonywania pomiarów podano w PN-EN 60076-1. Pomiary należy wykonać na zaczeple znamionowym, zaczeplach skrajnych oraz co najmniej na jednym zaczeple pośrednim. Straty obciążeniowe oraz napięcie zwarcia należy przeliczyć na temperaturę odniesienia 75 °C. Pomiary należy wykonać przy prądzie nie mniejszym od 90% prądu znamionowego.

6.3.7 Próba napięciem udarowym, piorunowym.

Próbę należy przeprowadzić zgodnie z normą IEC 60076-3. Próba obejmuje zarówno udary pełne jak i ucięte na grzbiecie o regulowanym i powtarzalnym czasie do ucięcia. Należy stosować 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.

Wartości napięć probierczych podano w Tab. nr 5, Lp. 3 w dokumencie PWT.

Aby możliwa była weryfikacja i ocena parametrów prezentowanego przebiegu, każdy oscylogram musi mieć własny niepowtarzalny numer (cechę) nadawany przez urządzenie rejestrujące (np. kolejny numer zdjęcia) oraz widoczną i czytelną skalę na obu osiach.

6.3.8 Próba napięciem łączeniowym.

Próbę należy przeprowadzić zgodnie z normą PN-EN 60076-3. W przypadku autotransformatorów 400/220 kV pozycję przełącznika zaczeplów przy próbie należy dobrać tak, aby napięcie doziemne zacisków liniowych uzwojenia DN było możliwie najbliższe wymaganemu, w odniesieniu do tych zacisków, które podano w Tab. nr 5. Lp.4 PWT.

Aby możliwa była weryfikacja i ocena parametrów prezentowanego przebiegu, każdy oscylogram musi mieć własny niepowtarzalny numer (cechę) nadawany przez urządzenie rejestrujące (np. kolejny numer zdjęcia) oraz widoczną i czytelną skalę na obu osiach.

6.3.9 Próba napięciem przemiennym z obcego źródła.

Próbę należy wykonać zgodnie z PN-EN 60076-3.

6.3.10 Długotrwała próba napięciem indukowanym (IVPD) z pomiarem wyladowań niezupelnych.

Ogólne wymagania podaje norma PN-EN 60076-3.

Pozycję przełącznika zaczeplów do próby należy dobrać tak, aby napięcie doziemne zacisków liniowych uzwojenia DN było możliwie najbliższe wymaganemu w odniesieniu do tych zacisków wg Tab. nr 5, Lp. 5 i 6 Wymagań podstawowych.

Wartości napięć probierczych podano w Tab. nr 5, Lp. 5 i 6 w dokumencie PWT.

Próbę uważa się za wykonaną z wynikiem pozytywnym, jeśli:

1. Nie wystąpiło załamanie się napięcia.
2. Ustabilizowany poziom ładunku pozornego w trakcie całego godzinnego okresu doprowadzania napięcia U_2 nie przekracza wartości podanej w pkt 3.4 PWT, Tab. 5, Lp. 7, w żadnym z kanałów pomiarowych.
3. Wyładowania niezupełne nie wykazują tendencji ciągłego wzrostu przy U_2
4. Ustabilizowany poziom wyładowań niezupełnych przy $1,2 U_r / \sqrt{3}$ nie przekracza $2/3$ wartości podanej w pkt 3.4 PWT, Tab. 5, Lp. 7.

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

W celu uzyskania rzetelnych wyników pomiarów, poziom wyładowań niezupełnych musi być mierzony dla autotransformatora w izolowanym elektrycznie laboratorium wysokonapięciowym z poziomem tła nie większym niż 15 pC. W przypadku przekroczenia tej wartości producent proponuje nowy termin wykonania pomiaru. Powtórne przekroczenie wyznaczonego poziomu stanowi podstawę do odstąpienia od prób.

6.3.11 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 autotransformatora, 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, nie więcej jednak niż 4%, to próbę wydłuża się do 12 godzin. Na końcu takiej wydłużonej próby ponownie mierzy się straty stanu jałowego przy napięciu 100% i porównuje ze stratami pomierzonymi przed próbami wytrzymałości elektrycznej.

Jeśli odchyłka strat stanu jałowego pomierzonych przy napięciu 100% na końcu długotrwałej próby stanu jałowego w stosunku do strat stanu jałowego pomierzonych przy napięciu 100% przed próbami

dielektrycznymi wynosi 4% lub więcej, autotransformator nie spełnia wymagań i nie może być przyjęty przez Zamawiającego.

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 wzrostu strat o więcej niż 2,5% trwała ona 12 godzin. Na końcu takiej wydłużonej próby ponownie mierzy się straty stanu jałowego przy napięciu 110% i porównuje ze stratami pomierzonymi na samym początku próby. Jeśli odchyłka wynosi 3% lub więcej, autotransformator nie spełnia wymagań i nie może być przyjęty przez Zamawiającego.

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

6.3.12 Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń oraz pomiar współczynnika strat dielektrycznych i pojemności uzwojeń.

Pomiary należy wykonać pomiędzy każdym z uzwojeń a ziemią oraz pomiędzy uzwojeniami. Pomierzone wartości wraz z temperaturą zamieszcza się w protokole z pomiaru.

Rezystancja izolacji mierzona jest przy napięciu stałym 5 kV.

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

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

Służą one jako wielkości odniesienia do pomiarów realizowanych w eksploatacji.

6.3.13 Pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności izolatorów przepustowych GN i DN.

Przed montażem izolatorów przepustowych należy wykonać pomiar pojemności oraz współczynnika stratności dielektrycznej wszystkich izolatorów przepustowych, a uzyskane wyniki należy porównać z badaniami fabrycznymi.

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 przepustowych.

6.3.14 Pomiar rezystancji izolacji rdzenia oraz jego elementów konstrukcyjnych.

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

- a) pomiędzy rdzeniem a kadzią,
- b) pomiędzy rdzeniem a jarzmem,
- c) pomiędzy kadzią a jarzmem.

Zmierzona rezystancja nie może być mniejsza niż 100 MΩ.

6.3.15 Próba szczelności.

Kadź autotransformatora, spawy, radiatory, zawory oraz pozostałe elementy stanowiące całość zestawu poddaje się próbie na szczelność olejową oraz wytrzymałość. Próbę szczelności całkowicie zmontowanego autotransformatora napełnionego olejem wykonuje się w temperaturze pokojowej. 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 należy powtórzyć.

6.3.16 Pomiar funkcji przenoszenia FRA (*Frequency Response Analysis*).

Pomiar funkcji przenoszenia metodą FRA oraz protokoły pomiarowe należy wykonać zgodnie z aktualną wersją normy PN-EN 60076-18 Transformatory – Część 18: Pomiar odpowiedzi częstotliwościowej oraz pozostałymi wymaganiami niniejszego standardu.

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 20 Hz do około 2 MHz (w miarę możliwości do 10 MHz).

Pomiary funkcji przenoszenia należy wykonać przynajmniej w układach pomiarowych zestawionych w poniższej tabeli:

	Pozycja przełącznika zaczepów	Numer testu	Pomiar na zaciskach	Pozycja przełącznika zaczepów	Numer testu	Pomiar na zaciskach
Pomiar uzwojenia szeregowego (1U-1V-1W-N). Wszystkie inne zaciski nie zwarte i nie uziemione.	1	1	1U-N	17	19	1U-N
	1	2	1V-N	17	20	1V-N
	1	3	1W-N	17	21	1W-N
Pomiar uzwojenia wspólnego (2U-2V-2W-N). Wszystkie inne zaciski nie zwarte i nie uziemione.	1	4	2U-N	17	22	2U-N
	1	5	2V-N	17	23	2V-N
	1	6	2W-N	17	24	2W-N
Pomiar uzwojenia szeregowego. Mierzone - 1U-1V-1W-N Nie zwarte i nie uziemione 2U-2V-2W Zwarte i nie uziemione 3U-2V-2W	1	7	1U-N	17	25	1U-N
	1	8	1V-N	17	26	1V-N
	1	9	1W-N	17	27	1W-N
Pomiar uzwojenia wspólnego. Mierzone - 2U-2V-2W-N Nie zwarte i nie uziemione 1U-1V-1W Zwarte i nie uziemione 3U-3V-3W	1	10	2U-N	17	28	2U-N
	1	11	2V-N	17	29	2V-N
	1	12	2W-N	17	30	2W-N

	Pozycja przełącznika zaczepów	Numer testu	Pomiar na zaciskach	Pozycja przełącznika zaczepów	Numer testu	Pomiar na zaciskach
Pomiar uzwojenia trójnego (3U-3V-3W). Wszystkie inne zaciski nie zwarte i nie uziemione.	1	13	3U-3W			
	1	14	3V-3U			
	1	15	3W-3V			
Pomiar uzw. trójnego (3U-3V-3W). Mierzone - 3U-3V-3W Nie zwarte i nie uziemione 2U-2V-2W Zwarte i nie uziemione 1U-1V-1W-N	1	16	3U-3W			
	1	17	3V-3U			
	1	18	3W-3V			

Zwraca się uwagę na przejrzystość i staranność protokołu z pomiaru tak, aby możliwa była powtarzalność pomiarów w trakcie eksploatacji. W protokole z pomiarów należy zamieścić, oprócz informacji wymaganych przez normę PN-EN 60076-18, także rozdzielczość (liczbę punktów pomiarowych), z jaką był wykonany pomiar. Zalecana rozdzielczość to 1800 punktów pomiarowych w całym zakresie częstotliwości. Ponadto w protokole z pomiarów należy zamieścić zarówno oscylogramy jak i pliki tekstowe (lub zapisane w innym powszechnie znanym formacie plików) podające wartość sygnału przenoszenia w funkcji częstotliwości.

Pomiary należy wykonać na każdej jednostce.

6.3.16 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 autotransformatorze 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 wyszczególnionego w pkt 6.2.1 niniejszej specyfikacji, 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 jej zakończeniu, jak również w trakcie jej trwania.

Przed i po zakończonych próbach nagrzewania wymagane jest pobranie próbki oleju do analizy rozpuszczonych związków furanu (2-FAL, 5-HMF, 2-FOL, 2-ACF, 5-MEF).

W trakcie każdego cyklu obciążenia próby nagrzewania należy pobierać próbki pośrednie w odstępach czasowych zalecanych w normie 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.

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

Protokoły z wynikami pomiarów, w szczególności zawartości gazów rozpuszczonych w oleju, Wykonawca zamieści w protokole z prób fabrycznych. Podlegają one ocenie ze względu na spełnienie wymagań i akceptacji przez Zamawiającego.

Pomiar współczynnika strat dielektrycznych $tg\delta$ 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.

6.3.17 Badanie zawartości wilgoci metodą spektroskopii dielektrycznej (FDS, PDC i RVM) oraz metodą Karla Fischer'a.

Badanie FDS (ang. Frequency Domain Spectroscopy) jest badaniem stanu izolacji metodą spektroskopii dielektrycznej, polegającym na wyznaczeniu charakterystyk współczynnika stratności dielektrycznej $tg\delta$ oraz pojemności układu izolacyjnego w funkcji częstotliwości. Metoda bazuje na zjawiskach polaryzacyjnych (głównie polaryzacji makroskopowej i dipolowej) w dielektrykach wchodzących w skład układu izolacyjnego, gdzie przebieg ww. charakterystyk zależy od zawartości wilgoci i zanieczyszczeń w składowych elementach tego układu. Oceny dokonuje się poprzez porównanie otrzymanych charakterystyk z charakterystykami wzorcowymi sporządzanymi (przez dostawców aparatury do pomiarów FDS) dla układu izolacyjnego o zbliżonej do badanego topologii i znanej zawartości wilgoci.

Zawartość wilgoci w uzwojeniach i całej części aktywnej należy sprawdzić podczas prób fabrycznych metodą FDS (metoda spektroskopii dielektrycznej), metodami polaryzacyjnymi PDC i RVM 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. Zawartość wilgoci nie może być wyższa niż 0,5%.

Wynik FDS/PDC/RVM należy traktować jako „finger print” do badań eksploatacyjnych.

Wraz z wynikami należy dostarczyć pliki źródłowe oraz opisać parametry układu X-Y wraz z określeniem niepewności pomiaru.

Ze względu na możliwość dokładnego porównywania wyników wszystkie badania metodą FDS/PDC/RVM na danym autotransformatorze należy wykonać sprzętem pomiarowym tego samego typu, w tym samym układzie geometrycznym izolacji (X – Y), a ocenę wyników (poziom zawilgocenia) należy wykonywać z wykorzystaniem tych samych algorytmów.

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).

dwutlenek węgla	CO ₂	100 ppm
tlenek węgla	CO	30 ppm
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 stanie 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 zakończeniu 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].

W eksploatacji

Dopuszczalna zawartość lub przyrosty gazów rozpuszczonych w oleju mierzone w trakcie eksploatacji nie mogą przekroczyć wartości podanych w IET dla jednostek transformatorowych w eksploatacji.

6.5 Próby pomontażowe na stanowisku pracy

Po całkowitym zmontowaniu autotransformatora na stanowisku, przed jego uruchomieniem wykonuje się próby pomontażowe, mające wykazać, że autotransformator może być załączony pod napięcie. Ogólne zasady podaje norma PN-E-04700.

Należy wykonać, co najmniej próby wymienione w IET jako pomontażowe, w tym w szczególności:

1. Oględziny autotransformatora 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;
4. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń; uzyskane wyniki pomiarów wskaźnika R_{300} należy przeliczyć do temperatury odniesienia wynoszącej 30 °C
5. Pomiar prądów magnesujących;
6. Pomiar przekładni i sprawdzenie grupy połączeń;
7. Pomiar pojemności i współczynnika stratności dielektrycznej $tg\delta$ uzwojeń; uzyskane wyniki należy przeliczyć do temperatury odniesienia wynoszącej 30 °C;
8. Pomiar pojemności C_1 i C_2 i współczynnika stratności dielektrycznej $tg\delta_1$ i $tg\delta_2$ kompletu izolatorów przepustowych (wyposażonych w zaciski pomiarowe); uzyskane wyniki należy przeliczyć do temperatury odniesienia wynoszącej 20 °C zgodnie z wytycznymi producenta izolatorów;
Uwaga! Izolatory przepustowe należy zmontować w kolejności zgodnej z montażem podczas prób fabrycznych.
9. Pomiar rezystancji izolacji elementów rdzenia oraz pomiar rezystancji oporników uziemiających pakiety i belki rdzenia;
10. Sprawdzenie przekładników prądowych w kominkach (rezystancja izolacji, wyznaczenie krzywej magnesowania, sprawdzenie przekładni – dla przekładników wyposażonych w zwoje pomiarowe),
11. Badanie zawilgocenia izolacji stałej auto/transformatora metodami: FDS, PDC i RVM; wraz z wynikami należy dostarczyć plik źródłowy oraz opisać parametry układu X-Y; Wyniki należy porównać z próbami fabrycznymi. Stwierdzony wzrost zawilgocenia względem badań fabrycznych (uwzględniając niepewność pomiarową), przy wykorzystaniu tych samych parametrów układu izolacyjnego może świadczyć o nieprawidłowościach na etapie transportu lub montażu autotransformatora.
12. Badanie właściwości fizykochemicznych oleju:
 - a. wygląd,

- b. temperatura zapłonu,
 - c. zawartość wody określona metodą Karla Fischera (podana wartość zmierzona oraz skorygowana do równoważnej wartości przy 20 °C),
 - d. napięcie przebicia (z podaniem względnego odchylenia standardowego pomiaru w [%]),
 - e. liczba kwasowa,
 - f. współczynnik stratności dielektrycznej $\text{tg}\delta$ oleju w kadzi w temp. 20 °C, 50 °C i 90 °C,
 - g. lepkość kinematyczna w temp. 20 °C,
 - h. gęstość w temp. 20 °C,
 - i. rezystywność w temp. 20 °C, 50 °C i 90 °C,
 - j. napięcie powierzchniowe,
 - k. ilość zanieczyszczeń stałych,
 - l. zawartość inhibitora (w przypadku olejów inhibitowanych),
13. Analiza chromatograficzna na chromatografie gazowym składu gazów rozpuszczonych w oleju (DGA) – próbka oleju z kadzi głównej, w zakresie następujących gazów: H₂, CH₄, C₂H₆, C₂H₄, C₂H₂, C₃H₈, C₃H₆, CO, CO₂, O₂, N₂, ΣCG;
14. Badanie PPZ (pomiar czasów własnych przełącznika mocy, pomiar czasów własnych klatki wybierakowej, pomiar mocy pobieranej przez napęd),
15. Pomiar stanu mechanicznego uzwojeń metodą analizy odpowiedzi częstotliwościowej (SFRA) – min. na środkowej i skrajnych pozycja ppz; wraz z wynikami należy dostarczyć plik źródłowy;
16. Sprawdzenie ochrony przeciwporażeniowej szaf sterowniczych i uziemienia kadzi;
- a. pomiar rezystancji izolacji elektrycznej instalacji zasilającej, sterowniczej, pomiarowej i sygnalizacyjnej oraz wszystkich obwodów szafy sterowniczej; pomiary należy wykonać zgodnie z wymaganiami aktualnej normy *PN-E 04700 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych – Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych*,
 - b. pomiar ochrony przeciwporażeniowej instalacji nn – pomiar należy wykonać zgodnie z wymaganiami aktualnej normy *PN-HD Instalacje elektryczne niskiego napięcia*.
17. Sprawdzenie odpowietrzenia transformatora, chłodnic, pomp, izolatorów przepustowych, konserwatora, przełącznika zaczepów, itp.;
18. Sprawdzenie działania przekaźników Buchholza;
19. Sprawdzenie stanu absorbentu w odwilżaczu.
20. Próby funkcjonalne i sprawdzenie poprawności przesyłu sygnałów z transformatora do listwy zaciskowej.

21. Inne, niewymienione wyżej prace, konieczne do prawidłowej realizacji przedmiotu zamówienia.

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. w próbce odniesienia), zaś dopuszczalna ilość rozpuszczonego powietrza w oleju nie może przekraczać 0,5% [V/V].

Uzyskane wyniki pomiarów należy porównać z wynikami uzyskanymi podczas prób fabrycznych.