

SPECYFIKACJE TECHNICZNE

Numer kodowy

PSE-ST.DLo.KEP_2015

TYTUŁ:

**STANDARDOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA
DŁAWIKI KOMPENSACYJNE TRÓJFAZOWE NA NAPIĘCIA
220 kV, 400 kV
WYMAGANIA KONSTRUKCYJNE, EKSPLOATACYJNE
I PRÓBY**

**ZATWIERDZAM
DO STOSOWANIA**

**Z UPOWAŻNIENIA ZARZĄDU
PSE S.A.
DYREKTOR**

Departamentu Eksploatacji
Grzegorz Tomasiak 18.07.2015r.

Konstancin-Jeziorna, lipiec 2015

SPIS TREŚCI

1. ZAKRES DOKUMENTU	5
2. WYMAGANIA OGÓLNE	5
3. PARAMETRY KONSTRUKCYJNE I EKSPLOATACYJNE	6
3.1 Rdzeń	6
3.2 Uzwojenia. Suszenie i impregnacja. Strumień rozproszenia	7
3.2.1 Budowa uzwojeń	7
3.2.2 Wytrzymałość zwarciova uzwojeń	8
3.2.3 Wytrzymałość dielektryczna uzwojeń	8
3.2.4 Suszenie i impregnacja uzwojeń	8
3.2.5 Strumień rozproszenia uzwojeń	9
3.3 Olej	9
3.4 Układ chłodzenia, pomiary temperatury, model cieplny	10
3.4.1 Zdolność do obciążania	10
3.4.2 Charakterystyka układu chłodzenia	10
3.4.3 Budowa układu chłodzenia	10
3.4.4 Sterowanie układem chłodzenia. Pomiary temperatury	11
3.4.5 Cyfrowy sterownik układu chłodzenia	12
3.5 Napowietrzne izolatory przepustowe	14
3.6 Przekładniki prądowe	14
3.7 Ograniczniki przepięć	15
3.8 Szafa sterownicza	16
3.9 System tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej dławika, STiPC	18
3.10 Pozostałe urządzenia do kontroli stanu dławika w eksploatacji	19
3.10.1 Czujniki do pomiaru temperatury	20
3.10.2 Przekaznik gazowo-przepływowy	20
3.10.3 Czujniki do pomiaru poziomu oleju	20
3.10.4 Monitorowanie <i>on-line</i> zawartości gazów palnych oraz wody w oleju	21
3.10.5 Monitorowanie stanu izolatorów przepustowych	21
3.10.6 Monitorowanie <i>on-line</i> wyładowań niezupełnych w dławiku za pomocą sond UHF	21
3.11 Kable i przewody	22
3.12 Układ dławika i wybranych elementów kadzi	23

4. KADŹ ORAZ ELEMENTY MECHANICZNE	24
4.1 Kadź i pokrywa	24
4.2 Uziemienia kadzi i innych elementów	26
4.3 Zawory i armatura	26
4.4 Włazy	28
4.5 Zawory przeciwwybuchowe	29
4.6 Konserwator	29
4.6.1 Budowa konserwatora	29
4.6.2 Wyposażenie konserwatora	29
4.7 Drabina i pomost (platforma)	30
4.8 Wykończenie oraz ochrona przed korozją	31
4.9 Tabliczka znamionowa i schematowa oraz oznaczenia	31
5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU	32
6. OSPRZĘT	33
7. PRÓBY	35
7.1 Wymagania ogólne	35
7.2 Próby typu	35
7.2.1 Próba nagrzewania	35
7.2.1. Próba nagrzewania przy wyłączonych wentylatorach	36
7.2.2 Wyznaczenie poziomu dźwięku i poziomu wibracji dławika	36
7.2.3 Pomiar mocy pobieranej przez silniki wentylatorów	36
7.2.4 Pomiar impedancji dla składowej zerowej	36
7.2.5 Pomiar reaktancji wzajemnej	37
7.2.6 Pomiar charakterystyki magnesowania	37
7.2.7 Charakterystyka liniowości reaktancji	37
7.2.8 Pomiar zawartości harmonicznego prądu	37
7.2.9 Próba kadzi na próżnię	37
7.3 Próby wyrobu	37
7.3.1 Pomiar rezystancji uzwojeń	37
7.3.2 Pomiar reaktancji dławika	37
7.3.3 Sprawdzenie przekładni, biegunowości oraz charakterystyk magnesowania przekładników	37
7.3.4 Pomiar strat przy temperaturze otoczenia	38
7.3.5 Próba napięciem udarowym, piorunowym	38
7.3.6 Próba napięciem łączeniowym	38

7.3.7 Próba napięciem przemiennym z obcego źródła	38
7.3.8 Długotrwała próba napięciem indukowanym (IVPD) z pomiarem wyładowań niezupełnych (PD)	38
7.3.9 Pomiar rezystancji izolacji przy napięciu stałym 5 kV oraz pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności przy napięciu przemiennym 10 kV	39
7.3.10 Próba szczelności	39
7.3.11 Pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności izolatorów przepustowych	39
7.3.12 Pomiar rezystancji izolacji rdzenia oraz jego elementów konstrukcyjnych	39
7.3.13 Pomiar funkcji przenoszenia FRA (<i>Frequency Response Analysis</i>)	40
7.4 Badanie próbek oleju	40
7.5 Próby pomontażowe na stanowisku pracy	41

1 ZAKRES DOKUMENTU

W niniejszym dokumencie podano wymagania konstrukcyjne, eksploatacyjne oraz dotyczące prób, mające zastosowanie w odniesieniu do trójfazowych, olejowych dławików ze szczelinami (typu „gapped-core”) na napięcie 220 kV i 400 kV różnej mocy przeznaczonych do pracy w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym.

Dokument ten jest ściśle związany z dokumentem określającym wymagania podstawowe dotyczące konkretnego typu dławika, np. dokumentem PSE-ST.DLo.400.150.PWT_2014v1 w przypadku dławika 400 kV o mocy 150 MVA_r, w skrócie nazywanym „Wymagania podstawowe”. Wraz z nim stanowi specyfikację techniczną tego typu dławika.

Wykaz norm i dokumentów przywoływanych w niniejszym dokumencie podaje p. 2. podstawowych wymagań technicznych danego typu dławika, np. dokument PSE-ST.DLo.400.150.PWT_2014v1 w przypadku dławika 400 kV o mocy 150 MVA_r.

2 WYMAGANIA OGÓLNE

Przedmiotowe dławiki kompensacyjne, w wykonaniu trójfazowym, jednokadziowe, trój lub pięciokolumnowe, bez regulacji, z uzwojeniem połączonym w układzie YN mają być przystosowane do pracy w sieci ze skutecznie uziemionym punktem neutralnym o napięciach znamionowych 220 kV lub 400 kV.

Dławiki mają być tak zaprojektowane i wykonane, aby wytrzymały bez uszkodzeń i odkształceń oddziaływania termiczne i dynamiczne bliskich zwarć zewnętrznych jedno i wielofazowych oraz wytrzymały naprężenia statyczne i dynamiczne występujące w stanach przejściowych spowodowanych przebiegami w sieci, do której są przyłączone.

Parametry techniczne, rozwiązania konstrukcyjne i technologia wykonania dławików muszą uwzględniać ryzyko wystąpienia oscylacji i rezonansowych stanów przejściowych w przypadku zakłóceń w sieci. Wytyczne do wyznaczenia parametrów tychże oscylacji i przebieg podano w cz. II SIWZ. Dławik ma być przystosowany do ciągłej pracy przy napięciu maksymalnym bez przekroczenia maksymalnie dopuszczalnych wartości temperatur w rdzeniu i w uzwojeniach.

Dławiki wraz ze swoim wyposażeniem muszą być przystosowane do wykonania przynajmniej raz dziennie operacji załączenia i wyłączenia.

Dławiki mają mieć charakterystykę liniową (stałą reaktancję) w zakresie do wartości napięcia $1,3U_{\max}$ (najwyższego dopuszczalnego napięcia roboczego dławika) z maksymalną dopuszczalną tolerancją $\pm 5\%$ reaktancji w odniesieniu do wartości pomierzonej przy napięciu znamionowym.

Reaktancje fazowe poszczególnych faz dławika nie mogą się różnić od siebie więcej niż o 1 %. Wykonawca ma określić maksymalny udarowy prąd magnesujący przy załączaniu dławika w warunkach normalnych oraz przy najbardziej niekorzystnych wartościach kątów fazowych i maksymalnym przewzbudzeniu rdzenia dławika.

Przy napięciu znamionowym generacja przez dławik składowych harmonicznym prądu trzeciej i wyższych harmonicznym nie może przekraczać 0,5% wartości znamionowej prądu.

Izolatory przepustowe i inne akcesoria wyposażenia dławika muszą mieć parametry techniczne dostosowane do maksymalnie dopuszczalnych parametrów technicznych pracy dławika. Nie mogą w najmniejszym stopniu ograniczać możliwości jego wykorzystania.

3 PARAMETRY KONSTRUKCYJNE I EKSPLOATACYJNE

3.1 Rdzeń

Rdzeń dławika, trój lub pięciokolumnowy, ma być wykonany z blachy anizotropowej ulepszonej laserowo (tzw. blacha laserowana) z zaplaniem blach typu *step-lap* ze szczelinami poprzecznymi w kolumnach, wypełnionymi niemagnetycznymi elementami dystansującymi (odstępniaki), wykonanymi np. z masy steatytowej. Rozwiązanie konstrukcyjne rdzenia oraz jakość jego wykonania mają zapewniać:

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

Izolacja doziemna rdzenia i jego elementów konstrukcyjnych ma wytrzymywać napięcie probiercze 1000 V prądu zmiennego i maksymalną temperaturę, która może wystąpić w rdzeniu podczas eksploatacji. Jako izolację doziemną należy stosować izolację niehigroskopijną. 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). Galwaniczne 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 sterowania. Czujniki mają być umiejscowione w górnym jarzmie w obszarze o przewidywanej najwyższej temperaturze. Dokładność pomiaru temperatury czujników ma być nie mniejsza niż $\pm 1,5$ °C. Zakres pomiaru co najmniej od 30 °C do 150 °C.

Wyniki obliczeń rdzenia oraz zastosowane rozwiązanie konstrukcyjne podlegają ocenie i przyjęciu przez Zamawiającego w ramach przeglądu projektu. Szczegóły dotyczące przeglądu projektu znajdują się w dokumencie Opis Przedmiotu Zamówienia (OPZ) stanowiący cz. II SIWZ.

3.2 Uzwojenia. Suszenie i impregnacja. Strumień rozproszenia

3.2.1. Budowa uzwojeń

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

- a) Odpowiednią wytrzymałość dielektryczną, w tym na przepięcia piorunowe. Nie dopuszcza się instalowania wewnątrz kadzi tak zwanych wewnętrznych ograniczników przepięć do obniżania tych przepięć.
- b) Możliwie niskie straty dodatkowe.
- c) Wytrzymywanie bez uszkodzeń lub odkształceń temperaturowych i dynamicznych efektów zwarć zewnętrznych w warunkach określonych w PN-EN 60076-5 jak również w pkt 3.3, tabela nr 4, poz. 19, 20 Wymagań podstawowych.

Izolacja wykonana z materiałów zapewniających wysoką stabilność wymiarową po montażu i w trakcie eksploatacji. Uzwojenia przed montażem na rdzeniu mają być poddane procesowi suszenia i stabilizacji wymiarowej w celu uzyskania odpowiedniej wytrzymałości zwarciowej – patrz pkt 3.2.2 niniejszej specyfikacji.

Uzwojenia mają być zamontowane na rdzeniu w sposób umożliwiający ich odpowiednie sprasowanie. Układ prasowania uzwojeń musi zapewniać równomierne rozłożenie sił prasujących na obwodzie uzwojeń oraz umożliwiać doprasowanie podczas eksploatacji w przypadku pojawienia się luzów.

Wszystkie nakrętki śrub prasujących muszą być zabezpieczone przed przypadkowym odkręceniem podczas eksploatacji. Zaleca się stosowanie odginanych podkładek lub innych skutecznych sposobów. Stosowanie blokowania nakrętek przez ich nacinanie lub rozklepywanie końców śrub jest niedopuszczalne.

Mocowania uzwojeń, połączeń i odpływów musi zapewniać wytrzymanie naprężenia występujących podczas transportu, instalowania i zwarć podczas eksploatacji.

Wszystkie szczegóły prasowania uzwojeń oraz możliwości regulacji nacisku podlegają ocenie Zamawiającego i mają być częścią Instrukcji Obsługi.

3.2.2. Wytrzymałość zwarciova uzwojeń

Wytrzymałość zwarciova zgodnie z normą PN-EN 60076-5 w warunkach podanych w tabeli nr 4, poz. 19, 20 Wymagań podstawowych.

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

Metodyka przeprowadzania obliczeń oraz ich wyniki dotyczące zamawianego dławika mają być przedstawione w ramach przeglądu projektu.

3.2.3. Wytrzymałość dielektryczna uzwojeń

Wytrzymałość dielektryczna zgodnie z normą PN-EN 60076-3, oraz wymaganiami podanymi w p. 3.4 Wymagań podstawowych.

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

3.2.4. Suszenie i impregnacja uzwojeń

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

Ten pierwszy rodzaj suszenia i stabilizacji oznacza się skrótowo „STA-PR”, zaś ten drugi jako „STA-AT”. Wykonawca w p. 4.3 Wymagań podstawowych (tabela 10, poz. 4 danych gwarantowanych) deklaruje, która z metod zostanie zastosowana w trakcie produkcji dławika (lub opiszcie równoważną).

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

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

3.2.5. Strumień rozproszenia uzwojeń

W celu ograniczenia strat dodatkowych w elementach konstrukcyjnych jednostki należy zastosować ekranowanie ścian kadzi i ewentualnie pokrywy oraz/lub belek jarzmowych. Zaleca się wykorzystanie ekranów magnetycznych. Temperatura elementów konstrukcyjnych w eksploatacji nie może przekroczyć wartości dopuszczalnych podanych w normie PN – IEC 60354.

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

3.3 Olej

Olej transformatorowy, musi spełniać wymagania normy PN-EN 60296 w zakresie przewidzianym w odniesieniu do olejów nieinhibitowanych lub inhibitowanych oraz nie wykazywać korozyjności podczas próby zgodnej z normą IEC 62535. Olej nie może zawierać PCB i ma spełniać co najmniej następujące podstawowe parametry:

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

Dla olejów inhibitowanych dodatkowo musi być spełniony warunek:

- 5) Zawartość inhibitora [%] $< 0,4$

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

3.4 Układ chłodzenia, pomiary temperatury, model cieplny

3.4.1 Zdolność do obciążania

Dławik ma pracować przy maksymalnym napięciu roboczym U_{\max} bez przekroczenia dopuszczalnych wartości temperatury podanych w tabeli nr 4, poz. 10, 11, 12 Wymagań podstawowych. Izolatory przepustowe, odpływy mają być tak dobrane, aby w żadnym stopniu nie ograniczały założonej możliwości pracy dławika.

Wyniki obliczeń cieplnych oraz przyjęte rozwiązanie konstrukcyjne układu chłodzenia, jak również sposób jego sterowania (patrz pkt 3.4.3 i 3.4.4 poniżej) podlegają ocenie i przyjęciu przez Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

3.4.2 Charakterystyka układu chłodzenia

Preferuje się zastosowanie chłodzenia typu ONAN (chłodzenie w pełni naturalne). Zamawiający dopuszcza jednakże stosowanie również chłodzenia typu ONAF.

Niezależnie od rodzaju chłodzenia zaleca się zastosowanie radiatorów w dwóch wydzielonych grupach, każda z własną grupą wentylatorów (o ile są zainstalowane).

Przy maksymalnej temperaturze otoczenia, napięciu maksymalnie dopuszczalnym w sieci i w stanach ustalonych ma być zapewniona możliwość pracy dławika przy wyłączonym układzie chłodzenia, co najmniej przez jedną godzinę bez jakiegokolwiek zagrożenia uszkodzenia dławika. Temperatura rdenia i uzwojeń nie może przekroczyć wartości temperatury maksymalnie dopuszczalnej.

3.4.3. Budowa układu chłodzenia

Radiatory mogą być bądź grupowane w baterie mające oddzielne kolektory połączone z kadzią, bądź też każdy radiator może być oddzielnie połączony z kadzią. Radiatory (baterie radiatorów) mają być usytuowane wzdłuż dłuższych boków kadzi. W zależności od lokalizacji dławika na stacji dopuszcza się inne rozwiązanie konstrukcyjne układu chłodzenia uzgodnione z Zamawiającym na etapie uzgodnień projektowych.

W przypadku zastosowania chłodzenia typu ONAF wentylatory muszą być tak zainstalowane, aby ich oś była usytuowana poziomo. Układ chłodzenia oraz jego połączenia rurowe nie mogą utrudniać dostępu do konserwatora, odpływów i innych elementów wymagających przeglądu i obsługi podczas eksploatacji.

Radiatory mają mieć:

- a) Ucha do podnoszenia
- b) Korki do spuszczenia oleju usytuowane w najniższej części radiatora

- c) Korki do odpowietrzania usytuowane w najwyższej części radiatora
- d) Odcinające zastawki motylkowe przykręcane śrubami do obu kryz radiatorów i kolektorów zbiorczych.

3.4.4 Sterowanie układem chłodzenia. Pomiary temperatury

Układ chłodzenia musi być przystosowany do pracy w trybie sterowania automatycznego i ręcznego, przy czym:

- a) tryb RĘCZNY z szafy sterowniczej dławika oraz ewentualnie z nastawni stacji,
- b) tryb AUTOMATYCZNY przez sterownik znajdujący się w szafie sterowniczej dławika.

Przełącznik trybu sterowania: RĘCZNY/AUTOMATYCZNY ma być zainstalowany w szafie sterowniczej. Tryb ręczny będzie wykorzystywany w pierwszym rzędzie do funkcjonalnego sprawdzenia pracy systemu chłodzenia.

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

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

Należy przewidzieć samoczynny przełącznik do zmiany kolejności załączania poszczególnych grup wentylatorów, mający na celu ich równomierne zużywanie się, o ile sterownik układu chłodzenia (por. pkt. 3.4.4 poniżej) nie zapewnia takiej funkcji. Przełącznik ten ma dokonywać zamiany kolejności załączania wentylatorów ok. jeden raz na miesiąc. Należy wyprowadzić dwa zestawy jego styków na listwy zaciskowe szafy sterowniczej celem sygnalizacji, która grupa wentylatorów załączy się jako pierwsza. Jeden zestaw styków będzie wykorzystana do cyfrowego przesyłu informacji.

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

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

Fakt zadziałania zabezpieczenia przed przeciążeniem i zwarciami każdego z wentylatorów oraz każdej z niezależnie załączanej grupy wentylatorów 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 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 dławika 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.

Dławik 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. Zaleca się umieszczenie termometru przy szafie sterowniczej na wysokości umożliwiającej łatwą obserwację jego wskaźnika. Należy stosować termometr AKM lub równoważny.

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

3.4.5 Cyfrowy sterownik układu chłodzenia

Na dławiku należy zainstalować cyfrowy sterownik układu chłodzenia z algorytmem pracy dostosowanym do przyjętego w założeniach konstrukcyjnych rozwiązania układu chłodzenia. Sterownik ma spełniać następujące zadania:

- a) Podawać na wyświetlaczu wartości temperatury najgorętszego punktu uzwojenia, temperatury oleju w górnej warstwie oraz (zalecenie) temperatury schłodzonego oleju na wlocie z radiatorów i temperatury otoczenia. Temperatura najgorętszego punktu w uzwojeniu może być wyznaczana bądź obliczeniowo – sterownik pełni wówczas funkcję

- tw. „modelu cieplnego”, bądź przy wykorzystaniu sygnałów ze światłowodowych czujników bezpośredniego pomiaru temperatury uzwojeń, o ile takie zostały zainstalowane.
- b) Przy chłodzeniu ONAF załączać poszczególne grupy wentylatorów w zależności od temperatury oleju oraz uzwojeń. Temperatura załączania i wyłączania grup wentylatorów (tzw. „pętla histerezy”) ma być łatwo nastawialna.
 - c) Generować sygnały – dźwiękowe oraz optyczne na wyświetlaczu – ostrzegawcze i alarmowe w momencie osiągnięcia nastawionej temperatury oleju i uzwojeń.
 - d) Sygnalizować uszkodzenie sterownika, w tym brak zasilania oraz załączać wszystkie wentylatory (o ile są zainstalowane) w takim przypadku.
 - e) Dokonywać załączania wszystkich wentylatorów (o ile są zainstalowane) na krótki, nastawialny okres czasu, co pewien dłuższy, również nastawialny okres czasu, oraz zapewniać sygnalizację tej czynności.
 - f) Dokonywać zamiany grup wentylatorów (o ile są zainstalowane), które będą załączane jako pierwsza oraz zapewniać sygnalizację tej czynności.

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

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

Sterownik należy umieścić w szafie sterowniczej (patrz pkt 3.8 niniejszej specyfikacji), przy czym jej konstrukcja musi umożliwiać obserwację wyświetlacza sterownika przy zamkniętych drzwiach tejże szafy. Wyjście cyfrowe (RS 485 lub analogiczne) sterownika układu chłodzenia ma być wyprowadzone na listwę zaciskową układu tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej (patrz pkt 3.9

¹ Oznaczenia wg normy PN-EN 60076-2.

niniejszej specyfikacji). Natomiast wyjścia analogowe sterownika (pętla prądowa 4 - 20 mA) oraz styki przekaźników przekroczenia nastawionej temperatury mają być wyprowadzone na listwę zaciskową szafy sterowniczej.

Oprogramowanie sterownika oraz wyświetlane komunikaty muszą być w języku polskim.

Typ i szczegóły funkcji sterownika podlegają uzgodnieniom w ramach przeglądu projektu.

3.5 Napowietrzne izolatory przepustowe

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

Na izolatorach przepustowych nie należy stosować iskierników.

Izolatory przepustowe, fazowe uzwojenia mają być sterowane pojemnościowo, typu suchego („dry type”), tj. bez oleju, z rdzeniem izolatora umieszczonym w rurze ze szkła epoksydowego, na której umieszczona jest osłona kompozytowa koloru szarego tj. naturalnego. Izolator przepustowy punktu neutralnego musi być również typu suchego w osłonie silikonowej.

Konstrukcja dławika musi umożliwić montaż i demontaż izolatorów przepustowych oraz związanych z nimi przekładników prądowych bez zdejmowania górnej pokrywy lub obniżania poziomu oleju w kadzi poniżej górnego poziomu uzwojeń. Izolatory przepustowe muszą być zamontowane w kominkach umieszczonych na pokrywie kadzi. Nie należy wyprowadzać izolatorów poprzez boczne ścianki kadzi.

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

Parametry techniczne (elektryczne i mechaniczne) muszą umożliwiać unifikację wymiarów wszystkich izolatorów danego napięcia w odniesieniu do dławików różnych mocy.

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

3.6 Przekładniki prądowe

Dane dotyczące przekładników prądowych podano w pkt 3.6 Wymagań podstawowych. Przekładniki od strony zacisków liniowych należy umieścić w kominkach izolatorów przepustowych. Przekładnik od strony zacisku neutralnego należy umieścić we wnętrzu kadzi.

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

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 ma być uziemiony na tejże listwie.

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

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

3.7 Ograniczniki przepięć

Nie dopuszcza się instalowania ograniczników przepięć we wnętrzu kadzi dławika.

Wykonawca ma dokonać doboru parametrów technicznych zewnętrznych ograniczników przepięć do ochrony uzwojeń dławika. Ograniczniki przepięć mają spełniać wymagania standardów Zamawiającego oraz norm krajowych i międzynarodowych. Parametry techniczne oraz lokalizację ograniczników określa Wykonawca dławika. Wykonawca ma przedstawić do akceptacji Zamawiającego analizy obliczeniowe potwierdzające prawidłowość doboru liczby, lokalizacji i parametrów technicznych ograniczników przepięć służących do zabezpieczenia dławika w stacji.

3.8 Szafa sterownicza

Dławik musi mieć szafę sterowniczą zawierającą co najmniej:

- a) Elementy zasilania i sterowania układu chłodzenia wraz z listwami zaciskowymi.
- b) Listwy zaciskowe do przyłączenia uzwojeń wtórnych przekładników prądowych, w tym uzwojeń do prób.
- c) Listwy zaciskowe, do których zostaną dołączone wszystkie pozostałe urządzenia zabezpieczające (np. styki przekaźnika Buchholtza) oraz wyposażenia pomocniczego (np. oporowych czujników temperatury).
- d) Elementy do tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej – patrz pkt 3.9 poniżej.

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

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

Stopień ochrony szafy sterowniczej – IP 54.

Na pozostałe istotne elementy szafy sterowniczej składają się:

- a) Drzwi z przeszklonym okienkiem umożliwiającym obserwację całej płyty czołowej sterownika układu chłodzenia, zamykane na klucz, dostosowane do blokowania przy ich otwarciu o kąt większy od 90°. Na wewnętrznej powierzchni drzwi szafy należy umieścić schemat połączeń elektrycznych. Opcjonalnie może być on przyklejony do tych drzwi lub stanowić odrębną, luźną stronę (strony). W tym drugim przypadku konieczne jest umieszczenie na wewnętrznej stronie drzwi (lub we wnętrzu szafy) kieszeni do umieszczenia kartki (kartek) ze schematem. Schemat (kartki) mają być zabezpieczone przed wilgocią.
- b) Oświetlenie wewnętrzne uruchamiane wyłącznikiem drzwiowym z wyprowadzonymi stykami celem umożliwienia sygnalizacji otwarcia i zamknięcia drzwi niezależnie od włączenia oświetlenia wnętrza szafy. Opcjonalnie wyłącznik oświetlenia ma mieć dwa niezależne zestawy styków. Sygnał będzie wykorzystywany do cyfrowego przesyłu informacji. Każde drzwi zewnętrzne mają włączać oświetlenie w swojej części szafy sterowniczej.

- c) Gniazdo wtykowe jednofazowe i trójfazowe (zgodne ze standardem stosowanym w Polsce).
- d) Czujnik temperatury PT100 oraz miernik wilgotności względnej powietrza we wnętrzu szafy z wyjściem analogowym 4 - 20 mA, zainstalowane we wnętrzu szafy. Sygnały z nich będą wykorzystywane do sterowania grzejnikami i wentylatorem oraz do cyfrowego przesyłu informacji.
- e) Grzejniki sterowane termostatem i wilgotnościomierzem tak, aby utrzymać we wnętrzu właściwą temperaturę pracy przy temperaturze otoczenia do - 30 °C oraz właściwą wilgotność (nie dopuszczać do kondensacji pary wodnej).
- f) Wentylator wyciągowy włączający się, jeśli temperatura we wnętrzu szafy osiągnie ok. + 35 °C.
- g) Odejmowalna płyta w dolnej części szafy z dławicami służącymi do przyłączenia kabli sterowniczych i zasilania.
- h) Układ zasilania szafy. Zasilanie trójfazowe 400/230 V, 50 Hz dwoma kablami doprowadzonymi do ręcznego przełącznika wyboru kabla (tj. źródła zasilania). Na listwę zaciskową szafy wyprowadza się dwie pary jego styków pomocniczych, przy czym sygnał jednej z nich podlega przetworzeniu na cyfrowy. Na zasilaniu musi znajdować się główne zabezpieczenie przed przeciążeniem i zwarcie, oraz bezpieczniki topikowe lub rozłącznik bezpiecznikowy, które będą spełniać funkcję zapewnienia widocznej przerwy po wyjęciu wkładek bezpiecznikowych. Funkcje tą może również spełniać ręczny odłącznik z zabezpieczeniem przed przypadkowym zamknięciem lub też ww. przełącznik o ile ma takie zabezpieczenie. Należy zainstalować przekaźnik sygnalizujący brak zasilania oraz asymetrię faz. Styki pomocnicze tego przekaźnika będą wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji. Należy wyprowadzić na listwę zaciskową szafy sterowania po dwie pary styków pomocniczych sygnalizujących zadziałanie zabezpieczeń przed przeciążeniem i zwarcie głównego zabezpieczenia szafy.
- i) Układy zasilania z listwy zaciskowej (listew zaciskowych) szafy sterowniczej (z reguły jednofazowe – 230 V) wszystkich urządzeń pomocniczych, obwodów sterowniczych i sygnalizacyjnych, a w szczególności układ tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej. Każdy układ zasilania ma mieć dwie pary styków pomocniczych sygnalizujących zadziałanie zabezpieczeń w każdym z obwodów oddzielnie zabezpieczonych z ew. wyłączeniem zasilania gniazd wtykowych. Sygnał z jednej pary każdego z nich będzie wykorzystywany do cyfrowego przesyłu informacji.

Szafa sterownicza musi mieć wystarczającą liczbę zacisków, aby przyłączyć wszystkie przewody

połączeń wzajemnych z wszystkimi kablami zewnętrznymi oraz 15% zapasu.

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

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

Dokumentacja szafy sterowniczej umieszczona w jej wnętrzu musi być napisana w języku polskim i ma zawierać tylko podstawowe dane dotyczące lokalizacji poszczególnych urządzeń i aparatów. Dokumentacja ta w formacie A4 musi być zalaminowana.

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

3.9 System tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej dławika, STiPC

Podstawowym zadaniem systemu tworzenia i przesyłu informacji cyfrowej dławika jest przetworzenie sygnałów pierwotnych generowanych w obwodach wtórnych (pomocniczych) tego dławika 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 do kontroli stanu technicznego jednostki w eksploatacji, zainstalowanych na dławiku, omówionych w pkt 3.10.

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

- a) Doprowadzenie do wydzielonej w szafie sterowniczej dławika 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 3.10.4, 3.10.5, 3.10.6, itp.), które będą podlegać na przetworzeniu na sygnał cyfrowy.
- b) Zapewnienie dostatecznego miejsca w szafie sterowniczej do zainstalowania urządzeń cyfrowych systemu STiPC wymienionych w podpunktach 1...2 poniżej.
- c) Wydzielenie obwodu zasilania ww. urządzeń.

- d) Zapewnienie w szafie miejsca i elementów (np. korytka, wsporniki, itp.) do dokonania połączeń między urządzeniami cyfrowymi systemu STiPC – poz. b), listwą zaciskową – poz. a) i obwodem zasilania – poz. c).

W całym tekście niniejszego dokumentu stwierdzenie, iż dany sygnał podlega przetworzeniu na sygnał cyfrowy, lub jest przeznaczony do cyfrowego przesyłu informacji oznacza, że ma zostać on doprowadzony przez Wykonawcę dławika do listwy zaciskowej wymienionej w poz. a) powyżej. W niektórych przypadkach, objaśnionych w tekście niniejszego dokumentu sygnał taki może być doprowadzony do urządzeń cyfrowych systemu STiPC – poz. b) 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 3.6 niniejszej specyfikacji).

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

1. Dwa koncentratory danych (podstawowy i rezerwowo) wraz z ich elementami pomocniczymi, jak karty wejściowe (przetworniki) oraz przetworniki światłowodowe do przyłączenia kabli światłowodowych łączących je z systemami stacijnymi.
2. Trzy przetworniki pomiarowo-rejestrujące do zbierania i przetwarzania sygnałów z czujników/sond pomiarowych (instalowanych na zaciskach pomiarowych izolatorów przepustowych – patrz pkt 3.5, sond UHF umieszczonych we wnętrzu kadzi – patrz pkt 3.10.6, urządzenia do pomiaru zawartości wody i gazów w oleju – patrz pkt 3.10.4).

Wyżej wymienione elementy mają być zainstalowane w wyróżnionej części szafy sterowniczej dławika. 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 pkt a), powyżej.

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

3.10 Pozostałe urządzenia do kontroli stanu dławika w eksploatacji

Dławik 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.

3.10.1 Czujniki do pomiaru temperatury

Niezależnie od urządzeń wymienionych, w p. 3.4 należy zainstalować dwa trójprzewodowe, oporowe czujniki temperatury oleju u góry kadzi. Czujniki te mają być doprowadzone do listwy zaciskowej szafy sterowania. Nie będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji.

W przypadku dławików na napięcie 220 kV należy przewidzieć zastosowanie światłowodowych czujników do bezpośredniego pomiaru temperatury w wybranych miejscach wszystkich uzwojeń NN. Sygnały z czujników mają być doprowadzone do sterownika układu chłodzenia oraz do systemu STiPC.

Rozmieszczenie czujników – bezpośrednio związane z lokalizacją *hot – spotu* w poszczególnych uzwojeniach podlega uzasadnieniu przez producenta jednostki. Z uwagi na pewność pomiarów wskazane jest posiadanie pewnego nadmiaru czujników.

Szczegóły związane ze światłowodowym pomiarem temperatury wewnątrz dławika (np. doprowadzenie czujników do przepustu pomiarowego, przepust pomiarowy) zostaną omówione i uzgodnione w ramach przeglądu projektu dławika.

3.10.2 Przełącznik gazowo-przepływowy

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

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

Pobieranie próbek oleju musi być możliwe do przeprowadzenia w czasie pracy dławika.

Przełącznik musi mieć własną tabliczkę znamionową.

3.10.3 Czujniki do pomiaru poziomu oleju

Każdy optyczny wskaźnik poziomu oleju montowany w konserwatorze (patrz. pkt 4.6 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 3.9. 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.

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

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

Wyjścia analogowe (pętla prądowa 4 - 20 mA) oraz styki alarmowe i ostrzegawcze należy wyprowadzić na listwę zaciskową szafy sterowania. Nie będą one wykorzystywane do cyfrowego przesyłu informacji. Wyjście cyfrowe (RS485, lub analogiczne) tego urządzenia należy doprowadzić bezpośrednio do obu koncentratorów lub do listwy zaciskowej wg pkt 3.9.

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

3.10.5 Monitorowanie stanu izolatorów przepustowych

Monitorowanie stanu izolatorów przepustowych ($\text{tg}\delta$, C) będzie miało miejsce przy wykorzystaniu zacisków pomiarowych tychże izolatorów – patrz pkt 3.5 niniejszej specyfikacji. Instalacja sond pomiarowych, jak również realizacja układu pomiarowego leży w gestii Zamawiającego lub upoważnionej przez niego firmy. Producent dławika zapewni miejsce w szafie sterowniczej do zainstalowania odpowiednich urządzeń oraz ich zasilanie – patrz pkt 3.8 niniejszej specyfikacji.

3.10.6 Monitorowanie *on-line* wyładowań niepełnych w dławiku za pomocą sond UHF

Monitorowanie wyładowań niepełnych w dławiku w trybie *on-line* będzie miało miejsce przy wykorzystaniu sond UHF wprowadzanych do dławika za pośrednictwem co najmniej dwóch specjalnych „okien” dielektrycznych umiejscowionych na kadzi. Możliwe jest również wykorzystanie w tym celu otworów rewizyjnych, zakrywanych pokrywami wykonanymi z materiału dielektrycznego z zamontowanymi czujnikami – patrz pkt 4.4 niniejszej specyfikacji.

Przyjęte rozwiązanie oraz typ użytych sond UHF są przedmiotem uzgodnień technicznych w ramach przeglądu projektu dławika. Realizacja układu pomiarowego leży w gestii Zamawiającego lub upoważnionej przez niego firmy. Producent dławika ponadto zapewni miejsce w szafie sterowniczej do zainstalowania odpowiednich urządzeń oraz ich zasilanie – patrz pkt 3.8 niniejszej specyfikacji.

3.11 Kable i przewody

Wszystkie przewody i kable, w tym kable koncentryczne, dostarcza Wykonawca. Muszą być to 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:

- a) obwody wtórne przekładników prądowych – przewód o brązowym kolorze izolacji,
- b) obwody wtórne przekładników napięciowych – przewód o szarym kolorze izolacji,
- c) obwody sterowania – przewód o czerwonym kolorze izolacji,
- d) obwody stałoprądowe zabezpieczeń, automatyki i sygnalizacji – przewód o czarnym kolorze izolacji,
- e) 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 mają 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 mają być układane w korytkach z tworzywa sztucznego. Przewody 400/230 V prądu przemiennego mają być oddzielone od innych przewodów. Obwody przekładników prądowych mają być wykonane przewodem o przekroju co najmniej 2,5 mm². Przewody i połączenia nie mogą utrudniać dostępu do zacisków, wyposażenia i montowanych urządzeń. Połączenia muszą być zgodne ze schematem połączeń opracowanym przez Wykonawcę w projekcie wykonawczym zatwierdzonym przez Zamawiającego.

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

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

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

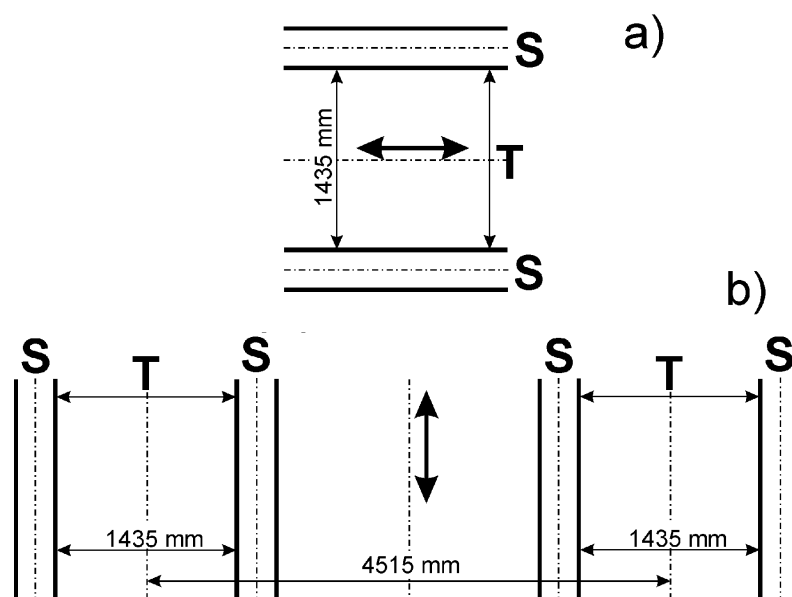
Listwy zaciskowe mają być tak zamontowane, aby był łatwy dostęp do przewodów, połączeń i oznaczeń. Mają również dawać przejrzysty obraz rozproszczenia przyłączy kablowych. Należy stosować listwy o maksymalnej długości, o ile pozwala na to konstrukcja, do której listwa jest montowana, niezależnie od ilości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

Zamawiający udostępni Wykonawcy kable zasilające na stanowisku dławika, 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 3.10.5 i 3.10.6 niniejszej specyfikacji) dostarcza i układa Zamawiający lub upoważniona przez niego firma. Wykonawca dławika 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.

3.12 Układ dławika i wybranych elementów kadzi

Wymiary torów do przetaczania i ustawiania dławika w obu kierunkach podano na rysunku nr 1.



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

Przy ustawieniu dławika 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 dławika w kierunku poprzecznym (tj. prostopadłym do podłużnej osi kadzi) część kół jezdnych stoi na jednym torze jezdnych 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.

Izolatory przepustowe fazowe i wyprowadzenie punktu neutralnego, w zależności od lokalizacji dławika w poszczególnych stacjach, zaleca się rozmieścić wzdłuż dłuższych boków kadzi. Radiatory (baterie radiatorów) również należy rozmieszczać wzdłuż dłuższych boków kadzi.

Szafę sterowniczą zaleca się instalować do krótszego boku kadzi po lewo patrząc od strony izolatorów przepustowych fazowych. Czujnik wody i gazów oraz rozszerzalnościowy miernik temperatury oleju w górnej warstwie zaleca się sytuować przy szafie sterowania. Wymagania dotyczące drabiny oraz pomostu podano w pkt 4.7 niniejszej specyfikacji.

Szczegóły dotyczące układu dławika wymagają uzgodnień i akceptacji Zamawiającego w ramach przeglądu projektu.

4 KADŹ ORAZ ELEMENTY MECHANICZNE

4.1 Kadź i pokrywa

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

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

- a) Napelniony olejem: wewnętrzne naciśnienie 100 kPa mierzone na pokrywie.
- b) Bez oleju: próżnię we wnętrzu o wartości 100 Pa.

W tych warunkach dławik ma 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 dławika, to jest przez co najmniej 40 lat.

Dławik 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 ma umożliwić w przyszłości co najmniej dwukrotne ich rozdzielanie (np. w drodze odcięcia zespawanych fragmentów).

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

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

- a) Cztery płyty podnośnikowe (inaczej wsporniki do lewarowania) umożliwiającą nieznaczne podniesienie kompletnie zmontowanego dławika (np. celem założenia kół jezdnych lub zmiany ich położenia).
- b) Co najmniej cztery ucha do założenia lin dla przesunięcia kompletnie zmontowanego dławika na własnych kołach w kierunku wzdłużnym (tj. wzdłuż dłuższej osi kadzi) i poprzecznym (tj. prostopadle do tej osi).
- c) Ucha do podnoszenia pokrywy kadzi i konserwatora.

Dławik ma mieć odejmowalne koła jezdne (lub zestawy kół jezdnych) umożliwiające jego przetoczenie w stanie kompletnego zmontowania (lub praktycznego zmontowania) 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. Zestawy kół jezdnych mają być tak zaprojektowane, aby nierównomierności szyn, po których jest przetaczana jednostka, nie powodowały ich zablokowania. Elementem wyposażenia kół jezdnych dławika muszą być ograniczniki umożliwiające zablokowanie kół po ustawieniu na miejscu pracy.

Celem zmniejszenia poziomu hałasu Wykonawca może zainstalować panelowe ekrany głuszące mocowane do ścianek kadzi. Nie dopuszcza się zastosowania ekranu akustycznego jako oddzielnego elementu (komory akustycznej) otaczającego każdą dławika i znajdującego się w pewnej odległości od niego. Szczegóły ew. zastosowania ekranów akustycznych podlegają omówieniu i akceptacji w ramach przeglądu projektu.

4.2 Uziemienia kadzi i innych elementów

Celem bezpośredniego uziemienia punktu neutralnego uzwojeń, dławik należy wyposażyć w szynę uziemiającą. Jeden koniec szyny uziemiającej, przyłączony do wyprowadzenia punktu neutralnego uzwojeń dławika (górny) ma mieć możliwość rozłączenia, natomiast dolny koniec ma być przyłączony do systemu uziemień stacji na tym samym poziomie jak pozostałe uziemienia kadzi. Szyna uziemiająca musi być odizolowana od kadzi.

W dolnej części kadzi mają znajdować się dwa występy zlokalizowane po przekątnej z zaciskami uziemiającymi, odpowiednie do przyłączenia płaskownika miedzianego, miedziowanego lub z ocynkowanej taśmy stalowej (bednarki) o przekroju co najmniej 240 mm². Jeden zacisk uziemiający ma być wyprowadzony po stronie izolatora punktu neutralnego uzwojeń dławika zaś drugi – po przeciwległej stronie kadzi dławika. 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 nie zespawane z kadzią muszą być uziemiane niezależnie i przyłączone do zacisków uziemiających.

4.3 Zawory i armatura

Na kadzi dławika należy zainstalować szereg zaworów, zastawek oraz armaturę, przy czym ich rozmieszczenie oraz szczegóły konstrukcyjne muszą być zaakceptowane przez Zamawiającego w ramach uzgodnień technicznych dotyczących poszczególnych stacji. Najważniejsze z nich wymieniono w poniższym wykazie.

1. Dwa złącza 25 mm (DN 25) do pobierania próbek oleju z góry i dołu kadzi wyposażone w zawory kulowe oraz końcówki mosiężne umieszczone u dołu ścianki kadzi. Punkt pobierania próbki oleju z góry kadzi musi być doprowadzony do dołu, tak, aby był dostępny z poziomu ziemi.

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

2. Dwa złącza ściekowe (spustowe) 80 mm lub 50 mm (DN 80 lub DN 50), zlokalizowane na dolnej ściance kadzi na każdym końcu kadzi, z zaworami kulowymi oraz mosiężnymi

końcówkami. Złącza te będą również wykorzystywane do napełniania kadzi olejem. Złącza mają być wprowadzone w kieszeń, lub znaleźć się możliwie blisko połączenia ścianki kadzi z dnem kadzi. Dostęp do nich ma 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 90⁰ 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 3.10.4 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 termometryczne na pokrywie do pomieszczenia oporowych czujników temperatury.

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

Dławiki 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.

4.4 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, połączeń uzwojeń, jak również innych elementów wymagających rutynowego lub awaryjnego przeglądu.

Włazy mają mieć wymiar 660 x 660 mm lub średnicę 660 mm celem umożliwienia łatwego dostępu. Otwory rewizyjne mają mieć wymiar 300 x 600 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 znajdować się, 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.

Wszędzie gdzie jest to możliwe zaleca się stosowanie 'O ringów' w przeznaczonych do rozmontowywania połączeniach kryzowych. Powierzchnie metalu muszą być starannie oczyszczone, aby zapobiec przywieraniu uszczelek. Należy stosować właściwe odboje przy uszczelkach celem uniknięcia nadmiernego ich ściśnięcia.

Monitorowanie wyładowań niezupełnych w dławiku w trybie *on-line* przy wykorzystaniu sond UHV wymaga zainstalowania na kadzi co najmniej dwóch specjalnych „okien” dielektrycznych z zamocowanymi w nich czujnikami pomiarowymi – jednego w górnej, drugiego zaś w dolnej części kadzi. Okna mają być tak usytuowane, aby przy dostępnej długości czujniki pomiarowe znajdowały się możliwie blisko potencjalnych źródeł wyładowań niezupełnych.

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

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

4.5 Zawory przeciwwybuchowe

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

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

4.6 Konserwator

4.6.1 Budowa konserwatora

Dławik musi mieć konserwator oleju połączony z kadzią za pomocą rury o średnicy wewnętrznej ok. 80 mm z zaworem ze wskaźnikiem położenia zaworu oraz zawór odcinający konserwator przy gwałtownym przepływie oleju z konserwatora do kadzi. Zawór ten ma mieć dwie pary styków wyprowadzonych na listwy zaciskowe szafy sterowania. Jedna para będzie wykorzystywana do cyfrowego przesyłu informacji.

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

Objętość konserwatora musi być adekwatna do zmian objętości oleju, które mogą pojawić się w eksploatacji pomiędzy skrajnymi stanami dławika, 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 dławiku poziom oleju musi być widoczny we wskaźniku poziomym oleju. Przy temperaturze otoczenia +40 °C i maksymalnym obciążeniu dławika w stanach ustalonych poziom oleju nie może przekraczać poziomu dopuszczalnego i również ma być widoczny we wskaźniku poziomym oleju. Odczyt poziomu oleju musi być możliwy z poziomu ziemi w odległości bezpiecznej od elementów dławika pod napięciem.

Wymagania dotyczące analogowego nadajnika poziomu oleju, będącego częścią wskaźnika poziomu oleju podano w pkt 3.10.3 niniejszej specyfikacji.

4.6.2 Wyposażenie konserwatora

Konserwator ma mieć 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 dławika tak, aby można było napełniać kadź z tego miejsca.
3. Połączenie do opróżniania o średnicy 25 mm z zaworem DN25 oraz mosiężną końcówką.
4. Odwilżacz silikażelowy worka powietrznego konserwatora.
5. Właz u góry konserwatora.
6. Wskaźnik poziomy oleju widoczny z poziomu ziemi.
7. Ucha do podnoszenia.

W połączeniu olejowym pomiędzy kadzią a konserwatorem należy zainstalować dwustopniowy przekaźnik gazowo-przepływowy (Buchholza). Wymagania dotyczące przekaźnika podano w pkt 3.10.2 niniejszej specyfikacji.

Ponadto w połączeniu olejowym pomiędzy kadzią a konserwatorem należy umieścić zawór odcinający, zabezpieczający przed gwałtownym wypływem oleju. Ma on mieć dwie pary styków – jedną na potrzeby STiPC, drugą na potrzeby innych systemów stacyjnych.

Szczegóły rozwiązania są przedmiotem uzgodnień technicznych w ramach przeglądu projektu dławika.

4.7 Drabina i pomost (platforma)

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

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

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

4.8 Wykończenie oraz ochrona przed korozją

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

Na wszystkich etapach produkcji należy upewniać się, czy chropowate miejsca, takie jak spawy zostały starannie wyczyszczone i pomalowane. Wykonawca musi zapewnić farbę na poprawki lakiernicze po zainstalowaniu. Radiatory mają być bardzo starannie ocynkowane ogniowo zgodnie z normą EN ISO 1461, lub też pomalowane identycznie jak ww. elementy.

Wnętrze kadzi musi być wykończony za pomocą farby odpornej na olej, która nie zanieczyszcza oleju. Ponadto, zewnętrzna powierzchnia pokrywy ma być wykończona w całości, lub częściowo przy wykorzystaniu farby przeciwpoślizgowej.

Wewnętrzna i zewnętrzna powierzchnia kadzi oraz elementów stalowych ma być zabezpieczona przed korozją w powietrzu zawierającym dwutlenek siarki o koncentracji podanej w pkt 3.1 Wymagań podstawowych. Wszystkie elementy łączące narażone na wpływy atmosferyczne mają być galwanizowane lub kadmowane. Powłoki antykorozyjne muszą zapewnić trwałość ochrony przez minimum 40 lat. Kadz ma być koloru jasnoszarego (RAL 7032).

Rodzaj ochrony przed korozją oraz kolor będą zaaprobowane przez Zamawiającego w ramach uzgodnień technicznych.

4.9 Tabliczka znamionowa i schematowa oraz oznaczenia

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

Dławik musi mieć następujące dwie tabliczki:

1. Tabliczkę znamionową zawierającą dane zgodnie z normą PN-EN 60076-1 pkt 7 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.

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 mają być grawerowane na dostateczną głębokość. Zaleca się zastosowanie na tabliczki laminatu dwuwarstwowego biało – czarnego odpornego na działanie czynników atmosferycznych. Omawiane tabliczki należy mocować do zewnętrznej powierzchni drzwi szafy sterowniczej.

Isolatory przepustowe mają mieć własne tabliczki oznaczeniowe. Należy je mocować do kominków w przypadku izolatorów liniowych uzwojeń NN, oraz na kadzi (pokrywie) w pozostałych przypadkach. Ich wielkość oraz miejsce mocowania musi zapewniać możliwość odczytania z poziomu ziemi. Jeżeli w danym rozwiązaniu konstrukcyjnym tabliczki oznaczeniowe izolatorów na kominkach nie będą widoczne z poziomu ziemi, to należy umieścić dodatkowe tabliczki (np. na zewnętrznych krańcach radiatorów) naprzeciw tych kominków, tak aby te były już dobrze widoczne z poziomu ziemi.

Oznaczenie zacisków liniowych ma być następujące:

uzwojenia fazowe NN: 1U, 1V, 1W,

wyprowadzenia punktu neutralnego: 1N.

Zaciski fazowe NN należy ponumerować, patrząc od strony uzwojenia, poczynając od lewa na prawo.

Zawory i przyłącza wymienione w pkt 4.3 mają 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 (pkt 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. Tabliczka może podawać jedynie oznaczenie kodowe (numer), zgodne z rysunkami, schematami połączeń elektrycznych i dokumentacją techniczno-ruchową.

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

5 WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU

Wykonawca dławika jest odpowiedzialny za jego transport wraz ze wszystkimi materiałami z fabryki do miejsca instalacji na stanowisku w stacji energetycznej. Zamawiający nie bierze na siebie

żadnej odpowiedzialności odnośnie do transportu. Wykonawca musi wziąć pod uwagę i sprawdzić liczne ograniczenia lokalne, takie jak maksymalne wymiary transportowe, maksymalna masa transportowa itp. Wykonawca sprawdza dopuszczalne wymiary i masę na całej trasie transportu do stanowiska. Wykonawca jest zobowiązany do uzyskania wszystkich wymaganych uzgodnień i pozwoleń Władz i Urzędów.

Kadź dławika 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. Dławik musi być wykonany w sposób umożliwiający jego transportowanie co najmniej na wagonie kolejowym burtowym oraz na burtowej przyczepie drogowej.

Konstrukcja i wykonanie dławika oraz jego kół jezdnych musi umożliwiać jego przetaczanie na własnych kołach w obrębie stacji elektroenergetycznej w stanie kompletnego zmontowania (lub praktycznego zmontowania) 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 dławik musi mieć zamontowane mechaniczne wskaźniki/rejestratory wstrząsów (*shock indicator*) występujących w płaszczyznach X, Y, Z oraz mieć zainstalowaną butlę z azotem lub suchym powietrzem z manometrem w celu odczytu wartości nadciśnienia gazu w kadzi. Osoby upoważnione przez Zamawiającego sprawdzą wskazania rejestratorów i manometru tuż przed transportem oraz po dotarciu ładunku na miejsce dostawy i niezwłocznie przekażą Zamawiającemu raport z odczytu wskaźników wraz z oceną odczytów.

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

6 OSPRZĘT

Dławik ma być wyposażony co najmniej w następujące elementy:

1. Konserwator.
2. Samoczynny zawór odcinający konserwator.
3. Wskaźnik poziomu oleju w konserwatorze ze stykami do zdalnego wskazywania minimalnego i maksymalnego poziomu oleju.
4. Włazy oraz otwory rewizyjne.
5. Dwustopniowy przełącznik gazowy (przełącznik Buchholza), typ o średnicy 80 mm, umieszczony między kadzią a konserwatorem z dwoma stykami na każdym stopniu.

6. Zawór między przełącznikiem gazowym a konserwatorem.
7. Cztery płyty podnośnikowe (wsporniki do lewarowania).
8. Ucha do podnoszenia za pomocą liny.
9. Ucha do podnoszenia pokrywy.
10. Co najmniej cztery ucha do przetaczania w obu kierunkach,
11. Blokady kół do przetaczania.
12. Drabinę i pomost.
13. Ucha do wyjmowania rdzenia z uzwojeniami z kadzi.
14. Odwilżacze silikagelowe konserwatora.
15. Termometr AKM z podziałką temperatury oleju w górnej warstwie z dwoma nastawialnymi parami styków oraz trójprzewodowe, oporowe czujniki temperatury oleju w górnej warstwie.
16. Mikroprocesorowy sterownik układu chłodzenia.
17. Zawory oraz pozostały osprzęt kadzi dławika.
18. Radiatory (baterie radiatorów) i wentylatory (o ile są zainstalowane).
19. Zastawki na wlocie i wylocie z radiatorów (baterii radiatorów) i kolektorów oleju, odejmowalnych na czas transportu.
20. Dwa zawory przeciwybuchowe ze stykami.
21. Występy do transportu na platformie drogowej burtowej i burtowym wagonie kolejowym.
22. Korki (zawory) odpowietrzające i do opróżniania radiatorów (baterii radiatorów) oraz kolektorów.
23. Czujnik do monitorowania *on-line* gazów palnych oraz wody w oleju.
24. Szafę sterowniczą.
25. Obwody pomiarowe, sterownicze i sygnalizacyjne.
26. Zaciski uziemiające na kadzi dławika (dwie sztuki).
27. Tabliczki znamionowe i oznaczeniowe wg pkt 4.9.
28. Co najmniej dwa specjalne „okna” dielektryczne z zamocowanymi w nich czujnikami pomiarowymi (sondami) UHF, o ile uzgodniono taką instalację.

7 PRÓBY

7.1 Wymagania ogólne

Próby wykonuje się na kompletnie zmontowanym dławiku. Wszystkie podstawowe elementy, takie jak izolatory przepustowe i przekładniki muszą być w pełni zbadane przed ich zamontowaniem na dławiku zgodnie z normami przedmiotowymi a raporty z ich prób typu i wyrobu (atesty) muszą być przedstawione podczas prób fabrycznych dławika i być dołączone do protokołu z tych prób.

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

Próby zakwalifikowane jako próby typu wykonuje się na pierwszym egzemplarzu zamówionej serii dławików danego typu. Zakres tych prób podano w punkcie 7.2.

Próby zakwalifikowane jako próby wyrobu wykonuje się na wszystkich dostarczanych egzemplarzach. Zakres tych prób podano w punkcie 7.3.

Próby dielektryczne należy wykonać po próbie nagrzewania.

Zakres fabrycznych prób odbiorczych musi być uzgodniony z Zamawiającym w ramach przeglądu projektu, a same próby mają być wykonane w obecności przedstawicieli Zamawiającego.

7.2 Próby typu

Próby typu wykonane na jednostce o podobnych parametrach technicznych mogą być uznane za reprezentatywne, jeśli zostały wykonane nie wcześniej niż 5 lat przed dniem ogłoszenia postępowania przetargowego. Dotyczy to również urządzeń, takich jak izolatory przepustowe czy przekładniki prądowe.

7.2.1 Próba nagrzewania

Próbie przeprowadza się w oparciu o normy PN-EN 60076-2 oraz IEC 60076-7. Próba uzupełniona obliczeniami dokonanymi w oparciu jej wyniki oraz dane konstrukcyjne ma wykazać, że dławik jest zdolny do pracy zgodnie z gwarantowanymi parametrami – m. in. bez przekroczenia gwarantowanych wartości przyrostów temperatury – patrz tabela nr 4, poz. 10, 11, 12 w dokumencie Wymagania podstawowe. Temperaturę najgorętszego miejsca, o ile nie jest wyznaczana bezpośrednio pomiarowo, szacuje się w oparciu o wyniki próby nagrzewania.

Ekstrapolację średniego przyrostu temperatury uzwojeń, jak również średniego przyrostu temperatury oleju w otoczeniu uzwojenia na moment wyłączenia należy wyznaczyć jedną z dwu metod zalecanych

przez normę IEC 60076-2. Preferuje się wykorzystanie ekstrapolacji numerycznej z zastosowaniem funkcji dwuwykładniczej.

W końcowym okresie nagrzewania próby należy monitorować temperaturę na powierzchni kadzi oraz temperaturę zacisków elektrycznych za pomocą kamery na podczerwień celem wykazania, że temperatury te nie są niebezpieczne w eksploatacji. Wyniki monitorowania podlegają ocenie i przyjęciu przez Zamawiającego.

Zasady pobierania próbek do analizy zawartości gazu rozpuszczonego w oleju podczas próby oraz kryteria oceny podano w pkt 7.5 niniejszej specyfikacji.

7.2.1.1 Próba nagrzewania przy wyłączonych wentylatorach

Jeżeli w dławiku zastosowano chłodzenie typu ONAF, Zamawiający może zażądać wykonania próby nagrzewania celem wykazania, że jednostka spełnia wymagania pkt 3.4.2 niniejszej Specyfikacji. Przed wyłączeniem wentylatorów temperatura oleju ma mieć wartość ustaloną przy chłodzeniu ONAF. Czas trwania próby 1 godzina. Dalszy sposób postępowania jak w przypadku standardowej próby nagrzewania.

7.2.2 Wyznaczenie poziomu dźwięku i poziomu wibracji dławika

Pomiary należy wykonać w oparciu o normę IEC 60076-6 (punkt dotyczący pomiaru hałasu oraz punkt dotyczący pomiaru wibracji). Metodykę pomiarów poziomu dźwięku podaje norma PN-EN 60076-10.

Do prób dławik ma być w stanie kompletnego zmontowania (jak w warunkach eksploatacyjnych), z układem chłodzenia, szafą sterowniczą, wskaźnikami itp. Próby wykonuje się przy maksymalnym napięciu roboczym i częstotliwości znamionowej.

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

Wartości dopuszczalne podano w tabeli nr 4, poz. 13, 14 w dokumencie Wymagania podstawowe.

7.2.3 Pomiar mocy pobieranej przez silniki wentylatorów

Dokonuje się go przy włączonych wszystkich wentylatorach.

7.2.4 Pomiar impedancji dla składowej zerowej

Ogólne wymagania podaje PN-EN 60076-1 (punkt dotyczący pomiaru impedancji dla składowej zerowej) oraz norma IEC 60076-6 (punkt dotyczący pomiaru impedancji dla składowej zerowej)

w dławikach bocznikowych). Pomiar wykonuje się przy napięciu dobranym tak, aby prąd w punkcie neutralnym nie przekroczył wartości prądu znamionowego uzwojeń NN.

7.2.5 Pomiar reaktancji wzajemnej

Należy wykonać zgodnie z normą IEC 60076-6 (punkt dotyczący pomiaru reaktancji wzajemnej w dławikach bocznikowych) przy napięciu znamionowym.

7.2.6 Pomiar charakterystyki magnesowania

Należy wykonać zgodnie z normą IEC 60076-6 (punkt dotyczący pomiaru charakterystyki magnesowania w dławikach bocznikowych).

7.2.7 Charakterystyka liniowości reaktancji

Należy wykonać zgodnie z normą IEC 60076-6 (punkt dotyczący pomiaru charakterystyki liniowości reaktancji w dławikach bocznikowych) w zakresie do $1.3U_m$. Dopuszczalne odchyłki podano w tabeli nr 4, poz. 17 w dokumencie Wymagania podstawowe.

7.2.8 Pomiar zawartości harmonicznego prądu

Pomiar zawartości harmonicznego prądu należy wykonać zgodnie z normą IEC 60076 – 6 (punkt dotyczący pomiaru zawartości harmonicznego prądu w dławikach bocznikowych). Wartości dopuszczalne podano w tabeli nr 4, poz. 15 w dokumencie Wymagania podstawowe.

7.2.9 Próba kadzi na próżnię

W kadzi należy obniżyć ciśnienie do wartości poniżej 100 Pa i utrzymywać je na tym poziomie przez cały czas trwania próby. Czas ten ma wynosić 1 minutę na każdy 1 m³ objętości kadzi.

W trakcie próby nie mogą wystąpić trwałe odkształcenia kadzi.

7.3 Próby wyrobu

7.3.1 Pomiar rezystancji uzwojeń

Rezystancję uzwojeń mierzy się według PN-EN 60076-1. Należy zmierzyć rezystancję każdej fazy pomiędzy zaciskami liniowymi NN i punktem neutralnym. W protokole z próby należy podać wyniki pomiarów oraz wartości przeliczone na temperaturę 20 °C.

7.3.2 Pomiar reaktancji dławika

Pomiar reaktancji dławika należy wykonać zgodnie z normą IEC 60076-6 (punkt dotyczący pomiaru reaktancji w dławikach bocznikowych).

7.3.3 Sprawdzenie przekładni, biegunowości oraz charakterystyk magnesowania przekładników

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

7.3.4 Pomiar strat przy temperaturze otoczenia

Należy wykonać zgodnie z normą IEC60076-6 (punkt dotyczący pomiaru strat w dławikach bocznikowych) przy znamionowym napięciu i znamionowej częstotliwości. Wyniki pomiaru strat przelicza się na temperaturę odniesienia 75 °C.

Wartości dopuszczalne podano w tabeli nr 4, poz. 18 w dokumencie Wymagania podstawowe.

7.3.5 Próba napięciem udarowym, piorunowym

Próbę należy przeprowadzić zgodnie z normą IEC60076-6 oraz PN-EN 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 napięciu pełnym oraz obniżonym, jeśli różnice w czasie do ucięcia między udarami pełnymi i obniżonymi to umożliwiają. W przeciwnym razie, przez porównanie przebiegów zarejestrowanych przy napięciu pełnym.

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

7.3.6 Próba napięciem łączeniowym

Próbę należy przeprowadzić zgodnie z normą IEC60076-6 oraz PN-EN 60076-3. Wartości napięć probierczych doziemnych i międzyfazowych podano w tabeli nr 5, poz. 4 w dokumencie Wymagania podstawowe.

7.3.7 Próba napięciem przemiennym z obcego źródła

Próbę należy przeprowadzić zgodnie z normą IEC60076-6 oraz PN-EN 60076-3.

7.3.8 Długotrwała próba napięciem indukowanym (IVPD) z pomiarem wyładowań niepełnych (PD)

Ogólne wymagania podaje norma IEC60076-6 oraz PN-EN 60076-3. Wartości napięć probierczych podano w tabeli nr 5, poz. 5 w dokumencie Wymagania podstawowe.

Próbę uważa się za wykonaną z wynikiem pozytywnym, jeśli:

- a) Nie wystąpiło załamanie się napięcia.
- b) Ustabilizowany poziom ładunku pozornego w trakcie całego godzinnego okresu doprowadzania napięcia U_2 nie przekracza wartości podanej w pkt 3.4 Wymagań podstawowych, tabela 5, poz. 7, w żadnym z kanałów pomiarowych.

- c) Wyładowania niepełne nie wykazują tendencji ciągłego wzrostu przy U_2 , przy czym zaniedbuje się przypadkowe wysoki.
- d) Ustabilizowany poziom wyładowań niepełnych przy $1.1 U_m/\sqrt{3}$ nie przekracza 2/3 wartości podanej w pkt 3.4 Wymagań podstawowych, tabela 5, poz. 7.

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

7.3.9 Pomiar rezystancji izolacji przy napięciu stałym 5 kV oraz pomiar współczynnika strat dielektrycznych i pojemności przy napięciu przemiennym 10 kV

Dokonuje się go pomiędzy:

- a) wszystkimi uzwojeniami fazowymi i punktem neutralnym połączonymi razem a ziemią,
- b) każdym uzwojeniem fazowym a ziemią,
- c) punktem neutralnym a ziemią.

Pomierzone wartości wraz z temperaturą zamieszcza się w protokóle z pomiaru. Służą one jako wielkości odniesienia do pomiarów realizowanych w eksploatacji.

7.3.10 Próba szczelności

Kadź dławika, spawy, radiatory, zawory oraz pozostałe elementy stanowiące całość zestawu poddaje się próbie na szczelność olejową oraz wytrzymałość. Próbę szczelności całkowicie zmontowanego dławika 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.

7.3.11 Pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności izolatorów przepustowych

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

7.3.12 Pomiar rezystancji izolacji rdzenia oraz jego elementów konstrukcyjnych

Pomiaru dokonuje się przy napięciu co najmniej 1000 V następujących fragmentów izolacji:

- a) pomiędzy rdzeniem a kadzią,

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

Zmierzona rezystancja nie może być mniejsza niż 100 MΩ.

7.3.13 Pomiar funkcji przenoszenia FRA (*Frequency Response Analysis*)

Wyniki tych pomiarów stanowią wielkości odniesienia (*finger-print*) rezultatów badań realizowanych w trakcie eksploatacji. Pomiarów dokonuje się przy zasilaniu napięciem sinusoidalnym o stałej amplitudzie modulowanym częstotliwościowo w zakresie co najmniej od około 100 Hz do około 2 MHz. Napięcie doprowadza się kolejno do zacisków liniowych uzwojeń NN, przy nieziemionych zaciskach liniowych faz niebadanych. Celem ustalenia charakterystyki mierzy się odpowiedzi na zacisku neutralnym.

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

7.4 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 dławiku pobiera się następujące próbki w sposób opisany w normie PN-EN 60567:

1. Niezwłocznie przed próbami wymagającymi doprowadzenia mocy (próbka odniesienia) oraz po zakończeniu prób.
2. Niezwłocznie przed rozpoczęciem i tuż po zakończeniu próby nagrzewania wyszczególnionego w pkt 7.2.1 niniejszej specyfikacji, jak również w trakcie jej trwania.
3. Niezwłocznie przed rozpoczęciem prób dielektrycznych i tuż po ich zakończeniu.

W trakcie 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 próby nagrzewania.

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

Pomiary zawartości gazów rozpuszczonych w oleju wykonuje się zgodnie z PN-EN 60567. Dopuszczalna ich wartość przed przystąpieniem do prób (próbka odniesienia) nie może przekroczyć

podanych niżej wartości.

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

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

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

7.5 Próby pomontażowe na stanowisku pracy

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

Należy wykonać, co najmniej niżej wymienione próby:

1. Oględziny dławika 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. Badanie próbek oleju, w tym badanie zawartości gazów rozpuszczonych w oleju.
5. Sprawdzenie przekładników prądowych z wykorzystaniem zwojów pomiarowych, sprawdzenie biegunowości oraz rezystancji izolacji.
6. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń przy napięciu stałym 5 kV, pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności przy napięciu przemiennym 10 kV.
7. Pomiar współczynnika strat dielektrycznych oraz pojemności przy napięciu przemiennym 10 kV izolatorów przepustowych NN i punktu neutralnego.
8. Pomiar rezystancji izolacji rdzenia.

9. Pomiary funkcji przenoszenia FRA (SFRA).
10. Sprawdzenie prawidłowości działania układów sterowania, sygnalizacji i pomiarów.
11. Sprawdzenie konfiguracji sterownika temperatury oraz czujnika zawartości wody i gazów w oleju.
12. Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

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