

## Parametry techniczne, budowa i wyposażenie transformatorów mocy 63MVA

### 1. PARAMETRY TECHNICZNE

#### 1.1. Napięcie znamionowe:

- Napięcie znamionowe uzwojenia **GN**: 121 kV
  - Zakres regulacji napięcia **GN**:  $\pm 10\%$  w  $\pm 8$  st.,  $\pm 15\%$  w  $\pm 12$  st.
- Napięcie znamionowe uzwojenia **DN1**: 22 kV.

#### 1.2. Najwyższe napięcie uzwojenia:

Uzwojenie	Napięcie znamionowe	Najwyższe napięcie ( $U_m$ ) uzwojenia
GN	121 kV	145 kV
DN1	22 kV	24 kV

#### 1.3. Moc znamionowa:

- Uzwojenie **GN**, **DN1**: 63 MVA.

#### 1.4. Częstotliwość znamionowa:

- Częstotliwość znamionowa - 50 Hz.

#### 1.5. Grupa połączeń:

- Dla transformatorów dwuuzwojeniowych: YNd11,

#### 1.6. Straty obciążeniowe i jałowe:

- Maksymalne straty biegu jałowego przy wzbudzaniu znamionowym:

Moc uzwojenia GN transformatora	Straty biegu jałowego
	Transformator 2-uzw.
63 MVA	$\leq 22,0$ kW

- Maksymalne straty obciążeniowe transformatora przy temperaturze odniesienia 75°C i częstotliwości znamionowej:  
Zgodnie z wymaganiami zawartymi w Charakterystyce technicznej parametrów transformatorów (załącznik nr 5)

Moc uzwojenia GN transformatora	Maksymalne straty obciążeniowe
	Transformator 2-uzw
63 MVA	230 kW

- Minimalna wartość wskaźnika maksymalnej sprawności PEI (zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Komisji (UE) nr 548/2014 z dnia 21.05.2014 r. z późniejszymi zmianami w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do transformatorów elektroenergetycznych małej, średniej i dużej mocy). Wskaźnik należy wyliczyć na podstawie Załącznika II do Rozporządzenia (UE) oraz normy EN 50629:2015:

Moc uzwojenia GN transformatora	Minimalna wartość wskaźnika maksymalnej sprawności PEI (%)
	Transformator 2-uzw (wymagania Etapu 2)
63 MVA	99,745%

#### 1.7. Prąd biegu jałowego:

Maksymalny prąd biegu jałowego przy wzbudzeniu znamionowym odniesiony do prądu znamionowego  $I_n \leq 0,2\%$ .

#### 1.8. Napięcie zwarcia:

Napięcie zwarcia dla zaczeu znamionowego, przy temperaturze odniesienia uzwojeń 75 °C i częstotliwości znamionowej, w odniesieniu do mocy znamionowej GN:

- Napięcia zwarcia uzwojeń **GN- DN1**: 11%, 12%, 18%.  
(Uwaga: W uzasadnionych przypadkach wynikających z analizy mocy zwarciowej stacji dopuszcza się inne wartości. Chwilowa praca równoległa podczas przełączania transformatorów nie powinna być traktowana jako ciągła praca równoległa przy doborze napięcia zwarcia.)

#### 1.9. Minimalny poziom izolacji uzwojeń:

- Uzwojenie **GN**:

Napięcie	LI	AC
121 kV	550 kV	230kV
52 kV (punkt zerowy)	250 kV	95 kV

- Uzwojenia **DN1**:

Napięcie	LI	AC
22 kV	125 kV	50 kV

#### 1.10. Poziom ciśnienia akustycznego:

Skorygowany poziom ciśnienia akustycznego wg PN-EN 60076 z pracującym układem chłodzenia:  $\leq 55$  dB dla układu ON-AN oraz  $\leq 58$  dB dla układu ON-AF a dla transformatorów z Zadania 10 oraz Zadania 12  $\leq 54$  dB dla układu ON-AN oraz  $\leq 57$  dB dla układu ON-AF.

#### 1.11. Poziom wyładowań niezupełnych:

Poziom wyładowań niezupełnych transformatorów 115(121)/SN mierzony w układzie z odziemionym i uziemionym punktem neutralnym:  $\leq 100$  pC.

Uwaga: Zamawiający wymaga, aby wzrost poziomu wyładowań niezupełnych nie przekroczył 50 pC w czasie, w którym wykonuje się pomiar wnz. Powyższy wymóg nie obejmuje zakresu, gdy na zaciskach transformatora podawane jest pełne napięcie probiercze gdyż w tym czasie poziom wnz nie jest mierzony.

#### 1.12. Maksymalny przyrost temperatury uzwojeń:

Dla temperatury otoczenie do  $+40^{\circ}\text{C}$  dopuszczalne przyrosty temperatur:

- Maksymalny dopuszczalny przyrost temperatury oleju:  $\leq 60^{\circ}\text{C}$
- Maksymalna dopuszczalna wartość średniego przyrostu temperatury uzwojeń:  $\leq 65^{\circ}\text{C}$
- Maksymalny dopuszczalny przyrost temperatury najgorętszego punktu w uzwojeniach:  $\leq 78^{\circ}\text{C}$

#### 1.13. Chłodzenie:

- W przypadku transformatorów o mocy  $> 25\text{MVA}$  chłodzenie ON-AN lub chłodzenie z układem wymuszonego powietrza ON-AF (radiatory z wentylatorami).

## 2. BUDOWA I WYPOSAŻENIE

Obwody aparatury zabezpieczającej i pomiarowej należy doprowadzić do skrzynki przyłączeniowej umieszczonej na transformatorze (ON-AN), a w przypadku transformatora z przewietrznikami (ON-AF) – do szafki sterowniczej przewietrzników. Wewnątrz, na drzwiach należy trwale umieścić zalaminowany schemat z wykazem aparatury i oznaczeniami. Należy stosować kable sterownicze z żyłami miedzianymi o przekroju co najmniej  $1,5 \text{ mm}^2$ , w izolacji odpornej na działanie czynników środowiskowych. Konstrukcja, sposób prowadzenia i mocowanie kabli musi zapewniać ich wytrzymałość mechaniczną uwzględniającą narażenia podczas wykonywania czynności eksploatacyjnych na transformatorze. W listwach przyłączeniowych należy stosować zaciski bezśrubowe, 3-przewodowe o wymiarach dostosowanych do przekroju przewodów. Skrzynki przyłączeniowe i szafki sterownicze przewietrzników należy wyposażać w zaślepienie metalowe dławice kablowe umieszczone w dnie, niezbędne dla wprowadzenia kabli stacyjnych (minimum: 2 szt. dla kabli o średnicy do 25mm i 2 szt. dla kabli o średnicy do 32mm).

Szafki przyłączeniowe na transformatorach z chłodzeniem ON-AN należy wyposażać analogicznie jak na transformatorach z ON-AF, tj:

- w ogrzewanie sterowane termostatem i wymuszone przewietrzanie miniwentylatorem. W dokumentacji należy podać wymaganą nastawę termostatu. Dopuszcza się rezygnację z wymuszonego przewietrzania w skrzynce przyłączeniowej na transformatorach z chłodzeniem ON-AN,
- szafka ma być wyposażona w oświetlenie i dwa jednofazowe gniazda wtykowe 230 V.
- zabezpieczenie obwodów ogrzewania, oświetlenia i gniazd wtykowych należy zrealizować niezależnymi czterema wyłącznikami samoczynnymi.

Transformatory mają zostać wyposażone w system asekuracji przed upadkiem z wysokości, w oparciu o drabinę z mechanizmem samozaciskowym oraz szynę lub słupkę/słupki asekuracyjne, których wysokość i umiejscowienie powinny umożliwiać pracę transformatora bez ich demontażu. Ilość punktów na pokrywie należy dopasować do powierzchni transformatora, pierwszy z nich należy umieścić przy drabinie tak aby użytkownik miał możliwość wpięcia podczas przechodzenia na pokrywę. Drabina powinna być zamontowana w sposób trwały do kadzi i jej wysokość umożliwiać bezpieczne wejście na pokrywę. Dolna część drabiny powinna zostać zabezpieczona płytą przykrywającą uniemożliwiającą dostęp osobom nieupoważnionym. Długość płyty powinna wynosić minimalnie 2 metry. Drabina powinna zostać wyposażona w punkt kotwiczący umożliwiający bezpieczne przejście do poziomego urządzenia kotwiczącego. System ma zabezpieczać pracowników podczas wejścia na transformator, oraz wykonywania prac eksploatacyjnych. Elementy składowe systemu powinny spełniać wymagania normy PN-EN 795:2012 Ochrona przed upadkiem z wysokości. Urządzenia kotwiące. Szyna oraz mechanizmy samozaciskowe służące do poruszania się powinny spełniać wymagania normy PN-EN 353-1:2014. Jeżeli zastosowany system asekuracji wymaga dokonywania okresowych czynności eksploatacyjnych (np. przeglądów) to ich zakres musi być możliwy do realizacji przez pracowników Zamawiającego. W tym celu wymagane jest przeprowadzenie szkolenia pracowników Zamawiającego do terminu odbioru końcowego (maksymalnie cztery osoby w Oddziale na terenie którego realizowana jest dostawa) w wykonywaniu przeglądu systemu asekuracyjnego. Zamawiający dopuszcza przeprowadzenie szkolenia u Wykonawcy. Wszelkie koszty związane z realizacją szkolenia, w tym koszty przejazdów, noclegów i wyżywienia uczestników szkolenia, ponosi Wykonawca.

Drabina, pokrywa i pozostałe elementy systemu mają być zabezpieczone antykorozyjnie. Drabina i pokrywa muszą być uziemione. Długość linki uziemiającej pokrywę powinna umożliwiać jej otwarcie bez konieczności odłączania uziemienia.

Transformator ma być wyposażony w uchwyty umożliwiające wyciągnięcie części aktywnej na stanowisku pracy wraz z pokrywą oraz bez konieczności wcześniejszego demontażu przepustów i przełącznika zaczeów po stronie GN oraz w przypadku transformatorów 3-uzwojeniowych - przełącznika po stronie DN. Powyższy wymóg nie dotyczy transformatorów z pokrywą spawaną z kadzią.

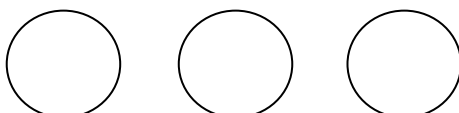
Transformatory powinny być wyposażone w światłowodowy system pomiaru temperatury punktu gorącego (Hot-spot) uzwojeń i rdzenia oraz temperatury oleju i otoczenia. System powinien umożliwiać sterowanie układem chłodzenia transformatora.

- System ma składać się z następujących elementów:
  - Sondy światłowodowe posiadający nacięcie pozwalające na odprowadzenie powietrza podczas próżni – z czego 6 (9 w przypadku transformatorów 3-uzwojeniowych) sond temperatury uzwojeń, 1 temperatury oleju i 1 temperatury rdzenia, o dokładności  $\pm 1$  °C, odpornych na rozpuszczalniki i środki chemiczne, posiadających jednolitą osłonę umożliwiającą równomierne nasycenie olejem.
  - Światłowodowy, zewnętrzny czujnik temperatury otoczenia.
  - Przepusty optyczne sond światłowodowych zapewniających łączenie i uszczelnienie bez uszczelek i elementów epoksydowych oraz szczelnej skrzynki przyłączeniowej światłowodów kształtem dopasowanej do kadzi transformatora, posiadającej połączenie ze światłowodem ST (do połączenia z przepustem i/lub urządzeniami odczytującymi/rejestrującymi). Zarówno przepusty jak i zaciski w skrzynce przyłączeniowej powinny być trwale oznaczone w sposób umożliwiający jednoznaczną identyfikację sond światłowodowych.
  - Urządzenie do monitorowania transformatora umożliwiające lokalny odczyt temperatur na transformatorze oraz zapewniające zachowanie danych historycznych (rejestracja min. 9 (12) parametrów co 15 min przez okres 20 lat) i oprogramowanie zapewniające możliwość ich zebrania (np. podłączając komputer przenośny) celem obróbki. Urządzenie powinno posiadać zdolność do przesyłania mierzonych wartości poprzez łącze Ethernet (protokół IEC 61850) i port światłowodowy wielomodowy, szklany (protokół MODBUS). W przypadku gdy urządzenie wyposażone jest w port szeregowy RS 485, należy dodatkowo zabudować konwerter RS485/FO umożliwiający przesyłanie danych z wykorzystaniem światłowodu szklanego, wielomodowego. Urządzenie powinno być zabezpieczone przed dostępem osób postronnych przez umieszczenie w skrzynce przyłączeniowej (ON-AN) lub szafce sterowniczej przewietrzników (ON-AF). Drzwi w szafkach nie powinny być wyposażone w przeźroczyste wzniki.
- Sondy powinny być rozmieszczone w następujący sposób:
  - po jednej sondzie na każdej fazie uzwojenia, umieszczonej w górnej części uzwojenia GN (w najcieplejszym miejscu uzwojenia);

- po jednej sondzie na każdej fazie uzwojenia, umieszczonej w górnej części uzwojenia DN1 i DN2 (w najcieplejszym miejscu uzwojenia – tzw. Hot-spot);
- jedna sonda umieszczona w rdzeniu transformatora w górnej części środkowego jarzma. Aby nie dopuścić do uszkodzenia sondy, w zależności od konstrukcji rdzenia, sondę należy umieścić w zablokowanym kanale chłodzącym lub jeśli taki nie występuje, sondę umieszczoną w przekładce należy przykleić do rdzenia w środkowej górnej części;
- jedna sonda do pomiaru temperatury oleju w transformatorze;
- światłowodowy, zewnętrzny czujnik temperatury otoczenia umieszczony w sposób chroniący go od nagrzewania promieniami słonecznymi i nagrzaną kadzią.
- pomiar temperatury w kanałach pomiarowych:

Numer kanału pomiarowego	Transformator 2-uzwojeniowy
1	Uzwojenie GN faza U
2	Uzwojenie GN faza V
3	Uzwojenie GN faza W
4	Uzwojenie DN1 faza U
5	Uzwojenie DN1 faza V
6	Uzwojenie DN1 faza W
7	Rdzeń
8	Olej
9	Otoczenie
10	-
11	-
12	-

- Ilości sond pomiarowych i przepustów:
  - dla transformatorów dwuuzwojeniowych **9** szt. sond (sześć sond w uzwojeniach, jedna w rdzeniu, jedna w oleju, jedna do pomiaru temperatury otoczenia),
  - ilość przepustów optycznych sond światłowodowych musi odpowiadać ilości zainstalowanych sond.
- W celu zapewnienia jednolitego zamontowania światłowodowych czujników temperatury uzwojeń, powinny być one usytuowane pomiędzy pierwszą a drugą cewką, z pomiarem w cewce drugiej w pierwszym polu od odpływu (tzn. tak aby znajdowały się one na środkowej części uzwojeń tak jak pokazano na rysunku poglądowym poniżej).





Po stronie **GN** transformator ma być wyposażony w próżniowy podobciążeniowy przełącznik zaczepów wraz z napędem.

Napęd przełącznika zaczepów, wbudowany w zamykaną szafę zabezpieczającą od wpływów atmosferycznych, wyposażony w silnik trójfazowy 3x400/230 V, 50 Hz, napięcie sterowania 230V, 50Hz. Szafę napędu należy wyposażyć w zaślepienie metalowe dławice kablowe umieszczone w dnie, niezbędne dla wprowadzenia kabli stacyjnych (minimum: 3 szt. dla kabli o średnicy do 25mm i 3 szt. dla kabli o średnicy do 32mm). W listwach przyłączeniowych należy stosować zaciski bezśrubowe, 3-przewodowe o wymiarach dostosowanych do przekroju przewodów. W szafie napędu PPZ należy zrównoleglic zaciski przyłączeniowe sterowania zewnętrznego: „zasilanie”, „góra”, „dół” i wyróżnić je np. innym kolorem z wyłączeniem koloru niebieskiego i żółto-zielonego. Zaciski te wykorzystywane będą do podłączania sterowania z miernika transformatorów podczas badań diagnostycznych.

Napęd powinien umożliwiać następujące sposoby dokonywania przełączeń:

- elektrycznie z możliwością sterowania miejscowego (przy napędzie) lub zdalnego (z nastawni),
- napędem ręcznym (korbą), po unieczynnieniu napędu elektrycznego.

Napęd powinien być wyposażony w:

- licznik ilości przełączeń,
- miejscowy optyczny wskaźnik położenia zaczepów,
- zdalny wskaźnik położenia zaczepów z odczytem w nastawni oraz z możliwością przesyłania informacji do punktu dyspozytorskiego przez telemechanikę,
- kontakty elektryczne do sygnalizacji pracy napędu, położenia skrajnych zaczepów, braku zasilania napędu elektrycznego,
- zabezpieczenie obwodu zasilania silnika wyłącznikiem samoczynnym,
- ogrzewanie sterowane termostatem i wymuszane przewietrzanie miniwentylatorem. Dopuszcza się rezygnację z wymuszonego przewietrzania, ze sterowania ogrzewania termostatem oraz zastosowanie innych systemów antykondensacyjnych pod warunkiem, że są to rozwiązania firmowe producenta szafy napędu przełącznika zaczepów,
- oświetlenie i jednofazowe gniazdo wtykowe zabezpieczone wyłącznikiem samoczynnym 16 A,
- ogrzewanie wnętrza napędu, oświetlenie i gniazdo wtykowe należy zasilić z innego obwodu niż silnik i zabezpieczyć **każdy** z tych obwodów niezależnymi wyłącznikami samoczynnymi,
- z przełącznika zaczepów należy wyprowadzić rurkę do pobierania próbek oleju z króćcem wylotowym z gwintem zewnętrznym 5/16 cala, 32 zwoje na cal z metalową osłoną, sprawdzoną do poziomu obsługi.

Konserwator ma być dwukomorowy, osobne komory dla podobciążeniowego przełącznika zaczepów i kadzi.

Radiatory ocynkowane (ocynk ogniowy o grubości nie mniejszej niż 75 µm) mają być nabudowane na transformatorze w sposób umożliwiający ich demontaż poprzez zastawki pozwalające na odcięcie oleju w kadzi od radiatorów.

Radiatory powinny być wyposażone w korki do odpowietrzania i spustu oleju.

**Wyposażenie transformatora (uwaga: wszystkie zawory zamontowane na transformatorze, poza zastawkami radiatorowymi, mają być kulowe):**

Zawory do spustu, napełniania i filtrowania oleju. Sposób montażu zaworu spustowego musi zapewniać, że po opróżnieniu kadzi pozostanie w niej warstwa oleju o wysokości nie większej niż 20 mm.

Zawory probiercze do pobierania prób oleju z górnej i dolnej części kadzi oraz z przełącznika zaczepów – króciec wylotowy z gwintem zewnętrznym 5/16 cala, 32 zwoje na cal z metalową osłoną. Ich umiejscowienie powinno być dostępne dla obsługi i umożliwiać pobranie próbek oleju bez konieczności odstawienia transformatora z ruchu.

Włazy w konserwatorze do czyszczenia.

Zaciski uziemiające na kadzi przystosowane do podłączenia bednarki lub linki miedzianej o przekroju 100 mm<sup>2</sup>, oraz połączenia wyrównawcze pomiędzy szafami napędu przełącznika zaczepów, sterowania a kadzią.

Wsporniki i ucha do podnoszenia i przeciągania transformatora.

Podwozie z kołami z obrzeżem, przestawialne o 90°, oraz blokadą do kół. Podwozie powinno umożliwiać przetaczanie transformatora w dwóch kierunkach przy rozstawie:

- w kierunku podłużnym - 1505 mm,
- w kierunku poprzecznym dla jednostek o mocy 25MVA - 1505/3010 mm,
- w kierunku poprzecznym dla jednostek o mocy >25MVA - 3010 mm.

Zastosowane izolatory przepustowe olej/powietrze mają być umieszczone na pokrywie transformatora. Konstrukcja transformatora ma umożliwiać w przyszłości zmianę rodzaju przepustów DN na zintegrowane, konektorowe, wielogniazdowe, umożliwiające bezpośrednie podłączenie kabli i ograniczników przepięć. Wymiana przepustów musi być możliwa do przeprowadzenia na stanowisku pracy, bez przewożenia transformatora do producenta lub zakładu remontowego i bez konieczności wyjmowania z kadzi części wyjmowalnej. Przepusty konektorowe powinny być zamontowane w otworach po demontażu dotychczasowych izolatorów przepustowych. Śruby mocujące sworzeń izolatora przepustowego i dolną część konektora, muszą umożliwiać takie zamontowanie, aby nie istniała możliwość ich wysunięcia podczas montażu (tzw. „śruby niegubiące”). Sposób wymiany musi być opisany w szczegółowej instrukcji będącej częścią dokumentacji technicznej transformatora. Przepusty GN (WN) mają być wyposażone w zaciski pomiarowe.

W przewodzie olejowym łączącym konserwator z kadzią, w kolejności od konserwatora należy zamontować zawór kulowy, zawór szybko odcinający wypływ oleju (wg punktu 4.12.11), zabezpieczenie gazowo-przepływowe kadzi (wg punktu 4.12.9) i zawór kulowy.

Zabezpieczenie dwustopniowe gazowo-przepływowe kadzi, spełniające poniższe kryteria. Pierwszy stopień powinien reagować na drobne uszkodzenia wewnątrz transformatora objawiające się powstawaniem małych ilości gazu.



Drugi stopień powinien reagować w przypadku poważnych uszkodzeń charakteryzujących się wydzielaniem dużych ilości gazu i szybkim przepływem oleju w rurze prowadzącej do konserwatora. Każdy ze stopni powinien być wyposażony w niezależny łącznik elektryczny, uruchamiany magnetycznie, służący do sterowania zewnętrzną aparaturą sygnalizacyjną. Łączniki powinny mieć następujące parametry:

- napięcie znamionowe 250 V AC i DC,
- prąd znamionowy minimum 0,5 A przy 10000 łącheń,
- zdolność łączeniowa minimum 0,25 A AC i DC,
- wytrzymałość na wibracje w kierunku poziomym i pionowym minimum 75 Hz bez skłonności do zamknięcia styków.

Zabezpieczenie powinno być wyposażone w zawór odpowietrzający, zawór do pobierania próbek gazu, przycisk do mechanicznego sprawdzenia działania łączników sygnalizacyjnych, wzornik ze skalą w  $\text{cm}^3$ . Obudowa zabezpieczenia powinna być odporna na wszelkie warunki atmosferyczne, stopień ochrony minimum IP54. Zakres temperatury oleju:  $-25 \div +100^\circ\text{C}$ .

Zabezpieczenie przepływowe podobciążeniowego przełącznika zaczepów jednostopniowe, z zaworem kulowym od strony konserwatora. Powinno ono reagować w przypadku uszkodzeń charakteryzujących się wydzielaniem dużych ilości gazu i szybkim przepływem oleju w rurze prowadzącej do konserwatora. Powinno być wyposażone w łącznik elektryczny, uruchamiany magnetycznie, służący do sterowania zewnętrzną aparaturą sygnalizacyjną. Łącznik powinien mieć następujące parametry:

- napięcie znamionowe 250 V AC i DC,
- prąd znamionowy minimum 0,5 A przy 10 000 łącheń,
- zdolność łączeniowa minimum 0,25 A AC i DC,
- wytrzymałość na wibracje w kierunku poziomym i pionowym minimum 75 Hz bez skłonności do zamknięcia styków.

Zabezpieczenie powinno być wyposażone w zawór odpowietrzający, przycisk do mechanicznego sprawdzenia działania łączników sygnalizacyjnych, wzornik ze skalą w  $\text{cm}^3$ . Obudowa zabezpieczenia powinna być odporna na wszelkie warunki atmosferyczne, stopień ochrony minimum IP54. Zakres temperatury oleju:  $-25 \div +100^\circ\text{C}$ .

Dopuszcza się zastosowanie zabezpieczenia przepływowego innej konstrukcji lub zamiast niego zastosowanie przekaźnika ciśnieniowego jeżeli rozwiązanie takie proponuje producent przełącznika jako rozwiązanie fabryczne.

Zawór kłapowy szybko odcinający wypływ oleju z konserwatora w przypadku rozszczelnienia kadzi transformatora wskutek uszkodzenia (wymaganie to nie dotyczy transformatorów o mocach  $\leq 16 \text{ MVA}$ ), spełniający poniższe wymagania. Minimalny przepływ powodujący zamknięcie zaworu nie większy niż  $90 \text{ dcm}^3/\text{min}$ . Zawór powinien być wyposażony w optyczny wskaźnik zadziałania, urządzenie do zewnętrznego mechanicznego sterowania i w łącznik elektryczny służący do sterowania zewnętrzną aparaturą sygnalizacyjną. Łącznik powinien mieć następujące parametry:

- napięcie znamionowe 250 V AC i DC,
- prąd znamionowy minimum 0,5 A przy 10 000 łącheń,
- zdolność łączeniowa minimum 0,25 A AC i DC,
- wytrzymałość na wibracje w kierunku poziomym i pionowym minimum 75 Hz bez skłonności do zamknięcia styków.

Obudowa zaworu odcinającego powinna być odporna na wszelkie warunki atmosferyczne, stopień ochrony minimum IP54. Zakres temperatury pracy:  $-25 \div +100^{\circ}\text{C}$ .

Dwa wskaźniki poziomu oleju w konserwatorze: jeden w części konserwatora połączonej z kadzią główną, drugi w części konserwatora połączonej z przełącznikiem zaczepów. Każdy wskaźnik powinien być wyposażony w łącznik elektryczny, uruchamiany magnetycznie, służący do sterowania zewnętrzną aparaturą sygnalizacyjną przy minimalnym poziomie oleju w konserwatorze. Łącznik powinien mieć następujące parametry:

- napięcie znamionowe 250 V AC i DC,
- prąd znamionowy minimum 0,5 A przy 10 000 łączy,
- zdolność łączeniowa minimum 0,25 A AC i DC,
- wytrzymałość na wibracje w kierunku poziomym i pionowym minimum 75 Hz bez skłonności do zamknięcia styków.

Obudowa wskaźnika powinna być odporna na wszelkie warunki atmosferyczne, stopień ochrony minimum IP54. Zakres temperatury pracy:  $-25 \div +100^{\circ}\text{C}$ . Wskaźniki poziomu oleju mają być umieszczone w sposób zapewniający ich widoczność dla personelu obsługi.

Zawór bezpieczeństwa działający w przypadku przekroczenia dopuszczalnego ciśnienia wewnątrz kadzi transformatora spełniający poniższe wymagania. Zawór powinien być wyposażony w osłonę przeciwrozpryskową, odprowadzenie oleju do dolnego poziomu kadzi, oraz w podwójny łącznik elektryczny służący do sterowania zewnętrzną aparaturą sygnalizacyjną. Łącznik powinien mieć następujące parametry:

- napięcie znamionowe 250 V AC i DC,
- prąd znamionowy minimum 0,5 A przy 10 000 łączy,
- zdolność łączeniowa minimum 0,25 A AC i DC,
- wytrzymałość na wibracje w kierunku poziomym i pionowym minimum 75 Hz bez skłonności do zamknięcia styków.

Obudowa zaworu bezpieczeństwa powinna być odporna na wszelkie warunki atmosferyczne, stopień ochrony minimum IP54. Zakres temperatury pracy:  $-25 \div +100^{\circ}\text{C}$ . Odprowadzenie oleju do dolnego poziomu kadzi nie powinno wprowadzać dławienia w przepływie oleju.

Dwa bezobsługowe odwilżacze powietrza z automatyczną regeneracją silikażelu systemem grzewczym kontrolowanym przez czujnik, zamontowane na poziomie obsługi. Para wodna wydzielona podczas osuszania ma podlegać kondensacji i być odprowadzona na zewnątrz. Para wodna nie może być zasysana do transformatora. Odwilżacze mają być wyposażone w styki pomocnicze do zdalnej sygnalizacji uszkodzenia (funkcja samokontroli). Styki te należy wyprowadzić na listwę w skrzynce przyłączeniowej (ON-AN) lub w szafce sterowniczej przewietrzników (ON-AF).

Zabezpieczenie temperaturowe spełniające poniższe wymagania, zbudowane w oparciu o manometryczny termometr kontaktowy z kapilarą, do pomiaru temperatury oleju, z możliwością nastawienia przynajmniej dwóch zakresów temperatury, z przynależnymi do nastawników temperatury niezależnymi (osobne na „załącz” i „wyłącz”), przełączalnymi łącznikami elektrycznymi służącymi do sterowania zewnętrzną aparaturą sygnalizacyjną. Konstrukcja termometrów powinna umożliwiać nastawienie jednakowych temperatur granicznych dla wszystkich zakresów. Termometr powinien być wyposażony w optyczny wskaźnik mierzonej temperatury oraz

wskaźnik maksymalny. Łączniki elektryczne powinny mieć następujące parametry:

- napięcie znamionowe 250 V AC i DC,
- prąd znamionowy minimum 0,5 A przy 10000 łącheń,
- zdolność łąchzeniowa minimum 5,0 A AC i 0,25 A DC,
- wytrzymałość na wibracje w kierunku poziomym i pionowym minimum 75 Hz bez skłonności do zamknięcia styków.

Czujnik tego termometru umieszczony na pokrywie transformatora w kieszeni termometrowej, a nastawnik temperatury wraz ze wskaźnikiem temperatury należy umocować na transformatorze w miejscu i na wysokości umożliwiającej łatwą obsługę. Sposób prowadzenia, zabezpieczenie i mocowanie kapilary musi zapewniać wytrzymałość mechaniczną uwzględniającą narażenia podczas wykonywania czynności eksploatacyjnych na transformatorze. Obudowa termometru powinna być odporna na wszelkie warunki atmosferyczne i drgania, stopień ochrony minimum IP54. Zakres pomiarowy:  $-20 \div +100^{\circ}\text{C}$ .

Termometr do zdalnego pomiaru temperatury oleju. Czujnik tego termometru powinien być umieszczony w kieszeni termometrowej, a wskaźnik temperatury w pomieszczeniu nastawni. Zakres pomiarowy 0 –  $150^{\circ}\text{C}$ . Wskaźnik ma być wyposażony w interfejs RS-485 (protokół MODBUS).

Układ wymuszonego przewietrzania (ON-AF) powinien być wyposażony następująco:

- przewietrzniki należy podzielić na dwie, niezależne grupy, przy czym uszkodzenie jednej z grup powinno umożliwiać obciążenie transformatora co najmniej w 60% mocy znamionowej,
- sterowanie każdej grupy ma być możliwe ręcznie – z szafki sterowniczej zainstalowanej na transformatorze i zdalnie z nastawni oraz
- samoczynnie – za pomocą przeznaczonego do tego celu drugiego manometrycznego termometru kontaktowego o parametrach identycznych jak opisane w punkcie 4.12.15. Progi załączania i wyłączania poszczególnych grup wentylatorów mają być podane w dokumentacji techniczno-ruchowej przekazanej Zamawiającemu. Wybór sposobu sterowania („ręcznie – samoczynnie”) odbywać się będzie przełącznikiem w nastawni. Napięcie sterownicze 230 V, 50 Hz.
- układ sterowania powinien umożliwiać zdalną sygnalizację załączenia poszczególnych grup przewietrzników,
- przewietrzniki mają być zasilane z dwóch różnych źródeł wybieranych przełącznikiem w szafce,
- zabezpieczenie główne i każdej z grup ma być wykonane odpowiednio stopniowanymi bezpiecznikami topikowymi lub wyłącznikami samoczynnymi,
- zabezpieczenie każdego przewietrznika należy wykonać wyłącznikami samoczynnymi,
- szafkę sterowniczą należy wyposażyć w ogrzewanie sterowane termostatem i wymuszone przewietrzanie miniwentylatorem. W dokumentacji należy podać wymaganą nastawę termostatu,
- szafa sterownicza ma być zamykana klamką umożliwiającą zablokowanie kłódką.
- szafka ma być wyposażona w oświetlenie i dwa jednofazowe gniazda wtykowe 230 V.

- zabezpieczenie obwodów ogrzewania, oświetlenia i gniazd wtykowych należy zrealizować niezależnymi czterema wyłącznikami samoczynnymi.

## 5. DOPUSZCZALNE TOLERANCJE

- |   |                 |
|---|-----------------|
| • przekładnia napięciowa                            | $\pm 0,5\%$ ,   |
| • straty stanu jałowego                             | $+0\%$ ,        |
| • straty obciążeniowe                               | $+0\%$ ,        |
| • napięcie zwarcia transformatorów 2-uzwojeniowych  | $\pm 7,5\%$ ,   |
| • napięcie zwarcia transformatorów 3-uzwojeniowych: |                 |
| • GN-DN1  | $\pm 7,5\%$ ,   |
| • prąd stanu jałowego                               | $+30\%$ ,       |
| • skorygowany poziom ciśnienia akustycznego         | $+0\text{dB}$ . |