

ELEKTROENERGETYKA	N O R M A B R A N Ź O W A	BN-85
	Urządzenia i układy elektryczne Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych	3081-01/02
	<b>Wymagania techniczne dla urządzeń i układów urządzeń o napięciu znamionowym wyższym od 1 kV</b>	
		Grupa katalogowa 0609

## SPIS TREŚCI

## 1. WSTĘP

- 1.1. Przedmiot arkusza normy  
1.2. Zakres stosowania arkusza normy

## 2. URZĄDZENIA O NAPIĘCIU ZNAMIONOWYM WYŻSZYM NIŻ 1 kV

- 2.1. Prądnicą synchroniczną i kompensator synchroniczny  
2.2. Silnik asynchroniczny  
2.3. Transformator  
2.4. Dławik suchy do ograniczenia prądów zwarciovych  
2.5. Dławik olejowy do kompensacji prądów ziemnozwarciowych  
2.6. Dławik zaporowy wielkiej częstotliwości  
2.7. Wyłącznik i rozłącznik  
2.8. Odłącznik, uziemnik i zwiernik  
2.9. Przekładnik prądowy

- 2.10. Przekładnik napięciowy  
2.11. Oszynowanie i szynoprzewody  
2.12. Linia kablowa  
2.13. Urządzenia ochrony stacji od przepięć  
2.14. Bateria kondensatorów energetycznych do kompensacji mocy biernej  
2.15. Zespół prostownikowy do zasilania odpylacza elektrostatycznego

## 3. UKŁADY URZĄDZEŃ O NAPIĘCIU ZNAMIONOWYM POWYŻEJ 1 kV

- 3.1. Rozdzielnica prefabrykowana  
3.2. Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach o napięciu wyższym niż 1 kV

## INFORMACJE DODATKOWE

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot arkusza normy.** Przedmiotem niniejszego arkusza normy jest zestawienie wymagań technicznych dotyczących urządzeń i układów urządzeń o napięciu znamionowym wyższym niż 1 kV, sprawdzanych w czasie pomontażowych badań odbiorczych.

Wymagania ogólne oraz wymagania dotyczące montażu i stanu zewnętrznego, dotyczące wszystkich urządzeń i układów zawarte są w ark. 01. Zatem każde urządzenie lub układ, będące przedmiotem niniejszego arkusza normy, powinno spełniać zarówno wymagania podane w ark. 01, jak i zawarte w niniejszym arkuszu, a także wymagania wg pozostałych arkuszy normy, jeżeli w skład urządzenia wchodzi urządzenia lub układy będące przedmiotem tych arkuszy.

**1.2. Zakres stosowania arkusza normy.** Normę stosuje się w elektroenergetyce do urządzeń i układów nowo instalowanych lub modernizowanych urządzeniami nowymi z wyjątkiem urządzeń wymienionych w ark. 01 p. 1.2.

## 2. URZĄDZENIA O NAPIĘCIU ZNAMIONOWYM WYŻSZYM NIŻ 1 kV

2.1. Prądnicą synchroniczną i kompensator synchroniczny<sup>1)</sup>

**2.1.1. Montaż** maszyny, urządzenia szczotkowego, układów chłodzenia, i innych wyprowadzeń szynowych lub kablowych powinien być zgodny z dokumentacją i staranny.

Kontrola mechaniczna i rewizja łożysk, przeprowadzone i udokumentowane przez wykonawcę montażu, powinny stwierdzić stan izolacji łożysk, wielkość szczelin i luzu poosiowego, sprzęgnięcie i szczelność — zgodnie z wymaganiami wytwórcy.

**2.1.2. Rezystancje uzwojeń stojana i wirnika** powinny być zgodne z danymi wytwórcy. W przypadku braku tych danych zmierzone rezystancje faz uzwojeń nie powinny się różnić między sobą więcej niż o 2% wartości największej.

<sup>1)</sup> Patrz Informacje dodatkowe p. 2.

Zgłoszona przez Instytut Energetyki  
Ustanowiona przez Ministra Górnictwa i Energetyki dnia 19 grudnia 1985 r.  
jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1986 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 2/1986 poz. 5)

**2.1.3. Rezystancje izolacji uzwojeń stojana** nie powinny być mniejsze od wymaganych przez wytwórcę.

Pomiar wykonuje się przy niezawilgoconych i niezabrudzonych izolatorach megaomierzem co najmniej 2,5 kV dla uzwojenia każdej fazy lub dla połączonych uzwojeń wszystkich faz, jeżeli punkt zerowy nie jest rozłączalny. W przypadku braku wymagań wytwórcy rezystancja izolacji, w MΩ, przy temperaturze uzwojenia 75°C, mierzona po 60 s od momentu przyłożenia napięcia, nie powinna być mniejsza od wartości wg wzoru

$$\frac{U}{1000 + 10S}$$

w którym:

$U$  — napięcie znamionowe, V

$S$  — znamionowa moc pozorna, MVA.

Dla innych temperatur w przedziale od 10°C do 85°C rezystancję należy przeliczać następująco: obniżenie temperatury o 10°C powoduje 1,5-krotny wzrost rezystancji i odwrotnie.

Dla maszyn z chłodzeniem wodnym rezystancje izolacji należy mierzyć przy uzwojeniu pozbawionym destylatu i wewnątrznie osuszonym.

Rezystancja izolacji mierzona bezpośrednio po próbie wytrzymałości elektrycznej nie powinna być mniejsza niż 80% wartości zmierzonej przed próbą.

**2.1.4. Stosunek rezystancji izolacji** zmierzonej po 60 s od chwili przyłożenia napięcia do rezystancji zmierzonej po 15 s nie powinien być mniejszy niż 1,3.

**2.1.5. Rezystancja izolacji uzwojeń wirnika** przy temperaturze 75°C nie powinna być mniejsza niż 0,5 MΩ.

Pomiar wykonuje się megaomierzem o napięciu nie większym od podwójnego napięcia znamionowego uzwojenia lub wyższym, jeżeli dopuszcza to wytwórca. Dla innej temperatury rezystancję należy przeliczać wg zasad podanych w 2.1.3.

Rezystancja izolacji zmierzona bezpośrednio po próbie wytrzymałości elektrycznej nie powinna być mniejsza niż 80% wartości zmierzonej przed próbą.

**2.1.6. Rezystancja izolacji łożysk** od strony wzbudnicy oraz łożysk wzbudnicy, mierzona megaomierzem 1 kV, nie powinna być mniejsza niż 1 MΩ.

**2.1.7. Izolacja uzwojeń stojana i wirnika** powinna wytrzymać w ciągu 60 s napięcie przemienne 50 Hz, praktycznie sinusoidalne o wartości 80% napięcia probierczego u wytwórcy albo w przypadku uzwojeń zakładanych do stojana w miejscu zainstalowania generatora — 100% napięcia probierczego, przy zachowaniu następujących wymagań:

a) próbę zaleca się wykonać w stanie nagrzanym maszyny,

b) dla maszyny z chłodzeniem wodnym próbę należy wykonać przy cyrkulującym w uzwojeniach destylacie,

c) dla maszyny z biegunami jawnymi próbę można wykonać przed włożeniem wirnika,

d) dla wirnika próbę należy uzgodnić z wytwórcą.

**2.1.8. Izolacja międzyzwojowa stojana** powinna wytrzymać w ciągu 3 min napięcie przemienne 50 Hz o wartości 130% napięcia znamionowego dla turboge-

neratorów, a 150% wartości napięcia znamionowego dla hydrogeneratorów. Wymaganie nie dotyczy generatorów z prętowym jednozwojnym uzwojeniem.

**2.1.9. Izolacja międzyzwojowa wirnika** nie powinna wykazywać zwarc. Dla turbogeneratorów wymaganie należy sprawdzać pomiarem charakterystyki prądu i mocy czynnej, w zależności od napięcia przemienne 50 Hz, doprowadzonego do uzwojenia nieruchomego wirnika i pomiarem charakterystyki prądu, mocy czynnej i impedancji, w zależności od obrotów, przy stałej wartości doprowadzonego napięcia przemienne.

**2.1.10. Charakterystyka zwarcia symetrycznego** powinna być zgodna z podaną przez wytwórcę. W przypadku pomiaru charakterystyki łącznie z transformatorem blokowym należy uwzględnić jego reaktancję rozproszenia.

**2.1.11. Charakterystyka biegu jałowego** powinna być zgodna z podaną przez wytwórcę. W przypadku pomiaru charakterystyki łącznie z transformatorem blokowym należy uwzględnić jego prąd magnesowania.

**2.1.12. Napięcia poszczególnych faz przy biegu jałowym** nie powinny się różnić między sobą więcej niż to dopuszcza wytwórca.

**2.1.13. Temperatura schłodzonego gazu względnie destylatu**, przy znamionowym jego przepływie, przy obciążeniu znamionowym i znamionowych parametrach wody chłodzącej, dopływającej do chłodnic gazu i destylatu, nie powinna być większa od wartości znamionowej.

**2.1.14. Amplitudy drgań łożysk** nie powinny być większe od wartości dopuszczalnych przez wytwórcę.

**2.1.15. Napięcie zmierzone — w czasie pracy maszyny**, przy znamionowym napięciu maszyny — między izolowanym łożyskiem a płytą fundamentową nie powinno być mniejsze niż 90% wartości napięcia między końcami wału.

## 2.2. Silnik asynchroniczny<sup>1)</sup>

**2.2.1. Kontrola mechaniczna**, przeprowadzona i udokumentowana przez wykonawcę montażu, powinna stwierdzić:

— wypełnienie łożysk smarem wymaganym przez wytwórcę, prawidłowość szczelin i luzu poosiowego, poprawność sprzęgnięcia, szczelność układu chłodzącego, szczelność obiegu wody chłodzącej — przy chłodnicach woda-powietrze, nieprzekroczenie dopuszczalnych amplitud drgań, szczelność i drożność układu olejowego,

— dla silników montowanych w miejscu zainstalowania, prawidłowość wiązania połączeń czołowych, mocowania wyprowadzeń uzwojenia, stanu izolacji, klinowania żłobków itp.,

— spełnienie innych wymagań wytwórcy.

**2.2.2. Rezystancje uzwojeń** powinny być zgodne z danymi wytwórcy. W przypadku braku danych wytwórcy zmierzone rezystancje faz uzwojeń stojana nie powinny się różnić więcej niż o 2% wartości największej.

<sup>1)</sup> Patrz Informacje dodatkowe p. 2.

**2.2.3. Rezystancja izolacji uzwojeń** (wartość w  $k\Omega$ ) w temperaturze  $75^{\circ}\text{C}$  nie powinna być mniejsza od wartości napięcia znamionowego, wyrażonej w voltach. Pomiar wykonuje się megaomierzem 2,5 kV, dla każdej fazy oddzielnie lub wszystkich faz wspólnie, przy stałym połączeniu punktu zerowego.

Dla innej temperatury rezystancję należy przeliczać zgodnie z zasadą podaną w 2.1.3.

Rezystancja izolacji, mierzona bezpośrednio po próbie wytrzymałości izolacji, nie powinna być mniejsza niż 80% wartości zmierzonej przed próbą.

**2.2.4. Stosunek rezystancji izolacji** zmierzonej po 60 s od chwili przyłożenia napięcia do rezystancji zmierzonej po 15 s nie powinien być mniejszy niż 1,3.

**2.2.5. Izolacja uzwojeń stojana** powinna wytrzymać w ciągu 60 s napięcie przemiennie 50 Hz o wartości 75 % napięcia probierczego wytwórcy. Próbę wykonuje się dla silników, które mają wyprowadzone początki i końce wszystkich faz do skrzynki zaciskowej.

**2.2.6. Rozruch oraz praca silnika w stanie jałowym i z obciążeniem** powinny spełniać wymagania wytwórcy.

**2.2.7. Czas rozruchu silnika** nie powinien być większy od podanego przez wytwórcę, przy czym dla silnika uruchamianego bez obciążenia czas należy zmierzyć w stanie jałowym urządzenia napędzanego, a dla silnika uruchamianego pod obciążeniem — dla największego obciążenia, lecz nie większego od obciążenia znamionowego silnika.

**2.2.8. Amplitudy drgań łożysk zespołu silnik-mechanizm**, zmierzone w czasie ruchu próbnego, nie powinny być większe od dopuszczalnych przez wytwórcę silnika.

**2.2.9. Napięcie silnika z izolowanymi stojakami łożyskowymi** zmierzone w czasie pracy, między izolowanym łożyskiem a płytą fundamentową, nie powinno być mniejsze niż 90% wartości napięcia między końcami wału.

### 2.3. Transformator<sup>1)</sup>

**2.3.1. Montaż transformatora**, stanowiska transformatora, osprzętu, napędu przełącznika zaczepów oraz układów chłodzenia i pomiaru temperatury powinien być zgodny z wymaganiami wytwórcy, ze szczególnym uwzględnieniem:

- drożności kurków do pobierania prób oleju,
- $2 \div 4\%$  nachylenia w kierunku przełącznika gazowo-przepływowego pokrywy, kadzi oraz rury łączącej przełącznik z kadzią transformatora,
- szczelności,
- odstępów iskierników zgodnych z wymaganiami koordynacji izolacji,
- dobrej widoczności dla obsługi poziomu oleju w olejowskazie oraz wskaźnika położenia zaczepów przełącznika podobciążeniowego.

**2.3.2. Rezystancje izolacji uzwojeń transformatora olejowego** nie powinny być mniejsze od wartości podanych niżej:

a) rezystancja izolacji uzwojeń transformatora olejowego o mocy 1,6 MVA lub większej, zmierzona po 300 s od chwili przyłożenia napięcia, nie powinna być

mniejsza niż 70% wartości zmierzonej w wytwórni w tych samych warunkach, po przeliczeniu na tę samą średnią temperaturę oleju.

b) rezystancja izolacji uzwojeń transformatora olejowego o mocy mniejszej niż 1,6 MVA, zmierzona po 60 s od chwili przyłożenia napięcia, nie powinna być mniejsza niż 1000  $M\Omega$  przy temperaturze oleju  $20^{\circ}\text{C}$ .

Pomiar rezystancji należy wykonać megaomierzem co najmniej 2,5 kV, przy czystych i suchych izolatorach oraz przy temperaturach oleju mieszczących się w przedziale  $5 \div 35^{\circ}\text{C}$ . Dla innych temperatur niż to określono w poz. a) i b) ale zawartych w przedziale  $5 \div 35^{\circ}\text{C}$ , rezystancje należy przeliczyć wg zasady: obniżenie temperatury o  $15^{\circ}\text{C}$  powoduje 2-krotny wzrost rezystancji i odwrotnie.

**2.3.3. Stosunek rezystancji izolacji uzwojeń transformatora olejowego**, zmierzonej po 60 s od chwili przyłożenia napięcia do rezystancji zmierzonej po 15 s, w zakresie średnich temperatur oleju  $15 \div 30^{\circ}\text{C}$ , nie powinien być mniejszy niż:

1,3 — dla izolacji doziemnej,

2,0 — dla izolacji międzyuzwojeniowej transformatora mocy 100 MVA lub większej, albo o napięciu znamionowym 220 kV lub wyższym,

1,5 — dla izolacji międzyuzwojeniowej pozostałych transformatorów.

Wskaźnika tego nie sprawdza się w zakresie temperatur oleju innym niż podano wyżej.

**2.3.4. Współczynnik stratności izolacji** dla transformatorów o mocy 100 MVA lub większej i napięciu 220 kV i wyższym, nie powinien być większy niż 130% wartości zmierzonej w wytwórni, przy czym pomiar powinien być wykonany przy temperaturze oleju różniacej się więcej niż o  $10^{\circ}\text{C}$  od temperatury w czasie pomiaru u wytwórcy.

**2.3.5. Rezystancja izolacji uzwojeń transformatora suchego**, zmierzona po 60 s od chwili przyłożenia napięcia, nie powinna być mniejsza niż 25  $M\Omega$  dla napięć znamionowych powyżej 10 kV oraz 15  $M\Omega$  dla napięć znamionowych 10 kV i niższych, przy wilgotności względnej najwyżej 65%.

Należy odnotować temperaturę w czasie wykonywania pomiarów.

**2.3.6. Rezystancja izolacji rdzenia** względem kadzi transformatora o mocy 100 MVA lub większej albo o napięciu 220 kV i wyższym (jeżeli istnieje możliwość wykonania tego pomiaru w czasie badań pomontażowych) nie powinna być mniejsza od wymaganej w dokumentacji. Pomiar należy wykonać megaomierzem 1 kV.

**2.3.7. Rezystancja izolacji kadzi transformatora** wyposażonego w zabezpieczenie od zwarć do kadzi, nie powinna być mniejsza niż 0,5  $M\Omega$ . Pomiar należy wykonać megaomierzem 1 kV.

**2.3.8. Rezystancja uzwojeń transformatora** powinna być zgodna z danymi wytwórcy. Pomiar wykonuje się dla transformatorów o mocy większej niż 1,6 MVA.

**2.3.9. Rezystancja rezystora uziemiającego** powinna być zgodna z dokumentacją wymaganą przez wytwórcę.

<sup>1)</sup> Patrz Informacje dodatkowe p. 2.

**2.3.10. Olej transformatorowy** (próbka zbadana laboratoryjnie) powinien wykazywać udokumentowane protokołem wyniki spełniające poniższe wymagania:

a) olej nie powinien zawierać wody wydzielonej i ciał stałych.

b) temperatura zapłonu — nie niższa niż 135°C.

c) liczba kwasowa — nie większa niż 0,05 mg KOH/g.

d) rezystywność w temperaturze 50°C — nie mniejsza niż:

— 20 GΩ m dla transformatorów o mocy 1,6 MVA lub mniejszej,

— 50 GΩ m dla transformatorów o mocy powyżej 1,6 MVA i mniejszej od 100 MVA,

— 100 GΩ m dla transformatorów o mocy 100 MVA lub większej, albo o napięciu znamionowym 220 kV,

— 150 GΩ m dla transformatorów o napięciu znamionowym 400 kV i wyższym.

e) napięcie przebicia w temperaturze 20°C — nie mniejsze niż:

— 40 kV — dla transformatorów o mocy 1,6 MVA i mniejszej,

— 45 kV — dla transformatorów powyżej 1,6 MVA i mniejszej niż 100 MVA,

— 50 kV — dla transformatorów o mocy 100 MVA lub większej o napięciu znamionowym 220 kV,

— 55 kV — dla transformatorów o napięciu znamionowym 400 kV i wyższym.

f) współczynnik stratności w temperaturze 50°C przy 50 Hz — nie większy niż:

— 0,006 — dla transformatorów o mocy 100 MVA lub większej albo o napięciu znamionowym 220 kV,

— 0,004 — dla transformatorów o napięciu znamionowym 400 kV lub wyższym.

g) zawartość wody — nie większa niż:

— 0,0020% (20 ppm) — dla transformatorów o mocy 100 MVA lub większej, albo o napięciu znamionowym 220 kV,

— 0,0015% (15 ppm) — dla transformatorów o napięciu znamionowym 400 kV lub wyższym.

h) zawartość gazu — nie większa niż 0,5% dla transformatorów o napięciu znamionowym 400 kV lub wyższym.

Próbkę (próbki) oleju do ww. badań należy pobrać z każdego kranu transformatora, po końcowej obróbce oleju.

Dla transformatorów o mocy 100 MVA lub większej, albo o napięciu znamionowym 220 kV lub wyższym, wymagany jest atest badania oleju, sporządzony przez wytwórcę.

Badań oleju nie wykonuje się dla transformatorów hermetyzowanych.

**2.3.11. Przekładnia** dla wszystkich stopni przełącznika zaczepów powinna być zgodna z danymi wytwórcy, przy czym dla beznapięciowych przełączników zaczepów, przekładnię należy sprawdzić na zaczepie nastawionym. Dla zaczepu znamionowego tolerancja powinna wynosić 0,5%.

**2.3.12. Beznapięciowy przełącznik zaczepów** powinien przełączać na wszystkie zaczepy i wskazywać położenie zgodne z oznaczeniem wskaźnika położenia zaczepów.

**2.3.13. Przełącznik podobciążeniowy** powinien spełniać następujące wymagania:

a) brak przerwy podczas przełączania wszystkich zaczepów przełącznika,

b) rezystancje uzwojeń na wszystkich zaczepach nie powinny się różnić więcej niż o 5% w stosunku do wartości średniej; wymaganie to sprawdza się w przypadku, gdy przełącznik lub skrzynka napędowa jest demontowana na czas transportu,

c) kolejność faz napięcia doprowadzonego do skrzynki napędowej powinna być zgodna z oznaczeniami na skrzynce,

d) zmiany wartości napięcia indukowanego, przy zasilaniu niskim napięciem uzwojeń połączonych z przełącznikiem zaczepów, podczas przełączania na wszystkie stopnie przełącznika powinny następować w sposób jednostajny i bez przerw,

e) poprawne działanie mechanizmu napędu przełącznika, blokady mechanicznej i elektrycznej, sterowania napędu elektrycznego i wskazań wskaźników położenia przełącznika.

**2.3.14. Izolatory przepustowe, przełącznik zaczepów, obieg olejowy i wodny oraz urządzenia chłodzące** powinny być odpowietrzone.

**2.3.15. Próba pracy** transformatora, przeprowadzona w sposób podany niżej, powinna wykazywać spełnienie wymagań wytwórcy w zachowaniu się transformatora podczas:

— 5-krotnego załączania transformatora do sieci elektroenergetycznej — bez obciążenia,

— 1 ÷ 2 h pracy przy zwiększonym napięciu do 110% napięcia znamionowego uzwojenia regulowanego (jeżeli wytwórca nie przewiduje inaczej),

— 3-krotnego przełączania podobciążeniowego przełącznika zaczepów w całym zakresie regulacji przy napięciu doprowadzonym do uzwojenia regulowanego nie większym niż 110% napięcia znamionowego zaczepu transformatora. Próbę tę należy wykonać najpierw dla transformatora w stanie jałowym, a następnie powtórzyć przy prądzie obciążenia nie mniejszym niż 30% prądu znamionowego transformatora.

**2.4. Dławik suchy do ograniczenia prądów zwarcio- wych<sup>1)</sup>.**

**2.4.1. Oznaczenia początków i końców wyprowadzeń** uzwojeń poszczególnych cewek powinny być zgodne z dokumentacją.

**2.4.2. Środkowa cewka dławika** ustawionego pionowo pomiędzy pozostałymi dwoma, powinna być w stosunku do nich nawinięta w przeciwnym kierunku.

**2.4.3. Rezystancje uzwojeń** poszczególnych cewek nie powinny się różnić więcej niż o 3% od wartości średniej.

**2.4.4. Rezystancja izolacji** między uzwojeniami faz oraz uzwojeń względem ziemi, nie powinna być mniejsza niż 25% wartości zmierzonej w wytwórni. Pomiar przeprowadza się megaomierzem 2,5 kV. Uzwojenia powinny być w stanie wysuszonym.

<sup>1)</sup> Patrz Informacje dodatkowe p. 2.

**2.4.5. Izolacja zwojnicy** każdej z faz, przy pozostałych uziemionych, powinna wytrzymać w ciągu 60 s napięcie probiercze równe napięciu probierzemu wytwórcy. Próbę należy wykonać w przypadku:

- stwierdzenia w czasie oględzin uszkodzeń betonu,
- niespełnienia wymagań wg 2.4.4.

Próbę można wykonać wraz z oszynowaniem.

**2.5. Dławik olejowy do kompensacji prądów ziemnozwarciowych<sup>1)</sup>**

**2.5.1. Rezystancje uzwojeń** wszystkich zaczepów powinny być zgodne z danymi wytwórcy.

**2.5.2. Rezystancja izolacji uzwojeń** względem kadzi, zmierzona po 60 s od chwili przyłożenia napięcia, nie powinna być mniejsza niż 1000 MΩ przy temperaturze oleju 20°C. Pomiar wykonuje się megaomomierzem 2,5 kV.

Zakres temperatur, w którym należy wykonywać pomiary oraz zasada przeliczania wartości rezystancji izolacji na inną temperaturę — wg 2.3.2.

**2.5.3. Stosunek rezystancji izolacji**, zmierzonej po 60 s od chwili przyłożenia napięcia, do rezystancji zmierzonej po 15 s, nie powinien być mniejszy niż 1,3. Wskaźnik należy sprawdzać w zakresie temperatur oleju 15 ÷ 30°C.

**2.5.4. Olej izolacyjny** powinien spełniać wymagania wg 2.3.10, w zakresie jak dla transformatorów o mocy do 1,6 MVA.

**2.6. Dławik zaporowy wielkiej częstotliwości<sup>1)</sup>**

**2.6.1. Montaż dławika** elementów strojeniowych, odgromnika i połączenie dławika z linią powinny być prawidłowe i zgodne z dokumentacją.

**2.6.2. Indukcyjność zwojnicy głównej**, mierzona przy częstotliwości 800 Hz lub 1000 Hz, powinna być zgodna z wartością znamionową z tolerancją 10%.

Spełnienie wymagań należy sprawdzić w przypadku przestrojenia dławika.

**2.6.3. Charakterystyki częstotliwościowe rezystancji i reaktancji lub tłumienności skuteczne** powinny potwierdzać zestrojenie dławika zgodnie z dokumentacją, przepisami i wymaganiami wytwórcy. Wykonuje się je przed zawieszeniem dławika.

**2.7. Wyłącznik i rozłącznik<sup>1)</sup>**

**2.7.1. Rezystancje izolacji głównej**, mierzone megaomomierzem 2,5 kV pomiędzy skrajnymi zaciskami bieguna przy otwartym łączniku oraz względem ziemi, przy zamkniętym łączniku nie powinny być mniejsze niż:

1000 MΩ — dla napięć znamionowych do 10 kV włącznie,

3000 MΩ — dla napięć znamionowych powyżej 10 do 35 kV włącznie,

5000 MΩ — dla napięć powyżej 35 kV.

Rezystancje izolacji należy mierzyć przy wilgotności powietrza w zakresie do 80%.

Rezystancje zmierzone przy innej niż podano wilgotności mają charakter orientacyjny, przy czym nie powinny być jednak niższe niż 20% wartości podanych wyżej.

Rezystancje izolacji poszczególnych biegunów łącznika nie powinny się różnić między sobą więcej niż o 50% wartości największej.

Rezystancje izolacji głównej łącznika można mierzyć wraz z podłączonym oszynowaniem.

**2.7.2. Olej przygotowany do napełniania wyłączników olejowych**, pobrany z beczek nie wcześniej niż 24 h przed napełnieniem wyłącznika, powinien spełniać następujące wymagania:

- brak wody wydzielonej i ciał stałych,
- rezystywność w temperaturze 50°C — nie mniejsza niż 200 GΩ · m,
- napięcie przebicia — nie mniejsze niż 50 kV.

Spełnienie wymagań należy sprawdzać na podstawie protokołu badania laboratoryjnego oleju.

**2.7.3. Olej w wyłączniku**, sprawdzony metodą jakościową na próbce oleju, pobranej po 24 h od napełnienia wyłącznika nie powinien zawierać śladów wody.

**2.7.4. Parametry fizykochemiczne gazu wyłączników z SF<sub>6</sub>** powinny spełniać wymagania wytwórcy.

**2.7.5. Ciśnienie gazu SF<sub>6</sub>** nie powinno różnić się od wartości wymaganej przez wytwórcę.

**2.7.6. Spadek ciśnienia powietrza** w wyłączniku powietrznym, zmierzony po upływie 24 h przy zamkniętym przewietrzaniu i odciętym dopływie powietrza, nie powinien być większy niż to podaje wytwórca, a w przypadku braku danych wytwórcy nie większy niż 49 kPa (0,5 at). Spadek ciśnienia należy mierzyć oddzielnie w stanie otwartym i oddzielnie w stanie zamkniętym, jeżeli takie wymaganie stawia wytwórca.

**2.7.7. Zużycie powietrza** na przewietrzanie i spadek ciśnienia na 1 cykl łączeniowy powinno być zgodne z danymi wytwórcy.

**2.7.8. Rezystancja izolacji napędów elektrycznych**, zmierzona megaomomierzem 1 kV, nie powinna być mniejsza niż 10 MΩ.

**2.7.9. Rezystancja wyzwalacza łącznika** powinna być zgodna z danymi wytwórcy.

**2.7.10. Próby funkcjonalne** łącznika powinny wykazać:

a) prawidłowe zamykanie i otwieranie łącznika i osiąganie położenia krańcowych styków łącznika przy otwieraniu i zamykaniu przy sterowaniu ręcznym oraz w zakresie napięć sterowniczych i ciśnień zgodnych z wymaganiami wytwórcy i normami przedmiotowymi; przy braku możliwości sprawdzenia działania w całym zakresie wymaganych napięć i ciśnień, próby należy wykonać co najmniej przy:

- roboczych wartościach napięć i ciśnień,
- $0,7U_{zn}$  sterowania wyzwalacza i elektrozaworu, podających impuls na otwieranie łącznika,
- $0,85U_{zn}$  sterowania wyzwalacza i elektrozaworu podających impuls na zamykanie łącznika,
- $0,85U_{zn}$  napędu elektrycznego,
- $0,9P_{zn}$  napędu powietrznego,

b) działanie blokad zgodne z dokumentacją łącznika i układu,

c) działanie urządzeń i układów sterowania i sygnalizacji zgodne z dokumentacją.

<sup>1)</sup> Patrz Informacje dodatkowe p. 2.

**2.7.11. Czasy własne wyłącznika** i współpraca zestyków wyłącznika i rozłącznika powinny być zgodne z danymi wytwórcy.

Pomiary czasów należy wykonywać dla wyłączników, których:

— bieguny nie są sprzęgnięte mechanicznie i każdy biegun jest montowany oddzielnie w miejscu zainstalowania,

— napięcie znamionowe wynosi 110 kV lub więcej; oraz gdy wyłączniki przeznaczone są do pracy w układach SZR, SPZ, synchronizacji automatycznej, albo do łączenia baterii kondensatorów, a pomiary czasów wykonywane w fabryce nie są udokumentowane protokołem.

**2.7.12. Czasy niejednoczesności otwierania i zamykania** wyłącznika nie powinny być większe niż:

5 ms — przy otwieraniu i zamykaniu wyłącznika, którego bieguny są sprzęgnięte mechanicznie,

10 ms — przy otwieraniu pozostałych typów wyłączników,

20 ms — przy zamykaniu pozostałych typów wyłączników oraz nie większe od podanych przez wytwórcę — w wyłącznikach wieloprzerwowych, przy zestykach połączonych szeregowo w biegunie.

**2.7.13. Rezystancje głównych torów prądowych** łącznika na napięcie znamionowe 110 kV i wyższe, mierzone przy prądzie stałym nie mniejszym niż 100 A, powinny być zgodne z wymaganiami wytwórcy.

**2.7.14. Grzejniki** w wyłączniku napowietrznym sprawdzane przy wartości nastawionej termostatu powinny działać zgodnie z dokumentacją. Rezystancja izolacji obwodu grzejnego, mierzona megaomierzem 1 kV nie powinna być mniejsza niż 10 MΩ.

**2.7.15. Wyłącznik przeznaczony do pracy SPZ** powinien wykonać prawidłowo cykl łączeniowy WZW przy odciętym dopływie powietrza, przy ciśnieniu powietrza nie niższym od podanego dla SPZ — przez wytwórcę i przy napięciu sterowniczym równym lub wyższym od  $0,85U_{zn}$ .

**2.7.16. Wyłącznik przeznaczony do łączenia baterii kondensatorów** powinien spełniać następujące dodatkowe wymagania:

a) podczas co najmniej 3-krotnego łączenia baterii kondensatorów nie powinny występować w wyłączniku wielokrotne wczesne zapłony gasnące,

b) przy wyłączeniu baterii kondensatorów nie powinny występować w wyłączniku powtórne zapłony łuku; w przypadku wystąpienia powtórnych zapłonów o przydatności wyłącznika do łączenia baterii powinien decydować charakter zapłonów i wartości powodowanych przez niego przepięć.

Wymagania te należy sprawdzać w przypadku braku danych o przydatności wyłącznika do łączenia baterii kondensatorów oraz w innych przypadkach specjalnych, np. przy równoległym łączeniu wyłącznikiem kilku baterii lub przy łączeniu jednym wyłącznikiem baterii kondensatorów i innych urządzeń.

**2.8. Odłącznik, uziemnik i zwiernik<sup>1)</sup>**

**2.8.1. Rezystancja izolacji głównej** powinna spełniać wymagania wg. 2.7.1.

**2.8.2. Współpraca styków** sprawdzona wizualnie powinna być poprawna.

**2.8.3. Rezystancje zestyków** powinny być zgodne z danymi wytwórcy. Pomiar należy wykonać w przypadku wystąpienia wątpliwości przy oględzinach.

**2.8.4. Rezystancje izolacji** napędów powinny spełnić wymagania wg 2.7.8.

**2.8.5. Próby funkcjonalne łącznika** powinny wykazać:

a) przy napędzie ręcznym: osiąganie położeń krańcowych styków łącznika (przy otwieraniu i zamykaniu), kierunek działania napędu ręcznego (w ruchu obrotowym i prostoliniowym) — zgodnie z dokumentacją, przy czym siła użyta do przestawiania łącznika w pozycję „załącz” lub „wyłącz” nie powinna być większa niż dopuszczalna w normie przedmiotowej,

b) prawidłowe zamykanie i otwieranie łącznika przy ciśnieniach i napięciach sterowniczych podanych w 2.7.10a),

c) działanie blokad zgodnie z dokumentacją łącznika i dokumentacją układu, przy czym:

— przy zamkniętym wyłączniku nie powinno być możliwości łączenia odłącznikiem,

— przy zamkniętym odłączniku nie powinno być możliwości zamknięcia uziemnika,

— przy zamkniętym uziemniku nie powinno być możliwości zamknięcia odłączników,

— blokowanie napędów łączników powinno następować w położeniach krańcowych noży łączników,

— pozostałe układy blokad powinny uniemożliwić wykonanie określonych manipulacji łączników,

d) zamknięcie przez zestyki łącznika obwodu sygnalizującego zamknięcie odłącznika, dopiero wówczas, gdy styki główne osiągną położenie zapewniające prawidłową pracę odłącznika, a obwodu sygnalizującego otwarcie — dopiero wówczas, gdy styki główne przejdą 80% odstępu izolacyjnego.

e) zestawienie przełącznika wykorzystywanego przez obwody odwzorowujące topologię stacji w układzie zabezpieczenia szyn zbiorczych lub wyłącznikowej rezerwy lokalnej — zgodnie z wymaganiami wytwórców zabezpieczenia lub układu rezerwy lokalnej,

f) zamknięcie styków głównych zwiernika następujące po osiągnięciu wartości prądu lub napięcia wyzwacza, podanej w dokumentacji.

g) otwarcie odłącznika pracującego w układzie ze zwiernikiem, następujące samoczynnie w czasie przerwy beznapięciowej cyklu SPZ, przy uprzednim zasilaniu wyzwacza prądowego odłącznika prądem rozruchowym w dokumentacji.

**2.8.6. Czasy łączenia układu odłącznik-zwiernik** (zamknięcie zwiernika i otwarcie odłącznika) na bezpieczną odległość powinny być zgodne z wymaganiami wg dokumentacji.

<sup>1)</sup> Patrz Informacje dodatkowe p. 2.

**2.8.7. Rozrzut czasu otwierania odłącznika** nie powinien być większy od wartości wymaganej w dokumentacji w celu poprawnej współpracy z układem SPZ.

**2.8.8. Czas zamykania zwiernika** nie powinien być większy niż 125% wartości podanej przez wytwórcę.

### 2.9. Przekładnik prądowy<sup>1)</sup>

**2.9.1. Legalizacja.** Przekładniki zasilające liczniki rozliczeniowe powinny mieć ważne cechy legalizacyjne.

**2.9.2. Odstęp iskiernika ochronnego** przekładnika wyposażonego w iskiernik powinien być zgodny z wymaganiami koordynacji izolacji.

**2.9.3. Rezystancja izolacji głównej**, mierzona megao-  
momierzem 2,5 kV nie powinna być mniejsza niż:

1000 MΩ — dla napięć znamionowych poniżej 110 kV,

3000 MΩ — dla napięć znamionowych 110 kV i 220 kV,

5000 MΩ — dla napięć znamionowych 400 kV i wyższych.

Rezystancje izolacji należy mierzyć przy wilgotności powietrza do 80%.

Wartości rezystancji izolacji zmierzone przy innej niż podano wilgotności mają charakter orientacyjny, jednak nie powinny być one mniejsze niż 20% wartości podanych wyżej.

**2.9.4. Rezystancja izolacji uzwojenia wtórnego**, mierzona megao-  
momierzem 1 kV, nie powinna być mniejsza niż 50 MΩ.

**2.9.5. Biegunowość** powinna być zgodna z oznaczeniem. Wymaganie sprawdza się w przypadku uzwojenia zasilającego układy czułe na zmianę biegunowości.

**2.9.6. Przekładnia** zmierzona dla przekładnika z przekładnią przełączalną powinna być zgodna z wymaganą w dokumentacji.

**2.9.7. Olej przekładnika** powinien spełniać następujące wymagania:

a) dla przekładnika o napięciu znamionowym 110 kV lub niższym olej powinien spełniać wymagania wg 2.3.10a) ÷ e) jak dla transformatorów o mocy powyżej 1,6 MVA i mniejszej niż 100 MVA.

b) dla przekładnika o napięciu znamionowym 220 kV olej powinien spełniać wymagania wg 2.3.10 a) ÷ g) jak dla transformatorów o mocy 100 MVA lub większej,

c) dla przekładnika o napięciu znamionowym 400 kV i wyższym olej powinien spełniać wymagania wg 2.3.10 a) ÷ g) jak dla transformatorów o napięciu 400 kV i wyższym.

Wymagania należy sprawdzać dla przekładnika wyposażonego we wskaźnik poziomu oleju w przypadku:

— braku protokołu badania oleju u wytwórcy,

— upływu od poprzedniego badania oleju więcej niż 6 miesięcy.

**2.9.8. Izolacja uzwojenia wtórnego** z przyłączonym obwodem powinna wytrzymać w ciągu 60 s napięcie przemienne 50 Hz o wartości 1,5 kV.

Urządzenia obwodu, o niższym napięciu probierczym powinny być odłączone na czas próby.

**2.9.9. Liczba przetężeniowa rdzeni** zasilających odpowiednie grupy obwodów (np. pomiarowe, zabezpieczenia) powinna być zgodna z wymaganiami zawartymi

w ark. 04. Liczby przetężeniowe wyznacza się na podstawie pomiarów charakterystyk magnesowania i rezystancji uzwojeń przy obciążeniu urządzeniami układu obwodów wtórnych.

**2.9.10. Obciążenie wtórne przekładnika** nie powinno być większe od mocy znamionowej i nie mniejsze niż:

— 25% mocy znamionowej dla przekładnika klasy 0,2, 0,5 lub 1,

— 50% mocy znamionowej dla przekładnika klasy 3.

Dla przekładnika klasy 0,2 lub klasy 0,5, dla którego 25% mocy znamionowej jest większe niż 15 VA, obciążenie wtórne nie powinno być mniejsze niż 15 VA i nie większe od mocy znamionowej.

### 2.10. Przekładnik napięciowy<sup>1)</sup>

**2.10.1. Legalizacja.** Przekładniki zasilające liczniki rozliczeniowe powinny mieć ważne cechy legalizacyjne.

**2.10.2. Numery części indukcyjnej i pojemnościowej** przekładnika z dzielnikiem pojemnościowym powinny być zgodne z danymi wytwórcy.

**2.10.3. Odstęp iskiernika ochronnego** przekładnika wyposażonego w iskiernik powinien być zgodny z wymaganiami dotyczącymi koordynacji izolacji.

**2.10.4. Rezystancja izolacji głównej** mierzona megao-  
momierzem 1 kV dla przekładnika jednobiegunowo izolowanego i 2,5 kV dla pozostałych przekładników, nie powinna być mniejsza niż:

1000 MΩ — dla przekładnika dwubiegunowo izolowanego,

200 MΩ — dla przekładnika jednobiegunowo izolowanego,

5000 MΩ — dla przekładnika z dzielnikiem pojemnościowym (człon pojemnościowy).

Rezystancje izolacji należy mierzyć przy wilgotności powietrza do 80%.

Wartości rezystancji izolacji zmierzone przy innej niż podano wilgotności mają charakter orientacyjny, jednak nie powinny być one mniejsze niż 20% wartości podanych wyżej.

**2.10.5. Rezystancja izolacji uzwojenia wtórnego** mierzona megao-  
momierzem 1 kV nie powinna być mniejsza niż 50 MΩ.

**2.10.6. Biegunowość przekładnika** powinna być zgodna z oznaczeniami.

**2.10.7. Olej izolacyjny** powinien spełnić wymagania wg 2.9.7.

**2.10.8. Izolacja uzwojeń wtórnych** powinna spełniać wymagania wg 2.9.8.

**2.10.9. Obciążenie wtórne** powinno spełniać wymagania wg 2.9.10.

### 2.11. Oszynowanie i szynoprzewody<sup>1)</sup>

**2.11.1. Montaż szyn**, naciąg szyn przewodowych, malowanie, oznaczenia powinny być zgodne z dokumentacją i przepisami.

Oznaczenia szyn i przyłączonych urządzeń powinny być zgodne.

<sup>1)</sup> Patrz Informacje dodatkowe p. 2.

**2.11.2. Rezystancja izolacji szyny**, mierzona megaomierzem 2,5 kV nie powinna być mniejsza niż:

$\frac{1000}{n}$  M $\Omega$  — dla napięć znamionowych do 10 kV włącznie,

$\frac{3000}{n}$  M $\Omega$  — dla napięć znamionowych powyżej 10 do 35 kV włącznie,

$\frac{5000}{n}$  M $\Omega$  — dla napięć znamionowych powyżej 35 kV,

przy czym  $n$  jest liczbą izolatorów szyny.

Pomiary należy wykonywać przy wilgotności powietrza do 80%. Rezystancje zmierzone przy innej niż podano wilgotności powietrza mają charakter orientacyjny, przy czym nie powinny być one jednak niższe niż 20% wartości podanych wyżej.

Rezystancje izolacji poszczególnych faz oszynowania nie powinny się różnić między sobą więcej niż o 50% wartości największej.

**2.11.3. Izolacja** względem ziemi szyny o napięciu znamionowym 30 kV lub niższym powinna wytrzymać w ciągu 60 s napięcie przemiennie 50 Hz o wartości równej napięciu probierczemu izolatorów. Próbę można przeprowadzić wraz z urządzeniami wysokiego napięcia przyłączonymi do szyn (z wyjątkiem odgromników).

Wówczas przyłożone napięcie probiercze nie może być wyższe niż 80% najniższego napięcia probierczego podanego przez wytwórcę dla przyłączonego do szyny urządzenia.

W przypadku szynoprzewodów próbę należy wykonać przy odłączonym generatorze, transformatorach i przekładnikach napięciowych jednobiegunowo izolowanych.

## 2.12. Linia kablowa<sup>1)</sup>

**2.12.1. Wykonanie.** Ułożenie kabla, montaż głowic, muf, konstrukcji wsporczych i uziemienia powinny być zgodne z przepisami, zaleceniami wytwórcy, zatwierdzonymi instrukcjami montażowymi.

Ułożenie kabla w ziemi, sposób wykonania uziemienia i innych robót zakrytych powinno być udokumentowane protokołem odbioru robót kablowych.

Oznaczenia trasy kabli oraz kabli powinny być zgodne z dokumentacją.

**2.12.2. Zgodność faz i ciągłość żył.** Poszczególne żyły nie powinny wykazywać przerw. Oznaczenia każdej z faz na obu końcach linii powinny być zgodne.

Sprawdzenie należy wykonać napięciem nie wyższym niż 24 V.

**2.12.3. Rezystancja i pojemność żył kabli olejowych** powinny być zgodne z danymi wytwórcy. Pomiar wykonuje się dla potrzeb użytkownika.

**2.12.4. Rezystancja izolacji** każdej żyły względem pozostałych uziemionych, mierzona megaomierzem o napięciu co najmniej 2,5 kV (wartość ustalona) oraz przeliczona na 1 km długości nie powinna być mniejsza niż:

50 M $\Omega$  — dla kabla z izolacją papierową,

100 M $\Omega$  — dla kabla z izolacją polietylenową o napięciu znamionowym nie większym niż 30 kV,

1000 M $\Omega$  — dla kabla elektrofiltru, kabla olejowego, kabla z izolacją polietylenową o napięciu znamionowym wyższym niż 30 kV,

$\frac{220}{\sqrt{S}}$  M $\Omega$  — dla kabla z izolacją polwinitową przy czym  $S$  — przekrój żyły w mm<sup>2</sup>.

Rezystancja izolacji zmierzona bezpośrednio po próbie wytrzymałości izolacji nie powinna być mniejsza niż 90% wartości zmierzonej przed próbą.

**2.12.5. Izolacja każdej żyły** kabla o napięciu znamionowym poniżej 110 kV prądu przemiennego, względem pozostałych żył powinna wytrzymać bez przebić i przeskoków w ciągu 20 min napięcie stałe (wyprostowane) o wartości napięcia probierczego określonego przez wytwórcę.

Mierzony w czasie próby prąd upływu nie powinien zwiększać się w ciągu ostatnich 4 min próby oraz nie powinien być większy dla poszczególnych żył od wartości 300/ $l$  ( $\mu$ A), przy czym  $l$  — długość kabla, km. W przypadku nieustalenia się prądu upływu po 16 min, czas trwania próby ulega przedłużeniu do 30 min. Dla linii o długości mniejszej niż 330 m — prąd upływu nie powinien być większy niż 100  $\mu$ A. Pomiar prądu upływu nie dotyczy kabli dla elektrofiltrów i kabli olejowych.

Prąd znamionowy urządzenia probierczego powinien być co najmniej 2-krotnie większy od mierzonego prądu upływu.

**2.12.6. Izolacja powłoki polwinitowej i polietylenowej** względem ziemi powinna wytrzymać stałe napięcie 5 kV w ciągu 2 min.

**2.12.7. Izolacja kabla dla elektrofiltru** powinna wytrzymać bez przebić i przeskoków najwyższe napięcie urządzenia zasilającego elektrofiltr w ciągu 20 min.

**2.12.8. Izolacja kabla olejowego** o napięciu znamionowym 64/110 kV prądu przemiennego powinna wytrzymać bez przebić i przeskoków napięcie stałe (wyprostowane) o wartości równej 4,5-krotnemu napięciu znamionowemu fazowemu w ciągu 15 min.

**2.12.9. Izolacja kabla z izolacją polietylenową** o napięciu znamionowym 64/110 kV powinna wytrzymać bez przebić i przeskoków napięcie stałe (wyprostowane) o wartości równej 4-krotnemu napięciu znamionowemu fazowemu w ciągu 15 min.

## 2.13. Urządzenia ochrony stacji od przepięć<sup>1)</sup>

**2.13.1. Odstępy elektrod iskierników prętowych** powinny spełniać wymagania wg przepisów i wymagań wytwórców urządzeń wyposażonych w iskierniki.

**2.13.2. Odległości odgromnika od urządzeń chronionych** nie powinny być większe od wymaganych wg przepisów i wymagań wytwórców urządzeń chronionych.

<sup>1)</sup> Patrz Informacje dodatkowe p. 2.



**2.13.3. Odległości odgromnika od sąsiednich odgromników** i od uziemionych konstrukcji i urządzeń nie powinny być mniejsze od dopuszczonych przez wytwórcę i przepisy.

**2.13.4. Odstępy zwodów pionowych**, nie ustawionych na konstrukcjach, od konstrukcji wsporczych lub od urządzeń chronionych nie powinny być mniejsze niż 3 m.

Zwody powinny być połączone z uziemieniem stacji.

**2.13.5. Izolacja przewodów roboczych** o napięciu znamionowym niższym niż 30 kV, zawieszonych na konstrukcjach, na których ustawione są zwody, nie powinna być mniejsza niż odpowiadająca napięciu znamionowemu 30 kV.

**2.13.6. Montaż odgromnika** powinien zapewnić ustaloną przez wytwórcę kolejność montowania poszczególnych członów odgromnika, jak najkrótsze połączenie odgromnika z przewodem roboczym sieci oraz zacisku uziemiającego odgromnika z uziomem i chronionym transformatorem lub powłoką metalową chronionego kabla, a przy zainstalowaniu licznika zadziałań (wskaźnika zadziałań) — połączenie zacisku uziemiającego odgromnika z izolowanym zaciskiem licznika, przewodem izolowanym o przekroju i rezystancji dopuszczonych przepisami.

Elektrody iskiernika zewnętrznego w odgromnikach wydmuchowych powinny być przesunięte względem siebie w taki sposób, aby unikać ich zwierania przez krople wody.

Odgromniki zaworowe powinny być tak zainstalowane, aby zjonizowane gazy wydzielające się w czasie działania odgromnika nie powodowały zwarć i nie zagrażały sąsiednim urządzeniom i obsłudze oraz zapewniały stałość zewnętrznej przerwy iskrowej.

**2.13.7. Rezystancja uziemienia** urządzeń ochrony od przepięć powinna być zgodna z wymaganiami wg przepisów również w przypadku uziomów rozmieszczonych dalej niż 35 m od zacisków uziemiających.

**2.13.8. Statyczne napięcie zapłonu** odgromnika zaworowego powinno odpowiadać wymaganiom normy przedmiotowej, z tolerancją do 15%.

**2.13.9. Prąd przewodnościowy** odgromnika zaworowego, przy napięciu podanym przez wytwórcę, nie powinien się różnić od wartości podanej przez wytwórcę więcej niż o 30%.

**2.14. Bateria kondensatorów energetycznych do kompensacji mocy biernej<sup>1)</sup>**

**2.14.1. Kadzie** nie powinny wykazywać większych odkształceń i śladów wycieków syciwa.

**2.14.2. Rezystancja izolacji** między zwartymi zaciskami roboczymi a obudową kondensatora z izolowanymi wszystkimi biegunami, mierzona megaomierzem 2,5 kV, nie powinna być mniejsza niż 2000 MΩ.

**2.14.3. Pojemność** każdego z kondensatorów nie powinna się różnić od pojemności użytkowej podanej na tabliczce znamionowej więcej niż o 5%.

Stosunek największej do najmniejszej pojemności, zmierzonej między dowolnymi zaciskami kondensatora 3-fazowego, nie powinien być większy niż 1,06.

Pomiary pojemności wszystkich kondensatorów wchodzących w skład jednej gwiazdy lub członu baterii należy przeprowadzać tą samą aparaturą lub metodą pomiarową.

**2.14.4. Symetria pojemności grupowych i fazowych baterii.** Różnica pomiędzy pojemnościami poszczególnych faz baterii, w odniesieniu do największej pojemności, nie powinna być większa niż:

5% — dla baterii łączonej w trójkąt,

2,5% — dla baterii łączonej w gwiazdę.

Różnica pomiędzy pojemnościami grup kondensatorów łączonych szeregowo w jednej fazie nie powinna być większa niż 2% pojemności największej.

**2.14.5. Ciągłość obwodów rozładowania.** Obwody rozładowania nie powinny wykazywać przerw.

Wymaganie to należy sprawdzać podczas co najmniej 3-krotnego łączenia baterii.

**2.14.6. Uziemienie baterii**, po rozładowaniu urządzeniem rozładowczym, po czasie ustalonym w przepisach lub dokumentacji nie powinno powodować wyładowań iskrowych.

Wymaganie to należy sprawdzać podczas co najmniej 3-krotnego łączenia baterii.

**2.14.7. Ustalony prąd baterii** nie powinien być większy niż 130% prądu znamionowego i nie powinien ulegać zmianom w czasie nie spowodowanym zmianami napięcia.

Wymaganie to należy sprawdzać podczas co najmniej 3-krotnego łączenia baterii.

**2.14.8. Wartości prądów przewodowych** w poszczególnych fazach nie powinny różnić się między sobą więcej niż to wynika z asymetrii napięcia zasilającego i pojemności fazowych baterii.

Wymaganie to należy sprawdzać podczas co najmniej 3-krotnego łączenia baterii.

**2.14.9. Napięcia (względne prądy) uchybowe** zabezpieczenia przed skutkami uszkodzeń wewnętrznych baterii — przy symetrycznym napięciu zasilania baterii — nie powinny być większe niż 50% wartości rozruchowych.

Wymaganie to należy sprawdzać podczas co najmniej 3-krotnego łączenia baterii.

**2.14.10. Wyższe harmoniczne** nie powinny powodować przeciążeń kondensatorów większych od dopuszczanych przez wytwórcę, względnie innych zakłóceń w pracy baterii i współpracujących z nią urządzeń. Pomiar należy wykonać w przypadku, gdy stosunek najmniejszej mocy zwarcia w miejscu zainstalowania baterii do znamionowej mocy baterii jest mniejszy niż 60 lub jeśli bateria znajduje się w pobliżu szczególnie aktywnych źródeł wyższych harmonicznych.

**2.14.11. Składowa udarowa prądu załączania** nie powinna być większa od wytrzymałości dynamicznej urządzeń współpracujących z baterią. Pomiar należy wykonać dla baterii o mocy powyżej 1 MVA, łączonej rów-

<sup>1)</sup> Patrz Informacje dodatkowe p. 2.

noległe z inną oraz w przypadku braku szczegółowych danych.

### 2.15. Zespół prostownikowy do zasilania odpylacza elektrostatycznego<sup>1)</sup>

**2.15.1. Rezystancja izolacji uzwojeń** niskiego napięcia nie powinna być mniejsza niż 50 MΩ. Pomiar należy przeprowadzić megaomierzem 1 kV.

**2.15.2. Rezystancje zaworowe i przepustowe** prostownika wysokiego napięcia powinny być zgodne z wymaganiami wytwórcy.

Pomiar należy wykonać megaomierzem 2,5 kV.

**2.15.3. Rezystancja dzielnika wysokiego napięcia** powinna być zgodna z danymi wytwórcy.

Pomiar należy wykonać megaomierzem 2,5 kV.

**2.15.4. Olej** powinien spełniać wymagania wg 2.3.10.

## 3. UKŁADY URZĄDZEŃ O NAPIĘCIU ZNAMIONOWYM POWYŻEJ 1 kV

### 3.1. Rozdzielnica prefabrykowana<sup>1)</sup>

**3.1.1. Urządzenia i układy** urządzeń rozdzielnic po ich zabudowaniu w rozdzielnicy, powinny być u wytwórcy poddane badaniom pomontażowym, wykazującym spełnienie wymagań niniejszej normy. Badania powinny być udokumentowane protokołem, zawierającym wyniki badań.

**3.1.2. Ciągłość uziemień połączeń.** Elementy konstrukcji i osłon powinny być trwale połączone z magistralą uziemiającą.

**3.1.3. Rezystancja izolacji obwodów pierwotnych** wraz z urządzeniami jednego pola rozdzielnic nie powinna być mniejsza niż:

— 500 MΩ dla napięć znamionowych do 10 kV włącznie,

— 1000 MΩ dla napięć znamionowych z przedziału od 10 do 35 kV.

**3.1.4. Działanie blokad** powinno spełniać wymagania wg dokumentacji.

### 3.2. Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach o napięciu wyższym niż 1 kV<sup>1)</sup>

**3.2.1. Wykonanie instalacji uziemiającej** powinno być zgodne z dokumentacją.

Dla części podziemnej wymaganie to sprawdza się na podstawie protokołu wykonawcy.

**3.2.2. Rezystancja uziemienia** nie powinna być większa niż dopuszczalna w przepisach.

**3.2.3. Rezystancje przejścia** pomiędzy uziomem stacji elektroenergetycznej a uziemionymi urządzeniami, wy-

branymi przez wykonującego pomiar, nie powinny być większe niż 0,05 Ω.

**3.2.4. Potencjał ziemnozwarciowy** nie powinien stwarzać zagrożenia dla izolacji urządzeń.

**3.2.5. Napięcia rażenia dotykowe i krokowe**, zarówno na terenie obiektu elektroenergetycznego, jak też w jego otoczeniu, nie powinny być większe od dopuszczalnych przepisem.

Napięcia rażenia dotykowe lub krokowe mierzy się w warunkach mokrego gruntu. W przypadku braku możliwości sztucznego zwilżenia gruntu suchego we wszystkich punktach pomiarowych, napięcia rażenia dotykowe lub krokowe wyznacza się jako iloczyn zmierzzonego napięcia dotykowego lub krokowego przy gruncie suchym i współczynnika wilgotności gruntu

$$m = \frac{U_{mr}}{U_p},$$

gdzie  $U_{mr}$  — napięcie rażenia dotykowe lub napięcia rażenia krokowe, po zmoczeniu gruntu,  $U_p$  — napięcie dotykowe lub napięcie krokowe przed sztucznym zmoczeniem gruntu.

Współczynnik  $m$  oblicza się jako średnią wartość określoną dla co najmniej 3 punktów pomierzonych obiektu.

W przypadku występowania na badanym obszarze kilku rodzajów gruntu, współczynniki wilgotności należy określić dla każdego rodzaju gruntu.

Nie jest konieczne przeprowadzenie pomiarów dla układu o małym prądzie ziemnozwarciowym, jeżeli spełniony jest jeden z warunków:

a) rezystancja uziemienia nie jest większa od wartości  $\frac{125}{I}$  (Ω)

b) rezystancja uziemienia nie jest większa od wartości  $\frac{250}{I}$  (Ω) oraz potencjał uziemienia nie jest

wynoszony poza teren stacji elektroenergetycznej przez metalowe powłoki i pancerze kabli, szyny kolejowe itp.

$I$  — prąd uziomowy, A.

**3.2.6. Ziemnozwarciowy potencjał uziemienia** obiektu elektroenergetycznego, wynoszony przez metalowe powłoki i pancerze kabli elektroenergetycznych i teletechnicznych, przewody instalacji i sieci teletechnicznych, rurociągi wodne, gazowe, ciepłownicze itp., szyny kolejowe i inne, nie powinien powodować wystąpienia poza terenem obiektu elektroenergetycznego niebezpiecznych napięć rażenia dotykowych i krokowych.

**3.2.7. Rozkład potencjału na terenie i w sąsiedztwie obiektu elektroenergetycznego** powinien być poprawny i nie wskazywać usterek w wykonaniu uziemień.

Pomiar należy wykonać w przypadku podejrzenia występowania usterek w wykonaniu siatki uziemień. Rozkład potencjału wyznacza się wzdłuż przekrojów przechodzących przez obszary objęte możliwością zagrożenia w odniesieniu do dowolnie wybranego jednego punktu odniesienia na stacji (np. uziemienia wybranej konstrukcji wsporczej).

<sup>1)</sup> Patrz Informacje dodatkowe p. 2.

## INFORMACJE DODATKOWE

**1. Instytucja opracowująca normę** — Instytut Energetyki, Warszawa.

**2. Normy i dokumenty związane tematycznie z niniejszym arkuszem normy**

PN-79/E-01111 Maszyny elektryczne wirujące. Oznaczenie wyprawadzeń

PN-64/E-04050 Pomiary wysokonapięciowe

PN-75/E-04060 Pomiary wysokonapięciowe. Próby napięciem przeniennym

PN-66/E-04063 Transformatory energetyczne. Metody badań przełączników zaczepów

PN-76/E-04271 Maszyny elektryczne wirujące. Maszyny synchroniczne trójfazowe o mocy 1 kVA i większej. Metody badań

PN-72/E-04272 Maszyny elektryczne wirujące. Silniki indukcyjne trójfazowe. Metody badań

PN-77/E-04408 Materiały elektroizolacyjne ciekłe. Pomiary napięcia przebicia

PN-81/E-05001 Urządzenia elektroenergetyczne wysokiego napięcia. Znamionowe napięcia probiercze izolacji

PN-58/E-05012 Urządzenia elektroenergetyczne. Dobór silników elektrycznych oraz ich instalowanie. Przepisy ogólne

PN-81/E-05023 Urządzenia elektroenergetyczne. Oznaczanie barwami gołych przewodów oraz izolacji żył zerowych i ochronnych w przewodach i kablach

PN-72/E-05025 Dobór i układanie przewodów szynowych sztywnych

PN-76/E-05125 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa

PN-72/E-05150 Rozdzielnice prefabrykowane wysokonapięciowe prądu przemiennego w obudowie metalowej. Ogólne wymagania i badania

PN-72/E-06000 Maszyny elektryczne wirujące. Ogólne wymagania i badania

PN-74/E-06010 Maszyny elektryczne małej mocy. Ogólne wymagania i badania

PN-81/E-06019 Maszyny elektryczne wirujące. Dopuszczalny poziom hałasu

PN-73/E-06020 Maszyny elektryczne wirujące. Dopuszczalny poziom drgań

PN-83/E-06040 Transformatory. Wymagania ogólne

PN-75/E-06041 Transformatory trójfazowe olejowe o mocy od 25 do 63000 kVA na napięcie górne do 125 kV. Wyposażenie podstawowe

PN-79/E-06090 Kondensatory do równoległej kompensacji mocy biernej

PN-73/E-06091 Kondensatory wysokiego napięcia dla energetycznych łączących nośnych i przekładników napięciowych pojemnościowych. Ogólne wymagania i badania

PN-71/E-06101 Odgromniki zaworowe prądu przemiennego. Ogólne wymagania i badania

PN-72/E-06102 Odgromniki wydmuchowe prądu przemiennego

PN-73/E-06105 Włazniki wysokonapięciowe prądu przemiennego. Ogólne wymagania i badania

PN-68/E-06106 Rozłączniki wysokonapięciowe prądu przemiennego. Ogólne wymagania i badania

PN-83/E-06107 Odłączniki i uziemniki wysokonapięciowe prądu przemiennego. Ogólne wymagania i badania

PN-74/E-06108 Zwierniki wysokonapięciowe prądu przemiennego. Ogólne wymagania i badania

PN-68/E-06109 Wyzwalacze pierwotne nadprądowe prądu przemiennego. Ogólne wymagania i badania

PN-77/E-06110 Bezpieczniki topikowe wysokonapięciowe ograniczające prąd przemiennego. Ogólne wymagania i badania

PN-73/E-06131 Łącza energetycznej telefonii nośnej. Filtry sprzęgające. Ogólne wymagania i badania

PN-79/E-06132 Łącza energetycznej telefonii nośnej. Dławiki zaporowe. Ogólne wymagania i badania

PN-79/E-06303 Narażenie zabrudzeniowe izolacji napowietrznej i dobór izolatorów do warunków zabrudzeniowych

PN-76/E-06308 Elektroenergetyczne izolatory wysokonapięciowe. Izolatory liniowe. Ogólne wymagania i badania

PN-75/E-06321 Elektroenergetyczne izolatory wysokonapięciowe.

Izolatory przepustowe (przepisy). Ogólne wymagania i badania

PN-78/E-06322 Elektroenergetyczne izolatory wysokonapięciowe.

Izolatory wsporcze ceramiczne. Ogólne wymagania i badania

PN-76/E-06340 Elektroenergetyczne izolatory wysokonapięciowe.

Izolatory wsporcze wewnętrzne z tworzyw organicznych. Ogólne wymagania i badania

PN-78/E-06400 Osprzęt linii napowietrznych i stacji. Ogólne wymagania i badania

PN-74/E-06401 Elektroenergetyczne linie kablowe. Osprzęt do kabli o napięciu znamionowym do 60 kV. Ogólne wymagania i badania

PN-71/E-06551 Przekładniki napięciowe. Ogólne wymagania i badania

PN-71/E-06552 Przekładniki prądowe. Ogólne wymagania i badania

PN-79/E-08106 Obudowy urządzeń elektrotechnicznych. Stopnie ochrony. Podział, wymagania i badania

PN-75/E-81003 Transformatory. Oznaczenia zacisków, końców i zaczepów uzwojeń. Rozmieszczenie zacisków

PN-76/E-90250 Kable elektroenergetyczne o izolacji papierowej i powłoce metalowej na napięcie znamionowe nie przekraczające 23/40 kV. Ogólne wymagania i badania

PN-76/E-90300 Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne o izolacji z tworzyw termoplastycznych na napięcie znamionowe nie przekraczające 18/30 kV. Ogólne wymagania i badania

PN-72/C-96058 Przetwory naftowe. Olej transformatorowy

BN-71/1388-03 Wentylatory. Dobór silników elektrycznych asynchronicznych

BN-76/2370-05 Instalacje odpylające. Instalacje wysokiego napięcia odpylaczy elektrostatycznych. Warunki instalowania zespołów zasilających

BN-76/2370-06 Instalacje odpylające. Instalacje wysokiego napięcia odpylaczy elektrostatycznych. Odległości izolacyjne i ochronne

BN-77/3011-02 Maszyny elektryczne wirujące. Turbogeneratory. Wymagania i badania

BN-72/3022-01 Transformatory suche powietrzne trójfazowe. Wymagania i badania

BN-72/3043-02 Odłączniki wysokonapięciowe prądu przemiennego z napędem zasobnikowym i sprężynowym. Wymagania i badania

BN-71/3043-03 Styczniki suche prądu przemiennego na znamionowe napięcia izolacji powyżej 1 kV do 10 kV z napędem elektromagnetycznym. Wymagania i badania

BN-83/3083-31/01 Prądnicie prądu przemiennego synchroniczne. Wymagania i badania

BN-83/8878-01 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Kanały wewnątrz pomieszczeń. Ogólne wymagania i badania

BN-80/9056-01 Elektroenergetyczne stalowe konstrukcje wsporcze. Wymagania i badania

BN-85/3081-01/01 Urządzenia i układy elektryczne. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych. Postanowienia ogólne

BN-85/3081-01/03 Urządzenia i układy elektryczne. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych. Wymagania techniczne dla urządzeń i układów urządzeń obwodów pierwotnych o napięciu znamionowym do 1 kV

BN-85/3081-01/04 Urządzenia i układy elektryczne. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych. Wymagania techniczne dla urządzeń i układów obwodów wtórnych

Przepisy budowy urządzeń elektrycznych — wprowadzone Zarządzeniem MGIE z dnia 20 kwietnia 1960 r., — z późniejszymi zmianami.

Zarządzenie MGIE oraz MBiPMB z dnia 5 października 1966 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu wyższym niż 1 kV (Dz. Bud. nr 17/1966)

Zarządzenie MGIE oraz MBiPMB z dnia 12 marca 1969 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinna odpowiadać ochrona odgromowa sieci elektroenergetycznych (Dz. Bud. nr 6/1969)

Rozporządzenie MEiEA oraz MAGT i Ochrony Środowiska z dnia 29 października 1979 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać baterie kondensatorów energetycznych do kompensacji mocy biernej (Dz. U. nr 26/1979)

Zarządzenie MGiE z dnia 25 października 1969 r. w sprawie eksploatacji transformatorów (Mon. Pol. nr 47/1969)

Zarządzenie MGiE z dnia 9 stycznia 1971 r. w sprawie eksploatacji baterii kondensatorów energetycznych do kompensacji mocy biernej (Mon. Pol. nr 4/1971)

Zarządzenie MGiE z dnia 17 lipca 1971 r. w sprawie eksploatacji prądnic (generatorów) synchronicznych (Mon. Pol. nr 40/1971)

Zarządzenie nr 29 Ministra Górnictwa i Energetyki z dnia 17 lipca 1974 r. w sprawie doboru przewodów i kabli elektroenergetycznych do obciążeń prądem elektrycznym (Dz. Bud. z dnia 7 listopada 1974 r. nr 7 poz. 22)

PN-81/E-04070/00÷10 i dalsze arkusze dotyczące transformatorów.

**3. Autorzy projektu normy:** dr inż. Hubert Kuszke, inż. Danuta Kmąszewska — ENERGOPOMIAR, Gliwice.