

ENERGOELEKTRYKA	NORMA BRANŻOWA	<b>BN-74</b>
	<b>Zabezpieczenia upływowe dla kopalnianych sieci elektroenerge- tycznych prądu przemiennego o napięciu znamionowym do 1000 V Ogólne wymagania i badania</b>	<b>3008-02</b>
		Grupa katalogowa VI 71

## SPIS TREŚCI

## 1. WSTĘP

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania
- 1.3. Warunki pracy
- 1.4. Określenia
  - 1.4.1. Zabezpieczenie upływowe
  - 1.4.2. Centralne zabezpieczenie upływowe
  - 1.4.3. Blokujące zabezpieczenie upływowe
  - 1.4.4. Urządzenie kompensujące
  - 1.4.5. Rezystancja izolacji sieci
  - 1.4.6. Fazowa rezystancja izolacji
  - 1.4.7. Pojemność sieci
  - 1.4.8. Pojemność fazowa
  - 1.4.9. Rezystancja uszkodzenia
  - 1.4.10. Prąd uszkodzenia
  - 1.4.11. Rezystancja pomiarowa
  - 1.4.12. Rezystancja rozruchu
  - 1.4.13. Rezystancja powrotu
  - 1.4.14. Współczynnik powrotu
  - 1.4.15. Maksymalny długotrwały prąd uszkodzenia
  - 1.4.16. Maksymalny krótkotrwały prąd uszkodzenia
  - 1.4.17. Czas zadziałania zabezpieczenia upływowego
  - 1.4.18. Maksymalna pojemność sieci
  - 1.4.19. Pozostałe określenia

- 3.7.2. Rezystancja pomiarowa blokującego zabezpieczenia upływowego
- 3.8. Uchyb rezystancji pomiarowej
  - 3.8.1. Uchyb rezystancji pomiarowej centralnego zabezpieczenia upływowego
  - 3.8.2. Uchyb rezystancji pomiarowej blokującego zabezpieczenia upływowego
- 3.9. Współczynnik powrotu
- 3.10. Obwód pomiarowy
  - 3.10.1. Obwód pomiarowy centralnego zabezpieczenia upływowego
  - 3.10.2. Obwód pomiarowy blokującego zabezpieczenia upływowego
- 3.11. Czas zadziałania
- 3.12. Błędne zadziałania
  - 3.12.1. Błędne zadziałania centralnego zabezpieczenia upływowego
  - 3.12.2. Błędne zadziałania blokującego zabezpieczenia upływowego
- 3.13. Urządzenie kompensujące
- 3.14. Odporność izolacji elektrycznej na wilgoć
- 3.15. Wyposażenie podstawowe
- 3.16. Cechowanie
- 3.17. Dokumentacja techniczna

## 2. KLASYFIKACJA ZABEZPIECZEŃ

- 2.1. Klasyfikacja ze względu na rodzaj osłony
- 2.2. Klasyfikacja ze względu na stopień ochrony
- 2.3. Klasyfikacja ze względu na wymagania funkcjonalne

## 3. WYMAGANIA

- 3.1. Napięcia znamionowe
  - 3.1.1. Znamionowe napięcia zasilania
  - 3.1.2. Znamionowe napięcia zabezpieczanych sieci
  - 3.1.3. Napięcia znamionowe i probierze izolacji oraz odstępy izolacyjne
- 3.2. Osłona
- 3.3. Zaciski i wtyki zewnętrzne
- 3.4. Przewody łączeniowe
- 3.5. Odporność części metalowych na korozję
- 3.6. Wymagania funkcjonalne
- 3.7. Rezystancja pomiarowa
  - 3.7.1. Rezystancja pomiarowa centralnego zabezpieczenia upływowego

## 4. BADANIA

- 4.1. Program badań
  - 4.1.1. Zakres badań
  - 4.1.2. Badania pełne
    - 4.1.2.1. Badania pełne centralnego zabezpieczenia upływowego
    - 4.1.2.2. Badania pełne blokującego zabezpieczenia upływowego
  - 4.1.3. Badania niepełne
    - 4.1.3.1. Badania niepełne centralnego zabezpieczenia upływowego
    - 4.1.3.2. Badania niepełne blokującego zabezpieczenia upływowego
- 4.2. Liczność próbek
- 4.3. Opis badań
  - 4.3.1. Ogólne warunki wykonywania badań
  - 4.3.2. Oględziny
  - 4.3.3. Sprawdzenie wymiarów i masy
  - 4.3.4. Sprawdzenie materiałów
  - 4.3.5. Sprawdzenie stopnia ochrony

Zgłoszona przez Zakłady Konstrukcyjno-Mechanizacyjne Przemysłu Węglowego  
Ustanowiona przez Ministra Górnictwa i Energetyki dnia 15 maja 1974 r. jako norma obowiązująca w za-  
kresie produkcji od dnia 1 stycznia 1975 r. (Dz. Norm. i Miar nr 25/1974 poz. 78)

- 4.3.6. Sprawdzenie działania centralnego lub blokującego zabezpieczenia upływowego za pomocą przycisku próby
- 4.3.7. Sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej centralnego zabezpieczenia upływowego przy symetrycznej zmianie fazowych rezystancji izolacji
- 4.3.8. Sprawdzenie maksymalnego długotrwałego prądu uszkodzenia przy jednofazowym uszkodzeniu izolacji
- 4.3.9. Sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej centralnego zabezpieczenia upływowego i maksymalnego długotrwałego prądu uszkodzenia w warunkach pracy
- 4.3.10. Sprawdzenie maksymalnego krótkotrwałego prądu uszkodzenia
- 4.3.11. Sprawdzenie czasu zadziałania centralnego zabezpieczenia upływowego
- 4.3.12. Sprawdzenie zadziałania centralnego zabezpieczenia upływowego przy zwarciu łukowym
- 4.3.13. Sprawdzenie napięcia i prądu obwodu pomiarowego centralnego zabezpieczenia upływowego
- 4.3.14. Sprawdzenie błędnych zadziałań centralnego zabezpieczenia upływowego
- 4.3.15. Sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej i współczynnika powrotu blokującego zabezpieczenia upływowego
- 4.3.16. Sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej blokującego zabezpieczenia upływowego w warunkach pracy
- 4.3.17. Sprawdzenie napięcia i prądu obwodu pomiarowego blokującego zabezpieczenia upływowego
- 4.3.18. Sprawdzenie błędnych zadziałań blokującego zabezpieczenia upływowego
- 4.3.19. Sprawdzenie izolacji zabezpieczenia
  - 4.3.19.1. Pomiar rezystancji izolacji
  - 4.3.19.2. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji
  - 4.3.19.3. Sprawdzenie odporności izolacji na wilgoć
- 4.3.20. Sprawdzenie odporności na korozję
- 4.3.21. Sprawdzenie iskrobezpieczności obwodu pomiarowego blokującego zabezpieczenia upływowego
- 4.4. Ocena wyników badań

#### INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę
2. Zalecenia międzynarodowe
3. Autor projektu normy

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są ogólne wymagania i badania dotyczące zabezpieczeń przed niebezpiecznymi skutkami upływu prądu elektrycznego do ziemi w kopalnianych sieciach elektroenergetycznych prądu przemiennego nieziemionych (z izolowanym punktem zerowym) o napięciu znamionowym do 1000 V i częstotliwości znamionowej 50 Hz.

**1.2. Zakres stosowania.** Norma dotyczy zabezpieczeń upływowych przeznaczonych do pracy w sieciach elektroenergetycznych zgodnie z PN/E-05050, w warunkach określonych w 1.3.

W przypadku zabezpieczeń przeznaczonych do pracy w warunkach odmiennych od podanych w 1.3, postanowienia normy mogą wymagać uzupełnień lub zmian.

Norma nie dotyczy zabezpieczeń upływowych wieloparametrowych, zabezpieczeń o działaniu wybiórczym, zabezpieczeń wyprzedzającego wyłączenia oraz urządzeń dynamicznej kompensacji.

### 1.3. Warunki pracy

a) wysokość nad poziomem morza:  $-2000 \div +2000$  m,

b) temperatura otoczenia:  $-5 \div +40^{\circ}\text{C}$ ,

— w przypadku zabezpieczeń przewidzianych do instalowania w osłonach kopalnianych urządzeń elektrycznych (np. wyłącznikach zabezpieczeniowych, łącznikach manewrowych, stacjach transformatorowych)  $+5 \div +70^{\circ}\text{C}$ ,

c) największa wilgotność względna przy temperaturze  $+35^{\circ}\text{C}$ :  $97 \div 100\%$ ,

d) woda i zanieczyszczenia powietrza — możliwość występowania w otoczeniu zabezpieczenia wody kapiącej chemicznie czynnej oraz pyłu kopalnianego do  $1000 \text{ mg/m}^3$ ,

e) narażenia mechaniczne — maksymalne przyspieszenie nie przekraczające  $1g_n$  przy drganiach sinusoidalnych o częstotliwości  $5 \div 50$  Hz oraz maksymalne przyspieszenie nie przekraczające  $2g_n$  przy pojedynczych wstrząsach i uderzeniach,

f) odchylenia głównych osi zabezpieczenia od

kierunków podanych przez wytwórcę — nie większe niż  $15^{\circ}$ ,

g) napięcie zasilania zabezpieczenia oraz napięcie robocze zabezpieczanej sieci od  $0,8 \div 1,1$  napięcia znamionowego,

h) zawartość wyższych harmonicznych w napięciu sieci nie większa niż 5%,

i) wahania częstotliwości sieci w zakresie  $\pm 1\%$  wartości znamionowej,

j) zakres zmian pojemności sieci od 0 do  $4,5 \mu\text{F}$ .

## 1.4. Określenia

**1.4.1. Zabezpieczenie upływowe** — urządzenie zabezpieczające mające na celu ograniczenie zagrożeń (np. rażenia prądem elektrycznym, powstania pożaru, zainicjowania wybuchu metanu lub pyłu węglowego), które mogą być wywołane upływem prądu elektrycznego do ziemi w wyniku uszkodzenia izolacji doziemnej w sieci elektroenergetycznej.

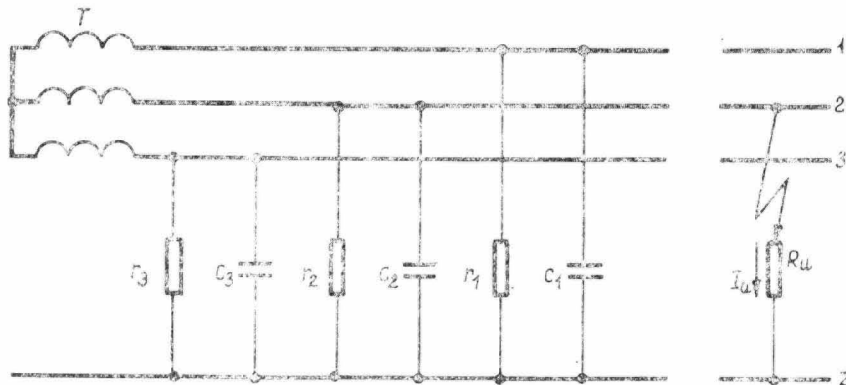
**1.4.2. Centralne zabezpieczenie upływowe** — zabezpieczenie działające na zasadzie centralnego pomiaru prądem stałym rezystancji izolacji doziemnej sieci elektroenergetycznej włączonej pod napięcie robocze, mające na celu ograniczenie zagrożeń określonych w 1.4.1.

**1.4.3. Blokujące zabezpieczenie upływowe** — zabezpieczenie działające na zasadzie pomiaru prądem stałym rezystancji izolacji doziemnej odcinka sieci elektroenergetycznej wyłączonego spod napięcia roboczego, mające na celu ograniczenie zagrożeń określonych w 1.4.1 mogących wystąpić przy włączeniu pod napięcie odcinka o uszkodzonej izolacji doziemnej.

**1.4.4. Urządzenie kompensujące** — urządzenie przeznaczone do ograniczenia wartości składowej pojemnościowej prądu uszkodzenia przy niesymetrycznych uszkodzeniach izolacji doziemnej sieci elektroenergetycznej.

**1.4.5. Rezystancja izolacji sieci ( $r_0$ )** — zastępcza rezystancja izolacji doziemnej faz 1, 2 i 3 sieci.

**1.4.6. Fazowa rezystancja izolacji ( $r_1, r_2, r_3$ )** — rezystancja izolacji doziemnej jednej fazy (1, 2 lub 3) sieci (rys. 1).



1.4.7. **Pojemność sieci ( $C_0$ )** — zastępcza pojemność doziemna faz 1, 2 i 3 sieci.

1.4.8. **Pojemność fazowa ( $C_1, C_2, C_3$ )** — pojemność doziemna jednej fazy (1, 2 lub 3) sieci (rys. 1).

1.4.9. **Rezystancja uszkodzenia ( $R_u$ )** — rezystancja w miejscu punktowego uszkodzenia izolacji doziemnej jednej, dwóch lub trzech faz sieci (rys. 1).

1.4.10. **Prąd uszkodzenia ( $I_u$ )** — prąd przepływający przez rezystancję uszkodzenia między znajdującym się pod napięciem przewodem i a ziemią (rys. 1).

1.4.11. **Rezystancja pomiarowa ( $R_m$ )** — wartość rezystancji izolacji sieci, na którą jest nastawione zabezpieczenie upływowe i do której odnoszą się wymagania dotyczące dokładności zabezpieczenia.

1.4.12. **Rezystancja rozruchu ( $R_r$ )** — maksymalna wartość rezystancji izolacji sieci powodująca rozruch zabezpieczenia upływowego.

1.4.13. **Rezystancja powrotu ( $R_p$ )** — minimalna wartość rezystancji izolacji sieci powodująca powrót zabezpieczenia upływowego.

1.4.14. **Współczynnik powrotu ( $k_p$ )** — stosunek wartości rezystancji powrotu do wartości rezystancji rozruchu.

1.4.15. **Maksymalny długotrwały prąd uszkodzenia ( $I_{ud}$ )** — największa skuteczna wartość prądu uszkodzenia przepływającego przez rezystancję uszkodzenia o najmniejszej wartości nie powodującej rozruchu zabezpieczenia upływowego.

1.4.16. **Maksymalny krótkotrwały prąd uszkodzenia ( $I_{uk}$ )** — największa skuteczna wartość ustalonego prądu uszkodzenia przepływającego przez rezystancję uszkodzenia o wartości 1000  $\Omega$  (umowna wartość obliczeniowa rezystancji ciała człowieka w środowiskowych warunkach kopalnianych).

1.4.17. **Czas zadziałania zabezpieczenia upływowego ( $t_u$ )** — czas upływający od chwili pojawienia się skokowej zmiany rezystancji izolacji sieci powodującej zadziałanie zabezpieczenia do chwili nastąpienia przewidzianych zmian w obwodzie wyjściowym zabezpieczenia.

1.4.18. **Maksymalna pojemność sieci ( $C_{0\max}$ )** — największa wartość pojemności doziemnej sieci określona dla zabezpieczenia upływowego przez wytwórcę.

1.4.19. **Pozostałe określenia** — wg PN-70/E-88500.

## 2. KLASYFIKACJA ZABEZPIECZEŃ

### 2.1. Klasyfikacja ze względu na rodzaj osłony

- budowy ognioszczelnej,
- budowy zamkniętej,
- bez osłony budowy zamkniętej, przewidziane do wbudowania w urządzenia. Zalecane rodzaje osłon wg PN/E-05050 i PN-72/E-08110.

### 2.2. Klasyfikacja ze względu na stopień ochrony

- bez jakiejkolwiek ochrony IP00,
- z ochroną przed dotknięciem, przedostaniem się obcych ciał stałych i wody IP52.

Zalecane rodzaje ochrony przed dotknięciem, przedostaniem się obcych ciał stałych i wody wg PN-63/E-08106.

### 2.3. Klasyfikacja ze względu na wymagania funkcjonalne

- zabezpieczenia upływowe centralne,
- zabezpieczenia upływowe blokujące.

## 3. WYMAGANIA

### 3.1. Napięcia znamionowe

3.1.1. **Znamionowe napięcia zasilania.** Zabezpieczenia powinny być budowane na następujące znamionowe napięcia zasilania prądu przemiennego 50 Hz:

- centralne zabezpieczenia upływowe 127; 220; 500 V,
- blokujące zabezpieczenia upływowe 24; 42; 127; 220 V.

3.1.2. **Znamionowe napięcia zabezpieczanych sieci.** Centralne i blokujące zabezpieczenia upływowe powinny być przystosowane do pracy w sieciach elektroenergetycznych prądu przemiennego 50 Hz o napięciu znamionowym: 127; 220; 500; 1000 V.

Urządzenia kompensujące powinny być przystosowane do pracy w sieciach elektroenergetycznych prądu przemiennego 50 Hz o napięciu znamionowym 500; 1000 V.

3.1.3. **Napięcia znamionowe i probiercze izolacji oraz odstępy izolacyjne.** Znamionowe napięcie izolacji oraz napięcie probiercze izolacji prądu przemiennego o częstotliwości 50 Hz podano w tabelicy.

Znamionowe napięcie izolacji	Znamionowe napięcie probiercze izolacji
V	V
24	500
60	1000
250	2000
500	2500
1000	3500

Wymagania podane w tabelicy nie dotyczą obwodów iskrobezpiecznych.

Wymiary odstępow izolacyjnych powietrznych i powierzchniowych w powietrzu powinny być zgodne z wymaganiami norm przedmiotowych.

3.2. **Osłona** powinna zapewniać stopień ochrony od ciał obcych i wody co najmniej IP52 wg PN-63/E-08106. W przypadku gdy zabezpieczenie stanowi część zespołu umieszczonego we wspólnej

osłonie spełniającej powyższe wymaganie, może nie mieć osłony indywidualnej lub mieć osłonę o niższym stopniu ochrony.

Oslona zabezpieczenia przeznaczonego do pracy w pomieszczeniach niebezpiecznych pod względem wybuchowym o stopniu niebezpieczeństwa „b” lub „c”, musi spełniać wymagania wg PN/E-05050 i PN-72/E-03116.

Konstrukcja osłony powinna zapewnić spełnienie następujących wymagań:

a) w przypadku gdy zabezpieczenie ma przyrząd pomiarowy lub wskaźnik zadziałania powinna być możliwa obserwacja skali miernika i wskaźnika bez zdejmowania pokrywy,

b) nastawienie i regulacja urządzenia kompensującego, próba sprawności eksploatacyjnej i kasowanie sygnału zadziałania zabezpieczenia powinny być możliwe z zewnątrz przy zamkniętej osłonie,

c) osłona powinna być przystosowana do plombowania,

d) osłona metalowa lub częściowo metalowa powinna posiadać wewnątrz i na zewnątrz zaciski uziemiające oznaczone symbolem  $\perp$ , wszystkie rozłączne i zdejmowalne elementy powinny być po ich zainstalowaniu niezawodnie połączone z uziemioną obudową,

e) elementy wysuwne powinny mieć takie tolerancje mechaniczne, aby istniała pełna ich zamienność.

### 3.3. Zaciski i wtyki zewnętrzne

a) zaciski przyłączone powinny umożliwiać przyłączenie przewodów zewnętrznych bez konieczności stosowania specjalnych końcówek,

b) zaciski śrubowe przeznaczone do trwałego obciążenia prądem nie przekraczającym 10 A powinny umożliwiać przyłączenie dwóch przewodów o przekrojach  $0,5 \div 2,5 \text{ mm}^2$  lub jednego przewodu o przekroju  $2,5 \div 4 \text{ mm}^2$ , zaciski nie powinny powodować uszkodzenia przewodów,

c) wtyki powinny umożliwiać 500-krotne ich złączenie i rozłączenie w stanie bezprądowym bez uszkodzenia,

d) końcówki montażowe przeznaczone do lutowania przewodów powinny umożliwiać przyłączenie dwóch przewodów, każdy o przekroju do  $1,5 \text{ mm}^2$ , nie dopuszcza się zacisków do lutowania przewodów o przekroju większym niż  $2,5 \text{ mm}^2$ .

**3.4. Przewody łączeniowe.** Połączenia między elementami zabezpieczenia powinny być wykonane przewodem o przekroju odpowiadającym prądowi w danym obwodzie, nie mniejszym jednak od  $0,2 \text{ mm}^2$ . Przewody o przekroju mniejszym od  $0,5 \text{ mm}^2$  przeznaczone do przyłączenia do zacisków śrubowych powinny być zaopatrzone w końcówki.

**3.5. Odporność części metalowych na korozję.** Wszystkie części zabezpieczenia wykonane z metali nieodpornych na korozję powinny być przed nią zabezpieczone za pomocą pokryć ochronnych galwanicznych, chemicznych lub lakierowych.

Końce przewodów łączeniowych obwodów wewnętrznych zabezpieczenia powinny być ocynowane.

Materiały izolacyjne uszczelniające i zalawy użyte w konstrukcji zabezpieczenia nie powinny oddziaływać chemicznie na żadne części zabezpieczenia.

### 3.6. Wymagania funkcjonalne

a) Centralne zabezpieczenie upływowe powinno zapewniać:

— centralny, samoczynny i ciągły pomiar rezystancji izolacji sieci elektroenergetycznej włączonej pod napięcie robocze,

— zadziałanie elementu wykonawczego zabezpieczenia przy zmniejszeniu rezystancji izolacji sieci poniżej wartości rezystancji pomiarowej.

Należy przyjmować takie rozwiązania układu zabezpieczenia, które zapewnią również zadziałanie elementu wykonawczego przy ograniczeniu funkcjonalności zabezpieczenia np. w wyniku zmniejszenia lub zaniku napięcia zasilania, uszkodzenia elementów lub podzespołów o znaczeniu podstawowym,

— możliwość współpracy z wyzwalaczem pomocniczym (wzrostowym, zanikowym lub niedomiarowym) wyłącznika zabezpieczeniowego lub obwodem sterowania wyłącznika manewrowego,

— współpracę z blokującym zabezpieczeniem upływowym,

— współdziałanie z urządzeniem kompensującym (zabezpieczenia dla sieci o napięciu znamionowym większym niż 220 V),

b) Blokujące zabezpieczenie upływowe powinno zapewniać:

— samoczynny, ciągły lub krótkotrwały, pomiar rezystancji izolacji odcinka sieci elektroenergetycznej wyłączonego spod napięcia roboczego,

— zadziałanie elementu wykonawczego zabezpieczenia przy zmniejszeniu rezystancji izolacji odcinka poniżej wartości rezystancji pomiarowej.

Należy przyjmować takie rozwiązania układu, które zapewnią również zadziałanie elementu wykonawczego przy ograniczeniu funkcjonalności zabezpieczenia,

— samoczynny powrót elementu wykonawczego zabezpieczenia przy zwiększeniu rezystancji izolacji odcinka sieci powyżej wartości rezystancji powrotu,

— możliwość współdziałania z wyzwalaczem pomocniczym (wzrostowym, zanikowym lub niedomiarowym) wyłącznika zabezpieczeniowego lub obwodem sterowania wyłącznika manewrowego,



— współpracę z centralnym zabezpieczeniem upływowym,

c) Urządzenie kompensujące powinno zapewniać:

— ciągłą statyczną kompensację składowej pojemnościowej prądów asymetrycznego uszkodzenia,

— płynną regulację reaktancji indukcyjnej dla wika kompensacyjnego,

— współdziałanie z centralnym zabezpieczeniem upływowym,

— ograniczenie powstania zjawisk ferrorezonansowych, niebezpiecznych dla izolacji sieci elektroenergetycznej.

### 3.7. Rezystancja pomiarowa

**3.7.1. Rezystancja pomiarowa centralnego zabezpieczenia upływowego** nie powinna być mniejsza od wartości rezystancji uszkodzenia jednofazowego, przez którą przy rezystancji izolacji sieci równej nieskończoności i pojemności sieci w zakresie od 0 do pojemności maksymalnej przepływa prąd uszkodzenia długotrwałego równy 0,02 A, przy czym rezystancja pomiarowa zabezpieczenia nie współpracującego z urządzeniem kompensującym nie powinna być mniejsza od 30  $\Omega$  na 1 V napięcia znamionowego sieci.

**3.7.2. Rezystancja pomiarowa blokującego zabezpieczenia upływowego** nie powinna być mniejsza od 50  $\Omega$  na 1 V napięcia znamionowego sieci.

Zaleca się, aby rezystancja pomiarowa nie była mniejsza niż dwukrotna wartość rezystancji pomiarowej centralnego zabezpieczenia upływowego, przy czym dla sieci o napięciu znamionowym do 220 V dopuszcza się przyjęcie rezystancji pomiarowej równej wartości rezystancji pomiarowej centralnego zabezpieczenia upływowego.

### 3.8. Uchyb rezystancji pomiarowej

**3.8.1. Uchyb rezystancji pomiarowej centralnego zabezpieczenia upływowego.** Uchyb maksymalny rezystancji pomiarowej nie powinien przekraczać:

a)  $\pm 5\%$  — przy symetrycznym uszkodzeniu izolacji sieci, znamionowym napięciu zasilania sieci i zabezpieczenia, temperaturze otoczenia  $+20 \pm 5^\circ\text{C}$  i normalnym położeniu zabezpieczenia,

b)  $-10\% \div 20\%$  — przy jednofazowym uszkodzeniu izolacji sieci w dowolnej fazie oraz zmianach napięcia zasilania sieci i zabezpieczenia temperatury otoczenia, pojemności sieci i położenia zabezpieczenia wg 1.3.

**3.8.2. Uchyb rezystancji pomiarowej blokującego zabezpieczenia upływowego.** Uchyb maksymalny rezystancji pomiarowej nie powinien przekraczać:

a)  $\pm 10\%$  — przy znamionowym napięciu zasilania zabezpieczenia, temperaturze otoczenia  $+20 \pm 5^\circ\text{C}$  oraz normalnym położeniu zabezpieczenia,

b)  $\pm 20\%$  — przy zmianach napięcia zasilania zabezpieczenia, temperatury otoczenia i położenia zabezpieczenia wg 1.3.

**3.9. Współczynnik powrotu.** Wartość współczynnika powrotu blokującego zabezpieczenia upływowego nie powinna być większa od 1,5.

### 3.10. Obwód pomiarowy

**3.10.1. Obwód pomiarowy centralnego zabezpieczenia upływowego.** Napięcie stałe źródła zasilania obwodu pomiarowego nie powinno przekraczać wartości napięcia fazowego sieci.

Wartość prądu w obwodzie pomiarowym zabezpieczenia przy rezystancji jednofazowego uszkodzenia izolacji sieci o wartości równej rezystancji pomiarowej nie powinna być większa od 0,01 A.

Zaleca się ograniczenie prądu w obwodzie pomiarowym przy rezystancji uszkodzenia równej zero do wartości 0,005 A.

**3.10.2. Obwód pomiarowy blokującego zabezpieczenia upływowego.** Napięcie stałe źródła zasilania obwodu pomiarowego nie powinno przekraczać wartości 60 V.

Wartość prądu w obwodzie pomiarowym zabezpieczenia przy rezystancji uszkodzenia równej zero nie powinna przekraczać 0,005 A.

Wyjściowy obwód pomiarowy zabezpieczenia powinien zapewnić stopień iskrobezpieczeństwa KI wg PN-72/E-08107 z uwzględnieniem pojemności sieci o wartości 0,45  $\mu\text{F}$  (0,15  $\mu\text{F}$ /fazę).

Biegunowość podłączenia obwodu pomiarowego zabezpieczenia do sieci powinna być identyczna jak dla centralnego zabezpieczenia upływowego.

**3.11. Czas zadziałania centralnego zabezpieczenia upływowego** nie powinien być większy niż 0,1 s w przypadku skokowego jednofazowego uszkodzenia izolacji o rezystancji uszkodzenia do 1000  $\Omega$ , przy rezystancji izolacji sieci równej nieskończoności i pojemności sieci równej pojemności maksymalnej.

Czas zadziałania może być dodatkowo określany dla innych wartości rezystancji uszkodzenia zawartych w przedziale od 0 do rezystancji pomiarowej lub przedstawiony graficznie w funkcji rezystancji uszkodzenia.

Zaleca się, aby czas zadziałania zabezpieczenia nie przekraczał 0,1 s w warunkach międzyfazowego łukowego zwarcia wewnątrz osłon urządzeń elektrycznych, przy którym łuk elektryczny styka się z uziemioną osłoną, oraz równoczesnego zmniejszania się napięcia zasilania sieci i zabezpieczenia do wartości 0,6 napięcia znamionowego.

### 3.12. Błędne zadziałania

**3.12.1. Błędne zadziałania centralnego zabezpieczenia upływowego.** Liczba błędnych zadziałań zabezpieczenia w sieci o pojemności  $C_{0\min} = 0,45 \mu\text{F}$  ( $0,15 \mu\text{F}/\text{fazę}$ ) do  $C_{0\max}$  i rezystancji izolacji równej nieskończoności nie powinna przekraczać 1% w następujących warunkach:

a) włączania i wyłączania w sieci z jednofazowym uszkodzeniem o rezystancji równej 1,5 wartości rezystancji pomiarowej, odcinka sieci o pojemności  $C_{0\min}$  wraz z zahamowanym silnikiem asynchronicznym klatkowym każdej mocy znamionowej spośród silników stosowanych w górnictwie,

b) włączania i wyłączania odcinka w sieci z jednofazowym uszkodzeniem o rezystancji równej 1,5 wartości rezystancji pomiarowej i o pojemności  $C_{0\min}$  wraz z zahamowanym silnikiem asynchronicznym klatkowym jak w poz. a),

c) włączania jednofazowego uszkodzenia o rezystancji równej 1,5 wartości rezystancji pomiarowej,

d) włączania odcinka sieci o pojemności równej  $0,5 C_{0\max}$ .

Wymagania wg a) i b) dotyczą wyłącznie zabezpieczeń dla sieci o napięciu znamionowym większym niż 220 V.

**3.12.2. Błędne zadziałania blokujące zabezpieczenia upływowego.** Liczba błędnych zadziałań blokującego zabezpieczenia upływowego nie powinna przekraczać 5% w warunkach: wyłączenia napięcia zasilania silnika asynchronicznego klatkowego jak w 3.12.1a) wraz z odcinkiem sieci o pojemności  $0,45 \mu\text{F}$  ( $0,15 \mu\text{F}/\text{fazę}$ ), rezystancji izolacji równej nieskończoności i z jednofazowym uszkodzeniem o rezystancji równej 1,5 wartości rezystancji pomiarowej, pod wpływem krótkotrwałych impulsów prądu wywołanych SEM niestłumionego pola elektromagnetycznego silnika.

Wymaganie nie dotyczy zabezpieczeń, których obwód pomiarowy jest włączany do odcinka sieci z obciążeniem po otwarciu współpracującego łącznika lub zabezpieczeń, które przeprowadzają pomiar rezystancji izolacji krótkotrwale przed zamknięciem łącznika. Liczba błędnych zadziałań zabezpieczeń o takim charakterze pracy nie powinna przekraczać 5% w warunkach włączania ich obwodu pomiarowego do odcinka sieci o pojemności  $0,45 \mu\text{F}$ , rezystancji izolacji równej nieskończoności z jednofazowym uszkodzeniem o rezystancji równej 1,5 wartości rezystancji pomiarowej.

**3.13. Urządzenie kompensujące.** Centralne zabezpieczenia upływowe dla trójfazowych sieci elektroenergetycznych o napięciu znamionowym większym niż 220 V powinny być wyposażone w

urządzenie kompensujące lub przystosowane do współpracy z urządzeniem kompensującym.

Urządzenie kompensujące powinno mieć możliwość ręcznej zmiany wartości reaktancji indukcyjnej dławika kompensującego.

Zakres zmian reaktancji indukcyjnej dławika powinien zapewniać spełnienie warunku rezonansu dla pojemności sieci od  $C_{0\min}$  do  $C_{0\max}$ . Zaleca się przyjmować  $C_{0\min} = 0,45 \mu\text{F}$  ( $0,15 \mu\text{F}/\text{fazę}$ ) oraz  $C_{0\max} = 4,5 \mu\text{F}$  ( $1,5 \mu\text{F}/\text{fazę}$ ).

Urządzenie kompensujące powinno zapewniać ograniczenie maksymalnego krótkotrwałego prądu uszkodzenia do wartości nie większej niż 0,16 A.

**3.14. Odporność izolacji elektrycznej na wilgoć.** Rezystancja izolacji między różnymi obwodami zabezpieczenia oraz między obwodami a metalową konstrukcją, mierzona przy użyciu megaomierza o napięciu 500 V przy znamionowym napięciu izolacji do 60 V i napięciu 1000 V przy znamionowym napięciu izolacji większym od 60 V, nie powinna być mniejsza niż:

- 10 M $\Omega$  przed próbą odporności na wilgoć,
- 2 M $\Omega$  bezpośrednio po próbie odporności na wilgoć.

### 3.15. Wyposażenie podstawowe

a) centralne zabezpieczenie upływowe powinno być wyposażone:

— w miernik elektryczny wyskalowany w kiloomach, pozwalający określić wartość rezystancji izolacji sieci elektroenergetycznej (wymagany dla zabezpieczeń sieci o napięciu znamionowym większym niż 220 V),

— w układ do okresowego przeprowadzania kontroli sprawności eksploatacyjnej zabezpieczenia i jego uziemienia roboczego, poprzez sztuczne wywołanie jednofazowego uszkodzenia izolacji o rezystancji uszkodzenia równej 0,8 rezystancji pomiarowej,

— w układ do przeprowadzania pomiaru wartości krótkotrwałego prądu uszkodzenia i sprawdzenia stopnia kompensacji składowej pojemnościowej prądu jednofazowego uszkodzenia,

— w sygnalizację zadziałania;

b) blokujące zabezpieczenie upływowe powinno być wyposażone:

— w układ do okresowego przeprowadzania kontroli sprawności eksploatacyjnej zabezpieczenia, poprzez sztuczne wywołanie uszkodzenia o rezystancji uszkodzenia równej 0,8 rezystancji pomiarowej,

— w sygnalizację zadziałania.

**3.16. Cechowanie.** Na zabezpieczeniu powinny być w sposób trwały i czytelny podane następujące dane:

- a) nazwa lub znak towarowy wytwórcy,
- b) oznaczenie typu,

- c) numer fabryczny,
- d) rok produkcji,
- e) znamionowe wartości wielkości — napięcia sieci, napięcia zasilania, rezystancji pomiarowej,
- f) znak dopuszczenia do ruchu w podziemiach kopalń,
- g) schemat połączeń albo oznaczenia zacisków, umożliwiające prawidłowe przyłączenie zabezpieczenia.

Cechowanie zabezpieczeń o małych wymiarach, na których umieszczenie wszystkich danych a) ÷ g) jest niemożliwe powinno być uzgodnione między zamawiającym i wytwórcą.

**3.17. Dokumentacja techniczna.** Każde zabezpieczenie powinno być zaopatrzone w protokół badań niepełnych.

W zależności od umowy między wytwórcą a zamawiającym, każde zabezpieczenie lub każda partia zabezpieczeń powinna być zaopatrzona w następujące dokumenty:

a) opis techniczny zawierający opis budowy, schemat połączeń, wymiary skrajne, rozmieszczenie otworów na śruby mocujące oraz zasadę działania i wskazówki dotyczące zastosowania zabezpieczenia,

- b) dane techniczne,
- c) wskazówki montażu i obsługi,
- d) wskazówki magazynowania i transportu.

## 4. BADANIA

### 4.1. Program badań

**4.1.1. Zakres badań.** Rozróżnia się dwa rodzaje badań:

a) badania pełne (próbę typu), które mają na celu wyczerpującą ocenę zabezpieczenia pod względem konstrukcji, materiałów i wykonania.

b) badania niepełne (próbę wyrobu), które mają na celu sprawdzenie, czy w wykonaniu zabezpieczenia nie popełniono przypadkowych błędów.

Badania pełne stosuje się w celu oceny nowych konstrukcji lub w przypadku wprowadzenia zmian konstrukcyjnych, materiałowych względnie układu elektrycznego mogących mieć wpływ na wynik badań pełnych oraz przy okresowej kontroli produkcji w odstępach nie większych niż 3 lata.

Badania niepełne stosuje się przy bieżącej kontroli produkcji oraz przy odbiorze technicznym zabezpieczeń.

### 4.1.2. Badania pełne

**4.1.2.1. Badania pełne centralnego zabezpieczenia wpływowego** polegają na wykonaniu co najmniej następujących badań:

- a) oględziny (4.3.2),
- b) sprawdzenie wymiarów i masy (4.3.3),
- c) sprawdzenie materiałów (4.3.4),

- d) sprawdzenie stopnia ochrony (4.3.5),
- e) sprawdzenie działania za pomocą przycisku próby (4.3.6),
- f) sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej przy symetrycznej zmianie fazowych rezystancji izolacji (4.3.7),
- g) sprawdzenie maksymalnego długotrwałego prądu uszkodzenia przy jednofazowym uszkodzeniu izolacji (4.3.8),
- h) sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej i maksymalnego długotrwałego prądu uszkodzenia w warunkach pracy (4.3.9),
- i) sprawdzenie maksymalnego krótkotrwałego prądu uszkodzenia (4.3.10),
- j) sprawdzenie czasu zadziałania (4.3.11),
- k) sprawdzenie zadziałania przy zwarciach lufkowych (4.3.12),
- l) sprawdzenie napięcia i prądu obwodu pomiarowego (4.3.13),
- m) sprawdzenie błędnych zadziałań (4.3.14),
- n) sprawdzenie izolacji zabezpieczenia (4.3.19),
- o) sprawdzenie odporności na korozję (4.3.20).

**4.1.2.2. Badania pełne blokującego zabezpieczenia wpływowego** polegają na wykonaniu co najmniej następujących badań:

- a) oględziny (4.3.2),
- b) sprawdzenie wymiarów i masy (4.3.3),
- c) sprawdzenie materiałów (4.3.4),
- d) sprawdzenie stopnia ochrony (4.3.5),
- e) sprawdzenie działania za pomocą przycisku próby (4.3.6),
- f) sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej i współczynnika powrotu (4.3.15),
- g) sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej w warunkach pracy (4.3.16),
- h) sprawdzenie napięcia i prądu obwodu pomiarowego (4.3.17),
- i) sprawdzenie błędnych zadziałań (4.3.18),
- j) sprawdzenie izolacji zabezpieczenia (4.3.19),
- k) sprawdzenie odporności na korozję (4.3.20),
- l) sprawdzenie iskrobezpieczeństwa (4.3.21).

### 4.1.3. Badania niepełne

**4.1.3.1. Badania niepełne centralnego zabezpieczenia wpływowego** polegają na wykonaniu następujących badań:

- a) oględziny (4.3.2),
- b) sprawdzenie działania za pomocą przycisku próby (4.3.6),
- c) sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej przy symetrycznej zmianie fazowych rezystancji izolacji (4.3.7),
- d) sprawdzenie maksymalnego długotrwałego prądu uszkodzenia przy jednofazowym uszkodzeniu izolacji (4.3.8),
- e) sprawdzenie maksymalnego krótkotrwałego prądu uszkodzenia (4.3.10),



- f) sprawdzenie czasu zadziałania (4.3.11),
- g) sprawdzenie izolacji zabezpieczenia (4.3.19.1, 4.3.19.2).

**4.1.3.2. Badania niepełne blokującego zabezpieczenia upływowego** polegają na wykonaniu następujących badań:

- a) oględziny (4.3.2),
- b) sprawdzenie działania za pomocą przycisku próby (4.3.6),
- c) sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej i współczynnika powrotu (4.3.15),
- d) sprawdzenie izolacji zabezpieczenia (4.3.19.1, 4.3.19.2).

**4.2. Liczność próbek.** Do badań pełnych należy pobrać sposobem losowym cztery zabezpieczenia tego samego typu spośród co najmniej dziesięciokrotnie większej liczby jednakowych egzemplarzy.

Badaniem niepełnym należy poddać każde wyprodukowane zabezpieczenie.

### 4.3. Opis badań

**4.3.1. Ogólne warunki wykonywania badań.** Badania zabezpieczeń, z wyjątkiem 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, i 4.3.5 oraz badań związanych ze zmianą temperatury lub wilgotności otoczenia, należy przeprowadzić przy temperaturze otoczenia  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  i wilgotności względnej nie większej niż 70%.

Badania centralnych zabezpieczeń upływowych powinny być wykonywane równocześnie z przewidzianym do współpracy urządzeniem kompensującym.

Badania związane z napięciem roboczym, pojemnością oraz rezystancją izolacji sieci lub odcinka sieci należy wykonać w układzie sieci badawczej zasilanej ze źródła o regulowanym napięciu.

W czasie przeprowadzania badań wahania napięcia zasilania sieci i zabezpieczenia nie powinny przekraczać 1%. Asymetria napięć fazowych źródła zasilania sieci nie powinna być większa niż 5%, a zawartość wyższych harmonicznych w napięciu zasilania — nie większa niż 5%.

Pojemność i rezystancję izolacji doziemnej, rozłożone w sieci rzeczywistej wzdłuż sieci, należy odwzorować w sieci badawczej jako skupione za pomocą kondensatorów i rezystorów dekadowych. Kondensatory dekadowe powinny zapewniać stopniową zmianę fazowej pojemności ze skokiem nie większym niż  $0,05 \mu\text{F}$ , a rezystory dekadowe — stopniową zmianę fazowej rezystancji izolacji sieci ze skokiem nie większym niż  $100 \Omega$ .

Do pomiarów wielkości elektrycznych należy użyć mierników elektrycznych co najmniej klasy dokładności 0,5.

**4.3.2. Oględziny.** Należy sprawdzić czy zabezpieczenie odpowiada tym wymaganiom normy, których spełnienie może być stwierdzone bez wy-

konywania prób i pomiarów oraz bez użycia narzędzi. Należy sprawdzić rodzaj, stan, jakość wykonania i wykończenie zabezpieczenia, a w szczególności:

- a) cechowanie (3.16),
- b) konstrukcję osłony z wymaganiami wg 3.2 z wyjątkiem wymagania dotyczącego stopnia ochrony od obcych ciał stałych i wody,
- c) zaciski (3.3),
- d) zabezpieczenie śrub i nakrętek przed odkręcaniem się,
- e) połączenia elektryczne (3.17),
- f) jakość wykonania części zabezpieczenia oraz ich powłok antykorozyjnych (3.5).

Ponadto należy sprawdzić czy dokumentacja towarzysząca zawiera dane wymienione w 3.16.

Wynik oględzin należy uznać za dodatni, jeżeli stwierdzono zgodność wykonania zabezpieczenia z wymaganiami normy i z dokumentacją (3.17).

**4.3.3. Sprawdzenie wymiarów i masy.** Należy sprawdzić:

- a) wymiary gabarytowe i montażowe (3.17),
- b) przekrój przewodów łączeniowych (3.4),
- c) wymiary odstępów izolacyjnych powietrznych i powierzchniowych w powietrzu (3.1.3),
- d) masę przekazywacza (3.17).

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli wartości sprawdzanych wielkości są zgodne z dokumentacją zabezpieczenia i wymaganiami normy.

**4.3.4. Sprawdzenie materiałów.** Należy sprawdzić na podstawie orzeczeń atestowych, a w razie wątpliwości — na podstawie badań identyfikacyjnych, czy materiały z których zostały wykonane części zabezpieczenia są identyczne z podanymi w dokumentacji. W szczególności należy sprawdzić materiały użyte na:

- a) części izolacyjne,
- b) części wiodące prąd (uzwojenia, przewody łączeniowe, połączenia drukowane, styki, zaciski i wtyki),
- c) magnetowody.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli materiały użyte do budowy zabezpieczenia są zgodne z wyszczególnionymi w dokumentacji (3.17).

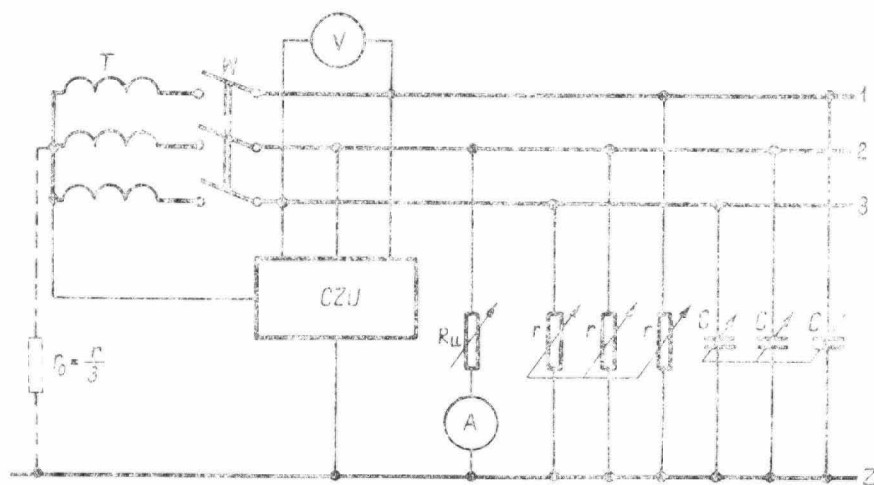
**4.3.5. Sprawdzenie stopnia ochrony** — wg PN-63/E-08106.

**4.3.6. Sprawdzenie działania centralnego lub blokującego zabezpieczenia upływowego za pomocą przycisku próby.** Badane centralne zabezpieczenie upływowe należy włączyć do sieci badawczej jak na rys. 2, a blokujące zabezpieczenie upływowe do układu badawczego jak na rys. 6 w p. 4.3.15. Sieć badawczą oraz zabezpieczenie należy zasilic

napięciem znamionowym, podanym w dokumentacji. Położenie zabezpieczenia powinno być zgodne z zaleceniami wytwórcy. Badanie wykonuje się przy rezystancji izolacji sieci i rezystancji jednofazowego uszkodzenia równych nieskończoności oraz pojemności sieci równej zero.

skokiem nie większym niż 1% rezystancji pomiarowej, określonej w dokumentacji.

Z przeprowadzonych co najmniej trzech kolejnych prób należy określić najmniejszą wartość rezystancji rozruchu zabezpieczenia, a na podstawie otrzymanego wyniku, obliczyć maksymalny



Rys. 2

CZU — centralne zabezpieczenie upływowe,  $r$  — rezystory imitujące rezystancję izolacji sieci,  $C$  — kondensatory imitujące pojemność sieci,  $R_u$  — rezystor imitujący rezystancję uszkodzenia.

Naciskając przycisk próby zabezpieczenia należy określić, czy nastąpiło zadziałanie zabezpieczenia i jego wskaźnika zadziałania.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli przy wykonaniu co najmniej 3 kolejnych prób włączenia przycisku próby, każdorazowo nastąpi zadziałanie zabezpieczenia i jego wskaźnika zadziałania.

**4.3.7. Sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej centralnego zabezpieczenia upływowego przy symetrycznej zmianie fazowych rezystancji izolacji.** Badanie wykonuje się w sieci badawczej jak na rys. 2. Przygotowanie zabezpieczenia do badań oraz zasilanie sieci i zabezpieczenia jak w 4.3.6.

Dla fazowej pojemności sieci równej zero i rezystancji jednofazowego uszkodzenia równej nieskończoności należy określić wartość rezystancji rozruchu zabezpieczenia przy symetrycznym zmniejszaniu fazowych rezystancji izolacji, począwszy od wartości nie wywołujących zadziałania zabezpieczenia.

Dopuszcza się wykonywanie badań imitując zmianę fazowych rezystancji izolacji rezystorem włączonym między ziemię i punkt gwiazdowy uzwojeń transformatora zasilającego sieć badawczą.

Zmniejszanie fazowych rezystancji izolacji należy dokonywać płynnie lub stopniowo, jednak ze

uchyb rezystancji pomiarowej.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli maksymalny uchyb rezystancji pomiarowej nie przekracza wartości podanej w 3.8.1a).

**4.3.8. Sprawdzenie maksymalnego długotrwałego prądu uszkodzenia przy jednofazowym uszkodzeniu izolacji.** Badanie wykonuje się w sieci badawczej jak na rys. 2. Przygotowanie zabezpieczenia do badań oraz zasilanie zabezpieczenia i sieci jak w 4.3.6.

Badania należy przeprowadzić dla fazowej rezystancji izolacji sieci równej nieskończoności oraz różnych wartości pojemności sieci zawartych w przedziale od 0 do pojemności maksymalnej. Między jedną z faz sieci i ziemię należy włączyć amperomierz połączony szeregowo z rezystorem dekadowym imitującym rezystancję jednofazowego uszkodzenia.

W przypadku zabezpieczeń współpracujących z urządzeniem kompensującym, reaktancję indukcyjną dławika kompensacyjnego należy doregulować tak, aby był spełniony warunek rezonansu z włączoną pojemnością sieci.

Zmniejszając rezystancję jednofazowego uszkodzenia, począwszy od wartości nie wywołujących zadziałania zabezpieczenia, należy określić wartość rezystancji rozruchu i odpowiadającą jej wartość maksymalnego długotrwałego prądu uszkodzenia.

Na podstawie otrzymanych wyników badania zaleca się sporządzić tablice lub wykresy ujmujące zależność najmniejszej wartości rezystancji rozruchu przy jednofazowym uszkodzeniu izolacji i maksymalnego długotrwałego prądu uszkodzenia, od wartości pojemności sieci.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli wartości określanych wielkości spełniają wymagania podane w 3.7.1.

**4.3.9. Sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej centralnego zabezpieczenia upływowego i maksymalnego długotrwałego prądu uszkodzenia w warunkach pracy.** Badania wykonuje się umieszczając zabezpieczenie w termostacie zapewniającym osiągnięcie i utrzymanie stałej minimalnej i maksymalnej temperatury wg 1.3 z dokładnością  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Zabezpieczenie należy umocować na konstrukcji umożliwiającej odchylenie zabezpieczenia o kąt  $15^{\circ}$  w dowolnym kierunku od osi głównych. Zabezpieczenie należy włączyć do sieci badawczej jak na rys. 2 o pojemności równej pojemności maksymalnej.

Badania obejmują określenie wartości rezystancji rozruchu wg 4.3.7 oraz wartości rezystancji rozruchu i maksymalnego prądu uszkodzenia długotrwałego wg 4.3.8 przy:

a) odchyleniach głównych osi zabezpieczenia o kąt  $15^{\circ}$  do przodu, do tyłu, w lewo oraz w prawo, przy zasilaniu sieci i zabezpieczenia napięciem znamionowym i temperaturze otoczenia zabezpieczenia  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ,

b) najmniejszej i największej temperaturze otoczenia wg 1.3, przy zasilaniu sieci i zabezpieczenia napięciem znamionowym i normalnym położeniu zabezpieczenia,

c) napięciach zasilania sieci i zabezpieczenia równych 0,8 i 1,1 napięcia znamionowego oraz

tych wartościach temperatury otoczenia i kierunkach odchylenia zabezpieczenia dla których określono najmniejszą wartość rezystancji rozruchu i największą wartość maksymalnego długotrwałego prądu uszkodzenia.

Na podstawie otrzymanych wyników należy obliczyć maksymalny uchyb rezystancji pomiarowej.

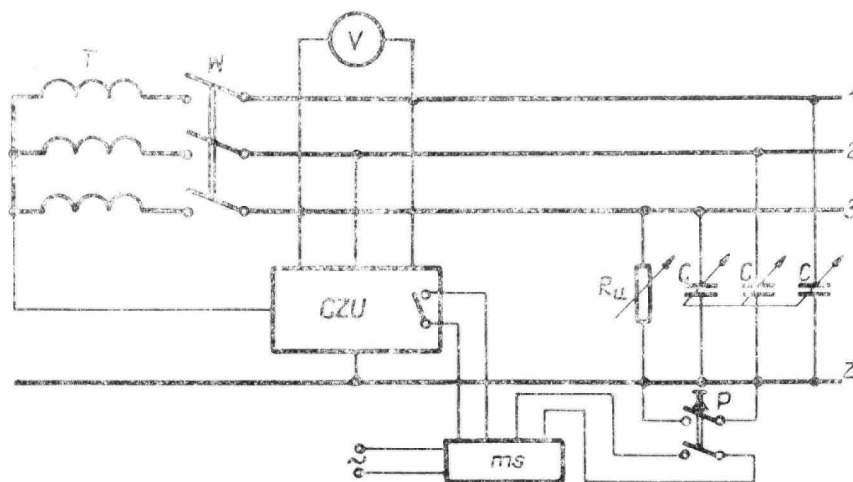
Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli maksymalny uchyb rezystancji pomiarowej i maksymalny długotrwały prąd uszkodzenia spełniają wymagania wg 3.8.1b) i 3.7.1.

**4.3.10. Sprawdzenie maksymalnego krótkotrwałego prądu uszkodzenia.** Zabezpieczenie należy włączyć do sieci badawczej zgodnie z rys. 2. Sieć oraz zabezpieczenie należy zasilić napięciem równym 1,1 napięcia znamionowego. Maksymalny krótkotrwały prąd uszkodzenia określa się w obwodzie jednofazowego uszkodzenia, o rezystancji uszkodzenia równej  $1000 \Omega$ . Pomiary wartości prądu należy przeprowadzić dla różnych wartości pojemności sieci w zakresie od 0 do pojemności maksymalnej, przy rezystancji izolacji sieci równej rezystancji pomiarowej. Reaktancję indukcyjną dławika kompensacyjnego należy doregulować do rezonansu z włączoną pojemnością sieci.

Na podstawie otrzymanych wyników badania zaleca się sporządzić tablice lub wykresy ujmujące zależność maksymalnego krótkotrwałego prądu uszkodzenia od pojemności sieci.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli największa wyznaczona wartość maksymalnego prądu uszkodzenia nie przekracza wartości podanej w 3.13.

**4.3.11. Sprawdzenie czasu zadziałania centralnego zabezpieczenia upływowego.** Zabezpieczenie należy włączyć do sieci badawczej zgodnie z rys. 3.



BN-74/3008-02-3

Rys. 3

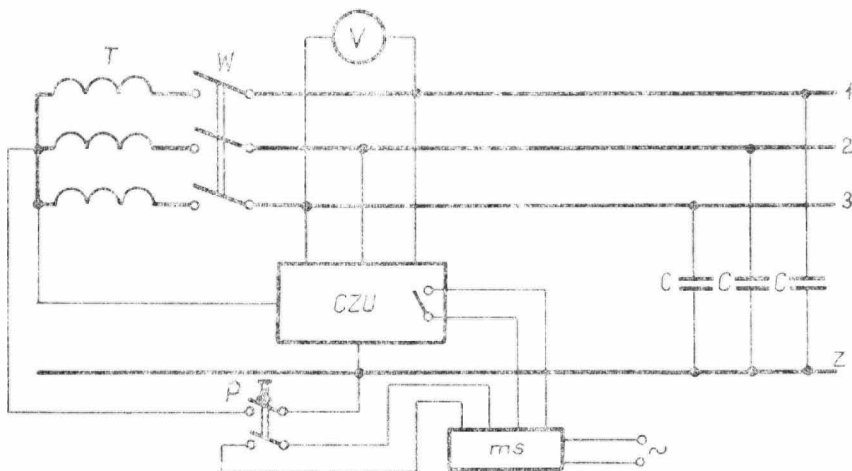
CZU — centralne zabezpieczenie upływowo, ms — milisekundomierz, P — przycisk, C — kondensatory imitujące pojemność sieci,  $R_u$  — rezystor imitujący rezystancję uszkodzenia.

Sprawdzenia czasu zadziałania należy dokonać dla napięcia zasilania sieci i zabezpieczenia równych 0,8 i 1,1 wartości napięcia znamionowego. Czas zadziałania należy mierzyć za pomocą oscylografu lub milisekundomierza, zapewniających pomiar z dokładnością do 0,005 s.

Czas zadziałania zabezpieczenia należy określić dla skokowego (zamknięcia przycisku P) wystąpienia jednofazowego uszkodzenia o rezystancji 1000  $\Omega$ , przy pojemności sieci równej pojemności maksymalnej i rezystancji izolacji równej nieskończoności.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli największy czas zadziałania zabezpieczenia wyznaczony w co najmniej 5 kolejnych pomiarach nie przekracza wartości podanej w 3.11.

**4.3.12. Sprawdzenie zadziałania centralnego zabezpieczenia upływowego przy zwarciu łukowym.** Zabezpieczenie należy włączyć do sieci badawczej zgodnie z rys. 4.



BN-74/3008-02-4

Rys. 4

CZU — centralne zabezpieczenie upływowe, ms — milisekundomierz, P — przycisk, C — kondensatory imitujące pojemność sieci.

Sieć i zabezpieczenie należy zasilić napięciem o wartości równej 0,6 napięcia znamionowego. Badania należy przeprowadzić przy rezystancji izolacji sieci równej nieskończoności i pojemności sieci równej wartości pojemności maksymalnej. Dopuszcza się imitować zwarcie łukowe skokowym bezoporowym zwarcie z ziemią punktu gwiazdowego uzwojeń transformatora zasilającego sieć badawczą. Pomiar czasu zadziałania zabezpieczenia należy przeprowadzić przyrządami jak w 4.3.11.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli największy czas zadziałania zabezpieczenia wyznaczony w co najmniej 5 kolejnych pomiarach spełnia wymagania wg 3.11.

**4.3.13. Sprawdzenie napięcia i prądu obwodu pomiarowego centralnego zabezpieczenia upływowego.** Badanie należy przeprowadzić dla wyłączoności z sieci badawczej zabezpieczenia zasilanego napięciem równym 1,1 wartości napięcia znamionowego.

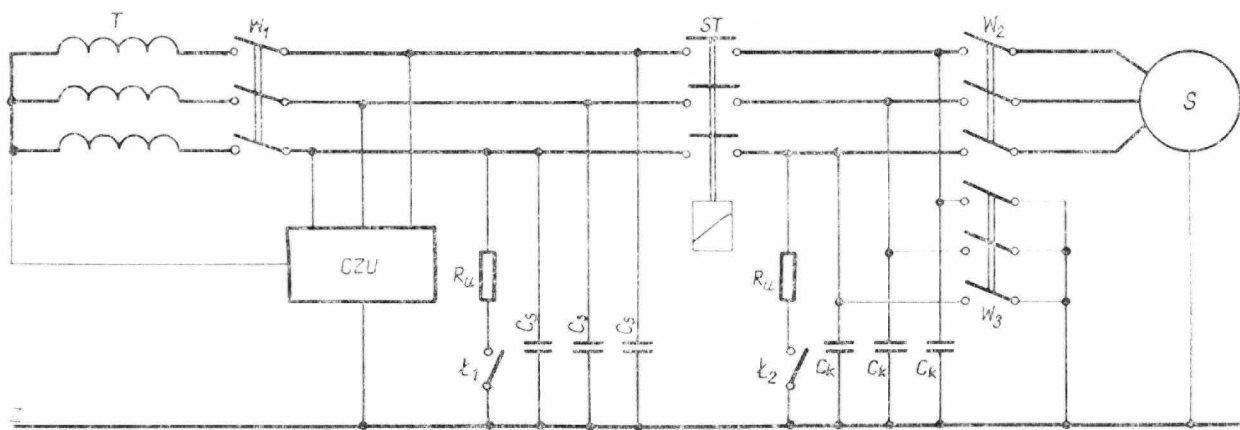
Pomiar napięcia obwodu pomiarowego zabezpieczenia należy przeprowadzić za pomocą woltomierza włączonego między zaciski wyjściowe obwodu pomiarowego i zacisk uziemienia zabezpieczenia. Pomiar prądu w obwodzie pomiarowym zabezpieczenia należy przeprowadzić za pomocą amperomierza połączony szeregowo z rezystorem o rezystancji równej wartości rezystancji pomiarowej zabezpieczenia. Sposób włączenia ampe-

romierza do obwodu pomiarowego zabezpieczenia — identyczny jak woltomierza.

Rezystancja wewnętrzna woltomierza nie powinna być mniejsza niż 20 k $\Omega$ /V, a rezystancja wewnętrzna amperomierza — nie większa niż 100  $\Omega$ .

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli zmierzone wartości napięcia i prądu spełniają wymagania wg 3.10.1.

**4.3.14. Sprawdzenie błędnych zadziałań centralnego zabezpieczenia upływowego.** Badania należy przeprowadzić w układzie wg rys. 5.



Rys. 5

CZU — centralne zabezpieczenie upływowe, ST — łącznik stycznikowy, S — silnik,  $I_1, I_2$  — łączniki pomocnicze,  $R_u$  — rezystor imitujący rezystancję uszkodzenia,  $C_s$  — kondensatory imitujące pojemność sieci,  $C_k$  — kondensatory imitujące pojemność odcinka sieci.

Sieć badawcza i zabezpieczenie powinny być zasilane napięciem znamionowym z transformatora o mocy nie mniejszej niż 200 kVA. Do sieci należy włączyć zahamowany silnik asynchroniczny klatkowy o mocy nie mniejszej niż 75 kW, sterowany łącznikiem stycznikowym. Zamykanie i otwieranie stycznika powinno następować z częstotścią łączeń do 120/h, przy czym czas zamknięcia stycznika nie powinien być mniejszy niż 0,5 s.

Dla pojemności sieci  $C_0$  równych  $C_{0\min}$ ;  $0,5 C_{0\max}$  i  $C_{0\max}$  (symetrycznych fazowych pojemności sieci  $C$  równych  $C_{\min}$ ;  $0,5 C_{\max}$  i  $C_{\max}$ ) należy przeprowadzić 4 serie badań:

a) przy włączonej do sieci pojemności  $C_s = C - C_k$  i rezystancji jednofazowego uszkodzenia o wartości 1,5 rezystancji pomiarowej, należy dokonać 100 cykli włączenia i wyłączenia zahamowanego silnika i pojemności  $C_k = C_{\min}$ ,

b) przy włączonej do sieci pojemności doziemnej  $C_s = C - C_k$  należy dokonać 100 cykli włączenia i wyłączenia zahamowanego silnika wraz z pojemnością  $C_k = C_{\min}$  i rezystancją jednofazowego uszkodzenia o wartości 1,5 rezystancji pomiarowej,

c) przy włączonej do sieci pojemności  $C_s = C$  należy dokonać przy odłączonym silniku 100 cykli włączenia i wyłączenia i rezystancji jednofazowego uszkodzenia o wartości 1,5 rezystancji pomiarowej.

d) przy włączonej do sieci pojemności  $C_s = C_{\min}$ , należy dokonać przy odłączonym silniku 100 cykli włączenia i wyłączenia pojemności  $C_k = 0,5 C_{\max}$

Po każdym 15 cyklach włączenia i wyłączenia odcinka sieci, należy przeprowadzić rozładowanie pojemności  $C_k$ .

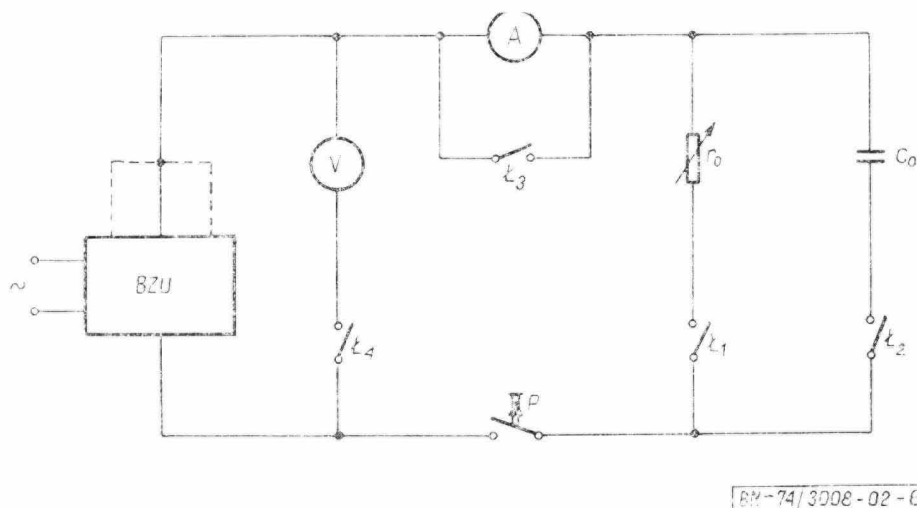
Dla zabezpieczeń upływowych sieci o napięciu znamionowym większym niż 220 V przeprowadza się wszystkie cztery serie badań. Dla zabezpieczeń upływowych sieci o napięciu znamionowym do 220 V przeprowadza się dwie serie badań wg poz. c) i d).

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli w każdej serii badań liczba błędnych zdarzeń zabezpieczenia nie będzie większa niż 1.

**4.3.15. Sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej i współczynnika powrotu blokującego zabezpieczenia upływowego.** Badania należy przeprowadzić w układzie wg rys. 6. Zabezpieczenie ustawione w położeniu normalnym należy zasilić napięciem znamionowym określonym w dokumentacji.

Badanie przeprowadza się dla pojemności  $C_0$  równej zero i regulowanej wartości rezystancji  $r_0$ , które odzwierciedlają w układzie pojemność i rezystancję izolacji doziemnej odcinka sieci. Amperomierz i woltomierz należy odłączyć od układu przez odpowiednie ustawienie łączników pomocniczych. Na początku badań wartość rezystancji  $r_0$  należy dobrać tak, aby zamknięcie przycisku P nie powodowało zadziałania zabezpieczenia. Zmniejszając stopniowo rezystancję  $r_0$  ze skokiem nie większym niż 100  $\Omega$  i zamykając po każdej zmianie wartości rezystancji przycisk P, należy wyznaczyć wartość rezystancji rozruchu zabezpieczenia.





BN-74/3008-02-6

Rys. 6

BZU — blokujące zabezpieczenie upływowe,  $r_0$  — rezystor imitujący rezystancję izolacji odcinka sieci,  $C_0$  — kondensator imitujący pojemność odcinka sieci,  $L_1 \div L_4$  — łączniki pomocnicze, P — przycisk.

Z przeprowadzonych co najmniej trzech kolejnych prób należy określić najmniejszą wartość rezystancji rozruchu zabezpieczenia, a na podstawie otrzymanego wyniku, obliczyć maksymalny uchyb rezystancji pomiarowej.

Wartość rezystancji powrotu zabezpieczenia należy wyznaczyć przy zamkniętym przycisku P, zwiększając stopniowo rezystancję  $r_0$  od wartości nie większej niż rezystancja pomiarowa do wartości przy której nastąpi powrót zabezpieczenia.

Do obliczenia współczynnika powrotu należy przyjąć największą wartość rezystancji powrotu wyznaczoną w co najmniej 3 kolejnych pomiarach.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli maksymalny uchyb rezystancji pomiarowej spełnia wymaganie 3.8.2a), a współczynnik powrotu wymaganie 3.9.

**4.3.16. Sprawdzenie uchybu rezystancji pomiarowej blokującego zabezpieczenia upływowego w warunkach pracy.** Przygotowanie zabezpieczenia do badań wg 4.3.9. Zabezpieczenie należy włączyć do układu badawczego jak na rys. 6. Badania przeprowadza się dla pojemności  $C_0$  równej zero.

Badania obejmują określenie rezystancji rozruchu wg 4.3.15 przy:

a) odchyleniach głównych osi zabezpieczenia o kąt  $15^\circ$  do przodu, do tyłu, w lewo i w prawo, przy zasilaniu zabezpieczenia napięciem znamionowym i temperaturze otoczenia zabezpieczenia  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ,

b) najmniejszej i największej temperaturze otoczenia zabezpieczenia wg 1.3, przy zasilaniu zabezpieczenia napięciem znamionowym i normalnym położeniu zabezpieczenia,

c) napięciach zasilania zabezpieczenia równych 0,8 i 1,1 wartości napięcia znamionowego oraz tych wartościach temperatury otoczenia i kierunkach odchylenia zabezpieczenia dla których określono najmniejszą wartość rezystancji rozruchu.

Na podstawie otrzymanych wyników należy obliczyć maksymalny uchyb rezystancji pomiarowej.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli maksymalny uchyb rezystancji pomiarowej spełnia wymaganie wg 3.8.2b).

**4.3.17. Sprawdzenie napięcia i prądu obwodu pomiarowego blokującego zabezpieczenia upływowego.** Badania należy przeprowadzić w układzie wg rys. 6, zasilając zabezpieczenie napięciem o wartości 1,1 napięcia znamionowego. Należy określić napięcie zasilania obwodu pomiarowego zabezpieczenia przy odłączonej pojemności  $C_0$  i rezystancji  $r_0$ , oraz prąd zwarcia obwodu pomiarowego przy odłączonej pojemności  $C_0$  i włączonej rezystancji  $r_0$  równej zero. Rezystancja wewnętrzna przyrządów pomiarowych, woltomierza i amperomierza jak w 4.3.13. Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli wartości określanych wielkości spełniają wymagania 3.10.2.

**4.3.18. Sprawdzenie błędnych zdziałań blokującego zabezpieczenia upływowego.** Badania należy przeprowadzić przy napięciu zasilania równym 1,1 napięcia znamionowego i normalnym położeniu zabezpieczenia.

Sprawdzenie błędnych zdziałań zabezpieczenia pod wpływem krótkotrwałych impulsów prądu, uwarunkowanych pojemnością sieci oraz SEM niestłumionego pola elektromagnetycznego silnika,

należy przeprowadzić przy współpracy zabezpieczenia z łącznikiem manewrowym. Łącznikiem należy dokonywać włączeń i wyłączeń odcinka sieci o pojemności  $0,45 \mu\text{F}$  z rezystancją jednofazowego uszkodzenia o wartości  $1,5$  rezystancji pomiarowej wraz z obciążonym asynchronicznym silnikiem klatkowym o mocy nie mniejszej niż  $75 \text{ kW}$ .

Sprawdzenie błędnych zdarzeń zabezpieczenia przy włączaniu obwodu pomiarowego do odcinka sieci, należy przeprowadzić w układzie wg rys. 6. Sprawdzenie polega na włączaniu przyciskiem  $P$  do obwodu pomiarowego zabezpieczenia pojemności o wartości  $0,45 \mu\text{F}$  i rezystancji o wartości  $1,5$  rezystancji pomiarowej.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli przy przeprowadzeniu 20 prób liczba błędnych zdarzeń będzie nie większa niż 1.

#### 4.3.19. Sprawdzenie izolacji zabezpieczenia

**4.3.19.1. Pomiar rezystancji izolacji.** Zabezpieczenie przed pomiarem powinno pozostawać co najmniej przez 24 h w pomieszczeniu o temperaturze  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  i wilgotności względnej powietrza  $70 \pm 5\%$ .

Rezystancję izolacji należy mierzyć megaomierzem o napięciu jak w 3.14. Wynik pomiaru należy uznać za dodatni, jeżeli rezystancja izolacji odpowiada wymaganiom 3.14.

**4.3.19.2. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji.** Sprawdzenie należy wykonać napięciem probierczym przemiennym o częstotliwości  $50 \text{ Hz}$ , praktycznie sinusoidalnym uzyskanym ze źródła o mocy co najmniej  $0,5 \text{ kVA}$ , o wartości równej znamionowemu napięciu probierczemu wg 3.1.3.

Urządzenie probiercze powinno umożliwiać nastawienie wartości napięcia probierczego z dokładnością nie mniejszą niż  $\pm 3\%$ .

Elementy podlegające pod względem wytrzymałości elektrycznej izolacji innym normom (np. transformatory, przyrządy pomiarowe, przyrządy półprzewodnikowe, łączniki pomocnicze, przekazy, oprawki, żarówki) znajdujące się w obwodach pomocniczych zabezpieczenia mogą zostać odłączone przed badaniem izolacji tych obwodów i mogą być zbadane wg odpowiednich norm.

W badaniach pełnych sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji zabezpieczenia wykonuje się po klimatyzacji jak w 4.3.19.3, w badaniach niepełnych dopuszcza się wykonanie sprawdzenia po klimatyzacji jak w 4.3.19.1.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni jeżeli w czasie sprawdzenia nie nastąpiło przebicie izolacji, ani przeskok w powietrzu lub po powierzchni materiału izolacyjnego.

Występujące w czasie którejkolwiek próby wyładowania niezupełne nie stanowią przeszkody w uznaniu wyników badania za dodatnie, jeżeli obniżenie doprowadzonego napięcia probierczego do  $0,8$  jego wartości znamionowej powoduje zanik dostrzegalnych objawów tych wyładowań (światlenia, trzasków).

**4.3.19.3. Sprawdzenie odporności izolacji na wilgoć.** Zabezpieczenie po zdjęciu względnie otwarciu pokrywy osłony należy umieścić w higroście, w położeniu przewidzianym do eksploatacji. Wilgotność powietrza w higroście powinna wynosić  $97 \div 100\%$  przy temperaturze  $35 \pm 5^\circ\text{C}$ . Po upływie 168 h należy zabezpieczenie wyjąć z higrostatu i natychmiast zmierzyć megaomierzem rezystancję izolacji, przy czym dopuszcza się przed pomiarem rezystancji izolacji usunięcie wody kondensacyjnej przez strząśnięcie lub osuszenie bibułą, bez wycierania zabezpieczenia. W czasie nie dłuższym niż 24 h od chwili wyjęcia zabezpieczenia z higrostatu i jego przebywania (przy otwartej pokrywie osłony) w warunkach wg 4.3.19.1 należy go poddać (przy zamkniętej pokrywie osłony) sprawdzeniu wytrzymałości elektrycznej izolacji wg 4.3.19.2.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni jeżeli:

- oględziny nie wykazały jakichkolwiek uszkodzeń, spęczeń lub zniekształceń elementów izolacyjnych zabezpieczenia,

- rezystancja izolacji odpowiada wymaganiom 3.14,

- wynik sprawdzenia wytrzymałości elektrycznej izolacji był dodatni.

**4.3.20. Sprawdzenie odporności na korozję.** Po zdjęciu pokrywy osłony, zabezpieczenie należy umieścić wraz z osłoną w higroście o wilgotności względnej powietrza  $93 \div 100\%$  i temperaturze  $35 \pm 5^\circ\text{C}$ .

Po upływie 168 h zabezpieczenie należy wyjąć z higrostatu i dokonać oględzin. W przypadkach wątpliwych należy sprawdzić odporność styków na korozję przez pomiar rezystancji zestykowej metodą techniczną, przy napięciu źródła  $0,5 \text{ V}$  i prądzie nie przekraczającym znamionowej obciążalności cieplnej trwałej podanej w dokumentacji.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli oględziny nie wykażą występowania na powierzchni części metalowych śladów korozji, a zmierzona wartość rezystancji zestykowej nie przekracza  $0,1 \Omega$ .

**4.3.21. Sprawdzenie iskrobezpieczności obwodu pomiarowego blokującego zabezpieczenia upływowego** — wg PN-72/E-08107.

**4.4. Ocena wyników badań.** Wynik badań pełnych należy uznać za dodatni, jeżeli wszystkie badania wymienione w 4.1.2 dadzą wynik dodatni.

Jeżeli jedno z badanych zabezpieczeń nie przejdzie z wynikiem dodatnim najwyższej jednego badania, to badanie to można powtórzyć na dwóch zabezpieczeniach rezerwowych. Jeżeli wynik badania będzie dla zabezpieczeń rezerwowych dodat-

ni, to wynik badań pełnych można uznać za dodatni, ale tylko wówczas, gdy przyczyną pierwszego wyniku ujemnego była ukryta wada materiałowa lub przypadkowy błąd montażowy.

Wynik badań niepełnych należy uznać za dodatni, jeżeli wszystkie badania wymienione w 4.1.3 dadzą wynik dodatni.

K O N I E C

#### INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Zakłady Konstrukcyjno-Mechaniczne Przemysłu Węglowego, Gliwice.

##### 2. Normy związane

PN/E-05050 — projekt Przepisy budowy urządzeń elektrycznych w podziemiach kopalń

PN-71/E-03150 Łączniki mechanizmowe niskonapięciowe. Ogólne wymagania i badania

PN-63/E-08106 Osłony urządzeń elektroenergetycznych. Stopnie ochrony przed dotknięciem, przedostaniem się obcych ciał stałych oraz wody. Wymagania i badania techniczne

PN-72/E-03107 Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe. Urządzenia iskrobezpieczne. Ogólne wymagania i badania

PN-72/E-03110 Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe. Wymagania i badania wspólne dla różnych rodzajów budowy

PN-72/E-03116 Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe. Urządzenia z osłoną ognioszczelną. Ogólne wymagania i badania

PN-70/E-80500 Przekładniki elektroenergetyczne elektryczne. Ogólne wymagania i badania

PN-70/E-38504 Przekładniki pośredniczące i sygnałowe. Ogólne wymagania i badania

PN-67/E-88507 Przekładniki pośredniczące i czasowe do automatyki przemysłowej. Wymagania i badania

##### 3. Załączania międzynarodowe

RWPG RS 3142-71 Urządzenia zabezpieczające przed niebezpiecznymi skutkami upływu prądu do ziemi w kopalnianych sieciach elektrycznych z izolowanym punktem zerowym o napięciu do 1000 V. Wymagania techniczne i metody badań

4. Autor projektu normy — mgr inż. Witold Beżek — Zakłady Konstrukcyjno-Mechaniczne Przemysłu Węglowego.