

ENERGOELEKTRYKA	NORMA BRANŻOWA	BN-77
	Maszyny elektryczne wirujące Prądnice synchroniczne do zespołów spalinowo- -elektrycznych Wymagania i badania	3016-13
		Grupa katalogowa VI 62

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wymagania i badania dotyczące prądnic synchronicznych, jedno- i trójfazowych, przeznaczonych do pracy w zespołach spalinowo-elektrycznych o mocy od 0,4 do 100 kVA i o znamionowych prędkościach obrotowych 300, 1500 i 1000 obr/min przy znamionowej częstotliwości 50 Hz.

1.2. Zakres stosowania normy. Postanowienia normy należy stosować do prądnic synchronicznych z układem stabilizacji napięcia, w rozwiązaniu szczotkowym (bez wzбудnicy i z wzбудnicą) oraz bezszczotkowym z wzбудnicą bezkomutatorową.

Dopuszcza się stosowanie postanowień normy do prądnic o znamionowej częstotliwości 60 Hz pod warunkiem uzgodnienia danych znamionowych między wytwórcą i zamawiającym.

Postanowień normy nie należy stosować do prądnic z magnesami trwałymi, reluktacyjnymi i indukcyjnymi.

1.3. Normalne środowiskowe warunki pracy

- zakres temperatur otoczenia $-25 \pm 40^{\circ}\text{C}$,
- wilgotność względna $65 \pm 5\%$ przy 40°C lub $95 \pm 3\%$ przy 20°C ,
- wysokość zainstalowania - do 1000 m n.p.m.

Prądnice mogą pracować w warunkach innych od podanych wyżej, przy czym należy określić zmienioną wartość obciążenia.

1.4. Określenia

1.4.1. Uzwojenie sterujące - uzwojenie wzбудzenia wzбудnicy umieszczone na jej stojanie.

1.4.2. Wynikowa charakterystyka biegu jałowego prądnicy wraz z wzбудnicą - zależność napięcia międzyprzewodowego uzwojenia twornika prądnicy od prądu uzwojenia sterującego wzбудnicy, przy nieobciążonej prądnicy wirującej ze znamionową prędkością obrotową.

1.4.3. Wynikowa charakterystyka ustalonego zwarcia symetrycznego prądnicy wraz z wzбудnicą - zależność ustalonego prądu zwarcia symetrycznego w uzwojeniu twornika prądnicy trójfazowej od prądu w uzwojeniu sterującym wzбудnicy, przy znamionowej prędkości obrotowej.

1.4.4. Wynikowa charakterystyka regulacji prądnicy wraz z wzбудnicą - zależność prądu uzwojenia sterującego wzбудnicy od prądu twornika prądnicy przy znamionowych wartościach napięcia współczynnika mocy i znamionowej prędkości obrotowej.

1.4.5. Charakterystyka stabilizacji napięcia prądnicy wraz z układem stabilizacji napięcia - zależność między napięciem międzyprzewodowym a prądem obciążenia prądnicy w zakresie od biegu jałowego do określonego prądu obciążenia przy stałym współczynniku mocy, stałej prędkości obrotowej, praktycznie ustalonym stanie termicznym prądnicy, wzбудnicy i układu stabilizacji napięcia, przy czym prąd wzbudzenia prądnicy wynika jedynie z działania układu stabilizacji napięcia bez jakiegokolwiek ingerencji z zewnątrz na układ stabilizacji i wzbudzenia.

1.4.6. Górna (dolna) wartość napięcia stabilizowanego prądnicy największe (najmniejsze) napięcia międzyprzewodowe występujące w zakresie obciążeń od biegu jałowego do obciążenia znamionowego przy współczynniku mocy z zakresu od 1 do wartości znamionowej, zmianach termicznych od stanu zimnego do nagrzanego, zmianach częstotliwości wynikających z 5-procentowych zmian prędkości obrotowej silnika napędowego, po nastawieniu w stanie zimnym prądnicy napięcia na wartość znamionową, przy biegu jałowym i znamionowej prędkości obrotowej, bez późniejszej ingerencji z zewnątrz na układ stabilizacji i wzbudzenia.

1.4.7. Znamionowa dokładność stabilizacji napięcia prądnicy wraz z układem stabilizacji napięcia δ_{un} - wyrażony w procentach napięcia znamionowego uchyb stabilizacji równy większej z dwóch wartości bezwzględnych róż-

Zgłoszona przez Branżowy Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Maszyn Elektrycznych
Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Maszyn i Aparatów Elektrycznych „Emia” dnia 14 października 1977 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1978 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 35/1977 poz. 118)

nic górnej lub dolnej wartości napięcia stabilizowanego i napięcia znamionowego wg wzoru

$$\delta_{un} = \sup(a, b) \quad (1)$$

przy czym

$$a = \frac{U_g - U_n}{U_n} \cdot 100 \quad (2)$$

$$b = \frac{U_d - U_n}{U_n} \cdot 100 \quad (3)$$

gdzie:

U_n - napięcie znamionowe, V,

U_g - górna wartość napięcia stabilizowanego, V,

U_d - dolna wartość napięcia stabilizowanego, V.

Znamionową dokładność stabilizacji napięcia podaje się z poprzedzającym znakiem \pm , np. $\delta_{us} = \pm 2,5\%$.

1.4.8. Dokładność stabilizacji napięcia w specjalnych warunkach δ_{us} - dokładność stabilizacji napięcia określona w zakresie napięć, obciążeń i współczynników mocy uzgodnionych między wytwórcą i zamawiającym.

1.4.9. Odpowiedź prądnic na obciążenie (odciążenie) udarowe - wyrażona w funkcji czasu obwiednia funkcji napięcia prądnic, określona jako średnia dla dodatnich i ujemnych amplitud funkcji napięcia, a w przypadku prądnic trójfazowych również jako średnia napięć międzyprzewodowych wszystkich trzech faz, występująca po nagłym przyłączeniu (odłączeniu) odbiornika obciążającego na zaciski nieobciążonej (od zacisków) prądnicy, przy działającym układzie stabilizacji napięcia, znamionowej prędkości obrotowej przed udarowym obciążeniem (odciążeniem) i w stanie nagrzanym prądnicy.

1.4.10. Udarowy spadek napięcia prądnicy po obciążeniu udarowym - wyrażona w procentach napięcia znamionowego różnica między napięciem biegu jałowego występującym bezpośrednio przed udarowym obciążeniem a najmniejszym napięciem odczytanym z wyskalowanej w wartościach skutecznych odpowiedzi prądnicy na obciążenie udarowe.

1.4.11. Udarowy podskok napięcia prądnicy po odciążeniu udarowym - różnica między największym napięciem odczytanym z wyskalowanej w wartościach skutecznych odpowiedzi prądnicy na odciążenie udarowe a napięciem na zaciskach prądnicy.

1.4.12. Czas odbudowy napięcia po udarowym obciążeniu (odciążeniu) prądnicy - czas liczony od chwili nagłego przyłączenia (odłączenia) odbiornika obciążającego do chwili, w której odpowiedź prądnicy po przejściu przez najniższą (najwyższą) w stanie nieustalonym wartość napięcia osiągnie po raz pierwszy wartość z przedziału ± 2

($\delta_{un} + 0,5\%$) w odniesieniu do napięcia przed udarowym obciążeniem (odciążeniem) prądnicy.

1.4.13. Czas stabilizacji napięcia po udarowym obciążeniu (odciążeniu) prądnicy - czas liczony od chwili nagłego przyłączenia (odłączenia) odbiornika obciążającego do chwili ostatniego przeregulowania odpowiedzi poza przedział $\pm 2 (\delta_{un} + 0,5\%)$ napięcia przed udarowym obciążeniem (odciążeniem) prądnicy.

W przypadku odpowiedzi aperiodycznej czas stabilizacji napięcia jest równy czasowi odbudowy napięcia.

1.4.14. Klasa stabilizacji dynamicznej US - zespół danych charakteryzujących odpowiedź prądnicy, pracującej wraz z układem stabilizacji napięcia, na obciążenie i odciążenie udarowe, która charakteryzuje się udarowym spadkiem napięcia nie większym niż 15% i udarowym podskokiem napięcia nie większym niż 20% napięcia znamionowego.

1.4.15. Współczynnik zniekształcenia krzywej napięcia - wyrażony w procentach iloraz wartości skutecznej wyższych harmonicznych i harmonicznej podstawowej krzywej napięcia wg wzoru

$$k = \frac{\sqrt{\sum_{v=2}^{v=N} U_v^2}}{U_1} \cdot 100 \quad (4)$$

w którym:

k - współczynnik zniekształcenia krzywej napięcia, %,

U_v - poszczególne harmoniczne - wartości skuteczne lub amplitudy, V,

U_1 - podstawowa harmoniczna - wartość skuteczna lub amplituda, V.

1.4.16. Pozostałe określenia - wg PN-72/E-06000.

2. WYMAGANIA

2.1. Dane znamionowe - wg tabl. 1.

2.2. Praca prądnic w stanie nagrzanym przy napięciu różniącym się od znamionowego - wg PN-72/E-06000 p. 2.1.7.

2.3. Czas odbudowy i stabilizacji napięcia. W przypadku gdy przed udarowym obciążeniem napięcie i prędkość obrotowa były równe wartościom znamionowym, a załączony prąd udarowy ma wartość zgodną podaną w tabl. 2, przy $\cos \varphi_{ud} = 0,4$ czas odbudowy, stabilizacji napięcia dla prądnic poszczególnych klas stabilizacji dynamicznej nie powinny być większe od podanych w tabl. 2.

Tablica 1

δ_{un} lub δ_{us} , %	5; 2,5; 1,5; 1; 0,5				
Prędkość obrotowa znamionowa obr/min	3000		1500		1000
Liczba faz	3	1	3	1	3
Napięcie znamionowe, V	400/390/	230/225/	400/390	230/225/	400/390
Moc znamionowa kVA	4,0	0,4	10,0	4	20
	4,5	0,6	12,5	6	22
	5,0	1,0	14	10	25
	5,6	1,5	16	15	28
	6,3	2,5	18	25	32
	7,1	4,0	20		36
	8,0	6,0	22		40
	9,0	10,0	25		45
	10,0		28		50
	12,5		32		56
	14,0		36		63
	16,0		40		71
	18,0		45		80
	20,0		50		90
	22,0		56		100
	25,0		63		
		71			
		80			
		90			
		100			
$\cos \varphi_{ind}$	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8

Tablica 2

Lp.	Klasa stabilizacji dynamicznej	Prąd złączany I_H %	Maksymalny czas odbudowy napięcia, s	Maksymalny czas stabilizacji napięcia, s
1	US 1.0	60	2,5	5
2	US 1.1	60	1,5	3
3	US 1.2	60	1,0	2
4	US 1.3	60	0,5	1
5	US 2.0	100	2,5	5
6	US 2.1	100	1,5	3
7	US 2.2	100	1,0	2
8	US 2.3	100	0,5	1
9	US 3.0	125	2,5	5
10	US 3.1	125	1,5	3
11	US 3.2	125	1,0	2
12	US 3.3	125	0,5	1

2.4. Połączenie uzwojeń fazowych. Uzwojenia fazowe powinny być połączone w gwiazdę, a punkt zerowy wyprowadzony na tabliczkę zaciskową. Przekrój przewodu

łączącego punkt zerowy uzwojeń z zaciskiem umieszczonym na tabliczce zaciskowej powinien być dobrany na znamionowy prąd prądniczy.

2.5. Połączenia śrubowe. Wszystkie połączenia śrubowe powinny być zabezpieczone przed samoodkręceniem.

2.6. Zacisk do przyłączania przewodów ochronnych - wg PN-72/E-06000 p. 2.26.

2.7. Odwzbudzenie prądnicy. Układ stabilizacji napięcia powinien być wyposażony w urządzenia umożliwiające odwzbudzenie prądnicy w dowolnej chwili przy samotnej jej pracy ze znamionową prędkością obrotową.

2.8. Pokrycia ochronne. Wszystkie części metalowe nie przewodzące prądu powinny być zabezpieczone przed korozją za pomocą pokryć galwanicznych lub lakierowych odpornych na agresywne działanie wody, oleju i benzyny.

2.9. Materiały izolacyjne - co najmniej klasy B wg PN/E-02050 projekt.

2.10. Tabliczka znamionowa. Tabliczka znamionowa prądnicy powinna zawierać następujące dane:

- a) nazwę lub znak wytwórni (nazwa wytwórni może być podana na oddzielnej tabliczce),
- b) numer niniejszej normy,
- c) typ prądnicy,
- d) numer fabryczny,
- e) rok wykonania,
- f) rodzaj prądu,
- g) klasę izolacji,
- h) moc znamionową, kVA,
- i) symbol rodzaju pracy znamionowej,
- j) prędkość obrotową, obr/min,
- k) masę maszyny, kg,
- l) symbol poziomu zakłóceń radioelektrycznych - tylko w przypadku niższego poziomu niż W,
- m) stopień ochrony,
- n) liczbę faz,
- o) częstotliwość, Hz,
- p) napięcie znamionowe $V \pm$ znamionowa dokładność stabilizacji napięcia, %,
- r) klasę stabilizacji dynamicznej US,
- s) układ połączeń uzwojenia twornika,
- t) prąd znamionowy, A,
- u) znamionowy współczynnik mocy $\cos \varphi_N$,
- v) znamionową sprawność, %,
- w) znamionowy prąd wzbudzenia (w prądnicach bezszczotkowych znamionowy prąd uzwojenia sterującego wzbudnicy),

2.11. Rezystancja izolacji prądnicy lub wzbudnicy mierzona między uzwojeniami a kadłubem oraz między poszczególnymi uzwojeniami, powinna być nie mniejsza niż $30 M\Omega$ w stanie zimnym i nie mniejsza niż $3 M\Omega$ w stanie nagrzanym.

2.12. Stopień ochrony prądnic nie powinien być niższy niż IP 22 wg PN-63/E-08106.

2.13. Współczynnik zniekształcenia krzywej napięcia międzyprzewodowego prądnic w stanie biegu jałowego, wzbudzonych do napięcia znamionowego, nie powinien przekraczać 2,5% w zakresie od częstotliwości znamionowej do 5 kHz.

2.14. Układ napięć w stanie biegu jałowego prądnicy, wzbudzonej do napięcia znamionowego, powinien być praktycznie symetryczny.

2.15. Nastawianie napięcia. Układ stabilizacji napięcia prądnic powinien umożliwiać ręczne nastawienie napięcia, w sposób ciągły i płynny, w zakresie $90 \pm 105\%$ napięcia znamionowego.

2.16. Dokładność stabilizacji napięcia powinna być nie mniejsza od znamionowej dokładności stabilizacji napięcia podanej na tabliczce znamionowej.

2.17. Przeciążenie dorywcze. Prądnice, wraz z układem stabilizacji napięcia, powinny wytrzymać w czasie 1 h przeciążenie mocą:

- a) 10% mocy znamionowej w przypadku prądnic o mocach znamionowych mniejszych lub równych 50 kVA,
 - b) 5% mocy znamionowej w przypadku prądnic o mocach znamionowych powyżej 50 kVA,
- przy czym dopuszczalny przyrost temperatury dla zastosowanej klasy izolacji, podany w PN-72/E-06000 p. 2.12, może być przekroczony w przypadku a) o 15°C lub b) o 10°C .

2.18. Zasób wzbudzenia. Prądnice wraz z układem stabilizacji napięcia powinny mieć możliwość stabilnego obciążenia prądem o wartości 150% prądu znamionowego, przy $\cos \varphi_{ind} = 0,4$ w czasie 2 min.

2.19. Samowzbudzenie się prądnic pracujących z układem stabilizacji napięcia powinno być zapewnione od napięcia wywołanego magnetyzmem szcztkowym przy prędkości obrotowej nie większej niż 80% znamionowej prędkości obrotowej.

2.20. Wytrzymałość uzwojeń na zwarcie udarowe. Prądnice powinny wytrzymać w czasie 3 s działanie udarowego prądu zwarcia symetrycznego o wartości nie przekraczającej 20-krotnej amplitudy prądu znamionowego.

2.21. Udarowy spadek napięcia prądnic nie powinien przekraczać 15% napięcia znamionowego.

2.22. Udarowy podskok napięcia prądnic nie powinien przekraczać 20% napięcia znamionowego.

2.23. Poziom zakłóceń radioelektrycznych prądnic, pracujących wraz z układem stabilizacji napięcia, powinien odpowiadać poziomowi W wg PN-70/E-06018.

2.24. Skuteczna prędkość drgań prądnic wzbudzonych do napięcia znamionowego, przy biegu jałowym i znamionowej prędkości obrotowej, nie powinna przekraczać poziomu VN wg PN-73/E-06020.

2.25. Współpraca równoległa prądnic. Prądnice o mocy większej od 20 kVA, pracujące z układem stabilizacji napięcia, powinny pracować równolegle w sposób długotrwały i stabilny z innymi prądnicami odpowiadającymi tej normie, pod warunkiem że współpracujące prądnice mają tę samą znamionową dokładność stabilizacji napięcia δ_{un} , a prędkość obrotowa silników napędowych zmienia się w zakresie $99 \pm 104\%$ prędkości znamionowej prądnicy.

Równomierność rozdziału mocy birnych prądnic współpracujących równolegle powinna być taka, aby w zakresie obciążeń $20 \pm 100\%$ sumy ich mocy pozornych składowe bierne prądów poszczególnych prądnic były równe ilorazowi znamionowej mocy biernej danej prądnicy i sumy znamionowych mocy biernych współpracujących prądnic pomnożonemu przez wypadkowy prąd bierny występujący przy danym obciążeniu współpracujących prądnic; dopuszcza się odchyłkę, od tak wyznaczonej wartości prądu biernej każdej z współpracujących prądnic, nie większą niż $\pm 10\%$ znamionowego prądu biernej największej prądnicy.

2.26. Dokładność stabilizacji napięcia przy pracy równoległej dwóch prądnic nie powinna być gorsza niż $1,5 \delta_{un}$.

2.27. Ustalony prąd zwarcia. Jeżeli układ stabilizacji napięcia prądnic umożliwia utrzymanie ustalonego prądu zwarcia, to jego wartość powinna się mieścić w przedziale 3- do 6-krotnej wartości prądu znamionowego prądnicy. Prądnica wraz z układem stabilizacji napięcia powinna wówczas wytrzymać działanie ustalonego prądu zwarcia w czasie 2 s, a po wyłączeniu zwarcia powinna nastąpić odbudowa napięcia.

3. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT

3.1. Opakowanie. Prądnice powinny być pakowane zgodnie ze szczegółową instrukcją ustalającą sposób zabezpieczenia przed uszkodzeniami mechanicznymi i przed wpływami atmosferycznymi w czasie transportu i przechowywania.

Wraz z prądnicą w opakowaniu należy umieścić komplet części zapasowych przewidzianych w dokumentacji.

3.2. Warunki pakowania. Pakowanie powinno odbywać się w pomieszczeniach zamkniętych, w których wilgotność względna powietrza jest mniejsza od 70%, a temperatura większa od 15°C .

Podczas pakowania, prądnicę jak i samo opakowanie należy zabezpieczyć przed zabrudzeniem, kurzem, wilgocią, przedostaniem się do wnętrza opakowania ciał obcych oraz przed uszkodzeniami mechanicznymi.

3.3. Znakowanie opakowań transportowych. Na opakowaniu należy umieścić znaki zgodnie z PN-76/O-79252. Znaki manipulacyjne należy umieszczać w środkowej części czoł opakowania. Znaki zasadnicze, takie jak: znak transakcji, znak odbiorcy, typ prądnicy, numer prądnicy, adres odbiorcy, należy umieszczać na bokach opakowania.

3.4. Przechowywanie. Prądnice powinny być przechowywane w pomieszczeniach suchych, bez pyłu i wyziewów chemicznych o temperaturze pomieszczeń nie mniejszej od $+5^{\circ}\text{C}$ i wilgotności względnej powietrza nie większej niż 70%.

3.5. Transport. Prądnice powinny być przewożone krytymi środkami transportu.

4. BADANIA

4.1. Program badań typu i wyrobu - wg PN-72/E-06000 p. 3.1.

4.2. Badania typu i wyrobu - wg tabl. 3.

Tablica 3

Lp.	Nazwa badania	Wymagania wg	Badania wg	Próba typu	Próba wyrobu
1	2	3	4	5	6
1	Oględziny	2.4 + 2.10	PN-72/E-06000 p. 3.8	+	+
2	Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń	2.11	PN-72/E-06000 p. 3.9	+	+
3	Pomiar rezystancji uzwojeń zimnej maszyny prądem stałym	*	PN-72/E-06000 p. 3.10	+	+ ¹⁾
4	Sprawdzenie stopnia ochrony	2.12	PN-63/E-08106	+	-
5	Wyznaczenie charakterystyki biegu jałowego	*	4.5	+	+ ¹⁾

cd. tabl. 3

Lp.	Nazwa badania	Wymagania wg	Badania wg	Próba typu	Próba wyrobu
1	2	3	4	5	6
6	Wyznaczenie strat jałowych	*	4.6	+	+ ¹⁾
7	Sprawdzenie kształtu krzywej napięcia	2.13	PN-76/E-04271 p. 2.5	+	-
8	Sprawdzenie układu napięć	2.14	PN-76/E-04271 p. 2.4	+	-
9	Wyznaczenie znamionowego prądu wzbudzenia lub prądu sterującego	*	4.7	+	-
10	Sprawdzenie zakresu nastawiania napięcia	2.15	4.8	+	+
11	Sprawdzenie dokładności stabilizacji napięcia	2.16	4.9	+	+
12	Próba przeciążenia dorywczego	2.17	4.10	+	-
13	Sprawdzenie zasobu wzbudzenia	2.18	4.11	+	-
14	Wyznaczenie reaktancji i stałych czasowych dla prądnic o mocy powyżej 20 kVA	*	PN-76/E-04271	+	-
15	Próba samowzbudzenia	2.19	4.12	+	+
16	Wyznaczenie charakterystyki ustalonego zwarcia symetrycznego	*	4.13	+	+ ¹⁾
17	Próba wytrzymałości uzwojeń na zwarcie udarowe oraz wyznaczenie udarowego prądu zwarcia	2.20	4.14	+	-
18	Próba nagrzewania	PN-72/E-06000 p. 2.12	4.15	+	-
19	Wyznaczanie sprawności	PN-72/E-06000 p. 2.24	PN-72/E-06000 p. 3.16.2	+	-
20	Pomiar odpowiedzi prądnicy na obciążenie udarowe	2.21	4.16	+	-
21	Pomiar odpowiedzi prądnicy na obciążenie udarowe	2.22	4.17	+	-
22	Wyznaczenie charakterystyki regulacji	*	4.18	+	-
23	Próba wytrzymałości mechanicznej przy zwiększonej prędkości obrotowej	PN-72/E-06000 p. 2.18	PN-72/E-06000 p. 3.14	+	+
24	Próba izolacji zwojów	PN-72/E-06000 p. 2.13	PN-72/E-06000 p. 3.15.1 PN-76/E-04271 p. 2.18	+	+
25	Próba izolacji uzwojeń	PN-72/E-06000 p. 2.13	PN-72/E-06000 p. 3.15.2	+	+
26	Pomiar zakłóceń radioelektrycznych	2.23	PN-68/T-04502	+	-

cd. tabl. 3

Lp.	Nazwa badania	Wymagania wg	Badania wg	Próba typu	Próba wyrobu
1	2	3	4	5	6
27	Sprawdzenie ochrony przeciwporażeniowej	PN-72/E-06000 p. 2.25.2	PN-75/E-08003	+	-
28	Wyznaczenie momentu bezwładności wirnika prądnicy wraz z wirnikiem wzbudnicy	PN-72/E-06000 p. 2.24	PN-64/E-04252	+	-
29	Pomiar skutecznej prędkości drgań	2.24	PN-73/E-04255	+	-
30	Sprawdzenie rozdziału mocy biernej przy pracy równoległej prądnicy o mocy powyżej 20 kVA	2.25	4.19	+	-
31	Sprawdzenie stabilizacji napięcia przy pracy równoległej	2.26	4.20	+	-
32	Sprawdzenie ustalonego prądu zwarcia - tylko w przypadku uzgodnienia i wg uzgodnionej metody sprawdzania	2.27	4.21	+	-

* - Wartości podane są w dokumentacji technicznej.
¹⁾ Badanie wykonuje się tylko po uzgodnieniu wytwórcy z zamawiającym.

4.3. Liczność próbek - wg PN-72/E-06000.

4.4. Ogólne warunki wykonywania badań - wg PN-72/E-06000 p. 3.7 oraz PN-76/E-04271 p. 2.1.

4.5. Wyznaczenie charakterystyki biegu jałowego należy przeprowadzić wg wskazań PN-76/E-04271 p. 2.3.2, przy czym dla prądnic bezszczotkowych wyznacza się wyników charakterystykę biegu jałowego przy odłączonym układzie stabilizacji napięcia, zasilając z obcego źródła napięcia stałego uzwojenie sterujące wzbudnicy, mierząc zamiast prądu wzbudzenia prąd uzwojenia sterującego.

4.6. Wyznaczanie strat jałowych należy przeprowadzić wg PN-72/E-06000 p. 3.16.3.2 oraz PN-76/E-04271 p. 2.15. Wyznaczenie strat jałowych dla prądnic bezszczotkowych wykonuje się sposobem pracy prądnicowej łącznie dla prądnicy i wzbudnicy. Należy wydzielić straty mechaniczne z sumy strat jałowych prądnicy i wzbudnicy przez ekstrapolację krzywej sumy strat w funkcji kwadratu napięcia na zaciskach prądnicy.

4.7. Wyznaczanie znamionowego prądu wzbudzenia lub prądu sterującego należy przeprowadzić sposobem bezpośrednim na maszynie nagrzaną, przy znamionowej wartości częstotliwości i współczynnika mocy oraz współpracy z układem stabilizacji napięcia w sposób następujący:

a) nastawić wartość napięcia biegu jałowego równą wartości znamionowej,

b) obciążyć prądnicę znamionowym prądem przy znamionowym współczynniku mocy,

c) ponownie nastawić napięcie ściśle na wartość znamionową i mierzyć prąd wzbudzenia, a w przypadku prądnic bezszczotkowych - prąd sterujący.

4.8. Sprawdzenie zakresu nastawiania napięcia należy wykonać na nieobciążonej prądnicy przy znamionowej prędkości obrotowej z włączonym układem stabilizacji napięcia.

4.9. Sprawdzenie dokładności stabilizacji napięcia przeprowadza się przez pomiar 4 charakterystyk stabilizacji prądnicy według podanego poniżej programu postępowania.

1. Badanie w ramach próby typu - należy ustawić napięcie biegu jałowego dla nienagrzonej prądnicy na wartość równą napięciu znamionowemu przy częstotliwości znamionowej i przy stałym (aż do zakończenia pomiaru) położeniu nastawnika napięcia; zdjąć charakterystyki stabilizacji napięcia w następujących warunkach:

a) przy $f = 105\% f_N$, $\cos \varphi = 1$ - w stanie zimnym prądnicy,

b) przy $f = f_N$, $\cos \varphi = 1$ - w stanie zimnym prądnicy,

c) przy $f = 95\% f_N$ i znamionowym $\cos \varphi$ - w stanie nagrzanym prądnicy,

d) przy $f = f_N$ i znamionowym $\cos \varphi$ - w stanie nagrzanym prądnicy.

Wszystkie cztery charakterystyki należy zmierzyć w za-

kresie prądu $0 \pm 100\% I_n$. Temperatura otoczenia w czasie pomiarów powinna być zawarta w granicach od $10 \pm 30^\circ\text{C}$. Górną i dolną wartość napięcia stabilizowanego należy określić z powyższych czterech charakterystyk, a następnie obliczyć uzyskaną dokładność stabilizacji napięcia.

Przy sprawdzaniu dokładności stabilizacji napięcia w warunkach specjalnych, wartość napięcia biegu jałowego, częstotliwość, przy której wyznacza się charakterystyki, współczynnik mocy oraz zakres zmian prądu obciążenia należy przyjąć wg uzgodnień między wytwórcą a zamawiającym.

II. Badanie przy próbie wyrobu. Przy próbie wyrobu należy wyznaczyć jedynie przebieg charakterystyki stabilizacji napięcia wg b), przy czym charakterystyka ta nie powinna się różnić od takiej samej charakterystyki zdjętej podczas próby typu więcej niż o $0,15 \delta_{un}$ dla prądnic o znamionowej dokładności stabilizacji napięcia $\pm 5; 2,5$ i $1,5\%$, a dla prądnic o znamionowej dokładności stabilizacji napięcia ± 1 i $0,5\%$ różnica ta nie powinna przekraczać wartości uzgodnionych między wytwórcą a zamawiającym.

4.10. Próba przeciążenia dorywczego. Próbę należy przeprowadzić przy obciążeniu nagrzonej prądnicy wg 2.17, przy czym w czasie próby napięcie i współczynnik mocy powinny mieć wartości znamionowe.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli w czasie próby i bezpośrednio po jej zakończeniu prądnica jest zdolna do dalszej pracy.

4.11. Sprawdzenie zasobu wzbudzenia powinno być wykonane przy bezpośrednim obciążeniu prądnicy wg 2.18.

Wynik próby uznać należy za dodatni jeżeli pod koniec próby napięcie na zaciskach prądnicy nie będzie niższe niż $92,5\%$ napięcia znamionowego.

4.12. Próba samowzbudzenia. Próbę przeprowadza się przy załączonym układzie stabilizacji napięcia. Przed próbą należy prądnicę wzbudzić do napięcia znamionowego przy znamionowej prędkości obrotowej, następnie należy prądnicę odwzbudzić i właściwą próbę samowzbudzenia się wykonać po 24 n.

4.13. Wyznaczenie charakterystyki ustalonego zwarcia symetrycznego należy przeprowadzić wg PN-76/E-04271, p. 2.8. Dla prądnic bezszczotkowych wyznacza się wynikową charakterystykę, przy odłączonym układzie stabilizacji napięcia, zasilając z obcego źródła napięcia stałego uzwojenia sterujące, przy czym zamiast prądu wzbudzenia należy mierzyć prąd uzwojenia sterującego.

4.14. Próba wytrzymałości uzwojeń na zwarcie udarowe oraz wyznaczenie udarowego prądu zwarcia. Próbę przeprowadza się przy napięciu przed zwarcie równym

napięciu znamionowemu wg PN-76/E-04271, p. 2.10, lecz z tą różnicą, że przy załączonym układzie automatycznej regulacji napięcia.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeśli spełnione jest wymaganie p. 2.20 oraz jeśli uzwojenie stojana przejdzie po próbie zwarcia udarowego próbę wytrzymałości elektrycznej izolacji z wynikiem pozytywnym, a prądnica wraz z układem stabilizacji napięcia jest zdolna do dalszej pracy.

4.15. Próba nagrzewania. Próbę nagrzewania przy obciążeniu ciągłym należy wykonać zgodnie z PN-72/E-06000, p. 3.11, na prądnicę pracującą z układem stabilizacji napięcia, przy czym wykonuje się pomiary przyrostów temperatury dla prądnicy i wzbudnicy.

Wynik próby jest pozytywny, jeśli zmierzone przyrosty temperatury uzwojeń prądnicy i wzbudnicy nie przekraczają przyrostów dopuszczalnych podanych w PN-72/E-06000, p. 2.12.

4.16. Pomiar odpowiedzi na obciążenie udarowe przeprowadza się załączając na zaciski nagrzonej prądnicy pracującej wraz z układem stabilizacji napięcia będącej w stanie jałowym przy częstotliwość znamionowej impedancję module Z wg tabl. 4 z tolerancją $\pm 5\% Z$, i przy argumente $\cos\varphi = 0,4$ z tolerancją $\pm 0,05$. W czasie próby rejestruje się prąd i napięcie we wszystkich fazach.

Tablica 4

Klasy stabilizacji dynamicznej	Moduł impedancji obciążenia Z od znamionowej impedancji prądnicy %
od US 1,0 do US 1,3	165
od US 2,0 do US 2,3	100
od US 3,0 do US 3,3	80

Próba jest uważana za dodatnią, jeśli czas odbudowy napięcia i czas stabilizacji napięcia nie przekraczają wartości podanych w tabl. 2 stosownie do gwarantowanej klasy stabilizacji dynamicznej US, udarowy spadek napięcia nie przekracza wartości określonej w p. 2.21, a praktyczne ustalenie się napięcia wyrażające się zanikiem niską częstotliwościowej jego modulacji do przedziału równego $\pm 0,1 \delta_{un}$ nastąpi po czasie nie większym niż 3-krotnej wartości czasu stabilizacji napięcia.

4.17. Pomiar odpowiedzi na odciążenie udarowe przeprowadza się odłączając obciążenie od nagrzonej prądnicy współpracującej z układem automatycznej regulacji napięcia, przy czym prąd obciążenia jest równy wartościom podanym w tabl. 2, częstotliwość jest równa częstotliwości znamionowej, a napięcie jest znamionowe lub - w przypadku gdy zasób wzbudzenia uniemożliwia osiągnięcie znamio-

nowego napięcia w tych warunkach - największe napięcie możliwe do ustawienia. W czasie próby rejestruje się w funkcji czasu napięcia we wszystkich fazach.

Próba jest uważana za pozytywną, jeśli czas stabilizacji napięcia nie przekracza wartości podanych w tabl. 2, a udarowy podskok napięcia nie przekracza wartości określonej w p. 2.22.

4.18. Wyznaczenie charakterystyki regulacji należy przeprowadzić wg PN-76/E-04271, p. 2.11, przy czym dla prądnic bezszczotkowych wyznacza się wynikową charakterystykę regulacji, mierząc zamiast prądu wzbudzenia prąd uzwojenia sterującego.

4.19. Sprawdzenie rozdziału mocy biernej przy pracy równoległej przeprowadza się przez pomiar charakterystyki stabilizacji każdej z dwóch współpracujących równoległe prądnic napędzanych przez odpowiadające im silniki spalinowe wraz z układami automatycznej regulacji prędkości obrotowej. Charakterystyki stabilizacji prądnic należy zmierzyć w zakresie sumarycznego prądu obciążenia od 20 do 100% sumy prądów znamionowych obydwu prądnic, przy znamionowym współczynniku mocy. W przypadku niemożności wykonania powyższego badania na zmontowanych zespołach dopuszcza się, po uzgodnieniu między wytwórcą a odbiorcą, badanie zastępcze przez oddzielny pomiar charakterystyki stabilizacji każdej z dwóch mających współpracować równoległe prądnic napędzanych silnikami elektrycznymi.

Charakterystyki stabilizacji należy zmierzyć w zakresie sumarycznego prądu obciążenia od 10 do 60% sumy prądów znamionowych obydwu prądnic przy znamionowym współczynniku mocy.

4.20. Sprawdzenie stabilizacji napięcia przy pracy równoległej przeprowadza się przez pomiar czterech charak-

terystyk stabilizacji układu dwóch prądnic współpracujących równoległe według podanego niżej programu postępowania.

Ustawić napięcie biegu jałowego prądnic na wartości równe napięciu znamionowemu przy częstotliwości znamionowej, przy czym prąd wyrównawczy między prądnicami powinien być możliwie minimalny, a prądnice powinny być w stanie zimnym. Odpowiednie położenie nastawników napięcia obydwu prądnic nie mogą ulegać zmianie aż do zakończenia pomiarów.

Zdjąć charakterystyki stabilizacji napięcia w następujących warunkach:

- przy $f = 105\% f_N$, $\cos \varphi = 1$, w stanie zimnym prądnicy,
- przy $f = f_N$, $\cos \varphi = 1$, w stanie zimnym prądnicy,
- przy $f = 95\% f_N$, przy znamionowym współczynniku w stanie nagrzanym prądnicy,
- przy $f = f_N$, przy znamionowym współczynniku mocy, w stanie nagrzanym prądnicy.

Wszystkie cztery charakterystyki należy mierzyć w zakresie prądu od 20 do 100% sumy prądów znamionowych obydwu prądnic. Temperatura otoczenia w czasie pomiaru powinna być zawarta w granicach $10 \pm 30^\circ\text{C}$.

Górną i dolną wartość napięcia stabilizowanego określa się z powyższych czterech charakterystyk, a następnie oblicza się uzyskaną dokładność stabilizacji napięcia.

Wynik próby jest dodatni, jeśli dokładność stabilizacji napięcia nie przekracza wartości określonej w 2.26.

4.21. Sprawdzenie ustalonego prądu zwarcia należy wykonać wg metody uzgodnionej między wytwórcą i zamawiającym.

4.22. Ocena wyników badań - wg PN-72/E-06000.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE1. Instytucja opracowująca normę - Branżowy Ośrodek

Badawczo-Rozwojowy Maszyn Elektrycznych, Katowice.

2. Normy związane

PN/E-02050 projekt Materiały elektroizolacyjne. Klasyfikacja

PN-64/E-04252 Maszyny elektryczne. Wyznaczanie momentu bezwładności wirnika

PN-73/E-04255 Maszyny elektryczne wirujące. Pomiar drgań

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

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

PN-70/E-06018 Przemysłowe zakłócenia radioelektrycz-

ne. Maszyny elektryczne wirujące oraz urządzenia przemysłowe zawierające takie maszyny. Dopuszczalne poziomy. Wymagania i badania

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

PN-75/E-08003 Urządzenia elektryczne. Ochrona przeciwporażeniowa przy stosowaniu filtrów przeciwzakłócentowych. Ogólne wymagania i badania

PN-68/T-04502 Przemysłowe zakłócenia radioelektryczne. Typowe metody pomiarów

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

PN-76/O-79252 Transportowe jednostki opakowaniowe. Znaki i znakowanie. Wymagania podstawowe