

ENERGOELEKTRYKA	NORMA BRANŻOWA	BN-74
	Maszyny elektryczne wirujące <b>Silniki dźwigowe, cichobieżne</b> Wymagania i badania	3012-02
		Zamiast BN-70/3012-02
		Grupa katalogowa VI 61

### SPIS TREŚCI

#### 1. WSTĘP

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania normy
- 1.3. Określenia
  - 1.3.1. Obcy moment bezwładności
  - 1.3.2. Bieg mechaniczny
  - 1.3.3. Pozostałe określenia

#### 2. WYMAGANIA

- 2.1. Warunki pracy znamionowe
- 2.2. Napięcie znamionowe
- 2.3. Częstotliwość znamionowa
- 2.4. Kierunek wirowania
- 2.5. Praca znamionowa
- 2.6. Dopuszczalna liczba łączeń
- 2.7. Oznaczenie zacisków i końcówek uzwojeń
- 2.8. Zacisk do przyłączania przewodów ochronnych
- 2.9. Forma wykonania
- 2.10. Łożyska
- 2.11. Tabliczka znamionowa
- 2.12. Rezystancja izolacji
- 2.13. Stopień ochrony
- 2.14. Różnica rezystancji
- 2.15. Początkowy moment rozruchowy
- 2.16. Początkowy prąd rozruchowy
- 2.17. Nagrzewanie silników
- 2.18. Poślizg znamionowy
- 2.19. Moment krytyczny
- 2.20. Moment rozruchowy minimalny
- 2.21. Izolacja zwojów
- 2.22. Poziom hałasu
- 2.23. Moment hamujący

- 2.24. Dopuszczalny poziom drgań
- 2.25. Wytrzymałość mechaniczna przy zwiększonej prędkości obrotowej

#### 3. BADANIA

- 3.1. Program badań
  - 3.1.1. Próba pełna (typu)
  - 3.1.2. Próba niepełna (wyrobu)
- 3.2. Badania pełne
- 3.3. Badania niepełne
- 3.4. Liczność próbek
- 3.5. Ogólne warunki wykonywania prób
- 3.6. Oględziny
- 3.7. Wyznaczenie charakterystyki zwarcia, początkowego momentu rozruchowego i początkowego prądu rozruchowego
- 3.8. Próba nagrzewania przy pracy przerywanej
- 3.9. Próba nagrzewania przy pracy dorywczej silników dwubiegowych
- 3.10. Wyznaczenie strat i sprawności
- 3.11. Próba izolacji zwojów
- 3.12. Pomiar poziomu hałasu
- 3.13. Pomiar momentu hamującego silnika dwubiegowego
- 3.14. Próba wytrzymałości mechanicznej przy zwiększonej prędkości obrotowej
- 3.15. Ocena wyników badań
  - 3.15.1. Próba pełna
  - 3.15.2. Próba niepełna

#### INFORMACJE DODATKOWE

Założona przez Branżowy Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Maszyn Elektrycznych  
Ustanowiona przez Dyrektora Naczelnego Zjednoczenia Przemysłu Maszyn i Aparatów Elektrycznych EMA  
dnia 15 października 1974 r. jako norma obowiązująca w zakresie produkcji od dnia 1 stycznia 1975 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 35/1974 poz. 117)

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są wymagania i badania dotyczące silników indukcyjnych trójfazowych, z wirnikiem klatkowym, jedno- i dwubiegowych, serii "e", o obniżonym poziomie drgań, bez przewietrzania obcego, przystosowanych do pracy przerywanej przy względnym czasie pracy 40% z liczbą łączy 120 c/h.

**1.2. Zakres stosowania normy.** Normę należy stosować do silników przeznaczonych do napędu pionowych wyciągów osobowych i towarowych.

### 1.3. Określenia

**1.3.1. Obcy moment bezwładności** - moment bezwładności układu napędzanego dołączonego do silnika, sprowadzony na wał silnika, bez wliczania momentu bezwładności wirnika.

**1.3.2. Bieg mechaniczny** - wirowanie nieobciążonego silnika przy tak obniżonym napięciu zasilania, aby hałasy pochodzenia elektromagnetycznego były pomijalnie małe.

**1.3.3. Pozostałe określenia** - wg PN-72/E-06000.

## 2. WYMAGANIA

**2.1. Warunki pracy znamionowe** - wg PN-72/E-06000.

**2.2. Napięcie znamionowe** - 380 (V).

**2.3. Częstotliwość znamionowa** - 50 (Hz)

**2.4. Kierunek wirowania** - prawy i lewy.

### 2.5. Praca znamionowa

- dla silników jednobiegowych S4 40%,

- dla silników dwubiegowych S5 40%,

przy czym cykl pracy silnika dwubiegowego składa się z:

a) rozruchu przy zasilaniu uzwojenia większej prędkości obrotowej,

b) pracy z ustaloną większą prędkością obrotową,

c) hamowania prądnicowego po przełączeniu zasilania z uzwojenia większej prędkości obrotowej na uzwojenie mniejszej prędkości obrotowej,

d) krótkiej dojazdowej pracy z ustaloną mniejszą prędkością obrotową, przy czym dopuszczalny czas włączenia mniejszej prędkości obrotowej powinien wynosić 3,5 s,

e) hamowania mechanicznego bezpośrednio po odłączeniu zasilania z uzwojenia mniejszej prędkości obrotowej,

f) postoju bez zasilania,

natomiast względny czas stanowi wyrażony w procentach czas pracy przy obciążeniu o stałej wartości (a + e) do czasu trwania całego okresu (a + f).

**2.6. Dopuszczalna liczba łączy** przy dopuszczalnym obcym momencie bezwładności podanym w tabl. 1 wynosi 120 c/h.

Tablica 1. Dopuszczalne obce momenty bezwładności

Lp.	Wznios osi wału mm	Synchroniczna prędkość obrotowa obr/min	Moment znamionowy N·m	Dopuszczalny obcy moment bezwładności kg·m <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
1	100	1500	6,37	0,075
2	160	1000	28,60	0,770
3	160	1000	38,20	0,875
4	160	1000	52,50	1,125
5	180	1000	71,60	1,750
6	180	1000	95,50	2,250
7	180	1000/250	38,20	0,875
8	225	1000/250	52,50	1,000
9	225	1000/250	76,40	1,450
10	250	1000/250	95,50	2,500
11	280	1000/167	114,50	2,250
12	280	1000/167	133,80	1,750
13	315	1000/167	172,00	5,250

Po uzgodnieniu między wytwórcą i zamawiającym dopuszcza się wykonywanie silników o innych momentach znamionowych i o innych prędkościach obrotowych.

**2.7. Oznaczenie zacisków i końcówek uzwojeń** - wg PN-73/E-01111.

**2.8. Zacisk do przyłączenia przewodów ochronnych** - wg PN-72/E-06000.

**2.9. Forma wykonania** - na łapach, praca w położeniu poziomym, dwa walcowe czopy końcowe wału.

Na życzenie zamawiającego i po uzgodnieniu z wytwórcą, dopuszcza się inne wykonanie.

**2.10. Łożyska.** Silniki powinny mieć łożyska ślizgowe. Dopuszcza się inne rodzaje łożyskowania spełniające postawione wymagania dotyczące cichobieżności.

**2.11. Tabliczka znamionowa.** Każdy silnik powinien mieć umocowaną trwale do kadłuba tabliczkę znamionową, na której powinny być podane przynajmniej następujące dane:

a) nazwa lub znak fabryczny (może być na oddzielnej tabliczce)

b) oznaczenie typu,

c) numer fabryczny,

d) rok budowy,

e) znamionowy rodzaj pracy przerywanej,

f) moment znamionowy,

g) prędkość obrotowa lub prędkości obrotowe przy obciążeniu znamionowym,

h) dopuszczalna liczba łączy na godzinę,

i) dopuszczalny obcy moment bezwładności,

j) częstotliwość znamionowa,

k) napięcie znamionowe i układ połączeń uzwojeń stojana,

l) prąd znamionowy lub prądy znamionowe,

m) stopień ochrony,

n) klasa izolacji,

o) temperatura otoczenia, jeżeli różni się od  $+40^{\circ}\text{C}$ ,

p) masa silnika,

r) numer niniejszej normy.

**2.12. Rezystancja izolacji** uzwojenia stojana względem kadłuba, w stanie nagrzany, powinna wynosić co najmniej  $1\text{ M}\Omega$ , zaś między poszczególnymi fazami uzwojenia stojana silników jednobiegowych oraz między uzwojeniami stojana silników dwubiegowych co najmniej  $2\text{ M}\Omega$ .

**2.13. Stopień ochrony** - co najmniej IP 11.

**2.14. Różnica rezystancji** między poszczególnymi gałęziami (fazami) uzwojenia symetrycznego nie powinna przekraczać 4% średniej wartości pomierzonej rezystancji.

**2.15. Początkowy moment rozruchowy** w stanie nagrzany silnika powinien wynosić:

przy 4 i 6 biegunach -  $2,3M_n$ ,

przy 24 biegunach -  $1,6M_n$ ,

przy 36 biegunach  $1,85M_n$ .

Odchyłka początkowego momentu rozruchowego dla silnika o momencie  $6,37\text{ N}\cdot\text{m}$  wynosi  $-15 \pm 25\%$ , a dla pozostałych  $\pm 10\%$ .

**2.16. Początkowy prąd rozruchowy** w stanie nagrzany (dla silników dwubiegowych: przy większej prędkości obrotowej) nie powinien przekraczać  $4I_n$ , a dla czterobiegowego silnika o momencie  $6,37\text{ N}\cdot\text{m}$   $4,8I_n$ .

**2.17. Nagrzewanie silników.** Przyrosty temperatury poszczególnych części silników, zmierzone wg PN-72/E-06000 w warunkach badań wg 3.8 lub 3.9 nie powinny przekroczyć wartości podanych w PN-72/E-06000.

**2.18. Poślizg znamionowy:**

- silników jednobiegowych - 0,1;

- silników dwubiegowych przy mniejszej prędkości obrotowej 0,16;

- silników dwubiegowych przy większej prędkości obrotowej 0,1.

**2.19. Moment krytyczny** powinien wynosić:

- dla silników jednobiegowych i dwubiegowych przy większej prędkości obrotowej  $2 \pm 2,7M_n$ ,

- dla silników dwubiegowych przy mniejszej prędkości obrotowej co najmniej  $1,5M_n$ .

W przypadku gdy charakterystyka momentów nie ma wyraźnie zaznaczonego momentu krytycznego, jako jego wartość należy przyjmować:

- dla silników jednobiegowych i dwubiegowych przy większej prędkości obrotowej, wartości momentu przy poślizgu  $5S_n$ ,

- dla silników dwubiegowych przy mniejszej prędkości obrotowej, wartość momentu przy poślizgu  $4S_n$ .

**2.20. Moment rozruchowy minimalny** silników jednobiegowych i dwubiegowych przy większej prędkości obrotowej nie powinien być mniejszy od  $1,9M_n$ .

**2.21. Izolacja zwojów** w warunkach badania wg 3.11 powinna wytrzymać na zaciskach uzwojenia napięcie o wartości równej 1,3 napięcia znamionowego w ciągu:

- 3 min dla prędkości obrotowej 1500 lub 1000 obr/min,

- 0,5 min dla prędkości obrotowej 250 lub 167 obr/min.

**2.22. Poziom hałasu** w dB (A) w odległości 1 m od obrysu silnika nie powinien przekraczać wartości podanych w tabl. 2.

Tablica 2. Wartości poziomu hałasu w dB (A)

Wznios osi wału mm	100	160	180	225	250	280	315
Wartość poziomu hałasu <sub>dB</sub>	60	60	60	65	68 <sup>+3</sup>	70 <sup>+3</sup>	72 <sup>+3</sup>

**2.23. Moment hamujący** silników dwubiegowych przy hamowaniu prądnicowym powinien wynosić w zakresie 1000 ± 500 obr/min co najmniej  $2M_n$ , natomiast w całym zakresie prędkości obrotowej:

- dla silników o liczbie biegunów  $6/24$  nie powinien przekraczać  $2,5M_n$ ,

- dla silników o liczbie biegunów  $6/36$  nie powinien przekraczać  $2,8M_n$ .

**2.24. Dopuszczalny poziom drgań** - VR wg PN-73/E-06020, z wyjątkiem silnika o znamionowym momencie  $6,37\text{ N}\cdot\text{m}$ , dla którego dopuszczalny poziom drgań wynosi 1,1 mm/s.

**2.25. Wytrzymałość mechaniczna przy zwiększonej prędkości obrotowej.** Silniki powinny wytrzymać bez uszkodzeń i trwałych odkształceń w ciągu 2 min zwiększoną prędkość obrotową równą  $2,5n_s$ . Przy silnikach dwubiegowych odnosi się to do większej prędkości obrotowej.

### 3. BADANIA

#### 3.1. Program badań

**3.1.1. Próba pełna (typu).** Próbę pełną przeprowadza się w przypadkach podanych w PN-72/E-06000, z tym że przy okresowej kontroli produkcji próbę należy wykonywać dla każdego typu silnika co najmniej raz na pięć lat, a ponadto po wyprodukowaniu 500 sztuk silników danego typu, lecz nie częściej niż co dwa lata.

Próba pełna wykonana dla danego typu silnika ważna jest dla wszystkich silników różniących się od zbadanego takimi szczegółami wykonania, które nie wpływają wyraźnie na elektryczne i cieplne warunki pracy silnika.

**3.1.2. Próba niepełna (wyrobu).** Próbę niepełną wykonuje się dla każdego silnika.

## 3.2. Badania pełne - wg tabl. 3.

Tablica 3. Zakres badań pełnych silnika dźwigowego, cichobieżnego

Lp.	Próba	Wymagania wg	Badania wg
1	Ogłędziny	2.1 + 2.11	3.6
2	Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń	2.12	PN-72/E-06000
3	Sprawdzenie stopnia ochrony	2.13	PN-63/E-08106
4	Pomiar prądem stałym rezystancji uzwojeń zimnego silnika	2.14	PN-72/E-06000
5	Wyznaczenie charakterystyki biegu jałowego i strat jałowych	PN-72/E-06000	PN-72/E-04272
6	Wyznaczenie charakterystyki zwarcia, początkowego momentu rozruchowego i początkowego prądu rozruchowego	2.15, 2.16	PN-72/E-04272
7	Próba nagrzewania przy pracy przerywanej	2.17	3.8
8	Próba nagrzewania przy pracy dorywczej dla silników dwubiegowych	2.17	3.9
9	Wyznaczenie strat i sprawności	PN-72/E-06000	3.10
10	Wyznaczenie współczynnika mocy w zależności od obciążenia,	PN-72/E-06000	PN-72/E-04272
	- poślizgu przy obciążeniu znamionowym	2.1	PN-72/E-04272
	- momentu krytycznego	2.19	PN-72/E-04272
11	Wyznaczenie przebiegu prądu i momentu rozruchowego	1)	PN-72/E-06000
12	Sprawdzenie momentu rozruchowego minimalnego	2.20	PN-72/E-04272
13	Próba izolacji zwojów	2.21	3.11
14	Próba izolacji uzwojeń	PN-72/E-06000	PN-72/E-06000
15	Wyznaczenie poziomu hałasu	2.22	3.12
16	Wyznaczenie momentu bezwładności wirnika	x	PN-64/E-04252
17	Pomiar momentu hamującego przy hamowaniu prądnicowym dla silników dwubiegowych	2.23	3.13

cd. tabl. 3

Lp.	Próba	Wymagania wg	Badania wg
18	Sprawdzenie poziomu drgań	2.24	PN-73/E-04255
19	Próba wytrzymałości mechanicznej przy zwiększonej prędkości obrotowej	2.25	3.14
1) Wartości ustala się tylko do celów eksploatacyjnych lub w przypadkach określonych w umowie.			

## 3.3. Badania niepełne - wg tabl. 4.

Tablica 4. Zakres badań niepełnych silnika dźwigowego, cichobieżnego

Lp.	Próba	Wymagania wg	Badania wg
1	Ogłędziny	2.1, 2.11	3.6
2	Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń	2.12	PN-72/E-06000
3	Pomiar prądem stałym rezystancji uzwojeń zimnego silnika	2.14	PN-72/E-06000
4 <sup>1)</sup>	Wyznaczenie charakterystyki biegu jałowego i strat jałowych	PN-72/E-06000	PN-72/E-04272
5 <sup>1)</sup>	Próba wytrzymałości mechanicznej	2.25	3.14
6	Próba izolacji zwojów	2.21	3.11
7	Próba izolacji uzwojeń	PN72/E-06000	PN-72/E-06000
8	Sprawdzenie poziomu drgań	2.14	PN-73/E-04255
1) Nie obowiązują dla silnika o momencie 6,37 N · m.			

## 3.4. Liczność próbek - wg PN-72/E-06000.

3.5. Ogólne warunki wykonywania prób powinny być zgodne z PN-72/E-06000, z tym że czas wdrożenia dla silników z łożyskami ślizgowymi nie może być krótszy niż 30 min.

W silnikach dwubiegowych wdrożenie powinno być przeprowadzone przy wyższej prędkości obrotowej.

3.6. Ogłędziny polegają na sprawdzeniu, czy silnik odpowiada wymaganiom normy, których spełnienie może być stwierdzone bez wykonywania prób lub rozmontowania maszyny. Ze szczególną uwagą należy sprawdzić:

- jakość montażu np. dokręcenie i zabezpieczenie przed odkręceniem się śrub, możliwość swobodnego obracania się wirnika,
- poziom oleju w komorach olejowych łożysk ślizgowych.

3.7. Wyznaczenie charakterystyki zwarcia, początku wego momentu rozruchowego i początkowego prądu rozruchowego należy przeprowadzić wg PN-72/E-04272.

Bezpośrednio przed pomiarem prądu i momentu rozruchowego silnik w stanie zwarcia należy wstępnie podgrzać nie krócej niż 10 min do uzyskania temperatury uzwojenia leżącej w granicach  $75 \pm 95^{\circ}\text{C}$ .

3.8. Próba nagrzewania przy pracy przerywanej. Próbę należy przeprowadzić dla pracy znamionowej silnika wg 2.5 przy obciążeniu silnika momentem zastępczym wynoszącym  $0,75M_n$ , liczbie łącz 120 c/h i dopuszczalnych obcych momentach bezwładności podanych w tabl. 1.

W przypadku niemożności przeprowadzenia badań przy zalecanej wartości momentów bezwładności, dopuszcza się wykonanie badań przy innych momentach bezwładności i odpowiednio zmienionych liczbach łącz.

3.9. Próba nagrzewania przy pracy dorywczej silników dwubiegowych. Próbę nagrzewania przy pracy dorywczej należy przeprowadzić na silniku zimnym, obciążając go momentem znamionowym, przy niższej prędkości obrotowej, przez 4 min.

3.10. Wyznaczenie strat i sprawności - wg PN-72/E-06000. Sprawność wyznaczoną wg PN-72/E-06000 należy odnosić do rzeczywistego momentu na wale, obliczonego ze znamionowego momentu i rzeczywistej prędkości obrotowej silnika odpowiadającej momentowi znamionowemu.

3.11. Próba izolacji zwojów. Próbę należy wykonywać przy biegu jałowym w warunkach badań podanych w 2.21.

Wynik próby należy uznać za dodatni, jeżeli w czasie jej trwania nie nastąpi gwałtowna zmiana prądu pobieranego przez silnik.

3.12. Pomiar poziomu hałasu. Poziom hałasu należy badać wg PN-72/E-04257 przy:

- a) biegu mechanicznym,
- b) biegu jałowym,
- c) obciążeniu znamionowym.

Widmo hałasu należy wyznaczyć dla obciążenia silnika mierząc poziom ciśnienia akustycznego w oktawach lub tercjach.

3.13. Pomiar momentu hamującego silnika dwubiegowego. Moment hamujący przy hamowaniu prądnicowym silników dwubiegowych należy badać metodą oscylograficzną przy zasilaniu uzwojenia niższej prędkości obrotowej.

Badania należy przeprowadzić w zakresie prędkości obrotowych podanych w 2.23.

3.14. Próba wytrzymałości mechanicznej przy zwiększonej prędkości obrotowej. Próbę należy przeprowadzić wg PN-72/E-06000 z uwzględnieniem wymagań 2.25.

W próbie niepełnej dopuszcza się dla silników dwubiegowych, przy wyższej prędkości obrotowej, w miejsce ww. próby, przeprowadzenie co najmniej 5 rewersów silnika w odstępach 10-sekundowych bez dodatkowego momentu bezwładności.

### 3.15. Ocena wyników badań

3.15.1. Próba pełna. Wynik próby pełnej należy uznać za dodatni, jeżeli wszystkie badania przewidziane w programie próby pełnej dla danego silnika dadzą wynik dodatni.

W przypadku ujemnego wyniku badań należy uznać dany silnik za nie przyjęty i nie dopuszczony do dalszej seryjnej produkcji.

Silniki nie przyjęte można po usunięciu usterek poddać ponownym badaniom, przy czym liczba silników i program próby pełnej powinien być uzgodniony między wytwórcą i zamawiającym.

W przypadku dodatniego wyniku ponownego badania, dany silnik należy uznać za przyjęty i dopuszczony do dalszej produkcji.

3.15.2. Próba niepełna. Wynik próby niepełnej należy uznać za dodatni, jeżeli wszystkie badania przewidziane w programie próby niepełnej dla danego silnika dadzą wynik dodatni.

W przypadku ujemnego wyniku próby niepełnej dany silnik należy uznać za niezgodny z normą.

Po usunięciu usterek należy silnik poddać ponownym badaniom.

K O N I E C

## INFORMACJE DODATKOWE

## 1. Istotne zmiany w odniesieniu do BN-70/3912-02

- a) uzupełniono wymagania odnośnie wytrzymałości izolacji zwojów,
- b) uzupełniono program próby pełnej i niepełnej zgodnie z PN-72/E-06000,
- c) wprowadzono szereg zmian redakcyjnych.

## 2. Normy związane

- PN-73/E-01111 Maszyny elektryczne wirujące. Oznaczenia zacisków i końcówek uzwojeń
- PN-64/E-04252 Maszyny elektryczne. Wyznaczenie momentu bezwładności wirnika
- PN-73/E-04255 Maszyny elektryczne wirujące. Pomiar drgań
- PN-72/E-04257 Maszyny elektryczne wirujące. Wyznaczenie parametrów akustycznych hałasu
- PN-72/E-04272 Maszyny elektryczne wirujące prądu stałego. Silniki indukcyjne trójfazowe. Metody badań
- PN-72/E-06000 Maszyny elektryczne wirujące. Ogólne wymagania i badania
- PN-73/E-06020 Maszyny elektryczne wirujące. Dopuszczalny poziom drgań
- PN-63/E-08106 Osłony urządzeń elektroenergetycznych. Stopnie ochrony przed dotknięciem, przedostaniem się obcych ciał stałych oraz wody. Wymagania i badania techniczne

3. Sposób przeliczania momentu znamionowego na moc znamionową. Z uwagi na fakt, że wiele firm podaje w katalogach zamiast momentu znamionowego moc znamionową, poniżej przedstawia się sposób obliczenia tej mocy, jak również porównanie momentów i mocy silników.

Znamionowa moc umowna - moc (kW) obliczona ze znamionowego momentu N·m i synchronicznej prędkości obrotowej obr/min wg wzoru

$$P = \frac{M \cdot n}{9555}$$

Wznios osi wału silnika mm	Moment znamionowy N·m	Moc umowna znamionowa kW
100	6,37	1
160	28,6	3
160	38,2	4
160	52,5	5,5
180	71,6	7,5
180	95,5	10,0
180	38,2	4,0
225	52,5	5,5
225	76,4	8,0
250	95,5	10,0
280	114,5	12,0
280	133,8	14,0
315	172,0	18,0

4. Dopuszczalny czas rozruchu silników określony wzorem

$$t_r = \frac{I_c \cdot \omega}{0,9 \frac{M_r + M_k}{2} - M_n}$$

w którym:

$M_n$  - moment znamionowy, N·m

$M_r$  - moment rozruchowy, N·m

$M_k$  - moment krytyczny, N·m

$I_c$  - suma momentów bezwładności: obcego i wirnika,  
kg · m<sup>2</sup>

$\omega$  - synchroniczna prędkość kątowa

$$\frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

- przy spełnieniu wymagań określonych w normie - powinien być nie mniejszy niż 2,4 s. Nie dotyczy to silników o momencie znamionowym 6,37 N·m.