

ENERGOELEKTRYKA	NORMA BRANŻOWA	BN-82
	Maszyny elektryczne wirujące Silniki dźwigowe cichobieżne dwubiegowe serii „h” Wymagania i badania	3012-06
		Grupa katalogowa 0661

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wymagania i badania dotyczące silników indukcyjnych trójfazowych zasilanych napięciem 380 V przy częstotliwości 50 Hz o obniżonym poziomie hałasu z wirnikiem klatkowym, przystosowanych do pracy dorywczej i przerywanej przy obu kierunkach wirowania, dwubiegowych serii „h” z przewietrzaniem własnym i dodatkowym, przeznaczonych do napędu pionowych wyciągów osobowych i towarowych.

1.2. Określenia

1.2.1. obcy moment bezwładności — moment bezwładności układu napędzanego dołączonego do silnika, sprowadzony na wał silnika, bez wliczania momentu bezwładności wirnika.

1.2.2. bieg jałowy przy obniżonym napięciu zasilania — wirowanie nie obciążonego silnika przy tak obniżonym napięciu zasilania, aby hałasy pochodzenia elektromagnetycznego były pomijalnie małe.

1.2.3. praca przerywana — S5 50 %, przy czym cykl pracy silnika składa się z :

- rozruchu przy zasilaniu uzwojenia większej prędkości obrotowej,
- pracy z ustaloną większą prędkością obrotową,
- 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.

Względny czas pracy stanowi 50 % czasu całego cyklu pracy przy obciążeniu o stałej wartości

$$\frac{a \div e}{a \div f} = 0,5$$

1.2.4. Pozostałe określenia — wg PN-72/E-06000.

2. WYMAGANIA

2.1. Nagrzewanie się silników. Przyrost temperatury poszczególnych części silników podczas pracy dorywczej S2 — 4 min przy niższej prędkości wirowania ze stanu zimnego silnika oraz przy pracy przerywanej S5 50 %, przy liczbie łączeń i przy obcym momencie bezwładności podanym w tabl. 1 nie powinny przekraczać wartości podanych w PN-72/E-06000.

Tablica 1. Dopuszczalne obce momenty bezwładności oraz liczba łączeń

Lp.	Wznios osi wału mm	Synchroniczna prędkość obrotowa obr/min	Moment znamionowy N·m	Dopuszczalny obcy moment bezwładności kg·m ²	Dopuszczalna liczba łączeń c/h	Czas pracy h	Sposób chłodzenia wg BN-77/3010-13
1	2	3	4	5	6	7	8
1	225	$\frac{1000}{250}$	76,40	1,500	120	nieograniczony	ICO 1
2	225	$\frac{1000}{250}$	76,40	1,500	180	2,5	ICO 1
3	225	$\frac{1000}{250}$	76,40	1,500	240	2,0	ICO 1
4	225	$\frac{1000}{250}$	76,40	1,625	240	nieograniczony	ICO 3

Zgłoszona przez Branżowy Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Maszyn Elektrycznych KOMEL
Ustanowiona przez Pełnomocnika Ministra Hutnictwa i Przemysłu Maszynowego ds Przemysłu Elektrotechnicznego
dnia 4 lutego 1982 r. jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1982 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 11/1982 poz. 23)

cd. tabl. 1

Lp.	Wznios osi wału mm	Synchro- niczna prędkość obrotowa obr./min	Moment znamionowy N·m	Dopusz- czalny obcy mo- ment bez- władności kg·m ²	Dopusz- czalna liczba łączeń c/h	Czas pracy h	Sposób chłodzenia wg BN-77/3010-13
1	2	3	4	5	6	7	8
5	225	$\frac{1000}{250}$	95,50	2,000	120	nieograniczony	ICO 1
6	225	$\frac{1000}{250}$	95,50	2,000	180	2,5	ICO 1
7	225	$\frac{1000}{250}$	95,50	2,000	240	2,0	ICO 1
8	225	$\frac{1000}{250}$	95,50	2,125	240	nieograniczony	ICO 3
9	250	$\frac{1000}{167}$	114,50	2,000	120	nieograniczony	ICO 1
10	250	$\frac{1000}{167}$	114,50	2,000	180	2,5	ICO 1
11	250	$\frac{1000}{167}$	114,50	2,000	240	1,0	ICO 1
12	250	$\frac{1000}{167}$	114,50	2,250	240	nieograniczony	ICO 3
13	250	$\frac{1000}{167}$	133,80	2,250	120	nieograniczony	ICO 1
14	250	$\frac{1000}{167}$	133,80	2,250	180	2,5	ICO 1
15	250	$\frac{1000}{167}$	133,80	2,250	240	1,0	ICO 1
16	250	$\frac{1000}{167}$	133,80	2,500	240	nieograniczony	ICO 3

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

2.2. Oznaczenie zacisków i końcówek uzwojeń — wg PN-79/E-01111.

2.3. Forma wykonania: na łapach, praca w położeniu poziomym, dwa walcowe czopy końcowe wału IM 1002 wg BN-78/3010-14.

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

2.4. Łożyska. Silniki powinny mieć łożyska ślizgowe. Dopuszcza się inne rodzaje łożyskowania spełniające wymagania dotyczące poziomu hałasu.

2.5. Tabliczka znamionowa. Każdy silnik powinien mieć przymocowaną trwale do kadłuba tabliczkę znamionową, na której powinny być przynajmniej następujące dane:

- nazwa lub znak fabryczny (może być na oddzielnej tabliczce),
- oznaczenie typu,
- numer fabryczny,
- rok budowy,
- znamionowy rodzaj pracy przerywanej,
- moment znamionowy,
- prędkość obrotowa synchroniczna lub prędkość obrotowa przy obciążeniu znamionowym,
- dopuszczalna liczba łączy na godzinę,
- dopuszczalny obcy moment bezwładności,
- częstotliwość znamionowa,

k) napięcie znamionowe i układ połączeń uzwojeń stojana,

l) prądy znamionowe,

m) stopień ochrony,

n) klasa izolacji,

o) temperatura otoczenia, jeżeli różni się od +40 °C,

p) masa silnika,

r) numer niniejszej normy.

2.6. Rezystancja izolacji uzwojenia stojana względem kadłuba w stanie nagrzanym powinna wynosić co najmniej 1 MΩ zaś między uzwojeniami stojana co najmniej 2 MΩ.

2.7. Stopień ochrony — co najmniej IP11 wg PN-79/E-08106.

2.8. Różnica rezystancji poszczególnych gałęzi (faz) uzwojenia symetrycznego nie powinna przekraczać 5 % średniej wartości pomierzonej rezystancji.

2.9. Początkowy moment rozruchowy w stanie nagrzanym silnika powinien wynosić:

przy 6 biegunach — $2,3M_n$,

przy 24 biegunach — $1,6M_n$,

przy 36 biegunach — $1,8M_n$.

Dopuszczalna odchyłka początkowego momentu rozruchowego dla silników wynosi $\pm 10\%$.

2.10. Początkowy prąd rozruchowy w stanie nagrzanym (przy większej prędkości obrotowej) nie powinien przekraczać $4I_n$.

2.11. Poślizg znamionowy S_n :

- dla prędkości obrotowej 1000 obr/min powinien wynosić 10 %,
- dla prędkości obrotowej 250 i 167 obr/min powinien wynosić 16 %.

2.12. Moment krytyczny powinien wynosić:

- przy prędkości obrotowej 1000 obr/min — $2 \div 2,7M_n$,
- przy prędkości obrotowej 250 i 167 obr/min — nie mniej niż $1,5M_n$.

W przypadku gdy charakterystyka momentu nie ma wyraźnie zaznaczonego momentu krytycznego, powyższe wartości dotyczą wartości momentu odpowiadającego:

- poślizgowi $5S_n$ w przypadku prędkości obrotowej 1000 obr/min,
- poślizgowi $4S_n$ w przypadku prędkości obrotowej 250 i 167 obr/min.

2.13. Moment rozruchowy minimalny silników przy większej prędkości obrotowej nie powinien być mniejszy niż $1,9M_n$.

2.14. 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 1000 obr/min,
- 0,5 min dla prędkości obrotowej 250 lub 167 obr/min.

2.15. Poziom hałasu nie powinien przekraczać wartości dopuszczalnych dla klasy akustycznej 2 dla poziomu dźwięku IP2x tabl. 4 wg PN-81/E-06019.

Dla silników z chłodzeniem dodatkowym poziom hałasu nie powinien przekraczać wartości zwiększonych o 2 dB (A).

2.16. Moment hamujący silników przy hamowa-

niu prądnicowym powinien wynosić w zakresie $1000 \div 500$ obr/min co najmniej $2M_n$.

W całym zakresie prędkości obrotowej nie powinien przekroczyć:

- dla silników o liczbie biegunów 6/24 — $2,5M_n$,
- dla silników o liczbie biegunów 6/36 — $2,8M_n$.

2.17. Dopuszczalny poziom drgań — VR wg PN-73/E-06020.

2.18. Wytrzymałość mechaniczna przy zwiększonej prędkości obrotowej. Silniki powinny wytrzymać bez uszkodzeń i trwałych odkształceń w ciągu 2 min zwiększoną prędkość obrotową równą $2,5n_s$. Dotyczy to większej prędkości obrotowej.

2.19. Zabezpieczenie termiczne uzwojeń. Silniki powinny mieć wbudowane, dostosowane do klasy izolacji, czujniki temperatury umożliwiające zabezpieczenie termiczne uzwojeń.

2.20. Pozostałe wymagania dotyczące:

- znamionowych warunków pracy,
- zacisku do przyłączenia przewodów ochronnych,
- tolerancji, z wyjątkiem podanych w niniejszej normie, wg PN-72/E-06000.

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 wykonać dla każdego typu silnika co najmniej raz na pięć lat i co dwa lata po wyprodukowaniu więcej niż 500 sztuk silników danego typu.

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

3.2. Badania pełne — wg tabl. 2.

Tablica 2. Badania pełne

Lp.	Nazwa badania	Wymagania wg	Badania wg
1	2	3	4
1	Oględziny	2, 3 \div 2, 5	3, 6
2	Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń	2, 6	PN-72/E-06000
3	Sprawdzenie stopnia ochrony	2, 7	PN-79/E-08106
4	Pomiar prądem stałym rezystancji uzwojeń zimnego silnika	2, 8	PN-72/E-06000
5	Wyznaczenie charakterystyki biegu jałowego i strat jałowych	PN-72/E-06000	PN-72/E-04272
6	Wyznaczanie charakterystyki zwarcia, początkowego momentu rozruchowego i początkowego prądu rozruchowego	2, 9, 2, 10	PN-72/E-04272
7	Próba nagrzewania przy pracy przerywanej, nieograniczonym czasie pracy i chłodzeniu ICO1	2, 1	3, 8
8	Próba nagrzewania przy pracy przerywanej, ograniczonym czasie pracy i chłodzeniu ICO1	2, 1	3, 8
9	Próba nagrzewania przy pracy przerywanej, nieograniczonym czasie pracy i chłodzeniu ICO3	2, 1	3, 8
10	Próba nagrzewania przy pracy dorywczej	2, 1	3, 9
11	Wyznaczanie strat i sprawności	PN-72/E-06000	3, 10

cd. tabl. 2

Lp.	Nazwa badania	Wymagania wg	Badania wg
1	2	3	4
12	Wyznaczanie współczynnika mocy w zależności od obciążenia; - poślizgu przy obciążeniu znamionowym - momentu krytycznego	PN-72/E-06000 2. 11 2. 12	PN-72/E-04272 PN-72/E-04272 PN-72/E-04272
13	Wyznaczanie przebiegu prądu i momentu rozruchowego	x	PN-72/E-06000
14	Sprawdzenie momentu rozruchowego minimalnego	2. 13	PN-72/E-04272
15	Próba izolacji zwojów	2. 14	3. 11
16	Próba izolacji uzwojeń	PN-72/E-06000	PN-72/E-06000
17	Wyznaczanie poziomu hałasu	2. 15	3. 12
18	Wyznaczanie momentu bezwładności wirnika	x	PN-78/E-04252
19	Pomiar momentu hamującego przy hamowaniu prądnicowym	2. 16	3. 13
20	Sprawdzenie poziomu drgań	2. 17	PN-73/E-04255
21	Próba wytrzymałości mechanicznej przy zwiększonej prędkości obrotowej	2. 18	3. 14
22	Sprawdzenie zabezpieczeń termicznych uzwojeń	2. 19	3. 15

x - wartości ustala się tylko do celów eksploatacyjnych lub w przypadkach określonych w umowie.

3.3. Badania niepełne — wg tabl. 3.

Tablica 3. Badania niepełne

Lp.	Nazwa badania	Wymagania wg	Badania wg
1	Oględziny	2. 3 ÷ 2. 5	3. 6
2	Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń	2. 6	PN-72/E-06000
3	Pomiar prądem stałym rezystancji uzwojeń zimnego silnika	2. 8	PN-72/E-06000
4	Pomiar prądu i strat biegu jałowego	PN-72/E-06000	PN-72/E-04272
5	Próba wytrzymałości mechanicznej	2. 18	3. 14
6	Próba izolacji zwojów	2. 14	3. 11
7	Próba izolacji uzwojeń	PN-72/E-06000	PN-72/E-06000
8	Sprawdzenie poziomu drgań	2. 17	PN-73/E-04255

3.4. Liczność próbki — wg PN-72/E-06000.

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

Wdrożenie powinno być przeprowadzone przy wyższej prędkości obrotowej.

3.6. Oględziny polegają na sprawdzeniu, czy silnik odpowiada wymaganiom normy, których spełnienie może być stwierdzone bez wykonania prób lub rozmontowania silnika.

Ze szczególną uwagą należy sprawdzić:

- jakość montażu wg PN-72/E-06000,
- treść tabliczki znamionowej wg 2.5,
- poziom oleju w komorach olejowych łożysk ślizgowych,
- istnienie i właściwe oznaczenie zacisku ochronnego.

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

Bezpośrednio przed pomiarem prądu i momentu rozruchowego należy silnik wstępnie podgrzać w stanie zwarcia w czasie koniecznym do uzyskania temperatury uzwojenia 75 do 95 °C.

3.8. Próba nagrzewania przy pracy przerywanej. Próbę należy przeprowadzić dla pracy przerywanej S5 50 %, przy obciążeniu silnika momentem zastępczym wynoszącym $0,75M_n$, liczbie łączeń 120, 180 lub 240 c/h z chłodzeniem ICO1 lub ICO3, przy dopuszczalnych obcych momentach bezwładności zgodnie z danymi podanymi 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 łączeń.

3.9. Próba nagrzewania przy pracy dorywczej. Próbe nagrzewania przy pracy dorywczej S2 należy przeprowadzić na silniku zimnym, obciążając go momentem znamionowym, przy niższej prędkości obrotowej, w czasie 4 min.

3.10. Wyznaczanie 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. Próbe należy wykonać przy biegu jałowym i podwyższonym napięciu wg 2.14.

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-81/E-04257 przy:

- biegu jałowym przy obniżonym napięciu zasilania,
- biegu jałowym.

Widmo dźwięku należy wyznaczyć przy biegu jałowym silnika, mierząc poziom ciśnienia akustycznego w oktawach lub tercjach.

3.13. Pomiar momentu hamującego. Moment hamują-

cy przy hamowaniu prądnicowym silników należy określić metodą oscylograficzną przy zasilaniu uzwojenia niższej prędkości obrotowej.

Badania należy przeprowadzić w zakresie prędkości obrotowych podanych w 2.16.

3.14. Próba wytrzymałości mechanicznej przy zwiększonej prędkości obrotowej — wg PN-72/E-06000.

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

3.15. Sprawdzenie zabezpieczeń termicznych uzwojeń należy przeprowadzać wg metody uzgodnionej między wytwórcą a zamawiającym.

3.16. Ocena wyników badań

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

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

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Branżowy Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Maszyn Elektrycznych KOMEL, Katowice.

2. Normy związane

- PN-79/E-01111 Maszyny elektryczne wirujące. Oznaczenie wypro-
wadzeń
- PN-78/E-04252 Maszyny elektryczne. Wyznaczanie momentu bez-
władności części wirujących
- PN-73/E-04255 Maszyny elektryczne wirujące. Pomiar drgań
- PN-81/E-04257 Maszyny elektryczne wirujące. Wyznaczanie pozi-
omu hałasu
- PN-72/E-04272 Maszyny elektryczne wirujące. Silniki indukcyjne
trójfazowe. Metody badań
- PN-72/E-06000 Maszyny elektryczne wirujące. Ogólne wymagania
i badania
- PN-81/E-06019 Maszyny elektryczne wirujące. Dopuszczalny poziom
hałasu
- PN-73/E-06020 Maszyny elektryczne wirujące. Dopuszczalny poziom
drgań
- PN-79/E-08106 Obudowy urządzeń elektrotechnicznych. Stopnie
ochrony. Podział, wymagania i badania
- BN-77/3010-13 Maszyny elektryczne wirujące. Oznaczenie sposobu
chłodzenia
- BN-78/3010-14 Maszyny elektryczne wirujące. Oznaczenie form wy-
konania

**3. Sposób przeliczania momentu znamionowego na moc znamiono-
wą.** Z uwagi na fakt, że szereg firm podaje w katalogach zamiast
momentu znamionowego moc znamionową, poniżej podaje się spo-
sób obliczania tej mocy jak również porównanie momentów i mocy
silników. Wartości podaje się w tabl. I-1.

Znamionowa moc umowna — moc (kW) obliczona ze znamiono-
wego momentu (N·m) i synchronicznej prędkości obrotowej obr/min
wg wzoru (I-1)

$$P = \frac{M \cdot n}{9555} \quad (I-1)$$

Tablica I-1

Wznios osi wału silnika, mm	Moment znamionowy N·m	Moc umowna znamionowa, kW
225	76,4	8,0
225	95,5	10,0
250	114,5	12,0
250	133,8	14,0

4. Dopuszczalny czas rozruchu silnika określony wzorem I-2

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

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·m².

ω — synchroniczna prędkość kątowna, rad/s.

— przy spełnieniu wymagań określonych w normie — powinien
być nie mniejszy niż 2,4 s.

5. Poziom hałasu wg PN-81/E-06019. Poziom dźwięku L_{d1} (A)
w odległości 1 m od obrysu maszyny klasy akustycznej 2 o stopniu
ochrony IP2x. Wartości podaje tabl. I-2.

Tablica I-2

Moment znamionowy, N·m	76,4	95,5	114,5	133,8
Moc znamionowa przy 1000 obr/min, kW	8	10	12	14
Poziom dźwięku max dB (A)	70	70	73	73
Poziom dźwięku dla maszyn z chłó- dzeniem dodatkowym, dB (A)	72	72	75	75