

|                 |                                             |                          |
|-----------------|---------------------------------------------|--------------------------|
| ENERGOELEKTRYKA | N O R M A   B R A N Ż O W A                 | BN-89                    |
|                 | Maszyzny elektryczne<br>Elementy automatyki | 3016-08                  |
|                 | Dwufazowe indukcyjne<br>silniki wykonawcze  | Zamiast<br>BN-81/3016-08 |
|                 | Wymagania i badania                         | Grupa katalogowa 0661    |

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są wymagania i badania dotyczące dwufazowych indukcyjnych silników wykonawczych o wirnikach klatkowych, kubkowych i litych zasilanych napięciem o częstotliwości 50 lub 400 Hz.

**1.2. Warunki środowiskowe pracy** — wg PN-83/E-06030.

### 1.3. Określenia

**1.3.1. minimalne napięcie rozruchu silnika** — najmniejsze napięcie przyłożone do uzwojenia sterującego, przy znamionowo zasilanym uzwojeniu wzbudzenia, przy którym wirnik nieobciążonego silnika zaczyna się obracać.

**1.3.2. moc maksymalna umowna silnika  $P_N$**  — moc wydawana silnika zasilanego napięciami znamionowymi o znamionowej częstotliwości, obciążonego momentem, przy którym prędkość silnika równa się połowie prędkości biegu jałowego, określona wzorem

$$P_N = \frac{M_N \omega_0}{2} \quad (1)$$

w którym:

$M_N$  — moment obciążenia,

$\omega_0$  — prędkość kątowna biegu jałowego.

Moc maksymalna umowna równa się mocy maksymalnej w przypadku liniowej charakterystyki mechanicznej silnika.

**1.3.3. stała czasowa elektromechaniczna umowna  $T_m$**  — wielkość określona wzorem

$$T_m = \frac{J \omega_0}{M_P} \quad (2)$$

w którym:

$J$  — moment bezwładności wirnika względem jego osi wirowania,

$\omega_0$  — prędkość kątowna biegu jałowego,

$M_P$  — moment rozruchowy początkowy.

**1.3.4. nieliniowość charakterystyki mechanicznej silnika** — największa wartość ilorazu bezwzględnego odchylenia charakterystyki mechanicznej silnika od przebiegu

liniowego do wartości momentu rozruchowego początkowego. Przebieg liniowy charakterystyki wyznacza prosta przechodząca przez punkty momentu rozruchowego początkowego i prędkości biegu jałowego.

**1.3.5. przyspieszenie umowne przy rozruchu  $a$**  — wielkość określona wzorem

$$a = \frac{M_P}{J} \quad (3)$$

**1.3.6. współczynnik tłumienia umowny  $d$**  — wielkość określona wzorem

$$d = \frac{M_P}{\omega_0} \quad (4)$$

**1.3.7. stała czasowa nawrotu umowna  $T_n$**  — wielkość określona wzorem

$$T_n = 1,69 T_m \quad (5)$$

### 1.3.8. stan cieplny silników

**1.3.8.1. stan zimny** — stan cieplny niezasilanego silnika przebywającego co najmniej 3 h w normalnych warunkach badań.

**1.3.8.2. stan nagrany normalny** — stan cieplny, jaki osiągnie silnik przy zasilaniu tylko uzwojenia wzbudzenia napięciem znamionowym w ciągu 1 h.

**1.3.8.3. stan nagrany ustalony** — stan cieplny, jaki osiągnie zahamowany silnik zamocowany w płycie montażowej (patrz załącznik) przy znamionowym zasilaniu uzwojeń wzbudzenia i sterowania, jeżeli zmiany temperatury uzwojeń nie przekraczają 1°C w ciągu 0,5 h.

**1.3.9. Pozostałe określenia** — wg PN-87/E-01006 i PN-83/E-06030.

## 2. WYMAGANIA

**2.1. Minimalne napięcie rozruchu** dla obydwu kierunków wirowania nie powinno przekraczać: 3% napięcia znamionowego przy temperaturze otoczenia 5 ÷ 40°C, a 6% — przy temperaturze otoczenia -25°C.

**2.2. Nieliniowość charakterystyki mechanicznej** nie powinna przekraczać 10% przy sterowaniu ampli-

Zgłoszona przez Instytut Elektrotechniki  
Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Elektrotechniki dnia 14 lutego 1989 r.  
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1990 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 3/1989, poz. 6)

tudowym i 20% przy sterowaniu amplitudowo-fazowym.

**2.3. Samohamowność.** Przerwanie obwodu sterowania (przy znamionowym napięciu wzbudzenia) lub obwodu wzbudzenia (przy pełnymysterowaniu) silnika biegnącego jałowo powinno spowodować samoczynne zatrzymanie silnika w czasie nie dłuższym niż 15 s.

**2.4. Tolerancje.** Parametry silników podane na tabliczkach znamionowych lub w dokumentach towarzyszących powinny być dotrzymywane z zachowaniem następujących tolerancji:

- stała czasowa elektromechaniczna umowna +15%,
- stała czasowa nawrotu umowna +15%,
- przyspieszenie umowne przy rozruchu -15%,
- współczynnik tłumienia umowny -10%,
- inne parametry — wg PN-83/E-06030.

**2.5. Tabliczka znamionowa** powinna zawierać następujące dane:

- typ i numer fabryczny silnika,
- napięcie znamionowe zasilania,
- częstotliwość napięcia zasilania.

**2.6. Dokumenty towarzyszące** powinny być zgodne z PN-83/E-06030, a ponadto powinny zawierać następujące dane:

- rezystancje i impedancje uzwojeń,
- elektromechaniczną stałą czasową umowną, stałą czasową nawrotu umowną, przyspieszenie przy rozruchu umowne, współczynnik tłumienia umowny,
- parametry znamionowe — moment rozruchowy początkowy, prędkość biegu jałowego,
- moment bezwładności wirnika,
- schemat uzwojeń wraz z kodem wyprowadzeń.

**2.7. Pozostałe wymagania** — wg PN-83/E-06030.

### 3. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT

Pakowanie, przechowywanie i transport — wg PN-83/E-06030.

### 4. BADANIA

**4.1. Program badań** — wg PN-83/E-06030.

**4.2. Zakres i kolejność badań** — wg tablicy.

**4.3. Liczność próbki i sposób jej pobierania** — wg PN-83/E-06030.

**4.4. Ogólne warunki wykonywania badań** — wg PN-83/E-06030, przy czym kąt przesunięcia między napięciami sterowania a wzbudzenia przy sterowaniu amplitudowym powinien wynosić  $90 \pm 5^\circ$ .

**4.5. Opis badań**

**4.5.1. Sprawdzenie danych znamionowych**

**4.5.1.1. Sprawdzenie prędkości biegu jałowego** należy wykonać dla silnika znajdującego się w stanie nagrzanym normalnym, metodą stroboskopową lub fotoelektryczną przy pełnymysterowaniu, dla obu kierunków wirowania. W badaniu niepełnym próbę wykonuje się dla silnika w stanie zimnym.

**4.5.1.2. Sprawdzenie momentu rozruchowego początkowego** należy wykonać dla silnika znajdującego się w stanie nagrzanym normalnym, przy pełnymysterowaniu, dla obu kierunków wirowania. W badaniu niepełnym próbę wykonuje się dla silnika w stanie zimnym.

**4.5.2. Sprawdzenie przyrostów temperatury.** Próba polega na wyznaczeniu przyrostu temperatury uzwojeń silnika zamocowanego w płycie montażowej (patrz załącznik) będącego w stanie nagrzanym ustalonym.

Pozostałe warunki i sposób wykonania próby oraz ocena wyniku — wg PN-83/E-06030.

**4.5.3. Sprawdzenie wytrzymałości na suche gorąco** — wg PN-83/E-06030.

Po wyjęciu silnika z komory i regeneracji należy sprawdzić:

- minimalne napięcie rozruchu,
- moment rozruchowy,
- prędkość biegu jałowego silnika.

**4.5.4. Sprawdzenie wytrzymałości na zimno** — wg PN-83/E-06030.

Po wyjęciu silnika z komory klimatycznej i regeneracji należy sprawdzić:

- minimalne napięcie rozruchu,
- moment rozruchowy,
- prędkość biegu jałowego silnika.

**4.5.5. Sprawdzenie wytrzymałości na zmiany temperatury** — wg PN-83/E-06030.

Po wyjęciu silnika z komory klimatycznej i regeneracji należy sprawdzić:

- minimalne napięcie rozruchu,

| Lp. | Rodzaj badania                                             | Badania |          | Wymagania wg                | Opis badań wg    |
|-----|------------------------------------------------------------|---------|----------|-----------------------------|------------------|
|     |                                                            | pełne   | niepełne |                             |                  |
| 1   | 2                                                          | 3       | 4        | 5                           | 6                |
| 1   | Ogłędziny, sprawdzenie wymiarów montażowych i masy maszyny | +       | +        | 2.5, 2.6 oraz PN-83/E-06030 | PN-83/E-06030    |
| 2   | Sprawdzenie bicia roboczego końca wału                     | +       | +        | PN-83/E-06030               | PN-83/E-06030    |
| 3   | Sprawdzenie rezystancji i impedancji uzwojeń               | +       | —        | PN-83/E-06030               | PN-83/E-06030    |
| 4   | Sprawdzenie danych znamionowych                            | +       | +        | PN-83/E-06030               | 4.5.1.1, 4.5.1.2 |
| 5   | Sprawdzenie rezystancji izolacji                           | +       | +        | PN-83/E-06030               | PN-83/E-06030    |
| 6   | Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji uzwojeń    | +       | +        | PN-83/E-06030               | PN-83/E-06030    |
| 7   | Sprawdzenie izolacji elektrycznej zwojów                   | +       | —        | PN-83/E-06030               | PN-83/E-06030    |
| 8   | Sprawdzenie napięcia na kondensatorze                      | +       | —        | PN-83/E-06030               | PN-83/E-06030    |
| 9   | Sprawdzenie przyrostów temperatury                         | +       | —        | PN-83/E-06030               | 4.5.2            |

cd. tablicy

| Lp. | Rodzaj badania                                                                            | Badania |          | Wymagania wg  | Opis badań wg |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|---------------|---------------|
|     |                                                                                           | pełne   | niepełne |               |               |
| 1   | 2                                                                                         | 3       | 4        | 5             | 6             |
| 10  | Sprawdzenie wytrzymałości na suche gorąco                                                 | +       | —        | PN-83/E-06030 | 4.5.3         |
| 11  | Sprawdzenie wytrzymałości na zimno                                                        | +       | —        | PN-83/E-06030 | 4.5.4         |
| 12  | Sprawdzenie wytrzymałości na zmiany temperatury                                           | +       | —        | PN-83/E-06030 | 4.5.5         |
| 13  | Sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe                                        | +       | —        | PN-83/E-06030 | 4.5.6         |
| 14  | Sprawdzenie wytrzymałości na udary mechaniczne                                            | +       | —        | PN-83/E-06030 | 4.5.7         |
| 15  | Sprawdzenie wytrzymałości na wibracje                                                     | +       | —        | PN-83/E-06030 | 4.5.8         |
| 16  | Sprawdzenie odporności na suche gorąco                                                    | +       | —        | PN-83/E-06030 | 4.5.9         |
| 17  | Sprawdzenie odporności na zimno                                                           | +       | —        | PN-83/E-06030 | 4.5.10        |
| 18  | Sprawdzenie odporności na udary mechaniczne                                               | +       | —        | PN-83/E-06030 | 4.5.11        |
| 19  | Sprawdzenie odporności na wibracje                                                        | +       | —        | PN-83/E-06030 | 4.5.12        |
| 20  | Sprawdzenie poziomu dźwięku                                                               | +       | —        | PN-81/E-04257 | 4.5.13        |
| 21  | Sprawdzenie intensywności drgań                                                           | +       | —        | PN-88/E-06714 | 4.5.14        |
| 22  | Sprawdzenie momentu bezwładności wirnika                                                  | +       | —        | PN-83/E-06030 | 4.5.15        |
| 23  | Sprawdzenie stałej czasowej elektromechanicznej umownej i stałej czasowej nawrotu umownej | +       | —        | 2.4           | 4.5.16        |
| 24  | Sprawdzenie przyspieszenia umownego przy rozruchu                                         | +       | —        | 2.4           | 4.5.16        |
| 25  | Sprawdzenie współczynnika tłumienia umownego                                              | +       | —        | 2.4           | 4.5.16        |
| 26  | Sprawdzenie samohamowności                                                                | +       | —        | 2.3           | 4.5.17        |
| 27  | Sprawdzenie minimalnego napięcia rozruchu                                                 | +       | —        | 2.1           | 4.5.18        |
| 28  | Sprawdzenie nieliniowości charakterystyki mechanicznej                                    | +       | —        | 2.2           | 4.5.19        |
| 29  | Sprawdzenie trwałości                                                                     | +       | —        | PN-83/E-06030 | 4.5.20        |

- moment rozruchowy,
- prędkość biegu jałowego silnika.

#### 4.5.6. Sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe — wg PN-83/E-06030.

Po wyjęciu silnika z komory klimatycznej i regeneracji należy sprawdzić:

- minimalne napięcie rozruchu,
- moment rozruchowy,
- prędkość biegu jałowego silnika.

#### 4.5.7. Sprawdzenie wytrzymałości na udary mechaniczne — wg PN-83/E-06030.

Po zakończeniu próby należy sprawdzić:

- minimalne napięcie rozruchu,
- moment rozruchowy,
- prędkość biegu jałowego silnika.

#### 4.5.8. Sprawdzenie wytrzymałości na wibracje — wg PN-83/E-06030.

Po zakończeniu próby należy sprawdzić:

- minimalne napięcie rozruchu,
- moment rozruchowy,
- prędkość biegu jałowego silnika.

#### 4.5.9. Sprawdzenie odporności na suche gorąco — wg PN-83/E-06030.

Podczas próby, nie wyjmując silnika z komory klimatycznej, należy sprawdzić minimalne napięcie rozruchu.

#### 4.5.10. Sprawdzenie odporności na zimno — wg PN-83/E-06030.

Podczas próby, nie wyjmując silnika z komory klimatycznej, należy sprawdzić minimalne napięcie rozruchu.

#### 4.5.11. Sprawdzenie odporności na udary mechaniczne — wg PN-83/E-06030.

Podczas próby należy sprawdzić:

- minimalne napięcie rozruchu,
- moment rozruchowy,
- prędkość biegu jałowego silnika.

#### 4.5.12. Sprawdzenie odporności na wibracje — wg PN-83/E-06030.

Podczas próby należy sprawdzić:

- minimalne napięcie rozruchu,
- moment rozruchowy,
- prędkość biegu jałowego silnika.

#### 4.5.13. Sprawdzenie poziomu dźwięku — wg PN-81/E-04257. Próbie należy poddać silnik wirujący jałowo — dla obu kierunków wirowania.

#### 4.5.14. Sprawdzenie intensywności drgań — wg PN-88/E-06714.

Próbie należy poddać silnik wirujący jałowo — dla obu kierunków wirowania.

#### 4.5.15. Sprawdzenie momentu bezwładności wirnika — wg PN-83/E-06030. Moment bezwładności wirnika należy wyznaczyć metodą pomiaru okresu drgań skłonnych wokół osi podłużnej badanego wirnika i ciężarka wzorcowego o znanym momencie bezwładności.

Moment bezwładności  $J$  określono wzorem

$$J = J_w + J_d \frac{T^2}{T_w^2} - J_d \quad (6)$$



w którym

- $J$  — moment bezwładności wirnika,  
 $J_w$  — moment bezwładności ciężarka wzorcowego,  
 $J_d$  — moment bezwładności elementu mocującego,  
 $T$  — okres drgań wirnika,  
 $T_w$  — okres drgań ciężarka wzorcowego.

**4.5.16. Sprawdzenie elektromechanicznej stałej czasowej umownej, stałej czasowej nawrotu umownej, przyspieszenia umownego przy rozruchu i współczynnika tłumienia umownego** polega na obliczeniu tych wielkości wg wzorów (2), (3) i (4) na podstawie odpowiednich wyników pomiarów.

**4.5.17. Sprawdzenie samohamowności** należy wykonać przerywając obwód uzwojenia sterowania i wzbudzenia silnika będącego w stanie nagrzany normalnym.

**4.5.18. Sprawdzenie minimalnego napięcia rozruchu** należy wykonać dla trzech dowolnych różnych położeń wirnika i dla obu kierunków wirowania przez pomiar napięcia sterowania, przy którym nieobciążony silnik, będący w stanie nagrzany normalnym, zaczyna się obracać.

**4.5.19. Sprawdzenie nieliniowości charakterystyki mechanicznej.** Próba polega na wyznaczaniu charakterystyk momentu obrotowego silnika w funkcji prędkości

obrotowej dla pięciu wartości współczynnika sygnału  $\alpha$ : 1,1; 1,0; 0,75; 0,5; 0,25,

Silnik powinien być w stanie nagrzany ustalonym. Pomiary należy wykonać w czasie nie dłuższym niż 3 min. Nieliniowość charakterystyki mechanicznej należy wyznaczyć na podstawie przebiegu charakterystyki  $M = f(n)$ , przy współczynniku sygnału  $\alpha = 1$ . Na podstawie charakterystyk mechanicznych należy wyznaczyć graficznie rodzinę charakterystyk regulujących wg wzoru

$$n = f(U_{st}) \quad (7)$$

w którym  $U_{st}$  oznacza napięcie sterowania przy ustalonych wartościach momentu obciążenia równych 0; 0,25; 0,5 i 0,75 momentu rozruchowego początkowego.

**4.5.20. Sprawdzenie trwałości** — wg PN-83/E-06030. Silnik zamontowany w płycie montażowej powinien wirować jałowo.

Po próbie należy sprawdzić:

- minimalne napięcie rozruchu,
- moment rozruchowy początkowy,
- prędkość biegu jałowego.

**4.6. Ogólna ocena wyników badań** — wg PN-83/E-06030.

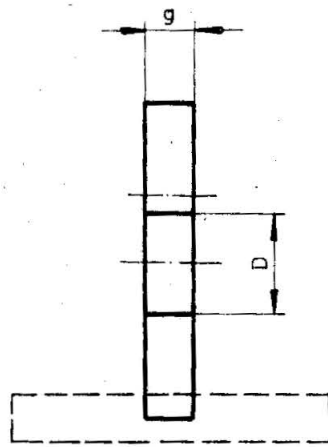
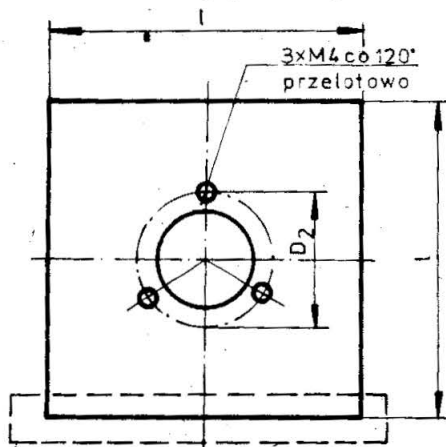
K O N I E C

Informacje dodatkowe

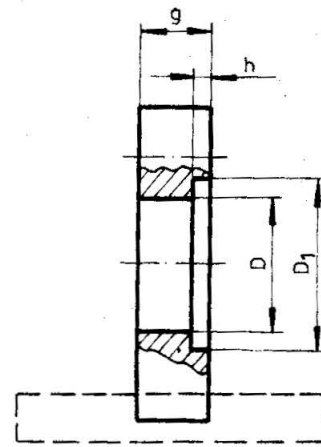
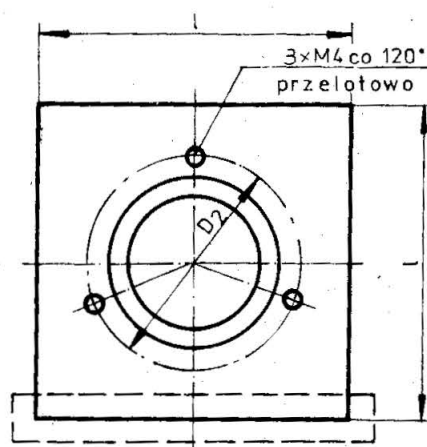
Z A Ł A C Z N I K

#### WYMIARY PŁYTY MONTAŻOWEJ

a) Wymiary płyty montażowej w mm dla silników wielkości mechanicznej 0,8, 11, 15, 18 — wg PN-78/E-80415 (rys. Z-1) i tablicy.



BN-89/3016-08-Z-1



BN-89/3016-08-Z-2

b) Wymiary płyty montażowej w mm dla silników wielkości mechanicznej 23, 31 — wg PN-78/E-80415 (rys. Z-2) i tablicy.

Materiał płyty — aluminium chemicznie czernione. Linia przerywaną zaznaczono schematycznie na rys. Z-1 i Z-2 podstawę z materiału termicznie izolacyjnego.

| Wielkość | $D \text{ H7}$ | $D_1^{+0,1}$ | $D_2 \pm 0,1$ | $l \pm 0,25$ | $g^{+0,2}$ | $h_{-0,2}$ |
|----------|----------------|--------------|---------------|--------------|------------|------------|
| 08       | 12,73          | —            | 22,5          | 60           | 5          | —          |
| 11       | 15,00          | —            | 35            | 80           | 5          | —          |
| 15       | 22,23          | —            | 43            | 110          | 5          | —          |
| 18       | 23,83          | —            | 50            | 130          | 5          | —          |
| 23       | 50,83          | 58           | 76            | 150          | 11         | 3          |
| 31       | 69,88          | 79           | 98            | 210          | 16         | 3          |

## INFORMACJE DODATKOWE

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

**2. Normy związane**

PN-87/E-01006 Maszyny elektryczne. Elementy automatyki. Terminologia

PN-78/E-04252 Maszyny elektryczne wirujące. Wyznaczanie momentu bezwładności części wirujących

PN-81/E-04257 Maszyny elektryczne wirujące. Wyznaczanie poziomu hałasu

PN-83/E-06030 Maszyny elektryczne. Elementy automatyki. Ogólne wymagania i badania

PN-88/E-06714 Maszyny elektryczne wirujące. Drgania. Metody badań i dopuszczalną intensywność

PN-78/E-80415 Maszyny elektryczne. Maszynowe elementy automatyki. Wymiary montażowe

**3. Normy międzynarodowe**

RWPG CT CЭB 4438-83 Электродвигатели асинхронные двухфазные управляемые. Основные параметры и технические требования

**4. Zakres zgodności z normami międzynarodowymi.** BN różni się od CT CЭB 4438-83 w następującym zakresie:

- BN, oprócz wymagań, zawiera również badania,
- nie podano ciągu maksymalnych mocy na wale,
- ograniczono liczbę parametrów przewidzianych w dokumentach towarzyszących.

**5. Autorzy projektu normy** — dr inż. Ryszard Michalski, dr inż. Jerzy Zadrozny, inż. Ewa Fiutowska — Instytut Elektrotechniki, Warszawa.