

ŚRODKI TRANSPORTU POWIETRZNEGO	N O R M A   B R A N Ż O W A	BN-88
	Osprzęt lotniczy Komutatory maszyn elektrycznych	3800-01
	Wymagania i badania	Grupa katalogowa 0660

## I. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są wymagania i badania komutatorów walcowych zaprasowanych tworzywem elektroizolacyjnym oraz komutatorów konstrukcji metalowej o średnicach powierzchni ślizgowej do 250 mm stosowanych w lotniczych elektrycznych maszynach wirujących.

Postanowienia dotyczące komutatorów przed zamontowaniem na wałku maszyny elektrycznej z pierścieniami wzmacniającymi metalowymi lub z tworzyw zbrojonych włóknem oraz komutatorów metalowych w wersji skręcanej.

**1.2. Zakres stosowania normy.** Niniejszą normę stosuje się do nowo zaprojektowanych komutatorów walcowych do maszyn elektrycznych prądu stałego, na znamionowe napięcie do 30 V i prądu przemiennego na znamionowe napięcie do 115 V.

**1.3. Określenia** — wg PN-78/M-02137 i BN-72/3010-09.

**1.4. Warunki pracy komutatorów.** Komutatory objęte niniejszą normą przeznaczone są do pracy w warunkach klimatycznych zgodnie z obowiązującymi przepisami zdatności sprzętu lotniczego.

## 2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

**2.1. Podział.** Komutatory walcowe pod względem rozwiązań konstrukcyjnych dzielą się na:

A — komutatory zaprasowane tworzywem elektroizolacyjnym z pierścieniami wzmacniającymi.

AN — komutatory zaprasowane tworzywem elektroizolacyjnym z metalowymi pierścieniami wzmacniającymi.

AC — komutatory zaprasowane tworzywem elektroizolacyjnym z ceramicznymi pierścieniami wzmacniającymi.

AT — komutatory zaprasowane tworzywem elektroizolacyjnym z pierścieniami wzmacniającymi z tworzywa zbrojonego włóknem szklanym.

B — komutatory konstrukcji metalowej skręcane nakrętką.

**2.2. Przykład oznaczenia** komutatora zaprasowanego tworzywem elektroizolacyjnym z pierścieniami

wzmacniającymi z tworzywa zbrojonego włóknem AT, o średnicy powierzchni ślizgowej 56 mm, z liczbą wycinków 81:

KOMUTATOR AT-56/81 BN-88/3800-01

## 3. WYMAGANIA

**3.1. Stan powierzchni zewnętrznej.** Powierzchnia ślizgowa komutatora ma być metalicznie czysta, bez wgniotów, wżerów, rys i zadziorów. Maksymalna chropowatość powierzchni ślizgowej  $R_a$  2,5 — wg PN-85/M-04254. Na powierzchni zaprasowanego tworzywa nie dopuszcza się pęknięć lub pęcherzy.

**3.2. Wymiary główne komutatorów** — wg BN-79/3010-15.

**3.3. Dopuszczalne tolerancje lub odchyłki wymiarowe**

**3.3.1. Podziałka międzywycinkowa komutatora.** Sumaryczny błąd podziałki międzywycinkowej na jednej czwartej części obwodu komutatora, mierzony na powierzchni ślizgowej, nie może przekraczać wartości 1 mm.

**3.3.2. Skos osiowy wycinków komutatora** mierzony na powierzchni ślizgowej komutatora nie może przekraczać:

— połowy grubości izolacji międzywycinkowej dla komutatorów o długości powierzchni ślizgowej do 30 mm,

— jednej grubości izolacji międzywycinkowej dla komutatorów o długości powierzchni ślizgowej powyżej 30 mm.

**3.3.3. Tolerancje wewnętrznej średnicy komutatora w mm** — wg tabl. 1.

Tablica 1

Średnica wewnętrzna komutatora $D_K$	Dopuszczalna tolerancja średnicy wewnętrznej		
	zaprasowany komutator w tworzywie		komutator konstrukcji metalowej
	bez tulei metalowej	z tuleją metalową	dla wszystkich odmian
$D_K \leq 10$	$\pm 0,05$	H7	H7
$11,2 \leq D_K \leq 18$	$\pm 0,06$		
$21,2 \leq D_K \leq 47,5$	$\pm 0,08$		
$56 \leq D_K \leq 100$	—	H8	
$112 \leq D_K \leq 180$	—		
$D_K \geq 200$	—		

Zgłoszona przez Instytut Lotnictwa

Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Lotnictwa dnia 8 listopada 1988 r.

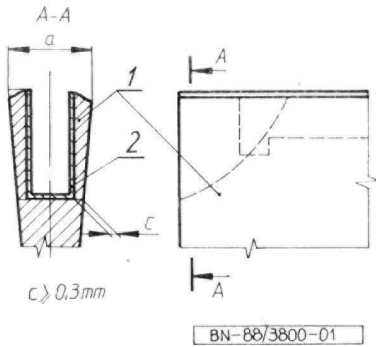
jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1989 r.

(Dz. Norm. i Miar nr 1/1989, poz. 2)

Tolerancja szerokości rowków wpustów w tulejach metalowych powinna mieścić się w klasie N9.

W technicznie uzasadnionych przypadkach dopuszcza się wykonywanie średnic wewnętrznych komutatorów z innymi niż podano tolerancjami.

**3.3.4. Tolerancja przesunięcia osi rowka od osi wycinka komutatora.** Frezowane rowki przeznaczone do bezpośredniego podłączenia uzwojenia wykonać w płaszczyźnie symetrii wycinka. Dopuszcza się maksymalne przesunięcia osi rowka od osi wycinka w mm — wg rysunku i tabl. 2.



1 — wycinek, 2 — warstwa spoiwa

Tablica 2

Grubość wycinka $a$	Dopuszczalne przesunięcie osi rowka względem osi wycinka
$a \leq 2,5$	0,3
$2,5 < a \leq 3$	0,4
$a > 3$	0,5

Najmniejsza jednostronna odległość między rowkiem a płaszczyzną wycinka przylegającą do izolacji międzywycinkowej nie może być mniejsza niż 0,3 mm, jeżeli wytrzymałość mechaniczna umożliwia to.

**3.3.5. Tolerancje okrągłości i bicia promieniowego średnicy ślizgowej komutatora** przygotowanego do odwirowania oraz przyrosty tolerancji okrągłości i bicia promieniowego po odwirowaniu wg 3.5.4 podano w mm w tabl. 3.

Tablica 3

Średnica komutatora $D_K$	Tolerancja okrągłości	Tolerancja bicia promieniowego	Dopuszczalne przyrosty tolerancji okrągłości i bicia promieniowego po odwirowaniu
$D_K \leq 47,5$	0,005	0,005	0,005
$56 \leq D_K \leq 100$	0,010	0,010	0,010
$112 \leq D_K \leq 180$	0,015	0,020	0,015
$200 \leq D_K \leq 250$	0,020	0,025	0,020

**3.4. Materiał.** Materiały użyte do produkcji mają być atestowane i spełniać wymagania norm podanych w dokumentacji konstrukcyjnej.

Profile miedziane oraz wieniec wycinków mają spełniać wymagania wg PN-75/E-11100.

Stosować izolację międzywycinkową z miki lub mikanitu komutatorowego wg PN-73/E-11004.

Tworzywo elektroizolacyjne powinno być co najmniej o ciepłoodporności klasy B wg PN-87/E-02050.

Wymagania odporności tworzywa elektroizolacyjnego komutatorów zaprasowanych przeznaczonych do zabudowy na statkach powietrznych stosowanych do prac agrolotniczych ustalają zamawiający i wytwórca.

### 3.5. Wymagania elektryczne i mechaniczne

**3.5.1. Rezystancja izolacji komutatora względem masy** w temperaturze  $25 \pm 10^\circ\text{C}$ , wilgotności  $65 \pm 15\%$  nie może być mniejsza od  $5 \text{ M}\Omega$ , natomiast w temperaturze odpowiadającej przepisom zgodności sprzętu lotniczego ciepłoodporność układu izolacyjnego komutatora z odchyłką temperatury  $\pm 5^\circ\text{C}$  nie może być mniejsza od  $0,5 \text{ M}\Omega$ .

**3.5.2. Rezystancja izolacji międzywycinkowej** w warunkach  $25 \pm 10^\circ\text{C}$ , wilgotności  $65 \pm 15\%$  nie może być mniejsza od  $5 \text{ M}\Omega$ , a w temperaturze odpowiadającej przepisom zgodności sprzętu lotniczego ciepłoodporność układu izolacyjnego z odchyłką temperatury  $\pm 5^\circ\text{C}$  nie może być mniejsza od  $0,5 \text{ M}\Omega$ .

**3.5.3. Wytrzymałość elektryczna izolacji komutatora względem masy w stanie nagrzanim** do temperatury odpowiadającej klasie ciepłoodporności układu izolacyjnego komutatora z odchyłkami temperatury  $\pm 5^\circ\text{C}$  w ciągu 5 s nie może być mniejsza od podanej w tabl. 4.

Tablica 4

Rodzaj prądu i moc maszyny kW	Napięcie znamionowe maszyny $U_{ZN}$ V	Napięcie probiercze maszyny V
prąd zmienny moc do 50 kW	115, przy 400 Hz	$2U_{ZN} + 1500$
prąd stały moc do 50 kW	$28 \div 30$	$2U_{ZN} + 700$

**3.5.4. Wytrzymałość mechaniczna.** Każdy badany komutator nie może ulec uszkodzeniom mechanicznym i elektrycznym podczas odwirowania przez 5 min z prędkością obrotową o 20% wyższą od najwyższej przewidywanej w warunkach pracy, jeżeli nie przekracza ona 250 1/s i o 10%, jeżeli ją przekracza, w stanie nagrzanim do temperatury odpowiadającej klasie ciepłoodporności układu izolacyjnego z odchyłkami  $\pm 5^\circ\text{C}$ .

**3.6. Cechowanie.** Komutator o średnicy powierzchni ślizgowej powyżej 50 mm powinien mieć następujące trwałe cechy:

- znak fabryczny,
- oznaczenie wg 2.2,
- numer fabryczny,
- znak kontroli jakości,
- rok produkcji.

Miejsce cechowania podać w dokumentacji technicznej.

## 4. PAKOWANIE I PRZECHOWYWANIE

**4.1. Pakowanie.** Elementy metalowe komutatorów zabezpieczyć przed korozją wazeliną techniczną wg PN-69/C-96120 i pakować oddzielnie w papier parafinowany 1821-154/N-3 lub BN-8 wg PN-76/P-50452,

a następnie w skrzynie drewniane. Komutatory w skrzyniach zabezpieczyć przed przesunięciem się. Dopuszcza się ułożenie w jednej skrzyni dwóch lub więcej warstw komutatorów, pod warunkiem przełożenia warstw tekturą obłożoną dwustronnie papierem parafinowanym. Opakowanie wykonać zgodnie z wymaganiami wg PN-78/O-79021 oraz znakować wg PN-85/O-79252.

Na skrzyni umieścić nalepkę zawierającą co najmniej następujące dane:

- a) nazwę i znak wytwórcy,
- b) nazwę wyrobu,
- c) typ lub oznaczenie komutatorów oraz numer rysunku konstrukcyjnego komutatora,
- d) ilość komutatorów w skrzyni,
- e) numery fabryczne komutatorów,
- f) datę produkcji,
- g) znak kontroli jakości.

**4.2. Przechowywanie.** Komutatory zabezpieczone przed korozją i zapakowane przechowywać w pomieszczeniach o temperaturze powietrza od  $-5$  do  $+40^{\circ}\text{C}$  i wilgotności względnej nie przekraczającej 80%, w atmosferze nieagresywnej.

Urządzenia grzejne nie mogą oddziaływać bezpośrednio na wyrób.

## 5. BADANIA

### 5.1. Rodzaje badań

#### 5.1.1. Badania pełne przeprowadza się

a) przy uruchomieniu produkcji nowego typu komutatora lub w przypadku wznowienia produkcji, jeżeli przerwa trwała dłużej niż 12 miesięcy,

b) każdorazowo przy zmianie konstrukcji, technologii lub materiałów konstrukcyjnych mogących mieć wpływ na wynik badania pełnego,

c) co 12 miesięcy dla okresowej kontroli produkcji,

d) na 5 komutatorach pobranych sposobem losowym wg PN-83/N-03010 z przedstawionej do odbioru partii komutatorów.

**5.1.2. Badania niepełne** przeprowadza się w celu oceny jakości wykonania komutatorów w bieżącej produkcji oraz sprawdzenia, czy ich własności nie odbiegają od własności komutatorów poddanych badaniom pełnym. Badania niepełne wykonuje się przy kontroli bieżącej produkcji na każdym komutatorze, z wyjątkiem wymagania wg 3.5.4. Badania wg 3.5.4 wykonywać na dwu z każdych 50 komutatorów bieżącej produkcji (o ile z licznosci partii nie wynika konieczność badań pełnych).

**5.2. Program badań** — wg tabl. 5.

Tablica 5

Lp.	Nazwa badania	Wymagania wg	Opis badań wg	Badania	
				pełne	niepełne
1	2	3	4	5	6
1	Sprawdzenie stanu powierzchni zewnętrznej	3.1	5.4.1	+	+
2	Sprawdzenie wymiarów				
	a) średnicy powierzchni ślizgowej	BN-79/3010-15 p. 2.1	5.4.2a)	+	+
	b) długości powierzchni ślizgowej	BN-79/3010-15 p. 2.2	5.4.2b)	+	+
	c) grubości izolacji międzywycinkowej	BN-79/3010-15 p. 2.4	5.4.2c)	+	+
	d) kąta pierścieni dociskowych (tylko dla komutatorów metalowych)	BN-79/3010-15 p. 2.5	5.4.2d)	+	-
	e) wystawiania tworzywa elektroizolacyjnego (tylko dla komutatorów zaprasowanych)	BN-79/3010-15 p. 2.6	5.4.2e)	+	-
	f) elementów układu elektroizolacyjnego (tylko dla komutatorów metalowych)	BN-79/3010-15 p. 2.7	5.4.2f)	+	-
3	Sprawdzenie dopuszczalnych tolerancji lub odchyłek wymiarowych				
	a) podziałki międzywycinkowej komutatora	3.3.1	5.4.3a)	+	-
	b) skosu osiowego wycinków komutatora	3.3.2	5.4.3b)	+	-
	c) wewnętrznej średnicy komutatora	3.3.3	5.4.3c)	+	+
	d) przesunięcia osi rowków od osi wycinka komutatora	3.3.4	5.4.3d)	+	-
	e) okrągłości i bicia komutatora	3.3.5	5.4.3e)	+	-
4	Sprawdzenie materiału	3.4	5.4.4	+	-
5	Sprawdzenie wymagań elektrycznych				
	a) rezystancji izolacji komutatora względem masy w temperaturze otoczenia i podwyższonej	3.5.1	5.4.5a)	+	+
	b) rezystancji elektrycznej izolacji międzywycinkowej komutatora w temperaturze otoczenia i podwyższonej	3.5.2	5.4.5b)	+	+
	c) wytrzymałości elektrycznej izolacji komutatora względem masy w stanie nagrzanym	3.5.3	5.4.5c)	+	+
6	Sprawdzenie wytrzymałości mechanicznej	3.5.4	5.4.6	+	+
7	Sprawdzenie cechowania (tylko komutatory o średnicy powyżej 50 mm)				

Znak + oznacza badanie, które należy przeprowadzić.

Znak - oznacza badanie, którego nie przeprowadza się.

### 5.3. Kontrola jakości

**5.3.1. Skład i licznosc partii.** Partię stanowią komutatory tego samego typu i wymiarów.

Licznosc partii — uzgadniają wytwórca z zamawiającym.

**5.3.2. Sposób pobierania próbek** — wg PN-83/N-03010.

**5.3.3. Poziom kontroli** — II ogólny wg PN-79/N-03021.

**5.3.4. Wadliwosc dopuszczalna** — maksimum 1%.

**5.3.5. Wybór i stosowanie planów badania** — wg PN-79/N-03021.

### 5.4. Opis badań

**5.4.1. Sprawdzenie stanu powierzchni zewnętrznej** na zgodnosc z wymaganiami wg 3.1 przeprowadzić nie uzbrojonym okiem bez rozmontowania komutatora.

**5.4.2. Sprawdzenie wymiarów** — wg BN-79/3010-15:

a) średnicy powierzchni ślizgowej komutatora — za pomocą suwmiarki o dokładności 0,1 mm,

b) długości powierzchni ślizgowej komutatora — za pomocą suwmiarki o dokładności 0,1 mm,

c) grubości izolacji międzywycinkowej — za pomocą lupy o co najmniej 5-krotnym powiększeniu,

d) kąta pierścieni dociskowych komutatorów metalowych — za pomocą kątomierza o dokładności 0,5°,

e) długości wystających części tworzywa komutatorów zaprasowanych — za pomocą suwmiarki o dokładności 0,1 mm,

f) wymiarów elementów układu elektroizolacyjnego komutatorów metalowych — za pomocą narzędzi mierzniczych zapewniających dokładnosc pomiaru 0,1 mm.

**5.4.3. Sprawdzenie dopuszczalnych tolerancji wymiarowych**

a) podziałki międzywycinkowej komutatora — za pomocą specjalnego przyrządu lub pomiaru na mikroskopie warsztatowym z obrotowym stołem,

b) skosu osiowego wycinków — za pomocą specjalnego sprawdzianu,

c) tolerancji średnicy wewnętrznej komutatora — za pomocą sprawdzianu tłoczkowego,

d) przesunięcia osi rowków od osi wycinka komutatora — za pomocą lupy o co najmniej 5-krotnym powiększeniu; sprawdzenie należy przeprowadzić na zewnętrznej powierzchni czołowej komutatora,

e) tolerancji okrągłości i bicia promieniowego średnicy komutatora przed i po odwirowaniu w specjalnym przyrządzie narzędziem mierniczym o dokładności  $\pm 0,001$  mm.

**5.4.4. Sprawdzenie materiału** przeprowadzić przez sprawdzenie atestu.

**5.4.5. Sprawdzenie wymagań elektrycznych**

a) pomiar rezystancji komutatora względem masy w warunkach normalnych i w stanie nagrzanym sprawdzić megaomierzem o napięciu 500 V przykładając elektrody między zwarte działki a tuleje komutatora lub trzpień, na którym go osadzono,

b) pomiar rezystancji izolacji międzywycinkowej sprawdzić megaomierzem jak w poz. a) przykładając elektrody między sąsiednie działki,

c) wytrzymałość elektryczną izolacji komutatora względem masy w stanie nagrzanym w warunkach przewidzianych w przepisach zdadności sprzętu lotniczego wykonać próbnikiem wysokich napięć przykładając jedną elektrodę do zwartych wycisków komutatora, a drugą do tulei lub trzpienia.

**5.4.6. Sprawdzenie wytrzymałości mechanicznej.**

Próbę wytrzymałości mechanicznej komutatora w podwyższonej temperaturze przeprowadzić w następujący sposób: po obróbce powierzchni ślizgowej komutatora umieścić go na stoisku do odwirowania, podgrzać w ciągu 30 min i odwirować wg wymagań 3.5.4. Po odwirowaniu i ochłodzeniu do temperatury otoczenia ( $20 \pm 10^\circ\text{C}$ ) przeprowadzić pomiar przyrostu tolerancji okrągłości i bicia promieniowego powierzchni ślizgowej.

**5.4.7. Sprawdzenie cechowania** wykonać nie uzbrojonym okiem lub za pomocą lupy o 2-krotnym powiększeniu.

### 5.5. Ocena wyników badań

**5.5.1. Badania pełne.** Wynik badania pełnego uznać za dodatni, jeżeli komutatory przejdą próby z wynikiem dodatnim.

**5.5.2. Badania niepełne.** Wynik badania niepełnego uznać za dodatni, jeżeli komutatory poddane badaniom niepełnym dla planu badania dwustopniowego przy kontroli normalnej z poziomem II spełniają wymagania normy.

**5.6. Zaświadczenie o jakości.** Na każdą partię komutatorów uznanych za zgodną z wymaganiami normy wystawić zaświadczenie zawierające co najmniej następujące dane:

a) nazwę wystawienia,

b) nazwę i adres wytwórcy,

c) oznaczenia wyrobu wg 2.2,

d) licznosc partii,

e) stwierdzenie zgodności z wymaganiami normy,

f) podpis lub znak kontroli jakości.

K O N I E C

### INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Lotnictwa, Warszawa.

#### 2. Normy związane

PN-69/C-96120 Przetwory naftowe. Wazelina techniczna

PN-87/E-02050 Izolacja elektryczna urządzeń elektrycznych. Klasyfikacja według ciepłoodporności

PN-73/E-11004 Materiały elektroizolacyjne. Mikanit komutatorowy z papieru mikowego

PN-75/E-11100 Profile miedziane do wyrobu wycinków komutatorów maszyn elektrycznych

PN-78/M-02137 Tolerancje kształtu i położenia. Nazwy i określenia

PN-85/M-04254 Struktura geometryczna powierzchni. Użytkowe wzorce powierzchni. Porównawcze wzorce chropowatości powierzchni obrabianych

PN-83/N-03010 Statystyczna kontrola jakości. Losowy wybór jednostek produktu do próbkii

PN-79/N-03021 Statystyczna kontrola jakości. Kontrola odbiorcza według oceny alternatywnej. Plany badania  
 PN-78/O-79021 Opakowania. System wymiarowy  
 PN-85/O-79252 Opakowania transportowe z zawartością. Znaki i znakowanie. Wymagania podstawowe  
 PN-76/P-50452 Papiery pakowe parafinowane oraz podłoże do parafinowania  
 BN-72/3010-09 Maszyny elektryczne wirujące. Szczotki i powierzchnie ślizgowe komutatorów. Nazwy i określenia  
 BN-79/3010-15 Maszyny elektryczne wirujące. Komutatory walcowe. Wymiary

**3. Dopuszczalne jednostronne zużycie powierzchni ślizgowej komutatora** nie może przekraczać podanych w tablicy

Średnica powierzchni ślizgowej komutatora	Jednostronne zużycie
mm	
mniejsza niż 20	max 1
20 ÷ 47,5	max 3
56 ÷ 100	max 5
112 ÷ 160	max 6
180 ÷ 250	max 8

**4. Autorzy projektu normy** — mgr inż. Piotr Drzewiecki, mgr inż. Jan Kazana, mgr inż. Robert Kowalczyk — Instytut Lotnictwa, Warszawa.