

ENERGO- ELEKTRYKA	NORMA BRANŻOWA	<u>BN-73</u> 3010-10
	Szczotki do maszyn elektrycznych Badania materiałów szczotkowych na komutatorze zwartym	
		Grupa katalogowa VI 60

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania normy i przedmiotu normy
- 1.3. Określenia
 - 1.3.1. Charakterystyka spadku napięcia
 - 1.3.2. Charakterystyka współczynnika tarcia
 - 1.3.3. Pozostałe określenia

2. BADANIA

- 2.1. Wymagania ogólne
 - 2.1.1. Zakres i warunki badania
 - 2.1.2. Próbkki do badań
- 2.2. Urządzenie
 - 2.2.1. Skład urządzenia

- 2.2.2. Schemat urządzenia

2.3. Opis badań

- 2.3.1. Ogólne warunki wykonania badań
- 2.3.2. Przygotowanie do badań
- 2.3.3. Metoda pomiaru na komutatorze zwartym
- 2.3.4. Pomiar spadku napięcia i współczynnika tarcia przy znamionowych parametrach pracy
- 2.3.5. Metoda określenia ścieralności szczotek
- 2.3.6. Ocena politurę komutatora
- 2.3.7. Ocena powierzchni ślizgowej szczotek
- 2.3.8. Pomiar statycznej charakterystyki spadku napięcia
- 2.3.9. Pomiar charakterystyki współczynnika tarcia

INFORMACJE DODATKOWE

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są metody oznaczania charakterystyk komutatorowych szczotek próbnych, odpowiednio wyciętych z kształtek przeznaczonych na szczotki do maszyn elektrycznych. W dalszej części normy szczotki próbne w skrócie nazwano szczotkami.

1.2. Zakres stosowania normy i przedmiotu normy. Niniejsza norma dotyczy badań wszystkich materiałów szczotkowych, z wyjątkiem produkowanych w postaci prętów.

Badania szczotek na komutatorze zwartym mają na celu wyznaczenie własności szczotek, charakteryzujących ich współpracę z wirującym komutatorem lub pierścieniem ślizgowym i określonych przez pomierzone wartości spadku napięcia, współczynnika tarcia i ścieralności. Powyższe wartości służą do porównania poszczególnych gatunków szczotek jako wytyczne do wyboru gatunków szczotek oraz kontroli technicznej półfabrykatów.

1.3. Określenia

1.3.1. Charakterystyka spadku napięcia jest to średni przebieg napięcia między dwiema szczotkami o różnej biegunowości w funkcji liniowo zmieniającego się w czasie umownego obciążenia prądowego szczotek, określony dla stałego docisku na szczotkę oraz stałej prędkości obwodowej komutatora lub pierścienia ślizgowego.

1.3.2. Charakterystyka współczynnika tarcia jest to zależność średniej wartości współczynnika tarcia od prędkości obwodowej komutatora lub pierścienia ślizgowego otrzymana przy stałej umownej gęstości prądu oraz stałym jednostkowym docisku na szczotkę.

1.3.3. Pozostałe określenia — wg BN-72/3010-09. PN-73/C-02300.

2. BADANIA

2.1. Wymagania ogólne

2.1.1. Zakres i warunki badania. Badania mate-

Zgłoszona przez Branżowy Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Maszyn Elektrycznych
Ustanowiona przez Dyrektora Naczelnego ZPMiAE EMA dnia 10 września 1973 r.
jako norma obowiązująca w zakresie czynności określonych normą od dnia 1 stycznia 1974 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 43/1973 poz. 125)

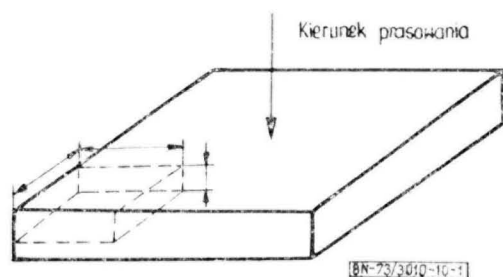
riałów szczotkowych na komutatorze zwartym obejmują:

- pomiar spadku napięcia i współczynnika tarcia przy znamionowych parametrach pracy (2.3.4),
- określenie ścieralności szczotek (2.3.5),
- ocenę politurę komutatora (2.3.6),
- ocenę powierzchni ślizgowej szczotek (2.3.7),
- pomiar statycznej charakterystyki spadku napięcia (2.3.8),
- pomiar charakterystyki współczynnika tarcia (2.3.9).

2.1.2. Próbkki do badań. Badania szczotek na komutatorze zwartym należy wykonać na 3 parach szczotek o wymiarach ($t \times a \times r$) $10 \times 20 \times 32$ mm z linką zaprasowaną lub nitowaną, które spełniają postanowienia dotyczące tolerancji i wymagań technicznych podanych w PN-63/E-80403 z tym, że rezystancja złącza powinna być taka, aby spadek napięcia mierzony przy umownej znamionowej gęstości prądu nie przekraczał 20 mV.

Szczotki próbne należy wycinać z materiału szczotkowego w taki sposób, aby wymiar $a \times r$ szczotki znajdował się w płaszczyźnie prasowania kształtki wg rys. 1.

Po uzgodnieniu między wytwórcą materiałów szczotkowych a ich odbiorcą dopuszcza się stosowanie innych wymiarów szczotek próbnych.



Rys. 1

2.2. Urządzenie

2.2.1. Skład urządzenia. Urządzenie składa się z komutatora ze zwartymi wycinkami, silnika napędowego prądu stałego, opravek szczotkowych z układem mocującym, źródła prądu stałego oraz układów pomiarowych przedmiotowych parametrów określonych w 2.1.1.

Urządzenie badawcze powinno być tak zamocowane do betonowego fundamentu, aby zapewniało maksymalną stabilność ze styku ślizgowej szczotka-zwarty komutator, sprawdzoną wg 2.3.1.

a) Komutator powinien być wykonany z miedzi komutatorowej kadmowej wg PN-60/E-11100, a wycinki jego powinny być zawarte w sposób pewny. Gładkość powierzchni ślizgowej komuta-

tora powinna wynosić $R_a = 0,63 \mu\text{m}$ wg PN-73/M-04251.

Komutator powinien być ułożyskowany lub nasadzony na końcówkę wału silnika napędowego.

Podziałka komutatora powinna wynosić $4,8 \div 5$ mm a grubość izolacji międzywycinkowej $0,6 \div 0,7$ mm.

Zewnętrzna średnica komutatora powinna mieścić się w granicach $250 \div 300$ mm, długość powierzchni ślizgowej — 28 ± 2 mm.

Izolacja międzywycinkowa powinna być wybrana na głębokość co najmniej 1 mm, a krawędzie wycinków powinny być ścięte.

Dopuszcza się również wykonania komutatora z pierścienia miedzianego z nafrezowanymi wycinkami o parametrach wyżej podanych.

b) Oprawki szczotkowe powinny być ustawione radialnie i mieć możliwość płynnej regulacji nacisku do $284 \cdot 10^5$ Pa.

c) Szczotki jednakowej biegunowości powinny być połączone równolegle do źródła prądu stałego z możliwością płynnej regulacji w zakresie $6 \div 150$ A przy maksymalnym napięciu 10 V.

Konstrukcja mostków szczotkowych powinna umożliwiać podłączenie boczników dla wykonania pomiaru rozpyły prądu między poszczególne szczotki.

d) Napęd urządzenia. Do napędu urządzenia badawczego zaleca się stosować silnik prądu stałego dla uzyskania możliwości płynnej regulacji prędkości obwodowej komutatora w zakresie $5 \div 40$ m/s.

2.2.2. Schemat urządzenia — wg rys. 2.

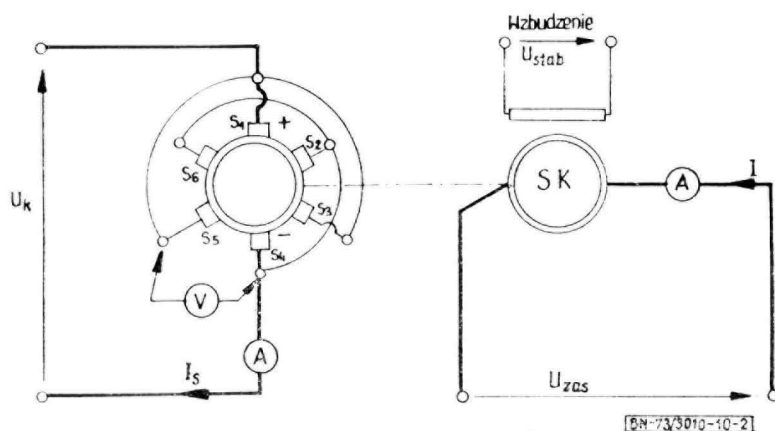
2.3. Opis badań

2.3.1. Ogólne warunki wykonania badań. Badanie szczotek na komutatorze zwartym należy przeprowadzać w pomieszczeniu niezapylnym o wilgotności względnej do 65% i temperaturze $17 \div 27^\circ\text{C}$.

Dopuszcza się, mierzone w łożyskach silnika, statyczne bicie komutatora dochodzące do 0,02 mm przy dopuszczalnej owalności komutatora 0,01 mm na 100 mm obwodu komutatora.

Pozytywny wynik pomiaru statycznego bicia komutatora nie jest wykładnikiem sprawnego działania urządzenia przy określonych obrotach.

W przypadku pojawienia się w czasie badań iskrzenia pod szczotkami, próbę należy przerwać i sprawdzić warunki mechaniczne pracy szczotek. W tym celu należy na zwarty komutator nałożyć 1 parę wzorcowych szczotek wykonanych z materiału metalograficznego, o zawartości miedzi $78 \div 87\%$, a następnie, po 100% dotarcia, obciążyć stopniowo do $2,5 I_N$. Brak iskrzenia w ciągu 600 s świadczy o dobrym stanie zwartego komutatora



Rys. 2

I_s — prąd obciążenia badanych szczotek, I — prąd obciążenia silnika napędowego, S_k — silnik napędowy komutatora zwartego, KZ — komutator zwarty, U_{zas} — regulacyjne źródło prądu stałego, U_k — napięcie źródła zasilania badanych szczotek, V — woltomierz do pomiaru spadku napięcia, S_1, S_6 — badane szczotki

pod względem mechanicznym. Szczotki próbne należy poddać ponownym badaniom, po dokładnym sprawdzeniu luzów w oprawkach szczotkowych, nacisków i obrotów zwartego komutatora. Jeśli przy powtórnym badaniu ponownie pojawia się iskrzenie i ślady nadpaleń komutatora to przyczyna leży po stronie materiału szczotkowego.

2.3.2. Przygotowanie do badań. Przed rozpoczęciem badań z powierzchni ślizgowej komutatora należy mechanicznie usunąć ślady z poprzednich badań. Do tego celu należy użyć papieru ściernego dociskanego do powierzchni ślizgowej klockiem z drewna o promieniu równym promieniowi komutatora. Do obróbki wstępnej można używać papieru ściernego o ziarnistości 150, a szlifowanie przeprowadzić papierem ściernym o ziarnistości 400. Następnie komutator i oprawki szczotkowe należy dokładnie przedmuchać suchym sprężonym powietrzem.

Przed przystąpieniem do badań należy sprawdzić komutator, czy odpowiada wymaganiom podanym w 2.2.1.

Szczotki badane należy włożyć do oprawek szczotkowych i docierać zgrubnie do obwodu komutatora za pomocą nałożonego na powierzchnię ślizgową komutatora, drobnoziarnistego papieru ściernego.

Przed przystąpieniem do prób, powierzchnia robocza szczotek powinna być dotarta co najmniej w 90%. Po dotarciu papierem ściernym szczotek należy cały układ badawczy ponownie przedmuchać suchym sprężonym powietrzem. Podczas przygotowania szczotek do badań należy za pomocą dynamometru, ustawić nacisk oprawek szczotkowych wartość podaną w normie przedmiotowej dla danego materiału szczotkowego.

2.3.3. Metoda pomiaru na komutatorze zwartym. Po przygotowaniu badań wg 2.3.2 należy określić wysokość szczotek z dokładnością do 0,01 mm. Następnie należy włożyć szczotki do oprawek szczotkowych, nadać komutatorowi szybkość obrotów, wynoszącą $15 \pm 0,5$ m/s, a szczotki należy obciążyć prądem znamionowym.

Łączne obciążenie prądem znamionowym należy utrzymać w granicach $\pm 3\%$, natomiast docisk szczotek w granicach $\pm 5\%$.

Czas trwania badania szczotek na komutatorze zwartym powinien wynosić $18 \cdot 10^4$ i $36 \cdot 10^4$ s.

Ponadto w czasie trwania badań zaleca się kontrolę rozplywu prądów między poszczególnymi gałęziami równolegle połączonych szczotek oraz sprawdzenie przyrostów temperatury powierzchni ślizgowej komutator bezpośrednio po zakończeniu badania.

2.3.4. Pomiar spadku napięcia i współczynnika tarcia przy znamionowych parametrach pracy.

Po upływie czasu trwania pracy komutatora określonego w 2.3.3 przeprowadza się pomiar spadku napięcia i współczynnika tarcia przy znamionowych parametrach pracy. Do pomiaru należy użyć woltomierza o odpowiednim zakresie skali klasy 0,5 podłączając go elektrodami kolcowymi do końcówek dwu dowolnych szczotek różnej bieguności. Pomiar ten należy przeprowadzać bez przerywania pracy komutatora i bez wyjmowania szczotek z opraw szczotkowych. W przypadku przerywania badania, przed rozpoczęciem pomiarów, komutator powinien pracować co najmniej $7,2 \cdot 10^3$ s w normalnych warunkach w celu osiągnięcia ustalonej temperatury i prawidłowego przylegania szczotek do powierzchni ślizgowej komutatora. W ciągu całego cyklu badania zaleca się rejestrować spadki napięcia.

Jeśli to nie jest możliwe należy kontrolować spadek napięcia w ciągu ostatnich dwóch godzin badania, przyjmując za wynik średnią arytmetyczną, z co najmniej 5 pomiarów wykonanych w odstępach co $1/2$ godz.

Pomiar współczynnika tarcia sprowadza się do określenia momentu tarcia M_t , wywoływanego obwodów, sił, tarcia badanych szczotek w czasie pracy na zwartym komutatorze, przy czym dla obcowzbudnego silnika prądu stałego zachodzą następujące zależności:

$$M_t = C \cdot (I - I_o) \quad (1)$$

przy spełnieniu warunku niezmiennego wzbudzenia silnika;

następnie

$$C \cdot (I - I_o) = u \cdot D_K \cdot P_s \cdot S \cdot N \quad (2)$$

a ostatecznie

$$u = \frac{C}{D_K \cdot P_s \cdot S \cdot N} (I - I_o) \quad (3)$$

w których:

- C — stała silnika,
- I — prąd twornika silnika przy opuszczonych szczotkach próbnych,
- I_o — prąd biegu jałowego silnika (przy podniesionych szczotkach próbnych),
- u — współczynnik tarcia,
- D_K — średnica komutatora,
- P_s — liczba par badanych szczotek,
- S — przekrój poprzeczny badanej szczotki,
- N — nacisk jednostkowy na szczotki.

Dla określonego urządzenia badawczego i określonych szczotek zachodzi zależność

$$u = K (I - I_o) \quad (4)$$

w której K jest wielkością stałą.

Dla określenia współczynnika tarcia szczotek należy:

- a) bezpośrednio po określeniu spadku napięcia badanych szczotek odczytać prąd obciążenia silnika napędowego I ,
- b) podnieść badane szczotki ze zwanego komutatora,
- c) skorygować obroty silnika do wymaganej wartości określonej w 2.3.3 i 2.3.9 szybkości obwodowej,
- d) ustalić wartość prądu I_o ,
- e) wyliczyć współczynnik tarcia wg wzoru (4).

Dopuszcza się również inne metody pomiaru współczynnika tarcia zapewniające dokładność pomiaru nie niższą od metody wyżej podanej.

Współczynnik tarcia należy kontrolować w ciągu ostatnich dwóch godzin badania, przyjmując za wynik średnią arytmetyczną z maksymalnego i minimalnego wyniku pomiaru.

Dla potwierdzenia zgodności wyników spadku napięcia i współczynnika tarcia z wymaganiami

na badany materiał szczotkowy, średnia z pomiarów równocześnie mierzonych i równolegle podłączonych szczotek powinna mieścić się w granicach ustalonych w wymaganiach technicznych na materiał szczotkowy.

2.3.5. Metoda określenia ścieralności szczotek.

Po wykonaniu pomiarów spadku napięcia i współczynnika tarcia wg 2.3.4 szczotki należy wyjąć z oprawek szczotkowych i wykonać pomiar ich wysokości za pomocą śruby mikrometrycznej z możliwością użycia oprawki pomiarowej.

Ścieralność szczotek określa się z ubytku ich wysokości. Jako wynik przyjmuje się średnią arytmetyczną z wszystkich pomiarów ścieralności.

2.3.6. Ocena politurę komutatora. Ocena politurę komutatora przeprowadza się nieuzbrojonym okiem po zatrzymaniu urządzenia badawczego, z uwzględnieniem następujących czynników:

- a) równomierność politurę wzdłuż obwodu komutatora oraz wzdłuż osi komutatora,
- b) barwa politurę lub występujące kombinacje barw,
- c) ślady nadpalen i ślady iskrzenia,
- d) występowanie bruzd względnie inne zużycie komutatora.

Stopień bruzdkowania można obiektywnie oceniać za pomocą przyrządu do oceny chropowatości powierzchni.

2.3.7. Ocena powierzchni ślizgowej szczotek.

Ocenę powierzchni ślizgowej szczotek przeprowadza się pod względem:

- a) ogólnego wyglądu powierzchni ślizgowej tj. czy jest błyszcząca, matowa, porowata, z wżerami,
- b) śladów nadpalen i śladów iskrzenia,
- c) pozostałości śladów wyrwania cząstek miedzi lub obecności ziarenek miedzi w powierzchni ślizgowej szczotek (ślady wyrwania cząstek miedzi posiadają charakterystyczny wygląd małej gwiazdki, od której prowadzi rysa do krawędzi szczotki w kierunku obrotów komutatora),
- d) odłupania krawędzi schodzących szczotek.

2.3.8. Pomiar statycznej charakterystyki spadku napięcia. Do pomiaru używa się jednej, dowolnie wybranej pary szczotek badanych wg 2.3.4 i 2.3.5. Pomiar należy wykonywać przy nominalnych wartościach nacisku jednostkowego na szczotkę i szybkości obwodowej.

W czasie określenia charakterystyki spadku napięcia, pomiar należy rozpoczynać od minimalnej wartości prądu, z zachowaniem zgodnie z 1.4.1 zmiany prądu od $j=0,1j_N$ do $3j_N$, gdzie j_N — nominalna gęstość prądu ustalona w wymaganiach technicznych na badany materiał.

Pomiar spadku napięcia przy gęstości prądu większej od nominalnej wykonuje się po określeniu współczynnika tarcia wg 2.3.4 w celu zabez-

pieczenia się przed wypaczeniem wyniku pomiaru współczynnika tarcia przez ewentualne pogorszenie się stanu powierzchni ślizgowej komutatora.

2.3.9. Pomiar charakterystyki współczynnika tarcia. Do pomiaru używa się jednej pary szczotek badanych wg 2.3.8. Pomiar należy wykonywać przy nominalnych wartościach prądu obciążenia szczotek i nacisku jednostkowego. Charakterystykę zależności współczynnika tarcia od szybkości obwodowej zdejmuje się po pomiarze charakterystyki spadku napięcia wg 2.3.8. Ponownie ustala

się znamionową gęstość prądu i stopniowo obniża się obroty komutatora od nominalnych do minimalnych. Na poszczególnych stopniach szybkości obwodowej należy odczekać czas, aż do chwili ustalenia się współczynnika tarcia.

Po pomiarze współczynnika tarcia przy minimalnych obrotach można wykonać dalsze pomiary przy podwyższonych obrotach.

Charakterystykę zależności współczynnika tarcia od prędkości obwodowej zdejmuje się z gradacją co 5 m/s.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

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

2. Normy związane

PN-73/C-02300 Wyroby z węgla uszlachetnionych. Nazwy i określenia

PN-60/E-11100 Pręty miedziane o przekroju trapezowym do wyrobu wycinków komutatorów maszyn elektrycznych

PN-63/E-80403 Maszyny elektryczne wirujące. Szczotki i oprawki szczotkowe o przekroju prostokątnym. Wy-miary

PN-73/M-04251 Struktura geometryczna powierzchni. Chropowatość powierzchni. Określenia podstawowe i parametry

PN-72/3010-09 Maszyny elektryczne wirujące. Szczotki i powierzchnie ślizgowe komutatorów. Nazwy i okre-ślenia