



**szczotki
węglowe**

do wszystkich maszyn
prądu stałego
i zmiennego

ELEKTROCARBON

komponenty zestyku ślizgowego maszyn obrotowych

spis treści:

Elektrocarbon **2**

szczotki węglowe **4**

4 korpus : wymiary txaxr

4 korpus : konstrukcja

6 korpus : materiał szczotkowy

10 linki : powierzchnia przekroju

10 linki : długość

10 końcówki : rozmiar i typ

zapytania ofertowe i zamówienia **11**

instalacja i utrzymanie komponentów zespołu szczotkowego **12**



Od 90 lat partner polskiego przemysłu i transportu

Założona w 1930 roku firma była jednym z pierwszych polskich producentów szczotek węglowych. W latach powojennych intensywny rozwój przemysłu przyniósł Elektrocarbonowi rozkwit i markę głównego dostawcy szczotek węglowych i komponentów zespołu szczotkowego na polski rynek. Przez kolejne dziesięciolecia firma ugruntowała swą pozycję stale adaptując produkcję do wyzwań stawianych przez rozwijającą się technikę.

Dzisiaj dysponując potencjałem doświadczenia i wiedzy, nowoczesnych obiektów produkcyjnych i zaplecza badawczego, niezmiennie pozostajemy ważnym partnerem polskiego przemysłu i transportu. Jako eksperci w dziedzinie produktów grafitowych do przesyłu mocy, dostarczamy wysokowydajne szczotki do wszystkich typów maszyn prądu stałego i zmiennego, dostosowane do każdego, nawet najbardziej wymagającego środowiska. Nasze szczotki są wszędzie tam, gdzie pracują maszyny obrotowe:

przemysł

Ciężki
Procesowy
Wydobycie

transport

Kolejowy
Morski
Tramwaje
Metro

produkcja mocy

Konwencjonalna
Wiatrowa
Wodna

Elektronarzędzia

Sprzęt AGD
Wózki widtowe
Windy
inne

wspieramy wydajność i ekonomiczność maszyn

Szczotki produkujemy na zamówienie do określonego zastosowania. W oparciu o zebrane informacje i wybór ponad 70 materiałów szczotkowych nasz zespół techniczny projektuje szczotkę optymalnie dostosowaną do środowiska jej pracy. Projekt jest następnie realizowany przez doświadczoną załogę według naszych surowych norm jakościowych oraz standardów ISO. Tą samą dbałość przykładamy do właściwego doboru i wykonania wszystkich podzespołów zespołu szczotkowego.

Dzięki temu nasi odbiorcy otrzymują komponenty wysokiej jakości i o optymalnych właściwościach, dobrane i wykonane tak, by umożliwiły:

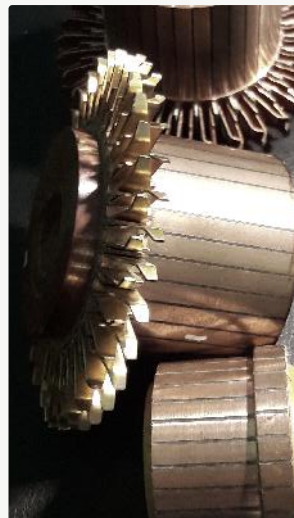
- **uzyskanie optymalnych parametrów pracy maszyny**
- **ograniczenie częstotliwości czynności utrzymania i napraw**
- **obniżenie kosztów eksploatacji maszyny**



szczotki węglowe
dla wszystkich maszyn
prądu stałego
i zmiennego



trzymadła szczotkowe
dla maszyn
komutatorowych
i pierścieniowych



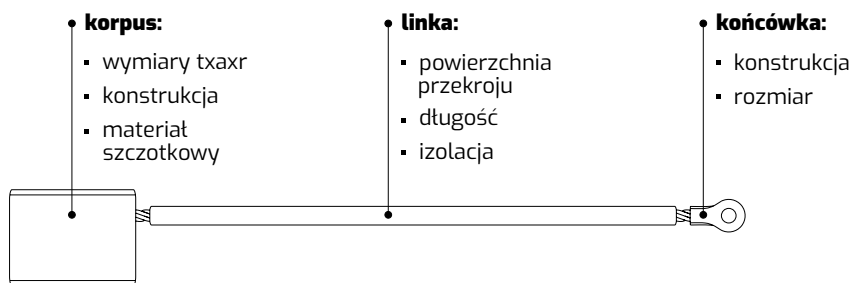
**komutatory
i głowice
pierścieni ślizgowych**



**odlewy metali
nieżelaznych
usługi narzędziowe
inne**

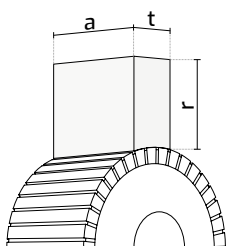
szczotki węglowe

Szczotka węglowa jest produktem wyspecjalizowanym - poszczególne typy silników i generatorów wykorzystują szczotki o odmiennych i specyficznych konstrukcjach, właściwościach i wymiarach. Dlatego Elektrocarbon produkuje szczotki węglowe według zapotrzebowania odbiorcy - w przypadku każdego zamówienia nasz zespół techniczny projektuje szczotkę indywidualnie dobraną do jej zastosowania i środowiska pracy. W tym celu **konieczne jest ustalenie danych w zakresie trzech elementów konstrukcyjnych szczotki, które omówione są w niniejszym katalogu:**

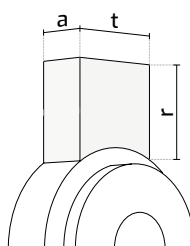


korpus: wymiary $t \times a \times r$

Wymiary korpusu szczotki określa się w milimetrach zawsze w kolejności $t \times a \times r$
 t = szerokość mierzona w kierunku stycznym do obwodu komutatora / pierścienia ślizgowego
 a = długość mierzona w kierunku równoległym do osi komutatora / pierścienia ślizgowego
 r = wysokość największa szczotki niedotartej, bez osprzętu



szczotka współpracująca z komutatorem



szczotka współpracująca z pierścieniem ślizgowym

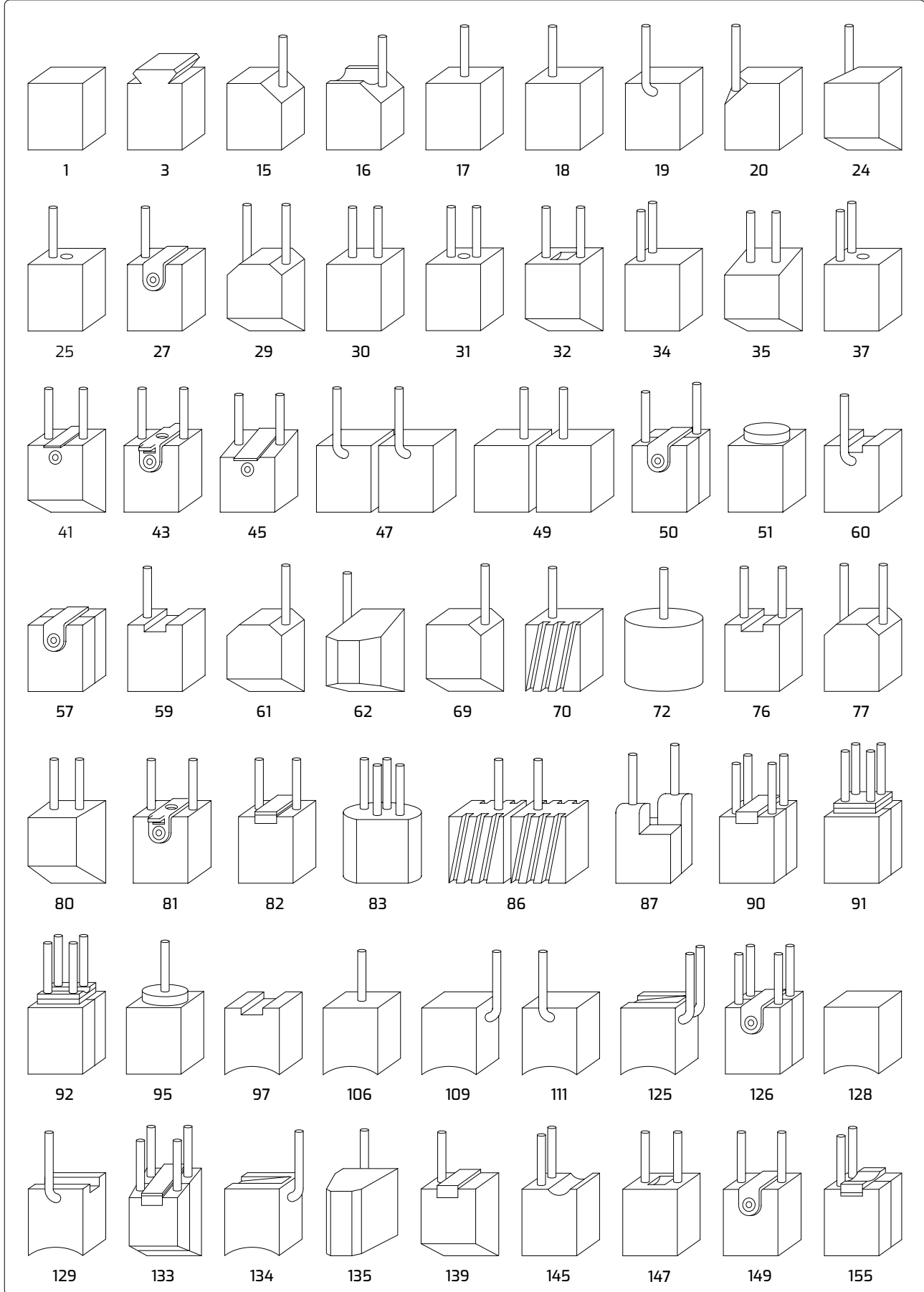
korpus: konstrukcja

Wiele szczotek wymaga określenia i zwymiarowania szczegółów konstrukcyjnych i osprzętu, przykładowo:



Kolejna strona przedstawia ponumerowane szkice poglądowe najczęściej występujących konstrukcji korpusów, które ułatwiają naszym odbiorcom określenie konstrukcji poszukiwanej szczotki.

szkice poglądowe konstrukcji korpusów szczotek



korpus: materiał szczotkowy

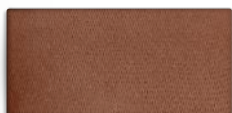
Materiał szczotkowy, z którego wykonany jest korpus nasi specjaliści dobierają na podstawie analizy wartości i charakteru obciążeń prądowych działających na szczotkę oraz środowiska jej pracy (niestandardowa wilgotność lub temperatura powietrza, zapylenie, opary gazów, itp.)

Wszystkie materiały szczotkowe zawierają grafit, jednak przez dodatek różnych składników i odmienne procesy produkcyjne uzyskuje się materiały o zróżnicowanych właściwościach skategoryzowane w pięć grup:

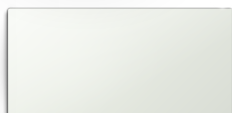


Elektrografity charakteryzują się bardzo dobrym przewodnictwem elektrycznym i cieplnym, przez co mogą pracować przy dużych obciążeniach prądowych na maszynach komutatorowych. Duża czystość materiału gwarantuje niewielkie zużycie komutatora. Wszystkie elektrografity odznaczają się wyjątkowo dobrymi własnościami komutacyjnymi przydatnymi zwłaszcza w maszynach o trudnych warunkach komutacji i chwilowych przeciążeniach prądowych.

- głównie stacjonarne i trakcyjne maszyny prądu stałego
- synchroniczne i asynchroniczne maszyny prądu zmiennego



Metalografity, materiały o zawartości metalu wahającej się między 25% a 90% stosowane są na maszynach pierścieniowych. Z wysokometalicznych materiałów miedziografitowych produkowane są szczotki do maszyn o najwyższych gęstościach prądowych jak i dla maszyn niskonapięciowych. Przy niskiej gęstości prądu i zadowalających warunkach chłodzenia, stosowane są szczotki o najniższej zawartości metalu z uwagi na ich niższy stopień zużycia. Metalografity charakteryzują się niskim spadkiem napięcia.



Miedziografity:

- maszyny prądu zmiennego o średnich prędkościach i wysokim obciążeniu
- niskopięciowe niskonapięciowe maszyny prądu zmiennego
- synchroniczne maszyny pierścieniowe prądu zmiennego o średnich prędkościach
- wysokoprądowe systemy odbierania prądu
- niskonapięciowe systemy odbierania prądu

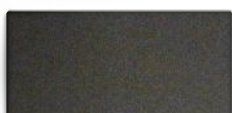
Srebrografity:

- transmisja sygnału
- prądnice tachometrów
- lotnictwo i aeronautyka
- uziemienie wata we współpracy z innymi materiałami



Grafity lekkie z powodu ich miękkości i wysokiego współczynnika tłumienia nadają się na szczotki do maszyn wymagających spokojnej pracy przy dużych prędkościach obwodowych. Szczotki te dobrze pracują w maszynach małych i średnich mocy, oraz w generatorach i turbinach elektrowni.

- maszyny synchroniczne o stalowych pierścieniach



Bakelitografity mają wysoką odporność mechaniczną i elektryczną oraz dobre właściwości komutacyjne i czyszczące przy wysokim spadku napięcia i z dużymi ubytkami materiału.

- maszyny komutatorowe z silnikiem Shragego
- maszyny prądu zmiennego średnich prędkości i średniego napięcia



Weglografity mają dobrą zdolność komutacji, wykazują korzystne właściwości polerujące i średniej wartości zanik kontaktu. Przeznaczone są do silników o mocy ułamkowej i pracujących w zakresie do kilku kW.

- niskonapięciowe maszyny starszych konstrukcji o niskich prędkościach
- małe nowoczesne maszyny z magnesami stałymi, serwo-silniki
- niskonapięciowe maszyny akumulatorowe

Elektrocarbon dysponuje bazą ponad siedemdziesięciu materiałów szczotkowych.

Dzięki tak dużej bazie materiałów jesteśmy w stanie dostosować szczotkę praktycznie do każdego zastosowania i indywidualnych warunków pracy.

przykładowe zastosowania materiałów szczotkowych

- stacyjne maszyny komutatorowe przemysłowe - prąd stały:

silniki ogólnoużytkowe - wysokie prędkości : EG34D EG313 EG367 EG389P
wzbudnice alternatorów turbogeneratorów wodnych : EG34D EG7090 EG9599 EG365
wzbudnice alternatorów turbogeneratorów parowych : EG367 EG365 EG9599 EG389P
podwzbudnice : EG34D EG389P
amplidy : EG34D EG389P
generatory Ilgnera i Warda Leonarda : EG389P EG367 EG313
produkcja papieru - silniki i generatory : EG34D EG9599 EG7099 EG34D EG389P BG469 EG313 168
generatory morskie : EG34D EG389P EG7099 EG313
wałcarki - silniki dwukierunkowe : EG319P EG369 EG313 2192 535 510
wałcarki : EG389P EG40P EG6489 EG313 EG365 2192 CB86
silniki wyciągarek kopalnianych : EG313 EG365 EG367 CB377
silniki całkowicie obudowane : EG9117 EG8067 EG7593

- stacyjne maszyny komutatorowe - prąd zmienny

silniki jednofazowe i repulsyjne : A252 EG367
trójfazowe silniki Shragego : BG412 BG469 BG348 EG367
trójfazowe silniki Schorcha : BG28 BG469 EG367 BG348
silniki Scherbusa : EG389P EG313 LFC554 EG362

- stacyjne silniki komutatorowe - prąd stały

maszyny starego typu bez biegunów komutacyjnych : EG40P A176 EG34D

- stacyjne maszyny komutatorowe niskiego napięcia - prąd stały

wzbudnice alternatorów morskich 30V-50V : LFC3H EG7099 CG651 A121
generatory spawalnicze : EG389P EG367 EG313

- maszyny komutatorowe trakcyjne - prąd wyprostowany

ciężka trakcja - silniki nowoczesne : EG367 EG300H EG8067 EG7097 EG6754

- maszyny komutatorowe trakcyjne i mobilne - prąd stały

lekka trakcja - wszystkie silniki : EG34D EG7099 EG387 EG9599 EG8067
ciężka trakcja - silniki starszego typu : EG34D
ciężka trakcja - silniki nowoczesne : EG300H EG9117 EG387 EG8067 EG7097 EG6754 EG8220
trakcja spalinowo-elektryczna - generatory : EG3889P EG7099 AC137
trakcja spalinowo-elektryczna - alternatory (wzbudzanie) : EG34D EG389P L1
trakcja spalinowo-elektryczna - silniki : EG7099 EG8067 EG6754 EG8220
podnośniki widtowe i silniki dźwigów budowy otwartej, niskie napięcie : A121 M621 C7788

- maszyny komutatorowe trakcyjne - prąd zmienny

16 2/3 i 50 Hz, ciężka trakcja - silniki : EG367 EG8067 EG7097

- maszyny pierścieniowe

jednostki uziemiające - pierścienie stalowe / brązowe : MC877 MC79P

- maszyny pierścieniowe - prąd stały

linie do wytrawiania - pierścienie brązowe : MC79P CG957
maszyny synchroniczne - pierścienie ze stali nierdzewnej, 3000 obr./min : LFC554
maszyny synchroniczne - pierścienie stalowe 3000 obr./min : LFC501
maszyny synchroniczne - pierścienie stalowe 1500 obr./min : EG34D EG389P L1
maszyny synchroniczne - pierścienie brązowe 1500 obr./min : CG651 CG657
maszyny synchroniczne - pierścienie żeliwne <500 obr./min : EG34D EG389P L1
korektory - pierścienie stalowe / brązowe : EG34D EG9599 M9426

- maszyny pierścieniowe - prąd zmienny

maszyny asynchroniczne budowy otwartej - pierścienie stalowe / brązowe : CG651 EG34D EG389P CG657
maszyny asynchroniczne budowy zamkniętej - pierścienie stalowe / miedzionikłowe : EG34D
maszyny z podnoszeniem szczotek - pierścienie stalowe / brązowe : MC79P CG957
maszyny asynchroniczne wysokoprędkościowe - pierścienie brązowe : EG389P EG34D M9426
synchroniczne maszyny indukcyjne - pierścienie brązowe : M673 M9426
generatory wiatrowe - pierścienie stalowo-węglowe : M8285 M9426 CG626

typ materiału	MATERIAŁ	WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE						ZALECANE WARUNKI PRACY	
		ρ	gęstość	odporność	μ	twardość	ΔU	I_N	V_m
		rezystywność średnia $\mu\Omega.m$	pozorna g/cm^3	na zginanie MPa	współczynnik tarcia max.	Shore'a $^\circ Sh$	spadek napęcia na parę V	gęstość znamionowa prądu A/cm^2	prędkość obwodowa max. m/s
elektrografit	E28	22 - 42	1,5 - 1,8	11	0,24	43 - 60	1,6 - 2,8	10	40
	E28s	22 - 45	1,6 - 2,0	18	0,22	45 - 75	1,6 - 2,8	10	40
	E30	30 - 48	1,5 - 1,8	10	0,24	40 - 60	1,6 - 2,7	10	40
	E35	30 - 50	1,5 - 1,8	13	0,24	45 - 70	1,7 - 2,9	10	40
	E428	40 - 60	1,5 - 1,9	15	0,22	60 - 70	1,8 - 2,8	10	40
	E435	30 - 65	1,60	15	0,24	40 - 65	1,8 - 2,8	10	40
	EG34D	11	1,60	25	0,20	40	2,3 - 3	6 - 12	50
	EG389P	16	1,49	19	0,20	29	2,3 - 3	6 - 12	50
	L1	12	1,61	21	0,20	35	2,3 - 3	6 - 12	60
	EG362	25	1,60	21	0,20	35	2,3 - 3	6 - 12	50
	EG40P	32	1,62	27	0,20	57	2,3 - 3	8 - 12	50
	EG313	50	1,66	21	0,12	50	2,3 - 3	8 - 12	50
	EG367	41	1,53	21	0,20	52	2,3 - 3	8 - 12	50
	EG387	35	1,60	31	0,20	60	2,3 - 3	8 - 12	50
	EG300H	41	1,57	26	0,20	60	2,3 - 3	8 - 12	50
	2192	51	1,56	23	0,20	55	2,3 - 3	8 - 12	50
	CB377	63	1,71	29	0,12	75	> 3	8 - 12	40
	EG319P	72	1,46	26	0,20	52	> 3	8 - 12	50
	EG365	53	1,62	15	0,20	40	2,3 - 3	8 - 12	50
	EG7099	11	1,72	34	0,20	40	2,3 - 3	6 - 12	45
	EG9599	16	1,61	28	0,20	33	2,3 - 3	6 - 12	45
	EG9117	33	1,69	36	0,20	77	2,3 - 3	8 - 12	50
	EG8019	47	1,77	31	0,20	77	2,3 - 3	8 - 12	45
	CB86	48	1,64	29	0,20	65	2,3 - 3	8 - 12	50
	2189	61	1,63	32	0,20	60	2,3 - 3	8 - 12	50
	510	71	1,44	17	0,20	45	2,3 - 3	8 - 12	50
	535	71	1,53	26	0,20	55	2,3 - 3	8 - 12	50
	EG8067	39	1,67	36	0,20	77	2,3 - 3	8 - 12	45
	AC137	51	1,72	41	0,20	80	2,3 - 3	8 - 12	50
	168	71	1,58	36	0,20	65	2,3 - 3	8 - 12	50
	EG8220	53	1,82	37	0,20	85	2,3 - 3	8 - 12	50
	EG7097	40	1,68	35	0,20	80	2,3 - 3	8 - 12	50
	EG341	72	1,57	34	0,20	74	> 3	8 - 12	50
EG7655	56	1,70	33	0,20	68	2,3 - 3	8 - 12	50	
EG6754	41	1,76	40	0,20	87	2,3 - 3	8 - 12	50	
grafit lekki	LFC501	19	1,46	8	< 0,12	10	2,3 - 3	6 - 10	75
	LFC554	20	1,26	11	< 0,12	12	2,3 - 3	11 - 13	100

typ materiału	MATERIAŁ	WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE						ZALECANE WARUNKI PRACY	
		ρ rezystywność średnia $\mu\Omega.m$	gęstość pozorna g/cm^3	odporność na zginanie MPa	μ współczynnik tarcia max.	twardość Shore'a $^{\circ}Sh$	ΔU spadek napęcia na parę V	I_N gęstość znamionowa prądu A/cm ²	V_m prędkość obwodowa max. m/s
metalografit	M40	3,7 - 7,0	3,6 - 4,0	17	0,20	10 - 23	1,0 - 1,8	15	20
	M48	1,4 - 8,5	2,9 - 3,4	15	0,23	14 - 30	1,1 - 1,9	15	25
	M50	2,1 - 5,3	2,8 - 3,2	15	0,23	17 - 30	1,2 - 1,9	15	25
	M68	0,6 - 1,5	3,70 - 4,20	20	0,24	14 - 27	0,8 - 1,4	18	20
	M78	0,04 - 0,09	5,60 - 6,20	18	0,20	10 - 18	0,2 - 0,4	20	20
	M83	0,06 - 0,18	4,50 - 6,20	21	0,23	10 - 21	0,2 - 0,4	20	20
	M87	0,04 - 0,09	6,10 - 6,70	63	0,20	7 - 14	0,2 - 0,4	20	20
	C6958	3,5	2,50	30	0,20		0,5 - 1,4	10 - 25	40
	C7788	3,0	2,80	25	0,20	-	2,3 - 3	12 - 20	35
	CG651	1,30	2,95	30	< 0,12	-	0,5 - 1,4	10 - 14	35
	CG626	1,80	2,88	45	< 0,12	-	0,5 - 1,4	12 - 18	35
	CG607	0,31	3,60	51	0,20	-	0,5 - 1,4	12 - 18	30
	CG657	0,30	4,00	65	0,20	-	0,5 - 1,4	12 - 20	30
	CG677	0,20	4,00	65	0,20	-	0,5 - 1,4	12 - 20	30
	CG757	0,35	4,50	45	0,20	-	0,5 - 1,4	15 - 25	25
	MC79P	0,08	5,15	85	0,20	-	< 0,5	20 - 30	20
	CG957	0,40	5,45	110	0,20	-	< 0,5	20 - 30	20
	MC877	0,12	5,40	85	0,20	-	< 0,5	20 - 30	20
	MC837	0,15	5,50	70	0,20	-	< 0,5	20 - 30	30
	CA38	2,5	2,55	10	0,20	-	< 0,5	*	25
	CA26	0,20	3,60	40	0,20	-	< 0,5	*	20
	CA28	0,4	4,00	45	0,20	-	< 0,5	20 - 30	20
	CA10	0,06	8,00	160	0,20	-	< 0,5	*	15
	M9020	27,0	1,75	37	0,20	68	1,4 - 2,3	12 - 15	45
	M673	11,8	1,72	26	> 0,20	35	< 0,5	10 - 12	40
	M9426	17,75	1,62	20	0,20	24	0,5 - 1,4	12 - 15	30/45
	M8295	17,75	1,80	34	0,20	54	0,5 - 1,4	12 - 15	30/45
	M621	4,0	3,00	35	0,20	34	< 0,5	40	40
M609	3,1	2,65	33	< 0,12	35	< 0,5 - 1,4	12 - 15	35	
M7696	2,5	3,00	33	0,12 - 0,20	-	0,5 - 1,4	12 - 15	35	
węglografit	A121	22,5	1,75	26	< 0,12	30	2,3 - 3	8 - 12	25
	A176	525	1,60	20	< 0,12	40	> 3	8 - 12	25
	A252	450	1,57	16	< 0,12	27	> 3	8 - 12	25
	A44A	30	1,64	26	> 0,20	50	2,3 - 3	8 - 12	25
bakelitografit	BG412	138	1,82	36	0,20	-	> 3	8 - 10	35
	BG469	94,5	1,80	35	0,20	-	> 3	6 - 8	35
	BG348	255	1,50	25	0,20	-	> 3	8 - 10	40

linki: powierzchnia przekroju

Linki wykonane są ze specjalistycznej plecionki miedzianej o ściśle określonym przez normy splocie i przekroju drutu. O powierzchni przekroju linki decyduje obciążenie prądowe, któremu szczotka będzie podlegała. Nasi specjaliści ustalają ten parametr na podstawie informacji o nominalnych obciążeniach.

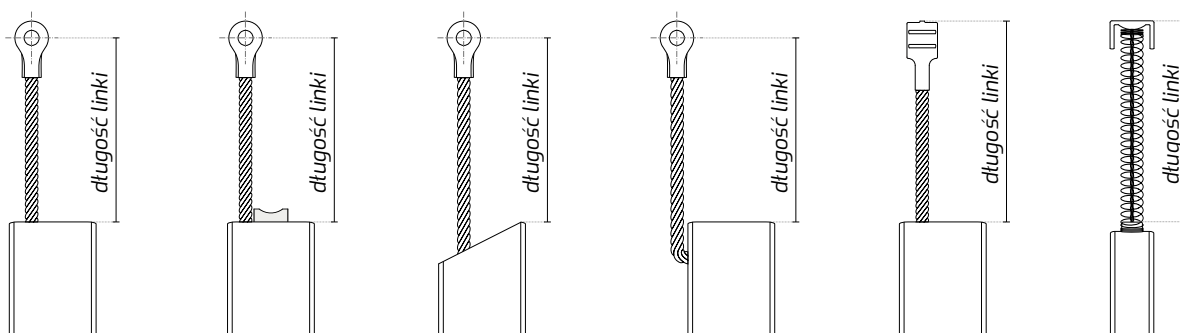
maksymalne obciążenie linki według powierzchni przekroju

przekrój linki mm ²	0,20	0,25	0,35	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	2,00	2,50	3,20	4,00	6,00	8,00	10,00
obciążenie max. A	4,8	5,5	7	9	12	15	17,5	20	24	28	32	38	50	60	75

linki: długość

Długość linki "l" mierzona jest w milimetrach:

- z końcówką pod śrubę: l = odległość od najwyższej krawędzi korpusu szczotki bez osprzętu do linii środkowej otworu końcówki
- z innymi typami końcówek: l = odległość od najwyższej krawędzi korpusu do końca linki wraz z końcówką



standardowe długości linek (mm)

l długość linki mm	16	20	25	32	40	50	56	63	71	80	90	100	112	125	140	160
Δl tolerancja mm	+3						+5						+8			

W niektórych przypadkach wymagane jest umieszczenie linek w koszulce izolacyjnej.

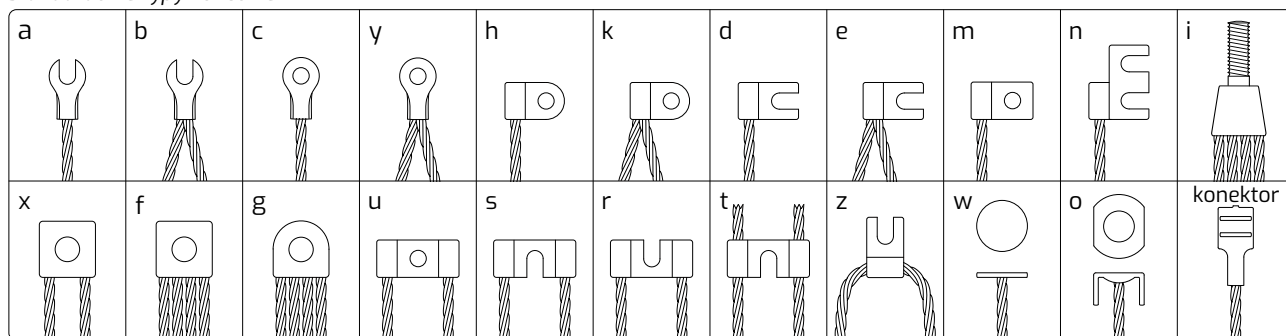
Jeśli konstrukcja szczotki, właściwości materiału szczotkowego lub nasilone wibracje w środowisku pracy wymagają wzmocnienia mocowania linki, stosuje się nitowanie linek.

końcówki: rozmiar i typ

Rozmiar końcówki pod śrubę określany jest średnicą śruby przyłącza (M6, M8, itd.), typ i rozmiar konektorów określa się standardowymi symbolami (F6,3, F4,8 itd.). Inne typy końcówek wymagają określenia konstrukcji i wymiarów.

Oznaczenia najpopularniejszych typów końcówek przedstawione są poniżej. Zastosowanie niestandardowych końcówek wymaga dodatkowych uzgodnień.

standardowe typy końcówek



zapytania ofertowe i zamówienia

Szczotki węglowe produkujemy na zamówienie - nasi specjaliści projektują szczotkę indywidualnie dobraną do zastosowania. Opracowanie projektu szczotki odbywa się na podstawie informacji przekazanych przez użytkownika. **Prosimy o uwzględnienie poniższych danych w zapytaniach ofertowych i zamówieniach:**

1. Konstrukcja korpusu

- numer szkicu (*str. 5*)
lub rysunek techniczny, rysunek odręczny, zdjęcia szczotki

2. Wymiary t x a x r (*str. 4*)

3. Materiał szczotkowy

- nazwa dotychczas stosowanego materiału (często wybita na szczotce)
lub informacje o zastosowaniu maszyny i zdjęcie tabliczki znamionowej maszyny
/ napięcie znamionowe (V), obroty na minutę (obr./min), moc (kW), natężenie prądu (A) /

4. Linka

- długość (*str. 10*)
- czy jest w izolacji

5. Końcówka

- oznaczenie typu (*str. 10*)
- rozmiar śruby przyłącza
lub zwymiarowany rysunek końcówki

Możliwe jest również wykonanie szczotki na podstawie dostarczonego nam egzemplarza.

zapraszamy

Prowadzimy politykę zintegrowanego systemu zarządzania, której celem jest pełne zaspokojenie wymagań odbiorców i troska o środowisko naturalne. Procesy konstruowania, produkcji i sprzedaży szczotek węglowych spełniają normy systemu zarządzania jakością ISO

Każda partia materiału szczotkowego i innych półproduktów służących do produkcji szczotek jest testowana w naszym laboratorium pod względem zgodności z nominalnymi właściwościami. Nasze procedury zakładają też systematyczne kontrole jakości wykonania szczotek.

kontakt

@ handel@elektrocarbon.pl

+ 48 61 811 74 41

adres

Elektrocarbon Sp. z o.o.
ul. Czarnohucka 10
42-600 Tarnowskie Góry

www.elektrocarbon.pl

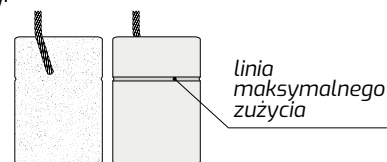
instalacja i utrzymanie komponentów zespołu szczotkowego

szczotki węglowe

Ścieranie się szczotek jest procesem nie tylko naturalnym ale wręcz pożądanym. Konstrukcja styku ślizgowego zakłada oddziaływanie sił tarcia suwnego pomiędzy powierzchnią kontaktową szczotki a powierzchnią komutatora / pierścienia ślizgowego, a tym samym mechaniczne zużywanie się wszystkich powierzchni trących. W tym układzie to szczotka ma za zadanie ponieść większość strat mechanicznych powodowanych tarciem. **Szczotka jest z założenia częścią wymienną ulegającą ścieraniu**, przez co chronione są droższe i trudniejsze do wymiany elementy - komutator lub pierścień ślizgowy.

Szczotki wymienia się zanim zużycie odłoni koniec linki osadzony w szczotce.

Nie należy dopuszczać do tego by linka weszła w kontakt z powierzchnią komutatora / pierścienia ślizgowego ponieważ spowoduje to uszkodzenie jego powierzchni, jak też problemy natury elektrycznej. Na niektórych szczotkach linia maksymalnego zużycia jest zaznaczona fabrycznie.



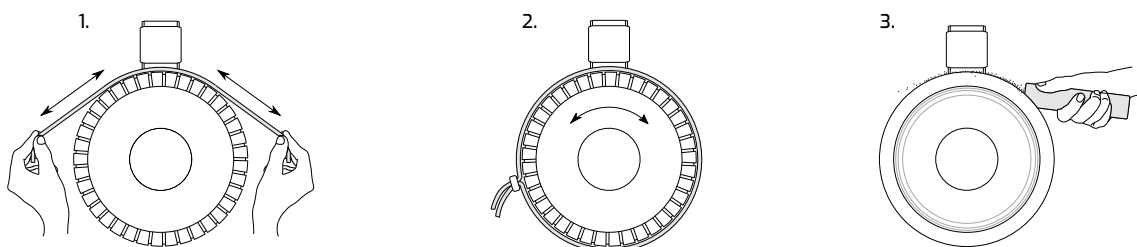
Nie należy instalować szczotek z różnych materiałów szczotkowych na jednym komutatorze / pierścieniu ślizgowym. Nawet bardzo zbliżone w swych właściwościach materiały szczotkowe wykazują różnice które spowodują nierównomierne obciążenie szczotek (szczotki o nawet minimalnie niższej rezystywności będą bardziej obciążone). Zależnie od stopnia nasilenia problemu, może to prowadzić do ich przeciążenia, przedwczesnego zużycia, iskrzenia, spalania szczotek i komutatora / pierścienia.

Zmieniając materiał szczotkowy należy usunąć z komutatora / pierścienia patynę pozostałą po poprzednich szczotkach.

Patyna to odkładająca się na komutatorze / pierścieniu mieszanina materiału startego ze szczotek, tlenków metali pochodzących z komutatora / pierścienia, oraz wody pochodzącej z atmosfery. Patyna ma właściwości smarne oraz zapewnia prawidłowe przewodzenie prądu między powierzchniami - jest niezbędnym elementem zestyku ślizgowego. Szczotka jest zaprojektowana z założeniem, że będzie współpracować z patyną wytworzoną z własnego materiału, a obecność obcej patyny może powodować problemy. Dlatego w celu usunięcia obcej patyny należy przed założeniem szczotek z innego materiału przeszlirować komutator / pierścień kamieniem szlifierskim o średniej gradacji.

Fabrycznie nowe szczotki wymagają dotarcia. Docieranie polega na nadaniu powierzchni kontaktowej szczotki krzywizny odwzorowującej krzywiznę komutatora / pierścienia. Niedotarta szczotka przekazuje prąd tylko ułamkiem swej powierzchni kontaktowej, co zakłóca pracę zestyku ślizgowego. Można zrezygnować z docierania szczotek jeśli liczba wymienianych szczotek nie przekracza 20% wszystkich współpracujących szczotek.

Szczotki można dotrzeć z wykorzystaniem jednej z czterech metod :



1. ręczne przesuwanie papieru ściernego (warstwą ścierną na zewnątrz) po powierzchni komutatora/pierścienia pod szczotkami zainstalowanymi w szczotkotrzymaczach

2. ręczne obracanie pod zainstalowanymi szczotkami komutatora/pierścienia owiniętego papierem ściernym (warstwą ścierną na zewnątrz)

3. docieranie z zastosowaniem kamienia do docierania szczotek - po wprawieniu komutatora w ruch, kamień dociska się do jego powierzchni, a drobinki ściernie odrywające się od kamienia pokrywają komutator zeszlifowując powierzchnie kontaktowe szczotek do pożądanego kształtu. Ten sposób nadaje się do zastosowania na dużych komutatorach, w przypadku których stosunkowo niewiele materiału szczotkowego wymaga usunięcia, ponieważ materiał ścierny wpywa również na powierzchnię komutatora. Z tego też powodu po zakończeniu docierania wymagane jest nadanie powierzchni komutatora odpowiedniej szorstkości przez zastosowanie kamienia szlifierskiego o średniej gradacji.

4. Można również zeszlifować powierzchnie kontaktowe szczotek na kole szlifierskim o tej samej średnicy co komutator / pierścień ślizgowy. Metoda ta jest precyzyjna tylko wtedy, gdy szczotka jest umieszczona w szczotkotrzymaczu a nie trzymana w ręce.

Po dotarciu szczotek konieczne jest dokładne usunięcie drobinek ściernych pochodzących z papieru ściernego lub kamienia do docierania aby zapobiec szybkiemu zużyciu się szczotek i komutatora/pierścienia. Najskuteczniejsze jest oczyszczenie szczotek, szczotkotrzymaczy i powierzchni komutatora/pierścienia strumieniem sprężonego powietrza.

Osadzając szczotkę w szczotkotrzymaczu należy upewnić się, że:

- szczotka jest osadzona w gnieździe szczotkowym z niewielkim luzem, takim by zapewnić jej swobodne przesuwanie się, ale uniemożliwić ruch na boki
- szczotka osadzona jest we właściwym kierunku, co jest szczególnie ważne w przypadku szczotek ze ściętą powierzchnią górną lub kontaktową oraz szczotek z więcej niż jednego materiału
- linki są właściwie i swobodnie ułożone, nie klinują się i nie krzyżują
- końcówki linek są stabilnie i bezpiecznie podłączone
- element dociskowy szczotkotrzymacza jest wycentrowany na górnej powierzchni szczotki, a jeśli szczotka posiada nakładkę amortyzującą, że przylega ona równo do powierzchni szczotki

Po wymianie szczotek należy skontrolować czy siła docisku szczotek jest prawidłowa i jednakowa na wszystkich szczotkotrzymaczach.

Zalecane wartości siły docisku trzymadeł szczotkowych

typ materiału szczotkowego		pierścień ślizgowy kPa	komutator maszyny stacjonarne kPa	komutator maszyny trakcyjne kPa
elektrografit		18 - 20	18 - 20	35 - 45
elektrografit impregnowany żywicą			18 - 25	35 - 55
węglografit			18 - 20	
miękki grafit		11 - 20		
metalografit	przeciętne prędkości prędkości < 1 m/s	18 - 20 25 - 27		

Szczotki węglowe produkowane są z materiałów porowatych, łatwo chłonących wszelkie substancje (płyny, smary), z którymi wchodzi w kontakt. Wchłoniętych substancji nie można usunąć, a zabrudzona szczotka zmienia swoje właściwości i może powodować poważne problemy. **Szczotki należy chronić przed zabrudzeniem, i nie montować na maszynie zanieczyszczonych szczotek.**

REGULARNIE MONITORUJ

zużycie i stan szczotek - szczotki na ścieżce powinny wykazywać podobne zużycie, powierzchnia kontaktowa powinna być gładka lub ewentualnie lekko paskowana, bez ukruszeń i śladów przypaleń, szczotka nie powinna wykazywać objawów wibracji ("wypolerowane", błyszczące miejsca na bokach), linki bez luzów, odbarwień i przypaleń, podobnie jak nakładki.

siłę docisku - na wszystkich szczotkach

swobodę przesuwania się szczotki w gnieździe szczotkowym - na wszystkich szczotkach

szczotkotrzymacze

Szczotki i szczotkotrzymacze muszą być precyzyjnie równomiernie rozmieszczone dookoła komutatora zgodnie z konstrukcją twornika i uzwojenia. Odległość między szczotkami o różnej polaryzacji musi być równa, już przesunięcie rzędu pół milimetra może powodować problemy z komutacją i dystrybucją prądu. Na maszynach prądu stałego szczotki dla każdej pary biegunów powinny być zainstalowane na tej samej ścieżce, co umożliwia budowanie się prawidłowej patyny.

Właściwa odległość między dolną krawędzią gniazda szczotkowego szczotkotrzymacza a powierzchnią roboczą komutatora / pierścienia to zwykle 2 - 2,5mm.

REGULARNIE MONITORUJ

ustawienie szczotkotrzymaczy w prawidłowych pozycjach

odległość szczotkotrzymacza od komutatora/pierścienia

stan gniazda szczotkowego - stan gniazda szczotkowego musi umożliwiać szczotce swobodny ruch w kierunku promieniowym

stan systemu dociskowego - zbyt słaby docisk, uszkodzenia, ślady przypaleń kwalifikują system dociskowy do wymiany

komutator

wymiana komutatora

1. nasadzenie na watek - zaleca się nasadzenie komutatora suwliwie na kleju.

- komutatory bez tulejki - naciskać z maksymalną siłą 150kg z wykorzystaniem narzędzia o dużej powierzchni stykowej zapewniającej równomierne rozłożenie nacisku
- komutatory z tulejką - naciskać na piastę tulejki z maksymalną siłą 300kg

2. lutowanie wyprowadzeń uzwojeń - należy unikać przegrzania wycinków i tłoczywa.

Maksymalna siła nacisku elektrody na wycinek

- dla komutatorów o średnicy do 30mm - 30kg
- dla komutatorów o średnicy powyżej 30mm - 70kg

Nie należy łączyć wyprowadzeń uzwojeń przez zapunktowanie punktem ponieważ może to doprowadzić do uszkodzenia zwartości komutatorom

3. kontrola bicia i szorstkości powierzchni - jeśli bicie komutatora przekracza 0,02mm, komutator wymaga przetoczenia. Nowy komutator, zwłaszcza po przetoczeniu, może mieć zbyt niską szorstkość powierzchni.

4. wyważanie - po wykonaniu wszystkich operacji należy wykonać wyważenie dynamiczne wirnika

komutator należy chronić przed upadkiem i nie uderzać z siłą mogącą doprowadzić do uszkodzeń

owalność komutatora - bicie promieniowe nie może przekraczać 0,02mm,

zanieczyszczenia (smary, pyły) - zależnie od typu i nasilenia zanieczyszczeń, usuwa się je suchą szmatką, kamieniem szlifierskim lub rozpuszczalnikiem niezawierającym chloru i niepozostawiającymi osadu. Zanieczyszczenia mogą w znacznym stopniu zakłócić działanie zespołu szczotkowego wpływając na stan patyny i właściwości szczotek.

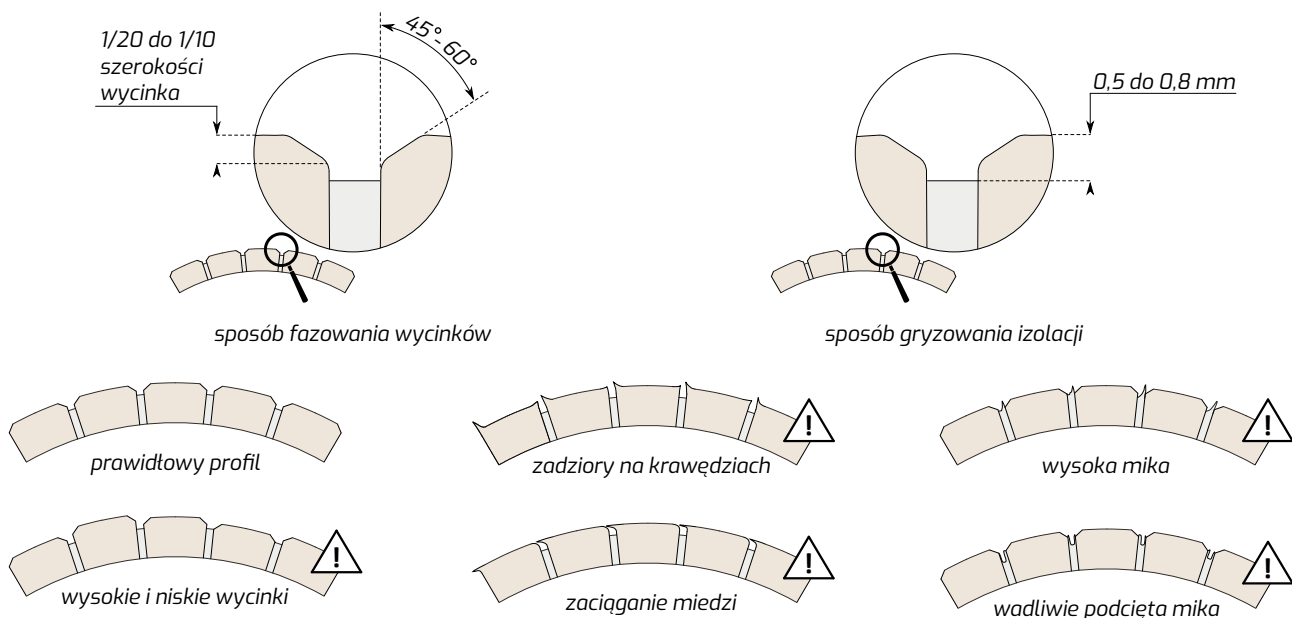
przypalenia, wżery - ślady należy usunąć kamieniem szlifierskim o gradacji dobranej do stopnia nasilenia zmian, następnie całość przeszlirować kamieniem o średniej gradacji.

szlifowanie, przetaczenie - jeśli na komutatorze pojawią się zmiany takie jak wyłuszczenia, odkształcenia, rowki, wysokie i niskie wycinki, mają one tendencję do szybkiego pogłębiania się i potęgowania problemów. Powierzchnię komutatora należy przywrócić do pożądanego stanu, albo za pomocą przeszlirowania go kamieniem szlifierskim, albo, przy nasilonych zmianach, przez przetoczenie komutatora ostrzem diamentowym. Komutator wymaga też przetoczenia gdy bicie promieniowe przekracza 0,02mm. Po przeszlirowaniu lub przetoczeniu, należy nadać powierzchni właściwą szorstkość kamieniem o średniej gradacji.

profil powierzchni komutatora - obecność wystających lub zbyt niskich wycinków, wyłuszczenia, odkształcenia wymagają przetoczenia lub przeszlirowania komutatora, zależnie od nasilenia problemu.

gryzowanie izolacji - gryzowanie izolacji należy przeprowadzić narzędziem, które zapewni uzyskanie właściwego profilu izolacji (ręczną lub maszynową podcinarką miki). Mika powinna być podcięta na głębokość 0,5-0,8 mm na płasko, tak by materiał nie pozostawał przy ściankach wycinków.

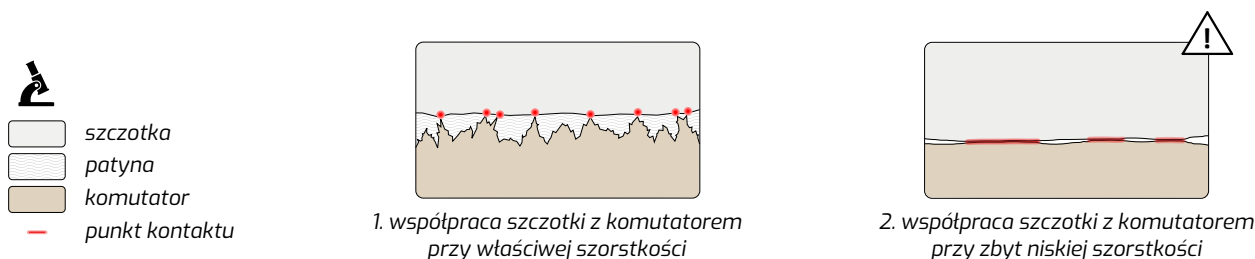
fazowanie krawędzi wycinków - ewentualne zadziory lub zaciąganie miedzi na krawędziach wycinków usuwa się przez wyfazowanie krawędzi odpowiednim pilnikiem lub skrobakiem. Konstrukcja specjalistycznych skrobaków i pilników zaprojektowanych do fazowania krawędzi wycinków pozwala na łatwe uzyskanie właściwego kąta fazowania. Specjaliści zalecają fazowanie krawędzi pod kątem 45 - 60 na głębokość równą 1/10 - 1/20 szerokości wycinka.



patyna - patyna to mieszanina materiału startego ze szczotek, tlenków metali pochodzących z komutatora oraz wody pochodzącej z atmosfery, która cienką warstwą odkłada się na komutatorze. Patyna pełni ważną funkcję w zespole szczotkowym wspomagając komutację i ograniczając siłę tarcia. Ważne jest by szczotka współpracowała z własną patyną, w której składzie jest materiał szczotkowy danej szczotki, dlatego zmieniając materiał szczotkowy należy usunąć patynę pochodzącą z poprzednich szczotek za pomocą kamienia szlifierskiego o średniej gradacji. Prawidłowa patyna pokrywa komutator równomiernie, jej kolor może być jasny lub ciemny zależnie od materiału szczotkowego.

Sucha atmosfera utrudnia budowanie się patyny, w takiej sytuacji można ten proces wspomóc przez zastosowanie specjalnego sztyftu woskowego.

szorstkość powierzchni - szorstkość powierzchni komutatora jest bardzo ważnym parametrem oddziałującym na efektywność zespołu szczotkowego. Zbyt wysoka szorstkość powoduje przyspieszone zużywanie się szczotek. Bardziej szkodliwa jest **zbyt niska szorstkość**.

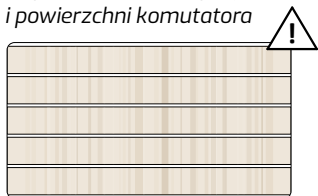


1. W warunkach prawidłowej szorstkości transmisja prądu między komutatorem a szczotką odbywa się przez liczne punkty kontaktu znajdujące się na szczytach nierówności na powierzchni metalu. Właściwa szorstkość zapewnia również budowanie się patyny, która ma działanie smarne oraz wspomaga transmisję prądu.

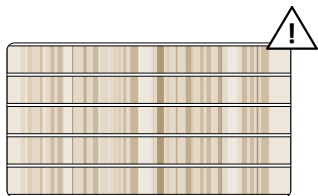
2. Na zbyt gładkim komutatorze szczotka dużą powierzchnią przylega do metalu. Duża powierzchnia kontaktu po pierwsze zwiększa obszar przepływu prądu narażając szczotkę na nienormalne obciążenia, po drugie potęguje działanie sił tarcia (paradoksalnie więc mniejsza szorstkość oznacza większe tarcie). Brak nierówności nie pozwala przy tym na tworzenie się i utrzymywanie patyny. Efektem jest przegrzewanie się szczotek i komutatora, przyspieszone zużycie układu, iskrzenie, wibracje i stopniowe narastanie poważnych problemów.

Bez względu na to czy komutator jest zbyt gładki czy zbyt szorstki, przeszlifowanie jego powierzchni kamieniem szlifierskim o średniej gradacji nada mu odpowiednią szorstkość.

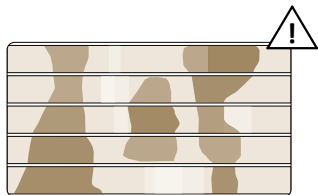
najczęściej występujące nieprawidłowości w patynie i powierzchni komutatora



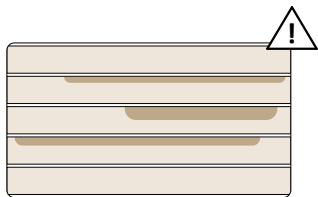
Patyna prążkowana - regularny wzór różnych odcieni patyny biegnący dookoła komutatora. Przyczyną mogą być niedociążone szczotki, wysoka wilgotność powietrza, agresywne gazy.



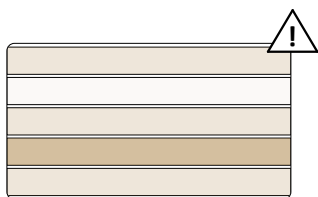
Patyna intensywnie prążkowana z pasami surowej miedzi. Przyczyną mogą być niedociążone szczotki, wysoka wilgotność powietrza, agresywne gazy. Stan wymaga diagnozy i korekty.



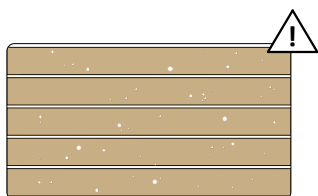
Patyna z nieregularnymi ciemnymi i jasnymi plamami. Najczęściej przyczyny to odkształcenia komutatora, zanieczyszczenia na powierzchni komutatora, agresywne gazy. Stan wymaga diagnozy i korekty.



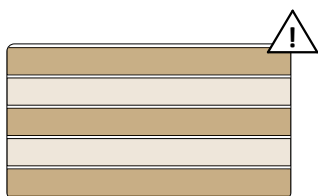
Ciemne krawędzie wycinków powstałe przez odkładanie się patyny w miejscu występowania zadziorów. Stan wymaga korekty.



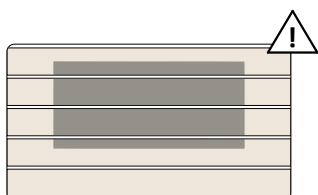
Wysokie i/lub niskie wycinki powodują powstawanie różnic w grubości pokrywającej je patyny.
Stan wymaga korekty



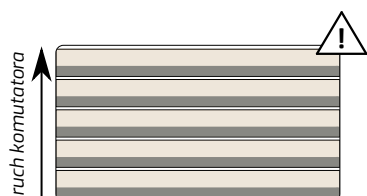
Ślady iskrzenia - drobne jasne punkty na patynie
Najczęstsze przyczyny to nieodpowiedni kontakt szczotki z komutatorem (docisk), przeciążenie szczotek.
Stan wymaga diagnozy i korekty



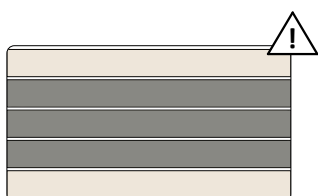
Regularny wzór jasnych i ciemnych wycinków jest najczęściej powiązany z konstrukcją uzwojenia z więcej niż jednym przewodem na żłobek i utrudnioną komutacją w kolejnych przewodach w żłobku. Zmiana materiału szczotkowego może poprawić sytuację.



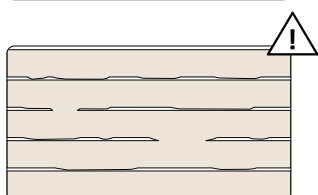
Czarny lub ciemny ślad odwzorowujący powierzchnię kontaktową szczotki.
Powstaje pod szczotką w wyniku reakcji elektrolitycznej zachodzącej podczas długiego okresu zatrzymania maszyny, lub też w wyniku gwałtownego przeciążenia.
Stan wymaga korekty.



Przypalenia na zstępujących krawędziach wycinków.
Najczęściej są objawem wadliwej symetrii ustawienia szczotkotrzymaczy lub trudnej komutacji
Stan wymaga natychmiastowej diagnozy i korekty.



Regularny, powtarzający się wzór przypaleń wycinków odpowiadający połowie liczby mostów lub wszystkim mostom.
Przyczyny są elektryczne (uszkodzone połączenia chorągiewek i inne) lub mechaniczne: niewyważony twornik, uszkodzenie łożysk lub inne cykliczne zaktócenia w pracy maszyny.
Stan wymaga natychmiastowej diagnozy i korekty.



Zaciąganie miedzi - postępująca akumulacja miedzi na krawędziach wycinków.
Najczęstszym powodem jest przegrzanie komutatora ("nadtopiony", miękki komutator), lub wysoki współczynnik tarcia szczotek
Stan wymaga diagnozy i korekty

**REGULARNIE
MONITORUJ**

owalność komutatora

profil powierzchni komutatora

profil wycinków i izolacji

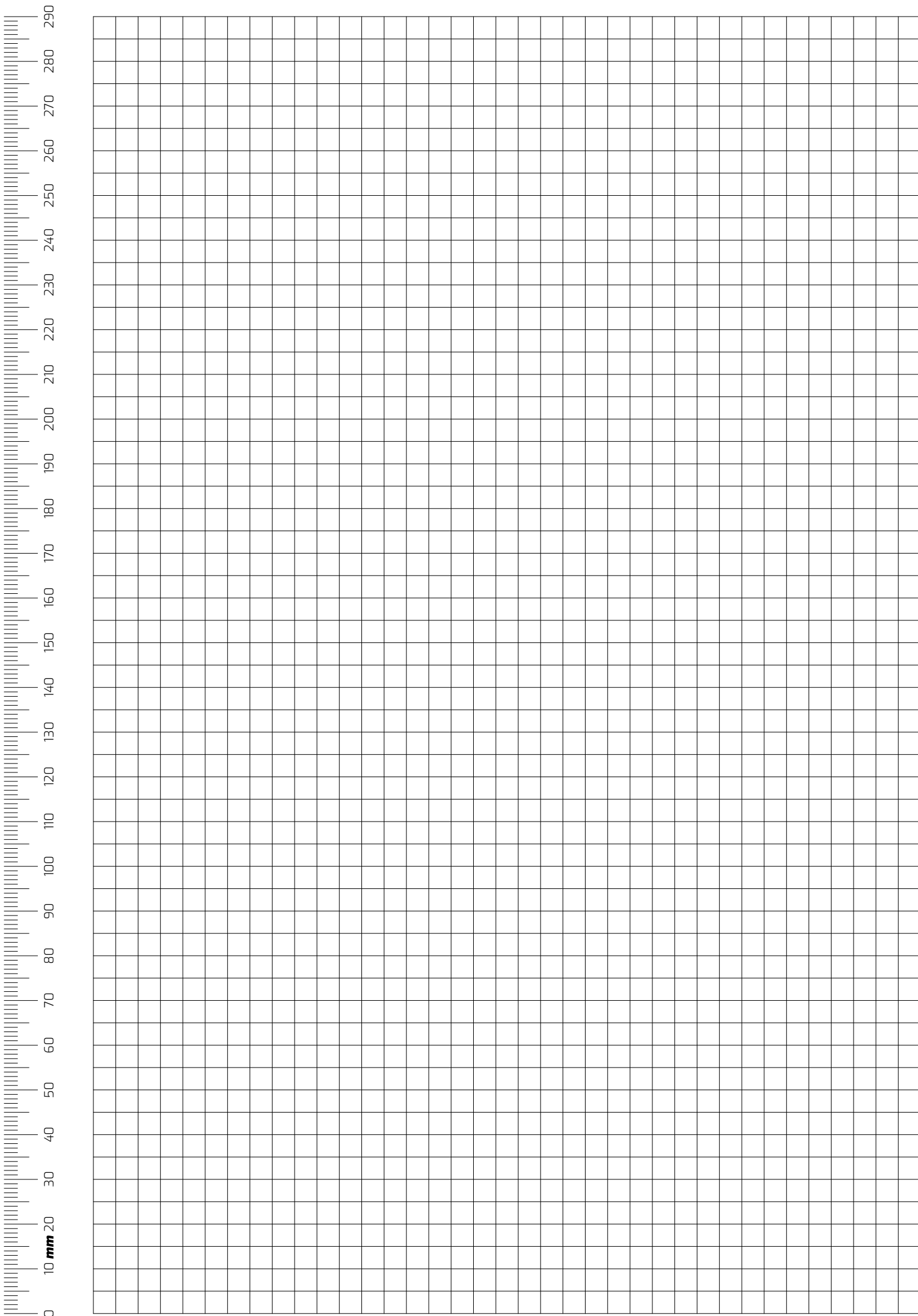
szerstkość powierzchni komutatora - o nieprawidłowościach mogą świadczyć:

- zbyt gruba patyna lub brak patyny
- objawy kłopotów z komutacją (przypalenia, wżery spowodowane iskrzeniem)

stan patyny

możliwe konsekwencje zaniedbań w utrzymaniu zespołu szczotkowego

niedotarte szczotki	przyspieszone zużycie szczotek przegrzewanie się komutatora iskwienie pod szczotkami
ziarna ściernie na powierzchni kontaktowej szczotki	nierównomierne zużywanie się szczotek przyspieszone zużycie komutatora powstawanie żłobień na komutatorze
szczotka zaklinowana w gnieździe szczotkotrzymacza	iskwienie pod szczotkami przepalenia linek szczotki przyspieszone zużycie szczotek nierównomierne zużywanie się szczotek przegrzewanie się komutatora przyspieszone zużycie komutatora
zbyt słaby docisk szczotek	iskwienie pod szczotkami przegrzewanie się komutatora przegrzewanie się szczotek i szczotkotrzymaczy przepalenia linek szczotki przyspieszone zużycie szczotek nierównomierne zużywanie się szczotek przyspieszone zużycie komutatora zaciąganie miedzi powstawanie żłobień na komutatorze
zbyt silny docisk szczotek	przegrzewanie się komutatora przegrzewanie się szczotek i szczotkotrzymaczy przyspieszone zużycie szczotek zaciąganie miedzi powstawanie żłobień na komutatorze
nierównomierny docisk szczotek	iskwienie pod szczotkami przegrzewanie się szczotek i szczotkotrzymaczy przepalenia linek szczotki nierównomierne zużywanie się szczotek zaciąganie miedzi
końcówki linek zbyt luźno podłączone lub zanieczyszczone	przegrzewanie się szczotek i szczotkotrzymaczy przegrzewanie się komutatora przepalenia linek szczotki nierównomierne zużywanie się szczotek
za duży luz szczotki w gnieździe szczotkotrzymacza	przegrzewanie się szczotek i szczotkotrzymaczy mechaniczne uszkodzenia szczotek nierównomierne zużywanie się szczotek
szczotka nie na ścieżce	iskwienie pod szczotkami przyspieszone zużycie komutatora
nierównomiernie rozłożone szczotkotrzymacze	intensywne iskwienie pod szczotkami nierównomierne zużywanie się szczotek przyspieszone zużywanie się komutatora przepalenia linek szczotki
wysokie/niskie wycinki komutatora	iskwienie pod szczotkami przyspieszone zużycie komutatora
smary/substancje obce na komutatorze	przyspieszone zużycie szczotek nierównomierne zużywanie się szczotek powstawanie żłobień na komutatorze
odkształcenia powierzchni komutatora	iskwienie pod szczotkami przyspieszone zużycie komutatora
wysoka mika	intensywne iskwienie pod szczotkami przyspieszone zużycie komutatora
niewyważony komutator	iskwienie pod szczotkami przyspieszone zużycie komutatora przyspieszone zużycie szczotek powstawanie żłobień na komutatorze
pył w zespole szczotkowym	przyspieszone zużycie komutatora przyspieszone zużycie szczotek powstawanie żłobień na komutatorze
zbyt duża odległość między szczotkotrzymaczem a komutatorem	nierównomierne zużywanie się szczotek mechaniczne uszkodzenia szczotek powstawanie żłobień na komutatorze
zbyt niska szorstkość komutatora	przegrzewanie się szczotek i szczotkotrzymaczy przyspieszone zużycie szczotek iskwienie pod szczotkami
zbyt wysoka szorstkość komutatora	przyspieszone zużycie szczotek





Elektrocarbon Sp. z o.o.

ul. Czarnohucka 10
42-600 Tarnowskie Góry

Obsługa Klienta

handel@elektrocarbon.pl
+ 48 61 811 74 41

www.elektrocarbon.pl