

ELEKTRO - ČETKICE

Četkice su najvažniji deo preko koga se ostvaruje klizni kontakt za prenos električne struje na mnogim električnim motorima i mašinama. Na prvim elektro-motorima taj kontakt se ostvarivao preko snopića bakarnih žica u obliku četkica, pa je naziv "četkica" zadržan do danas, iako su se materijali i oblici potpuno promenili.

Danas se četkice izrađuju od materijala na osnovi ugljenika koji ima dobra podmazna svojstva, relativno dobru elektro i toplotnu provodljivost, visoku otpornost na toplotne i hemijske uticaje i nisku gustinu.

1. VRSTE ČETKICA

1.1. Elektrografitne četkice

Ove četkice, zbog svojih karakteristika, imaju najširu oblast primene. Odlikuju se dobrom električnom i toplotnom provodljivošću, a veoma malo habaju površinu po kojoj klize. Međutim, polirajuće dejstvo kod elektrografitnih četkica je veoma malo, pa je zbog toga neophodno da izolacija između lamela kolektora bude udubljena. Elektrografitne četkice imaju dobra komutaciona svojstva i pogodne su za motore sa velikim brzinama. Koeficijent trenja elektrografitnih četkica je relativno mali.

1.2. Grafitne četkice

Radi se o mekanim, elastičnim četkicama koje vrlo efikasno amortizuju udarce i mehaničke vibracije i imaju odlična polirajuća svojstva. Pogodne su za motore sa najvećim obimnim brzinama jer se, zahvaljujući velikoj površinskoj elastičnosti, kontakt neprestano održava. Treba međutim istaći da prirodni grafit deluje u izvesnoj meri abrazivno, pa se ne može uvek sprečiti njegovo habajuće dejstvo. To izraženo dejstvo čišćenja ipak kod nekih kvaliteta predstavlja ustvari prednost, jer sprečava stvaranje suviše debelog oksidnog sloja, tzv. patine.

1.3. Bakelitgrafitne četkice

Ove četkice su izrađene od grafitnih materijala pomešanih sa katranom i smolom ili bakelitnom smolom i drugim dodacima koji im daju veliku mehaničku čvrstoću i dobra polirajuća svojstva, ali i znatne toplotne gubitke i veliki električni otpor. Koriste se kod trofaznih kolektorskih motora tipa Schrage i Schroh i malih jednosmernih motora.

1.4. Metalografitne četkice

Ove četkice sadrže u raznim količinama metal, pretežno bakar. To su teške četkice koje imaju mali prelazni otpor, male toplotne gubitke, veću strujnu opteretljivost i dobra svojstva klizanja. Primenjuju se na niskonaponskim mašinama i na mašinama sa kliznim prstenovima i velikim gustinama struje.

2. UGRADNJA I RAD

2.1. Uputstva za ugradnju

Da bi se ostvario besprekoran prenos struje na električnom motoru, potrebno je, pored pažljivo izabranog kvaliteta materijala i izrade četkice, sve delove motora koji učestvuju u prenosu struje dovesti u zadovoljavajuće stanje.

Nikako ne treba ugrađivati istovremeno četkice izrađene od različitih kvaliteta materijala na jedan isti motor, jer zbog nejednake raspodele struje dolazi do pregrevanja četkica koje trpe veće opterećenje, usled čega mogu potpuno ispasti iz pogona. Preostale četkice u setu, neposredno zatim, doživljavaju istu sudbinu.

2.1.1. Stanje klizne površine kolektora odnosno kliznog prstena

Pre svake ugradnje četkica treba pregledati stanje klizne površine kolektora/kliznog prstena i po potrebi isti obraditi, kako bi se otklonile nepravilnosti koje dovode do nejednake efikasnosti četkica i smanjuju trajnost četkica i kolektora/kliznog prstena. Popravljanje klizne površine kolektora/kliznog prstena se vrši strugarskom obradom, brušenjem i obradom međulamelne izolacije. Nepravilnosti klizne površine kolektora odnosno kliznog prstena mogu se svrstati u četiri osnovne grupe:

a) ovalnost kolektora/kliznog prstena

Bilo kakvo oštećenje klizne površine kolektora/kliznog prstena (stršeće i uvučene lamele, zaravnjena i nagorela mesta, mrlje i dr.) odnosno svako odstupanje od idealnog kružnog oblika izaziva poskakivanje četkica i samim tim iskrenje, što dalje još više povećava ovalnost i trošenje četkica, a u nekim situacijama dovodi i do velikih oštećenja na kolektoru/kliznom prstenu i samim četkicama.

b) ekscentričnost kolektora/kliznog prstena

Ova pojava može nastati kada se kolektor/klizni prsten ne obrađuje u vlastitim ležajevima ili kada prilikom postavljanja i pritezanja u ležajeve dođe do pomeranja u osi pa osa rotacije nije identična srednjoj osi kruga klizne površine. I u ovom slučaju dolazi do poskakivanja četkica i pojačanog iskrenja sa svim posledicama koje iz toga proizilaze. Mala ekscentričnost kod motora koji nemaju veliki broj obrtaja nije toliko kritična, ali kod malih kolektora/kliznih prstenova sa više hiljada obrtaja u minuti, četkice ne mogu savršeno pratiti kretanje klizne površine.

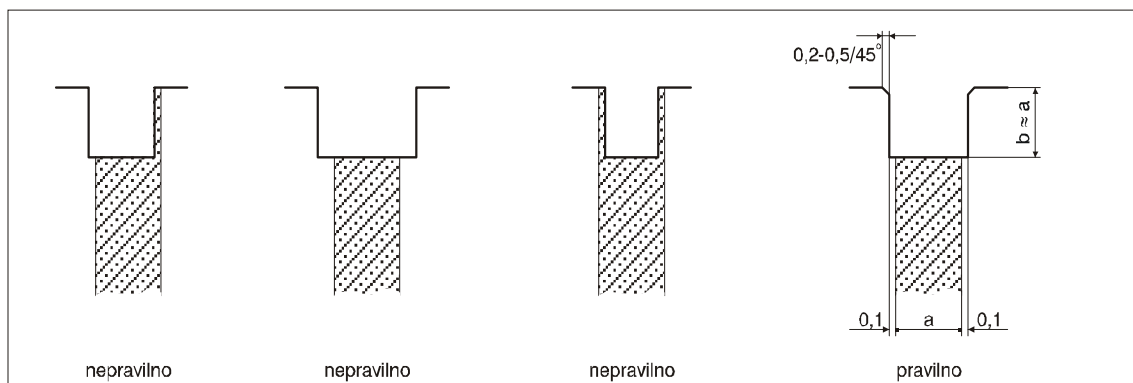
c) nepravilan stepen hrapavosti klizne površine kolektora/kliznog prstena

Za besprekoran rad elektro-motora neophodan je određeni stepen hrapavosti klizne površine kolektora, odnosno kliznog prstena. Na isuviše glatku kliznu površinu vrlo slabo se lepi prašina od trošenja četkice tako da je stvaranje patine koja obezbeđuje dobar električni kontakt sporo i nepotpuno. S druge strane, ako je klizna površina suviše hrapava doći će do povećanog trošenja četkice. To trošenje će se u daljem radu smanjiti, pa je u svakom slučaju i previše hrapava klizna površina manje kritična od preglatke. Bitno je da hrapavost bude ravnomerno raspoređena po celoj kliznoj površini kolektora/kliznog prstena.

d) nepravilno stanje međulamelne izolacije

Neobrađena ili nepravilno obrađena međulamelna izolacija na kolektoru može stvarati velike probleme u radu elektro-motora. Zbog toga je, posebno nakon strugarske obrade ili brušenja kolektora, treba izdubiti (izglodati) ispod nivoa klizne površine. Izglodani usek (žleb) je pravougaonog preseka čija je širina sa svake strane za 0,1 mm veća od širine izolacije, a dubina približno jednaka širini. Važno je da se pri obradi skinu sva izolacija sa strane lamela i da dubina i širina žleba ne bude prevelika.

Nakon glodanja treba ivice lamela oboriti pod uglom od 45° u širini od 0,2 do 0,5 mm. Karakteristični primeri dobro i loše izglodane izolacije su prikazani na sl. 1.



Slika 1

2.1.2. Stanje sklopa četkica - držač četkice

Česti uzrok lošeg rada električne mašine je neispravno stanje sklopa: četkica - držač četkice. Zbog toga je posle svake opravke kojom je obuhvaćeno skidanje držača neophodno proveriti i podesiti:

a) razmak između držača i kolektora/kliznog prstena

Optimalni razmak između klizne površine kolektora/kliznog prstena i donje ivice držača četkice je od 1,5 do 2,5 mm. Držači na istom nosaču moraju imati iste razmake od klizne površine. Preveliki razmak može izazvati vibriranje i lomljenje četkice. Podešavanje razmaka je posebno preporučljivo posle strugarske ili brusarske obrade kolektora/kliznog prstena.

b) ugao nagiba četkice/držača

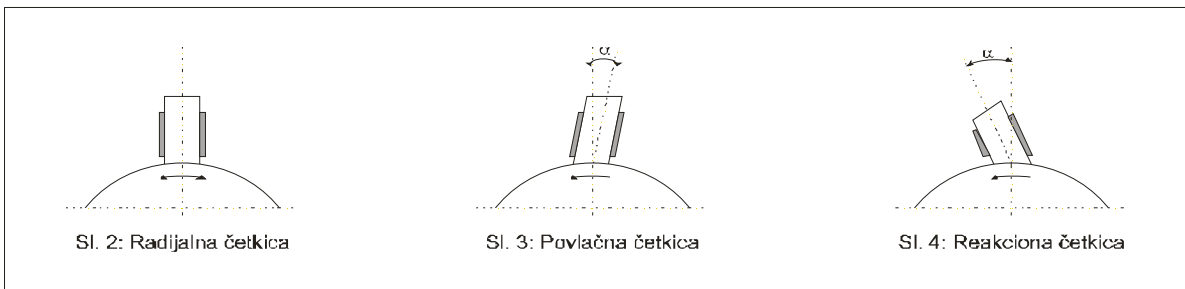
Četkice i držači su u odnosu na ugao nagiba prema kliznoj površini kolektora i položaj u odnosu na smer okretanja rotora podeljeni na:

- **radijalne** (četkica postavljena u radijalnom smeru) sl. 2. Ugrađuju se na motore sa promenljivim smerom obrtanja i trebaju biti u što je moguće tačnijem radijalnom položaju. U protivnom, prilikom promene smera obrtanja, četkica može doći u lagani reakcioni položaj, što ima za posledicu nemiran rad četkice.

Na motorima sa jednim smerom obrtanja preporučljivo je da se držači stave u lagani povlačni položaj sa uglom nagiba do 1° .

- **povlačne** (četkica nagnuta suprotno od smera obrtanja rotora) sl. 3. Ove četkice obično imaju ugao nagiba od najmanje 5° do najviše 15° .

- **reakcione** (četkica nagnuta u smeru obrtanja rotora) sl. 4. i to pod uglom nagiba koji mora biti veći od 20° . Manji ugao nagiba bi takođe uzrokovao nestabilan rad četkice.

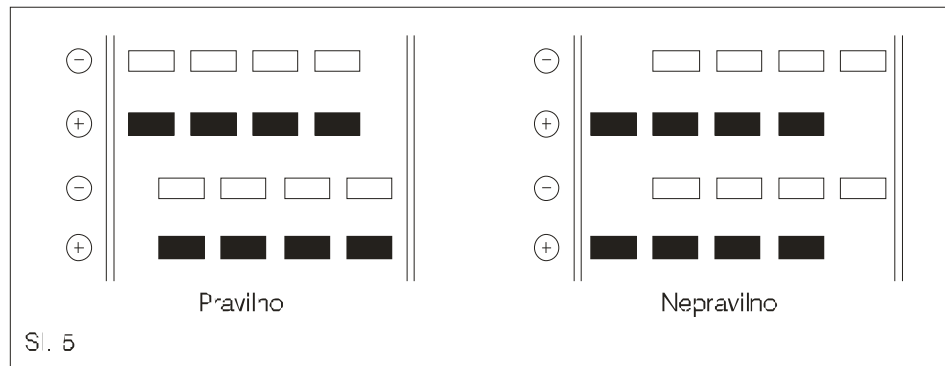


Stabilan rad četkice i pravilno naleganje na kliznu površinu može se poboljšati i skošavanjem vrha četkice.

c) aksijalni pomak četkica/držača

Da bi se izbegla ili barem svela na minimum nejednaka potrošnja kolektora, četkice treba aksijalno rasporediti tako da na kliznoj površini kolektora ne nastaju staze po kojima ne kliču četkice, ali i da četkice nikako ne prelaze rub kolektora. Pri tome, treba voditi računa da po svakoj stazi kliče jednak broj četkica negativnog i pozitivnog polariteta. Potrošnja kolektora na stazi po kojoj kliču samo katodne četkice je nekoliko puta veća nego kod anodnih.

(PAŽNJA: KATODNE ČETKICE SU NA MOTORU NEGATIVNE, A NA GENERATORU POZITIVNE.)



Slika 5. prikazuje pravilan i nepravilan aksijalni pomak na četvoropolnom uređaju.

d) tolerancija između četkice i držača

Prevelika tolerancija (luft) između četkice i držača može dovesti do nestabilnog rada i loma četkice. Sa druge strane, premala tolerancija uzrokuje "lepljenje" i zapinjanje četkice u držaču. Zbog toga je potrebno da a (aksijalna mera) i t (tangencijalna mera) četkice i ormarića držača budu u propisanim granicama. Prema standardu, tolerancija se kreće od 0,05 do 0,33 mm, zavisno od veličine a i t mere.

e) sila pritiska na četkicu

Sila pritiska kojom se ostvaruje kontakt između klizne površine četkice i kolektora/kliznog prstena je veoma bitan faktor. Prenizak pritisak uzrokuje loš električni kontakt ili čak prekid kontakta što za posledicu ima pregrevavanje i iskrenje koje izaziva povećanju potrošnju četkice i oštećenje kolektora/kliznog prstena. Previsok pritisak uzrokuje pregrevavanje zbog gubitka trenja i povećanu potrošnju četkice zbog mehaničke abrazije.

2.1.2. Uzroci najčešćih smetnji u radu

Najčešći uzroci smetnji u radu uređaja su: iskrenje ispod četkice, stvaranje mrlja i nagorelih mesta na kliznim površinama četkice i kolektora/kliznog prstena, povećana potrošnja kolektora/kliznog prstena, neravnomerna potrošnja četkica, pregrevavanje i dr.

a) Najčešći uzroci iskrenja ispod četkice su:

- ovalan kolektor
- nedovoljan pritisak na četkicu
- zapinjanje četkica u držaču
- ulje ili prljavština između lamela
- međulamelna izolacija strči
- prevelik razmak između držača četkica i kolektora
- nosači držača loše postavljeni
- lamele strče ili su uvučene
- neodgovarajući kvalitet materijala četkica

b) Najčešći uzroci stvaranja mrlja i nagorelih mesta su:

- lamele strče ili su uvučene
- međulamelna izolacija strči
- ovalan kolektor/klizni prsten
- kolektor labav
- neodgovarajući kvalitet materijala četkica

c) Najčešći uzroci povećane potrošnje kolektora/kliznog prstena su:

- preopterećenost pojedinih staza četkice zbog neravnomerne raspodele struje
- prašina u vazduhu za hlađenje
- prisustvo agresivnih gasova i para
- izbrazdana patina zbog prisustva uljnog filma

d) Najčešći uzroci neravnomerne potrošnje četkica su:

- neravnomerna raspodela struje
- zapinjanje četkica u držaču
- međulamelna izolacija strči
- prevelika tolerancija držač – četkica
- ugrađene četkice od različitih kvaliteta materijala
- neodgovarajući kvalitet materijala četkica

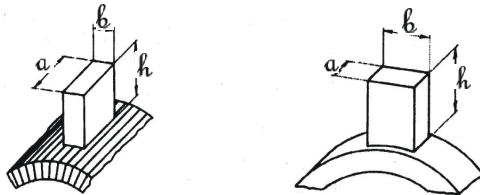
e) Najčešći uzroci pregrevavanja četkice i kolektora/kliznog prstena su:

- neodgovarajući pritisak na četkicu
- nedovoljno hlađenje
- ugrađene četkice od različitih kvaliteta materijala
- neodgovarajući kvalitet materijala četkica

3. OSNOVNE MERE ČETKICE

Osnovne mere četkice (na osnovu kojih se može vršiti i narudžbina u slučaju da se odgovarajuća četkica ne može pronaći po katalogskom broju) su:

- a** – aksijalna mera
- b** – tangencijalna mera
- h** – radijalna mera



Slika 6. prikazuje osnovne mere četkica za kolektore i klizne prstenove.

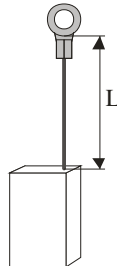
Vrednosti mera **a**, **b** i **h** se standardno izražavaju u milimetrima i eventualno inchima.

4. FORME ČETKICA

Četkice se proizvode u čitavom spektru različitih formi. Određene forme se mogu korigovati, ali je naš predlog da uvek zahtevate formu četkice koju je predvideo proizvođač električnog uređaja. „**KONČAR Electronic**“ će Vam ponuditi veliki izbor formi četkica, a ukoliko ni tu ne pronađete odgovarajući izgled četkice možete nam dostaviti crtež ili staru četkicu, a mi ćemo Vam odgovoriti da li smo u mogućnosti da Vaš zahtev ispunimo.

5. KABLOVI ČETKICE

U četkice se ugrađuju licnasti bakarni kablovi u obliku pletenice ili užeta. Četkice trebaju imati kabal odgovarajućeg kvaliteta, preseka i dužine, koji, po potrebi, može biti izolovan. „**KONČAR Electronic**“ za izolaciju kablova koristi isključivo silikonski bužir, koji se zbog svojih karakteristika (fleksibilnosti, otpornosti na visoke temperature i dr.) pokazao kao najbolje rešenje. Dužina kabla (**L**) se meri prema slici 7.



Slika 7.