

## Cele mai bune metode de întreținere a lagărelor motoarelor electrice

de Adam Willwerth

Traducere și adaptare ing. Carmen Popescu

Până când toate modelele de motoare vor fi proiectate să funcționeze cu rulmenți capsulați cu protecție, personalul de întreținere din instalații și ateliere de reparații va continua să înlocuiască din greu rulmenții deteriorați. Dar dacă rulmenții sunt corect instalați și fixați corespunzător specificațiilor producătorilor, atunci verificarea periodică a acestora ar trebui efectuată prin tehnici nedistructive de diagnostică (analiza vibrațiilor, termografia etc.) pentru a elimina posibilitatea deteriorării rulmentului încă de la început. Pentru motoare noi sau aflate deja în exploatare, asta se înțelege prin „cele mai bune metode de întreținere”.

### 1. Defecte de natură electrică

Convertoarele de frecvență pot salva 30% sau chiar mai mult din costurile pentru energie. De aceea, convertizoarele de frecvență au fost recunoscute ca reprezentând tehnologia cheie pentru cei care au nevoie de instalații de producție moderne, linii de asamblare automatizate, instalații HVAC pentru reglarea temperaturii, umidității și fluxului de aer din încăperi și alte echipamente moderne, eficiente energetic. Din păcate, pentru a controla turația sau cuplul motor, convertizoarele de frecvență induc adesea, tensiuni și curenți care pot deteriora lagărele. De fapt, repararea sau înlocuirea costisitoare a rulmenților deteriorați ai motorului pot anula economiile obținute cu ajutorul convertizoarelor de frecvență și pot diminua drastic fiabilitatea întregului sistem.

### 2. Cauze

Statistic vorbind, probabilitatea deteriorării rulmenților variază foarte mult, dar rapoartele arată că majoritatea acestor defecte survin într-o perioadă cuprinsă între trei luni și un an de la pornirea sistemului. Deoarece majoritatea motoarelor de curent alternativ cu convertizoare de frecvență sunt prevăzute cu rulmenți capsulați feriți de murdărie și alte impurități, cauzele electrice au devenit cea mai frecventă sursă de probleme a acestora.

Frecvențele înalte de comutație ale convertizoarelor moderne induc sarcini parazite între statorul și rotorul motorului. Astfel, se înțelege că, odată ce tensiunile induse în arborele motorului depășesc proprietățile dielectrice ale lubrifianțului rulmentului, acestea se propagă pe calea minimei rezistențe, de obicei prin intermediul rulmenților (Fig. 1).

rul și rotorul motorului. Astfel, se înțelege că, odată ce tensiunile induse în arborele motorului depășesc proprietățile dielectrice ale lubrifianțului rulmentului, acestea se propagă pe calea minimei rezistențe, de obicei prin intermediul rulmenților (Fig. 1).

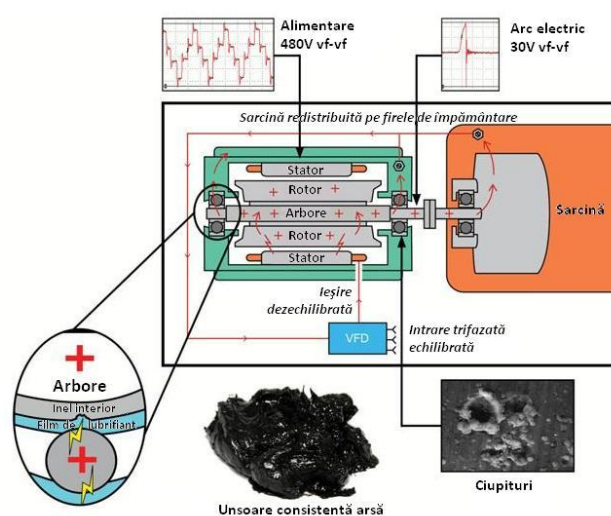


Fig. 1 - Descărcări electrice prin rulment și curenți circulanți de înaltă frecvență

Descărcările electrice care trec prin rulment sunt atât de frecvente, încât creează milioane de cratere mici de fuziune care provoacă frecare excesivă și zgomot, precum și potențial crescut de oprire neplanificată și costisitoare a motorului.

În scurt timp, întreaga cale de rulare va fi marcată de nenumărate micro-ciupituri, fenomen cunoscut sub numele de glazurare sau măuire.



Fig. 2 - Strierea căii de rulare a rulmentului

Când rulmentul funcționează mai mult timp în asemenea condiții, fără ca nimeni să observe, calea de rulare se striază pur și simplu și suprafața sa, la început mățuită, se va umple de bavuri ca în figura 2, fapt care provoacă zgomot, vibrații, nivel ridicat de frecare și deteriorare catastrofală a rulmentului și a subsansamblelor care depind de acesta.

### 3. Tipuri de defecte

Pe măsură ce rulmenții se degradează, microparticulele de metal desprinse din micro-craterile de fuziune intensifică frecarea și abraziunea, supraîncălzesc rulmenții și ard unsoarea deja contaminată. De cele mai multe ori rezultatul final constă în avarierea rulmenților și apariția necesității opririi neplanificate și foarte costisitoare a utilajului pentru înlocuirea rulmenților.

### 4. Ce ar trebui să facem la deteriorarea rulmentului

Deschiderea și inspectarea atentă a rulmenților motoarelor care necesită reparații vă vor furniza informații care de multe ori pot fi folosite pentru a preveni repetarea problemei. Urmărind măsurile de siguranță prestabilite, tehnicienii ar trebui:

- Să controleze întreaga cavitate a rulmentului, păstrând o mostră de unsoare consistentă pentru o analiză ulterior de contaminare, de supraîncălzire sau ardere etc.
- Să taie inelul exterior pe jumătate.
- Să curețe componentele rulmentului cu un solvent.
- Să inspecteze calea de rulare la microscop și să determine corect orice formă de deteriorare din cauze electrice a acesteia.

### 5. Protejarea motoarelor pe termen lung

În cazul în care inspecția rulmentului vechi indică deteriorări de natură electrică, modul cel mai fiabil de protecție a rulmenților motorului pe viitor constă în instalarea pe arbore a unui inel modern de protecție împotriva descărcărilor electrice.

Spre deosebire de modelele mai vechi de perii cu punct unic de contact, aceste inele înconjoară complet arborele motorului. Microfibrele conductoare asigură contactul pe toată circumferința interioară a inelului, crescând raportul transferului de electroni (Fig. 3).

Un inel corect instalat creează un traseu de foarte joasă impedanță de la arbore la batiu, asigurând în condiții de siguranță scurgerea sarcinii dăunătoare la pământ și protejând astfel rulmenții mo-

torului. Deoarece microfibrele funcționează cu minimum de contact, acestea nu se blochează și nu se uzează ca periile convenționale de legare la pământ.

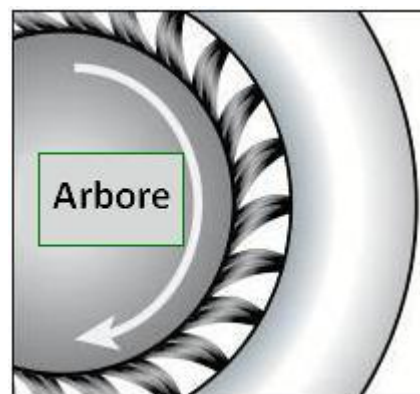


Fig. 3. Cele mai bune inele de protecție sunt căptușite cu microfibre flexibile și conductoare, care asigură contactul complet pe toată circumferința arborelui motorului.

Din ce în ce mai mulți producători de motoare electrice, privind spre viitor, includ deja din fabricație aceste inele de protecție, fie ca furnitură standard, fie opțional pentru anumite modele. Mulți furnizori și distribuitori de motoare și rulmenți vând separat inele de protecție, care se pot instala pe motoare noi sau recondiționate. Din păcate, totuși, nu toate motoarele electrice de pe piață sunt astfel echipate.

### 6. Sfaturi pentru instalarea inelului de protecție

Pentru a maximiza eficiența unui inel de protecție, toate eventualele trasee electrice trebuie să fie conductoare. Vopseaua de pe talpa motorului trebuie îndepărtată. De asemenea, arborele motorului trebuie perfect curățat până la metal curat. Chiar și după curățarea arborelui cu șmirghel, acesta trebuie șters cu un solvent pe bază de petrol, pentru îndepărtarea eventualelor reziduuri. După ce operațiunea a fost bine efectuată, conductivitatea arborelui va trebui verificată cu un ohmmetru. Dacă valoarea citită pe secțiunea care va intra în contact cu microfibrele depășește 2 Ohmi, atunci arborele trebuie curățat din nou.

Inelul de protecție nu trebuie niciodată montat peste o asamblare cu pană, deoarece aceasta are margini ascuțite și ar putea reduce conductivitatea. La unele motoare, dimensiunile distanțierului și poziția șuruburilor de montaj ale inelului pot fi uneori ajustate sau modificate pentru a evita o asamblare cu pană. În cazul în care acest lucru nu este posibil, porțiunea din asamblare care va intra în contact cu microfibrele inelului trebuie acoperită cu chit epoxidic.

Mai mult decât atât, conductivitatea ar trebui îmbunătățită prin acoperirea cu o peliculă fină și uniformă de argint coloidal a tuturor suprafețelor de contact ale arborilor cu microfibrele inelelor. Acest lucru ajută și la evitarea apariției coroziunii premature (Fig. 4).



Fig. 4 - Înainte de instalarea unui inel de protecție, arborele motorului trebuie bine curățat de orice material izolator, până la metal. Conductibilitate se va îmbunătăți prin acoperirea cu argint coloidal a suprafeței de contact a arborelui cu microfibrele inelului.

Pentru montarea inelului de protecție pe arborele motorului se recomandă numai șuruburi din materiale conductoare, geluri și rășini epoxidice, deoarece altfel s-ar putea compromite scurgerea curentului dăunător la sol.

Inelul trebuie centrat pe arborele motorului, astfel încât microfibrele să stabilească cu arborele un contact uniform.

Când trebuie să montați inelul în exteriorul unei console, pentru simplificarea instalării, alegeți modelele de inele de protecție despicate, proiectate astfel încât să alunecă în jurul arborelui motorului în timpul funcționării, în loc să rămână blocate la capăt.

După instalare, se recomandă din nou testarea cu ohmmetrul. Cea mai bună metodă de măsurare este de a monta o sondă pe inel și una pe batiu. (Motorul și transmisia trebuie să aibă împământare comună, în conformitate cu standardele în vigoare.)

#### 7. Variante constructive

În cazul motoarelor expuse în medii de lucru dificile, precum praf, mizerie sau alte tipuri de reziduuri, microfibrele inelului trebuie protejate de contaminare cu etanșări de tip O-ring sau V-ring. La ora actuală, există pe piață și sisteme de etanșare a rulmenților cu inele circumferențiale de protecție încorporate. Pentru mediile utilitare severe, cum ar fi aplicațiile din industria extractivă,

montarea inelului de protecție în interiorul motorului asigură cea mai bună protecție împotriva contaminării (Fig. 5).

Inelul de protecție se poate fixa cu rășină epoxidică conductoare sau cu șuruburi, direct pe colivia rulmentului. Prin montarea unui distanțier special prelucrat mecanic, inelul va fi reținut de parte de cavitatea gresată a rulmentului. Deoarece contactul metal-metal rămâne totuși aspectul esențial în eficiența unui astfel de sistem de protecție, colivia rulmentului nu trebuie blocată cu niciun material izolator sau slab conductor în zona de contact cu inelul de protecție.

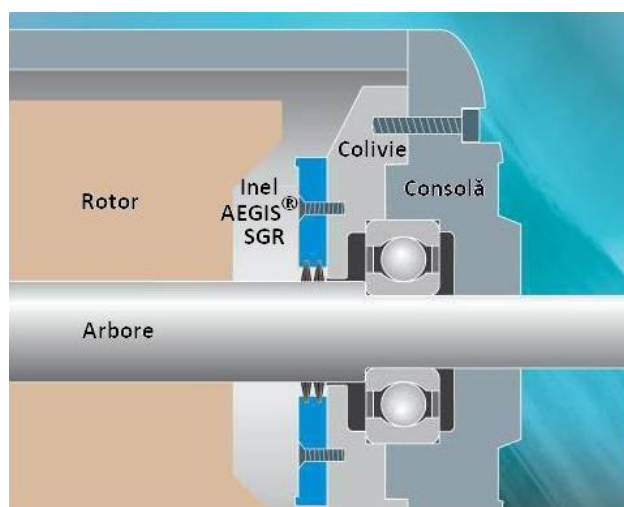


Fig. 5 - Protejarea inelului de mediile dificile, precum praf, mizerie sau alți contaminanți se va face prin montarea acestuia la interiorul motorului, pe colivia rulmentului, prin montaj filetat sau cu rășini epoxidice.

La motoarele în montaj orizontal sau vertical de până la 75 kW cu arborele rezemat la ambele capete pe rulmenți radiali cu bile pe un singur rând, se pot monta inele de protecție pe fiecare capăt în parte. Pentru motoarele de peste 75 kW în montaj orizontal, cu rulmenți radiali cu bile pe un singur rând, carcasa rulmentului de la capătul opus antrenării trebuie izolat electric, pentru a întrerupe fluxul curenților circulanți de înaltă frecvență. Pentru aceasta se folosesc manșoane izolatoare, acoperiri izolatoare, lagăre ceramice sau lagăre hibride. Inelul de protecție legat la pământ trebuie instalat la capătul de antrenare al motorului.

Pentru motoarele care au lagărele de la ambele capete deja izolate, la capătul de antrenare se preferă instalarea unui inel de împământare pentru a proteja lagărele echipamentelor antrenate, cum ar fi o cutiile de viteze, pompele, ventilatoarele etc.

Pe capătul oricărui tip de motor echipat cu un lagăr de rostogolire cu role cilindrice, sau cu unul de alunecare monobloc cu bușă-cuzinet, se impune montată o izolație electrică, iar inelul de protecție trebuie instalat la capătul opus.

#### 8. Protecția motorului începe încă de la instalare

Măsurarea tensiunii pe arbore la o acționare cu turație variabilă oferă informații valoroase pentru determinarea unui eventual risc de deteriorare de natură electrică a lagărelor. Cel mai bun moment pentru a efectua astfel de măsurători este în timpul pornirii motorului nou sau a unui recent reparat. Fiecare motor are parametrii săi caracteristici unici. Măsurarea tensiunii arborelui împreună cu analiza de vibrații, cu termografia sau cu alte metode de diagnosticare oferă rezultate concludente (inclusiv capturi de imagini de la osciloscop), care pot fi prezentate într-un raport complet către decident/ client. Rezultatele ar trebui utilizate apoi la elaborarea programelor de întreținere preventivă și predictivă.

Căderea de tensiune pe arbore se măsoară ușor (folosind proceduri adecvate de siguranță), atingând o sondă osciloscop de arbore în timp ce motorul este pornit. Cea mai bună sondă va avea un vârf cu microfibre conductoare de înaltă densitate pentru a asigura un contact continuu cu arborele aflat în mișcare de rotație. Un osciloscop portabil cu o lățime de bandă de cel puțin 100 MHz va putea efectua măsurători precise ale formei de undă. Pe piață există o multitudine de variante de truse performante de osciloscop.

#### 9. Confirmarea protecției motoarelor

Măsurarea căderii de tensiune pe arbore poate arăta nu numai că rulmenții unui motor sunt în pericol de deteriorare din cauze electrice, dar poate și confirma, de asemenea, dacă inelul de protecție montat pe arbore funcționează corespunzător sau nu. Dacă inelul de protecție a fost instalat corect, atunci valoarea tensiunii tipice la ieșire nu trebuie să depășească 10 V.

#### 10. Eficientizarea funcționării motoarelor

În concluzie, utilizatorii finali ai motoarelor cu turație variabilă sunt îndreptățiți să aibă așteptări mari privind funcționarea și fiabilitatea acestora. La urma urmei, eventualele daune de natură electrică pe care le-ar putea induce convertizorul de

frecvență lagărelor pot fi acum prevenite, nu doar constatate și rezolvate după avariere.

Inspecțiile și verificările de rutină, de testare și de analiză vă pot avertiza din timp și vă pot crea o perspectivă asupra unei eventuale probleme, iar atunci când lagărele se deteriorează, intervențiile și reparațiile adecvate pot rezolva problema pentru totdeauna.

În acest context, inelele de protecție a motoarelor cu turație variabilă pot fi instalate în timpul reparației motoarelor sau pe motoare noi, înainte ca acestea să fie puse în funcțiune.



Fig. 6 – Variante constructive de inele de protecție

#### Despre autor

Adam Willwerth este Manager de Vânzări și Marketing la Electro Static Technology și de-a lungul anilor a acumulat o vastă experiență în dezvoltarea de produse industriale. Numele său apare pe patru brevete de invenție în domeniul protecției arborilor motoarelor electrice prin legarea la pământ cu ajutorul inelelor de protecție cu microfibre.

De asemenea, Adam a susținut seminarii pe tema atenuării efectelor curenților care străbat lagărele motoarelor electrice în cadrul conferințelor specializate din Statele Unite și Europa.

Pentru detalii suplimentare privind cele mai bune metode de protecție a lagărelor puteți accesa site-ul [www.est-aegis.com/bearing](http://www.est-aegis.com/bearing).