

InfoTech No. 10

Richtlijnen voor het behoud van motorrendement bij revisie

InfoTech No. 10

Richtlijnen voor het behoud van motorrendement bij revisie

*Oorspronkelijke publicatie mei 1992; herzien in september 1999
Herzien door de Commissie Technische Service*

Elk bedrijf dat zich bezighoudt met het repareren van motoren kent een tweeledige uitdaging: ten eerste een goede reparatie leveren en ten tweede de klant door middel van adequate tests en documentatie laten zien dat opnieuw gewikkelde motoren hun bedrijfsrendement hebben behouden. Als u de hieronder aangereikte richtlijnen volgt en doet wat u moet doen en niet doet wat u niet moet doen, kunt u beide doelen bereiken.

Er zijn talloze onderzoeken gedaan naar het effect van opnieuw wikkelen op het motorrendement. In deze onderzoeken zijn verschillende variabelen vastgesteld die het rendement van een opnieuw gewikkelde motor kunnen beïnvloeden, bijvoorbeeld de uitbrandtemperatuur, het ontwerp van de wikkeling, het type lagers, de luchtspleet en de weerstand van de wikkeling. De volgende richtlijnen zijn ontwikkeld op basis van deze onderzoeken, waaruit bleek dat het rendement van zowel standaard- als energiezuinige elektromotoren bij revisie en opnieuw wikkelen behouden kan blijven.

Om te waarborgen dat opnieuw gewikkelde motoren hun rendement daadwerkelijk behouden, adviseert EASA met klem dat reparatiecentra voldoen aan *EASA Recommended Practice For The Repair Of Rotating Electrical Apparatus* (praktijkadviezen van EASA voor het repareren van draaiende elektrische apparaten) en zich strikt houden aan de hieronder opgesomde punten die ze juist wel en juist niet moeten doen. Deze richtlijnen, die veilige waarden (gebaseerd op beschikbare gegevens) en correcte procedures bevatten, zijn zowel van toepassing op energiezuinige motoren als op standaardmotoren. Het onderzoek is nog bezig en deze richtlijnen zullen dan ook worden herzien als nieuwe informatie daartoe aanleiding geeft.

DOEN:

1. Een kwaliteitsborgingsprogramma.
2. Een ijkingsprogramma invoeren dat de nauwkeurigheid van alle meet- en testapparatuur garandeert.
3. *Vóór en na* het strippen een statorkerntest uitvoeren.
4. Alle defecte lamellen repareren of vervangen.
5. Het effect op het rendement berekenen alvorens het wikkelingsontwerp te veranderen.
6. De wikkelingsweerstand en de kamertemperatuur meten en vastleggen.
7. Tijdens de eindtest de stroom en spanning meten en vastleggen.

NIET DOEN:

1. De statorkern niet oververhitten.
2. Geen open vuur voor het strippen gebruiken.
3. Het ijzer van de kern niet zandstralen.
4. De lamellen niet kortsluiten tijdens schuren of vijlen.
5. De luchtspleet niet groter maken.
6. De weerstand van de statorwikkelingen niet vergroten.
7. Lagerpassingen niet inkerven, met de hamer bewerken of schilderen.
8. Geen mechanische modificaties uitvoeren zonder de voorafgaande goedkeuring van de klant.

Hierna worden de afzonderlijke punten besproken.

InfoTech No. 10

DOEN:

1. Een kwaliteitsborgingsprogramma. Zorg ervoor dat uw leveranciers leveren wat u hebt besteld. Meet het draad om er zeker van te zijn dat de haspels goed zijn gemarkeerd. Controleer geleiders en isolatiematerialen op de juiste doorsnede resp. dikte. Documenteer uw tests schriftelijk en noteer met name de temperatuurcycli en tijden van het strippen en in de bakoven. Test uw vernis met de door de vernisfabrikant aanbevolen tussenpozen.

2. Een ijkingsprogramma invoeren dat de nauwkeurigheid van alle meet- en testapparatuur garandeert. Laat uw instrumenten tenminste eenmaal per jaar ijkten door een ijkdienst waarvan de ijkingen traceerbaar zijn. Gebruik voor het testen van kernen instrumenten die effectieve gemiddelde waarden ('true RMS') meten, omdat de kerntestspanning en -stromen harmonischen kunnen bevatten.

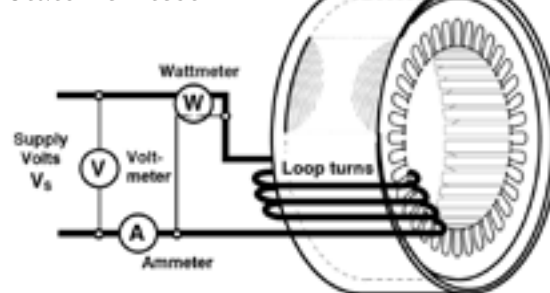
3. Vóór en na het strippen een statorkerntest uitvoeren. Noteer de gemeten testwaarden vóór en na de kerntest en bewaar deze om eventueel aan uw klant te kunnen aantonen dat u de kern niet hebt beschadigd.

Om met behulp van deze methode te testen op kernverliezen moet u een enkelfasige wattmeter in het circuit aansluiten. Ook moet u de inductiespanning aanpassen aan de in uw berekeningen gebruikte waarde. Verder is het belangrijk ervoor te zorgen dat de spoel die wordt gebruikt voor de 'achteraftest' zoveel mogelijk een kopie is van de spoel die wordt gebruikt voor de 'vooraftest'.

4. Alle defecte lamellen repareren of vervangen. Maak alle kortgesloten lamellen los. Gebruik bij het herplaatsen van lamellen een lamelvernis aan één kant van de lamellen, laat het vernis bij de aanbevolen temperatuur uitharden en plaats een ongeverniste zijde tegen een geverniste zijde. Als er nieuwe lamellen moeten worden gesneden, stuur uw leverancier dan een voorbeeld. Vergeet niet aan te geven dat de verliezen in de nieuwe lamellen gelijk of minder

moeten zijn dan die van de oorspronkelijke lamellen. Ontbraam alle nieuwe of herplaatste lamellen.

Statorkerntest



Wattmeter = Wattmeter

Supply volts V_s = Voedingsspanning V_v

Ammeter = Ampèremeter

Loop turns = Luswindingen

Test statorkernen *voor* en *na* het verwijderen van de wikkelingen met een in de handel verkrijgbare tester of volgens de in uw *EASA Technical Manual* beschreven methode. Geef de klant een exemplaar van de computeruitdraai of uw testlogboek om hem te verzekeren dat u de kern niet hebt beschadigd.

5. Het effect op het rendement berekenen alvorens het wikkeldingsontwerp te veranderen. Bepaal alvorens concentrische wikkelingen te veranderen in luswikkelingen of omgekeerd, het effect dat deze verandering zal hebben op het rendement. Dit soort verandering kan van invloed zijn op strooiverliezen en de wikkeldingsweerstand vergroten. Vermijd veranderingen die de doorsnede van het totaal aan geleiders verminderen, de gemiddelde wikkeldingslengte doen toenemen of de totale wikkeldingsweerstand beïnvloeden. Onjuiste wijzigingen kunnen ook andere kenmerken van de motor veranderen, niet alleen het rendement.

Soms is het mogelijk het rendement te verbeteren door een tweelagige concentrische wikkelding te veranderen in een luswikkelding. Beoordeel de effecten van

InfoTech No. 10

veranderingen in de wikkeling alvorens ermee verder te gaan.

6. De wikkelingsweerstand en de kamertemperatuur meten en vastleggen. Omdat de weerstand wordt beïnvloed door de temperatuur is het belangrijk zowel de weerstand als de temperatuur van de wikkeling te meten en vast te leggen.

7. Tijdens de eindtest de stroom en spanning meten en vastleggen. Meet en noteer de stroom en de spanning op alle fasen. Netspanningen variëren met de belasting, dus ga er niet vanuit dat u te maken hebt met een bepaalde spanning. Een hoge spanning zal ervoor zorgen dat de nullaststroom toeneemt. Asymmetrische spanningen hebben tot gevolg dat de stroom die er loopt veel asymmetrischer is dan de spanning. Verwissel als de stroom asymmetrisch is, alle drie de geleiders onderling zo dat de draairichting van de motor niet verandert. Test nu de motor opnieuw en noteer of de hoge stroom bij de netkabel of de motorkabel blijft. Als de hoge stroom bij de netkabel blijft, is de motor in orde. Zo niet, dan kan er een probleem zijn met de motor. Zorg ervoor alle metingen te noteren en te bewaren.

NIET DOEN:

1. De statorkern niet oververhitten. De *Core Iron Study* (1984) van EASA en *The Repair Of Induction Motors: Best Practices To Maintain Energy Efficiency* (1998) van de Association of Electrical and Mechanical Trades (AEMT) laten zien dat de effecten van afbrandtemperatuur afhankelijk zijn van het type lamelisolatie. Organisch materiaal (C3) neigt bij lagere temperaturen defect te raken dan anorganische materialen (C5). De voor de hand liggende conclusie is dat het strippen van een stator bij te hoge temperaturen de kernbeplating op de lamellen beschadigt. Dit veroorzaakt kortsluiting tussen de lamellen waardoor de verliezen in de kern toenemen. Daarom adviseert EASA de maximale (plaatselijke) kerntemperatuur voor organische kernplaat niet hoger te laten worden dan 360°C en niet hoger dan 400°C voor anorganische

kernplaat. De meeste nieuwere kernen kunnen veilig worden bewerkt bij de hoogste van deze temperaturen. Als u twijfelt over het type kernplaat dat in een bepaalde motor is gebruikt, kunt u het beste contact opnemen met de motorfabrikant.

Volg ter voorkoming van oververhitting bij het laden van de oven de adviezen van de ovenfabrikant. Verschillend gebouwde ovens vragen om verschillende procedures. *Plaats geen* stators op elkaar en *plaats geen* kleinere stators in de boring van grotere stators. Afbrandovens moeten bovendien zijn uitgerust met een watersproeivoorziening die automatisch wordt geactiveerd als er iets in de oven ontbrandt of als de temperatuur van een onderdeel de ingestelde waarde overschrijdt. De temperatuur van de verschillende onderdelen, die afhankelijk van de plaats van het onderdeel in de oven kan variëren.

2. Geen open vuur voor het strippen gebruiken. Het gebruik van onbeheerste warmte gaat ten koste van de kwaliteit van de kernplaat en kan de kern doen kromtrekken.

3. Het ijzer van de kern niet zandstralen. Het stralen met zand of ander hard materiaal kan kortsluiting tussen de lamellen veroorzaken als de lamellen onder bepaalde hoeken worden geraakt. Kortgesloten lamellen veroorzaken verliezen in de kern. Gebruik glazen bolletjes, walnootdoppen, maïskolf of soortgelijke materialen.

4. De lamellen niet kortsluiten tijdens schuren of vijlen. Deze bewerkingen kunnen als zij niet goed worden uitgevoerd, kortsluiting veroorzaken tussen lamellen, waardoor er meer verliezen ontstaan in de kern. Voorkom bij het verwijderen van vernis van de statorboring na het bakken dat de diameter van de boring groter wordt of dat er kortsluiting in de lamellen ontstaat.

5. De luchtspleet niet groter maken. Het vergroten van de diameter van de statorboring of het afzagen

InfoTech No. 10

van een stuk van de rotor vergroot de luchtspleet. Dit resulteert in een hogere magnetisatie- of nul-laststroom en kan een negatief effect hebben op de verliezen.

6. De weerstand van de statorwikkelingen niet vergroten. Meet zorgvuldig de draaddikte met een micro-meter na eerst de vernislaag te hebben verwijderd. De totale doorsnede van het aantal tegelijk gewikkelde geleiders mag niet worden verminderd. Er mag niets worden gewijzigd dat het effectieve oppervlakte van de wikkeling verandert.

Meet en noteer alvorens de wikkeling uit elkaar te halen de afmetingen van de spoel: de binnenzijde tussen de uiteinden, de wikkelspoed, de lengte van de kern en de spoelxtensies. Tel zorgvuldig de windingen en wees er zeker van dat u de windingen in een hele groep telt. Als u verschillende aantallen windingen aantreft in spoelen van dezelfde groep, controleer dan of een andere groep hetzelfde patroon heeft.

Meet bij het maken van vervangende spoelen de draad nadat de eerste groep spoelen is gewikkeld. Te veel spanning kan de draad uitrekken, waardoor de diameter afneemt en de weerstand en de koperverliezen in de stator toenemen.

7. Lagerpassingen niet inkerven, met de hamer bewerken of schilderen. Lagerpassingen mogen niet worden ingekerfd, met een hamer worden bewerkt of geschilderd omdat zij dan eenmaal in bedrijf los kunnen komen te zitten. Losse passingen vergroten de wrijvingsverliezen en zorgen ervoor dat het lager sneller defect raakt.

8. Geen mechanische modificaties uitvoeren zonder de voorafgaande goedkeuring van de klant. Wijzigingen van de ventilator kunnen het koelsysteem van de motor negatief beïnvloeden en temperatuurstijging mogelijk doen toenemen. Het uitvoeren van mechanische modificaties aan lagers en pakkingen kan van invloed zijn op de wrijvingsverliezen. Het gebruik

van ander materiaal voor de as kan ook van invloed zijn op de verliezen in de rotorkern. In al deze gevallen kan dit leiden tot een lager rendement.

CONCLUSIE

Door de hierboven beschreven richtlijnen te volgen kunt u er met meer zekerheid vanuit gaan dat de motoren die u opnieuw wikkelt en repareert hun rendement behouden.