

Permanent magneet-motoren voor pompen

Electromotoren met permanent magneet-technologie (PM) in de rotor worden steeds populairder. Een robuuste constructie, een hoge energie-inhoud, betrouwbaarheid en een verhoogd rendement zijn enkele pluspunten.

Arie Mol

De PM-motor wordt constructief gekenmerkt door een bijzonder rotorontwerp. De klassieke rotorkooi ontbreekt. In het rotorblikpakket zijn permanent magneten ingebed in een specifieke geometrie. De robuustheid van de kortsluitankermotor blijft echter behouden. Met een permanent aanwezig magnetisch veld is de asynchrone kortsluitankermotor nu een synchrone permanent magneet-motor geworden. De aantrekkelijke regeleigenschappen van de gelijkstroommotor blijven, maar de onder-

houdsbehoefte is aanzienlijk lager door de afwezigheid van koolborstels en commutator. De stator van de synchrone DC PM-motor is klassiek van opzet gebleven. De motor moet aangestuurd worden door een frequentieregelaar, omdat de synchrone PM-motor niet direct op het net kan aanlopen. De motor draait synchroon met de voedende frequentieregelaar, vandaar de naam.

HOGE OMTREKSNELHEDEN

De beschikbaarheid van krachtige hoog-koppel en corrosievaste permanent magneten maakt het mogelijk hoogpolige, laag toerental motoren te bouwen tot in het MW bereik. Ook hoog toerental direct drives zijn mogelijk, want de magneten liggen stevig ingebed in de rotor. Dit maakt hoge omtreksnelheden mogelijk. Het perspectief van de tandwielkastloze, onderhoudsarme aandrijving lonkt, als de ultieme maintenance engineer's dream. Potentieel kwetsbare punten als corrosieresistentie en thermische belastbaarheid (gevaar voor ontmagnetisering) zijn steeds beter onder controle. De gestage kostprijsreductie versnelt ook de marktacceptatie.

RENDEMENT

De PM-motor heeft een reeks pluspunten. Het meest in het oog springt het rendementvoordeel. De motor heeft geen slipverliezen in de rotor, waarmee de totale motorverliezen met bijvoorbeeld 25% kunnen worden verminderd. Ook de temperatuurstijging reduceert aanmerkelijk. Een motorrendement van 96% wordt dan 97%. Bij een pomp met een rendement van 60 tot 80% zet dat niet zo veel zoden aan de dijk, en is de verbetering nauwelijks meetbaar. Een boezemgemaal met een gegeven opvoerhoogte zal aan het eind van het jaar teleurstellende kWh per m³ debiet opleveren wanneer een hoogrendementmotor wordt ingezet. De $\cos \phi$ is hoger dan bij een kortsluitanker motor. Het net hoeft minder magnetiseringsstroom te transporteren, dus is er minder energieverlies in het distributiesysteem. Het verhoogde rendement gaat wel ten koste van uitputting van grondstoffen voor permanent magneten. Het gaat hier om de rare earth minerals (REM) neodymium en dysprosium. China heeft ongeveer 95% van de markt in handen, en de arbeidsomstandigheden op de Chinese winningslocaties roepen vragen op. Deze 'groene' innovatie is dus niet zo groen als het lijkt. Sommige fabrikanten zetten daarom in op synchrone reluctantiemotoren zonder permanent magneten, maar met een vergroot ijzergrondstoffenbeslag, zoals de Statexyn motor.

PM-motor met de kenmerkende rotorgeometrie. (Foto: ABB)



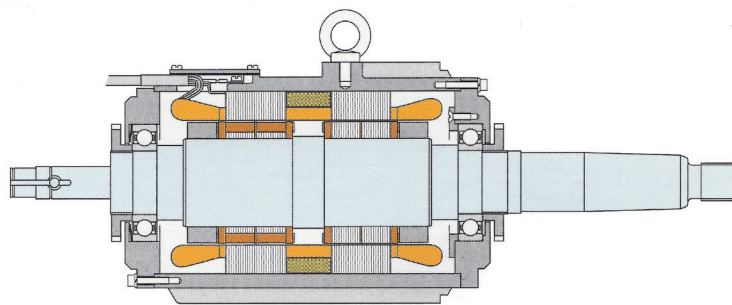
Borstelloze synchrone motoren bestaan in vele varianten. Dit is de Statexyn motor. (Foto: Holec)

HOOG KOPPEL EN NETVRIENDELIJK

Een ander voordeel van de PM-motor is dat in een gegeven bouw-grootte een hoger koppel ge-genererd kan worden dan bij een klassieke kortsluitankermotor. De kg/kW-verhouding is gunstiger waardoor de PM-motor doorgaans een bouw-groottestap kleiner ge-selecteerd kan worden. Via de frequentieregelaar kan de motor aanlopen met nominaal koppel en nominale stroom. Verder is het duo PM-motor-frequentieregelaar vriendelijk voor het net. Sommige motor-frequentieregelaarcombinaties zijn gevoelig voor vervroegde lagerschade door elektrische stroomdoorgang. Het synchrone PM-motorconcept verandert daar niets aan. Een bedrijfszekerheid-probleem zoals rotorstaafbreuk of slechte zilver-soldeerverbindingen tussen staven en kortsluitringen is per definitie uitgesloten.

FREQUENTIEREGELAAR

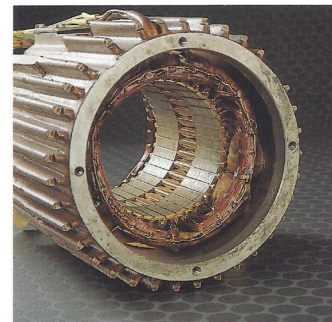
De zelfcommuterende eigenschap en de trapeziumvormige tegen-emk van de PM-motor maakt een relatief simpel en goedkoop inverterontwerp mogelijk met thyristor- of transistortopologie. Toch kiezen fabrikanten ervoor hun bestaande ontwerpen met de kenmerkende hoge schakelfrequentie te be-houden. Dat is jammer, want de conventionele frequentieregelaar dumpst nogal wat ijzerverliezen in het statorblikpakket vanwege de hoge schakelfrequentie. Een poten-



Cross-section of a four-pole flange-mounted Statexyn motor.



Rotor of the conventional version of a four-pole Statexyn motor.



Stator of the conventional version of a four-pole Statexyn motor.

tiel nadeel is dat bij een storing in de frequentieregelaar er niet naar het net gevluht kan worden via een direct-on-line bypass-schakeling. Dit kan ondervangen worden door meerdere pompen in parallel-redundant bedrijf toe te passen, zoals in vele gemalen gebruikelijk is. Wanneer pompen in parallelbedrijf door synchrone motoren worden aangedreven, roteren de pompen ook mechanisch synchroon. Wanneer dit resulteert in ongewenste drukpulsaties door staande golf-resonantie in de gemeenschappelijke persleiding, kan dit door de pole-slipping procedure opgeheven worden. De pompen draaien daarna niet alleen toerental-synchroon maar ook fase-synchroon. Om parallelbedrijf stabiel te houden, wordt soms een rotorkooi toegepast, die onder normale bedrijfsomstandigheden automatisch inactief is. Bij sommige toepassingen, zoals een dual-rotor extruder, wordt uit-fase synchroon draaien toegepast om het proces en het energieverbruik te optimaliseren. Verder is het eenvoudig om terugvoeden in het net te realiseren met de pomp werkend als turbine en de PM-machine in generatorbedrijf; dit kan door toevoeging van vermogenslektronica.

TOERENTAL EN GELUID

Een compacte hoogpolige PM motor heeft een grotere dia-meter-lengteverhouding dan de slanke 4-polige (1500 r/min) motor. Door de directe koppeling aan de pomp via de flens van de pompbehuizing ontstaat een stijf geheel met resonantiefrequenties ruim boven de toerental-frequentie. Dit is in trillingstechnisch op-zicht veel aantrekkelijker dan de hoge, topzware en slanke verticale motor-tandwielkast-pomp combinaties, die maar al te vaak een resonantiefrequentie nabij het bedrijfstoerental hebben. De PM-motor is bijzonder stil. Het geluid is minimaal door de afwezigheid van rotorstaven, zowel tijdens aanlopen als bij de normale bedrijfssituatie.

KOELING

De PM-motor is uitstekend geschikt voor constant koppel-werk-tuigen, maar dan moet de motor bij lage toerentallen wel extern ge-koeld worden. Extra aandacht verdient bij een PM-motor de revisie. De conventionele wijze van (de-) monteren kan niet zomaar worden toegepast. Er zijn speciale hulpstukken nodig om te voorkomen dat rotor aan stator 'plakt'.