

Revival van de elektromagnetische slipkoppeling

Een enkele keer lijkt er in koppelingenland iets nieuws onder de zon te zijn, zoals de elektromagnetische slipkoppeling (EMS). Deze unieke koppeling, zonder fysiek mechanisch contact tussen aandrijfmotor en aangedreven werktuig, is een klassiek concept in een modern jasje.

Arie Mol

Geen pomp zonder koppeling. Koppelingen tussen pomp en elektromotor of dieselmotor zijn er in allerlei maten en soorten. De meeste zijn uitontwikkelde conventionele 'proven design' ontwerpen, zoals tandkoppelingen, diskkoppelingen of elastische elastomeerkoppelingen. Een enkele keer lijkt er zowaar iets nieuws te zijn, zoals de elektromagnetische slipkoppeling, gebaseerd op innovatieve permanent magneet technologie. Het is een fraai voorbeeld van een klassiek concept in een modern jasje.

DE KLASSIEKE UITVOERING

De elektromagnetische slipkoppe-

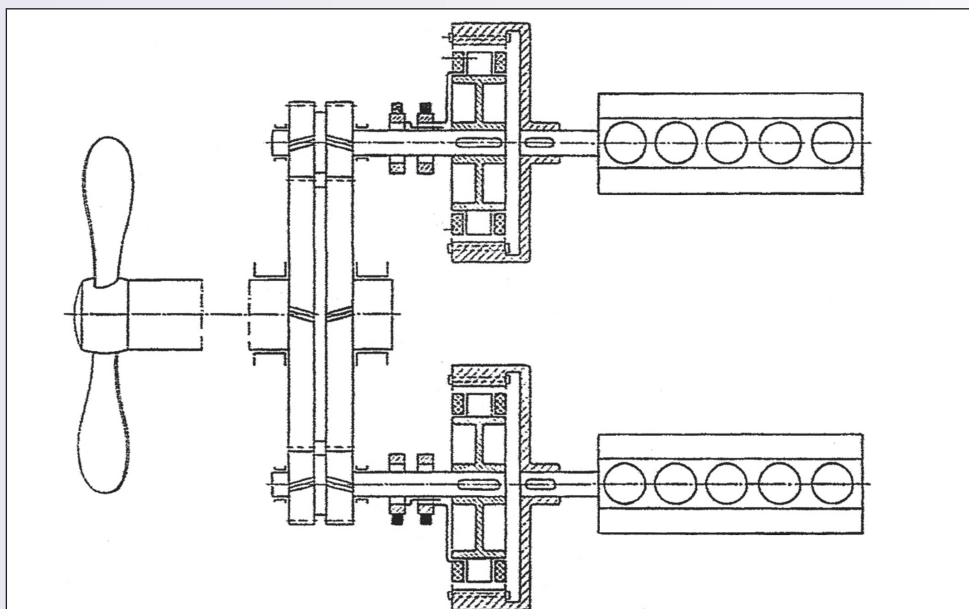
ling is een 'ongekoppelde' koppeling. Er is geen fysiek mechanisch contact tussen 'koppelingshelft' op de as van aandrijvende machine en 'koppelingshelft' op de as van de aangedreven machine. Het koppel wordt overgebracht via een luchtspleet en een magnetisch veld, zoals in een elektrische machine. De klassieke toepassing is te zien in afbeelding 1. Een voortstuwingschroef van een schip wordt via een tandwielkast aangedreven door twee dieselmotoren. Tussen de dieselmotor en hoog-toeren zijde van de tandwielkast bevindt zich een elektromagnetische slipkoppeling. Een toepassing als elektromotor - slipkoppeling -

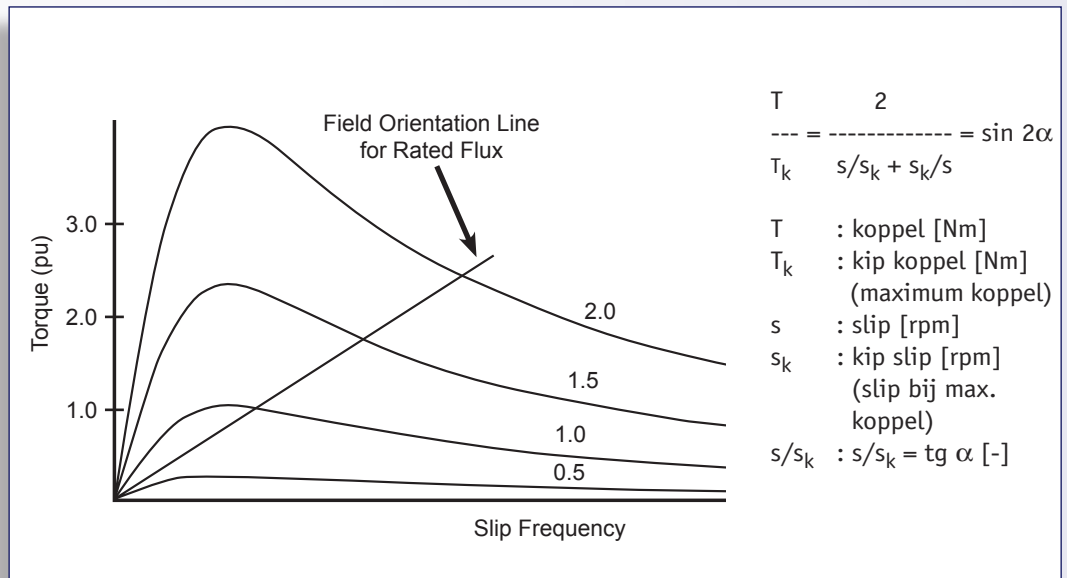
centrifugaalpomp, zoals bij een baggerpomp, is evenzeer denkbaar. Op de binnenrotor, de secundaire koppelingzijde, bevinden zich meerdere poolwikkelingen die worden gemagnetiseerd met een instelbare gelijkstroom. Deze wordt via twee sleepringen toegevoerd. De buitenrotor, de primaire koppelingzijde, is uitgevoerd met 'rotorstaven' of als eddy current rotor, of anderszins, van elektrisch geleidend materiaal. Wanneer de dieselmotor wordt gestart, zijn de poolwikkelingen nog onbekrachtigd. De dieselmotor loopt onbelast aan en komt snel op het gewenste toerental. Vervolgens wordt de rotor via de sleepringen met gelijkstroom gevoed. Er ontstaat elektromagnetische koppeloverdracht over de luchtspleet tussen binnen- en buitenrotor en het aangedreven werktuig gaat versnellen.

KLEIN TOERENTALVERSCHIL

Bij voldoende bekrachtigingsstroom ontstaat een koppel-evenwicht met een klein toerentalverschil (de slip) tussen beide rotoren. Vandaar de naam. Dit toerentalverschil bedraagt bij vollast slechts 1-5 procent. Er moet enige slip zijn teneinde het koppel te kunnen overdragen. De koppeling wordt ontkoppeld door de bekrachtigingsstroom nul te maken. De koppel-slipkarakteristieken, met als variabele de bekrachtigingsstroom zijn weergegeven in afbeelding 2. Deze

Afb. 1 Klassieke toepassing (Smit Slikkeveer)





Afb. 2 koppel – slip karakteristiek

karakteristieken zijn dezelfde als voor een asynchrone inductiemotor. Dit type koppeling kent een aantal aantrekkelijke voordelen, maar uiteraard ook nadelen. Met name de relatief forse bouw-grootte, de onderhoudsgevoelige koolborstel-sleepring uitvoering, een groot overhangend gewicht aan het motoraseind en de warmteverliezen in de koppeling (rendement < 95%) hebben er uiteindelijk voor gezorgd dat dit type koppeling al enkele decennia nauwelijks nog wordt toegepast.

INNOVATIE EN EEN KLASSIEK CONCEPT

De komst van geavanceerde permanent magneet (PM) technologie betekent een revival van de elektromagnetische slipkoppeling. De krachtige neodymium-ijzer-broom (NdFeB) magneettechnologie (de zogenoemde rare earth magneten) maakt deze koppeling toepasbaar tot in het MW-bereik. De mate van koppeloverdracht vindt eenvoudig plaats door variatie van de axiale afstand tussen het primaire en het secundaire deel. De radiale luchtspleet ontbreekt en de beide rotoren zijn uitgevoerd als een schijf. Bij een kleinere axiale afstand van enkele cm of mm is er meer koppeloverdracht. De magneten zijn stevig ingebed in de rotor, waarmee toepassingen tot 3600 rpm gemakkelijk haalbaar zijn binnen een ruim ambient temperatuurbereik. Een motor met

glijlagers moet een eigen axiale fixering krijgen.

AANTREKKELIJKE VOORDELEN

De nadelen van de klassieke uitvoering zijn met PM-technologie geheel verdwenen, of in ieder geval aanzienlijk gereduceerd. De voordelen zijn aantrekkelijk.

- *Uitlijning-tolerant.* Dit koppelingstype is uitgesproken uitlijning-tolerant. Er zijn geen stringente uitlijningeisen, voor ‘cold alignment’ noch voor ‘hot alignment’. Thermische expansie kan probleemloos worden opgevangen, en pomp aandrijvingen opgesteld binnen een bij ruwe zee nogal vervormende scheepsromp zijn nauwelijks uitlijninggevoelig. Tijdrovende uitlijningssessies zijn verleden tijd.
- *Trillingsvrij.* Buigtrillingen of torsietrillingen worden niet meer via de koppeling overgebracht naar lagers en afdichtingen. Een goed gebalanceerde koppeling genereert zelf nauwelijks trillingen.
- *Motorvriendelijk.* Een elektromotor start onbelast. De thermische belasting van de motor is minimaal door de snelle aanloop, omdat het massa traagheidsmoment van het aangedreven werktuig nog niet gekoppeld is. De aanloopstroom van de elektromotor blijft overigens wel ongewijzigd. De aanloopstroom wordt immers principieel bepaald door het ontwerp van de rotor van de elektromotor en niet door het mas-

satraagheidsmoment van het aangedreven werktuig. De aanlooptijd en daarmee de thermische $\{I^2 \cdot t\}$ belasting van de elektromotor wordt wel bepaald door het massa traagheidsmoment van het aangedreven werktuig.

- *Overbelastbaarheid.* De koppeling is inherent overbelastbaar. Wanneer het koppel van een aangedreven werktuig te hoog wordt, d.w.z. hoger dan het kippkoppel van de slipkoppeling, dan komt het werkpunt in het instabiele deel van de koppel-slipkromme terecht. Het werktuig komt tot stilstand of blijft enigszins ‘freewheelen’, terwijl de motor praktisch onbelast blijft draaien. De motor raakt niet oververhit. Een blokkerende pompwaaier beschadigt de motor niet. Wanneer het tegenkoppel weer normaal wordt, komt het werktuig automatisch weer op toeren. Plotselinge en forse koppelpulsaties in het werktuig worden zo ‘soft’ opgevangen door een tijdelijke, soepele en automatische verhoging van de slip.
- *Warmteafvoer.* De Watt-verliezen in de koppeling worden gemakkelijk via convectie afgevoerd naar de omgeving, doordat actieve delen roteren.
- *Milieuvriendelijk.* De koppeling is olievrij en niet gelagerd. Er is dus ook geen vetsmering en daarmee is de koppeling onderhoudsvrij. Dit is een voordeel ten opzichte van de veel toegepaste maar minder energie-efficiënte vloeistofkoppeling.