

Technisch Weekblad 19 november 2004

Tekst: Henk Tolsma

Foto: Nout Steenkamp/FMAX



Evert A. Muijderman (1931): spiraalgroeflager voor kleine diameters

Het kleine spiraalgroeflager vindt toepassing in ultracentrifuges, videorecorders, röntgenapparatuur en harddiskdrives. Het realiseert door middel van vet de ideale toestand van hydrodynamische smering: volledige scheiding tussen draaiend en stilstaand gedeelte.

Evert Muijderman is de grondlegger van dit type lager.

Hij komt in 1956 in dienst bij het vermaarde Natuurkundig Laboratorium van Philips. Op zijn eerste werkdag heeft hij een gesprek met dr.ir. H. Rinia, naast Hendrik Casimir één van de drie directeuren. Hij mag uit drie onderzoeksonderwerpen kiezen. Muijderman: 'Ik koos voor lagers, daar wist ik weinig van, ondanks mijn opleiding aan de Technische Hogeschool Delft. Ik wilde vooral veel leren bij Philips. Rinia vertelde me dat er in het concern soms problemen waren met poreuze lagers; daar moest ik maar eens naar kijken.

Poreuze lagers zijn van sinterbrons, korrelig materiaal dat onder hoge druk en temperatuur is samengeperst. Tussen de bronzen deeltjes bevinden zich poriën, gevuld met olie. Deze lagers hebben de vorm van kleine bolletjes, doorsnede 10 - 15 mm, met een cilindrisch gat met een diameter van 2 tot 10 millimeter. De stalen as die in het gat draait heeft een diameter die 10 micron kleiner is. Deze lagers vinden massaal toepassing in huishoudelijke apparaten, onder andere kleine ventilatoren.

Locomotieven

'Ik begin met veel te lezen over lagers. Het wordt me snel duidelijk dat in grote lagers - diameters 4 tot 15 cm - voor bijvoorbeeld locomotieven en automotoren, de stalen assen niet in contact komen met de - niet-poreuze - binnenkant van de lagers. Die assen zwemmen op een laagje olie, waarin zich spontaan druk vormt ten gevolge van het snelheidsverschil tussen as en lagerbus. Gevolg: "oneindig" lange levensduur:

'In feite een verschijnsel te mooi om waar te zijn. Deze zwemtoestand heet hydrodynamische smering. Twee dingen worden me duidelijk: deze smeringstoestand kan in poreuze lagers niet optreden; door de poriën lekt olie weg. Er ontstaat onvoldoende druk, waardoor de as niet zwemt. En ten tweede: een ideaal lager voor kleine diameters moet wel zwemmen. Maar een concreet idee hoe dat te verwezenlijken ontbreekt nog:

'Een half jaar na mijn start bij Philips kom ik in contact met mensen van FDO, het ingenieursbureau van Stork. Zij werken aan de ultracentrifuge voor scheiding van uraniumisotopen. Ik raak betrokken bij hun onderzoek naar een geschikt lager. Zo'n langwerpige, verticaal draaiende centrifuge - gewicht één kilogram, 70 cm hoog, 60.000 t/min - draait op een glad bolletje van 3 mm diameter in een kommetje met 1 mm diepe olietoevoergroeven, maar dat werkt niet.'

'Rinia suggereert een oplossing: 'Kijk eens naar de Hollweck-vacuümpomp'. Ik had daar nog nooit van gehoord. Bestudering leert dat die pomp middels een groevenpatroon onderdruk verkrijgt. Als ik dat zie herinner ik me ook een heel klein plaatje bij een kort bericht over luchtlagers met groeven,

gebruikt in een geheim Engels project.'

'Daar groeven kennelijk pompwerking veroorzaken, besluit ik op goed geluk een bolletje te voorzien van groeven. Deze blijken inderdaad pompwerking te geven. De centrifuge zwemt nu wel op olie. Casimir, Rinia en Kistemaker, leider van het ultracentrifugeproject, komen direct kijken:

'Pas tijdens het schrijven van mijn dissertatie over wat er gebeurt met de olie in een groeven patroon, wordt me duidelijk welke precieze vorm, diepte en hoek de groeven op zo'n bol moeten hebben om een bepaald gewicht te dragen. Het blijkt dat we - dat is geluk- de groeven op de eerste bol vrijwel op de juiste diepte hebben gemaakt: Sindsdien draaien ultracentrifuges op bolvormige, axiale lagers (axiaal: neemt krachten op in de richting van de draaiingsas), voorzien van een spiraalvormige groef.

Oliereservoir

De tot het Philips-concern behorende firma Johan de Wit, die onder andere elektromotoren maakt voor videorecorders (vcr), heeft in die tijd problemen met de hierin toegepaste radiale poreuze lagers (radiaal: neemt krachten op loodrecht op de draaiingsas). De levensduur is te kort en de loop is onvoldoende nauwkeurig. De problematiek van de poreuze lagers dient zich opnieuw bij Muijderman aan.

'Ik beseft dat alleen een hydrodynamische smeringstoestand in het vcr-lager tegemoet kan komen aan eisen van betrouwbaarheid, levensduur en perfecte aspositie ten opzichte van de lagerbus. Maar in een vcr of scheerapparaat kun je geen oliereservoir en oliepomp aanbrengen.'

'Ik bedenk dat als de niet-poreuze lagerbusjes van lagerbrons aan weerszijden van een spiraalgroevenpatroon worden voorzien, en met een minuscule hoeveelheid vet de lagerspleet wordt gevuld, dit een perfecte oplossing zou zijn. De groeven houden tijdens draaien het smeermiddel in de lagerspleet. Ze pompen het vet, dat naar buiten wil, terug in het lager.' Daarmee is het kleine, hydrodynamisch gesmeerde radiaal-spiraalgroeflager geboren.

'We hebben vervolgens zes jaar lang de deur plat gelopen bij Johan de Wit om ons idee toegepast te krijgen. De mensen uit de praktijk confronteren ons met allerlei moeilijkheden. Mijn collega dr.ir. Jan Bootsma onderbouwt in zijn dissertatie de hydrodynamische drukopbouw in radiale spiraalgroeflagers. Dat levert een goed inzicht op.

Het kost echter veel tijd om de moeilijkheden met kruip, veroudering en chemische reacties van het smeermiddel op te lossen.'

'In 1978 introduceert Philips het spiraalgroeflager voor de vcr-motor. Ons tweede succes. Acht jaar later zitten onze spiraalgroeflagers ook - legaal - in Japanse vcr's.'

Roodgloeiend

'Er komen anderen met lagerproblemen. Bij Philips Medical Systems in Hamburg krijgen ze de axiale en radiale lagering van de draaiende anode in röntgenbuizen niet goed in de vingers. De gebruikte kogellagers, gesmeerd met kwik, draaien met 9000 t/min in vacuüm bij een temperatuur van 450 °C. Daarbij wordt het staal roodgloeiend. Soms gaan de buizen na 300 uur stuk, soms veel eerder, dat is onvoorspelbaar. Voor cardiologen en patiënten een onaangename ervaring.'

'We hebben de kogellagers vervangen door een combinatie van axiale en radiale spiraalgroeflagers, die een gallium-indium-tin verbinding als visceus smeermiddel gebruiken. Dit is een vloeistof die niet verdampt en het vereiste vacuüm niet bederft.'

Na enige jaren van testen en verbeteren wordt het spiraalgroeflager sinds 1988 in röntgenbuizen toegepast. Het werkt geruisloos en betrouwbaar, de minimale levensduur bedraagt 10.000 uur. Naderhand nemen andere firma's deze lagering ook over. Muijderman: 'Dat is ons derde succes'.

'In 1985 krijg ik een fax van IBM-onderzoekers, die bezig zijn zeer nauwkeurig lopende kogellagers voor harddisk-drives te ontwikkelen. Die drives zijn noodzakelijk voor verhoging van de schrijfdichtheid. Ze vragen ons om vcr-lagers en we sturen die op.

'Na verloop van tijd krijg ik een opgewonden telex die ik nog steeds bewaar. De IBM-onderzoekers schrijven: dit zijn de beste lagers die we ooit hebben beproefd. De as draait keurig gecentreerd in het laagje smeermiddel, met een spreiding van 0,0345 micron.

Voor ons is dat geen verrassing meer.'

Drie jaar geleden heeft Seagate spiraalgroeflagers ingevoerd in zijn hard disk drives.

Privé hobby

'Onze resultaten raken in die tijd bij Philips bekend, maar de directie van het Natlab is niet enthousiast. Hun gebrek aan geloof in de potentie van spiraallagers is een moeilijk aspect van mijn werk. Ze vinden dat ik me als groepsleider meer met de vele andere werkzaamheden in de groep moet bezighouden, en minder tijd moet besteden aan mijn privé-hobby. Ik heb die hobby desondanks voortgezet. Toegegeven: het heeft inderdaad vele jaren geduurd voor er hoog volume toepassingen voor Philipsproducten zijn gekomen. Het realiseren van massa-toepassingen zoals voor videorecorders en röntgenbuizen vind ik het leukste van mijn loopbaan.'

Evert Muijderman is in 1988 met pensioen gegaan. Hij heeft gedurende 25 jaar eerst in Delft en vervolgens van 1989 tot 1994 als buitengewoon hoogleraar gedoceerd aan de TU Eindhoven.