

het vaktijdschrift voor werktuigbouwkundige constructeurs en ontwerpers

Constructeur

november **11** 2004



46 Thema **Productnieuws**

34
Efficiënt hydroformen
met behulp van eindige
elementen (2)

4
Met spelingvrije kogel-
geleidingen hoge
toleranties haalbaar

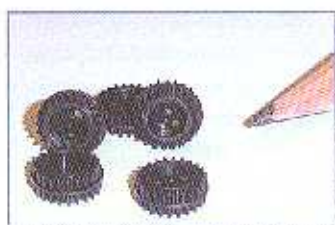
14
Ethernet Powerlink:
juiste informatie op juiste
plek in microseconden

40
De nieuwe Machinerichtlijn:
een eerste verkenning (1)

Hoge toleranties haalbaar met spelingvrije kogelgeleidingen

Zo'n 500.000 actuatoren gaan er wekelijks op transport bij de Eaton-fabriek in Montfoort op weg naar autofabrikanten over de hele wereld. Actuatoren die worden gebruikt voor het elektrisch verstellen van het spiegelglas van autospiegels. Voor het produceren van alle kunststofonderdelen van de actuator vervaardigt Eaton in eigen huis de enkel- of meervoudige spuitgietmatrijzen. Een opgave die soms behoorlijk complex is. Zeker wanneer toleranties van ongeveer 0,01 mm moeten worden gerealiseerd, zoals bij een deel van het planeetsysteem.

Spelingvrije kogelgeleidingen van het Duitse Mahr boden hierbij uitkomst.



De spuitgegoten planeetwielen.

80 procent van de in actuatoren toegepaste componenten zijn voor alle autospiegels gelijk. De overige componenten worden gemaakt op klant- en modelspecificatie. Marco de Vries, projectleider Molding Process Engineering bij Eaton: „Al in het begin van het ontwerpproces van elk nieuw type spiegel wordt nagedacht over onder meer de maak- en de haalbaarheid van het product. Extra aandacht wordt besteed aan het samenwerken en bundelen van kennis en ervaring van de verschillende disciplines binnen de organisatie, ook wel Concurrent Engineering genoemd, om in een korte tijd

een compleet product te ontwikkelen. Een aantal parameters binnen het programma van eisen is dan ook van essentieel belang.” Denk bijvoorbeeld aan het vibratiegedrag. Een beeld in een autospiegel moet te allen tijde stabiel blijven, ook als er hard wordt gereden met een voertuig. Een andere parameter waarmee in het ontwerp stadium al rekening dient te worden gehouden, is het geluid. Het geluid van een elektrisch verstelbare spiegel moet namelijk prettig in het gehoor liggen, ofwel het moet een technisch verantwoord geluid zijn. Daarnaast dient het verstelmecanisme van het spiegelglas bestand te zijn tegen een bepaalde vochtigheidsgraad, heel fijn stof en temperaturen van -30 tot +80 °C. Al deze parameters stellen hoge eisen aan de te gebruiken materialen van de actuator en aan de vormgeving van de spiegel.

Toegestane tolerantie

Gezien het specialisme worden, na het ontwerp door Eaton, alleen de metalen componen-

ten van de actuatoren door toeleveranciers vervaardigd. Peter van den Bosch, Mold Design Engineer bij Eaton: „De kunststofdelen daarentegen maken we allemaal zelf. Zodra het SLS-model heeft uitgewezen dat het ontwerp van het betreffende onderdeel klopt wordt, afhankelijk van de gewenste productieaantallen, voor elk kunststof onderdeel een enkel- of meervoudige spuitgietmatrijs gemaakt. Bij het ontwerpen en vervaardigen van een matrijs is het mer name van belang om na te gaan of de gevraagde toleranties van bijvoorbeeld de vertanding van de tandwielen realiseerbaar zijn. In sommige gevallen leidt dat tot 'trial and error'. Zo ook bij het vervaardigen van de spuitgietmatrijs voor de planeetwielen van het planeetsysteem.” De moeilijkheid bij spuitgieten van planeetwielen is dat de vertanding productietechnisch is verdeeld over twee helften die concentrisch moeten zijn. De toegestane tolerantie bedraagt maximaal ongeveer 0,01 mm. Een tolerantieveld dat alleen haal-



De spuitgietmatrijs.

Tips voor het toepassen van kogelgeleidingen

- Kogelgeleidingen zijn ontwikkeld voor het nauwkeurig bewegen/positioneren of een combinatie hiervan, al dan niet in combinatie met ruimtegebrek.
- Beschrijf de omgeving waarin de kogelgeleidingen moeten worden toegepast.
- Breng de omgevingscondities in kaart, zoals wel of niet smeren.
- Ga na of de kogelgeleiding zwaar wordt belast of dat deze lichte loopeigenschappen moet hebben. Dit is namelijk bepalend voor de juiste voorspanning.
- Ga na of sprake is van extreme versnellingen bij de uiteindelijke toepassing. In zo'n geval kan namelijk beter een kunststof kogelkool worden gebruikt in plaats van een messing of een roestvast stalen kogelkool.
- Selecteer, afhankelijk van de toepassing, allereerst de gewenste materiaalkwaliteit: staal, roestwerend staal, kunststof kool, keramiek et cetera.
- Bereken aanvullend het exacte aantal kogelgeleidingen en het gewenste type met behulp van formules die te vinden zijn op de website www.systematic.nl.
- Neem bij twijfel contact op met een specialist.

baar is als naast het zeer nauwkeurig vervaardigen van het kerndeel van de matrijs, aanvullend het positioneren en het openen en sluiten van de matrijs zeer nauwkeurig geschiedt. Leon Straver, Mold Designer bij Eaton: „Daarom hebben we er bij de vervaardiging van de spuitgietmatrijs voor de planeetwielen voor gekozen om eerst een eenvoudige matrijs te maken. Pas nadat we het bewijs hadden geleverd dat de gevraagde toleranties haalbaar waren en we

tests hadden uitgevoerd, zijn we overgegaan tot het vervaardigen van een zestienvoudige matrijs.”

Opbouw

De werking van een spuitgietmatrijs kan gezien de technologie zeer complex zijn. Echter, in basis zijn ze allemaal gelijk. Een zijde van de matrijs, ook wel de aanspuitzijde genoemd, is bevestigd aan de spuitgietmachine. De uitwerpszijde moet daarentegen beweegbaar zijn om het product te kunnen uit-

werpen. Om hoognauwkeurige onderdelen te kunnen realiseren is het belangrijk dat de vormafwijking bij het sluiten van de spuitgietmatrijs minimaal is. De geleidingen die bij matrijsen normaal gesproken worden toegepast hebben een speling van circa 0,05 mm. Bij het dichtlopen van de matrijs moet deze speling dan met bijvoorbeeld conische pennen worden gecorrigeerd. Deze tolerantiemaat was echter voor de vervaardiging van de planeetwielen ontoelaatbaar. Daarom is gezocht naar een oplossing om de beweegbare zijde, zowel in nieuwstaat als na veelvuldig gebruik, perfect naar de vaste zijde te kunnen brengen.

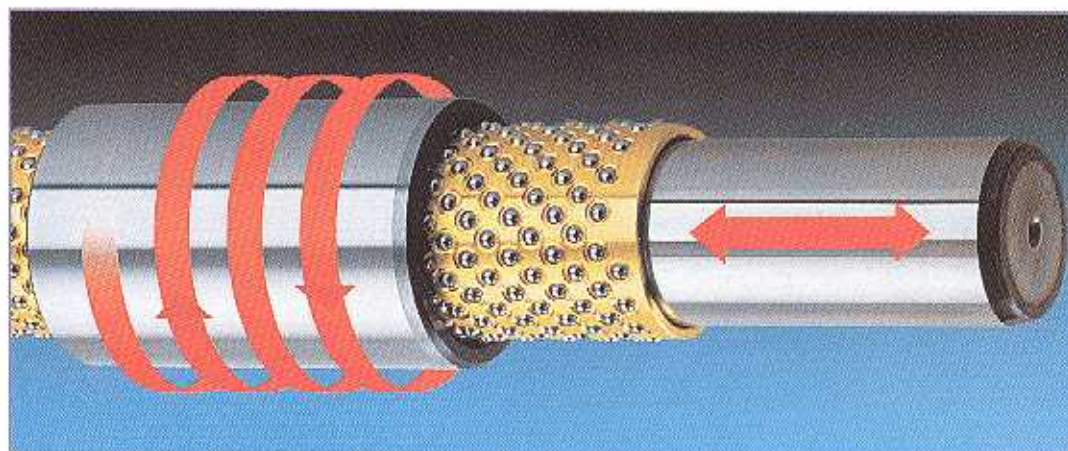
Zwevende uitwerpszijde

Om de invloed van de spuitgietmachine in geen geval te laten doorwerken in de spuitgietmatrijs voor de planeetwielen, heeft Eaton gekozen voor een matrijsopbouw met een viervoudige verzuiling. De uitwerpszijde wordt over de zuilen geleid en dan zwevend gemonteerd. Peter Jongma, directeur van Syst-O-Matic: „De gewenste nauwkeurigheid hebben we gerealiseerd door de viervoudige verzuiling uit te voeren met spelingvrije Mahr kogelgeleidingen. De speling

vrije lagering wordt toegepast voor het nauwkeurig positioneren van het circa 170 kg wegende zwevende deel. In dit specifieke geval wordt de matrijs voor het uitwerpen van de planeetwielen steeds over een afstand van 100 mm geopend. Bovendien mocht het zwevende deel op de geleiding niet doorbuigen, omdat dit in de loop van de tijd kan leiden tot 'misalignment' en ongewenste slijtage. In de regel wordt een matrijs berekend op zo'n drie tot vier miljoen slagen of een levensduur van circa anderhalf jaar, waarin deze probleemloos moeten kunnen werken. Dit alles gecombineerd met het gegeven dat per miljoen producten slechts een product een afkeurproduct mag zijn (1 PPM) heeft geleid tot het inzetten van Mahr kogelgeleidingen. Kenmerkend voor dit type spelingvrije kogelgeleidingen is een lange levensduur, zeer hoge nauwkeurigheid, niet slijtagegevoelig en perfecte loopeigenschappen.”

Spelingvrije kogelgeleiding

Jongma: „De uit kogellagerstaal 1.3505 vervaardigde assen van de vier kogelgeleidingen die zijn gebruikt voor de verzuiling, zijn gehard, geslepen en gelept op een ISO h3-pas-sing met een ruwheid van



Spelingvrije kogelgeleiding van Mahr.

$R_z < 1 \mu$. De rondheid ligt binnen 1/3 ISO-IT 3 en de rechtheid is kleiner dan $5 \mu\text{m}/100 \text{ mm}$. Evenals de assen zijn ook de geleidebussen vervaardigd van kogellagerstaal en gehard. De binnendiameter van de geleidebussen is fijn gehoord op een tolerantie volgens ISO-IT 3 en een rondheid binnen 1/3 ISO-IT 3. De geharde kogels, eveneens vervaardigd uit kogellagerstaal volgens DIN 5401, klasse 1, sortering 0 met een maximale worm- en diameter tolerantie van $0,25 \mu\text{m}$, zijn bij deze geleidingen ondergebracht in een messing kogelkooi. De kogels zijn spiraalsgewijs in de kogelkooi ondergebracht en worden zo op hun plaats gehouden. Doordat de kogels niet worden begrensd door een loopbaan en ze vrij kunnen bewegen is het mogelijk deze geleiding te gebruiken voor een lineaire of een roterende bewe-

ging of een combinatie van beide. De tolerantie van de binnendiameter van de geleidebussen is zodanig gekozen dat de kogels met een negatieve speling tussen de as en de bus bewegen. Afhankelijk van de asdiameter en de toepassing ligt de zogenaamde voorspanning tussen de $0,5$ en $20 \mu\text{m}$. Door deze negatieve speling worden de kogels, de as en de bus in het plastische gebied van het materiaal vervormd en is de beweging van de kogelgeleiding absoluut spelingvrij. De daadwerkelijke beweging van de viervoudige verzuiling wordt gerealiseerd door het afwikkelen van de kogels op de as."

Montage kogelgeleidingen

Omdat het monteren van de assen in de nauwkeurig aangebrachte gaten in het vaste deel van de spuitgietmatrijs zeer nauw luistert, is ervoor gekozen om de assen te plaatsen

door ze te onderkoelen met behulp van stikstof. Daarna hebben de engineers van Eaton, om een honderd procent uitlijning te verkrijgen, de bussen met behulp van een tweecomponentenlijm verlijmd in de precisiegaten van het bewegende deel. Van den Bosch: „We hebben bewust gekozen voor verlijming om een spanningvrije verbinding van de busplaat te kunnen realiseren." Na uitharding van de verlijming en het afmonteren van de kernstukken, is de matrijs gereed voor gebruik. De vaste zijde van de spuitgietmatrijs blijft door de assen in alle gevallen leidend ten opzichte van het zwevende deel.

Tot slot

Jongsma: „Het toepassen van spelingvrije kogelgeleidingen is telkens weer een hele uitdaging. Behalve dat het werken

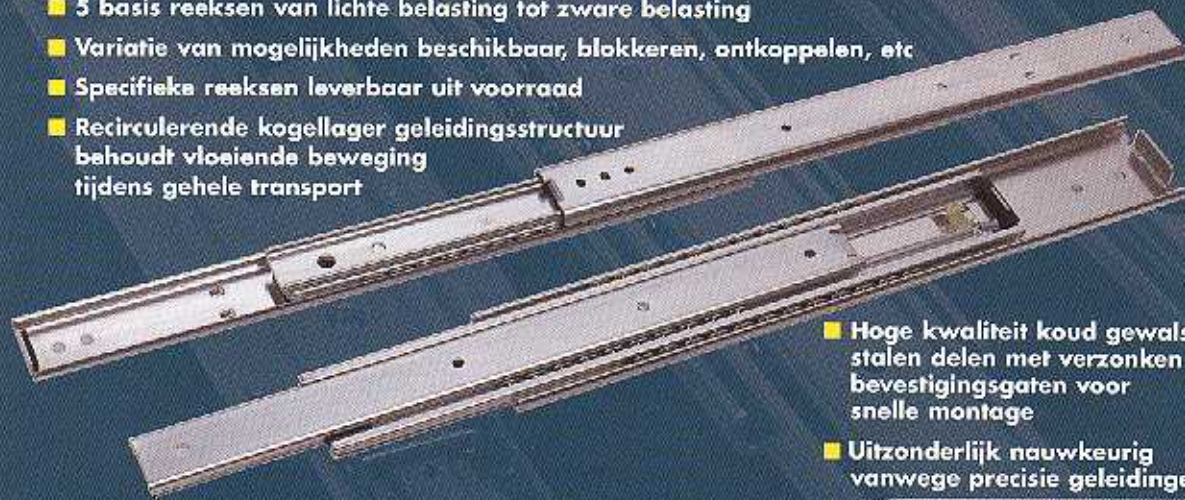
met spelingvrije kogelgeleidingen een bijzondere aanpak vereist, is elke applicatie telkens weer anders en worden er dus andere eisen gesteld. Desalniettemin kan een spelingvrije kogelgeleiding in veel situaties uitkomst bieden als een nauwkeurige lineaire of roterende beweging moet worden uitgevoerd, wanneer zeer nauwkeurig moet worden gepositioneerd of een combinatie van beide bewegingen is gewenst."

Henriëtte van Norel

HTS HepcoMotion®

Telescopische kogellager geleidingen voor uitschuifbare toepassingen

- 5 basis reeksen van lichte belasting tot zware belasting
- Variatie van mogelijkheden beschikbaar, blokkeren, ontkoppelen, etc
- Specifieke reeksen leverbaar uit voorraad
- Recirculerende kogellager geleidingsstructuur behoudt vloeiende beweging tijdens gehele transport



- Hoge kwaliteit koud gewalste stalen delen met verzonken bevestigingsgaten voor snelle montage
- Uitzonderlijk nauwkeurig vanwege precisie geleidingen

DE COMPLETE LINEAIRE OPLOSSING

HepcoMotion®

Tel: (00 31) (0) 492 551290 E-mail: info.nl@hepcotion.com
Berkveld 14a, NL-5709 AE Helmond Fax: (00 31) (0) 492 528105

HEPCO®

www.HepcoMotion.com