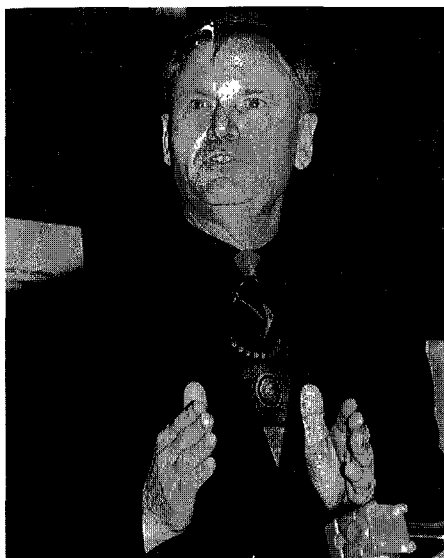


id ir. Hil Kraakman: geloven in hydraulica

Frans Zuurveen



Ir HJJ Kraakman tijdens het symposium 'Hydraulics in Manufacturing Technology' ter gelegenheid van zijn afscheid van het CFT op 29 maart 1996

Bij het woord 'precisietechnologie' denkt men niet in de eerste plaats aan hydraulica. De toch behoorlijk complete trefwoordenlijst van het Jaarboek Precisietechnologie 1996 noemt het woord 'hydraulica' niet en ook in de rubriek Ontwerpen, Deskundigheden van de Mikropool ontbreekt het onderwerp. Misschien is dat symptomatisch voor het algemene misverstand dat hydraulica beter past bij grondverzet dan bij precisie-

technologie. Want hydraulica wordt geassocieerd met vette vloeren, waarop het slecht verkeren is. Ir. Hil Kraakman is echter niet uitgegleden over hydraulische olie, integendeel, hij heeft zijn werkzame leven gewijd aan de promotie binnen Philips van het vak precisiehydraulica. Zijn afscheid van het CFT – Centre for Manufacturing Technology – in verband met zijn pensionering bood een goede gelegenheid hem eens aan de tand te voelen over zijn heilig geloof in hydraulica als groeizame loot aan de stam der precisietechnologie

Wat is de achtergrond van jouw hardnekkig geloven in hydraulica?

Hydraulica is het krachtigste medium dat je je voor kunt stellen. Het is niet alleen krachtig maar ook flexibel en daarom kun je er goed mee sturen. Meestal gaat het om eenparige bewegingen, met een – hydraulisch – lager als ondersteunend element. Met een vloeistof onder druk is zo'n beweging prima te realiseren. En als dat met grote precisie moet gebeuren, noem je dat precisiehydraulica. Dat is net als koken – naast hydraulica mijn tweede hobby – een waanzinnig creatieve en uitdagende bezigheid.

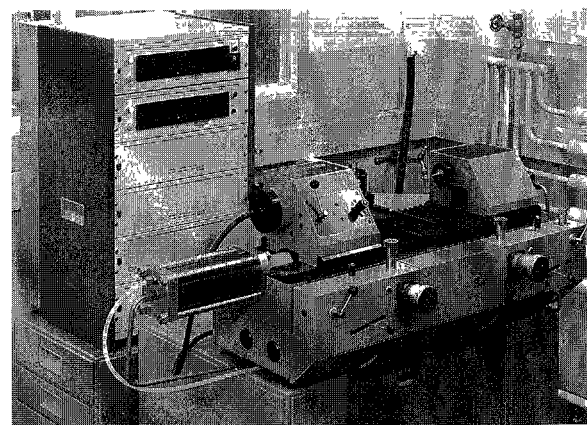
Als je goed begrepen hebt waar het bij hydraulica in essentie om gaat, is de toepassing ervan niet echt moeilijk. Die essentie heb ik in de inleiding van het CFT-rapport 'Construeren met Precisiehydrauliek' als volgt verwoord:

Aan een beweging kan men grootte en richting toekennen. De grootte van een hydraulische beweging is het gevolg van de instroming van een vloeistof in een ruimte met een begrensd volume. Dat instromen van die ruimte heeft twee effecten: verdichting van de vloeistof en vergroting van het volume. De volumevergroting is beheersbaar omdat een van de vlakken die de ruimte begrenzen, beweegbaar is. Dat vlak komt daadwerkelijk in beweging als de resultante van de vloeistofdruk op dat vlak de krachten die het belasten, heeft overwonnen.

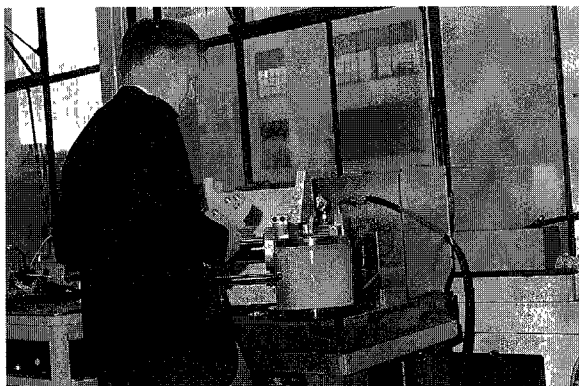
De richting van de hydraulische beweging wordt bepaald door de geleiding van het beweegbare vlak. Essentieel voor de realisatie van een nauwkeurige beweging is dat zowel de vloeistofstroom als de geleiding goed worden beheerst. Daarbij is de grootte van de vloeistofdruk van ondergeschikt belang. De enige eis die men daaraan stelt, is dat de krachten die op het beweegbare vlak werken, worden overwonnen.

Hoe kijk je aan tegen de ontmoeting van hydraulica en fijnmechanica?

Als de kleinste variaties die je met behulp van hydraulica wilt realiseren, langzamerhand de afmetingen krijgen van de grootte van moleculen, kom je terecht in het gebied van de 'applied physics'. Je moet dan rekening gaan houden met atoom- en molecuulstructuren, de kristallijne opbouw van een materiaal. Dat lijkt een beetje salontaal, maar als je bedenkt dat we op het ogenblik al bezig zijn met vormnauwkeurigheden van



De eerste hydraulische draaibank die in het Philips Natuurkundig Laboratorium is gebouwd als voorloper van de COLATH [2]



Hil Kraakman bij een door hem ontworpen hydraulische rotatiemotor voor het uitnemen van matrijdsdelen voor televisieschermen bij een glaspers

0,1 mm, dan zie je dat het voorgaande cruciaal wordt. Want ieder verstoring ('damage') van het materiaaloppervlak veroorzaakt een discrepantie tussen dat wat je wilt en dat wat je kunt bereiken.

Voor een mes, bijvoorbeeld, is de buitenkant essentieel voor het functioneren. Het gaat om de scherpe snijkant, de rest is 'ondersteuning van de huid'. Als je de structuur van de huid beschadigt, gaat dat ten koste van de functie 'snijden' of 'stampen'. Iets dergelijks zie je ook bij glas. Vroeger raakten technici in vervoering over de afwerking van de geslepen stop van een fles. Maar door de slijpbewerking is de buitenkant juist geruineerd, want de gave huid van het onbewerkte glas is helder doorzichtig.

De schrik van beginnende hydrauliekontwerpers oliekkage

Ook bij magnetische materialen zie je dat door bewerking de structuur beschadigd raakt. Een luchtspleet in een magnetische lees- of schrijfkop van een videorecorder is breder dan zijn fysieke afmetingen, want de mag-

netische structuur is door de zaagbewerking beschadigd. Magnetisch gezien is daar dus materiaal verdwenen dat er eigenlijk had moeten zijn. Ook door het hamereffect van bepaalde bewerkingen wordt de oorspronkelijke structuur van het materiaal tenietgedaan.

Hier komen we dan bij het grote voordeel van hydraulica: een vloeistoffilm scheidt oppervlakken zodanig dat er geen hamereffecten kunnen optreden.

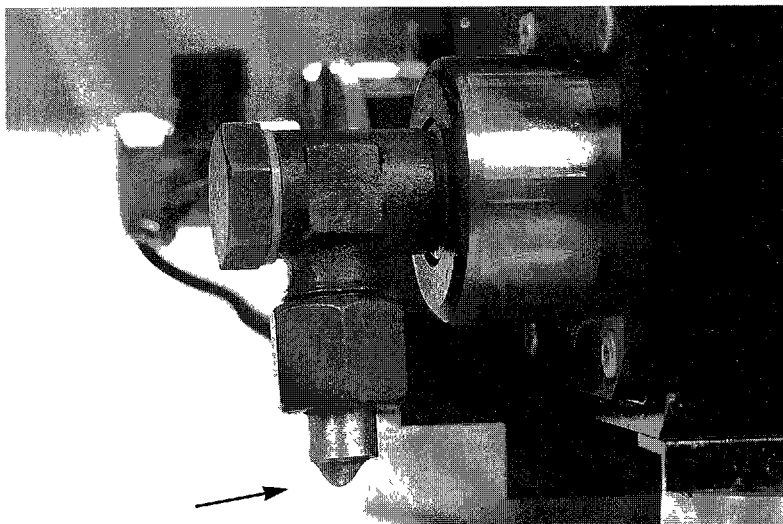
Vind je dat er in de precisietechnologie voldoende gebruik wordt gemaakt van hydraulica?

Er bestaat een gezonde – misschien wel een ongezonde – aversie tegen hydraulica. Olie heeft inderdaad één vervelende eigenschap: zodra het buiten de perken treedt die je het medium hebt opgelegd, kun je erover uitglijden. Er ontstaat dan inderdaad een 'vieze troep'. Men heeft vaak bij de eerste poging problemen met de afdichting, die samenhangen met gebrek aan ervaring. Men glijdt dan letterlijk en figuurlijk uit. Maar als je erin slaagt dat beginstadium te passeren, dan is olie vanuit zijn machtige mogelijkheden – bestuurbaarheid en krachtoverdracht – het mooiste medium dat bestaat. Aan de acceptatie van die waarheid heb ik gedurende mijn carrière mogen werken.

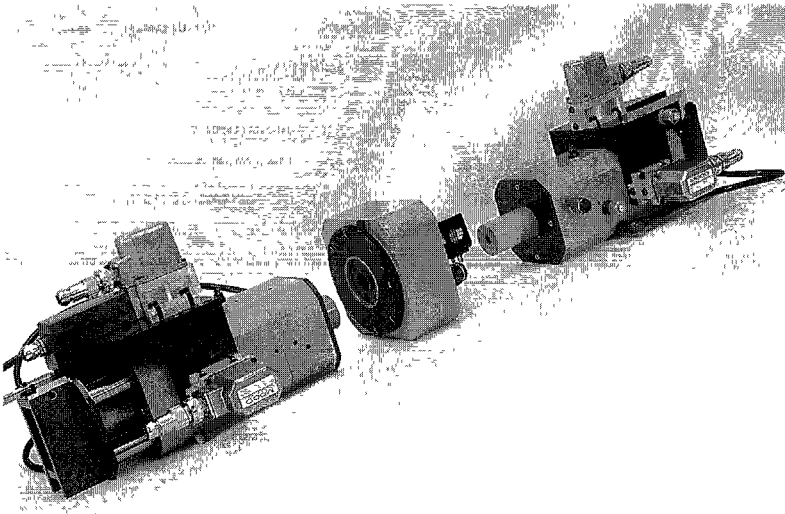
Voor wat betreft de toepassingen waarbij het gaat om kracht, is hydraulica volledig geaccepteerd. Maar als het gaat om precisie, is dat beslist nog niet het geval. Bij de ontwikkeling en fabricage van grondverzetwerktuigen is hydraulica absoluut onmisbaar geworden, maar in de precisietechnologie moet hydraulica zijn plaats nog bevechten. De rol van hydraulica bij het nauwkeurig ondersteunen en aandrijven van bewegingen is naar mijn oprechte overtuiging ten onrechte ondergewaardeerd.

Kun je bij de toepassing van hydraulica gebruik maken van min of meer gestandaardiseerde elementen, vergelijkbaar met bijvoorbeeld pneumatische componenten en mechanische sleden met bijbehorende aandrijving?

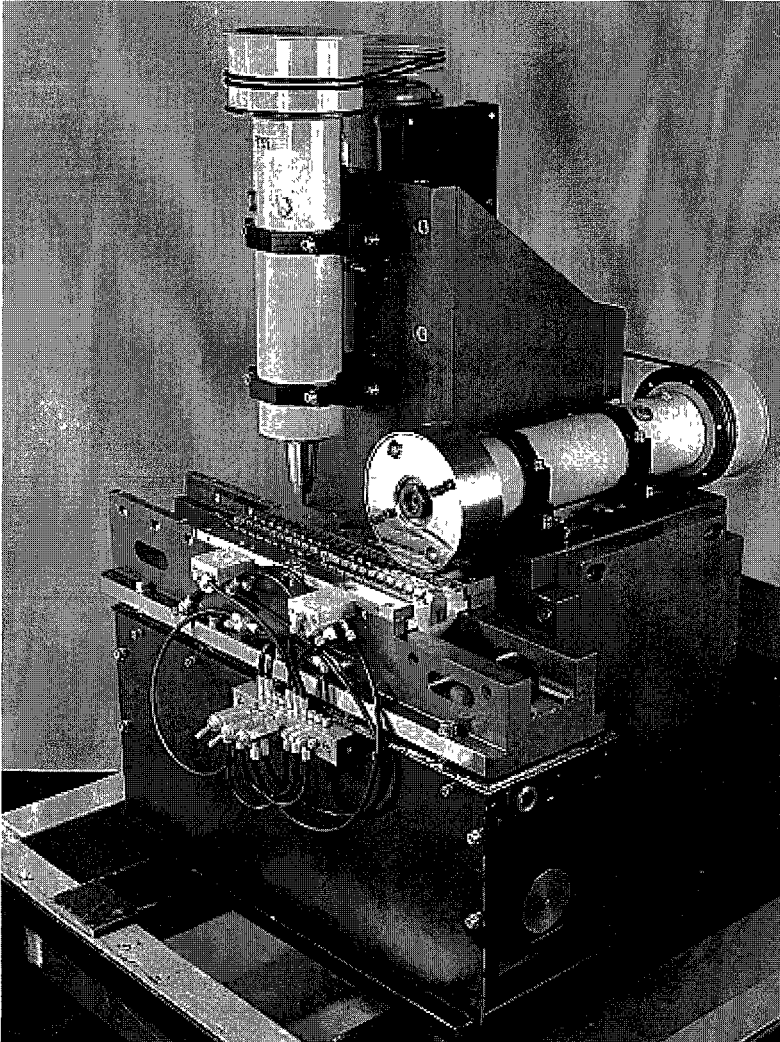
Voor algemene hydrauliek bestaan er natuurlijk standaard-modules, die door gespecialiseerde firma's in de handel worden gebracht. Maar voor precisietechnologische toepassingen zijn zulke elementen slechts mondjesmaat te vinden. Ik moet in dat verband de firma Hembrug noemen, die een hydrostatisch gelagerde spil



Afscheid ir. Hil Kraakman: Heilig geloven in hydraulica



Hydraulische componenten voor het gelijktijdig in- en uitwendig elektrochemisch bewerken van scheerkappen
Midden de eenheid voor het langzaam ronddraaien van de kap Links en rechts de spilsleden voor het bewegen van het gereedschap



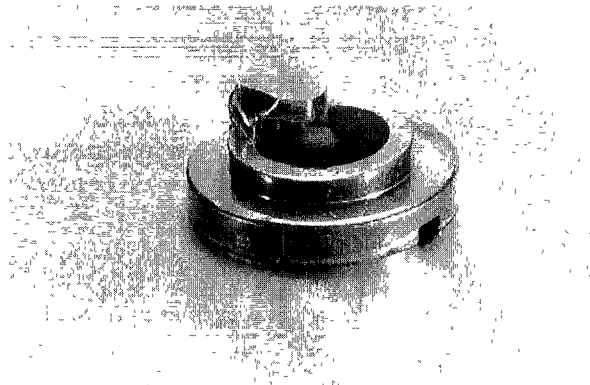
in zijn programma heeft, en de firma Doedijns, die een hydraulische voedingseenheid aanbiedt. Maar verder heb ik eigenlijk alle componenten zelf moeten construeren, omdat ik uitga van een ontwerp voor de hydraulica in een mechanische omgeving, bijvoorbeeld voor de combinatie van de functies translatie en rotatie in één behuizing. Inmiddels heeft het CFT een ontwerpprogramma ter beschikking voor zo'n combinatie in de vorm van hydraulische 'spilsleden'. Daarvan kunnen ook derden gebruik maken. (Zie de informatie aan het slot van dit artikel, FZ.) Die hydraulische spilsleden zijn ook toegepast in een machine voor het elektrochemisch bewerken van scheerkapjes voor de Philipsfabriek in Drachten.

Zijn er 'trucs' waarmee je bij de toepassing van hydrauliek rekening moet houden?

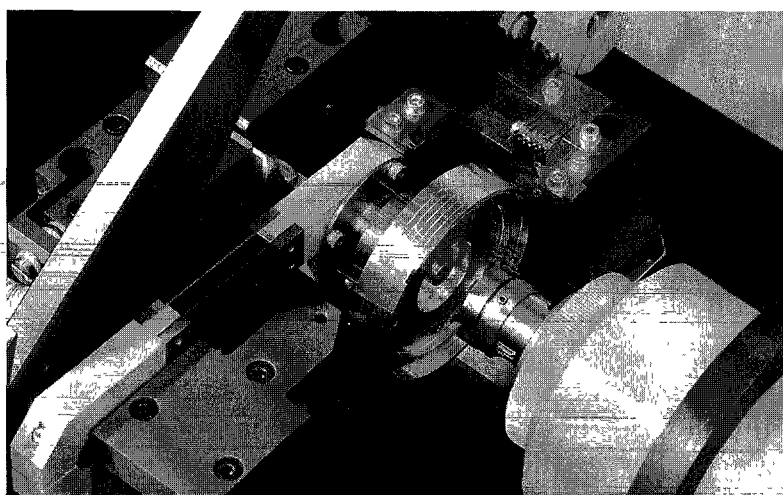
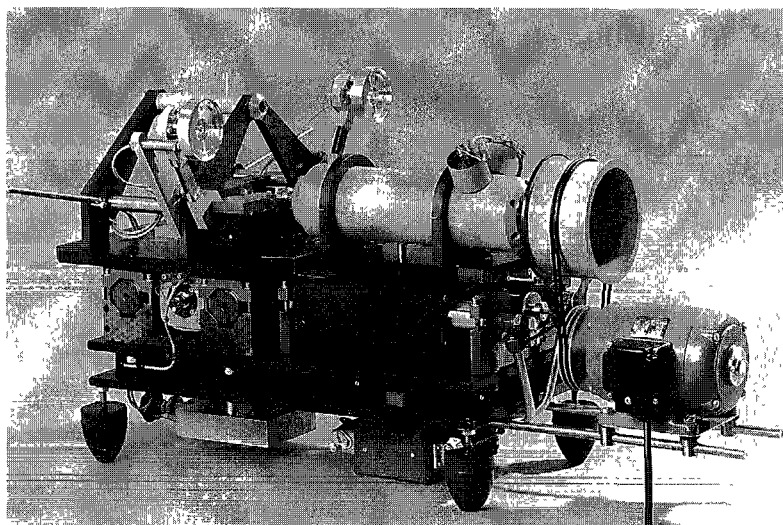
Je moet natuurlijk rekening houden met temperatuureffecten. Want construeren in hydrauliek betekent dat je als het ware de 'verpakking' voor de vloeistof ontwerpt. Daarbij streef je naar een zo nauwkeurige mogelijke realisatie van de gewenste functie. Thermische uitzettingen als gevolg van temperatuurverschillen moeten daarom zoveel mogelijk worden vermeden. Verder moet je rekening houden met de dynamische eigenschappen van de componenten die je ontwerpt: eigenfrequentie, dus massa en stijfheid. In dat samenspel van dynamica, bestuurbaarheid, meetbaarheid en temperatuurbeheersing gaat 'conventionele' mechatronica over in een nog nieuwer vakgebied, namelijk 'fluitronica': de combinatie van hydraulica, elektronica, mechanica.

Links: Machine voor het bewerken van 'heatsinks' voor de halfgeleiderlaser in een CD-speler. Onder: de tienvoudige producthouder. Boven en rechts: de hydraulische eenheden voor de aandrijving van de roterende slagbetels.

Onder: Het bewerkte product.



Afscheid ir. Hil Kraakman: Heilig geloven in hydraulica



Helemaal boven
Machine voor het
bewerken van koppen-
trommels voor videore-
corders Boven en
rechts de hydraulische
eenheid voor de rotatie
van de producten (De
snaaraandrijving is
inmiddels vervangen)
Links het aanvoermee-
chanisme voor de pro-
ducten

Boven Een koppen-
trommel in bewerking

Rechts Het kant-en-klare
product.



en regeltechniek Aan die 'vloeibare mechatronica' heb ik tientallen jaren het nodige plezier mogen beleven

In de flutromica gaat het om het sturen van een krachtig medium Daarbij profiteert men van een gunstige eigenschap van hydraulica: een grote bandbreedte in regelcircuits Want door de grote kracht dichtheid kan er licht worden geconstrueerd, waardoor de massa's relatief klein zijn Door de geringe wrijving blijft de warmte dissipatie binnen de perken. Vandaar de populaire aanduiding 'koele kracht'.

Door de kleine massa's zijn grote versnellingen en vertragingen mogelijk Vooral in moderne productieprocessen wordt gevraagd om korte tijden tussen de aanvoer van het product en het eigenlijke proces Daar bewijst de hydraulica zijn mogelijkheden in vergelijking met conventionele aandrijvingen, want er hoeven geen grote massa's versneld en vertraagd te worden. Daar komt bij dat de krachten voor die versnellingen of vertragingen groot zijn Daarom biedt hydraulica in productieprocessen heel vaak een economische oplossing Binnen het vakgebied grondverzet is dat al jaren geleden ontdekt Op het uitdragen van die waarheid in de wereld van nauwkeurige productiemachines heb ik mij 32 jaar kunnen uitleven

Precisietoepassingen vragen het uiterste van het beheersen van kracht en beweging. Maar ik heb kunnen aantonen dat daarbij ook economisch verantwoorde oplossingen mogelijk zijn Het is geen kunst in een laboratoriumomgeving een werkende opstelling te maken Maar juist aan toepassingen in de harde praktijk van de productie heb ik het mijne kunnen bijdragen.

Wat is voor jou het meest karakteristieke voorbeeld van de toepassing van hydraulica bij de productie van precisieonderdelen?

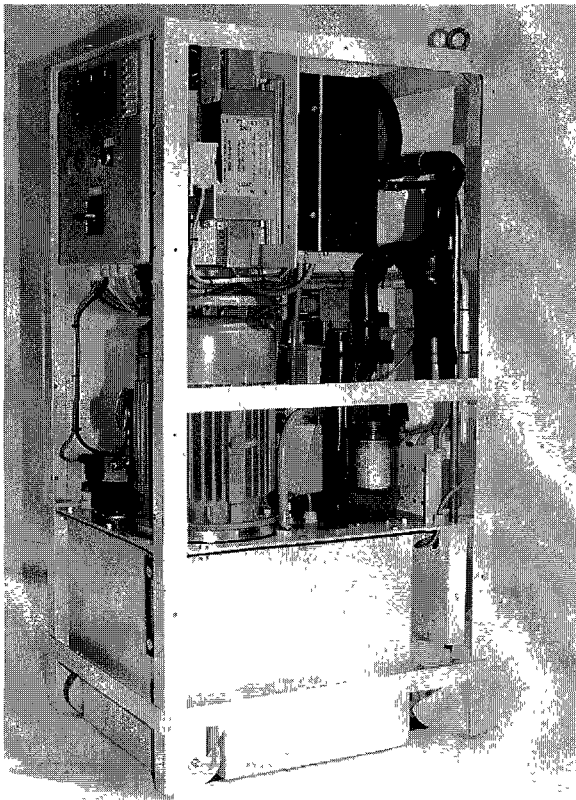
Dat is een machine voor het bewerken van koppen-trommels voor videorecorders voor de Philips-fabriek in Wenen. Zo'n trommel draagt twee magneetkoppen die schuine sporen over de magneetband schrijven De trommel draait met een toerental van 1500 omw/min oftewel 25 Hz, zodanig dat iedere geschreven lijn op de band overeenkomt met een 'half' televisiebeeld Zo'n half beeld, raster genaamd, bestaat uit alle even of alle oneven lijnen van een compleet TV-beeld Hier vind je een fraai raakvlak van precisietechnologie en elektronica, want als het product van rondloopenauw-

keurigheid en constantheid van hoeksnelheid met aan extreme eisen voldoet, vertaalt zich dat in duidelijk waarneembare fouten in het beeld dat de videorecorder op het TV-scherf maakt

Voor die bewerkingsmachine is gekozen voor hydraulica, want door de afwezigheid van iedere vorm van slijtage is een precisie van de bewerkte koppentrommels bereikt die in de tijd constant en volledig reproduceerbaar is. De nauwkeurigheid van de producten is onafhankelijk geworden van de persoon die de machine bedient. Een 'leek' kan hier de precisietechnologische was doen, want de machine meet zelf de proceskrachten via de oliedruk en zorgt voor eventuele compensatie van afwijkingen door gereedschapsslijtage

Als lezers op grond van jouw enthousiasme besluiten meer hydraulica in hun ontwerpen te stoppen, waar kunnen ze dan terecht voor advies?

Hoewel ik niet actief een adviesbureau wil starten, ben ik wel beschikbaar voor adviezen op het interessante gebied der hydraulica. En ook het CFT van Philips stelt zich tegenwoordig op ten behoeve van derden. Verder kan men natuurlijk terecht bij de hiervoor genoemde firma's.



De hydraulische voedingseenheid van Doedjns

Heb je nog een boodschap voor degenen die zich willen begeven op het glibberige pad der precisiehydraulica?

Begin in ieder geval met een goede voedingseenheid, die stil is, weinig trillingen veroorzaakt, constante olietemperatuur heeft en zoveel mogelijk vuildeeltjes uit de olie filtert. De voedingseenheid van Doedjns voldoet aan die eisen.

Zorg voor een principieel goed ontwerp, want dan blijft de precisie die je van de onderdelen moet eisen, binnen de perken. Zo is een goed resultaat te bereiken tegen beheersbare kosten. Een 'knullig' ontwerp is met pijn en moeite meestal nog wel aan het werken te krijgen, maar dan rijzen de kosten de pan uit.

Een goed inzicht in de dynamische eigenschappen van het geheel is bijna onmisbaar. Met een goede dosis 'dynamisch bewustzijn' bereik je dat de diverse tijdconstanten op elkaar zijn afgestemd. Kiest men bijvoorbeeld voor een met oliedruk voorgespannen enkelfilm-lager, dat direct verbonden is met de voedingsbron, dan is de tijdconstante van de voorgespannen film sterk verschillend van die van de op de oliefilm gelagerde massa. Stationair is alles in orde, maar er kunnen wel dynamische problemen optreden. Kiest men echter voor een dubbelfilm-lager, dan zijn de tijdconstanten waarschijnlijk beter op elkaar afgestemd. Met een beetje geluk komen verstoringen dan in tegenfase bij elkaar, zodat ze elkaar niet versterken maar juist verzwakken.

Hoe zie je de toekomst van precisiehydraulica?

Als je kijkt naar de wereld van de grondverzetwerktuigen, dan zien je dat de enorme draglines van toen zijn vervangen door veel kleinere, hydraulisch bestuurd schepelementen. Alles is daar kleiner, compacter, sneller en 'slimmer' geworden. Iets dergelijks zal ook optreden als men in de wereld van de precisietechnologie de aversie tegen olie heeft overwonnen en aantrekkelijke hydraulische applicaties een welverdiende kans krijgen. Het gaat er daarbij in de eerste instantie om lekkageproblemen te beheersen. Wij hebben ook wel eens te maken gehad met hardnekkige lekkageproblemen. Die konden worden opgelost door de bewerking van O-ring-groeven zo te verbeteren dat de bewerkingsgroeven het afdichtende vlak niet kruisen. Toen zo het lekkageprobleem was opgelost, kwam ook weer het geloof terug in een probleemoplossing met behulp van hydraulica.

Het grote voordeel van een 'hydraulische oplossing' van een mechanisatieprobleem is dat de slijtage verwaarloosbaar klein is, zodat de productiekwaliteit constant blijft en het benodigde onderhoud minimaal is. Eigenlijk is de enige beperkende factor voor de levensduur de degradatie van de olie. Maar de temperatuur ervan is laag, in ieder geval veel lager dan in een verbrandingsmotor. Hydraulische olie gaat dan ook lang mee en is bovendien simpel te vervangen. Een machine met hydraulica is voor meer dan 95% inzetbaar, tegen 80% of minder voor een mechanische 'houtje-touwte-machine'. De zuiverheid – onder andere de eenparigheid – van hydraulisch aangedreven bewegingen maakt dat de snij snelheid van verspanende bewerkingen omhoog kan. Dat soort algemene waarheden zal men in de nabije toekomst beslist ontdekken.

Zijn er ontwikkelingen die het vakgebied hydraulica in de nabije of verre toekomst ingrijpend zullen veranderen?

De potentie van hydraulische aandrijvingen is nog lang niet voor de volle 100% benut. Dus is er nu en in de nabije toekomst geen behoefte aan exotische materialen als keramiek, dat als grootste bezwaar de moeilijke bewerkbaarheid heeft. Pas als de mogelijkheden van hydraulica volledig tot hun recht zijn gekomen, zal men bijzondere materialen moeten gaan toepassen. Hun bezwaren qua bewerking kan men dan het hoofd bieden door de toepassing van hydraulische bewerkingsmachines.

Wat betreft het medium olie kan worden opgemerkt dat nu en straks de eigenschappen van 'gewone' minerale olie ruimschoots aan hun doel beantwoorden. Je zou in veel gevallen zelfs dat doel met water kunnen bereiken, maar dat heeft het bezwaar dat er gemakkelijker corrosie kan optreden. Alleen voor toepassingen waar sprake is van brandgevaar, komen synthetische vloeistoffen of water in aanmerking. Wel moet er gelet worden op de goede combinatie van afdichtrubbers en hydraulische olie. Maar de gangbare synthetische rubbers als buna en neopreen hebben een uitstekende relatie met minerale olie.

Mijn boodschap is dat de toepassing van hydraulica in de precisietechnologie ver achter loopt bij de grote potenties van het medium. Leer daarom eerst om te gaan met dit machtige medium. Bijzondere materialen komen dan nog wel in een later stadium aan de orde. Een hydraulisch werktuig kan heel goed zowel een pre-

cisiemachine als een onvermoeibaar en betrouwbaar werkpaard zijn. Dat is te danken aan het nagenoeg afwezig zijn van slijtage. Daar komt bij dat mechanisch meten in veel gevallen overbodig is, waardoor aanraken en dus beschadiging van het product voorkomen wordt. Want eensdeels is door de reproduceerbaarheid van hydraulisch aangedreven bewerkingen meten heel vaak onnodig, anderdeels zijn betrouwbare procesmetingen mogelijk via de drukfluctuaties in de vloeistof.

Resumerend kan worden gesteld dat goed ontworpen [1] hydraulische bewerkingsmachines in staat zijn een product van de juiste vorm en afmeting te maken. Die machines zullen in de toekomst ook fungeren als meetwerktuig en zo in staat zijn vormcorrecties aan te brengen. Pas dan zullen de geweldige mogelijkheden van hydraulica goed tot hun recht komen.

Informatie

Philips Centre for Manufacturing Technology
Contactpersoon: Ir. H.M.J.R. Soemers,
tel. 040-2733911, fax 040-2733201

Doedijns bv
Contactpersoon W. van der Wekken, tel. 070-3401600,
toestel 629, fax 070-3401602.

Hembrug bv
Contactpersoon H. Balm, tel. 023-5124900,
fax 023-5124901.

Ir. H.J.J. Kraakman, tel. 040-2120441

Literatuur

- [1] J.G.C. de Gast, *Berekening en constructie van hydrostatische lagers*, Polytechn Tijdschr W (1968)4
- [2] H.J.J. Kraakman en J.G.C. de Gast, *Een precisiedraibank met hydrostatische lagering en aandrijving*, Philips Techn Tijdschr 30(1969)5

H.J.J. Kraakman, *Hydrostatische lagers met verhoogde stijfheid*, Polytechn Tijdschr W (1977)10,11,12

F. Zuurveen, *Geen consumentenelektronica zonder precisietechnologie*, NVPT Jaarboek *Precisietechnologie 1996*, 118-130, in het bijzonder 126