

Instrumentdraaien op CNC-machines: een haalbare kaart?

Ing. T. Koert, Philips Machinefabrieken Eindhoven.

In de fijnmechanische industrie wordt een centrale plaats ingenomen door het instrumentdraaien. De daarbij voorkomende zeer kleine, hoognauwkeurige werkstukken worden nog grotendeels op conventionele draaibanken vervaardigd. De instrumentdraaier lijkt daarbij onmisbaar. Met zijn fijngevoelige handen bedient hij zijn draaibank en hanteert hij zijn meetinstrumenten. Door zijn jarenlange ervaring weet hij een oplossing voor alle problemen, die bij het draaien van fragiele en nauwkeurige werkstukken kunnen optreden. Tabellen met verspaningscondities gebruikt hij niet, hij stelt zijn toerentallen en voedingen gevoelsmatig in. In zijn werkkast ligt een groot aantal speciaal geslepen beitels, kanonboren en tappen. Hij slijpt zijn gereedschappen zelf, uitgaande van zijn, na jaren ervaring verkregen, inzichten. Bij elk produkt dat hij in de loop der jaren heeft vervaardigd hoort een verhaal, met daarin de daarbij toegepaste kunstgrepen. Vaste hulpmiddelen zijn een loep, een pincet en polijstpapier.

In hoeverre kunnen deze werkzaamheden door een CNC-instrumentdraaibank worden overgenomen?

Inleiding

Aan een instrumentdraaibank worden hoge eisen gesteld, zoals:

- goede toegankelijkheid en een lichte bediening van hefboomen, knoppen en handwielen;
- zeer licht lopende sleden;
- nauwkeurig afleesbare noniussen;
- lage geluidproductie over het hele toerentalgebied;
- grote dynamische stijfheid van slede en hoofdspil;
- grote rondlooptrouwbaarheid van de hoofdspil.

Vooral het spannen is bij het instrumentdraaien een kritische factor. Omdat de produkten hierbij beslist niet mogen vervormen of beschadigen, worden hiervoor meestal trekstangspanningen gebruikt.

Het seriematige en minder nauwkeurige instrumentdraaiwerk wordt tegenwoordig vaak op CNC-machines gemaakt,

maar de enkelstuksfabricage van zeer nauwkeurige werkstukken vindt meestal nog conventioneel plaats. Op de eerste plaats omdat de langere inrichttijd van een CNC-machine vaak nog niet door kortere cyclustijden kan worden gecompenseerd. Standaardisatie van werkmethoden, programmering, gereedschappen en technologie vormen echter de oplossing voor dit probleem. Een tweede belangrijke reden is dat het proces zo gecompliceerd is, dat het moeilijk is te voorspellen. Zo moeten vaak speciale oplossingen op het gebied van spannen, gereedschappen en technologie gezocht worden. Voor CNC-machines is dat duur en dikwijls niet mogelijk.

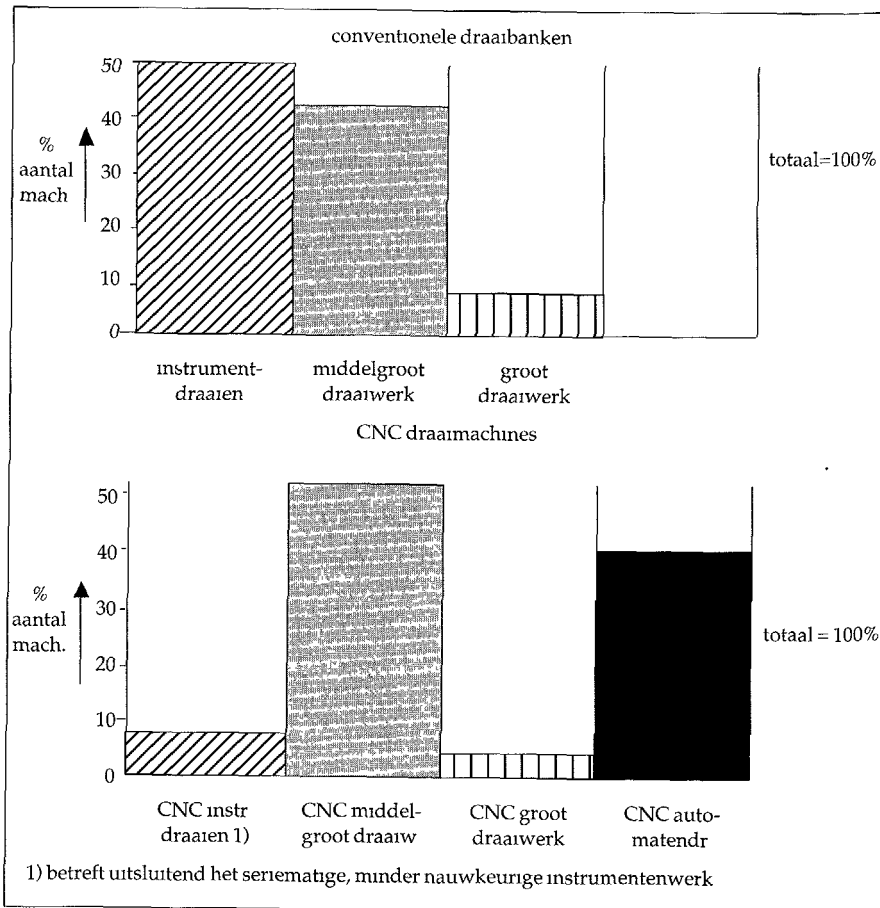
Toch kan meer instrumentdraaiwerk geautomatiseerd worden. In de Philips Machinefabrieken is het instrumentdraaien destijds nauwkeurig

geanalyseerd, waarna de aan een CNC-instrumentdraaibank te stellen eisen werden opgesteld. Tot aan de vorige EMO in Milaan (1987) bleken er geen machines op de markt verkrijgbaar die aan deze eisen voldeden. Een uitvoerige beproeving van een tweetal machines, die desondanks werd uitgevoerd, bevestigde dit. Op die bewuste tentoonstelling werd echter een aantal nieuwe CNC-machines geïntroduceerd, speciaal ontwikkeld voor het instrumentdraaien. Na een uitgebreide selectieprocedure werd uiteindelijk een machine gevonden die aan de gestelde eisen voldeed.

Alvorens die selectieprocedure te omschrijven, zal eerst worden besproken wat men bij Philips precies onder instrumentdraaien verstaat en hoe de profiel-schets van een CNC-machine, geschikt voor het instrumentdraaien, werd samengesteld.



Figuur 1
De instrumentdraaier.



Figuur 2 Verdeling draaimachines (Philips Machinefabrieken).

Indeling draaigebieden

Bij de Philips Machinefabrieken wordt het conventionele draaiwerk grofweg in de volgende drie categorieën ingedeeld:

- instrumentdraaien	produktdiameter 0,5 - 26 mm
- middelgroot draaiwerk	produktdiameter 26 - 200 mm
- groot draaiwerk	produktdiameter > 200 mm

Het conventionele revolverdraaien en het automata draaien zijn verdwenen. Dit werk wordt tegenwoordig op CNC-(revolver)draai-automaten uitgevoerd. Het CNC-draaien kan grofweg in de volgende vier gebieden worden ingedeeld:

- CNC-automata draaien: voor serie-werk in het diametergebied van 1 - 60 mm,
- CNC-instrumentdraaien: produktdiameter 0,5 - 26 mm (bij nadere beschouwing uitsluitend seriematig, minder nauwkeurig);
- CNC-middelgroot draaiwerk: produktdiameter 26 - 200 mm,
- CNC-groot draaiwerk: produktdiameter 200 - 400 mm

In figuur 2 is deze indeling procentueel weergegeven, zowel voor conventionele als voor numeriek bestuurd machines.

Opvallende details:

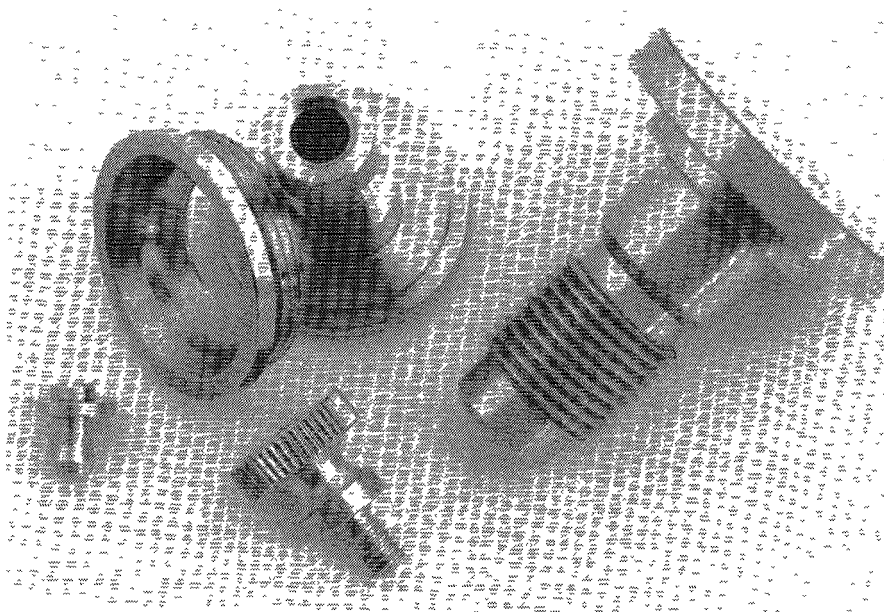
- de helft van alle conventionele machines zijn instrumentdraaimachines;
- er zijn nauwelijks CNC-machines in het instrumentdraaigebied aanwezig. De machines die er zijn worden gebruikt voor het seriematige, minder nauwkeurige deel van het instrumentdraaigebied;
- de verhouding numeriek: conventioneel in aantallen machines is 1:5 (in output is de verhouding 1:3)

Met name de constatering dat nauwelijks instrumentdraaiwerk op een CNC-machine gemaakt wordt, heeft ertoe geleid dit werk nader te analyseren.

Kenmerken van het instrumentdraaiwerk

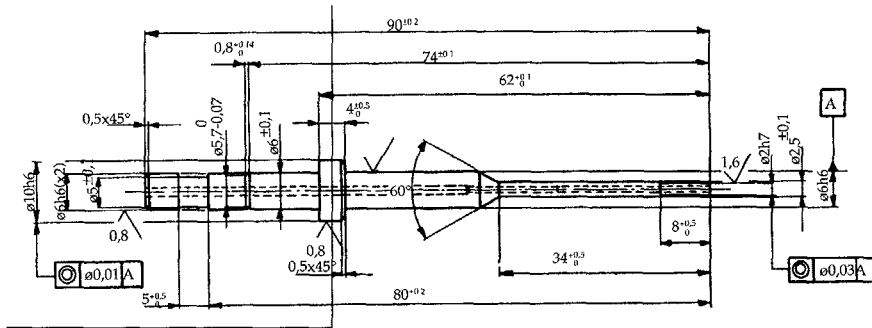
Het instrumentdraaiwerk wordt gekenmerkt door de volgende factoren (zie figuren 3 en 4):

- zeer kleine producten;
- slecht hanteerbaar;
- veel tekeningmaten in verhouding tot het verspaand volume;
- lange en dunne producten;



Figuur 3 Diverse instrumentendraaiprodukten.

Instrumentdraaien op CNC-machines: een haalbare kaart?



Figuur 4 Tekening van een pen.

- hoge maatnauwkeurigheden;
- extreme vorm- en slagnauwkeurigheden;
- lage oppervlakteruwheden;
- kleine gaatjes;
- "exotische" materialen;
- hoge spannaauwkeurigheden;
- speciale beitels c.q. gereedschappen nodig;
- speciale opspanningen vereist.

Als spanmiddel wordt meestal de trekspantang (W20, W25 of B32) gebruikt. Deze spantang heeft als voordeel ten opzichte van de drukspantang (F-tang) dat het vervormingsrisico van zowel het produkt als de tang lager is.

**Profielchets
CNC-instrumentdraaimachine**

Via een analyse van het instrumentdraaiwerk zijn de eisen geformuleerd waaraan de CNC-machine moet voldoen. Het on-

derwerp is uitvoerig behandeld tijdens de machinebesprekingen, die regelmatig in diverse fabrieken plaatsvinden. Aspecten als ergonomie, nauwkeurigheid, spantsysteem, produktopvanginrichting en stafaanvoer zijn hierbij aan de orde gesteld. De, overigens mislukte, proeven met enkele machines hebben belangrijke extra gegevens opgeleverd, die tot bijstelling van de eisen geleid hebben. Uiteindelijk heeft dit geleid tot de volgende definitieve profielchets:

De toegankelijkheid van hoofdspil en gereedschappen is zeer goed en de afstand tussen de hoofdspil en de bedieningsman evenredig klein. Via korte en snelle handelingen wordt het produkt gewisseld.

Het verspaningsproces vindt plaats in het gezichtsveld van de bedieningsman en is daardoor goed te volgen. Een schuinbed machine verdient, mede door zijn goede spaanafvoer, de voorkeur.

De machine is uitgerust met een revolver. Een gereedschapssysteem met lineair aangebrachte gereedschappen op de slede (figuur 5) is niet acceptabel in verband met het grote botsingsgevaar en de benodigde lange inrichttijd.

De machine is voorzien van een produktopvanginrichting en een korte stafaanvoer (600 mm). De produkten worden door de opvanginrichting aan de voorzijde in een verzamelbak gedeponeerd, zodat tussentijdse controles snel uitgevoerd kunnen worden.

Lange stafaanvoersystemen zijn niet acceptabel, omdat onbalans in het materiaal trillingen overbrengt naar de machine en zo vooral de oppervlakteruwheid ongunstig beïnvloedt.

Overige eisen:

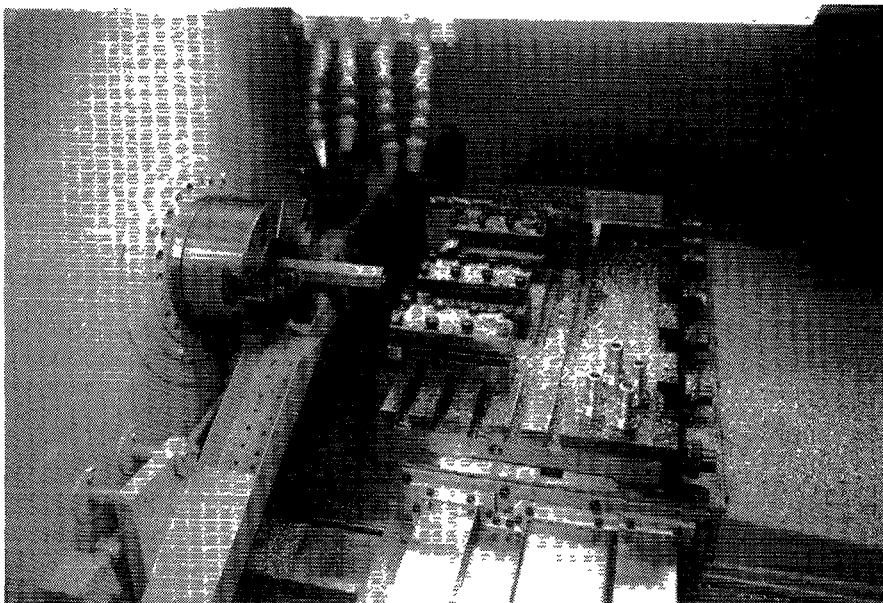
- diametergebied: 2 - 60 mm;
- toerentalbereik minimaal 6000 omw/min; bij voorkeur 8000 omw/min;
- hoge nauwkeurigheid volgens VDI/DGQ 3441 n.l.:

P	=	10 μm
P _a	=	8 μm
P _{smax}	=	4 μm
P _s	=	3 μm
U _{max}	=	3 μm
U	=	2 μm

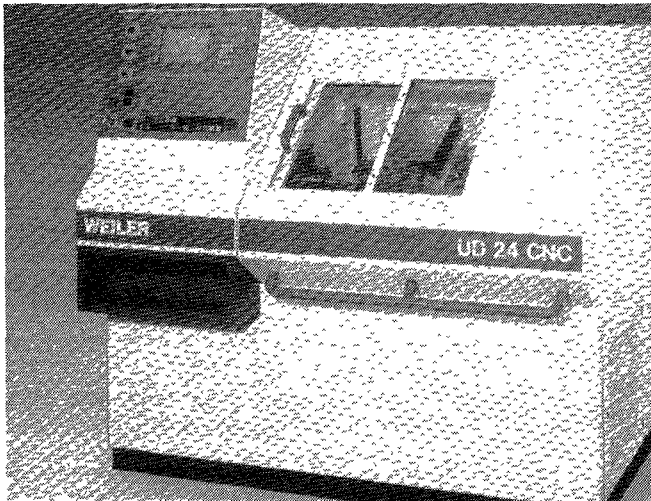
- geometrische nauwkeurigheid volgens DIN 8605, waarbij aanvullend een rondloopnauwkeurigheid < 3 μm, gemeten aan de produkten, gevraagd wordt;
- zeer nauwkeurig spantangstelsel met trekbekrachtiging (opname W20, W25 of B32);
- revolver met opname voor universele, snel wisselbare gereedschaphouders (VDI 3425, Ø 20 mm),
- bedieningsvriendelijke besturing met uitgebreide geometrische functies, grafische mogelijkheden, technologie en parallelprogrammeermogelijkheid (programmeren terwijl de machine loopt);
- kostprijs van de machine inclusief gereedschapset ca. f 200.000,—.

Marktonderzoek

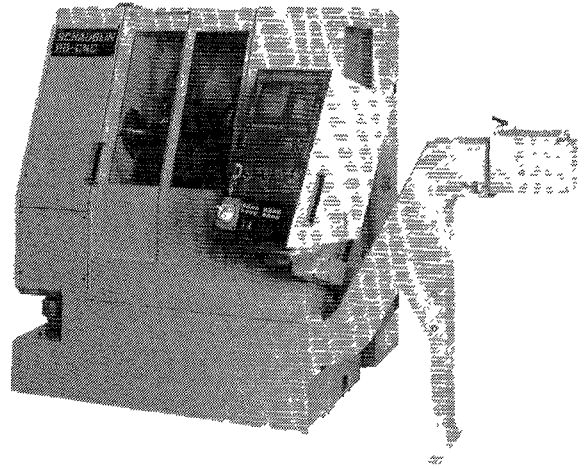
In 1986 is de markt van kleine nauwkeurige CNC-draaibanken geïnventariseerd. Een achttal machines is uitgebreid bekeken. De uitvoeringen met lineaire slede vielen meteen af. Met twee fabrieken zijn proeven gedaan die mislukten, omdat ze onvoldoende nauwkeurig en onvoldoende toegankelijk waren. Geen enkel exemplaar voldeed in die tijd aan de eisen. Een



Figuur 5 Lineair gereedschapssysteem.



Figuur 6 Weiler UD 24 CNC.



Figuur 7 Schaublin 110 CNC.

kleine, nauwkeurige, flexibele en economische CNC instrumentdraaimachine was helaas niet te vinden

De machinebouwers zaten echter niet stil. Op de EMO in Milaan (1987) werd een aantal nieuwe machines geïntroduceerd, dat verrassend dicht bij de gewenste specificatie kwam n.l.:

- Spinner SB CNC, Duitsland;
- Weiler UD 24 CNC, Duitsland;
- Gildemeister CT 20, Duitsland;
- Benzinger TNS, Duitsland;
- Okuma LB 9, Japan;
- Schaublin 110 CNC, Zwitserland;
- Emcoturn 240, Oostenrijk.

Genoemde fabrikaten zijn uitvoerig geanalyseerd, waarna uit deze zeven gekozen is voor een machine die aan alle eerder genoemde eisen voldoet.

Met deze machines is inmiddels enkele maanden praktijkervaring opgedaan. Technologisch gezien zijn de volgende resultaten haalbaar:

- repeteerbaar de tolerantieklasse IT 5 draaien, ook op moeilijk te verspanen materialen;
- rondloopnauwkeurigheden realiseren, aan het produkt gemeten, van 0,5-1 μm ;
- oppervlakteruwheden realiseerbaar van Ra 0,2 μm tot 0,8 μm .

Door deze resultaten kan rondslipen als vervolgbewerking in veel gevallen achterwege blijven.

Inmiddels zijn ook gegevens beschikbaar over de gerealiseerde bewerkingstijden. Op de cyclustijden kan een besparing van minimaal 40% worden bereikt, bij gelijkblijvende inrichttijden in vergelijking met conventioneel instrumentdraaien. Gezien de ervaring tot nu toe is de verwachting dat 50 à 60% van het instrumentdraaien in de Philips Machinefabrieken kostenneutraal of winstgevend omgezet kan worden naar CNC. Te optimistisch? De toekomst zal het leren!

Actueel

SAMPE 91 in MECC Maastricht

Tentoonstelling en congres over nieuwe materialen.

De afdeling Benelux van de Society for the Advancement of Material and Process Engineering, afgekort SAMPE, is aangewezen om het twaalfde Europese Congres van deze organisatie vorm te geven. Dat zal gebeuren van 28 tot en met 30 mei 1991 in het Maastrichts Expositie & Congres Centrum, MECC. Gelijkzeitig met het congres wordt een tentoonstelling gehouden over nieuwe materialen en hun toepassingsgebieden. Nieuwe materialen vinden hun weg vooral in de lucht- en ruimtevaart, in de sport en de recreatie en in de automobielindustrie. Onderwerpen die tijdens het SAMPE-

congres bijzondere aandacht zullen krijgen, zijn: gezondheids-, veiligheids- en milieu-aspecten van nieuwe materialen, de wijze waarop de kwaliteitscontrole moet worden georganiseerd en de mate waarin deze nieuwe hoogwaardige materialen een bijdrage kunnen leveren aan verlaging van de produktiekosten.

Nieuwe materialen vinden op tal van gebieden toepassing. Te denken valt daarbij bijvoorbeeld aan composieten en keramische materialen, zoals die worden toegepast in de lucht- en ruimtevaart, kunststoffen en metaallegingen voor de auto-industrie, terwijl ook in de recreatiesfeer steeds vaker nieuwe hoogwaardige materialen worden gebruikt.

Naar aanleiding van de enige tijd geleden verzonden 'call for papers' is bij de organisatoren van het congres al een groot aantal aanmeldingen voor presentaties binnengekomen.

Sinds enige tijd bestaat er een nauwe samenwerking tussen het MECC in Maastricht en het RAI Tentoonstellings- en Congrescentrum in Amsterdam. In het kader van SAMPE 91 wordt door beide organisaties nauw samengewerkt. Zo zijn alle uitvoerende activiteiten voor het congres door de Society for the Advancement of Material and Process Engineering in handen gegeven van het MECC, terwijl de invulling van de tentoonstelling in handen is gegeven van RAI Gebouw bv.