

CAD van een bewerkingsgereedschap

Citation for published version (APA):

Houtackers, L. J. A. (1986). CAD van een bewerkingsgereedschap. *MB Produktietechniek*, 52(11), 324-326.

Document status and date:

Published: 01/01/1986

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of Record (includes final page, issue and volume numbers)

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

CAD van een bewerkingsgereedschap

Ir. L.J.A. Houtackers

TH Eindhoven, Laboratorium voor Omvormtechnologie, Vakgroep Produktietechnologie en -Automatisering

Veel onderdelen van gebruiksgoederen (consumentenartikelen) worden met behulp van omvormtechnieken, zoals dieptrekken, geproduceerd. Het ontwerpen van deze onderdelen en de daarvoor benodigde gereedschappen vraagt veelal specialistische kennis en kost meestal veel tijd. Technologisch onderzoek van omvormprocessen en bewerkingstechnieken levert vaak veel informatie. Meestal zijn de resultaten van deze onderzoeken echter niet rechtstreeks toegesneden op een specifieke situatie. Ze vragen van geval tot geval om een nadere interpretatie.

Daarnaast dient bij het ontwerpen van produkt en gereedschap reeds rekening te worden gehouden met tal van factoren, die bij de produktie een rol spelen. Produktontwerp, gereedschapontwerp, de bouw van het gereedschap en de produktie zelf zijn in het algemeen in verschillende handen. Ontwerpen en fabriceren zijn twee werelden [8].

Een en ander heeft tot gevolg, dat niet altijd adequaat op marktaanvragen gereageerd kan worden.

Een interessant hulpmiddel om deze kloof te overbruggen zou een computer met CAD-software kunnen zijn.

Ten aanzien van ontwerp en fabricage wordt daarbij in eerste instantie niet gedacht aan grote allesomvattende CAD-programma's, maar aan kleine specifieke programma's, die gericht zijn op een concreet toepassingsgebied. Programma's, universeel opgebouwd met uitwisselbare modules, menubestuurd die op een universele IBM-pc of daarmee verwante computer kunnen draaien.

Plooihouderloos dieptrekken

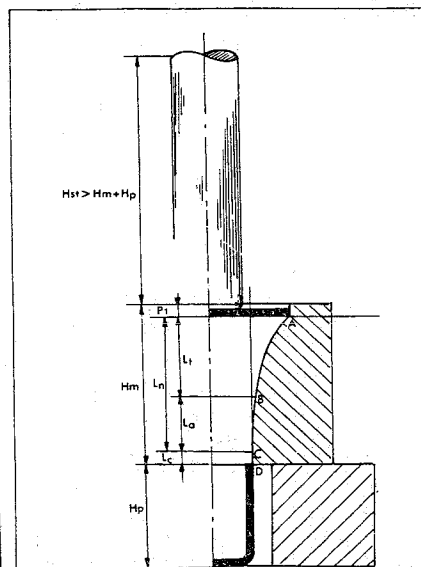
Bij het Laboratorium voor Omvormtechnologie THE is onder meer een software-pakket in ontwikkeling voor het ontwerpen van produkten en gereedschappen voor de fabricage van hulsvormige lichamen door middel van plooihouderloos dieptrekken. In figuur 1 is dit proces schematisch weergegeven.

Procesanalyse levert enerzijds de contour van de dieptrekmatrijs en anderzijds de optredende krachten in het produkt en op de matrijswand. Indien tijdens het proces wordt uitgegaan van een constante hoogte h van de te vormen wand van het produkt, dan kan de contour van de matrijs worden beschreven met een tractrixvorm. De tractrixvergelijking is weergegeven in figuur 2.

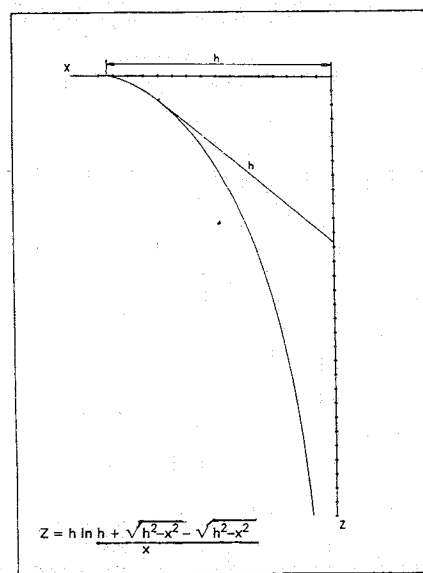
In 1934 werd door prof. May van het Institut für Umformtechnik te Stuttgart voorgesteld de tractrix te gebruiken als inloopvorm van de trekmatris voor het dieptrekken van dikke plaat zonder plooihouder. Door het ontbreken van de

plooihouder wordt de maximale dieptrekkraft F_{tmax} relatief lager ten opzichte van andere inloopvormen, terwijl het kracht-wegdiagram een gunstiger beeld te zien geeft. Men is daardoor in staat produkten met een grotere dieptrekverhouding (tot maximaal 2,8) dan bij dieptrekken met plooihouder zonder bodemscheur of plooivorming te realiseren. De grens tussen plooiën en bodemscheur is gelegen bij de verhouding $d_{st}/s_0 = 30$, waarbij d_{st} = stempeldiameter en s_0 = de oorspronkelijke plaatdikte [1].

Een aspect, dat in de literatuur vaak als nadeel van het plooihouderloos dieptrekken wordt aangehaald, is de toename van de wanddikte vanaf de bodem naar de rand. Door kalibratie van de wand in het cilindrisch deel van het gereedschap aan het einde van de slag (aanpassing van de trekspleet tot maximaal $0,8 s_0$) kan echter zonder een aparte duntrekking toe te passen een vrij gladde wand van constante dikte worden verkregen. Natuurlijk gaat dit gepaard met een toename van de kracht op produkt en gereedschap. De wand-



Figuur 1 Schema dieptrekken zonder plooihouder



Figuur 2 De tractrixfunctie

dikte van het eindprodukt is binnen zekere grenzen door de geometrie van de trekspleet volledig vast te leggen. Een ander nadeel van de tractrix als inloopvorm is de asymptotische nadering van de kromme tot de verticale Z-as. Zonder aanpassing van de inloopvorm betekent dit een relatief hoge matrijs, een lange stempel, een lange stempelweg en is een grote inbouwhoogte van het gereedschap onder de

pers vereist. Om de einddiameter van het produkt te bereiken werd vroeger de tractrixvorm afgebroken en de overgang naar het cilindrisch deel met de hand nabewerkt.

In het verleden zijn diverse pogingen ondernomen om andere inloopvormen zoals de cirkel-, kegel-, sinus- of ellipsvorm toe te passen [2, 3, 7, 9, 10]. Ook werd door Haverbeck [11] voorgesteld als inloopvorm een kromme gelegen tussen twee verschillende tractrixvormen toe te passen. Het realiseren van deze vorm zou echter volgens Hermans [7] op een NC-draaibank geen eenvoudige zaak zijn. Het ontbreken van de juiste vergelijking voor de beschrijving van deze kromme is daar mogelijk debet aan.

Onderzoek in het Laboratorium voor Omvormtechnologie THE

Binnen het totale onderzoekgebeuren van het Laboratorium voor Omvormtechnologie THE heeft ook een deelonderzoek met betrekking tot het plooihouderloos dieptrekken plaatsgevonden. Daarbij werd behalve aan de procesanalyse ook aandacht besteed aan de problemen zoals die hiervoor zijn beschreven. Er werd een zogenaamde afbreekfunctie ontwikkeld met een aantal opmerkelijke eigenschappen; zie figuur 1.

De contour van de matrijs wordt daarbij achtereenvolgens beschreven door de desbetreffende tractrixvergelijking van A naar B, de daarbij behorende afbreekfunctie van B naar C en een cilindrische uitloop van C naar D. De overgangen in de punten B en C verlopen daarbij vloeiend.

De overgang van de tractrix naar de afbreekfunctie, met andere woorden, het afbreekpunt B, wordt zodanig gekozen, dat het optreden van het krachtmaximum F_{tmax} van het tractrixdieptrekproces reeds heeft plaatsgevonden. Het overgangspunt C wordt binnen zekere grenzen bepaald door de totale beschikbare matrijshoogte H_m .

Door de juiste keuze van punt B en het minimaliseren van de lengte L_a waarover de afbreekfunctie werkzaam is, kan men de werkelijk benodigde matrijs H_m reduceren tot ongeveer de helft van de oorspronkelijke hoogte, die nodig zou zijn geweest, indien men uitsluitend de tractrix als inloopvorm had gekozen, zonder dat de momentane proceskracht F_a in het afbreekdeel groter wordt dan het eerdergenoemde krachtmaximum F_{tmax} .

Door de gereduceerde hoogte van de matrijs kunnen ook de benodigde stempellengte, de vereiste stempelpweg en

de benodigde inbouwhoogte van het gereedschap onder een pers met eenzelfde bedrag worden vermindert. Uiteindelijk komt dit de nauwkeurigheid van het eindprodukt ten goede.

Hiermee zijn de belangrijkste aspecten, waarmee bij het plooihouderloos dieptrekken met een tractrixvorm rekening dient te worden gehouden, de revue gepasseerd. Voor verdere details wordt naar de literatuur verwezen, o.a. [5, 6, 7].

CAD-tractrixdieptrekken

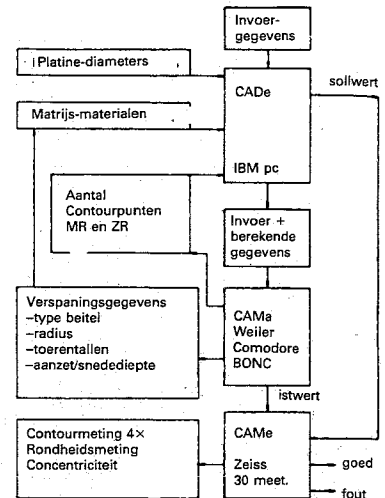
De eerste versie van het eerdergenoemde programma "TRAKTRIXDIEPTREKKEN 1.00" is in figuur 3 schematisch weergegeven. Het programma start automatisch en vraagt onder het hoofd INVOERGEGEVENS een achttal parameters op te geven:

- De uitwendige diameter van het gewenste eindprodukt.
- De dieptrekverhouding. Deze dient te liggen tussen de extreme waarden 1 en 2,8 terwijl de toelaatbare waarde mede afhankelijk is van de keuze van het materiaal van het produkt.
- De uitgangsdikte s_0 van de platine.
- De gewenste wanddikte van het produkt in relatie tot s_0 . De minimum waarde is $0,8s_0$. De maximale waarde is afhankelijk van de gekozen dieptrekverhouding.
- De beschikbare hoogte voor de matrijs.
- De beschikbare diameter voor de matrijs.
- De lengte van het cilindrisch kalibreergedeelte in relatie tot s_0 .
- De plaats van het afbreekpunt B. Deze plaats wordt opgegeven in relatie tot de waarde h uit de tractrixvergelijking. De bovengrens wordt daarbij bepaald door de plaats waar F_{tmax} optreedt.

Na het invoeren van deze gegevens controleert het programma of alle invoergegevens correct en toelaatbaar zijn, voert een aantal controleberekeningen uit en berekent daarna een aantal afgeleide gegevens. Met behulp van de ingevoerde gegevens worden de minimaal benodigde matrijshoogte en de minimale matrijstdiameter berekend, terwijl tevens de bijbehorende afbreekfunctie wordt bepaald.

In het databestand PLATINE-DIAMETERS bevinden zich alle beschikbare snijgereedschappen. Het programma vergelijkt de gewenste met een eventueel beschikbare platinediameter, geeft beide waarden weer op het scherm, maar laat de gebruiker alsnog vrij in zijn keuze.

Het bestand van de platinediameters is evenals de andere bestanden op vrij eenvoudige wijze aan de bedrijfsomstandigheden aan te passen.



Figuur 3 Schema TRAKTRIXDIEPTREKKEN 1.00

In het databestand MATRIJS-MATERIALEN zijn per materiaal en per beschikbare NC-draaibank alle verspaningsgegevens zoals type beitels, radii, toerentallen, toelaatbare aanzet/snedediepte etc. aanwezig.

Na de materiaalkeuze nodigt het CAD-programma de gebruiker uit om voor het CAM-programma een keuze te maken uit een cirkel- of een lijninterpolatie tussen de contourpunten. Daartoe is in een databestand CONTOURPUNTEN reeds per NC-draaibank het aantal beschikbare contourpunten voor beide gevallen aanwezig.

Vervolgens bepaalt het CAD-programma met behulp van de ingevoerde gegevens en de gemaakte keuzen alle gegevens, die nodig zijn voor het ontwerp van het gereedschap en de fabricage van de matrijs. Deze gegevens worden in een keuzemenu op het scherm aangeboden:

1. Een tabel met alle ingevoerde en daaruit afgeleide gegevens.
2. De X- en Z-coördinaten van de gehele contour t.b.v. het CAM-programma:
 - In tabel met neusradiuscorrectie voor lijninterpolatie.
 - In tabel met neusradiuscorrectie en de bijbehorende radii voor de cirkelinterpolatie.
 - In grafiek met neusradiuscorrectie.
 - In grafiek zonder neusradiuscorrectie.
3. Een maatschets van het stempel en de matrijs met alle relevante maten.
4. Een tabel met, per gekozen matrijsmateriaal, alle benodigde verspaningsgegevens en instelgegevens voor de NC-draaibank.
5. Een simulatieprogramma waarin het verloop van het gehele dieptrekproces met behulp van de berekende gegevens in een bewegend beeld op het scherm wordt gebracht.

Na
Inm
wik
der
het
terv
gev
ces
ven
van
voe

Litel
[1] F
teile
Blec
[2] ,
Dra
Mec

M

Rec
gur
teu
Lic
368
Dit
en
aar
sar
sch
en

Her
cor
de
lijk
ovr

Aa
sch
cag
bij
fat
var
(gr
var
ces
prc
coi

He
go
scl

De
uit
pr
ble

Nawoord

Inmiddels is een tweede versie in ontwikkeling. Daarin wordt met een veranderende hoogte van het produkt tijdens het dieptrekken rekening gehouden, terwijl zekere grenzen van de invoergegevens door een uitgebreidere procesanalyse bepaald zullen worden. Tevens zal daarbij de gehele geometrie van het gewenste eindprodukt als invoergegeven worden gehanteerd.

Literatuur

- [1] Frobin, R.: Anwendungsgrenzen und Vorteile des Tiefziehens ohne Niederhalter; Blech-Rohre-Profile 26 (1979)3, S126/128.
- [2] Al-Makky, M.M. and D.M. Woo: Deep-Drawing through Tractrix Type Dies; Int. J. Mech. Sci. Vol. 22 (1980), p.p. 467-480.

[3] Woo, D.M.: Analysis of Deep-Drawing Over a Tractrix Die; J. Engineering Materials and Technology Oct. (1976), p.p. 337-341. Transactions of the ASME.

[4] Radtke, H.: Grenzen des Napfziehens ohne Niederhalter; Maschinenmarkt, Würzburg, 76 (1970)106, S2428/2433.

[5] Hermans, H.: Dieptrekken zonder plooihouder, gecombineerd met duntrekken; Metaalbewerking Jrg. 48, no. 6, 23 maart (1982), pag. 134-138.

[6] Hermans, H.: Dieptrekken zonder plooihouder; Metaalbewerking Jrg. 47, no. 16, 25 augustus (1981), pag. 383-386.

[7] Hermans, H.: Dieptrekken en duntrekken in één persslag; 1: De bewerkingsmethoden; Metaalbewerking Jrg. 50, no. 1, 10 januari (1984), pag. 4-8.

[8] FDO Tech. Adviseurs BV A'dam.: Op de EMO CAD/CAM nog niet te koop; Metaalbewerking Jrg. 51, no. 22, 26 november (1985), pag. 557-558.

[9] Shawki, G.S.A.: Untersuchungen über das Tiefziehen rotations-symmetrischer zylindrischer Teile ohne Blechhalter; Werkstattstechnik 53 (1983)1, S12/16.

[10] Shawki, G.S.A.: Tiefziehen ohne Blechhalter in Ziehwerkzeugen mit verschieden Einlaufformen (1); Bänder-Bleche-Rohre Düsseldorf, 10 (1969)10, S597/601.

[11] Oehler, G.: Tiefziehen ohne Blechhalter oder Biegen um konvex gekrümmte Kanten; Werkstattstechnik 52 (1962)10, S525/527.

[12] Kals, J.A.G., J.A.H. Ramaekers en L.J.A. Houtackers; Plastisch Omvormen van Metaalen, Grondbegrippen; OMTEC-Stichting Mierlo, 9e druk (1985).

MB-Boekbespreking

Rechnergestützte Gestaltung von Fertigungsprozessen im Maschinenbau; auteurs: Korsakov, Kapustin, Temperhof en Lichtenberg; uitgave VEB Berlin DDR, 1986, 368 pag.; prijs DM 36,-.

Dit boek verschijnt gelijktijdig in het Duits en het Russisch, en werd uitgegeven naar aanleiding van een jubileum van 25 jaar samenwerking tussen de Technische Hogeschool Otto von Guericke te Magdeburg en de TH te Moskou.

Het beschrijft diverse aspecten van het computergebruik bij fabricageprocessen in de machinebouw. Het gaat hier hoofdzakelijk over organisatorische problemen, niet over de verspaningsprocessen zelf.

Aan de orde komen onder meer technologische basisbegrippen inzake rationele fabricagemethoden, methodologische aspecten bij het computerondersteund realiseren van fabricageprocessen (SAPR), mogelijkheden van fabricage volgens werkstukfamilies (groepentechnologie), enkele realisaties van computerondersteunde fabricageprocessen van machine-onderdelen, montageprocessen en een rentabiliteitsstudie van computerbestuurde fabricagetechnieken.

Het is een interessant en uitgebreid werk, goed geïllustreerd en van algemeen didactische waarde.

De behandelde computerprogramma's zijn uiteraard van Russische of Oostduitse oorsprong. De toegankelijkheid is derhalve problematisch.

C. Dekoninck

Scientific Fundamentals of Robotics 5; Non-adaptive and adaptive Control of Manipulation Robots; auteurs M. Vukobratovic, D. Stokic en N. Kircanski; uitgave Springer Verlag, Berlin, 1985, 383 pag.

Dit boek is nummer 5 uit de gelijknamige reeks, die gaat over diverse zaken betreffende de robottechnologie. Deel 5 behandelt de niet-adaptieve en adaptieve besturing van industriële robots.

Het is een noodzakelijk theoretisch werk dat een samenvatting geeft van desbetreffende research die aan het Mikilo Pupin Instituut in Belgrado werd uitgevoerd op het gebied van dynamische besturing van robotsystemen.

Het boek bevat 5 hoofdstukken:

1. Een analytische methode voor het computerondersteund genereren van een robotmodel;
2. De niet-adaptieve besturing van een robot met veranderlijke parameters;
3. De adaptieve besturing van robots (men beschouwt hierbij respectievelijk het gecentraliseerde en niet-gecentraliseerde robotmodel).
4. Een softwarepakket voor synthese van robotbesturing.
5. Implementatie van besturingsalgorithmen op hedendaagse microcomputers.

Het is een wetenschappelijk hoogstaand en grondig uitgewerkt boek, maar het is uiteraard zeer gespecialiseerd.

C. Dekoninck

DIN Taschenbuch 2 - Zeichnungswesen 1; uitgave Beuth Verlag, Berlin-Köln, negende druk, 1984.

Deze nieuwe - tot 30 juni 1984 bijgewerkte - editie bevat 50 DIN- en 5 ISO-normen.

Ten opzichte van de achtste druk zijn er 7 DIN- en 2 ISO-normen toegevoegd. De meeste normen geven algemene richtlijnen betreffende technisch tekenen, zoals de voorstellingswijze van aanzichten en doorsneden, de vereenvoudigde voorstelling van veren en tandwielen, het gebruik van de verschillende lijnsoorten, een overzicht van de verschillende papierformaten en het opvouwen ervan, een beschrijving van alle grafische symbolen, en de opbouw van de titelhoek.

Verder worden in verschillende normen enkele specifieke domeinen behandeld, onder meer de plantekening voor gebouwen, het tekenen van landkaarten met desbetreffende symbolen, de voorstellingswijze voor metaalconstructies, de toepassing van de microfilmtechniek en normen betreffende maten en toleranties voor optische componenten. Tenslotte vindt men enkele normen betreffende tekenmateriaal, namelijk voor passers en tekenpennen en worden richtlijnen gegeven voor de opbouw van een proeftekening waardoor de kwaliteit van numeriek bestuurde tekenmachines kan worden beoordeeld.

Taschenbuch 2 besluit met een opsomming in tabelvorm van de verschillende ISO-normen en de overeenkomstige DIN-normen.

M. de Schepper