ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1992
Seria: MECHANIKA z. 109 Nr kol. 1171

International Conference on
COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING
Internationale Konferenz über
RECHNERINTEGRIERTE FERTIGUNGSSYSTEME
Zakopane, March 24-27 1992

Illés DUDÁS

Fakultät für Maschinenbau
Lehrstuhl für Fertigungstechnik des Maschinenbaus
Miskolcer Universität, Miskolc - Universitätstadt, Hungary

HERSTELLUNG VON HELIKOIDOBERFLÄCHEN UND IHRER WERKZEUGE IN DEM CAD, CAM SYSTEM

Zusammenfassung

Besonders vorteilhaft ist das Benutzen der CAD, CAM Systemen bei der Planung und Herstellung von Helikoidoberflächen und ihrer Werkzeuge, wegen die kleinen Stückzahlen und der zahlreichen Varianten.

Wir möchten eine, allgemein anwendbare Methode zur - aus geometrischen Standpunkten - richtigen Herstellung dieser Oberfläche Ihnen zeigen. Im Laufe der Planung arbeiten wir mit einer zeitmässigen Matrixmethode, mit dem vorteilhafen Benutzen der Computer.
Das ganze Modell ist für den einfachen Einbau ins CIM System geeignet.

1. Computerunterstützte Werkzeugprofilbestimmung

Auf dem Lehrstuhl der Fertigungstechnik des Maschinenbaus laufen schon seit einigen Jahren Forschungen und Versuche in dem Themenkreis der geometrisch sehr komplizierten Werkzeug-und Treibelementenoberflächen, in erster Linie bei der geometrisch genauen Abschlussbearbeitungen, zB. bei Spiroid-treibpaaren, Rotorteilen der Turbokompressoren, usw.
Das Ergebnis der bisherigen Forschungen ist das mathematische-kinemathische Modell, welches die Verbindung der Treib-elementen mit Gerade- oder Spiralzahnung und der Bearbeitungswerkzeuge beschreibt und dieses Modell ermöglicht die Planung der Werkzeuge - Profilfräser, Schleifscheibe - mit dem graphischen CAD System.
Dieses Modell ist zum Beschreiben der Bearbeitung der Gewinden - mit geraden oder konischen Kopf- und Fussoberflächen begrenzt - geeignet, in erster Linie, wenn die Bearbeitung mit einer scheibenförmigen Werkzeug geschieht (Bild 1.).

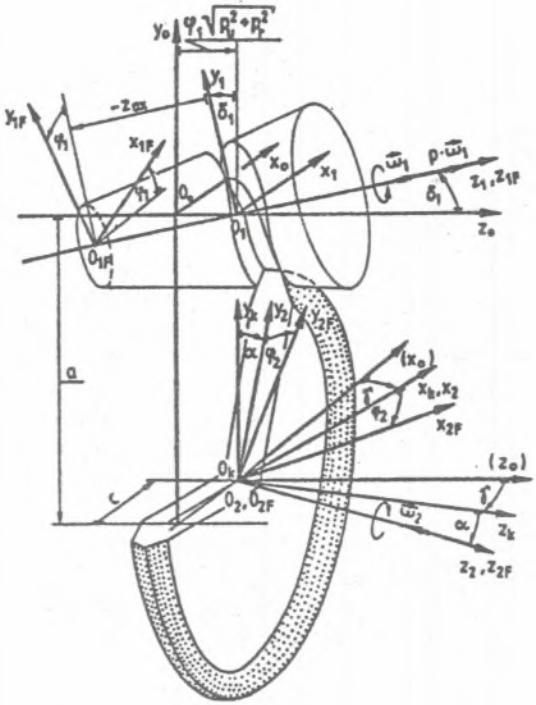

Bild 1.
Zusammenhang der Koordinatensysteme bei der Untersuchung der Herstellungstheorie von Helikoidoberflächen

Legende:

a, b	-	die Koordinaten der Ausgangspunkte des Koordinatensystems der Werkzeug (O_2) in dem Koordinatensystem K_o;
φ_1	-	der Winkel der Verdrehung der Spiraloberfläche (Winkelverdrehung, Belegungs-bzw. Bewegungsparameter);
φ_2	-	der Winkel der Werkzeugverdrehung (Schleif oder Frässcheibe) [$\varphi_2 = i_{21} \cdot \varphi_1$];
i_{21}	-	Übermittlung zur Analyse der Bearbeitung
γ	-	Schräglage der Werkzeug (der Winkel der Gewindesteigung der Spiraloberfläche);
δ_1	-	Halbkegelwinkel des Kopfkegels der Kegelschecke
α	-	der Winkel der Neigung der Werkzeug zum Profil der Spiraloberfläche in dem charakteristischen Schnitt (zB. Schleifen von Evolventspiraloberfläche);
p	-	das Parameter der Gewindesteigung;
p_r	-	das Parameter der Gewindesteigung in radialer Richtung;
p_a	-	das Parameter der Gewindesteigung in axialer Richtung;

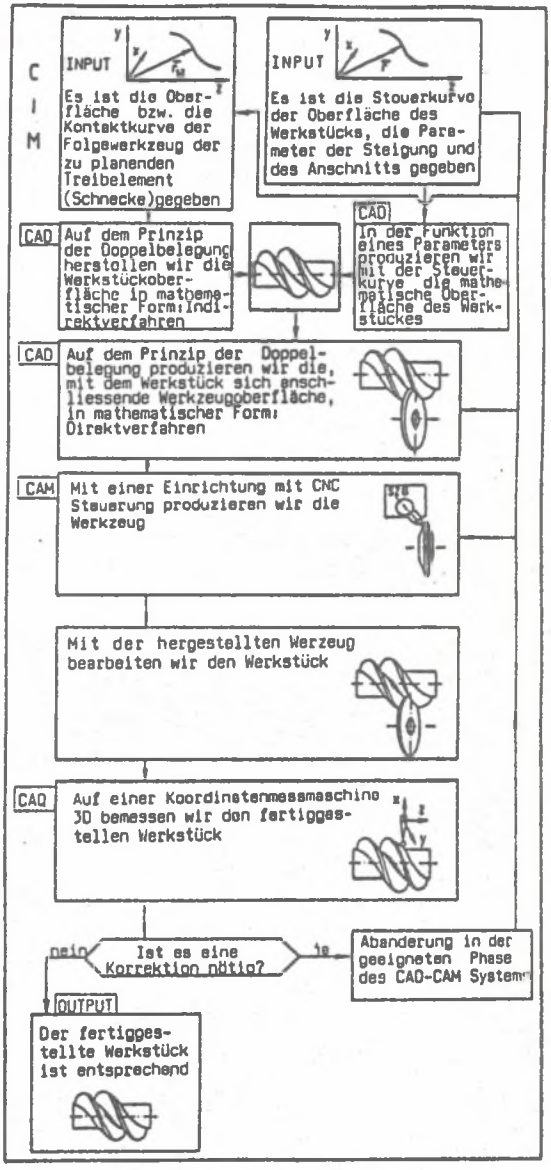

Bild 2.
Der Prinzip der Herstellung vom Spiraloberflächen in einem computergeholfenen System

$K_o/X_o,Y_o,Z_o/$ - stehendes Koordinatensystem, das Koordinatensystem der Bearbeitungs-maschine;
$K_1/X_1,Y_1,Z_1/$ - das Koordinatensystem, welches zu dem -die linearische Bewegung führende -Maschinentisch gebunden ist;
$K_{1F}/X_{1F},Y_{1F},Z_{1F}/$ - drehendes Koordinatensystem zur Spiraloberflächen gebunden;
$K_2/X_2,Y_2,Z_2/$ - stehendes Koordinatensystem, zum Werkzeug gebunden;
$K_{2o}/X_{2o},Y_{2o},Z_{2o}/$ - das Koordinatensystem der Steuerkurve der Werkzeug mit Drehkörperform;
$K_{2F}/X_{2F},Y_{2F},Z_{2F}/$ - das, zur Werkzeug gebundene Koordinatensystem;
$K_k/X_k,Y_k,Z_k/$ - Hilfskoordinatensystem;
$K\ /\xi,\eta,\zeta/$ - das Koordinatensystem der Steuerkurve der Spiralobefläche.

Die relative Lage der - auf dem Bild 1. gezeigten - Koordinatensystemen geben wir mit Transformationsmatrixen, die homogenen Koordinaten enthalten, an [4].
Aus der Vektorform mit zwei Parametern herausgegangen, bestimmen wir die Linie der Berührung und das Profil des Bearbeitungswerkzeuges, die Berührung der zu bearbeitenden Oberfläche und des Bearbeitungswerkzeuges mathematisch geschrieben.
Das, mit der Anwendung des Modells aufgebaute graphische Planungsprogram bestimmt den Punkt des Werkzeuges mit dem gewünschten Dichtheit. Das Flussbildschema des mathematischen Modells (verbale Schema) zeigt das Bild 2.

1.1. Abschlussbearbeitung von zylindrischen Gewinden

Die Punkte des Werkzeugprofils werden im Falle einer zylindrischen Schnecke, die im Wellenabschnitt einen Kreisbogen-profil hat, in dem Bild 3 gezeigt.
Die gerechneten Profilpunkte können direkt zum Profilieren der Schleifscheiben mit CNC Regelungseinrichtungen, bzw. zur Herstellung von Werkzeugen (Scheibenfräser) benutzt werden [5].

1.2. Abschlussbearbeitung von konischen Gewinden

Die Kenngrösse der zylindrischen Gewinden ist die entlang ihrer Welle unveränderliche Profilform un der, auch unveränderliche Profil. Hier wird von dem bei der Bearbeitung entstandenen Scheibenverschleiss abgesehen.

In der Maschienenherstellung sind doch auch von den zylindrischen Gewinden abweichende Oberflächen. Unsere Forschungen haben wir auf die konische Fläche (r_{1F}) die mit einer konischen Spirallinie mit gleichmässigen radialen (p_r) und axialen (P_a) Steigung, als Stammkurve, und mit einer beliebigen Wellenabschnittkurve, als theoretischen Werkzeugkantenkurve (r_o) versehen sind (Bild 4.), konzentriert.

Solche Oberflächen werden als Funktionsflächen der Schnecken von Spiroidschneckenantrieben oder als Rückenfläche der Zähne von Walzfräsern, - sog. hintergedrehte Oberflächen - angewandt.
Die geometrisch genaue Bearbeitung dieser Oberflächentypen war mit Schleifscheiben nur in bestimmten Fallen - zB. im Falle der Evolventspiroidschnecken - gesichert, mit der speziellen Verlegung der

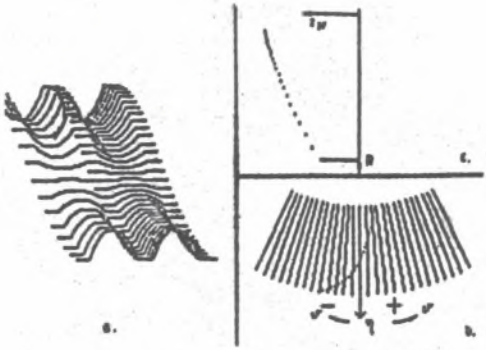

Bild 3.
Achsschnittsprofil (a) der geplanten Schneckenoberfläche, der Berührungskharakteristik (b) und des Bearbeitungswerkzeuges (c)

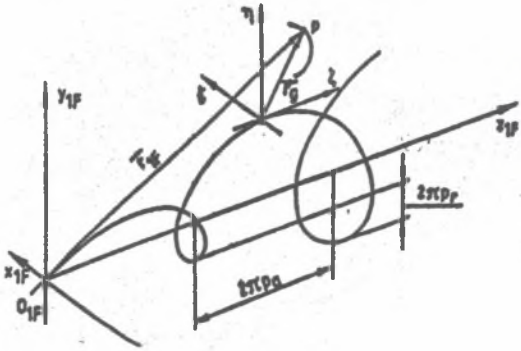

Bild 4.
Ableiten liner konischen Schneckenoberfläche

Scheibe, wann der Kontaktkurve der Schleifscheibe und der konische Gewindeoberfläche eine solche Gerade ist, welche mit einer Erzeugender der, in die Ebene verlegbare Evolventgewindeoberfläche, zusammenfallt.
Auf dem Bild 5. sehen wir im Falle des Schleifens einer Spiroidschnecke die Wellenabschnittform der Schleifscheibe für den Fall der Kontaktlinie mit der Schnecke, bei dem kleinen (Kurve 1.) und bei dem grossen (Kurve 2.) sowie bei dem mittleren Durchmesser (Kurve 3.)

Geprüft die Veränderung der Form des Scheibenprofils können wir die folgenden Bemerkungen machen:
- Die Veränderung des Profils entlang der Schnecke nicht gleichmässig ist, das bedeutet, dass mit einer Scheibe, mit einem, zu dem mittleren Durchmesser der Schnecke bestimmten Profil die Schnecke geschleift, bekommen wir verschiedene Profilfehler an den beiden Enden der Schnecke.

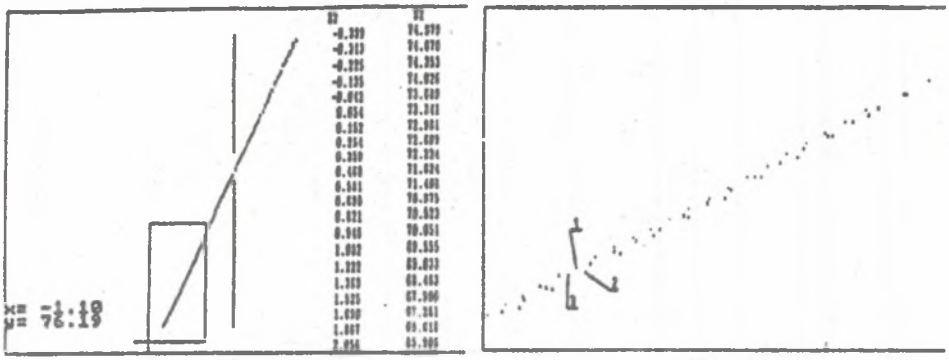

Bild 5.
Profil der optimalen Schleifscheibe die zum Schleifen der konischen Schnecke KI nötig ist.
1. Scheibenprofil zum Schneckedurchmesser D_{amin};
2. Scheibenprofil zum Schneckedurchmesser D_{amax};
3. Optimales Schleifscheibeprofil zu φ_{iopt}.

- Bei dem Schleifen mit einer - zu einem bestimmten Scheibenprofil gehörenden (zB. zu dem mittleren Durchmesser der Scheibe) - Scheibe kann der bleibende geometrische Fehler gemindert werden, wenn die Scheibe eine solche ergänzende Bewegung bekommt, deren Ergebnis die Veränderung des Winkels zwischen der Scheibenwelle und der Schneckenwelle im Laufe der Bearbeiung ist.
  Im allgemeinen kann man sagen, dass es eine solche Schleifmaschine nötig ist, welche die Verdrehung der Scheibe um die beiden Wellen gleichzeitig mit der Bearbeitung ermöglicht, eine solche ständig veränderliche relative Lage für die Scheibe und für die Schnecke gegeben, bei der die, in einem gegebenen Zeitpunkt existierende Abweichung des weitesten Punktes der Kontaktlinie von der produzierenden genauen Schneckenoberfläche minimal ist.

- Die dritte Bemerkung, die wir mit Hinsicht auf das Schleifen der konischen Gewindeoberflächen machen können, die Folgende ist: die vorher erwähnten geometrischen Fehler würden ausfallen, wenn das Profil der Schleifscheibe unter der Bearbeitung sich verändern würde. Diese, im ersten Augenblick unmögliche Voraussetzung kann auf der folgenden Weise erfüllt werden: es soll eine konvertionelle, mit Diamant profilierbare Scheibe angewendet werden und das Profilieren soll gleichzeitig mit dem Schleifen, mit der Bewegung der Scheibe auf der Gewindeoberfläche synchronisiert verwirklicht werden.

Auf dem Bild 6 zeigen wir eine geschleifte, konische Schnecke ein.

In den Obigen haben wir die Konturen einer neuen Technologie: die Bearbeitung mit einer, im Laufe der Bearbeitung ihr Prodil kontinuerlich verändernden Werkzeug gezeigt. Über die Einrichtung selbst und über das Verfahren können wir - wegen das Patentverfahren - weitere detaillierte Informationen nicht geben.

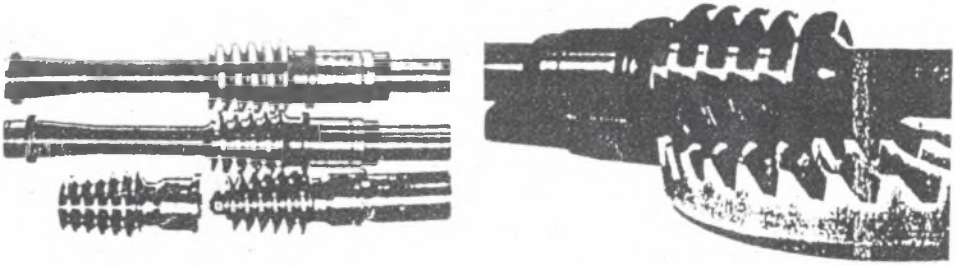

Bild 6.
Die gefertigte konische Schnecke, Abwälzfräser, und das Spiroidgetriebe

2. Schlussfolgerung

Zusammenfassend vorführt der Vortrag eine solche neue Technologie - die Anwendung des Werkzeuges das ihre Form während des Bearbeitungsprozesses verändert - deren Gegensatz, das steife Werkzeug bisher die Wissenschaft der Maschinenbautechnologie als grundsätzliche Voraussetzung bei den Untersuchungen besichtigte. Unsere Forschungen haben bewiesen, dass ein Teil der Bearbeitungen, die egsakte Lösung einiger speziellen Aufgaben die hier bekanntgemachte Technologie erfordert, deren Verwirklichung durch die NC Steuerung der Werkzeugmaschinen möglich wird: es sichert die gleichzeitige, synchronisierte Betätigung der zusammengebauten Gewindeschleifmaschinen und der Einrichtung zum Scheibenprofilieren.

In diesem Fall ist die Schleifscheibe gleichzeitig ein Werkzeug zur Bearbeitung der Gewindeoberfläche und ein Arbeitsstück, der durch den Diamant bearbeitet wird.

Das, auf dem Lehrstuhl der Technologie des Maschinenbaus ausgearbeitete System besteht in seinem endgültigen Form aus einem geometrischen Planungssystem, aus einem NC Produktionssystem und aus einer NC Messeinrichtung, ein CAD/CAM/CAQ Produktionssystem verwirklichend.

3. Literaturverzeichnis

[1] Litvin, F.L.: A fogaskerékkapcsolás elmélete M. K. Budapest, 1972. (Eng.: Theory of meshing of gears)
[2] Bohle, F.: Spiroid Gears and Their Characteristics Machinery, T. January, 1956.
[3] Hegyháti, J.: Untersuchungen zur Anwendung von Spiroidgetrieben. Diss. Tu. Drezden, 1988.
[4] Dudás, I.: Theory of production of helical surfaces (Hungarian: Csavarfelületek gyártásának elmélete) Academian ph. D. Thesis, NME, Miskolc, 1988.
[5] Dudás, I. - Dudás, L.: CAD/CAM system for geometrically exact manufacturing of helicoid Proceedings of the 1990 International Conference on Engineering Design Volume 4. pp. 1839-1846, Dubrovnik 1990
[6] Niemann, G. - Winter, H.: Maschinenelemente, Band 3. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1983.

DESIGN AND MANUFACTURING OF HELICOID SURFACES AND THEIR TOOLS USING A CAD/CAM SYSTEM

SUMMARY

The paper presents a new technology, the use of a tool which changes its shape during the machining process, the opposite of which, the rigid tool, has been so far considered a basic starting point in production technological research. Our research work has proved that the exact performance of a certain field of machining, i.e. the tasks concerning a special range of workpieces, requires the technology outlined above, which is rendered possible by NC machine tools: the numerical control warrants the simultaneous, coordinated operation of the thread grinder and the wheel profiler built in one, while the grinding wheel acts simultaneously as the tool machining.

PROJEKTOWANIE I WYTWARZANIE POWIERZCHNI HELICOIDALNYCH NARZĘDZI Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMÓW CAD/CAM

Streszczenie

W artykule przedstawiono nową technologię dotyczącą zużycia narzędzi, które zmieniają swoje kształty podczas procesu obróbki w przeciwieństwie do których sztywne nzrzędzie rozpatrywano jako punkt wyjścia w badaniach nad produkcją. Nasze badania dowiodły, że dokładne odtwarzanie pewnych rodzajów obróbki tj. badań dotyczących specjalnego zakresu części wytwarzania wymaga pokazanej powyżej technologii, która jest możliwa za pomocą obrabiarek sterowanych numerycznie. Sterowanie numeryczne gwarantuje symultaniczne , skoordynowane operacje szlifierki do gwintów i profil który tworzą jest jednorazowo podczas gdy pracują w spossymultaniczny tak jak w obróbce narzędziowej.

Wpłynęło do redakcji w marcu 1992r. Recenzent: Jan Darlewski