

Tvorba NC programu pre matematicky popísané tvarové plochy

doc. Ing. Ján KRÁL, CSc., Katedra technológií a materiálov, SJF TU Košice, Mäsiarska 74, e-mail: Jan.Kral@tuke.sk

Ing. Ján KRÁL, Centrum informatiky, SJF TU Košice, Letná 9, e-mail: Kral.Jan@tuke.sk,

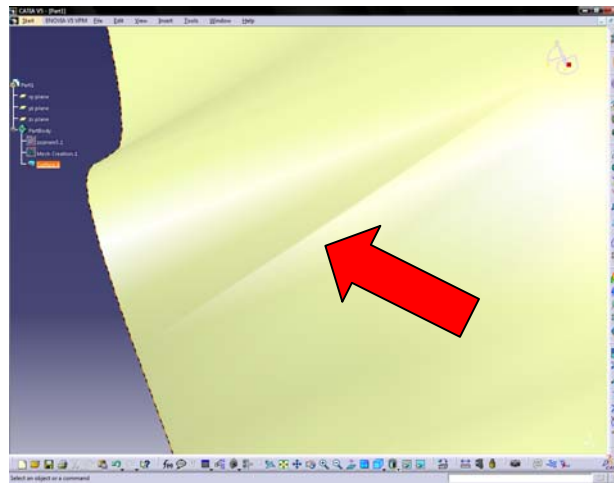
Anotácia

V súčasnosti pri výrobe tvarových plôch sa používajú CNC obrábacie stroje. Programy pre nich možno napísať ručne, alebo využitím CAM programov, resp. modulov, dostupných v niektorých z veľkých CA programov. Aj keď programy poskytujú veľké množstvo parametrov pre optimalizáciu NC kódu, univerzálna spolupráca s nekonečným množstvom postprocessorov, ako aj nedokonalosť CADovského modulu pri spracovaní 3D matematicky popísanej plochy, vedú k nie príliš presvedčivým výsledkom. Eliminovať tieto nežiaduce okolnosti by mal nižšie popísaný EqCAM. Generovaním optimálneho NC kódu, obídením rôznych vstavaných interpolácií a presným riadením v každom kroku je možné doceliť maximálnu presnosť a kvalitu výrobku každého stroja

Kľúčové slová: CNC, postprocessor, CATIA, parametrická plocha

Úvod

Keďže všetky dnešné moderné CAD systémy absentujú s podporou priamej tvorby 3D popísanej plochy, je nutné využívať na ich tvorbu metódy spätného inžinierstva. Tieto však pri svojich transformáciách na „reálne“ plochy mierne deformujú tvar (obr. č. 1) nami požadovanej plochy.



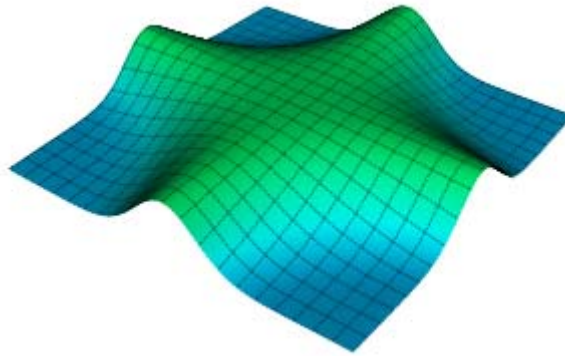
Obr.1 Defekty na vytvorenej ploche

Ďalším faktorom je nedokonalosť riadenia NC kódu samotnými CAM modulmi. Unifikované jadrá týchto programov nedosahujú vždy optimálny postup pri generovaní NC kódu. To vedie buď ku dlhšiemu času pri obrábaní, alebo ku zníženiu kvality obrábanej plochy. Na základe týchto faktorov sa pristúpilo ku tvorbe programu EqCAM na tvorbu NC kódu pre riadiaci systém HEIDENHAIN.

Tvorba NC programu matematicky popísanej plochy

Za modelovanú parametricky popísanú plochu bola zvolená plocha „Interfence“ (obr. č. 2), ktorej rovnica je nasledovná:

$$z = \frac{0,3}{8 \cdot ((2-x)^2 + (2-y)^2)}$$



Obr.2 Priestorové znázornenie modelovanej plochy

Tvorbou vlastného programu na vyhotovenie NC programu pre riadiaci systém Heidenhain získame tieto výhody:

- presný tvar vyrábanej plochy, bez ovplyvnenia nepresným modelom,
- optimálnu dráhu nástroja,
- presné riadenie technologických podmienok v každom bode,
- nízke náklady.

Pre tvorbu programu treba vychádzať z predpokladu, na akom stroji bude daná plocha vyrábaná a s akým nástrojom. Ako stroj bol v tomto prípade použitý 3-osa frézovačka (Emco Concept Mill 155) a valcovo stopková guľová fréza.

Pre dráhu nástroja je použitá metóda „Zig-Zag“. Parametrický prepis funkcie rovnice je nasledovný:

$$\begin{aligned}x_T &= i \\y_T &= j \\z_T &= \frac{0,3}{e^{16x^2 + 16y^2}}\end{aligned}$$

Pri metóde „Zig-Zag“ vychádzame z predpokladu, že dotykový bod nástroja je totožný s obrábanou plochou a tak potrebujeme stále vypočítať skorigovaný hrot nástroja voči dotykovému bodu za predpokladu, že ide o guľovú frézu a obrábací stroj je len 3-osí. Ide o dotykový bod dvoch plôch, pričom jedna z nich je guľa a druhá nami vytvorená plocha.

Funkcia plochy pri obecnom zápise je:

$$F(x, y, z) = \frac{0,3}{e^{16x^2 + 16y^2}} - z = 0$$

Následne si vypočítame parciálne derivácie podľa x, y a z:

$$\begin{aligned}\frac{\partial F}{\partial x} &= -0,3 \cdot e^{-16x^2 - 16y^2} \cdot 32 \cdot x \cdot y^2 \\ \frac{\partial F}{\partial y} &= -0,3 \cdot e^{-16x^2 - 16y^2} \cdot 32 \cdot x^2 \cdot y \\ \frac{\partial F}{\partial z} &= -1\end{aligned}$$

Potom normálový vektor v dotykovom bode má tvar:

$$\vec{n} = \left(\frac{\partial F(T)}{\partial x}, \frac{\partial F(T)}{\partial y}, -1 \right)$$

a jeho veľkosť je:

$$\left| \vec{n} \right| = \sqrt{\left(\frac{\partial F(T)}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial F(T)}{\partial y} \right)^2 + 1}$$

Pre potreby korekcie veľkosti nástroja vypočítame jednotkový vektor:

$$\vec{n}_0 = \frac{\vec{n}}{\left| \vec{n} \right|}$$

Z toho vyplýva, že poloha nástroja pre frézovanie plochy v bode T je nasledovná:

$$\begin{aligned} x &= x_T + n_x^0 \cdot R \\ y &= y_T + n_y^0 \cdot R \\ z &= z_T + n_z^0 \cdot R \end{aligned}$$

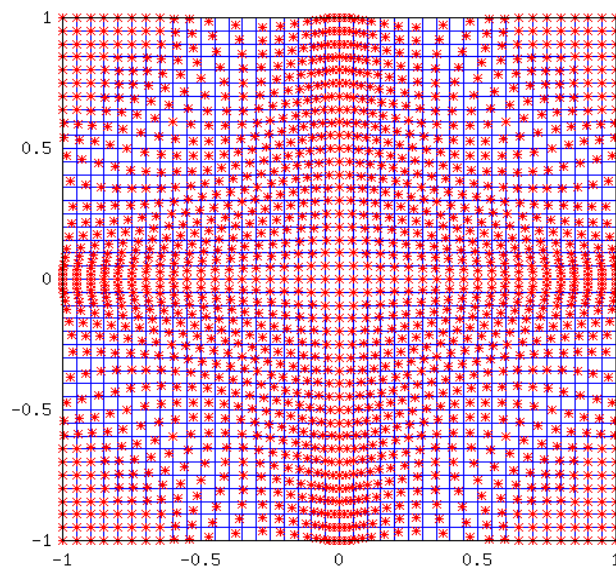
príčom R je polomer guľovej frézy nástroja.

Týmito transformáciami je zabezpečené, že nástroj sa bude plochy dotýkať práve v jednom bode, pričom neovplyvní ostatnú plochu. Jediná podmienka na korektné fungovanie takéhoto algoritmu je, že polomer zakrivenia plochy v žiadnom bode nesmie byť menší ako polomer nástroja.

Tento algoritmus je implementovaný do programu EqCAM, ktorý je napísaný v programovacom jazyku Rapid-Q, z ktorého sa vygenerujú dáta celej plochy pre obrábanie načisto. Formát tohto výstupu je nasledovný:

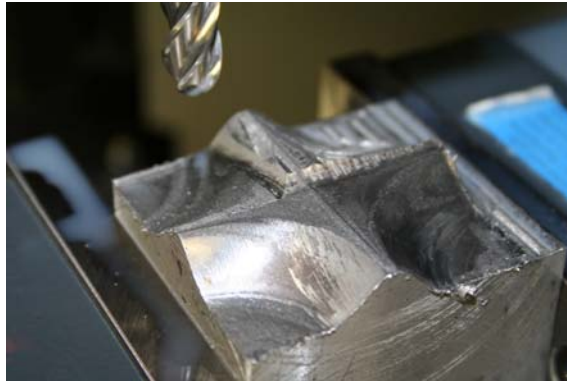
```
12119 L X0.500522331 Y25.070231952 Z-2.498921611 F480
12120 L X0.500000000 Y25 Z-2.500000000 F480
12121 L X0.500000000 Y25 Z5.0 F MAX
12122 L X0.583344368 Y0.000010777 Z5.0 F MAX
12123 L X0.583344368 Y0.000010777 Z-9.999998235 F480
```

Zjednodušeným grafickým vyjadrením dráhy nástroja (obr. č. 3) môžeme vizuálne skontrolovať relevantnosť vypočítanej dráhy.



Obr.3 Priestorové znázornenie modelovanej plochy

Overenie správnosti NC kódu je možné aj priamo na obrábacom stroji, v tomto prípade sa využila súmernosť plochy pre odskúšanie viacerých technologických podmienok v rôznych kvadrantoch obrábanej plochy.



Obr.4 Frézovaná plocha z NC programu vytvoreného s EqCAM

Záver

Výroba tvarovo zložitých plôch je dôležitá súčasť strojárkej výroby. Jej zvládnutie nie je jednoduché ani za pomoci najvyspelejších dostupných NC programov. Pre dokonalé ovládanie je nutné vlastné programové vybavenie, v ktorom je možné nastaviť a riadiť každý krok generovania NC kódu. Vlastným programom je možné variabilné skúšanie a overovanie rôznych technologických podmienok na jednej ploche. Možno ním odhaľovať nedostatky nástroja, stroja, alebo použitej technológie. Vyžaduje si to však široký záber vedomostí v oblasti technológie, strojov a zariadení, matematiky a programovania.

Článok je súčasťou riešenia grantového projektu č. 1/4159/07.

Literatúra

- [1] Kłonica M., Józwiak J.,: Analiza mikronierówności powierzchni ścianek pochyłych po obróbce trzpieniowym frezem kulistym na obrabiarce CNC. 9th International Conference „Automation in Production Planning and Manufacturing“ Zilina 5-7.05.2008, Slovakia. Published by Scientific and Technical Society at the University of Zilina. pp. 117 - 124, 2008r.
- [2] ŘEHOŘ, J, HOFMANN, P., HORT, P. : Tvorba třísky a další průvodní jevy při HS frézování vysokolegované nástrojové oceli v zušlechtěném stavu. In: ICPM 2001 : mezinárodní kongres Přesné obrábění : sborník přednášek. Ústí nad Labem : UJEP, 2001. ISBN 80-7044-358-8, S. 199-208.
- [3] ŘEHOŘ, J. : Studie problematiky vysokorychlostního obrábění kalených ocelí z hlediska morfologie třísky. In: Nové technologie a systémy řízení nástrojařských provozů. KTO 2002, s. 20-23, Plzeň 2002.
- [4] Manuály pre Rapid-Q.

