XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

KEMÉNYESZTERGÁLÁS SORÁN FELLÉPŐ KÉPLÉKENY ALAKVÁLTOZÁS MECHANIZMUSÁNAK VIZSGÁLATA

SZABÓ Gergely

Abstract

In this paper was compared the process of change the morphology of plastic strain in function of the cutting speed. This paper deals with the strains of removed chip and the root of the chip occurring in hard turning as finish manufacturing procedure, in case of orthogonal cutting. It examines the connections of thermal occurrence and plastic strains by the means of Finite Element method simulation. For the simulation data of experiments done previously were used.

Key words:

hard turning, plastic strain, FEM-simulation

Összefoglalás

A cikkben során összehasonlításra került a forgácsképződés morfológiájának változása a forgácsoló sebesség függvényében. A cikk a keménysztergálás, mint befejező megmunkálás során a forgácsoló és a leválasztott forgács alakváltozásával foglalkozik ortogonál forgácsolás esetén. Vizsgálja a forgácsképződés során fellépő termikus jelenségek és a képlékeny alakváltozás kapcsolatát végelelem módszerrel végzett szimuláció segítségével. A szimulációhoz korábban végzett forgácsolási kísérletek adatait használtuk fel.

Kulcsszavak:

keménysztergálás, képlékeny alakváltozás, FEM-szimuláció

1. Bevezetés

A gépipari termékek napjainkban a fokozódó igénybevételek miatt egyre nagyobb pontosságot, minőséget követelnek meg (pl. kopásállóság, stb.). Ennek egyik teljesítési módja, ha az alkatrészekben a kemény, edzett felületek (>45 HRC) számát növeljük. Hagyományos befejező megmunkálásként a köszörülés jól bevált, kidolgozott technológiával rendelkezik, ám az anyagleválasztás sebessége és a műveletek koncentráltasága ebben az esetben viszonylag alacsonynak mondható. Az edzett acélok, és a PCBN szerszámanyag fizikai és mechanikai tulajdonságai, a szükséges élkialakítás és az alkalmazott forgácsolási adatok miatt a forgácsleválasztás folyamata eltérő a hagyományos esztergálástól. A végelelemes (FEM) szimulációval igazolni kívánjuk szakirodalom alapján [1, 2, 3] a keménysztergálás során kialakuló jellegzetes forgácsalakot, valamint a képződés mechanizmusát.

2. Forgácsleválasztás keménysztergálás során

Keménysztergáláskor a leválasztott forgács általában különleges mechanizmussal válik le. A negatív szerszám homlokszög nagy nyomó feszültséget okoz mind a szerszám anyagban, mind a megmunkált

anyagban. Ennek következtében a megmunkált anyag a forgácsképződés során részben törik, részben képlékennyé válik és forgácsá alakul. A forgáctőről szegmentált forgácsként (válik) törik le. Az anyag törékenysége (ridegsége) miatt (köszönhetően) a nagy nyomó feszültség hatására kezdetben a forgács nem megfolyik, hanem megreped. Ez a repedés felszabadítja a tárolt energiát, ezáltal csúszó felületként működik az anyag-szegmens számára, lehetővé téve, hogy a szegmens kilökődjön a szétváló felület között [4]. A képlékeny alakváltozással egy időben a munkadarab jelentős felmelegedése is megjelenik a szerszámél közvetlen környezetében. Amint a forgácsszegmens megcsúszott, az új forgácsoló nyomás új repedés és forgács szegmens kialakulásához vezet. A forgácsanyag egy kis darabja képlékenységehez szükséges hőmérsékletnövekedést az a hő adja, mely a forgácsoló folyamat során keletkezik. A hőmérséklet kiszámítható a megmunkálás során ébredő erő, leginkább a főforgácsoló erő alapján. Az utóbbit a szerszám és a munkadarab anyagának és az őket körülvevő közegnek a hővezető képessége határozza meg. Az egyes forgács szegmensek a képlékenyen átalakult és magas hőfokra hevült anyag piciny része (hányada) által kapcsolódnak egymáshoz. Egy folytonos, összehegedt alsó él-szalaggal rendelkező szegmentált forgácsalak jön létre [3].

3. A forgácsképződés modellezése keménysztergálás esetén VEM szimulációval

A forgáctőben végbemenő képlékeny alakváltozás sebességének vizsgálatához rendelkezésünkre áll a forgácsolási folyamatokra optimalizált Third Wave AdvantEdge™ 5.3. programcsomag 2D-s változata. A program a képlékeny alakváltozás, illetve annak sebességének kiszámításához a Johnson-Cook egyenletből indul ki [5, 6]

$$\sigma_{red} = \left(A + B \cdot e^n \right) \cdot \left(1 + C \ln \left(\frac{\dot{\epsilon}}{\epsilon_0} \right) \right) \cdot \left(1 - \left(\frac{T - T_{room}}{T_m - T_{room}} \right)^m \right) \quad (1)$$

Ahol σ_{red} - a redukált feszültség, ϵ - a képlékeny alakváltozás mértéke, $\dot{\epsilon}$ - a képlékeny alakváltozási sebesség, ϵ_0 - a referencia képlékeny alakváltozási sebesség, T - a munkadarab hőmérséklete, T_m - a munkadarab anyagának olvadási hőmérséklete, T_{room} - a megmunkálás környezetének hőmérséklete, A - a folyási határ, B - a szakítószilárdság, C - a képlékeny alakváltozás érzékenységi hányadosa, n - a felkeményesedési tényező, m - pedig a kilágyulási együttható. A munkadarab anyagminőségének Johnson-Cook féle paraméterei a következők: σ_{red} =400 MPa; A =588 MPa; B =680 MPa; C = 0,057; n =0,4; m =0,7; [6]. Vizsgáltuk (elemeztük) a forgácsolási adatok változtatása milyen befolyással van a szegmentált forgács kitüremkedéseinek képződési gyakoriságára.

4. Kísérleti feltételek

A FEM- szimuláció bemenő paraméterei az 1. táblázatban vannak összefoglalva.

5. A FEM- szimuláció eredményei

A FEM- szimulációt elvégezve az 1. ábrán egy kiragadott egy forgácsolási rögzített eltolás értékre

1. táblázat A kísérlet vizsgálati bemenő adatai

Forgácsoló szerszám		Forgácsolási adatok	
Ortogonal homlokszög	-6°	Fogásmélység (ap)	0.1...0.2 mm
vizsg. homlokél- szakasz	3.0 mm	Vizsgált forg. úthossz	3 mm
Ortogonal hátszög	6°	Előtolás (f)	0.05...0.2 mm/rev
Szaeszám anyag	PCBN	Forgácsoló sebesség (v _c)	90...240 m/min
Éllekerekítés sugara	0.01 mm	Coulomb-tényező (μ)	0.35
Munkadarab anyaga	16MnCr5	Hűtés-kenés	nincs

(f=0,1mm/ford) és forgácsolási sebességre (v_c=150 m/min) esetén három különböző fogásérték mellett a kialakuló forgács morfológiát és a két forgácsolási erőkomponens változását.

a) $a_p=0,10$ mm

b) $a_p=0,15$ mm

c) $a_p=0,20$ mm

1. ábra A képlékeny alakváltozás mértéke, a forgácsképződés és a forgácsolóerő- komponensek morfológiája

Ezt a folyamatot a szakirodalom [3, 4] a kitüremkedések osztástávolságával jellemzi, ezért ebben az esetben is ezt vizsgáltuk és ezért a nyírásból származó kitüremkedések osztástávolságának kapcsolatát a 2. ábrán mutatjuk be.

2. ábra. A forgács kitüremkedéseinek és a forgácsoló sebességnek a kapcsolata

6. Következtetések / Összefoglaló

A FEM- szimulációból következően megállapítható, hogy a forgácsleválasztáskor kialakuló „fűrészfogas” struktúra függ a forgácsolási paraméterektől. Ez a képződési morfológia összefüggésbe hozható a leválasztási folyamatra jellemző hőképződéssel és így hatással lehet a munkadarab felületi rétegének állapotára. Ezen összefüggések kutatása további kísérleteket kíván.

Irodalom

- [1] Pálmai, Z.: *Fémek forgácsolhatósága*, Műszaki könyvkiadó. Budapest, 1980. pp. 61-69
- [2] Al-Zkeri, I.: *Finite Element Modeling of Hard Turning*, VDM Verlag Dr. Müller. Saarbrücken, 2008. ISBN 978-3-639-110340
- [3] Davies, M. A., Evans, C. J., Chou, Y.: *On Chip Morphology, Tool Wear and Cutting Mechanics in Finish Hard turning*, Annals of the CIRP Vol. 45/1. 1996. 77-82. old
- [4] König W., Klinger R., Link R.: *Machining Hard Materials with Geometrically Defined Cutting Edges- Field of Applications and Limitations*, Annals of the CIRP Vol. 39/1/1990, pp. 61-65.
- [5] ČSN 41 4220/ISO 683/11-70
- [6] Kundrak J., Mamalis A. G., Markopoulos A.: *Finishing of hardened boreholes: Grinding or hard cutting?*, Materials and Manufacturing Processes 19 (6): 979-993 2004
- [7] Varga Gy., Otko T.: *Examination of Machining*, ProcessesmicroCAD 2009, International Scientific Conference, Section N, Production Engineering and Manufacturing Systems, Miskolc, March 19-20, 2009. pp.: 219-224, ISBN 978-963-661-866-7 ö, ISBN 978-963-661-878-0

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA támogatta (Nysz.: K 78482), melyért a szerző is köszönetét fejezi ki.

Szabó Gergely, doktorandus

Munkahely: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki- és Informatikai Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék
 Cím: H-3515, Miskolc, Egyetemváros
 Telefon / Fax: 0036/46 565-160, 15-18 mellék
 E-mail: gergely.szabo@uni-miskolc.hu