FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2000. március 24-25.

A MIKROFORGÁCSOLÁS ATOMI MODELLEZÉSE ÉS A FORGÁCSOLÓERŐ SZÁMÍTÁSA

Dr. Szabó Ottó - Gurzó József

Abstract

The microcutting belong to the cutting processes in which an big amount of specific cutting force develves in the immediate of forming (chip removal process). The result of the computer simulation shows the cutting forces and the atomic models of microcutting of copper monocrystalline.

Bevezetés

A mikroforgácsolási folyamatok ún. molekuláris dinamikai szimulációja, atomok potenciális energiájának és atomok közötti erők számításán alapuló modellezése egyre jobb közelítését adják a valós anyagleválasztási folyamatoknak és azokat kísérő jelenségeknek (pl. ultrapontos esztergálás gyémánt késsel). A módszer lényegét és eredményeit [2, 3] közlemények foglalják össze.

Alakváltozás vizsgálata

A számítógépi szimulációt egy 1200 atomot tartalmazó, tiszta réz egykristály-munkadarab és egy 400 atomot tartalmazó szerszám, tehát összesen 1600 atom segítségével fogjuk elvégezni. Megjegyezzük, hogy ilyen "kicsi" atomszám esetén is jelentős a számítási idő.

A munkadarab és a szerszám jellemzőit, valamint a "beállított technológiai adatokat" az 1. táblázatban adjuk meg. A forgácsolás szimulációja során a szerszámra az 1. ábra szerinti erők hatottak. Megállapítható, hogy a közelítőleg $A_c=0,3 \text{ nm}^2$ forgácskeresztmetszet forgácsolásához kb. $8 \cdot 10^{-10} \text{ N}$

nagyságú erő szükséges. Ez fajlagosan elég nagy, de vegyük figyelembe, hogy rendkívül kicsi a forgács vastagsága, míg a fogásmélység és a szerszám csúcssugarának aránya igen kicsi [4].

1. ábra. A forgácsolóerők alakulása az adatfile szám függvényében.

1. táblázat

BEMENŐ ADATOK	SZIMULÁCIÓ
munkadarab kristályosodási típusa:	Felületen középpontos köbös (réz)
munkadarab kristályosodási iránya:	X tengely $\parallel$ $\langle 100 \rangle$ iránnyal
szerszám kristályosodási típusa:	gyémánt köbös
szerszám kristályosodási iránya:	Y tengely $\parallel$ $\langle 100 \rangle$ iránnyal
környezeti hőmérséklet (T °C):	20
forgácsoló sebesség (v_c m/min):	30
előtolás (f nm/ford.):	0,6
fogásmélység (a_p nm):	0,45
főél elhelyezési szög (κ_r °):	45
oldalhátszög (α_f °):	0
terelőszög (λ_s °):	0
oldalhomlokszög (γ_f °):	0
mellékél elhelyezési szög (κ_r' °):	0
tengely-mellékhátszög (α_p °):	0
élsugár (r_β nm):	0
csúcssugár (r_ϵ nm):	0,2

A szimuláció kezdeti állapotáról a 2. ábra ad felvilágosítást. Közelítésként a szimuláció során a szerszámot tökéletesen merevnek tételeztük fel.

A 20. adatfile számnál (0,4 nm megtétele után) a szerszám megkezdte a behatolását a munkadarabba és kb. $4E-8$ N nagyságú erő lép fel. Az 1. ábrából láthatjuk, hogy ebben a pillanatban az előtolás és a

fogásvétel irányú erő nem jelentős. Ez érthető is, hiszen még csak most kezd belépni a szerszám a munkadarabba.

2. ábra. Atomokból felépített szerszám és munkadarab modellek.

A 28. adatfile szám körüli állapotnál már kb. $6E-8$ N nagyságú a főforgácsoló erő, még mindig nulla körüli az előtolás irányú erő, míg a passzív erő már jelentős $4E-8$ N. Az eredő forgácsoló erő kb. $7,2E-8$ N (1. ábra).

A 47. adatfile szám körüli állapototnál kb. $6E-8$ N nagyságú a főforgácsoló erő, kb. $2E-8$ N körüli az előtolás irányú erő, míg a passzív erő kicsit kevesebb, mint az előbb: $3E-8$ N nagyságú. Bekövetkezik az a jelenség, amit gyakorlatban is tapasztalunk, hogy a szerszám éle mélyebben fekszik, mint a munkadarab forgácsolás utáni visszamaradt felszíne (megmunkált felület). Ennek oka a munkadarab rugalmas alakváltozási képességében keresendő.

A hely hiányában csak nagy ugrásokban haladunk és mutatunk meg még egy-egy datfile számra jellemző esetet.

A 3. ábra a 57. adatfile szám körüli állapotot mutatja. Itt hasonlóan kb. $6E-8$ N nagyságú a főforgácsoló erő, ismét kb. nulla körüli az előtolás irányú erő, míg a passzív erő kicsit kevesebb, mint az előbb: $3,2E-8$ N nagyságú. Itt már jól kivehető a nyírési sík is.

3. ábra. A szerszám (bal oldali levezetett rész) tovább hatol a munkadarabba (57. adatfile szám).

Az 4. ábra a 117. adatfile szám körüli állapotot mutatja. Itt $8\text{E}-8\text{ N}$ nagyságú a főforgácsoló erő, kb. $1\text{E}-8\text{ N}$ körüli az előtolás irányú erő, a passzív erő kb. kétszerese az előző állapotnak: $4\text{E}-8\text{ N}$ nagyságú. Az eredő forgácsoló erő $9\text{E}-8\text{ N}$. Ezen az ábrán jól látható, hogy kb. 4-5 atomsík mélységben maradó alakváltozás (felkeményedett réteg) keletkezik a megmunkált felület mentén.

4. ábra. A munkadarabon felkeményedett réteg jön létre (117. adatfile szám).

Következtetések

Viszonylag kisszámú munkadarab és szerszám atommala végzett modell a forgácsolási folyamat lefolyását (rugalmas, rugalmas képlékeny-, képlékeny-alakváltozások, nyirási felület, stb.) jól adja vissza, szinte mozgófilmszerűen. Így lemodellezhető a felületi minőség alakulása (pl. maximális egyenetlenség, felkeményedett felületi réteg vastagsága) és a forgácsoló erő összetevői is számolhatók.

A kutató munkát OTKA T030668 és OTKA F019105. sz. támogatással végezzük.

Irodalom

- [1] Kittel, C.: Introduction to Solid State Physics, John Wiley and Sons, Inc. New York
- [2] Szabó O. - Gurzó J.: Computer Modelling of Microcutting Process, CAMP'94, MTA SZTAKI Sept. 13-15. Budapest, 1994. pp.130-137.
- [3] Szabó O. - Gurzó J.: Variation of Temperature Due to the Sliding of Atomic Planes, IXth International Conference on Tools, University of Miskolc, Sept. 3-5. 1996. Miskolc, 1996. pp.307-312.
- [4] Bali J.: Forgácsolás (2. kiad.), Tankönyvkiadó, Budapest, 1988. pp.72-103.

Dr. Szabó Ottó egyetemi docens, a műszaki tudomány kandidátusa, Ph.D.
 Gurzó József okl. gépészmérnök, doktorandusz
 Miskolci Egyetem Gépábrázolástechnológiai Tanszék
 33515. Miskolc-Egyetemváros, Magyarország
 Telefon: 36-46-565-111 mellék: 15-21 Fax: 36-46-362-615