X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

FORGÁCSOLÓERŐK SZIMULÁCIÓJA ION-EGYKRISTÁLY MIKROFORGÁCSOLÁSÁNÁL

Szabó Ottó*, Gurzó József**

Abstract. With the application of adequate chip separation theories, ultraprecision machining can be planned with better accuracy, more economically and can be better controlled, respectively. For in some cases it is about machining of submicron accuracy (the separated chip cross sectional area is of nm^2 dimension), therefore, traditional cutting theories that describe the separation of the bigger chip-cross sections are not sufficiently accurate. Creation and implementation of new theories will be needed, such as finite element method (FEM), atomic or molecular dynamical models (MDS).

Purpose of the research work: With the aid of computer simulation to give a statistical estimation of the changes occurring on the workpiece and tool, of the probable mechanical and geometrical properties, of the development of the cutting force, etc.

BEVEZETÉS

Az ultraprecíziós forgácsolásnál szubmikronos pontosságú megmunkálásról van szó és a leválasztott forgácskeresztmetszetek nm^2 nagyságrendűek, ezért a hagyományos forgácsolási elméletek – melyek a nagyobb forgács-keresztmetszetek leválasztását írják le – nem kielégítően pontosak. Új elméletek kidolgozása és felhasználása szükséges, mint például végeelem módszer (FEM), vagy atomi, vagy molekuláris dinamikai szimulációs modellek (MDS).

A kutatómunka célja: Számítógépes szimuláció segítségével statisztikai becslés adása a munkadarabon és a szerszámon bekövetkező változásokra, a várható mechanikai és geometriai tulajdonságokra, forgácsolóerő alakulására, stb.

1. ELMÉLETI ALAPOK: MDS ALKALMAZÁSA

A korábbi publikációinkban bemutattuk az egykristályok mikro-forgácsolásához kidolgozott molekuláris dinamikai szimuláció (MDS) programunkat [3, 4, 5, 6], illetve ennek továbbfejlesztett változatát ismerteti ezen FMTÜ keretében készült másik publikációnk.

A legutóbbi publikációnkban igazoltuk, hogy kb. 40 ráctávolságon belüli szomszédok hatását kell figyelembe venni ahhoz, hogy a generált számítógépes kristályrács használható legyen: egyben maradjon, ne bomoljon fel (konvergencia és szimulációs problémák kizárása) [7].

2.NaCl-EGYKRISTÁLY FORGÁCSOLÁSÁNAK SZÁMÍTÓGÉPES SZIMULÁCIÓJA

Az új számítási és szimulációs eljárásunk eredményét példán keresztül mutatjuk be. A szimulációt egy 1215 iont tartalmazó munkadarab (NaCl) és egy 124 atomot tartalmazó szerszám (gyémánt (C)), tehát összesen 1339 ion és atom segítségével fogjuk elvégezni. A szerszámot tökéletesen merevnek tételezzük fel. Az alap-szimuláció bemeneti paramétereit - melyhez a további különböző kristálytani irányokból végzett forgácsolás eredményeit fogjuk viszonyítani – az 1. táblázat tartalmazza (0. kezdőlépés).

1. táblázat: Szimulációs adatok

BEMENŐ ADATOK	SZIMULÁCIÓ
munkadarab kristályosodási típusa:	Egyszerű köbös (NaCl)
Szerszám kristályosodási típusa:	Gyémánt köbös (C)
munkadarab kristályosodási iránya:	X tengely <100> iránnyal
környezeti hőmérséklet (T °C):	20
előtolás (f, nm/ford.):	0,4
fogásmélység (a _p , nm):	0,5
főél elhelyezési szög (κ _r , °):	45
csúcssugár (r _ε , nm):	0,2

Az oldalhátszöget, a terelőszöget, az oldalhomlokszöget, a mellékél elhelyezési szöget, a tengely-mellékhátszöget és az élsugarat jó közelítésként 0 értékre vettük.

A 300 lépésből álló forgácsolási szimuláció során a munkadarabra a 1. ábra szerinti erők hatottak.

Forgácsoláskor ébredő erő (0;0;0)

1. ábra:

Főforgácsoló erő és komponensei

A 1. ábrából látható, hogy az F_z főforgácsoló erő és ennek köszönhetően az Fe eredő forgácsoló erő is periódikusan változik, ingadozik az átlag kb. $1,154 \cdot 10^{-8}$ N nagyságú átlagos eredő forgácsoló erő körül. A periódikusság nagysága a kristályrács állandójával ($5,62 \cdot 10^{-10}$ m = $5,62$ Å) van kapcsolatban. Az F_x előtoló erő kb. $2,5 \cdot 10^{-9}$ N körül, míg az F_y passzív erő a $-5,0 \cdot 10^{-9}$ N körül állandósul.

A diagrammból látható, hogy a közelítőleg $0,2 \text{ nm}^2$ forgácsoláshoz (előtolás $\times$ fogásmélység = $0,4 \times 0,5 \text{ nm}^2$) kb. $1,154 \cdot 10^{-8}$ 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.

A 2.b. ábrán a 290. lépéshez tartozó kristályban ébredő erők és szerkezet változások láthatóak. A 2.a. ábra a 2.b. ábrán bejelölt helyről vett metszetet mutatja (Lásd: másik cikkünk FMTÜ-2005).

A 2.a. és a 2.b. ábrákból látható, hogy a:

- forgácstőben $7,6 \cdot 10^{-10}$ N és $1,5 \cdot 10^{-9}$ N között változik az erő,
- a forgács és a szerszám felülete között $5,1 \cdot 10^{-10}$ N és $1,0 \cdot 10^{-9}$ N között változik az erő,
- a forgácsolt felületen $1,4 \cdot 10^{-11}$ N és $5,1 \cdot 10^{-10}$ N nagyságú maradó erő hat.

A kristályszerkezet változásai (230. lépés)

A 3. ábra a különböző kristálytani irányokból végzett forgácsolást mutatja. A három szám a Z, Y és X tengely körüli, alapállapothoz viszonyított munkadarab (NaCl) elfordulást mutatja fokban. Az első szám az alapállapothoz viszonyított Z tengely körüli, a második az Y tengely körüli és a harmadik az X

tengely körüli elforgatás mértékét mutatja. Látható, hogy a legkisebb eredő forgácsoló erőt ($8,70\text{e-}09$) a Z tengely körüli $22,5^\circ$ -kal való elforgatás után kaptuk.

3. ábra

Forgácsolóerők változásai

3. KÖVETKEZTETÉSEK

Az eddigiekből is látható, hogy sikerült az ionkristályok mikroforgácsolásához megfelelően módosítani a korábbi szimulációs programot. Ezek az adatok kísérleti eredményeket jól közelítik. A kutatás következő szakaszában folytatjuk a különböző kristálytani irányokból, különböző szerszámgeometriával, különböző technológiai paraméterekkel végzett szimulációt.

A kutatást az T030668 és a F019105 számú OTKA támogatásával végeztük.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] CHARLES, K.: **Introduction to Solid States Physics**, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc. New York – London, 1963, 70 – 84. oldal.
- [2] BERECS, E.: **Fizikai kémia**, Második kiadás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1988. 183 – 185. oldal.
- [3] SZABÓ, O. - GURZÓ, J.: **Variation of Temperatur Due to the Glinding of Atomic Planes**, Miskolc, IX. International Conference on Tools. 1996., 307 – 312. oldal.
- [4] SZABÓ, O. - Dudás, I. - GURZÓ, J.: **Weggleiten von Atomschichten infolge der Temperaturänderung während der Mikrozerspannung**, Gdansk, Technologia Obróbki Wykanczajacej, 1998. szeptember 25., 48 – 55. oldal.
- [5] GURZÓ, J. - SZABÓ, O.: **Mikroforgácsolás atomi modellezése és a forgácsoló erő számítása**, Kolozsvár, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, 2000. március 24-25., 141 – 144. oldal.
- [6] GURZÓ, J. - SZABÓ, O.: **Ion-egy kristályok megmunkálási folyamatának számítógépes szimulációja**, Miskolc-Egyetemváros, Doktoranduszok Fóruma, 2003. november 6., Kiadvány, 6 oldal.
- [7] SZABÓ, O. – GURZÓ, J.: **Ion-egy kristályok megmunkálási folyamatának molekuláris dinamikai szimulációjához az ionszám meghatározása**, Kolozsvár, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, 2004. március, Kiadvány, 4 oldal.

* Dr. Szabó Ottó, CSc, PhD, egyetemi docens, tudományos vezető, Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék, 3515. Miskolc-Egyetemváros. Tel.: (46) 565-111/15-21., e-mail: ggytso@gold.uni-miskolc.hu

** Gurzó József, okl. gépészmérnök, doktorandusz, Sárospataki Precíziós-Szerszámgyártó Bt., 3950. Sárospatak.