FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2000. március 24-25.

MIKROFORGÁCSOLÁS SZIMULÁCIÓJA A DISZLOKÁCIÓK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

Dr. Szabó Ottó - Gurzó József

Abstract

The ultraprecisional turning, microcutting belongs to the forming processes in which an big amount of heat develves in the immediate vicinity of forming (chip - removal process). The heat generated during machining makes chip removal easier and at the same time more difficult, as the materials is more plastic and more easily to form, etc. This is why it is very important to know the amount of dislocation developing during machining.

Bevezetés

Ultrapontos forgácsolásnál (pl. esztergálásnál) a klasszikus forgácsolás elmélet számítási módszerei nem adnak kielégítő eredményeket. Új, számítógépi szimulációs módszereket (pl. molekuláris dinamikai szimuláció) kell alkalmazni.

Korábbi dolgozatainkban már bemutattuk a vizsgált atomok potenciális energiájának és az atomra ható erőnek változását az atomsorok egymáson való elmozdulása esetén [2, 3, 4]. A számítógépi módszer lehetővé teszi mikroforgácsolásnál (pl. ultrapontos esztergálással) a forgácsolási erő és hőmérséklet számítását, a kialakuló felületi érdesség várható értékének meghatározását. Ezek a kísérleti eredményekkel jó egyezést mutatnak. A vizsgálatokat pl. réz egykristály esetén végeztük el.

A diszlokációk hatása a képlékeny alakításra

Az eddigi vizsgálódás során feltételeztük, hogy a kristálytani síkok elcsúszására felállított modellekben a csúszási síkban minden atom egyszerre mozdul el. Ez a jelenlegi ismereteink szerint pontosbításra szorul [5]. Tudjuk, hogy az anyagban jelenlévő kristálytani hibák - a diszlokációk - miatt az elcsúszás nem egyszerre, hanem atomonként megy végbe. Felvetődik a kérdés, hogy akkor miért értünk el jó közelítő eredményeket a számítások során?

Ennek az egyik oka az, hogy a forgácsoló erőt nem az atomok közötti erőből, hanem az atomok elcsúszás során bekövetkező potenciális energia változából vezettük le, ez pedig független attól, hogy a sok atom egyszerre vagy külön-külön mozdul el. A másik ok pedig az, hogy a potenciális energia számítására vonatkozó modell nem is olyan pontatlan, mint amilyennek első ránézésre tűnik. Ennek igazolásához tekintsük meg a következő 1. és 3. ábrát és hozzájuk tartozó potenciális energia változását ábrázoló diagramokat (2. és 4. ábra).

1. ábra. Díszlokáció mentes atomok.

Az 1. ábra egy díszlokáció mentes, közelítőleg egymáshoz képes $S/2$ távolsággal elcsúszott álló és mozgó sík (atomok) környezetét mutatja. Ennek az állapotnak megfelelő potenciális energiát a következő grafikon szemlélteti (2. ábra).

2. ábra. A potenciális energia az atom átugrása előtt és után.

A 2. ábra az atom átugrás előtti és utáni egyensúlyi helyzetét is mutatja. Hasonlítsuk most össze az 1. ábrát és a 2. ábrán közölt diagrammot a következő, díszlokációt tartalmazó csúszó rendszerrel (L. 3. ábra).

3. ábra. Atomok díszlokáció esetén.

A 3. ábrán látható, hogy a felső mozgó sík atomjait egymástól nem S , hanem S^* távolságra vannak. Ennek az az oka, hogy a jelölt helyen egy éldíszlokáció foglal helyet, aminek köszönhetően a díszlokáció felett egy nyomott állapot alakul ki, ezért lesz S^* kisebb, mint S .

Nagyon fontos észrevenni, hogy a díszlokáció közvetlen közelében olyan állapot alakult ki, mintha egy díszlokáció mentes, de közelítőleg $S/2$ távolsággal elcsúszott rendszert látnánk, holott nem történt elcsúszás. A következő grafikon szemléletesen mutatja ezt (L. 4. ábra).

4. ábra. Díszlokáció esetén a potenciális energia.

A 4. ábrából jól látható, hogy a díszlokáció közelében egy átbillenés körüli állapot alakul ki (anélkül, hogy bármilyen elcsúszás történt volna az álló és a mozgó síkok között), míg a díszlokációtól távolodva egyre inkább hasonlít a potenciális energiánk alakja és nagysága a kristályhiba mentes és el nem csúszott állapotra.

Következtetések

Megállapíthatjuk tehát, hogy a diszlokációk közelében oly mértékben torzul a potenciális energia, hogy a csúszó síkban lévő atomok minimális külső erővel kimozdíthatóak egyensúlyi helyzetükből, illetve gyakran a meglévő mozgási energiájuk is már elegendő ahhoz, hogy tetszőleges a diszlokációhoz közeli szomszédos helyre átugorjanak. Ez utóbbi esetben annál szélesebb az a tartomány, melyet pusztán mozgási energiájukból kifolyólag bejárhatnak, minél több kristályrác között oszlik meg a diszlokáció potenciális energiát torzító hatása. Egy éldiszlokációnak a hatása egy igen gondosan növesztett tiszta egykristály esetében több ezer S távolság is lehet, míg egy erősen hidegen alakított fémnél ez néhány tíz S távolság csak [5].

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] Szabó O. - Gurzó J.: Atomsíkok elcsúszásakor bekövetkező hőmérséklet változás felületen középpontos kristályrác esetén. IV. FMTÜ, 1999. március 19-20. Erdélyi Múzeum Egyesület, Kolozsvár, 1999. pp.85-88.
- [5] Zorkoczy B.: Metallográfia és anyagvizsgálat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1990.
- [6] 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 Gépágyártástechnológiai Tanszék
33515. Miskolc-Egyetemváros, Magyarország
Telefon: 36-46-565-111 mellék: 15-21 Fax: 36-46-362-615