FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KÖNYÖKSAJTOLÁS VÉGESELEMES MODELLEZÉSE

NAGY Pál, GONDA Viktor

Abstract

In this paper, I present a simulation of Equal Channel Angular Pressing (ECAP) process with MARC Student Edition, which is a FEM (Finite Element Method) program. In the first part, an overview is given about the ultrafine-grained and nanograined materials theory, followed by the specific technologies, which can produce these materials. In the second part of the paper, I present the process of setting up an ECAP simulation in the FEM program MARC, step by step. It will be a planar simulation, with a 90° angle of intersection of the two channels. Finally, the results are evaluated, for example: deformation field described by the equivalent strain.

Key words:

ECAP, finite element method, ultrafine-grain structure

Összefoglalás

A dolgozat témája a könyöksajtolás végeselemes módszerekkel való vizsgálata. A könyöksajtolás (angolul ECAP) eljárás legfőbb jellemzői a csatornaszög és a könyökszög, amelyek nagyban meghatározzák az alakváltozást és ezáltal a tulajdonságváltozás mértékét. A dolgozat második felében bemutatjuk a végeselemes modellezéssel megvalósított síkbeli könyöksajtolás-modellt, 90° -os csatornaszöggel rendelkező sajtolószerszámmal. Ennek során a létrehozott szimuláció segítségével kiértékelhetjük a nyírási sík helyzetét, az adott fém igénybevételeit, valamint az anyagban létrejövő feszültségeket.

Kulcsszavak:

Könyöksajtolás, végeselemes modellezés, ultra-finomszemcsés szerkezet

1. Bevezetés

A nano- és ultra-finomszemcsés anyagok rendkívül kedvező mechanikai anyagtulajdonságokkal rendelkeznek, ami a nagy szilárdságban és viszonylag nagy szívósságban jelenik meg. Rendkívül kis szemcseméretet intenzív képlékenyalakítással (Severe Plastic Deformation) tudjuk elérni tömbi anyagoknál. Ezeknek az eljárásoknak a lényege, hogy az anyag kezdeti durvaszemcsés szerkezetét alakítással, jellemzően nyíró alakváltozás hatására finomszemcsés szerkezetűvé transzformáljuk [1].

Az alakítás mértékétől függően a szemcseszerkezet lehet ultrafinom- (~ 100 - 1000 nm) illetve nanoszemcsés (< 100 nm) [2]. Az ultra-finomszemcsés anyagokra jellemző a nagy kifáradási határ, forgácsolás utáni finom felület, szuperképlékeny alakíthatóság, nagy szilárdság, és nagy szívósság.

2. A könyöksajtolás technológiája

A legismertebb intenzív képlékenyalakító technológia a könyöksajtolás, angol nevén Equal Channel Angular Pressing (ECAP), a dolgozatban ez a módszer kerül bővebb kielemezésre. Az eljárás során hogy a munkadarabot két, egymással szöget (jelen esetben derékszöget) bezáró csatornán sajtoljuk keresztül, ezek keresztmetszete állandó [3]. A munkadarabot egy alakítóbélyeg segítségével sajtoljuk keresztül a matricán. A két csatorna találkozásánál a fő nyírási sík közelében alakul ki a deformációs zóna, melyben az alakváltozás nyíró jellegű. Ennek köszönhetően a teljes keresztmetszetében közel azonos feszültségek keletkeznek.

3. Végelelemes modell felépítése

A végelelem analízis segítségével az alakváltozási folyamatokat tudjuk számítógépes modellek segítségével számítani. A végelelemes modell elkészítése során a következő paramétereket definiáltuk: a csatorna mérete (a), a bemenő és kimenő csatorna hossza (l_0), a munkadarab hossza (l_e), a csatornaszög (Φ), valamint a Coulomb súrlódási tényező (μ). A könyökszög helyett a modellezésben direkt módon használható belső és külső lekerekítések definiáljuk (r_b , r_k).

4. Eredmények

Egy 90° -os csatornaszögű, és egy 120° -os csatornaszögű könyöksajtolást szimuláltunk le, mindkét esetben egy kisebb, és egy nagyobb könyökszöggel, így össze tudjuk vetni a teljes egyenértékű alakváltozás és az alakváltozási sebesség mértékét.

Az alakváltozás sebességének változása a 120° -os csatornaszögű sajtolószerszám esetén az 1. ábrán látható.

1.ábra: Alakváltozási sebesség 120° -os csatornaszögnél a/ kis könyökszög b/nagy könyökszög

Mindkét esetben közel azonosnak tűnik a deformációs zóna mérete, valamint a nagyobb könyökszögből adódóan a külső íven kisebb alakváltozási sebesség lép fel.

A 2. ábrán a 90°-os csatornaszögű sajtolószerszámon vizsgáljuk meg az alakváltozási sebesség alakulását, szintén két fajta könyökszöggel.

2.ábra: Alakváltozási sebesség 90°-os csatornaszögnél a/ kis könyökszög b/nagy könyökszög

A 90°-os csatornaszögű sajtolószerszám szimulációján már markánsabban látszik az elmélet igazolódása, azaz a minél kisebb könyökszög esetén koncentráltabb a deformációs zóna, ami sokkal jobban közelíti a fő nyírási síkot.

Az elkészült modellek alapján megállapítható, hogy nagy könyökszög esetén az egyenértékű alakváltozás mértéke nem egyenletes eloszlású az anyag keresztmetszetében.

5. Következtetések / Összefoglaló

A dolgozatban a könyöksajtolás síkbeli végeleemes modelljét készítettük el. Paraméteres procedure fájlt hoztunk létre, ahol a következő paraméterek változtathatók: a csatorna mérete (a), a csatornaszög (Φ), a könyökszög (Ψ), a munkadarab hossza (l_e), valamint a Coulomb súrlódási tényező (μ). A könyökszöget közvetett úton, a külső lekerekítési sugár megadásával lehet megadni.

Az átsajtolás szimulációját lefuttattam a következő esetekre: $a = 8 \text{ mm}$, $l_e = 80 \text{ mm}$, $\mu = 0$,

1. $\Phi = 90^\circ$, $\Psi = 0^\circ$

2. $\Phi = 90^\circ$, $\Psi \approx 30^\circ$

3. $\Phi = 120^\circ$, $\Psi = 0^\circ$

4. $\Phi = 120^\circ$, $\Psi \approx 30^\circ$

Az alakváltozási mező homogenitása a legjobb az 1. és 3. esetekben volt, a kis lekerekítésnél. A lekerekítési sugár (könyökszög) növelésével a külső íven kisebb mértékű alakváltozást lehet elérni. A legnagyobb alakváltozás a 90°-os csatornaszögnél érhető el.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások című projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Fodor Árpád: AlMgSi1 ötvözet intenzív képlékenyalakítása, PhD értekezés, Budapest, 2003
- [2] Dr. Gonda Viktor, Dr. Verő Balázs, Valenta László: Ultrafinom és nanoszerkezetű tömbi anyagok szemcseszerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolat, továbbá a domináns hatásmechanizmusok kutatása, Dunaújvárosi Főiskola, 2012
- [3] Krállics György: Intenzív képlékeny alakítással előállított ultra-finomszemcsés anyagok, Budapest, 2004

Nagy Pál, hallgató

Dr. Gonda Viktor, egyetemi docens

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8.

Telefon / Fax: +36-1-666-5300/+36-1-666-5423

E-mail: gonda.viktor@bgk.uni-obuda.hu