XV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2010. március 25-26.

NAGY SZILÍCIUMTARTALMÚ ALUMÍNIUMÖTVÖZETEK FORGÁCSOLHATÓSÁGA

HORVÁTH Richárd, dr. SIPOS Sándor

Abstract

The paper deals with the cutting ability high-silicon aluminium alloys. The possible cutting conditions are shown through the example of a part manufactured in large series. The examinational conditions, equipments, instruments and tools are detailed for the turning of the chosen part. The techniques of Design of Experiments (DoE) are used at High Speed Manufacturing (HSM). During the evaluation of experimental results it is important to estimate the effects of the material and the various edge shaping of the tool. There is a comparison between the surface topographic (3D) measuring results and the electron microscopic records. The most favourable manufacturing conditions are set to assure the minimum roughness of the surface.

Key words:

aluminium cutting, cutting research, turning, HSC

Absztrakt

Az előadás egy nagysorozatgyártású alkatrész példáján keresztül röviden ismerteti a szóba jöhető forgácsolási körülményeket. Bemutatja a vizsgálati feltételeket, berendezéseket, műszereket és szerszámokat. A nagysebességű megmunkálásnál (HSM) a kísérlettervezés (DoE) módszerét alkalmazza. A vizsgálatokat a felületi érdesség minimalizálása szempontjából értékeli. A kísérleti eredmények ismertetésénél kitér a szerszám különböző élképzéseinek és anyagának hatására. A felületek topografikus (3D) mérési eredményeit összeveti az elektronmikroszkopos felvételekkel. Megállapítja a legkedvezőbb gyártási feltételeket, amelyekkel a felület minimális érdessége biztosítható.

Kulcsszavak:

alumínium forgácsolás, forgácsoláskutatás, esztergálás, HSC

1. Bevezetés

A gyártmányok minősége egyre javul. Különösen a járműgyártásban, a hadi- és repülőgépiparban, űrtechnikában. A szóban forgó ipari területek előszeretettel alkalmazzák az öntött Al ötvözeteket. Kedvezőtlen forgácsolhatóságuk problémát jelent. Egy nagysorozatban gyártott kompresszor alkatrészének példáján mutatjuk be az esztergáláskor fellépő nehézségeket.

2. Nagy szilíciumtartalmú öntött alumíniumötvözetek forgácsolhatósága

A forgácsolást nehezítő körülmény, a Si-tartalom növelésével növekszik. A kedvező felületi érdesség feltétele a kemény primér Si-részecskék egyenletes eloszlása, kis szemcsenagysága, kedvező alakja. Ellenkező esetben a szerszámélre tapadt részecskék „végigszánthatják” a felületet.

3. Kísérleti célkitűzések és körülmények leírása

Célunk, hogy a különféle szerszámok, milyen feltételekkel tudnak a szigorú érdességi előírásoknak megfelelni. A K-sorozatú keményfémekkel és polikristályos gyémánttal elérhető felületi érdességeket hasonlítottuk össze. Hűtés nélkül esztergáltunk. A vizsgálati körülményeket az 1. táblázat összesíti.

1. táblázat

Szerszámgép	Típus: EuroTurn 12B (NCT Kft.); Vezérlés: NCT2000
Munkadarab	Anyag: AS17 (Rencast Reyrieux); Összetevői: Si 16,8%, Cu 4,1%, Zn 1%, Fe 0,8%, Mg 0,5%, Mn 0,2%, illetve Pb, Sn, Ni, Ti (<0,08%)
Alkalmazott lapkák	Keményfém lapkák: DCGT11T304AS IC20 (Iscar); DCGT070204FL K10 (Walter); DCGX11T304AL H10 (Sandvik) PCD-lapkák: DCMT11T304 ID5 (Iscar); DCGT070304 PKD (Walter); DCMW11T304FP CD10 (Sandvik); DCMW09T304 MD220 (Mitsubishi); CCGW09T308FST KD1400 (Kennametal); CCGW09T308FST KD1425 (Kennametal); CCMW09T304 MD220 (Mitsubishi);
Vizsgálati körülmények	a= 0,5 mm (állandó); $v_c = 200 \dots 2000$ m/min (változó) $f = 0,05 - 0,063 - 0,08 - 0,1$ mm (változó)
Mérő- és vizsgáló-berendezések	Perthometer Concept 3D (Perthen-Mahr, Germany); Electron microscope JSM-4510 (Japan); SurfTest SV2100 (Mitutoyo)

4. Vizsgálati eredmények

A elvégzett mérések eredményeinek részletes ismertetésére területi okok miatt nem vállalkozhatunk, a szerteágazó kutatás tapasztalatait foglaljuk össze. Az alábbi ismertető minden beállításkor kapott felület három alkotó mentén végzett érdességmérési eredményeit tartalmazza.

4.1. A szerszám-élgeometria hatásai

A könnyűfém ötvözeteknél elfogadott elv a kisebb csúcscsög választása. Jobb a felületi érdesség, ha a forgácsnak elég helye van a távozásra [3]. Ez CCMW alakú lapkánál 80° , a DCMW lapkánál 55° . Az 1/a. ábra igazolja a megállapításainkat: Rz 20-40%-kal kisebb a hegyesebb csúcscsög alkalmazásakor.

a) különböző csúcscsögek ($\epsilon_r = 55^\circ$ és 80°)

b) különböző csúcscsugarak ($r_e = 0,4$ és $0,8$ mm)

1. ábra A felületi érdesség és a lapkageometria összefüggései; Forgácsolási körülmény: $v_c = 1250$ m/min

A 1/b. ábra a mért és az elméleti felületi érdességet mutatja: a Rth a Bauer-féle, az RBr a Brammertz-féle számolt érdességet jelenti. Az utóbbi alkalmas lehet, hogy kiindulópontként szolgáljon az előtolás meghatározására, feltéve, hogy az (1) alakú formulát alkalmazva az ún. leforgácsolható anyagréteg ($h_{\min}$) értékének meghatározására felhasználjuk az általunk kifejlesztett számítógépes közelítést [1].

$$R_{thBr} = 125 \cdot \frac{f^2}{r_e} + \frac{h_{\min}}{2} \cdot \left(1 + \frac{h_{\min} \cdot r_e}{f^2} \right) [\mu m] \quad (1)$$

4.2. A szerszámanyag hatása

A 2/a. ábra mutatja, amikor a keményfém lapka jobb élmínősége, kedvezőbb homlokfelület-érdessége folytán fölénybe kerül a PCD-szerszámmal szemben. A 2/b. ábrán látható KD1400 minőség ($\sim 2 \mu m$ méretű), és a KD1425 (szemcseméret 2-30 μm) összehasonlítása.

A 3. ábra a (3D-s érdességi -mikrotopográfiai- mérések) hengerességtől szűrt, de a hullámosságot és az

a) keményfém vs. gyémánt ($r_\epsilon=0,4$ mm)

b) különböző típusú gyémántok ($r_\epsilon=0,8$ mm)

2. ábra A felületi érdesség és a lapkaanyag összefüggései; Forgácsolási körülmény: $v_c = 500$ m/min

érdességet tartalmazó felület fotoszimulációs megjelenítését, valamint a P topográfia fontosabb paramétereit tartalmazza. A közel azonos érdességi jellemzőjű (átlagos aritmetikai eltérés, sPa és a profil teljes magassága, sPt) felületeknél a keményfémrel esztergált profil csúcsai jóval nagyobbak (sPp), völgyei sokkal kisebbek (sPv), mint a gyémánttal esztergálté. A gyémánt egyenletesebb felületet állít elő és igazi értelemben forgácsolja az anyagot. A keményfém hullámosabb felületet készít és nagy képlékeny deformáció bekövetkezése mellett választja le a forgácsot. Erre utal a 3D-s érdességi paraméterek magassági eloszlását jellemző profilsúcsosság (sP Ku > 3) értéke is.

a) H10 keményfém lapka

b) CD10 polikristályos gyémánt

3. ábra Különböző anyagú lapkákkal esztergált felületek mikrotopográfiája; Megmunkálási körülmények: $v_c = 500$ m/min ; $f = 0,05$ mm ; $r_\epsilon = 0,4$ mm

Az 4. ábra azt mutatja, hogy a keményfém lapka homlokfelületén élrátét, a hátfelület egy részén álforgács képződése, másik részén pedig kopás, adhéziós jelenségek észlelhetők. A polikristályos szerszámon egyáltalán nem mutathatók ki ilyenek.

4. ábra Különböző anyagú lapkákról készült elektronmikroszkópos felvételek; Forgácsolási körülmények: $v_c = 500$ m/min

4.3. A gyémánt szerszámok vizsgálata HSC-körülmények között

Az 5. ábra az átlagos felületi érdesség (Ra) értékeit mutatja különböző előtolásoknál.

A PCD csúcssugarának szerepét a 6. ábra mutatja. A vizsgálatok szerint, a sebesség változtatásakor a

a) lapkakód: CCMW

b) lapkakód: DCMW

5. ábra A felületi érdesség alakulása HSC-megmunkáláskor; Forgácsolási körülmények: $v_c = 1000 - 2000$ m/min; $r_\epsilon = 0,4$ mm

kis csúcssugarú lapkával változó átlagos felületi érdesség volt mérhető, nagyobb rádiuszú lapka enyhén növekvő érdességek előállítására képes.

a) "A" gyártó ($r_\epsilon = 0,4$ mm)

b) "B" gyártó ($r_\epsilon = 0,8$ mm)

6. ábra A felületi érdesség alakulása HSC-megmunkálásnál; Forgácsolási körülmények: $v_c = 500 - 2000$ m/min

5. Összefoglalás, további feladatok

A Al ötvözet forgácsolhatóságára képet alkothattunk. Különböző gyártók lapkáival esztergált felületek érdességi jellemzőiről, 2D- és 3D-s méréseket is elvégeztük, sőt, elektronmikroszkópos elemzéssel bővítettük ki a vizsgálatokat. A kísérleteket szeretnénk kiterjeszteni a legjobbnak ítélt lapka kopás- és éltartam vizsgálatára is. Illetve a gyémántlapka wiper változatát is vizsgálatba vonni.

Irodalom

[1] www.forgacsolaskutatas.hu

[2] Haizhi Ye, *An Overview of the Developement of Al-Si-Alloy Based Material for Engine Applications* JMEPEG (2003) 12:288-297

[3] Rábel, Gy., dr. Sipos, S., Csiszár, G., *Alumíniumötvözetek forgácsolásnak tapasztalatai Coromant szerszámokkal végzett esztergáláskor*, Gépgyártástechnológia, 1992/11-12. p. 533-537.

Horváth Richárd, intézeti mérnök

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

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

Telefon : +36-1-6665326

E-mail: horvath.richard@bkg.uni-obuda.hu

dr. Sipos Sándor, mestertanár

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

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

Telefon : +36-1-6665427

E-mail: sipos.sandor@bkg.uni-obuda.hu