XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

KORSZERŰ GEOMETRIÁJÚ FORGÁCSOLÓLAPKÁK AZ OKTATÁSBAN

BIRÓ Szabolcs, dr. SIPOS Sándor, NAGY Attila

Abstract

The present lecture is going to deal with the examination of modern products of three world-famous manufacturers within the scope of specialized higher education. A detailed introduction will be given about the examinations, carried out on inserts with the latest chipbreakers, and about the excellent chipbreaking performance and favorable force effects of the geometry. With the results of the measurements an opportunity has arisen for a novel type of modeling the force calculation.

Keywords:

cutting, tool examination

Összefoglalás

Az előadás három világhírű gyártó cég korszerű termékeinek a szakmai oktatás keretében történt vizsgálatával foglalkozik. Részletesen beszámol a legújabb forgácstörővel végzett kísérletekről, a geometria kiváló törőképeségéről és kedvező erőhatásairól. A mérési eredmények alkalmat adtak az erőszámítás újszerű modellezésére is.

Kulcsszavak:

forgácsolás, szerszámvizsgálat

Bevezetés

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépészmérnöki Karán már hosszú ideje folynak kutatások a szerszámok forgácsolóképeségének és az anyagok forgácsolhatóságának meghatározása céljából [1, 2]. Jelen cikkben két vizsgálatról számolunk be, amelyet a TaeguTec lapkákon, valamint két híres gyártó szerszámain végeztünk.

Új fejlesztésű TaeguTec lapkák forgácstörő-képességi vizsgálata

A forgácsolás zavarmentes végrehajtásának igénye a felügyeletsszegény gyártás alapkövetelménye. Ezen belül fontos feladatot jelent a forgácstörés tervezhetősége, azaz a forgácsok kezelhető alakúra és kedvező méretűre történő feldarabolása már a művelet közben. Ezért került sor a forgácstörő-képesség komplex vizsgálatára, amelyet egy korábbi fejlesztésű WNMG080408-MT (**1. ábra**) és a legújabb törőgeometriával ellátott WNMG080408-PC (**2. ábra**) jelű lapkán végeztünk el a Forgácsolástechnológia számítógépes tervezése tantárgy keretén belül.

1. ábra MT geometria

2. ábra PC geometria

A hagyományosnál (MT jelű) nagyobb töröküszöböt tartalmaz a PC jelzésű. A tesztelt lapkákon elhelyezett alakzatok bemélyedéseket és kitüremkedéseket (ún. noppokat) tartalmaznak.

Forgácstörési tabló felvétele

A DugardEagle BNC1840 típusú CNC-esztergán elvégzett forgácstörési vizsgálatokhoz C45 jelű, HB180-185 keménységű ötvözetlen szerkezeti acélt használtunk fel. Az Ø85×250 mm méretű próbadarabokat egységesen $v_c=160$ m/min sebességgel forgácsoltuk, a következő fogásmélység és előtolás-értékekkel:

fogásmélység, a , mm: 1-1,6-2,5-4 előtolás, f , mm: 0,1-0,16-0,2-0,25-0,32-0,4

A forgácstörés hatékonyságának minősítése az egyes beállításokkor keletkezett forgácstípusok osztályokba való sorolásával történik [3]. Az ún. forgácsalak-osztály (FAO) öt csoportot különböztet meg: a legkedvezőtlenebb (hosszú, gubancos) forgácsalak 1 osztályzatú, a hosszú, spirál alakú már 2 érdemjegyű, a rövid, tömör spirál alakú forgács 3, a rövid spirál 4, míg a legkedvezőbb (C- vagy G-alakú) forgács ötös osztályzatot kap. A 3. ábra az MT, a 4. ábra pedig a PC törőgeometriával leválasztott forgácsok fotóit összesíti. Az egyes képek tartalmazzák az adott pontszámokat is.

3. ábra MT jelű forgácstörő

4. ábra PC jelű forgácstörő

A vizsgált geometriák komplex értékelése a [4] alapján hajtható végre. E szerint a 24 lehetséges beállítás maximálisan elérhető pontszáma $5 \times 24 = 120$. Az osztályzatokat összegezve és a maximális pontszámhoz viszonyítva olyan adathoz jutunk, amely - a vizsgált tartományon belül - kiválóan jellemzi a törőgeometria komplex forgácstörő-képességét.

1. táblázat Forgácsok alakváltozásai

	Fogásmélység, a, mm					
	1,6		2,5		4	
Előtolás, f, mm	MT	PC	MT	PC	MT	PC
0,1	2,53	2,56	2,76	2,51	2,56	2,40
0,16	2,39	2,24	2,28	2,37	2,20	2,01
0,2	2,13	2,29	1,99	2,26	2,14	1,94
0,25	2,02	2,13	1,62	2,23	2,14	1,99
0,32	2,07	2,24	1,64	2,23	2,04	1,91
0,4	1,85	2,51	1,87	1,78	1,91	1,93

	MT lapka	PC lapka
Pontszám:	90	107
Százalék:	75%	~89,2%

A 3. és 4. ábrákon közölt tabló *legjellemzőbb* pontja az a kritikus beállítás, amikor a forgács *legalább közepes* osztályzatú [5]. Bár mindkét forgácstörő közepes megmunkálási adatokhoz ajánlott, figyelemre méltó, hogy a PC jelzésű

változat már az $a=1$ mm fogásmélységnél is kezelhetőbb forgácsot választ le, mint az MT jelű. Ez az új fejlesztésű lapka fölényét és sokkal univerzálisabb alkalmazhatóságát mutatja: nemcsak nagyolás körülményei között, hanem félsimítási adatok beállításakor is kedvezően dolgozik.

A forgácsalakváltozás vizsgálata

A leválasztott forgács méréssel megállapított vastagsága (h_{ch} , mm), valamint az elméleti forgácsvastagság hányadosa (h , mm) a forgács ún. makroszkopikus alakváltozását (λ_{ch}) adja meg. Értéke acélok-nál: 1,5...6. Ennek a tényezőnek, valamint a működő homlokszögnek (γ_{eff}) az ismeretében számítható a nyírási sík Φ hajlásszöge, amely a forgácsalakváltozás mellett közvetett információt ad a forgács-le-választás hatékonyságáról. Az **1. táblázat** a forgács makroszkopikus alakváltozását adja meg a kétféle törőgeometria esetén.

A közölt értékekből az állapítható meg, hogy:

- a PC lapka az $a = 4$ mm fogásmélység esetében általában kb. 10 %-kal kisebb alakváltozást idéz elő;
- ennél kisebb ($a < 4$ mm) fogásmélységek esetén viszont rendre nagyobb alakváltozásra kényszeríti a forgácsot PC törőgeometriájú lapka. Ez érthető is, mert a forgácstöréshez mindig valamilyen meghatározott mértékű pótlólagos alakváltozást kell a forgácsnak kapnia ahhoz, hogy elfogadható mértékű feldarabolódást érjen el;
- A kisebb fogásvételeknél a mérési adatok bizonytalansága nagyobb, mert a csúcssugar környezetében leválasztott forgácsrészek vastagsága ingadozik. Evvel magyarázható a különböző előtolások-nál kapott alakváltozási értékek szóródása is.

Az erőkomponensek vizsgálata

A forgácsoláskor fellépő erőkomponensek köz-vetlen hatással vannak a pontosságra (passzív erő), másrészt az ébredő forgácsolóerő egyenes arányban van a teljesítménnyel, így műveletnél elfogyasztott villamos energiára is hat. Ezek vizsgálata tehát kulcsfontosságú a lapkák mi-nősítésekor. A vizsgálat elvégzéséhez Kistler 5019 típusú, 3 komponenses berendezést alkalmaztunk. Elemzésre

került mindhárom összetevő, tehát a forgácsolóerő (F_c), az előtolás irányú (F_f), valamint a passzív erő (F_p). A mért átlagértékek egy részletét az **5. és 6. ábrán** tüntettük fel.

5. ábra Az F_c forgácsolóerő alakulása

6. ábra Az F_p passzív erő alakulása

A közölt ábrákból kiderül, hogy lényeges eltérés nem mutatkozik a két lapka erőigénye között sem a forgácsolóerő, sem pedig a passzív erő vonatkozásában. Az utóbbi komponens vizsgálatából az állapítható meg (**6. ábra**), hogy a PC forgácsstörőjű lapka némileg kedvezőbb értékeket produkál kis és nagy fogásvétel mellett, azonban a vizsgált adattartományban a legnagyobb különbség sem éri el a 10%-ot, azaz hatása nem számottevő.

Az erőkomponensek modellezése

A korszerű vizsgálati módszerek lehetővé, a megváltozott forgácsolási körülmények pedig szükségessé tették modellek részbeni felülvizsgálatát. A tesztelt lapkákra az (1) egyenlet vonatkozik, az eredeti képlet szerint a „ b ” forgács szélesség lineárisan befolyásolja az erő alakulását. Ez a valóságban azonban nem így van, hiszen akkor minden egyes fogásmélység beállításakor a $k_{1,1}$, és q_c értékeinek – a mérési bizonytalanságot figyelembe véve – közel azonosnak kellene lenniük. Az általunk ajánlott modell számításba veszi azt a tényt, hogy a szerszám „ r_c ” csúcsgara miatt a fogásban lévő élvonalhossz nagysága nagyobb a forgács szélességnél, valamint azt a jelenséget, hogy a forgácsnak a szerszám csúcsgarával érintkező része pótlólagos alakváltozást szenved. Ezek együttes hatását a (2) és (3) egyenletek fejezik ki. A forgácsolóerő komponensek számításához az általunk korrigált, (4) alakú képlet a **2. táblázatban** szereplő $k_{1,1}$ értékeket, valamint x_c , C és y_c kitevőket tartalmazza.

2. táblázat Számított adatok

		$k_{1,1}$	x_c	C	y_c
F_c	MT	1614	-0,03	0,3	-0,20
	PC	1662	-0,03	0,3	-0,20
F_f	MT	434	0,12	0,7	-0,15
	PC	439	0,16	0,6	-0,17
F_p	MT	495	-0,53	0,5	-0,35
	PC	635	-0,66	0,3	-0,15

$$F_c = k_{c1,1}^* \cdot b \cdot h^{1-q_c^*} \quad [\text{N}] \quad (1)$$

$$k_{c1,1}^* = k_{c1,1} \cdot b^{x_c} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (2)$$

$$q_c^* = C \cdot b^{y_c} \quad (3)$$

$$F_c = k_{c1,1} \cdot b^{1+x_c} \cdot h^{1-C \cdot b^{y_c}} \quad [\text{N}] \quad (4)$$

Az általunk kidolgozott (4) alakú modell mindhárom erőkomponens esetében adekvát módon írja le a beállított adatok és a mért erők összefüggését.

Az erőkomponensek arányának modellezése

Az ébredő erő három komponense közül általában a forgácsolóerő a legnagyobb. A munkadarab anyagminősége és hőkezeltsége, valamint a szerszám kialakítása nagyban befolyásolja a másik két

3. táblázat Kétfaktoros regresszió eredményei

	F_p/F_c erőarány	F_f/F_c erőarány
MT	$\frac{F_p}{F_c} = 0,3 \cdot a^{-0,61} \cdot f^{-0,13}$	$\frac{F_f}{F_c} = 0,3 \cdot f^{-0,37}$
PC	$\frac{F_p}{F_c} = 0,4 \cdot a^{-0,64}$	$\frac{F_f}{F_c} = 0,3 \cdot a^{0,11} \cdot f^{-0,34}$

összetevő értékét. A kétféle forgácsstörő alkalmazásával mért erőkomponensek hányadosát kétfaktoros regresszióval modelleztük, az eredményeket a 3. táblázat tartalmazza.

A modelleket elemezve látható, hogy:

- a passzív erő érzékeny a fogásmélységre, kitevője mindkét lapkánál szinte megegyezik és az F_p/F_c hányados értéke csökken. Az előtolás kitevőiből az olvasható ki, hogy az előtolás növelésével az MT esetében hányados csökken, a PC jelűnél viszont nem okoz szignifikáns változást.

- Az előtolás irányú erő modelljénél az látható, hogy a vizsgált hányados meghatározó mértékben az előtolástól függ, csökkenő tendenciájú, és, hogy a PC jelűnél a fogásvétel nagysága is befolyásoló tényezők közé tartozik.

Összefoglalás, további feladatok

A két, különféle célból elvégzett vizsgálat összegzéseként megállapítható, hogy a TaeguTec cég sikeres innovációt hajtott végre forgácsstörőjének kifejlesztésekor. Az új, PC jelzésű törőgeometria csaknem minden szempontból eredményesebben szerepelt: bár az erőszükségletnél lényeges eltérés nem mutatkozott, a forgácsstörés tekintetében viszont sokkal hatékonyabb volt. A kutatás eredményeként új erőmodellt alkottunk (lásd képlet), amelynek verifikálását a jövőben tervezzük. Az általunk vizsgált szerszámok jól segítették a szakirányú oktatást, e kezdeményezést továbbiakkal is bővíteni szeretnénk.

Irodalomjegyzék

- [1] dr. Sipos, S., Biró Sz.: *Forgácsolószerszámok vizsgálata a BMF Bányai Karán* Gépgyártás, XLVIII. évf. 2008/3. p. 96-99.
- [2] dr. Sipos, S., Biró, Sz., Tomoga, I.: *A termelékenység és a minőség egyidejű növelése wiper élgeometriával* Gépgyártás, XLVI. évf., 2006/4. p. 17 – 24.
- [3] Az ISG által gyártott lapkák forgácsolási tulajdonságainak vizsgálata (I. fázis) *A forgácsstörés vizsgálata és számítógépes tárolásának megoldása* (Témavezető: dr. Sipos Sándor)
Kutatási jelentés, ISG-BDGMF kutatás, SzM 523/1989. pp. 42.

- [4] dr .Palásti, K. B., Dajcs, L, dr .Sipos, S.: *ISG-gyártmányú lapkák forgácstörési tartományának vizsgálata* *Gépgyártástechnológia*, 1990/8. p. 346-351.
- [5] Li Zhou: *Machining Chip-Breaking Prediction with Grooved Inserts in Steel Turning*
Ph.D. Research Proposal, Worcester Polytechnic Institute, USA, Dec. 2001. p.154.

Bíró Szabolcs, intézeti mérnök

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar
Cím: 1081 Budapest, Népszínház utca 8.
Telefon: +36/1-666 5343
E-mail: biro.szabolcs@bgk.uni-obuda.hu

dr. Sipos Sándor, mestertanár

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar
Cím: 1081 Budapest, Népszínház utca 8.
Telefon: +36/1-666 5427
E-mail: sipos.sandor@bgk.uni-obuda.hu

Nagy Attila, III. évf. hallgató

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar