

Korszerű esztergaszerszámok on-line vizsgálata

Bíró Szabolcs, dr. Palásti Kovács Béla, dr. Sipos Sándor

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
biro.szabolcs@bgk.uni-obuda.hu
palasti@uni-obuda.hu
sipos.sandor@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás: A korszerű esztergaszerszámok nagyobb termelékenységgű, ugyanakkor nagyobb pontosságú munkavégzésre alkalmasak. A vizsgálatot olyan csúcskategóriás forgácsolólapkákkal végeztük, amelyek a legutóbbi időszak szerszáminnovációit tartalmazzák. Az elvégzett on-line mérések eredményeinek feldolgozása és kiértékelése fontos gyakorlati tapasztalatokat jelent mind a gyártóknak, mind pedig az üzemszerű felhasználóknak.

Kulcsszavak: forgácsolás; szerszámvizsgálat; erőmodell

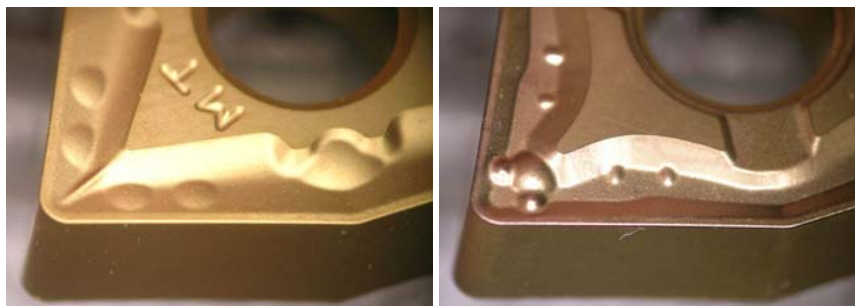
Bevezetés

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Gépgyártástechnológiai Szakcsoportja hosszú ideje folytat kutatásokat a szerszámok forgácsolóképeségének és az anyagok forgácsolhatóságának meghatározása céljából [1, 2]. Jelen cikkben a TaeguTec lapkákon végzett komplex vizsgálat részeredményeit közöljük. A kutatást több lépésben végeztünk: a W-alakú lapkageometriát előbb, a forgácsolóstechnológia számítógépes tervezése tantárgy keretén belül, a C-alakút később, a forgácsolóstechnológia alapjai tantárgy labormérésében. Az eredmények feldolgozása is ezt a sorrendet követi.

1. Új fejlesztésű TaeguTec WNMG lapkák vizsgálata

A forgácsolás zavarmentes végrehajtásának igénye a felügyeletsezény 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.



1. ábra
MT geometria

2. ábra
PC geometria

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

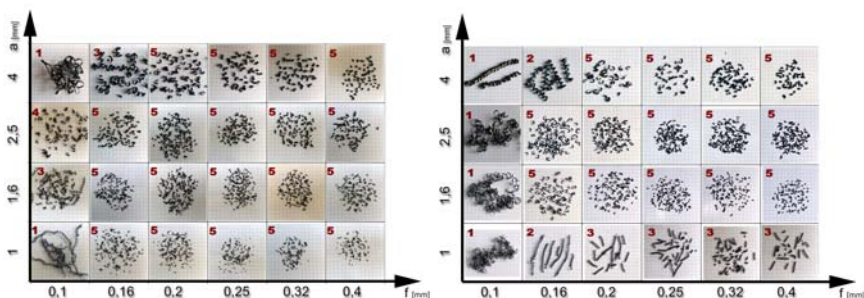
1.1. Forgáctörési tábló felvétele

A *DugardEagle BNC1840* típusú CNC-esztergán elvégzett forgáctörési vizsgálatokhoz C45 jelű, HB180-185 keménységű ötvöztelen szerkezeti acélt használtunk fel. Az Ø85 x 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 forgáctörés hatékonyságának minősítése az egyes beállításokkor keletkezett forgáctípusok 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.

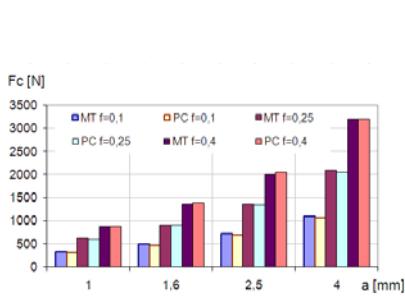
	<i>MT lapka</i>	<i>PC lapka</i>
<i>Pontszám:</i>	90	107
<i>Százalék:</i>	75%	~89,2%

A 3. és 4. ábrákon közölt tablók *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 [7].

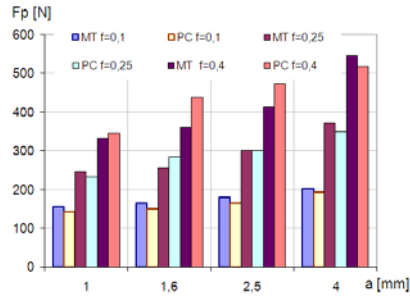
1.2. Az erőkomponensek vizsgálata

A forgácsoláskor fellépő erőkomponensek közvetlen 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 minősítésekor.

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 a két lapka erőigénye között sem a forgácsolóerő, sem pedig a passzív erő vonatkozásában nem mutatkozik lényeges eltérés. 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.

1.3. 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* forgácsszélesség lineárisan befolyásolja az erő alakulását. Ez a valóságban azonban nem így van, hiszen akkor minden egyes fogásmélység beállításakor a *k_{l,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* csúcscsúgarára miatt a fogásban lévő élvonalhossz nagysága nagyobb a forgácsszélességnél, valamint azt a jelenséget, hogy a forgácsnak a szerszám csúcscsúgarával érintkező része pótlólagos alakváltozást szenved.

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

$$q_c^* = C \cdot b^{y_c} \quad (3) \quad F_c = k_{c1,1} \cdot b^{1+x_c} \cdot h^{1-C \cdot b^{y_c}} \quad [\text{N}] \quad (4)$$

Ezek együttes hatását a (2) és (3) egyenletek fejezik ki. A forgácsolóerő komponensek számításához az általunk korrigált, (4) alakú képlet a **1. táblázatban** szereplő *k_{l,1}* értékeket, valamint *x_c*, *C* és *y_c* kitevőket tartalmazza.

1. táblázat
Erőmodell számítási 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

Az általunk kidolgozott (4) alakú modell mindhárom erőkomponens esetében adekvát módon írja le a beállított adatok és a mért erők összefüggését [6].

2. A TaeguTec új fejlesztésű CNMG lapkáinak vizsgálata

A CNMG 120412 MC (7. ábra) és az új fejlesztésű CNMG 120412 PC (8. ábra) lapkák vizsgálatában három forgácsolósebességet négy különféle előtolással kombináltunk (2. táblázat). A mérés során regisztráltuk az egyes beállításokhoz tartozó fő- és előtolás irányú forgácsolóerőket, valamint 12 forgácsolt felület érdességi jellemzőit. A lapkák forgácsolási képességének megállapításához forgácsolást készítettünk, a kapott eredmények feldolgozását az alábbiakban láthatjuk, természetesen a teljesség igénye nélkül.

2. táblázat
Az alkalmazott forgácsolási adatok

f [mm]	0,05	0,1	0,2	0,3	0,05	0,1	0,2	0,3	0,05	0,1	0,2	0,3
a [mm]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
v_c [m/min]	80				160				250			



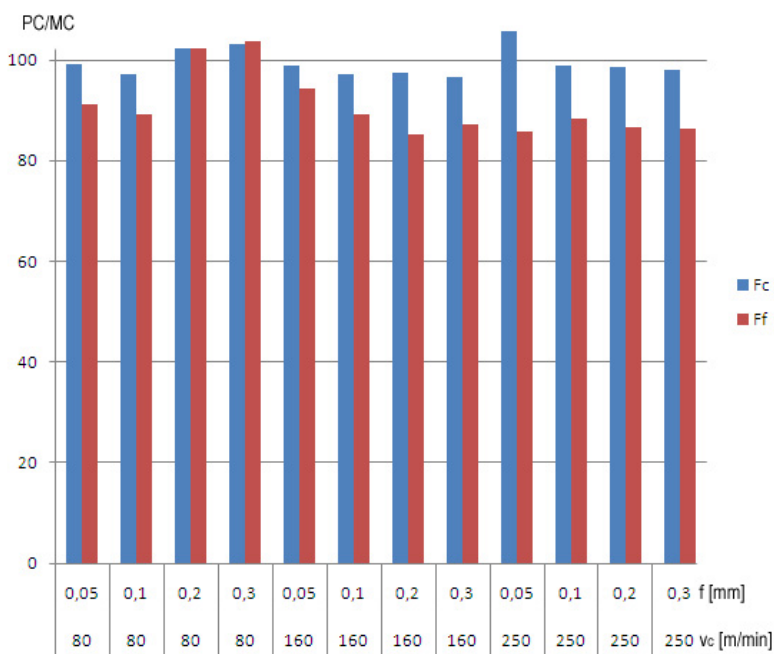
7. ábra
MC geometria



8. ábra
PC geometria

2.1. Forgácsolóerők vizsgálata

A forgácsolóerők vizsgálata során a két lapka eltérő homlokfelületi kialakításából adódó erőkülönbségeket dolgoztuk fel úgy, hogy az új fejlesztésű PC geometria mérési értékeit osztottuk el a hagyományos MC-vel. A 100% tehát azt jelenti, hogy nem tapasztaltunk különbséget a két kialakítás között.



9. ábra

Forgácsolóerők arányainak alakulása

A diagramból (9. ábra) jól kivehető az, hogy a forgácsoló erő (F_c) értékeinél számottevő változás nem tapasztalható, az előtolás irányú erők (F_f) viszont akár 15 %-os javulást hozhatnak a PC geometria használata során. Ez különösen igaz a produktivitás alapját képező nagy forgácsolósebességek tartományában.

A kis forgácsolósebességen végzett kísérletek során ennek az ellenkezőjét is tapasztaltuk, azonban technológiai szempontból ezen körülmények alkalmazásának nincs ipari jelentősége. Megállapíthatjuk tehát, hogy az új fejlesztésű PC geometria használatával az előtolás irányú erők 12-15%-os javulást mutatnak.

2.2. Forgácstörő-képesség elemzése

A forgácstörési képesség vizsgálata során rögzített ($a=2$ mm) fogásmélység mellett 4 előtolást 3 forgácsolósebességgel kombináltunk. A vizsgálatok eredményeit a forgácstabló tartalmazza (lásd **10.** és **11. ábra**), ahol a legkisebb beállított értékek mellett képződött forgácsok a kép bal alsó sarkában helyezkednek el. Megállapítható, hogy a PC geometria 0,05 mm előtolás alkalmazása mellett kedvező, spirális forgácsot választ le (**11. ábra**), az MC jelű lapka kusza forgácsalakjával szemben (**10. ábra**). Ugyanezen előtoláson, de növelt forgácsolósebesség mellett a spirálalak megmarad, viszont hosszirányú kiterjedése lerövidül. Növelt előtolás értékek mellett mindkét lapkageometria tört forgácsot produkált.



10. ábra
MC jelű forgácstörő

11. ábra
PC jelű forgácstörő

Összefoglalás, további feladatok

A két, különféle célból elvégzett vizsgálat összegzéseként megállapítható, hogy a TaeguTec cég sikeres innovációt hajtott végre forgácstörőjének kifejlesztésekor. Az új, PC jelzésű törőgeometria csaknem minden szempontból eredményesebben szerepelt: az erőszükségletnél 12-15% csökkenés mutatkozott, a forgácstörés tekintetében is 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 szeretnénk bővíteni.

Irodalomjegyzék

- [1] Sipos, S. dr. – Bíró Szabolcs: Forgácsolószerszámok vizsgálata a BMF Bányai Karán *Gépgyártás*, XLVIII. évf. 2008/3. pp. 96-99
- [2] Sipos, S. dr. – Bíró, Sz. – Tomoga, I.: A termelékenység és a minőség egyidejű növelése wiper élgeometriával; *Gépgyártás*, XLVI. évf., 2006/4. pp. 17-24
- [3] Az ISG által gyártott lapkák forgácsolási tulajdonságainak vizsgálata (I. fázis), A forgácsolás vizsgálata és számítógépes tárolásának megoldása (Témavezető: dr. Sipos Sándor) Kutatási jelentés, ISG-BDGMF kutatás, SzM 523/1989. p. 42
- [4] Palásti, K. B. dr. – Dajcs, L. - Sipos, S. dr.: ISG-gyártmányú lapkák forgácsolási tartományának vizsgálata *Gépgyártástechnológia*, 1990/8. pp. 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
- [6] Bíró Sz. – dr. Sipos S. – Nagy A.: Korszerű geometriájú forgácsolólapkák az oktatásban, FMTÜ 2011 Konferencia, Kolozsvár, ISSN 2067 - 6 808, pp. 41-46
- [7] Bíró Sz. – dr. Sipos S. – Nagy A.: Use of Cutting Inserts with Modern Geometry in Higher Education, GTE Gyártás konferencia 2010, Budapest CD ISBN 978-963-9058-31-6