

FAJLAGOS FORGÁCSOLÓ ERŐ SZERKEZETFÜGGŐSÉGE

THE SPECIFIC CUTTING FORCE AS A FUNCTION OF THE MICROSTRUCTURE

Varga Péter¹, Horváth Richárd², Oláh Ferenc³, Lozsek Martin⁴¹²³⁴Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet, H-1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8.¹varga.peter@bgk.uni-obuda.hu; ²horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu;³illogicalferi@gmail.com; ⁴martin.lozsek@gmail.com**Abstract**

One of the most important parameter in cutting is the cutting force and the ratio of the components of the force. The ratio of the main force component and the chip's cross-section is the so-called specific cutting force. The specific cutting force is closely linked to the mechanical properties of the material such as the tensile strength and hardness. This paper discusses the dependence of the specific cutting force on the microstructure of the material. Two kind of specimens are examined which have the same chemical composition and hardness but different microstructure – due to different heat treatment.

Keywords: heat treatment, microstructure, turning, cutting force measuring, specific cutting force.

Összefoglalás

Az anyagok forgácsolhatóságának egyik jellemzője a forgácsoláskor fellépő erőhatások nagysága és aránya. A forgácsoláskor fellépő erőhatás és a deformálatlan forgácskeresztmetszet hányadosát fajlagos forgácsoló erőnek nevezik, mely értékkel jellemezhetőek a forgácsolandó anyagok. A fajlagos forgácsoló erő értéke szoros kapcsolatban áll a munkadarab mechanikai tulajdonságaival (pl.: keménység, szakítószilárdság). Ez a publikáció, mechanikai tulajdonságokban összehasonlítható, azonos összetételű, de – eltérő hőkezelési állapotuknak köszönhetően – különböző szövetszerkezettel rendelkező acél alapanyag fajlagos forgácsoló erő vizsgálatát mutatja be.

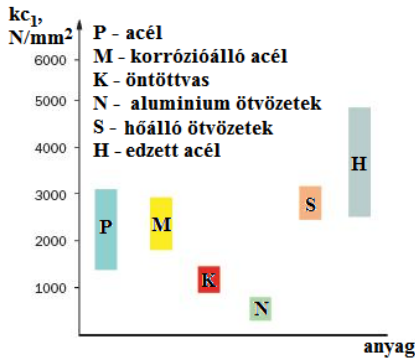
Kulcsszavak: hőkezelés, szövetszerkezet, esztergálás, forgácsoló erőmérés, fajlagos forgácsoló erő.

1. Bevezetés

Bizonyított, hogy a szövetszerkezettől nagyban függenek a mechanikai tulajdonságok. Az anyagok egyik fontos forgácsolhatósági tulajdonsága a forgácsoló erő igényük, melyet az alábbi módon tudunk meghatározni:

$$F = k \cdot A \quad (1)$$

ahol az A , mm² a deformálatlan forgács keresztmetszet, a k , N/mm² pedig a fajlagos forgácsoló erő, melyet alapvetően a keménységgel és a szakítószilárdsággal hoznak kapcsolatba [1]. Ezeket az értékeket a szerszámkatalógusok is használják, olyan módon, hogy a k értékeit bizonyos intervallumban egy adott betűjellel (forgácsolandó anyag típusok) jelölik. Az **1. ábra** egy ilyenre mutat példát.



1. ábra. Fajlagos forgácsoló erő értékek (k) forgácsolandó anyag típusok szerint [2 alapján]

Sok kutatás foglalkozik a különböző alapanyagok forgácsolhatóságával, forgácsolási erő igényeivel.

AISI 4340 acél erőtani viszonyait vizsgálták Suresh és társai [3] esztergálásnál. Vizsgálataikat bevonatos keménység számmal végezték. Lineáris egyenleteket építettek a forgácsoló erő eredője és a fajlagos forgácsoló erő számítására. Megállapították, hogy a forgácsoló erőre és a fajlagos forgácsoló erőre legnagyobb hatással az előtolás van, ezt követi a fogásmélység, majd a forgácsolási sebesség.

Rao és társai [4] AISI 1050 acél esztergálását vizsgálták, kerámia szerszámmal. Vizsgálataikat a felületi érdesség vizsgálatára és a forgácsolás erőtani viszonyaira terjesztették ki. Empirikus modelleket alkottak mind az érdesség mind a forgácsoló erők becslésére, és megállapították, hogy az előtolásnak szignifikáns hatása van mind a forgácsoló erőre, mint a felületi érdességre. A forgácsolási sebesség sem a kialakult érdességre sem a forgácsoló erőre nem volt számottevő hatással, a fogásmélység pedig csak a forgácsoló erőt befolyásolta.

Az anyagok fajlagos forgácsoló erejének függése kizárólag a keménységtől és/vagy a szakítószilárdságtól véleményünk szerint nem egzakt megközelítés, hiszen azonos mechanikai tulajdonságok (kemény-

ség, szakítószilárdság) eltérő szövetszerkezetekkel is elérhetőek [5].

E cikkben annak a kísérletsorozatnak az eredményeit mutatjuk be, mely arra keresi a választ, hogyan alakul a fajlagos forgácsoló erő igény, azonos kémiai összetételű és keménységű, ám különböző szövetszerkezetű acél esztergálásakor.

2. Anyag és módszer

2.1. Acélminőség

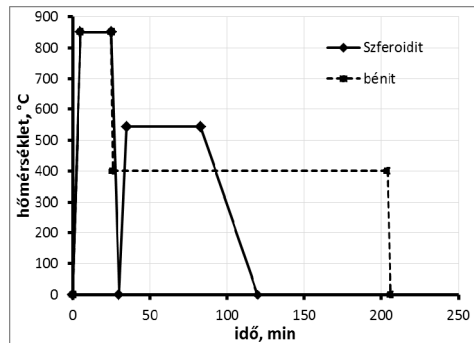
A vizsgálatokat 34CrNiMo6 nemesíthető acél próbatesteken végeztük, melynek összetétele az 1.-es táblázatban található.

1. táblázat. 34CrNiMo6 összetétel

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni
0,3-0,38	max. 0,4	0,5-0,8	1,3-1,7	0,15-0,3	1,3-1,7

2.2. Az alkalmazott hőkezelések

A hőkezelési eljárások során azonos keménységű szövetek létrehozása volt a cél, melyek különbözőképp keletkeztek. Hűlés során bénit, hevítéssel szferoidit jött létre. A hőkezelési ciklusok a 2-es ábrán láthatók.



2. ábra. Hőkezelési diagramok

- A szferoidites szövetszerkezet létrehozását úgy értük el, hogy 850 °C-on hön tartottuk 20 percig a darabokat, azután olajban hűtöttük (ezzel elérve a martenzites szövetszerkezetet, 575±3 HV), majd 545°C-on egy órán keresztül megeresztettük és levegőn hűtöttük.

- A bénites szövetszerkezetet hasonlóan 850 °C-on hően tartottuk, majd izotermásan hűtöttük 400 °C-os sófürdőben három órán keresztül.

2.3. Az eltérő szövetszerkezetű acélok (34CrNiMo6) szilárdsági tulajdonságának vizsgálata

A hőkezelések után minden munkadarabon keménységmérést végeztünk 3 alkalommal. A mért keménységek (szövetszerkezetenként 12 db mérés) átlaga és szórása az 1. táblázatban található.

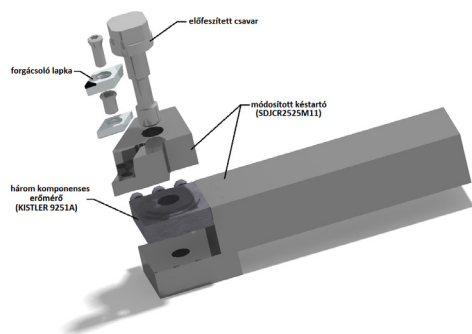
1. táblázat. Keménységmérés eredményei

Szövetszerkezet	HV átlag	SHV
Bénit	364	3,92
Szferoidit	369	3,60

Az 1. táblázatból látható, hogy különböző szövetszerkezeteknél sikerült közel megegyező keménységet előállítani.

2.4. Forgácsoló erő mérés

A forgácsolási erőmérés egy speciálisan átalakított esztergakésszárból (PDLNR 2525M 11) lett átalakítva, oly módon, hogy a lapka alá egy KISTLER 9251A 3 komponenses erőmérő lett beépítve (3. ábra) [6].



3. ábra Erőmérésre átalakított eszterga készár

A forgácsoláshoz használt bevonatos keményfém lapka kódja: DCMT 11T304-53 (Sandvik).

A forgácsolási kísérleteket úgy végeztük, hogy a forgácsoló sebességet, melynek

hatása a legkisebb a forgácsoló erőre [7,8,9] $v_c = 100$ m/min, valamint a fogásvételt $a = 0,5$ mm konstans értéken tartottuk, míg 8 szinten változtattuk az előtolás értékét $f = 0,03-0,17$ mm.

3. Eredmények

A forgácsolási kísérleteket mindkét szövetszerkezetű acélnál azonos körülmények között végeztük. A kísérletek elrendezésének felülnézeti képét mutatja a 4. ábra.



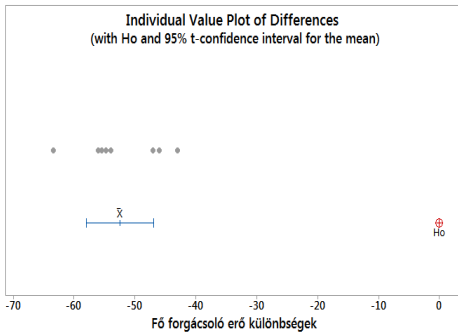
4. ábra Forgácsolási kísérletek elrendezése

A kísérleti beállításokat, és a fő forgácsoló erő valamint a hozzá tartozó fajlagos forgácsoló erő értékét a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. Kísérleti beállítások eredményei

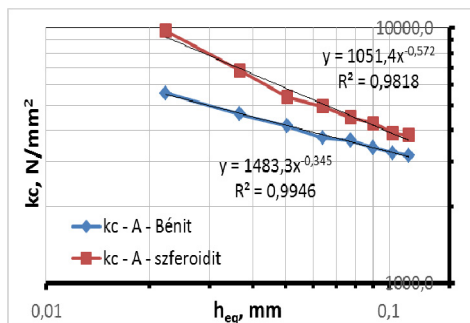
Mérés i pontok	f , mm	A , mm ²	F_c bénit, N	k_c bénit, N/mm ²	F_c szferoidit, N	k_c szferoidit, N/mm ²
1.	0,03	0,015	84	5573,3	147	9800,00
2.	0,05	0,025	116	4620,0	171	6840,00
3.	0,07	0,035	145	4142,9	188	5371,43
4.	0,09	0,045	167	3715,6	222	4933,33
5.	0,11	0,055	200	3636,4	246	4472,73
6.	0,13	0,065	221	3400,0	277	4261,54
7.	0,15	0,075	244	3253,3	291	3880,00
8.	0,17	0,085	270	3176,5	324	3811,76

Az eredményekből jól látható, hogy a bénites szövétű anyag főforgácsoló erő igénye kisebb a szferoiditesnél, melyeknek szignifikáns különbségét páros t-próbával ellenőriztük (5. ábra).



5. ábra. A fő forgácsoló erők összehasonlítása páros t-próbával

Az ekvivalens forgácsvastagság [10] függvényében logaritmikus léptékben vizsgálva a fajlagos forgácsoló erő igényét a vizsgált daraboknak, szintén megállapítható az előbb említett különbözőség (6 ábra).



6. ábra. A fajlagos forgácsoló erők az ekvivalens forgácsvastagság függvényében.

4. Következtetések

Az elvégzett kísérletek célja volt azonos keménységű, de eltérő szövetszerkezetű acélok forgácsolhatóságainak vizsgálat a fő forgácsoló erő komponens, valamint a fajlagos forgácsoló erő értékek elemzésével. Ennek érdekében eltérő hőkezeléssel létrehoztunk azonos keménységű, de eltérő szövetszerkezetű próbadarabokat (bénit, szferoidit), majd elvégeztük ezek forgácsolási kísérleteit, melyekből az alábbiak állapíthatók meg:

- A forgácsolhatóságot nagyban jellemző fajlagos forgácsoló erő jelentős különbözőséget mutat azonos összetételű, keménységű, de eltérő szövetszerkezetű acélok esetén;
- a bénites szövétű acél fajlagos forgácsoló erő igénye számottevően kisebb, melyet páros t-próbával igazoltunk.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Smith, G.T.: *Cutting Tool Technology*, (Springer-Verlag London, 2008)
- [2] Corokey 2010 szerszámkatalógus (Sandvik)
- [3] Suresh, R., Basavarajappa, S., Samuel, G.L.: *Some studies on hard turning of AISI 4340 steel using multilayer coated carbide tool*, Measurement 45, 2012, 1872–1884.
- [4] Rao, C.J., Rao, D.N., Srihari, P.: *Influence of cutting parameters on cutting force and surface finish in turning operation*, Procedia Engineering 64, 2013, 1405 – 1415.
- [5] Barta, I., Kovács, T., Borossay, B.: Adott szerkezetű próbatestek előállítása, XII. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolossvár 2007, 27–30.
- [6] Horvath, R., Palinkas, T., Matyasi. Gy., Dregelyi-Kiss, A.: *The design, calibration and adaption of a dynamometer for fine turning*, International Journal of Machining and Machinability of Materials (in print)
- [7] Aouici, H., Yallese, M.A., Chaoui, K., Mabrouki, T., Rigal, J.-F.: *Analysis of surface roughness and cutting force components in hard turning with CBN tool: Prediction model and cutting conditions optimization*, Measurement 45 (2012) 344–353
- [8] Lalwani, D.I., Mehta, N.K., Jain, P.K.: *Experimental investigations of cutting parameters influence on cutting forces and surface roughness in finish hard turning of MDN250 steel*, Journal of materials processing technology 206 (2008) 167–179.
- [9] Fetecau, C., Stan F.: *Study of cutting force and surface roughness in the turning of polytetrafluoroethylene composites with a polycrystalline diamond tool*, Measurement 45 (2012) 1367–1379.
- [10] Horváth, R., Sipos, S., Mátyási, Gy.: *Új erőmodell finomesztérgálás esetén*, GEP 6-7, (2014) 50-55.