FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2000. március 24-25.

KEMÉNY ESZTERGÁLÁS ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA ÉLTARTAMKÍSÉRLETEK ALAPJÁN

Kundrák János

Vajda Gyula

Summary

Hard turning has been used more and more widely for finishing of hardened and superhard steels and cast irons. The substitution of types of machining (for example abrasive machining) can become generally used if - besides the accuracy and quality requirements concerning the parts - this type of machining is more economical, too. This paper outlines comparative examinations concerning tool life in hard turning carried out with CBN tools. The results of experiments with tools of different quality and edge form were evaluated with a relationship in a way, which may promote not only the determination of technological data, but also decisions of cost efficiency.

Bevezetés

Ami néhány éve csak elképzelés volt, mára valósággá vált: nagykeménységű anyagok befejező megmunkálásakor a köszörülés reális alternatívája lett a határozott élű szerszámokkal végzett forgácsolás. A kiváló felületminőség mellett biztosítható az alkatrész előírt pontossága is, az időegység alatt leválasztható nagyobb anyagmennyiség pedig gazdaságosabbá teheti e szerszámok alkalmazását. Különösen nagy ez az előny furatmegmunkálásnál, hiszen a furat átmérője meghatározza az alkalmazható korongátmérőt. A CBN szerszámok viszonylag magas ára, és az alkatrészekre vonatkozó szigorú követelmények szükségessé tették a forgácsolási folyamat tanulmányozását, a törvényszerűségek megismerését. Az alábbiakban a teljes sebességtartományra érvényes éltartam összehasonlító vizsgálatait, valamint az éltartam-összefüggés meghatározását mutatjuk be.

1. Éltartamegyenlet

Az éltartamot meghatározó kopás igen bonyolult mechanikai, vegyi, termikus, elektromos, stb. folyamatok során alakul ki. A forgácsolási feltételek változásával a szerszám mechanikai és termikus terhelése változik, a kopásösszetevők aránya módosul, s ez matematikailag nehezen kezelhető. Az évek során igen sok javaslat született a függvény egyszerűsítésére approximációs görbék segítségével. Mi a kísérletek kiértékelésére egy új, általános éltartamegyenletet (Kundrák, 1996 [1]) alkalmaztunk. A javasolt új általános éltartamegyenlet az eddigiektől teljesebben és pontosabban tükrözi a forgácsolási jelenségek fizikai törvényszerűségeit. A teljes éltartamgörbe leírására alkalmas összefüggés a forgácsolásban alkalmazott jelölésekkel kifejezve a következő alakban írható fel:

$$T = \frac{C_{T_1}}{v_c^3 + C_{T_2} v_c^2 + C_{T_3} v_c} \quad (C_{T_1}, C_{T_2}, C_{T_3} \text{ a forgácsolás paramétereitől függenek})$$

A forgácsolt úthossz pedig:

$$L = T \cdot v_c; \quad L = \frac{C_{T_1}}{v_c^2 + C_{T_2} v_c + C_{T_3}}$$

A javasolt formula leírja az éltartam függvény poliextremális struktúráját, miközben a szélsőértékek helye (a T és a v_c tengely mentén) a forgácsolási paraméterektől – előtolás, fogásmélység és megmunkált átmérő - függ. A $T=f(v_c)$ függvény $L=f(v_c)$ összefüggéssé alakítása révén az éltartamhoz tartozó forgácsolt úthosszra egy maximummal rendelkező függvény adódik, amely hűen kifejezi a kísérletek során kapott eredményeket.

2. Kísérleti feltételek

Kísérletünket furatesztergáláskor végeztük, mivel furatesztergálásnál a forgácsleválasztást intenzívebb folyamatok jellemzik, és a szakirodalom esztergálásra már számos eredményt tartalmaz. A kísérleti feltételek az alábbiak voltak:

- forgácsolószerszámok:
 - Kompozit 01 és Kompozit 10; $\gamma=5^\circ$; $\alpha=\alpha'=15^\circ$; $\lambda=0^\circ$; $\kappa_r=45^\circ$; $\kappa_r'=2^\circ$; $\kappa_r''=15^\circ$; $b_\epsilon=0,3$ mm/;
 - K10D kör alakú forgácsolólapka RNMN 050400 Ø 5,56; H=3,97 mm;
 - K10D kör alakú élezett forgácsolólapka RNMN 050400 Ø 5,56; H=3,97 mm $\gamma=5^\circ$; $\alpha=\alpha'=15^\circ$; $\lambda=0^\circ$; $\kappa_r=45^\circ$; $\kappa_r'=2^\circ$; $\kappa_r''=15^\circ$; $b_\epsilon=0,3$ mm/;
 - K10D rombusz alakú forgácsolólapka CNVN 040404 Ø3,97 mm; H= 3,97 mm;
- munkadarab: edzett csapágyacél: 100Cr6 HRC 62±2; Ø60 mm;
- szerszámgép: E400-1000 egyetemes eszterga;
- technológiai adatok: $f=0,062$ mm/ford; $a_p=0,1$ mm; kopáskritérium: VB=0,4 mm.

3. Kísérleti eredmények és kiértékelésük

A CBN szerszámok kopását is a polikristályos jelleg határozza meg. A kopás elsősorban a hátfelületen lép fel, és döntően ez határozza meg az éltartamot is. Ezért a kopás jellemzésére a hátkopást, s kritériumként ennek 0,4 mm-es nagyságát választják. A hátkopás ilyen értékéig a CBN szerszámok megőrzik jó forgácsolóképeségüket, a forgácsolóerő növekedése jelentéktelen, a megmunkált felület érdessége nem romlik észrevehetően [1] [2].

A kísérleti eredmények azt mutatták, hogy a forgácsolósebesség függvényében az éltartam az 1. ábrán bemutatott jelleggörbe szerint változik. A mérési eredményeket az 1. és 2. táblázatban foglaltuk össze. A kísérletek során azt tapasztaltuk, hogy a kompozit (CBN) szerszám munkaképességére jelentős hatással van a szerszám homlokfelületén keletkező védőréteg, a fémes felrakódás. Ez a forgácsolási folyamatot alapvetően meghatározó jelenség. Az első sebesség-tartományban ($v_c < v_{c12}$) a felrakódás éppen csak elkezdődik, de nem stabil a védőréteg. A másodikban ($v_{c12} < v_c < v_{c23}$) stabilizálódik, a harmadikban ($v_c > v_{c23}$) pedig teljesen hiányzik [1] [2].

A többváltozós nemlineáris regressziós problémát a Simplex minimumkeresési eljárással megoldva meghatároztuk az éltartam-egyenlet C_{T_1} , C_{T_2} és C_{T_3} paramétereit. A 3. táblázatban e paraméterek számított értékei mellett megadtuk minden görbéhez az R^2 (korrelációs koefficiens) és az R_a^2 (korrigált korrelációs koefficiens) mutatóit is.

1. ábra
Az szerszámtartam és a forgácsoló úthossz jelleggörbéi

A szerszámtartam mért értékei

1. táblázat

Szerszám	T [min]											
	v_c [m/min]											
	11	20	29	40	50	55	62	68	82	92	105	120
K01	302	225	212	227	211	196	155	114	51	32	24	16
K10	181	154	172	206	141	95	50	31	15	12	8	7
K10D k.a.	125	76	75	69	80	87	98	128	160	138	71	32
K10D k.a.é.	131	98	90	112	133	138	133	110	38	32	16	11
K10D r.a.	128	107	90	102	152	170	171	112	37	25	14	9

A forgácsolt úthossz mért értékei

2. táblázat

Szerszám	L [m]											
	v_c [m/min]											
	11	20	29	40	50	55	62	68	82	92	105	120
K01	3322	4500	6148	9080	10550	10780	9610	7752	4182	2944	2520	1920
K10	1991	3080	4988	8240	7050	5225	3100	2108	1230	1104	840	840
K10D k.a.	1375	1520	2175	2760	4000	4785	6076	8704	13120	12696	7455	3840
K10D k.a.é.	1441	1960	2610	4480	6650	7590	8246	7480	3116	2944	1680	1320
K10D r.a.	1408	2140	2610	4080	7600	9350	10602	7616	3034	2300	1470	1080

Az éltartamegyenlet együtthatói és a korreláció paraméterei

3. táblázat

Szerszám	C_{T1}	C_{T2}	C_{T3}	R^2	R_a^2
K01	$7,60 \cdot 10^6$	- 103,51	3385,3	98,74 %	97,88 %
K10	$2,21 \cdot 10^6$	- 84,17	2034,2	97,78 %	96,92 %
K10D k.a.	$7,19 \cdot 10^6$	- 170,68	7824,1	94,89 %	93,75 %
K10D k.a.é.	$4,11 \cdot 10^6$	- 121,68	4209,3	98,22 %	97,82 %
K10D r.a.	$3,68 \cdot 10^6$	- 118,75	3898,9	93,74 %	92,35 %

4. Következtetés

Bizonyítást nyert a javasolt éltartamegyenletnek az az előnye, hogy a teljes forgácsolósebesség-tartományra érvényes, és a gyakorlatban alkalmazható. A kopás- és éltartamkísérleteket a megszokott módon elvégezve meghatározhatók az egyenlet együtthatói. További feladat, hogy irodalmi adatok feldolgozásával és éltartamkísérletek segítségével kielégítően széles adatbázist hozzunk létre.

Irodalom

- [1] J. Kunderák: The Scientific Principles of Increasing the Effectiveness of Inner Surfaces' Cutting with CBN Tools, Academic Doctoral Dissertacion. Harkov, 1996.
- [2] J. Kunderák: Results of research on the field of cutting with CBN tools. 2nd International Conference on Development of Metal Cutting, Košice, Slovakia, 1998, pp.H6-H11.

Dr. Kunderák János, a műszaki tud. doktora
Miskolci Egyetem
Gépgyártástechnológiai Tanszék
H-3515 Miskolc Egyetemváros
Tel.: 36 46 565111/1583; Fax: 36 46 364941
E-mail: ggytkj@gold.uni-miskolc.hu

Vajda Gyula
Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány
Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet
H-3519 Miskolctapolca, Iglói út 2.
Tel.: 36 46 560132; Fax: 36 46 369438
E-mail: vajda@bzlogi.hu