

Zvýšenie efektívnosti technologickej operácie pri brúsení ložiskových ocelí aplikáciou nových brúsnych kotúčov

Jela Ondirková

Článok je zameraný na predstavenie a hodnotenie efektívnosti brúsenia novým brúsnym materiálom SG v porovnaní s klasickými brúsnymi materiálmi Al_2O_3 a KNB vo vzťahu k rezným podmienkam a parametrom brúsenia.

Úvod

Výskum a vývoj v technológii brúsenia je nevyhnutne spojený s vývojom v oblasti brúsnych kotúčov vzhľadom na skutočnosť, že jedným z kľúčových faktorov ovplyvňujúcich efektívnosť brúsenia je brúsne zrno a jeho vlastnosti vo vzťahu k rezným podmienkam, obrábanému materiálu a pod. Pri posledných výskumoch sa pri brúsení začal používať nový brúsny materiál s označením SG (z anglického „seeded gel“), pre ktorý je charakteristické, že proces opotrebenia brúsneho zrna je odlišný od konvenčných brúsnych kotúčov.

1. Charakteristika brúsnych materiálov SG

Brúsny materiál SG vznikol vývojom brúsnych kotúčov Al_2O_3 . Je to keramizovaný umelý korund, ktorý vyvinula firma NORTON

v roku 1988. Porovnateľné vlastnosti s inými reznými materiálmi uvádza tab. 1.

V porovnaní s klasickým brusivom má brúsne zrno SG vyššiu tvrdosť a lepšiu húževnatosť. Má mnoho brúsnych plôch, relatívne pravidelný tvar, pozostáva zo submikrónových častíc, ktoré sa môžu oddeľovať od brúsneho zrna počas brúsenia. Mikroštruktúra keramizovaného brúsneho zrna dovoľuje stále odkrývanie nových ostrých hrán. Výsledkom tejto samoostriacej schopnosti v procese

fyzikálna vlastnosť	Al_2O_3	SG	KNB
hustota [$g \cdot cm^{-3}$]	3,97	3,9	3,47
chemická čistota [%]	99,2	99,6	99,9
tvrdosť (Knoop)	1850	2150	4500
veľkosť kryštálu [μm]	nad 10	okolo 1	nad 50

Tab.1 Vlastnosti vybraných brúsnych materiálov

brúsenia je vytváranie sekundárnej brúsnej reznej hrany. V prípade brúsenia klasickými brúsnymi materiálmi sa ich zná zaobľujú, nastáva zvyšovanie merného tlaku, tepla a trenia, čoho následkom je vznik popálenín obrábaného povrchu.

Opotrebenie brúsneho zrna ovplyvňuje proces plastickej deformácie, a to následne vplyva na veľkosť zložiek reznej sily, generovanie tepla, proces opotrebenia brúsneho kotúča, a tiež kvalitu brúsených povrchov. Zároveň to umožňuje zvýšiť rýchlosť úberu materiálu, čo vedie k dlhším intervalom medzi zarovnávaniami a „studenému“ rezu v porovnaní s klasickým brusivom. Napríklad pri vnútornom brúsení dosahuje brusivo SG o 15 – 30 % vyššiu rýchlosť úberu materiálu v porovnaní s klasickým brusivom Al_2O_3 a až o 40 – 80 % vyššie hodnoty merného obrusu, pri zachovaní drsnosti povrchu a rovnakej tepelnej expozície obrobku.

Na dosiahnutie optimálneho stavu brúsnych kotúčov SG je veľmi dôležité ich správne zarovnávanie. Vyššia tvrdosť a húževnatosť zrn má za následok zvýšené opotrebenie zarovnávačov, a preto je vhodné aplikovať stacionárny diamantový zarovnávač, ktorý má vysokú tvrdosť a odolnosť voči opotrebeniu.

Kvalita ich povrchu, reprezentovaná drsnosťou, stupňom spevnenia či zvyškovými napätiami, je rozhodujúcim faktorom z hľadiska úžitkových vlastností obrobkov vyrábaných z týchto materiálov, pretože ovplyvňuje okrem iného únavové vlastnosti (únavové trhliny sa inicializujú práve v povrchovej vrstve), odolnosť proti korózii alebo odolnosť voči opotrebeniu.

2. Aplikácia brúsnych kotúčov SG

Zásadná odlišnosť pri brúsení týmito kotúčmi v porovnaní s Al_2O_3 a SiC je v zóne rezania v procese plastickej deformácie a následne v oveľa priaznivejšej mechanicko-tepelnej expozícii brúsených povrchov, ktorá v konečnom dôsledku vedie k zvýšeniu ich kvality. Vzhľadom na to, že reznosť brusiva SG sa do značnej miery približuje reznosti brúsnych zrn z KNB, brúsne kotúče SG by mali byť v porovnaní s brúsnymi kotúčmi KNB cenovo omnoho prijateľnejším riešením pri zachovaní požiadaviek na kvalitu a hospodárnosť operácií brúsenia. V brúsnom procese vedie používanie brusiva SG k znižovaniu zložiek rezných síl, znižovaniu tepla a zmenšeniu opotrebenia brúsneho kotúča. Zároveň sa docíli chladnejší výbrus. Samoostriaci proces vznikajúci priebežným vytlamovaním kryštálov je základom mimoriadnych rezných vlastností brusiva SG.

Tieto nové brúsne materiály sa odporúčajú pre brúsenie ocele s tvrdosťou vyššou ako 60 HRC a vyrábajú sa v nasledovných modifikáciách:

- SGA = 5 % SG + 25 % 32 A + 70 % 38 A,
- SGB = 10 % SG + 20 % 32 A + 70 % 38 A,
- 3 SG = 30 % SG + 70 % 38 A,
- 5 SG = 50 % SG + 50 % 38 A.

32 A – je konvenčný monokryštál (modifikácia korundu Al_2O_3),

38 A – je konvenčný polykryštál (modifikácia korundu Al_2O_3).

parameter	typ brúsneho kotúča		
	Al_2O_3	5 SG	KNB*
merný obrus G [$mm^3 \cdot mm^{-3}$]	60	175	485
drsnosť povrchu Ra [μm]	1	1,25	-
rezná sila – tangenciálna F_c [N]	5,1	4,75	3,5
rezná sila – radiálna F_p [N]	9,4	8,2	4,7
teplota rezania θ_d [$^{\circ}C$]	810	705	240
zvyškové napätie σ [MPa]	690	465	-100

* Brúsny kotúč KNB- BORONIT 8-80, K100 Z-160/125 2-175-20

Tab.2 Porovnanie reznosti brúsnych kotúčov pri brúsení 14 209.4

($a_p = 0,03$ mm, $v_f = 8$ m.min⁻¹, Emulzín H – 2 v %)

Okrem technických aspektov pri produktívnom brúsení kalených ložiskových ocelí má aplikácia brúsnych kotúčov SG aj výrazné ekonomické prínosy. Súvisia so skutočnosťou, že do celkových nákladov na brúsne kotúče sa pozitívne premieta nižší počet zarovnaní pri aplikácii brúsnych kotúčov SG počas ich životnosti. Je to tiež zásluhou zvýšenej samoostriacej schopnosti brúsneho zrna SG a s tým spojeného predĺženia časov medzi jednotlivými zarovnávaniami, ako aj z hľadiska redukcie vedľajších časov jednotlivých operácií.

Celkové hodnotenie dosiahnutých výsledkov verifikuje poznatok, že reznosť brúsnych kotúčov SG sa pohybuje niekde medzi konvenčným Al_2O_3 a KNB. Porovnanie jednotlivých parametrov je uvedené v tab. 2.

Záver

Ako vyplýva z doposiaľ publikovaných prác, prínos z aplikácie brúsnych kotúčov SG je podmienený voľbou rezných podmienok, ktoré plne využijú špecifické vlastnosti brúsneho zrna SG v porovnaní s konvenčným zrnom. Brúsne kotúče SG predstavujú nástroj vhodný na produktívne brúsenie ocele. Ukazujú sa vhodnejšie ako brúsne kotúče Al_2O_3 , aj ako brúsne kotúče KNB.

Recenzoval:

doc. Dr. Ing. Miroslav Neslušan

Literatúra

- [1] NESLUŠAN, M., CZÁN, A.: Obrábanie titánových a niklových zliatin. 1. vyd. Žilina, EDIS 2001, 195 s. ISBN 80-7100-933-4
- [2] JURKO, J.: Influence of system machine-fixture-tool-workpiece on the quality by machining. In: MATAR '2000 – mezinárodní kongres, 20. – 22. 06. 2000. Praha, FS ČVUT 2000, s. 293 – 297. ISBN 80-238-5537-9
- [3] MIČIETOVÁ, A., ČILIKOVÁ, M., STANČEKOVÁ, D.: Ecology dimension of non-conventional machining technologies. In: The 11th International DAAAM Symposium “ Intelligent Manufacturing (Automation: Man – Machine – Nature”. 19 – 21st October 2000, Opatija, Croatia, pp. 305 – 306. ISBN 3-901509-13-5
- [4] JURKO, J.: Technológia zmeny rozmerov. FVT Prešov 1999, 263 s. ISBN 80-7099-617-X
- [5] ZAJAC, J., BRÁNECKÝ, L.: Verifikácia tvarového brúsenia. In: Valivé ložiská a strojárská technológia 2002, s. 188 – 191. ISBN 80-7135-999-7
- [6] ZAJAC, J., GÓTS, I.: Measuring of Geometric Deviations of Roller Bearings. In: 5th International DAAAM Symposium. Maribor, Slovenia, University of Maribor 1994, s. 507– 508.

Ing. Jela Ondirková

Katedra výrobných technológií
 Fakulta výrobných technológií TU Košice
 Štúrova 31, 080 01 Prešov
 Tel.: 051/772 37 91
 Fax: 051/773 34 53
 e-mail: ondirkova.jela@fvt.sk