

Vliv úpravy břítu monolitních fréz před PVD povlakováním na jejich trvanlivost

Influence of Cutting Edge Modification on Durability of PVD Coated Monolithic Shank-Type Cutter

Doc. Dr. Ing. Ivan Mrkvica, Ing. Jindřich Viktorin

VŠB- Technická univerzita Ostrava, 597 324 451, ivan.mrkvica@vsb.cz

Anotace:

Pro zvýšení kvality obráběcích nástrojů jsou tyto často opatřovány povlaky tvrdých materiálů. Tyto vrstvy jsou nanášeny metodami PVD a CVD. Díky těmto povlakům se zvyšuje trvanlivost nástroje nebo maximálně použitelná řezná rychlost. Kvalita povlaku závisí především na kvalitě povrchu, ožehlení a ostrosti břítu.

Príspevek se zabývá zhodnocením vlivu úpravy řezného břítu omíláním před depozicí PVD povlaku na trvanlivost čelní stopkové frézy. V článku jsou uvedeny výsledky dlouhodobých zkoušek, na jejichž základě byly stanoveny optimální podmínky a parametry omílání čelní stopkové frézy před nanesením PVD povlaku.

Klíčová slova: čelní stopková fréza, omílání, PVD povlak, trvanlivost nástroje

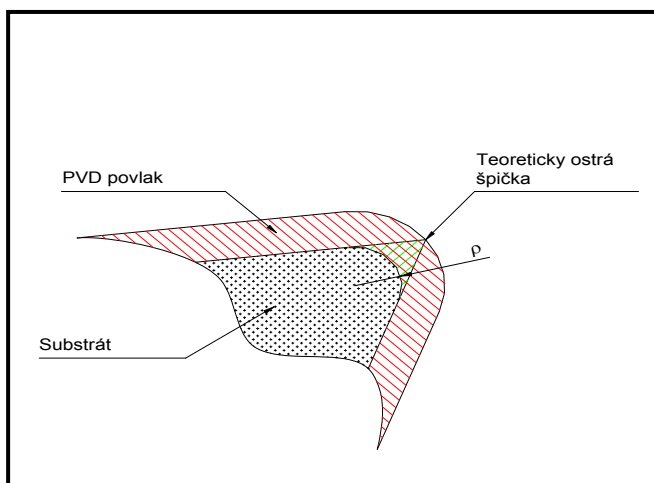
1. Úvod

Čím hladší je povrch nástroje, tím lepší je odchod třísky a tím nižší ohřátí nástroje. Jsou tak umožněny i vyšší řezné rychlosti a lze dosáhnout vyšší trvanlivosti nástroje. Hladký povrch nástroje snižuje také nebezpečí spojení s obráběným materiálem. Povlaky obecně zhoršují hodnoty drsnosti povrchu. Také proto je před povlakováním požadována vysoká hladkost povrchu nástroje.

Nástroje určené k depozici procházejí celou řadou úprav. Standardně se jedná o chemické a iontové čištění substrátu, jehož účelem je dosažení co nejvyšší čistoty, morfologie a chemického složení povrchu substrátu. V případě redepozice se před tyto procesy předřazují ještě tzv. stripping [1].

Jestliže chceme zvýšit řezivost nástroje, nestačí pouze použít vrstvu a deponovat ji na nabroušený povrch. Před jmenované operace je třeba ještě předřadit technologickou úpravu břítu.

Ostří, vzniklé na průsečiku čela a hřbetu, má po nabroušení určité nerovnosti, které způsobují zvýšené namáhání břítu a vedou k rychlejšímu opotřebení nástroje. Použitím rektifikace břítu dojde k odstranění nerovností, břit se vyhladí, sníží se jeho drsnost a místo pomyslné hrany na ostří vznikne malé zaoblení – obr. 1. Pro tyto úpravy se nejčastěji používají metody jako pískování, kartáčování, lapování, omílání a úprava laserem.

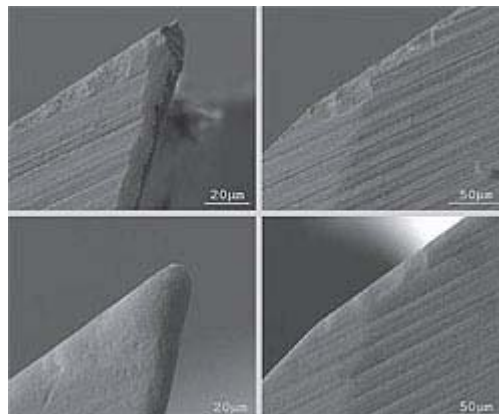


Obr. 1 Teoretický tvar břítu před a po úpravě

Pečlivou mikroúpravou ostří lze dosáhnout vyšší kvality břítu ve srovnání s povrchem vzniklým broušením. Pod pojmem kvalita si přitom můžeme představit mnoho faktorů, především geometrický tvar řezného klínu, stav povrchu ostří, čela a hřbetu, strukturu nástrojového materiálu a fyzikálně-mechanické procesy v povrchových vrstvách břítu [2].

2. Mechanická úprava břítu před povlakováním omíláním v granulátech

Omílání v granulátech patří do okruhu mechanických úprav nástrojů. Vzhledem k povlakování má tato metoda zásadní význam pro dobrou adhezi vrstev na substrát. Po vybroušení nástrojů z SK jsou bříty nerovnoměrné a mohou způsobovat snížení řezného výkonu nástroje. Při následné aplikaci PVD povlaku může dojít k dalšímu snížení výkonu vlivem odlupování povlaků na přerušovaných ostřích vzniklých touto nerovnoměrností. Tomuto průběhu účinně zabraňuje omílání v zařízeních s vhodně voleným granulátem a abrazivem. Pro axiální nástroje jsou vhodná omílací zařízení s planetovým pohybem. Výsledný efekt se projeví jak v dobré adhezi PVD vrstvy, tak i ve výsledném výkonu nebo životnosti nástroje [1]



Obr. 2 Břit nástroje z SK bez úpravy a po mikroúpravě omíláním [3]

3. Metodika prováděných experimentů

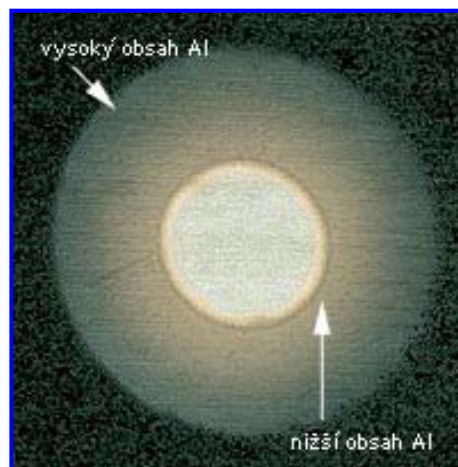
Cílem prováděných experimentů bylo porovnat trvanlivost povlakovaných fréz ze slinutého karbidu, které byly před tímto povlakováním upraveny omíláním s různou dobou působení omílajícího média. Testovanými nástroji byly dvouobřité frézy s válcovou stopkou o průměru 10 mm ze slinutého karbidu pod obchodním označením TSF 44 (ISO K10-K30) s jemnozrnnou strukturou těchto parametrů: velikost zrna 0,2-0,5 μm , 12% obsah Co, hustota 14,1 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, tvrdost 1760 HV10.

Řezná geometrie použitého testovacího nástroje byla: úhel čela $\gamma_f = 4^\circ 48'$, úhel hřbetu $\alpha_f = 8^\circ 12'$ a úhel stoupání šroubovice $\omega_f = 30^\circ$.

Frézy byly povlakovány vrstvou MARWIN G z produkce SHM, s.r.o., jedná se o nanovrstevný gradientní systém TiAlN tvořený vrstvou s plynulou změnou stechiometrie s následujícími vlastnostmi: mikrotvrdost 33 GN $\cdot\text{mm}^{-2}$, tloušťka 2-3 μm , Ra 0,10-0,13 μm a tepelná stabilita > 900 °C.



Obr. 3 Testovaný nástroj



Obr. 4 Vrstva MARWIN G

Zkušební frézy byl před depozicí povlaku omílány po dobu 40, 80, resp. 120 sekund v omílacím zařízení OTEC DF 35. Rychlost omílání na obvodu nástroje byla u všech fréz $25 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ a smysl otáčení 90% po břitech a 10% času proti břitům. Omílacím médii byla zrna SiC a opalizované drcené skořápky vlašských ořechů. Pro porovnání se ponechaly některé frézy bez omletí.

Pro řezné zkoušky byla použita nástrojová, vysoce chromová ocel ČSN 19 436 (ISO C210Cr12), zušlechtná kalením na $60 \pm 2 \text{ HRC}$. Patří mezi těžkoobrobitelné materiály a díky kratší trvanlivosti nástroje činí experimenty méně časově náročné.

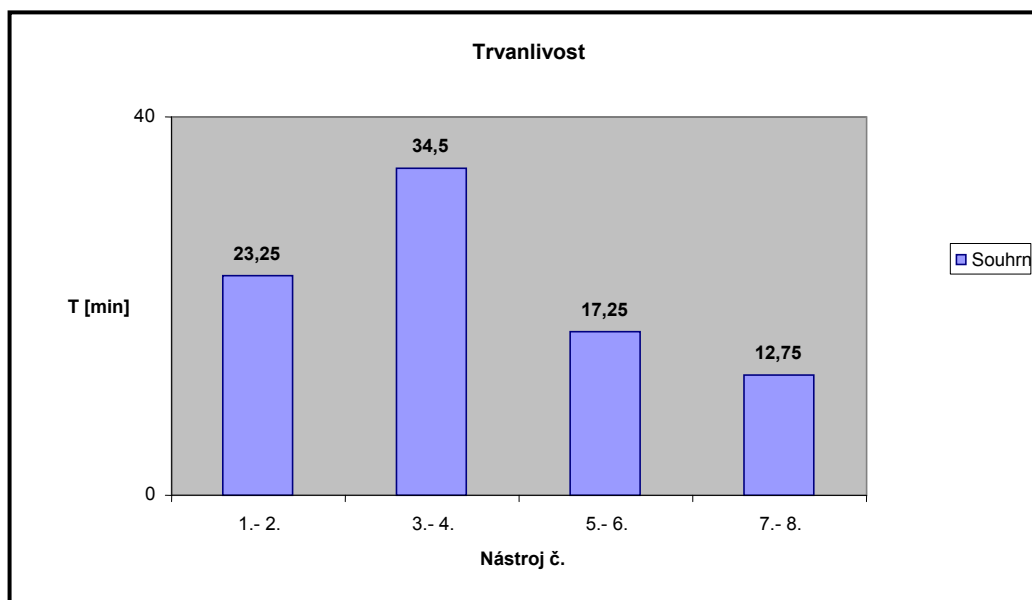


Obr. 5 Omílací stroj OTEC DF 35

Řezné podmínky prováděných experimentů byly: řezná rychlost $124 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$, posuv na zub $0,08 \text{ mm}$, hloubky řezu $a_p 3 \text{ mm}$ a $a_e 0,5 \text{ mm}$. Frézování bylo prováděno sousledně a za sucha, kritérium pro opotřebení bylo VB $0,15 \text{ mm}$.

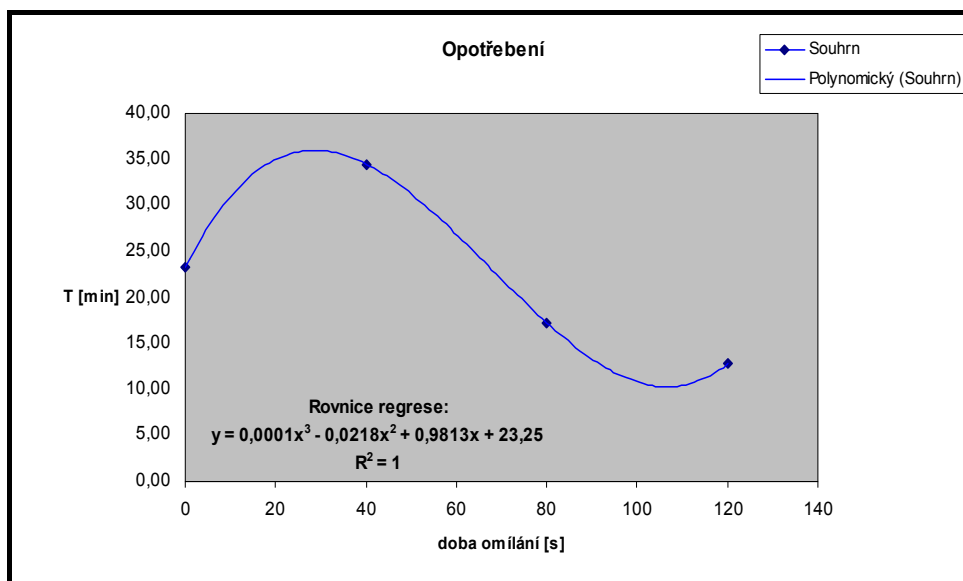
4. Výsledky provedených zkoušek

K určení trvanlivosti nástroje byla použita dlouhodobá zkouška řezivosti. Byla prováděna až do dosažení kritéria opotřebení. Výsledky měření jsou zprůměrovány pro vždy dvě frézy a dva břity. V obr. 6 jsou nástroje označeny následujícím způsobem: č. 1 a 2 jsou frézy bez omletí, č. 3 a 4 jsou frézy omílané 40 sekund, č. 5 a 6 omílaná po dobu 80 sekund a č. 7 a 8 pak 120 sekund.



Obr. 6 Porovnání trvanlivosti jednotlivých zkoumaných nástrojů [4]

Ze souhrnu je patrné, že nejvyšší trvanlivost nástroje při stanoveném kritériu opotřebení VB = $150 \mu\text{m}$ měly nástroje omleté technologií OTEC po dobu 40 sekund. Na základě dosažených výsledků byl vytvořen spojnicový graf a po proložení bodů polynomickou funkcí třetího stupně získána funkce, jejíž derivací bylo zjištěno teoretické optimum pro dobu omílání. To představovalo pro konkrétní situaci experimentu 28 sekund.

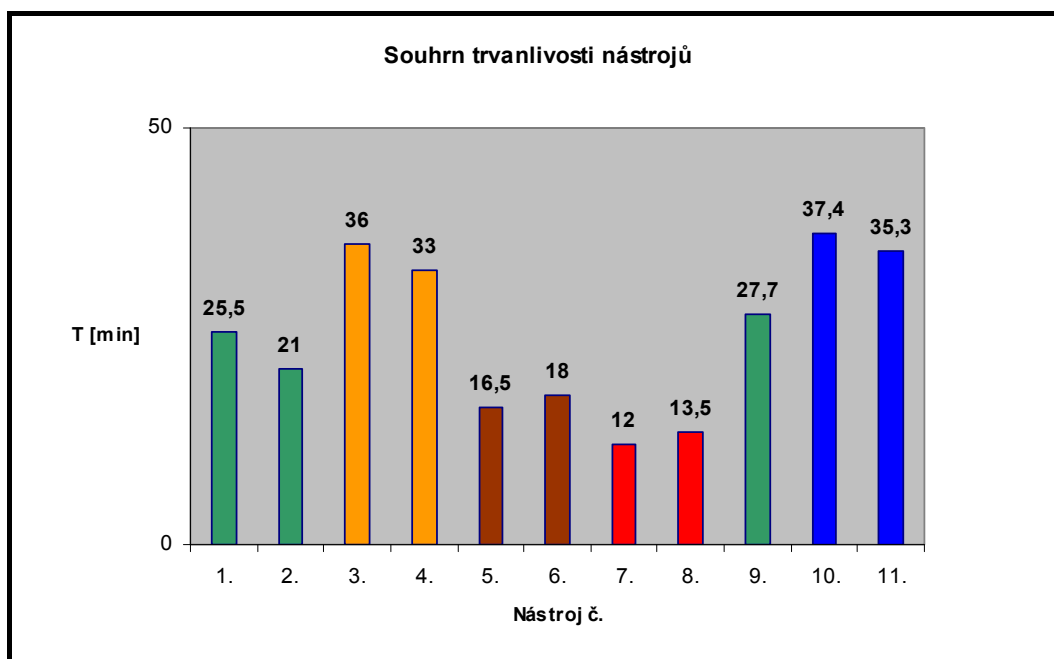


Obr. 7 Polynomická funkce třetího stupně [4]

5. Závěr

Hlavním cílem prováděných experimentů bylo stanovení nejvhodnější doby kontaktu nástroje s omítacím abrazivem před depozicí povlaku. Byla prováděna průběžná měření opotřebení na hřbetu nástroje a vyhodnocována trvanlivost nástroje na základě dosažení limitní hodnoty opotřebení $VB = 0,15$ mm.

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že úprava břitu před nanesením povlaku má jednoznačný vliv na trvanlivost nástroje. Při omezených silových zkouškách bylo potvrzeno, že úprava břitu omíláním technologií OTEC může ovlivnit velikost jednotlivých složek síly obrábění.



Obr. 8 Souhrn trvanlivosti všech testovaných nástrojů [4]

Rektifikace břítu nástroje tedy může zvýšit jeho řezivost, při nevhodně zvolených parametrech však může způsobit i značné snížení řezivosti nástroje, a to i ve srovnání s nástrojem neomletým – viz obr. 6. Zde je možné vidět, že nejlepší řezivost vykazovaly nástroje č. 3 a 4, tedy nástroje omílané po dobu 40 s. Podobně bychom se mohli vyjádřit i o nástrojích č. 10 a 11, které byly omlety na vypočtenou „optimální dobu omletí“ 28 sekund – viz obr. 8.

Naopak nástroje, které překročily omílací dobu 40 sekund, vykazovaly horší řezivost než nástroje bez rektifikace, a ta se zhoršovala s délkou omílání. Rektifikace břítu však má pozitivní vliv na depozici PVD povlaku na ostří. To eliminuje jev odlupování povlaku při záběru frézy, který je projevuje u fréz z neupraveným povrchem.

Ze zkoušek a následného silového ověřování vyšla optimální doba omílání 28 sekund. Tuto hodnotu je třeba brát jako orientační a použitelnou pro tento konkrétní druh frézy a řezné podmínky. Při omletí břítu frézy na tuto dobu (frézy č. 10 a 11) mírně stoupne na počátku obrábění výsledná síla obrábění ve srovnání s frézou neupravenou (fréza č. 9). Závisí to především na velikosti stykových ploch mezi nástrojem a obrobkem, především na uměle vytvořeném rádiusu při omílání. S pokračujícím obráběním však rostou jednotlivé složky síly jen mírně, zatímco u frézy neupravené tyto složky narůstají rychleji a podstatně tak zkracují trvanlivost nástroje. Nárůst trvanlivosti tak může u vhodně rektifikovaných povrchů nástrojů dosáhnout až 30%.

Z výše uvedeného vyplývá, že dosud nejsou vyčerpány všechny možnosti, jak zvýšit řezivost nástrojů. Výsledná nejvhodnější doba omílání může být pro různé typy fréz a řezné podmínky rozdílná. Uvedené výsledky ale ukazují, že omílání je cestou, jak tuto řezivost zvýšit.

Literatura

- [1] HOLUBÁŘ, P., ŠÍMA, M. a ZINDULKA, O. Technologie úprav nástrojů před a po povlakování. *MM Průmyslové spektrum*, 9/2005, str. 707-2. ISSN 1212-2572.
- [2] MRKVICA, I. a MORAVEC, V. Úprava břitů a povrchů řezných nástrojů. *MM Průmyslové spektrum*, 6/2007, str. 58-59. ISSN 1212-2572.
- [3] *SHM Svět tvrdých a supertvrdých materiálů*. [online], poslední revize 10.12.2008, [cit. 2008-12-16]. Dostupné z URL: <<http://www.shm-cz.cz/cs/sluzby/upravy-nastroju-pred-povlakovanim>>.
- [4] VIKTORIN, J. *Vliv úpravy břítu monolitních fréz s PVD povlakem na jejich řezivost*. Diplomová práce. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní, 2008, 66 s.

