

VLIV TVARU ŘEZNÉ HRANY NÁSTROJE NA PRŮBĚH ŘEZNÉHO PROCESU

Ing. Miroslav Zetek
Ing. Helena Zídková, PhD.
Ing. Ivana Česáková
 University of West Bohemia in Pilsen
 Univerzitní 22, 306 14 Pilsen, CZ
 e-mail: mzetek@kto.zcu.cz
zidkova@kto.zcu.cz
cesakova@kto.zcu.cz

Abstract

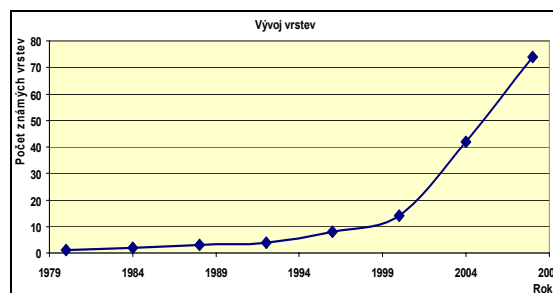
At present, most of the cutting tools are deposited with the thin coatings. Before the deposition, the cutting tools – the cutting edge and the helix (when is the rotation tool) are modified by the special methods. For the rotation tool (milling, drilling, tapping act. tools) the OTEC method is used. It causes that the functional part has lower roughness and the cutting wedge has a small radius. So the article will be deal with the measured methods of the shape of the cutting tool and influence of the shape quality to the machining process.

Key words: thin coating, tool shape quality, roughness,

ÚVOD

Depozice tenkých otěruvzdorných vrstev různých typů nitridů kovů se vytváří převážně na řezných popř. tvářecích nástrojích a silně namáhaných strojních součástech. Tyto vrstvy přinesly podstatné zlepšení užitných vlastností deponovaných předmětů, např. u řezných nástrojů několikanásobný vzrůst řezivosti nebo trvanlivosti, zlepšení kvality obrobeneho povrchu v procesu obrábění a případně i změnu technologických procesů, např. suché obrábění bez přítomnosti procesní kapaliny. V současné době se již pro množství jednotlivých druhů tenkých vrstev používaných v procesu obrábění pomalu ztrácí přehled o jejich specifických vlastnostech a možnostech použití a v posledních letech je zaznamenán jejich velký nárůst. To je do jisté míry způsobeno kontinuálním zdokonalováním depozičních zařízení a používaných technologií. Na obr. 1 je viditelný zmíněný nárůst množství vrstev na našem trhu.

Na počátku byla vrstva TiN, později se k této modifikaci přidaly systémy TiCN a CrN a samozřejmě dodnes velmi používaná vrstva TiAlN. V současné době známe více než 70 druhů vrstev, které jsou založeny např. na bázi Ti, Ti-C, Cr, Zr, W, Al, Si atd. K tomu aby tyto produktivní vrstvy byly vhodně použity, musí splňovat několik základních parametrů, z čehož je nejvýznamnějším charakterem vlastní adheze vrstvy k substrátu.



Obr. 1 Vývoj tenkých vrstev [1]

Pokud adheze bude nedostačující, může mít vrstva sebelepší vlastnosti, které však nebudou využity, protože dojde k porušení systému již v prvních fázích zatížení. Je tedy nezbytné, aby depoziční procesy, přípravné fáze a výroba substrátu, předdepoziční úpravy a čištění substrátu a v některých případech i podepoziční úpravy nebyly v žádném případě podceňovány. Ve všech těchto oblastech je veden velmi cílený výzkum za účelem dosažení dokonalého systému substrát – tenká vrstva.

HODNOCENÍ KVALITATIVNÍCH PARAMETRŮ NÁSTROJE

Jakost povrchu je souhrn geometrických, fyzikálních a chemických vlastností skutečného povrchu posuzované plochy, tj. povrchu, který odděluje těleso od okolního prostředí. Závisí na ní mnohé funkční vlastnosti strojů, životnost, popř. pevnost jednotlivých součástí, vzhled i výrobní náklady. Další parametry, které na ni závisí jsou např. hlučnost, doba záběhu, ztráty třením, elektrická vodivost, přestup tepla, odolnost proti opotřebení, odolnost proti korozi apod.

Jakost i funkci povrchu je možné hodnotit dle prostorového uspořádání povrchu, kde se jedná o texturu a morfologii, a kde toto uspořádání je vyjádřeno především jeho drsností. Dále je možné hodnotit fyzikální a chemické vlastnosti povrchové vrstvy současně, kdy můžeme problematiku vyjádřit pojmem integrita povrchu.

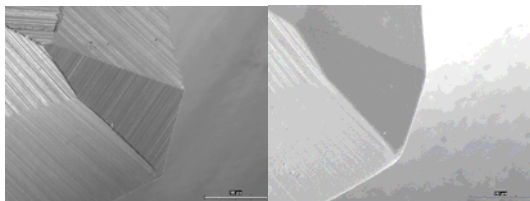
Z pohledu řezného nástroje a jako uživatele nás však zajímá kvalita povrchu řezného nástroje pouze z pohledu geometrického, kdy bereme v úvahu pouze základní geometrické parametry nástroje a poté z pohledu mikrogeometrie nástroje, která má výrazný vliv na kvalitu resp. adhezi vrstvy k substrátu a samozřejmě na změnu namáhání soustavy S-N-O.

Pod pojmem mikrogeometrie nástroje si lze představit především útvary vyskytující se na břítu, které se pohybují v řádech mikrometrů a jedná se zejména o zakřivenost povrchu břítu vlivem drsnosti po broušení a o defekty vzniklé po

broušení. Mikrogeometrie nástroje je do jisté míry ovlivněna použitým řezným materiálem ve smyslu, jak dobře jde tento materiál vybrousit k tzv. dokonalé ostroti, tak i nanesenou otěruvzdornou vrstvou, která dokonale opisuje povrch nástroje a ovlivňuje výslednou drsnost povrchu. Při depozici tenké vrstvy na tzv. ostrou hranu může docházet k jejímu odlupování vlivem velkého napětí koncentrovaného do malé plochy. Problém ostré hrany může nastat i na vlastním ostří nástroje z SK, kde vznikají ostré hrany po broušení vlivem vytrhání tvrdých karbidů z pojiva. Proto se většina výrobců snaží tomuto efektu zabránit a před vlastní depozicí se nasazují různé technologie úpravy břítu. Patří sem především:

- pískování
- kartáčování
- lapování
- omílání
- úprava laserem

Tyto technologie způsobí odstranění vzniklých defektů, řezná hrana se zaoblí a mění se drsnost ploch v okolí ostří. To má vliv na řezivost nástroje, jeho tepelné a silové namáhání, tvorbu třísky a kvalitu a přesnost obrobeneho povrchu.



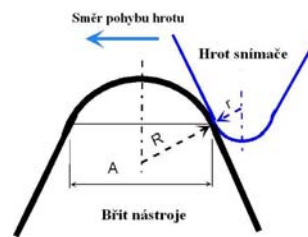
Obr. 2 Stav břítu před a po úpravě

Vlastní zaoblění řezné hrany je závislé na použité technologii a jeho velikost a tvar závisí na použitém médiu. Z hlediska řezného procesu je velmi důležité ho umět popsat a změřit, tak aby řezný proces splňoval základní podmínky záběru.

Základní metody, kterými lze měřit zaoblění a drsnost povrchu, lze rozdělit na dotykové a bezdotykové.

a) dotykové metody

Mezi dotykové metody, které někteří výrobci používají je např. měření pomocí profilometru. Jak uživatelé uvádějí, používají speciální raménko s diamantovým hrotem o vrcholovém úhlu 60° , které je posouváno po povrchu přes ostří nástroje. Nutnou podmínkou při snímání profilu zaoblění ostří je dodržení souměrnosti snímaného profilu ostří viz. Obr. 3.



Obr. 3 Schéma měření zaoblění pomocí profilometru [2]

Nevýhodou této metody je, že nelze změřit drsnost povrchu.

Další metodou jsou laboratorní drsnoměry umožňující měření špatně přístupných ploch. Proto se dodávají s řadou vyměnitelných snímacích ramének. Důraz se klade na citlivost snímání drobných nerovností a linearitu snímání příčných pohybů. Snímací hrot má proto menší vrcholový úhel a malý poloměr zaoblění a je choulostivější. Při měření používáme stativ. Příčné pohyby snímacího hrotu se snímají Hallovy sondami s vysokou linearitou. Drsnoměr je připojitelný na počítač pro evidenci výsledků a tisk protokolů.



Obr. 4 Drsnoměr MarSurf XC2 MarWin [4]

Výhodou těchto systémů je, že umožňují měření obou parametrů, tj. zaoblění a drsnost povrchu v námi požadovaných místech.

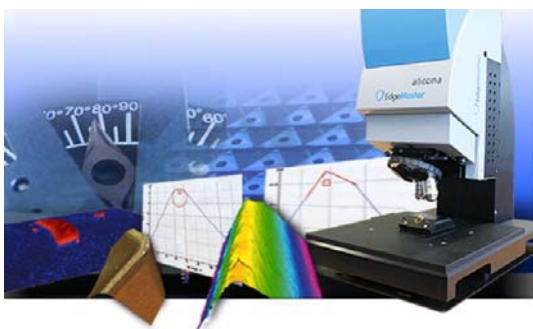
b) bezdotykové metody

První možností je např. měření pomocí konfokálního laserového mikroskopu Olympus LEXT OLS 3000. Mikroskop umožňuje 3D pozorování dané drsnosti povrchu a celkového tvaru i vysoce přesné 3D měření v reálném čase. Jde o velmi spolehlivé měření profilu jemných povrchů. Má velmi rychlé a snadné ovládání a možnost opakovatelnosti.

Další možností bezdotykového měření je systém EdgeMaster, který je určen přímo pro měření zmíněných parametrů na nástroji. Jeho výhodou je jeho jednoduchost a rychlost vyhodnocování získaných výsledků. Nevýhodou je však, že se musí každý parametr měřit zvlášť.



Obr. 5 Konfokální laserový mikroskop



Obr. 6 EdgeMaster [5]

EXPERIMENTY

Pro určení vlivu zaoblení ostří na řezný proces byla vybrána metoda úpravy bříty pomocí omílání. Hlavní vliv na kvalitu a tvar hrany bříty má zvolený substrát omílacího zařízení a čas, po který je nástroj vystaven působení substrátu. Geometrie nástroje, ostření, použitá vrstva a řezné podmínky byly vždy stejné. Pro zkoušky byly použity monolitní čelní válcové frézy z SK o průměru $d = 10\text{mm}$, řezná rychlost $v_c = 100\text{m/min}$, posuv na zub $f_z = 0,08\text{mm/zub}$, obráběný materiálem byla nástrojová ocel 19 437.4, kalená a popuštěná na tvrdost 55 HRC. Nástroje jsou označeny od 1n do 6n, kdy na každý byla aplikována jiná doba omílání. Jsou seřazeny od neupraveného nástroje až po nástroj s nejdělsí dobou úpravy.

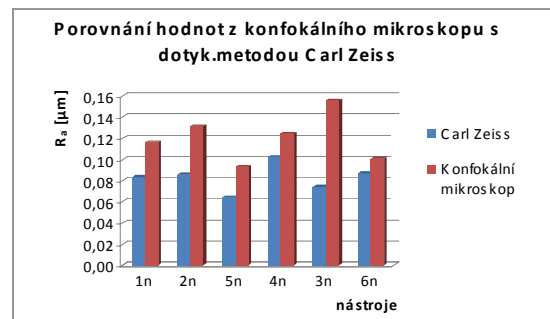
a) naměřené hodnoty drsnosti povrchu a zaoblení

Pro změření zmíněných parametrů byl použit laserový konfokální mikroskop a dotykový drsnoměr Carl Zeiss.

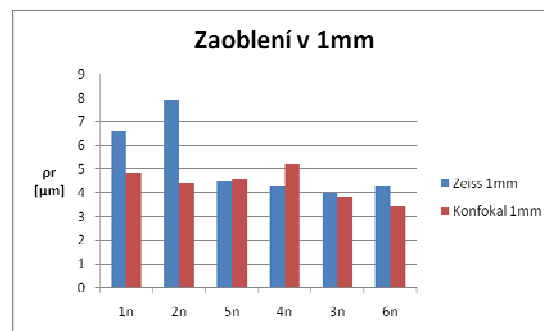
Jednotlivým proměřením všech variant nástrojů bylo prokázáno, že použité metody úprav v závislosti působení omílacího zařízení mají vliv na změnu drsnosti povrchu.

Získáním hodnot z bezdotykové a opticko-dotykové metody bylo zjištěno, že lze drsnost povrchu změřit všemi použitými přístroji, ale nelze je mezi sebou porovnat. Je to z důvodu, že drsnost povrchu sledovaná konfokálním laserovým mikroskopem byla měřena ve vzdálenosti do 100

μm od ostří, kdežto u Carl Zeissu bylo nutné proměřit drsnost povrchu dále od ostří díky použití měřícího hrotu, který sleduje drsnost po určité dráze a při nastavení hrotu blíž ostří, které je ve šroubovici, by mohlo dojít k tzv. sjetí z čelní plochy přes ostří bříty a tím by došlo k znehodnocení výsledků.

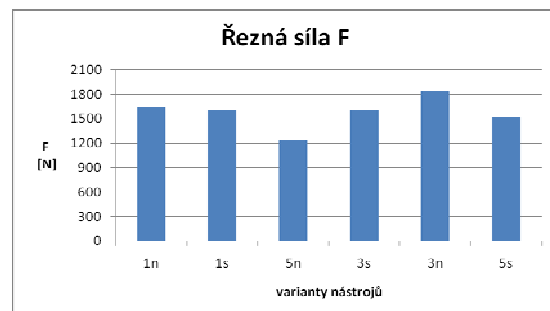


Obr. 7 Porovnání hodnot drsnosti měřených dotykovou a bezdotykovou metodou



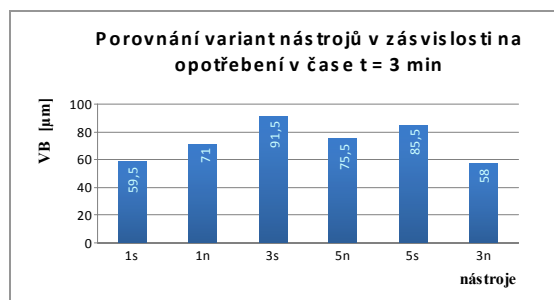
Obr. 8 Porovnání hodnot zaoblení měřených dotykovou a bezdotykovou metodou

b) vliv drsnosti povrchu a zaoblení na řezný proces



Obr. 9 Velikost řezných sil

Pro soustavu S-N-O je důležité dosahovat co nejmenších řezných sil. Ze získaných hodnot během experimentů vyplývá, že z hlediska silového namáhání vychází nejlépe varianta 5n, kde výsledná síla dosáhla 1200N. Nejhůře dopadla varianta 3n, kde výsledná síla přesáhla 1800N. Je tedy vidět, že správnou volbou úprav bříty a tím i velikostí poloměru zaoblení, můžeme docílit snížení silového namáhání až o třetinu.



Obr. 10 Trvanlivost jednotlivých systémů

U všech variantách nástrojů docházelo k rovnoměrnému abrazivnímu opotřebování. Nejdelší trvanlivosti řezného nástroje bylo dosaženo v době 28 min. Z naměřených hodnot opotřebení je patrné, že se vzrůstajícím časem použití nástroje při obrábění, roste opotřebení. Intenzita opotřebení a trvanlivosti břitu zkoumaných nástrojů jsou v podstatě závislé na schopnosti tenké povrchové vrstvy chránit materiál substrátu před mechanickým a teplotním účinkem odcházející třísky. Po tzv. „zaběhnutí“ břitu narůstalo opotřebení poměrně plynule až do stavu, kdy bylo dosaženo předem stanovené hodnoty kritéria opotřebení $VB_{krit} = 150 \mu\text{m}$.

ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A ZÁVĚR

Ze získaných výsledků vyplývá, že změna povrchu břitu řezného nástroje a změna velikosti ostří má výrazný vliv na průběh řezného procesu a to z pohledu průběhu a velikosti řezných sil. Dále optimální volba kompromisu mezi hodnotou drsnosti a zaoblením břitu ovlivní trvanlivost

nástroje a průběh opotřebení. To je důležité z hlediska spolehlivosti řezného procesu, kdy dokážeme ovlivnit nepříznivé projevy související s opotřebováním nástroje.

Dále bylo prokázáno, že pro měření zaoblení a drsnosti povrchu lze použít jak dotykové tak i bezdotykové metody. Každá má své výhody i nevýhody, nicméně při měření poloměru zaoblení je výsledek závislý na zkušenostech obsluhy, která musí ručně určit body na křivce profilu zaoblení, aby se získala hodnota rádiusu.

Literatura

- [1] Cselle, T., Coddet, O., C. Galamand, Holubar, P., Jilek, M., Jilek, J., Luekmann, A., Morstein, M.: TripleCoatings® - A New Generation of PVD-Coatings for Cutting Tools, In Vrstvy a povlaky 2008 . Trenčín : Digital Graphic, 2008. S. 9-14. ISBN 978-80-969310-7-1.
- [2] Svoboda, E., Sondor, J., Kusmič, D., Hrubý, V.: Influence surface edits on surface roughness, In Vrstvy a povlaky 2008 . Trenčín : Digital Graphic, 2008. S. 9-14. ISBN 978-80-969310-7-1.
- [3] <http://www.mahr.com>
- [4] <http://www.alicon.com>

Tento příspěvek vznikl na základě řešení grantu GA101/07/0751.