



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
perfekte Oberflächen. Weltweit.

Význam

úpravy břitu

Zaoblování ostří a leštění rezných nástrojů

OTEC Präzisionsfinish GmbH
Dieselstrasse 8-12
75334 Straubenhardt
NĚMECKO
www.otec.de



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Obsah:

1. Cíl a výhody úpravy břitů
2. Řešení úprav břitů společnosti OTEC
3. Výhody leštění břitů
4. Přednosti odstranění dropletů z povlakovaného povrchu
5. Výhody zaoblování břitu u vrtáků
6. Výhodu zaoblování břitu u čelních stopkových fréz
7. Která velikost honování hran pro kterou aplikaci
8. Vliv úpravy nástroje na objem odebraného materiálu
9. Vliv různých poloměrů na řeznou hranu
10. K-faktor a jeho vliv
11. Bibliografie



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Cíl úpravy břitu

Odstranění mikrodefektů

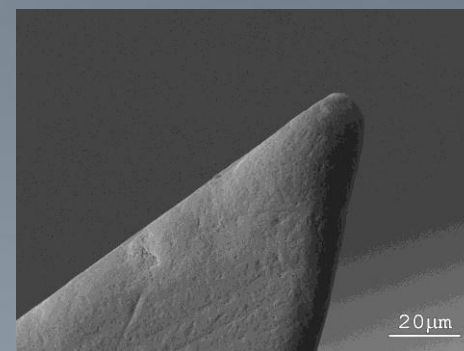
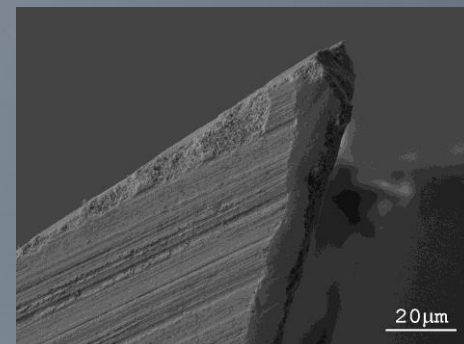
- Méně mikroskopických třísek, snížení drsnosti, odstranění otřepů, zlepšení struktury povrchu...

Úprava břitu z hlediska mikrogeometrie

- Stabilizace ostří, zvýšení součinitele tření na základě zdokonalení struktury povrchu
- Regulace tvorby třísek a jejich odvod...
- Regulace k-faktoru

Jakostní charakteristiky pro následné procesy

- Poskytuje lepší přilnavost povlaků
- Očištění povrchu (odstranění dropletů)



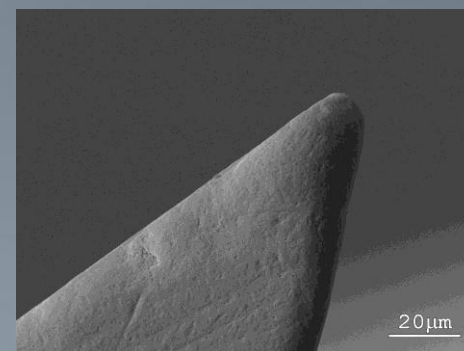
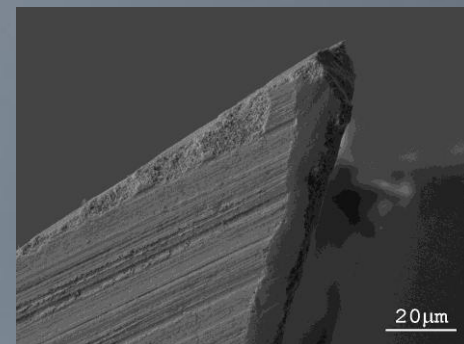
Špička čelní stopkové frézy
před a po úpravě hrany
procesem vlečného leštění.
Materiál: karbid wolframu



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Výhody pro uživatele nástroje

- Lepší povrchy obrobku
- Lepší výrobní parametry (rychlost posuvu, rychlost, objem třísek)
- Prodloužená životnost nástroje



Špička čelní stopkové frézy
před a po úpravě hrany
procesem vlečného leštění.
Materiál: karbid wolframu



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
perfekte Oberflächen. Weltweit.

Co je vlečné a proudové finišování a co nabízí vašim nástrojům

- Vlečné finišování je spolehlivá a opakovatelná metoda zaoblování hran
- Současné vyhlazení kanálku pro odvod třísek i břitu, poskytuje lepší odstranění třísek, lepší přilnavost povlaků a vyšší životnost
- Cenově dostupný proces, protože provozní náklady i kapitálové investice jsou nízké
- Může být rovněž použito pro odstranění dropletů po povlakování
- Mohou být dosaženy hodnoty zaoblení od cca 5 μm do 200 μm



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

✂ Vlečné broušení nebo
✂ leštění:

- Náplň až 60 obrobků
- Doba opracování: 2 min
- ✂ až 20 min



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

✂ Proudové finišování:

- až 6 obrobků
- snadno včlenitelné do automatických výrobních linek
- velmi krátké doby běhu: 5 s až 2 min



Srovnání: DF/SF

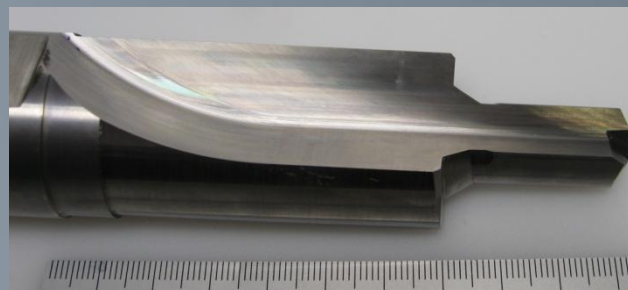
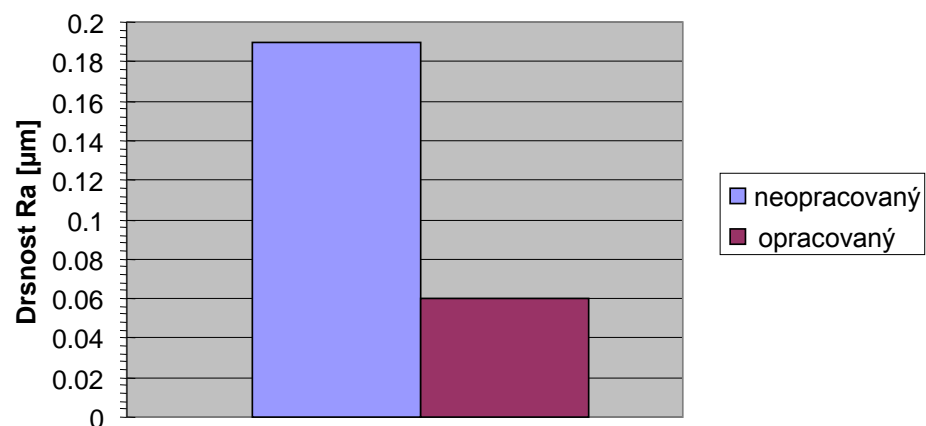
	DF (vlečné opracování)	SF (proudové opracování)
Pohyb	Interakce 3 rotací: rotor, zásobník, vlastní rotace obrobku	<ul style="list-style-type: none">• rotace kontejneru• pohyb obrobku
Tlak	<ul style="list-style-type: none">• hloubka ponoru• akcelerace/decelerace v závislosti na předvolené rychlosti• Maximální rychlost: cca 2 m/s	<ul style="list-style-type: none">• odstředivá síla 10 g• hloubka ponoru• úhel náběhu• Max. rychlost: cca 15 m/s
	<ul style="list-style-type: none">• vzdálenost stěny kontejneru a dna<ul style="list-style-type: none">• suchý nebo mokrá proces	



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Leštění nepovlakovaných nástrojů

Speciální nástroj Ø 32 leštěný ve stroji OTEC DF-Tool

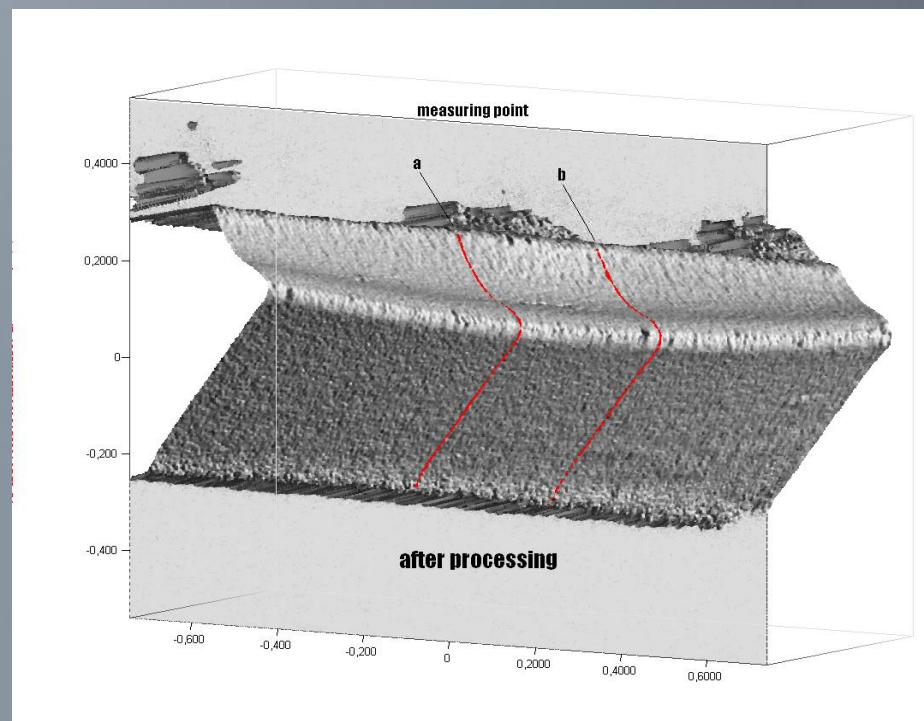
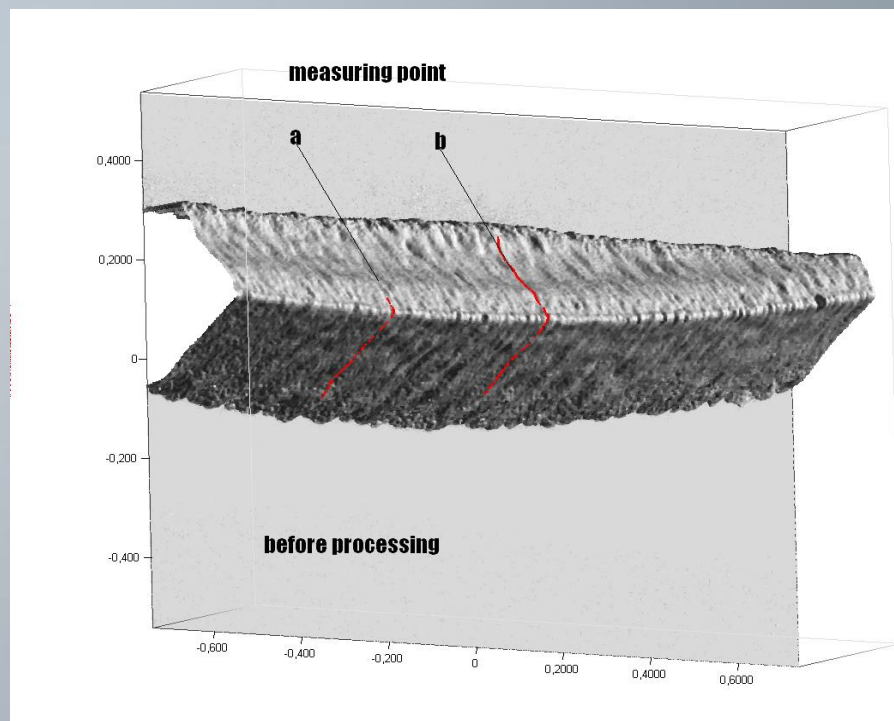


Drsnost nástroje před leštěním a po něm



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Struktura povrchu před leštěním a po něm





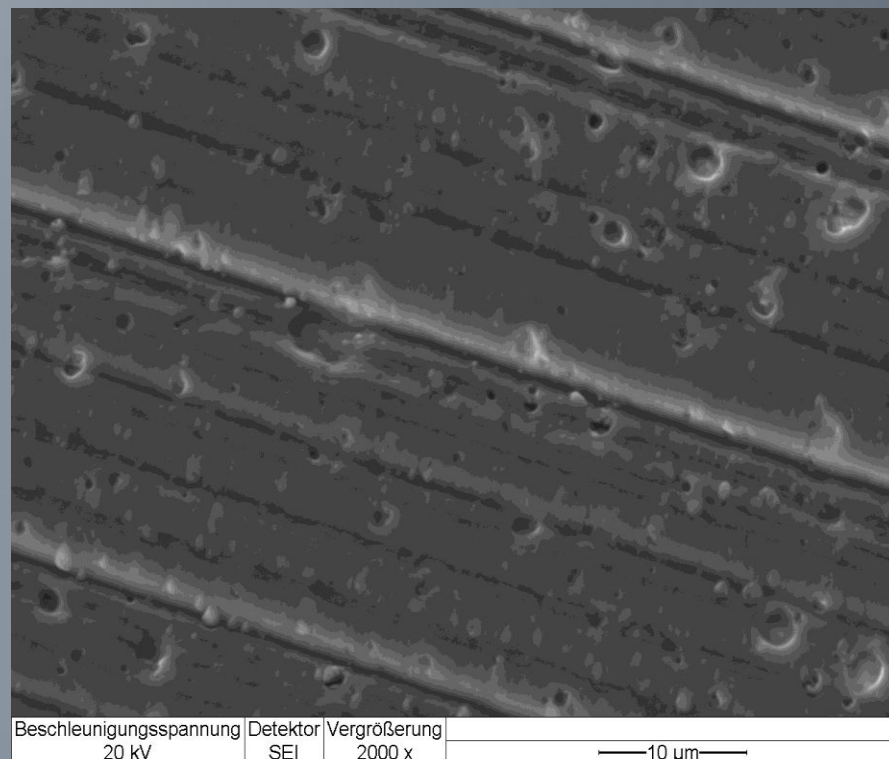
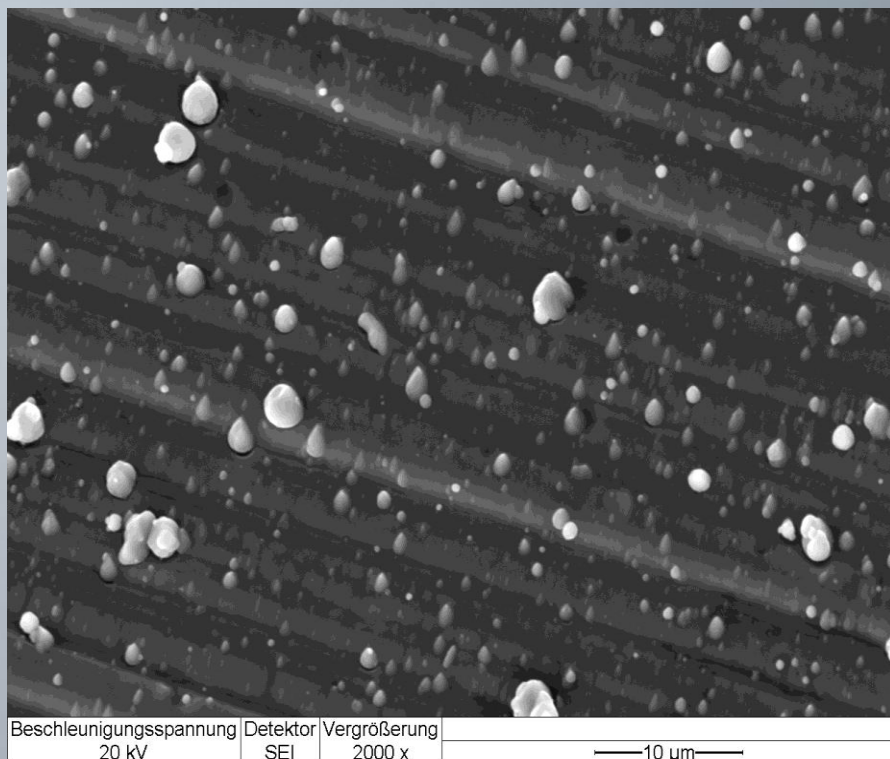
Přednosti leštěného nástroje (nepovlakovaného):

- Lepší kvalita povrchu v důsledku snížení povrchové drsnosti
- Rychlejší odvod třísek
- Umožňuje lepší přilnavost povrchů
- Postačují nižší řezné síly
- Nižší náchylnost ke svaření za studena
- Prodloužená životnost nástroje



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Povlakovaný povrch před odstraněním dropletů a po něm





Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

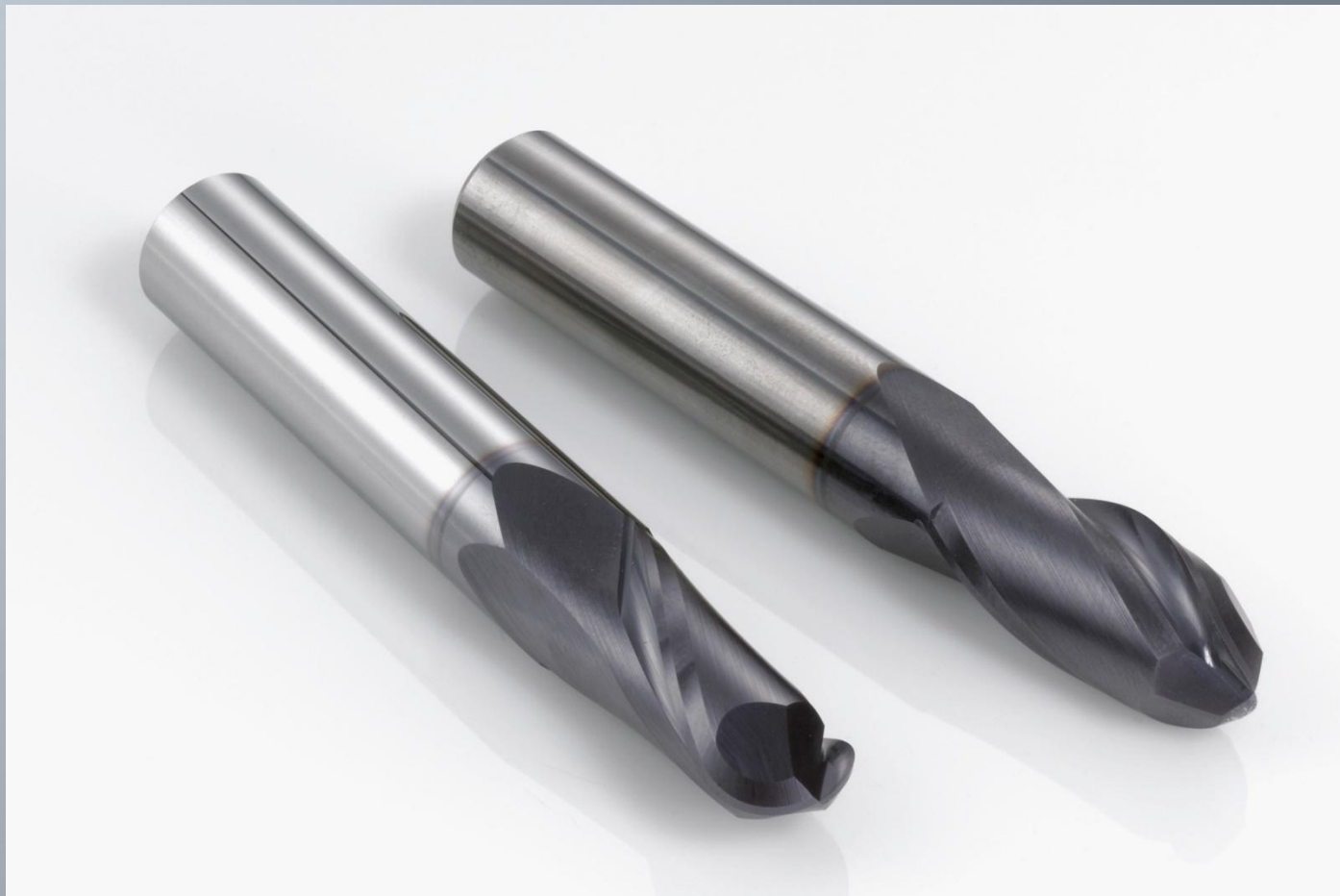
Výhody odstranění dropletů

- Vyšší kvalita povrchu
- Snížená drsnost
- Lepší odvod třísek
- Postačují nižší řezné síly
- Jsou vytvořeny mikroskopické kapsy pro mazadlo
- Prodloužená životnost nástroje



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Povlakovaná čelní stopková fréza před a po odstranění dropletů





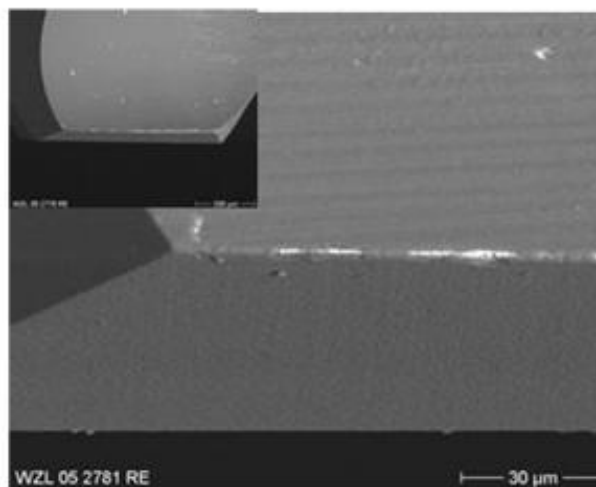
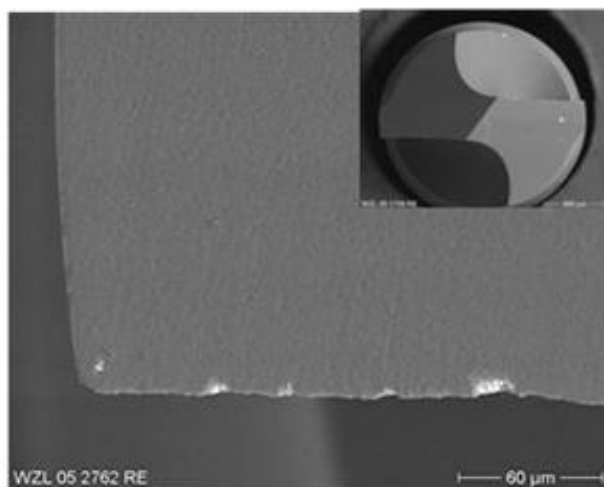
Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Výhody zaoblení hran u vrtáků

- ▶ Nárůst životnosti až 3,5násobně (pro ocelové slitiny)
- ▶ Nárůst maximální rychlosti posuvu 4,5krát
(srovnání zaoblených, povlakovaných, karbidových vrtáků s nezaoblenými, povlakovanými karbidovými vrtáky)
- ▶ Nízká povrchová drsnost vrtaných děr (vytvořených vrtáky se zaoblenými hrany ve srovnání s nezaoblenými).



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.



Řezné podmínky

Materiál:

C45E+N

Řezaný materiál:

HC-K20

Průměr nástroje d:

1 mm

Řezná rychlost v_c :

35 m/min

Rychlost posuvu v_f :

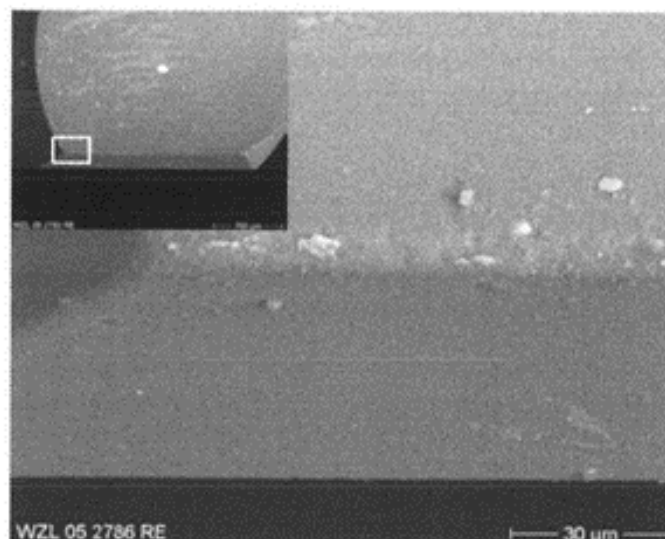
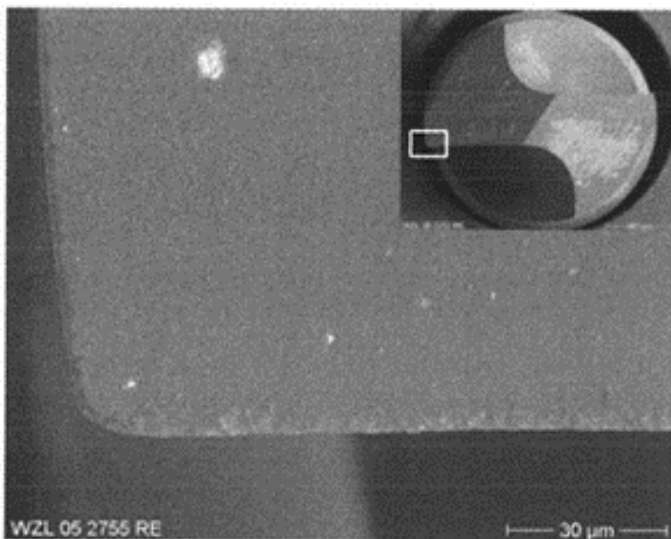
133,7 mm/min

Za sucha

Obr. 1: **Ostrý nástroj** s povlakem po prvním vyvrtaném otvoru (Zdroj: Kai Risse)



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.



Řezné podmínky

Materiál:

C45E+N

Řezaný materiál:

HC-K20

Průměr nástroje d:

1 mm

Řezná rychlost v_c :

35 m/min

Rychlost posuvu v_f :

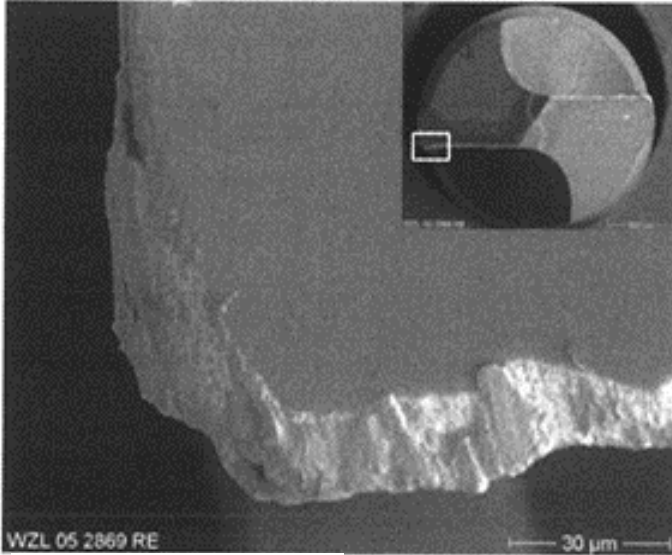
133.7 mm/min

Za sucha

Obr. 2: Zaoblený nástroj s povlakem po prvním vyvrtaném otvoru (Zdroj: Kai Risse)



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

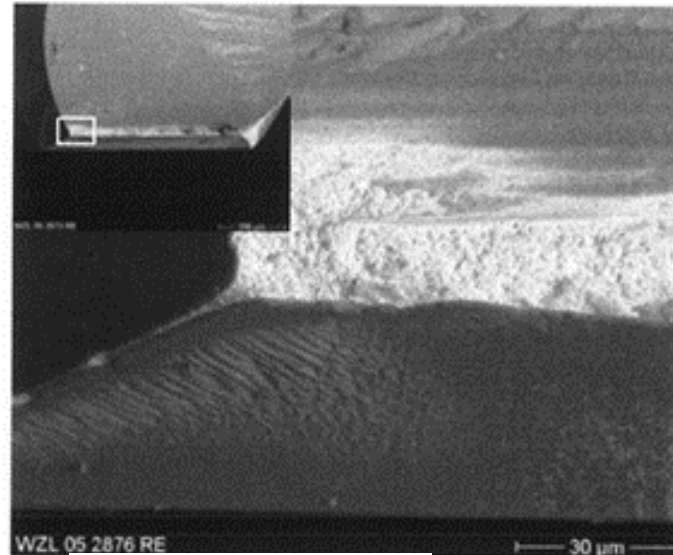


Řezné podmínky

Materiál: **C45E+N**

Řezaný materiál: **HC-K20**

Průměr nástroje d: **1 mm**



Řezná rychlost v_c :

35 m/min

Rychlost posuvu v_f :

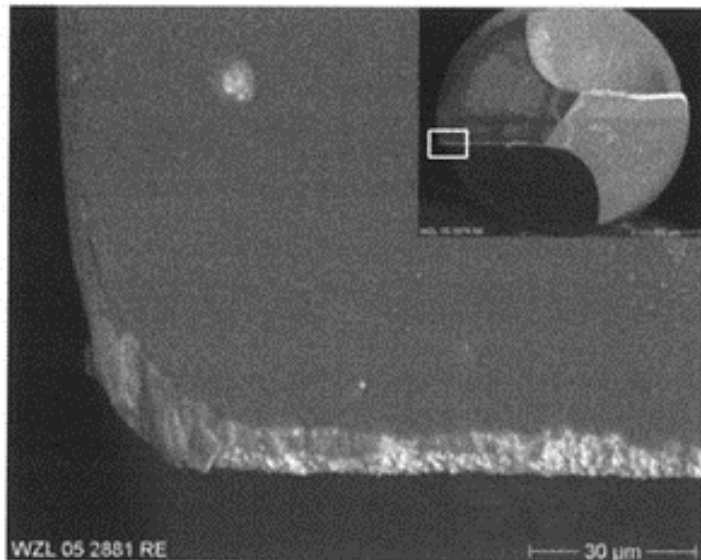
133.7 mm/min

Za sucha

Obr. 3: **Ostrý nástroj** s povlakem po 150 vyvrtaných otvorech (Zdroj: Kai Risse)



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

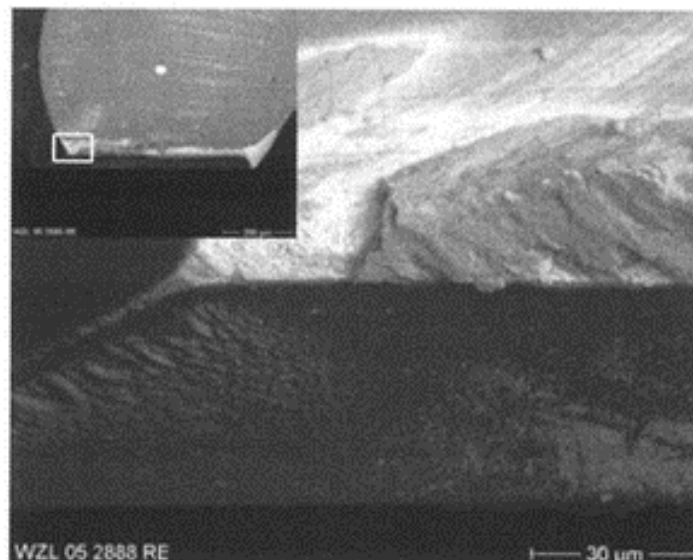


Řezné podmínky

Materiál: **C45E+N**

Řezaný materiál: **HC-K20**

Průměr nástroje d: **1 mm**



Řezná rychlost v_c :

35 m/min

Rychlost posuvu v_f :

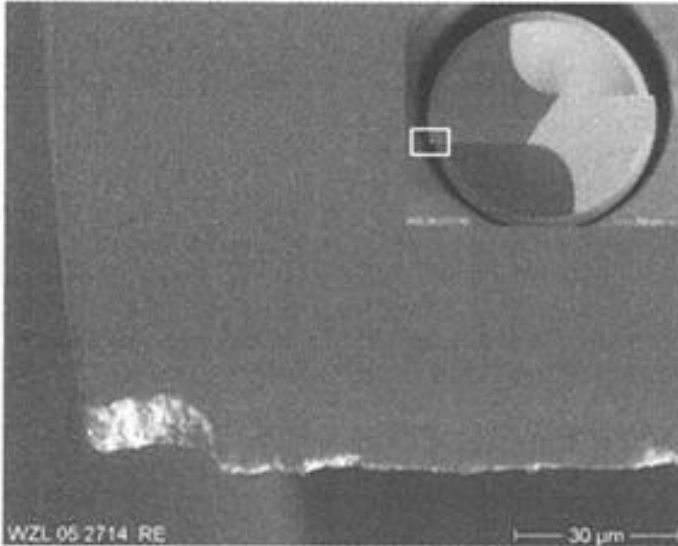
133.7 mm/min

Za sucha

Obr. 4: Zaoblený nástroj s povlakem po 150 vyvrtaných otvorech (Zdroj: Kai Risse)



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.



Řezné podmínky

Materiál:

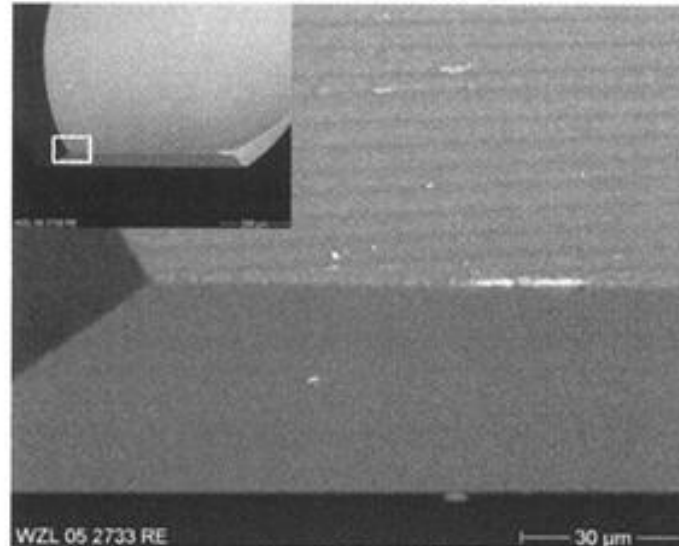
Řezaný materiál:

Průměr nástroje d:

C45E+N

HC-K20

1 mm



Řezná rychlost v_c :

Rychlost posuvu v_f :

Za sucha

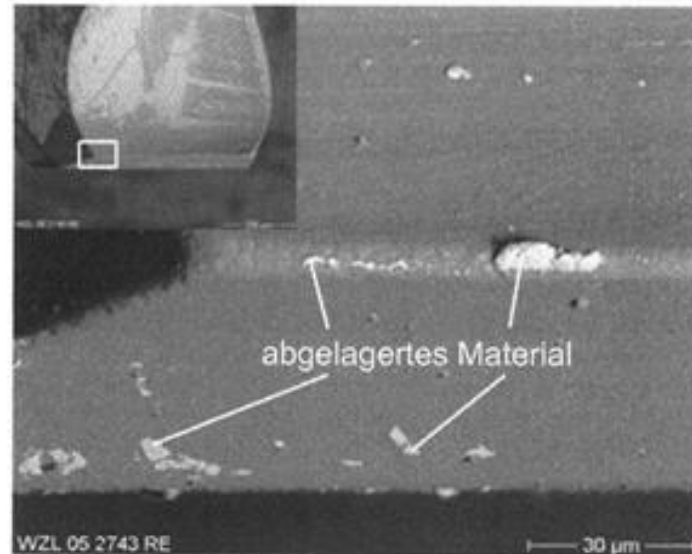
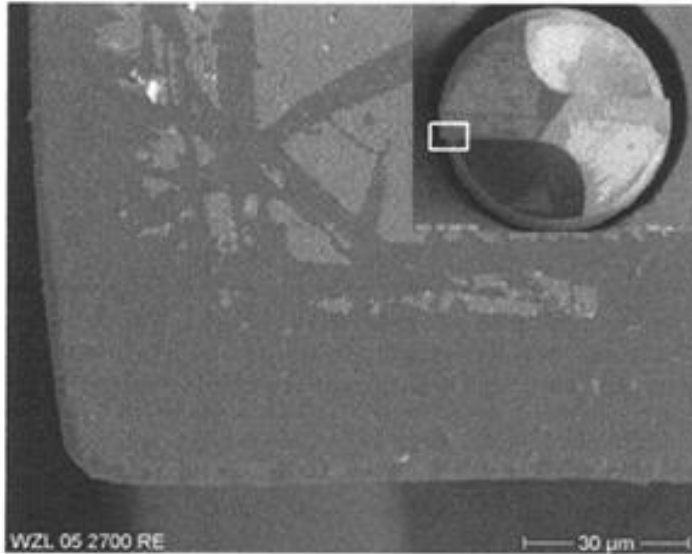
35 m/min

601.7 mm/min

Obr. 5: **Ostrý nástroj** s povlakem po jednom vyvrtaném otvoru s vyšší rychlostí posuvu (Zdroj: Kai Risse)



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.



Řezné podmínky

Materiál:

C45E+N

Řezaný materiál:

HC-K20

Průměr nástroje d:

1 mm

Řezná rychlost v_c :

35 m/min

Rychlost posuvu v_f :

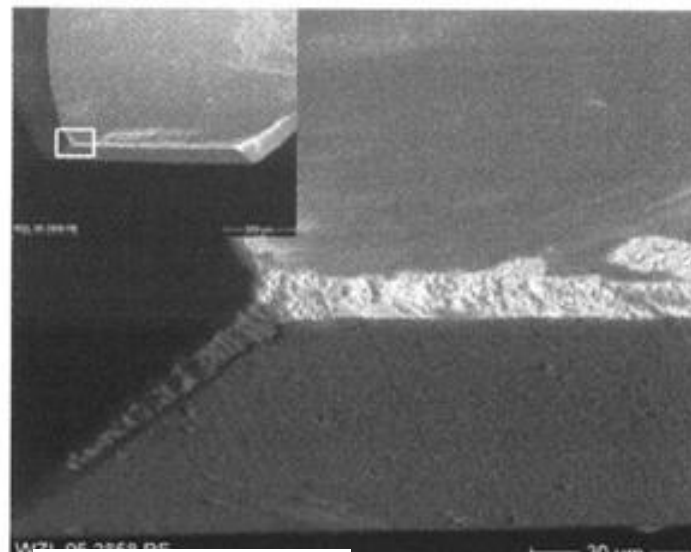
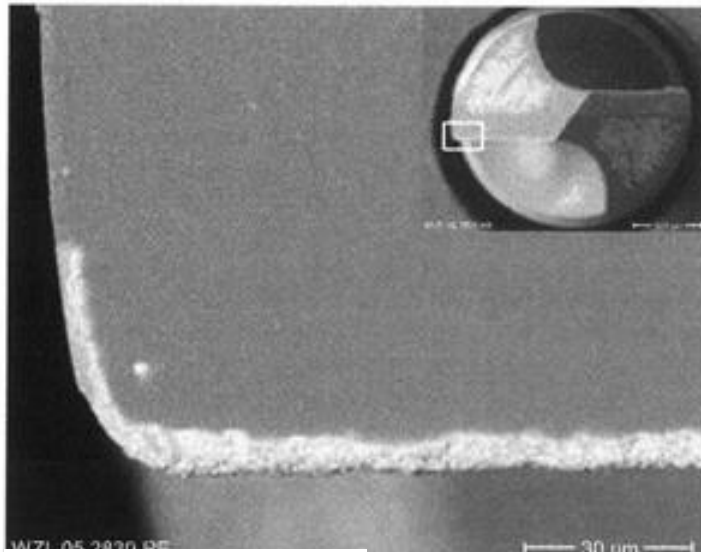
601.7 mm/min

Za sucha

Obr. 6: Zaoblený nástroj s povlakem po jednom vyvrtaném otvoru s vyšší rychlostí posuvu (Zdroj: Kai Risse)



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.



Řezné podmínky

Materiál: **C45E+N**

Řezaný materiál: **HC-K20**

Průměr nástroje d: **1 mm**

Řezná rychlost v_c :

Rychlost posuvu v_f :

Za sucha

35 m/min

601.7 mm/min

Obr. 7: Zaoblený nástroj s povlakem po 300 vyvrtaných otvorech za vyšší rychlosti posuvu (Zdroj: Kai Risse)



Výhody zaoblení hran u stopkových fréz

- ▶ Značené zvýšení životnosti karbidových nástrojů (ověřeno četnými studiemi a výzkumnými projekty)
- ▶ Karbidové stopkové frézy: zaoblení 8-25 μm -> zvýšení životnosti 2-3krát (např. při obrábění C 45)
- ▶ Zvýšení životnosti dosahující 4-5násobku pro případ vysoce legovaných ocelí

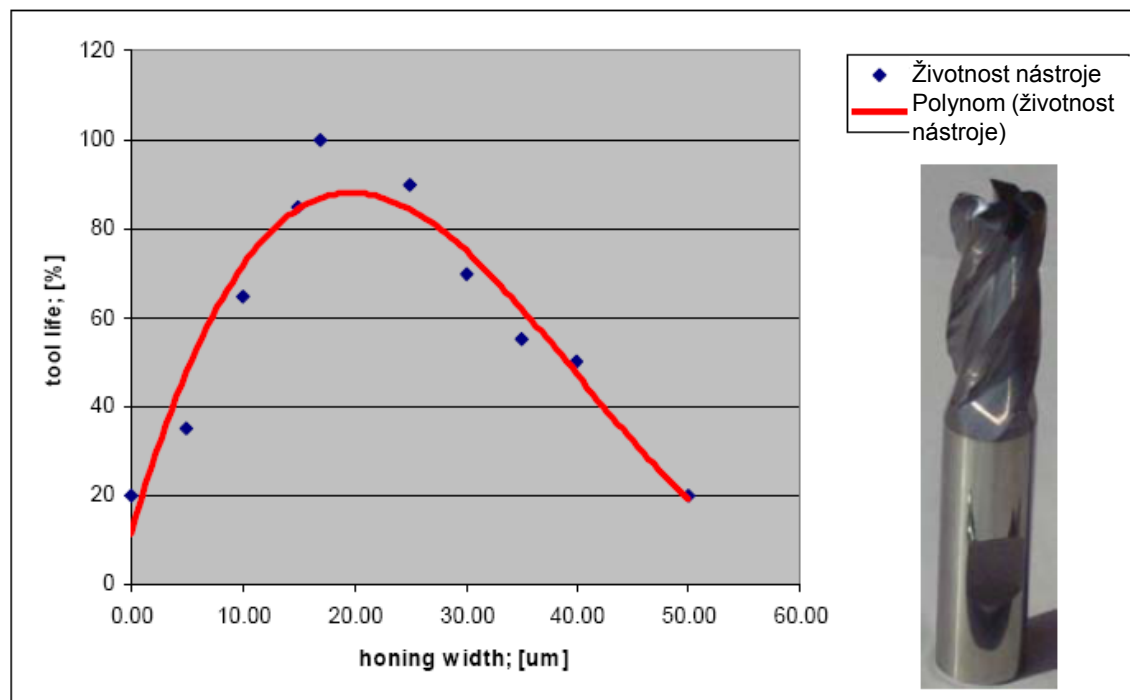
Tudíž:

Zaoblení řezných hran 12-25 μm může vyřešit 90 % problémů během životnosti nástroje. Současně je dosaženo mnohem lepší přilnavosti pro PVD povlaky.



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Vliv úpravy hrany na životnost prstencové frézy z **VYSOKO** **LEGOVANÉ** oceli

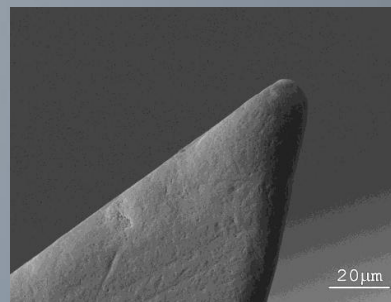
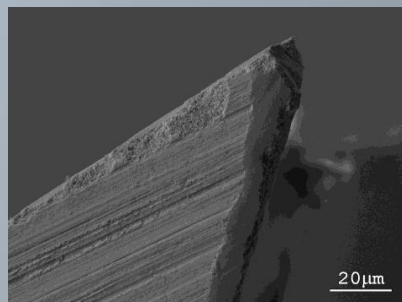
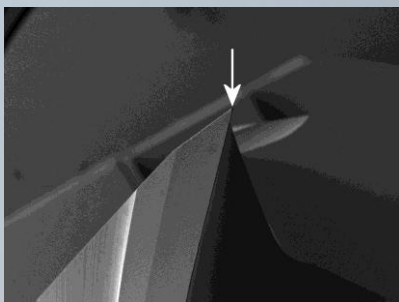


Material: 1.2379 - **X155CrVMo12-1**
End mill: nACRo coated - d=10mm, z=4, ae=0.25 x d – ap=1.5 x d – vc=150 m/min – fz=0.05 mm/z

Zdroj: Platit



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.



Karbidová stopková fréza se zaoblením řezné hrany přibližně 15 μm ; finišováno na stroji OTEC Drag Finishing

Zaoblení hrany 8-10 μm může být výhodné dokonce i při obrábění hliníkových slitin:

- ▶ Snižuje ostrost řezné hrany.
- ▶ Zabraňuje takzvaným vibračním stopám.
- ▶ Fréza běží mnohem tišeji.



Jaké zaoblení hrany je potřeba pro karbidové vrtáky?

- ▶ Pro ocelové slitiny platí hrubý odhad:
4 μm x průměr vrtáku
Pro karbidové vrtáky o průměru 10 mm to znamená zaoblení hrany přibližně 40 μm (podle Kaie Risseho)
- ▶ Pro slitiny uhlíkových ocelí platí hrubý odhad:
5 μm x průměr vrtáku
- ▶ Pro hliníkové slitiny lze předpokládat následující hodnotu:
2 μm x průměr

- ▶ V případě zaoblení hrany karbidových vrtáků je třeba zajistit, že roh řezné hrany není zaoblen podstatně více než hrana samotná.
- ▶ Aby se zabránilo vzniku kónických otvorů, musí být obě řezné hrany zaobleny stejně.



Doporučené hodnoty zaoblení pro stopkové frézy

Pro stopkové frézy jsou doporučeny následující hodnoty zaoblení hrany:

- ▶ Opracování dřeva: 6-8 μm
- ▶ Hliníkové slitiny: 8-10 μm
- ▶ Ocel, vysoko legovaná ocel, těžké úpravy: 12-25 μm
- ▶ Slitiny niklu a titanu: 30-40 μm

Jako pravidlo lze říct:

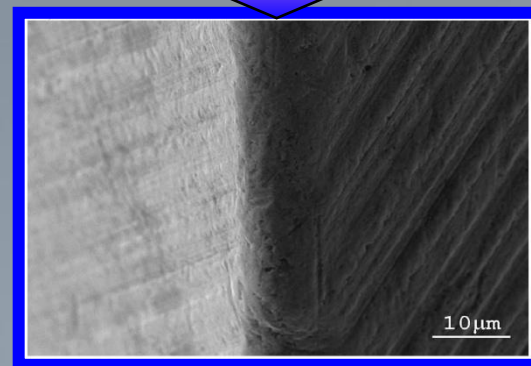
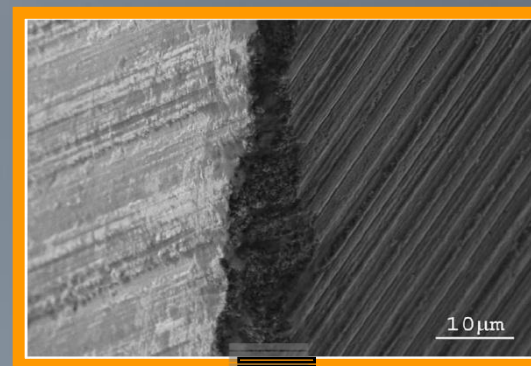
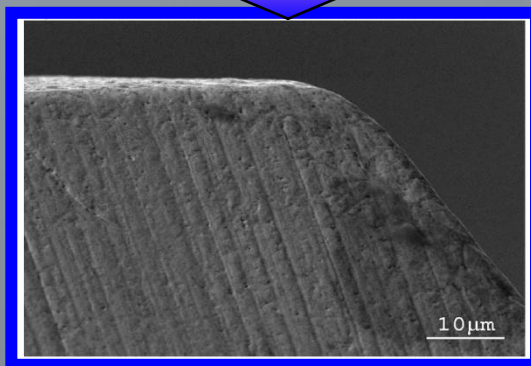
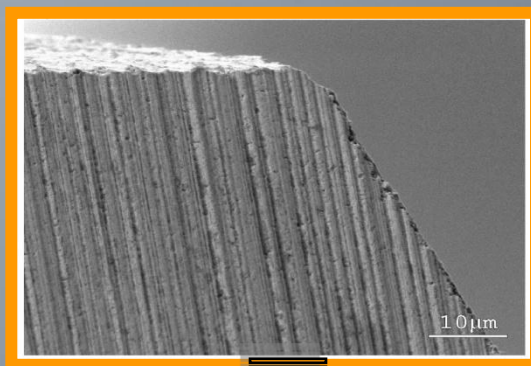
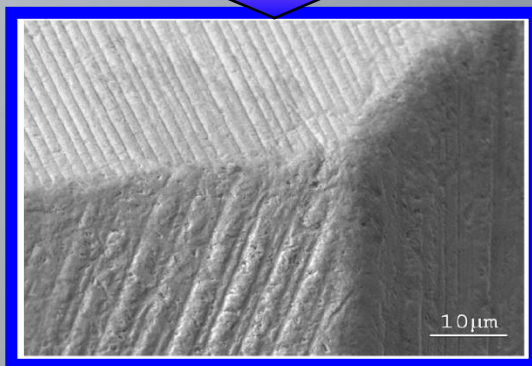
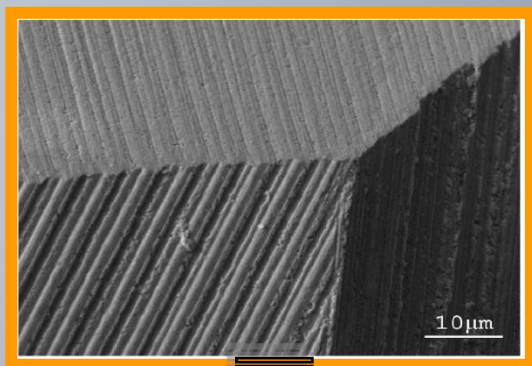
Pokud je řezná hrana stopkové frézy zaoblена na 10-25 μm , může být dosaženo 3-4násobného zvýšení životnosti nástroje.



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

OTEC

Povrchy před honováním hrany a po ní



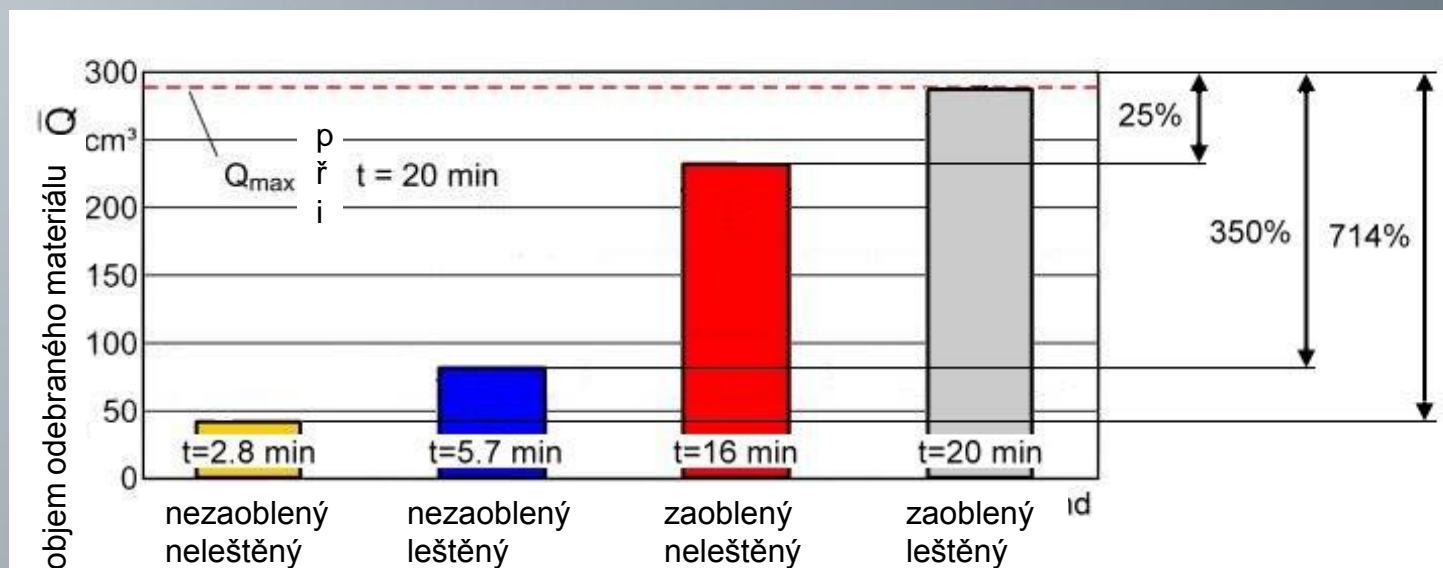


Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Frézování

Vliv zaoblení břitů a leštění povlaku na objem odebraného materiálu

Nástroj: Stopková fréza DHC Inox



=>Značné zvýšení objemu odebraného materiálu (více než 7násobně vyšší) v důsledku zaoblení řezné hrany a leštění povlaku ve srovnání s neopracovaným nástrojem.



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

2. Projekttreffen

16. Februar 2010
Mapal Dr. Kress KG, Aalen

Úprava složitých řezných nástrojů

Prof. Dr.-Ing. D. Biermann
Institut für Spanende Fertigung, Technische Universität Dortmund

Prof. Dr.-Ing. B. Denkena
Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, Leibniz Universität Hannover



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Hrany nástrojů byly honovány a bylo vytvořeno několik poloměrů:

Žádný rádius

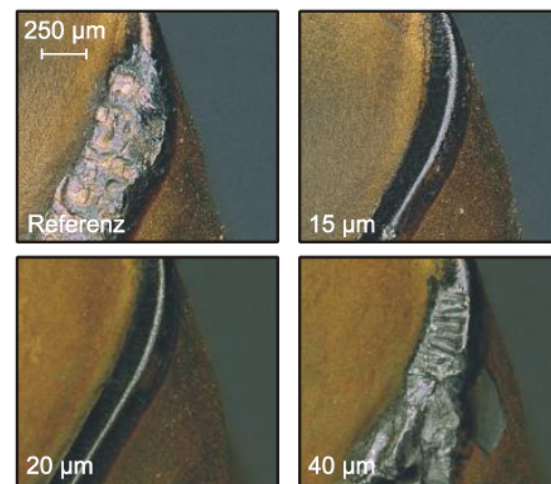
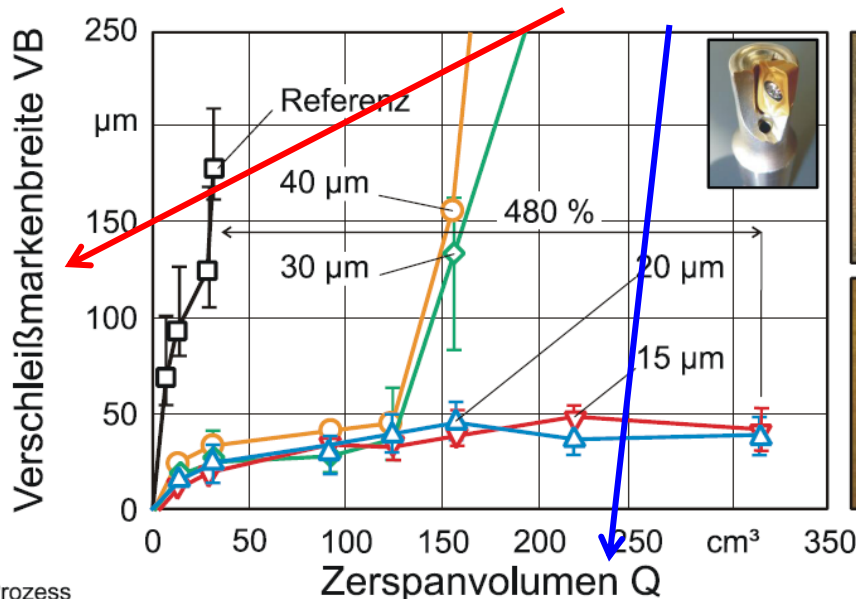
40μm rádius

30μm rádius

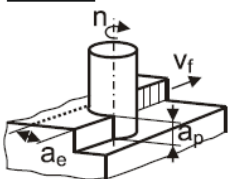
20μm rádius

15μm rádius

Vliv poloměru hrany na **opotřebení nástroje**/objem odebraného materiálu – 42CrMo4



Prozess



Eingriffsgrößen:

Schnittgeschw. $v_c = 200$ m/min
Schnitttiefe $a_p = 2$ mm
Eingriffsbreite $a_e = 8$ mm
Zahnvorschub $f_z = 0,1$ mm
Durchmesser $D = 12$ mm
Zähnezahl $z = 1$

Spannsystem

Kühlung

Werkzeug

Hersteller:

Typ:

Substrat:

Beschichtung: TiAlN-TiN (PVD)

Hydrdehnspannfutter

Adrana 5%

Ceratizit GmbH & Co KG

XDKT 11T308SR-M50

Hartmetall

Werkstoff:

42CrMo4

Verschleißmessung

Keyence VHX600

Fa. KEYENCE GmbH

Verschleißbilder

Re/63316 © IFW

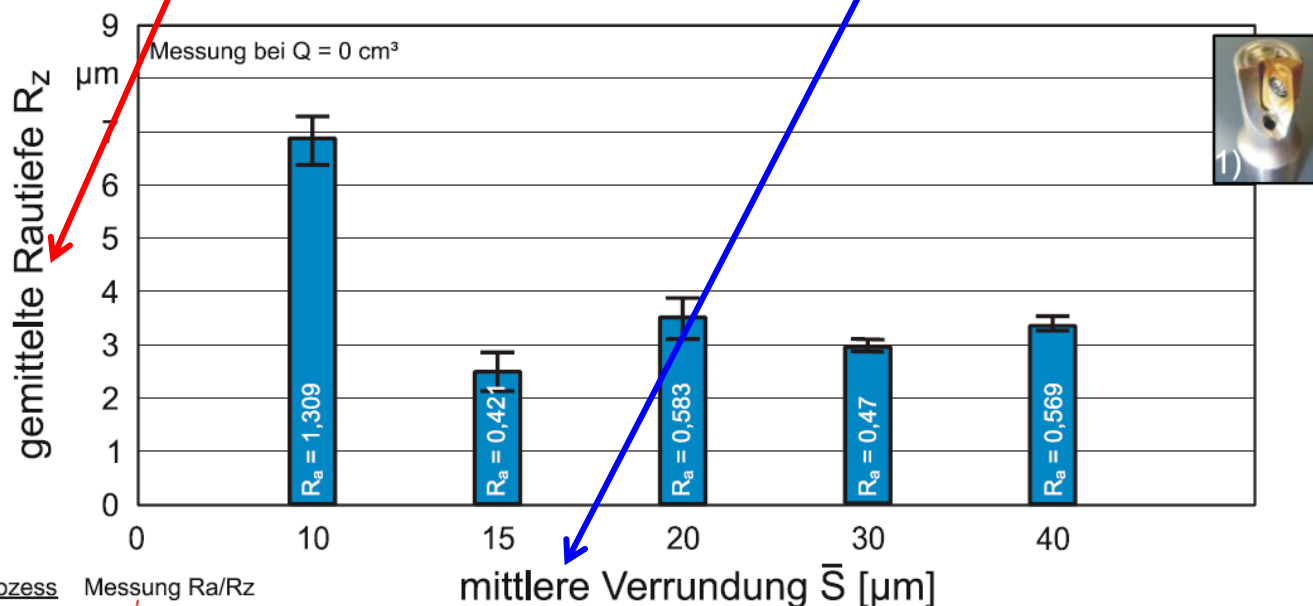


Hrany nástrojů byly honovány a bylo vytvořeno několik poloměrů:

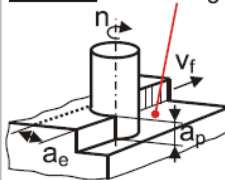
Při poloměru větším než $10\text{ }\mu\text{m}$ se povrch zlepšuje. To znamená, že nástroj musí být aspoň občas upraven, aby se zlepšila i kvalita povrchu.

Vliv

poloměru hrany na drsnost R_z – 42CrMo4



Prozess Messung R_a/R_z



Eingriffsgrößen:

Schnittgeschw.	$v_c = 200\text{ m/min}$
Schnitttiefe	$a_p = 2\text{ mm}$
Eingriffsbreite	$a_e = 8\text{ mm}$
Zahnvorschub	$f_z = 0,1\text{ mm}$
Durchmesser	$D = 12\text{ mm}$
Zähnezahl	$z = 1$

Spannsystem: Hydrodehnspannfutter

Kühlung: Shell / Adrana 5%

Werkzeug:

Hersteller:	Ceratizit GmbH & Co KG
Typ:	XDKT 11T308SR-M50
Substrat:	Hartmetall
Beschichtung:	TiAlN-TiN (PVD)

Werkstoff:

42CrMo4

Rauheitsmessung:

Perthometer Concept Rauheit
Fa. Mahr
(DIN 4768)

Re/63319 © IFW



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

OTEC

Hrany nástrojů byly honovány a bylo vytvořeno několik poloměrů:

Žádný rádius

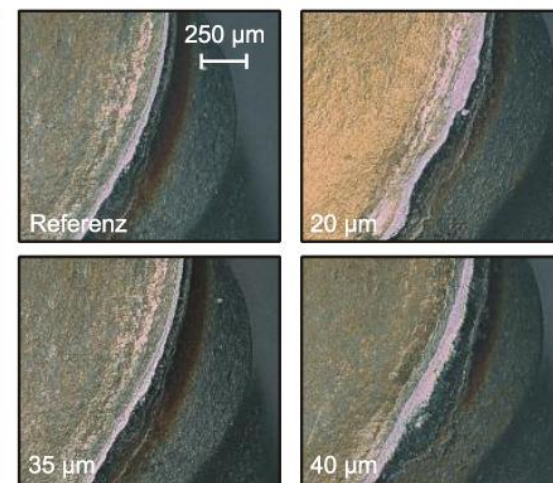
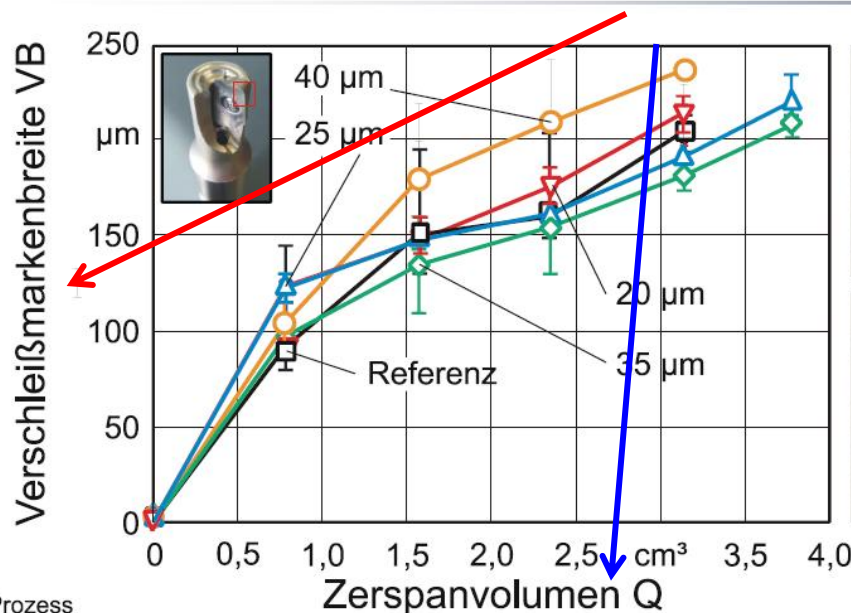
40μm rádius

35μm rádius

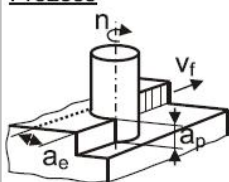
25μm rádius

20μm rádius

Vliv poloměru hrany na opotřebení nástroje/objem odebraného materiálu – Inconel 718



Prozess



Eingriffsgrößen:

Schnittgeschw. $v_c = 30$ m/min
Schnitttiefe $a_p = 2$ mm
Eingriffsbreite $a_e = 8$ mm
Zahnvorschub $f_z = 0,08$ mm
Durchmesser $D = 12$ mm
Zähnezahl $z = 1$

Spannsystem

Kühlung

Werkzeug

Hersteller:

Typ:

Substrat:

Beschichtung: TiCN-Al₂O₃-TiN (CVD)

Hydrdehnspannfutter

Adrana 5%

Werkstoff:

Inconel

Verschleißmessung

Keyence VHX600

Fa. KEYENCE GmbH

Re/63317 © IFW



Komplettpräparation von komplexen
Zerspanungswerkzeugen II



Leibniz
Universität
Hannover





Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

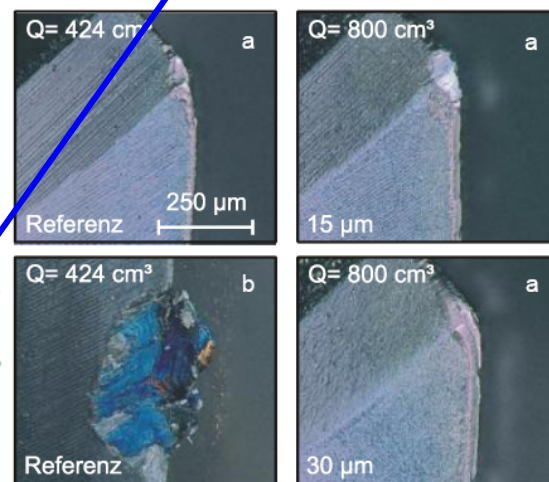
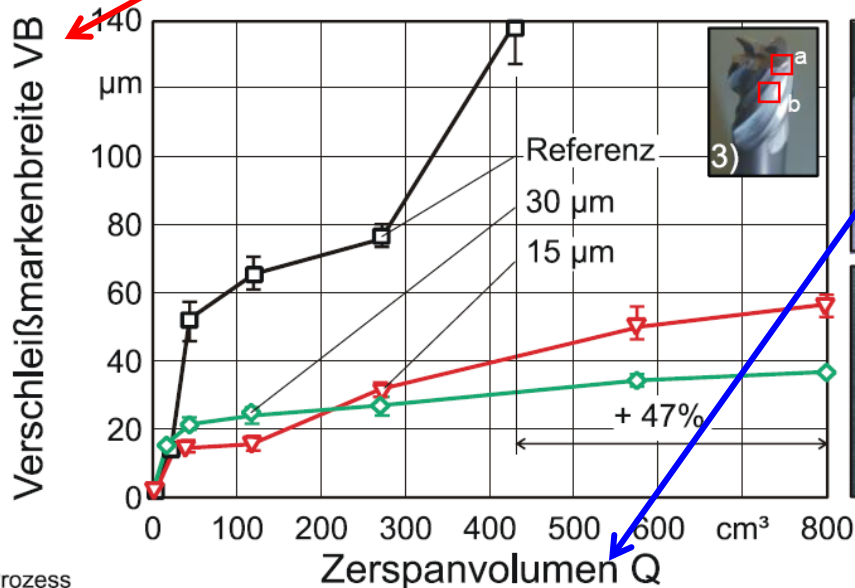
Zkouška zvýšení odebraného materiálu každý nástroj než se příliš opotřebuje – 42CrMo4

Hrany nástrojů byly honovány a bylo vytvořeno několik poloměrů:

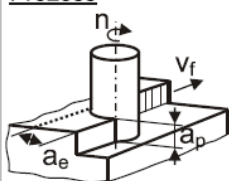
Žádný rádius
420 cm³

15μm rádius
o 47 % větší
schopnost odběru,
ale opotřebení je
větší než:

30μm rádius
o 47 % větší
schopnost odběru
– nejlepší výsledek



Prozess



Eingriffsgrößen:

Schnittgeschw. $v_c = 160$ m/min
Schnitttiefe $a_p = 4$ mm
Eingriffsbreite $a_e = 5$ mm
Zahnvorschub $f_z = 0,09$ mm
Durchmesser $D = 8$ mm
Zähnezahl $z = 4$

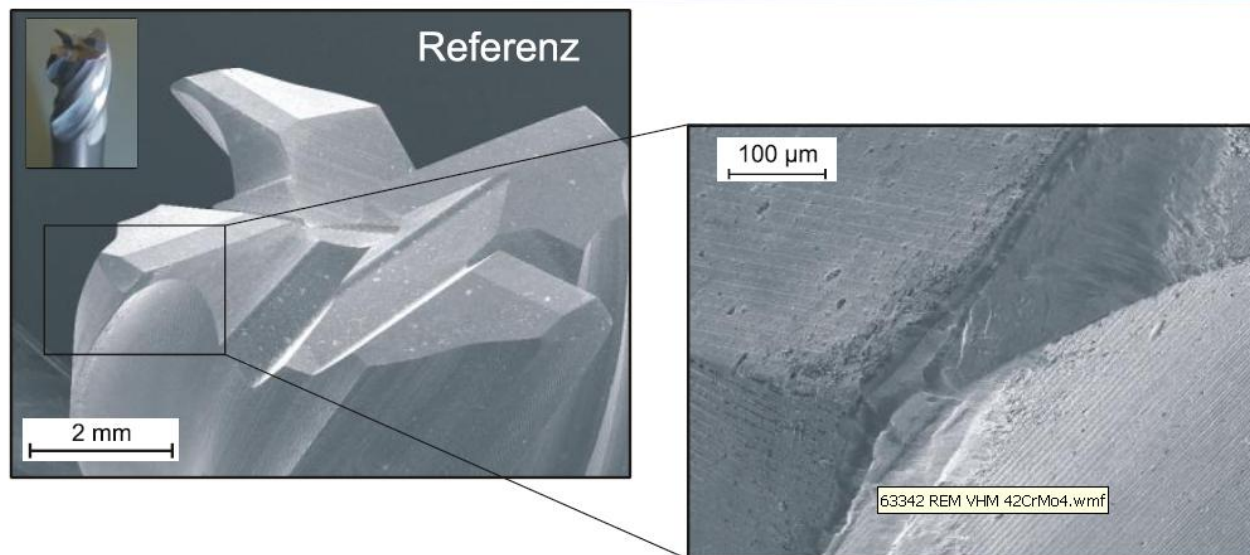
Spannsystem: Hydrodehnspannfutter
Kühlung: ohne
Werkzeug:
Hersteller: Fette GmbH
Typ: DHC
Substrat: Hartmetall
Beschichtung: TiAlN (PVD, Fa. Gühring)

Werkstoff:
42CrMo4
Verschleißmessung:
Keyence VHX600
Fa. KEYENCE GmbH

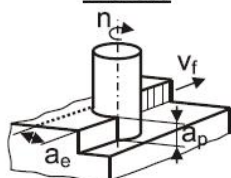
Re/63325 © IFW



SEM obraz opotřebeného nástroje



Prozess



Eingriffsgrößen:

Schnittgeschw. $v_c = 160 \text{ m/min}$
 Schnitttiefe $a_p = 4 \text{ mm}$
 Eingriffsbreite $a_e = 5 \text{ mm}$
 Zahnvorschub $f_z = 0,09 \text{ mm}$
 Durchmesser $D = 8 \text{ mm}$
 Zähnezahl $z = 4$

Spannsystem: Hydrodehnspannfutter

Kühlung: ohne

Werkzeug:

Hersteller: Fette GmbH
 Typ: DHC
 Substrat: Hartmetall
 Beschichtung: TiAlN (PVD, Fa. Gühring)

Werkstoff:

42CrMo4

Analytik:

Rasterelektronenmikroskop
 Fa. Zeiss

Re/63342 © IFW



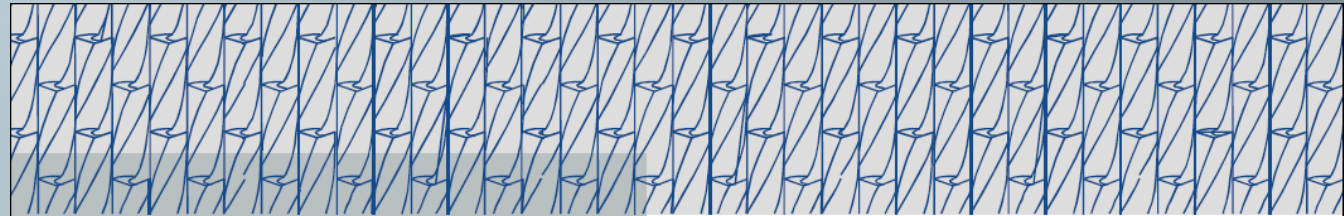
Závěr:

- Pro karbidové vrtáky obrábějící 42CrMo4, zaoblení řezné hrany v rozsahu 20...25 μm vede k větší odolnosti řezného rohu vůči opotřebení a k vyšší kvalitě nástroje
- Vložky pro vřetena vrtáků: Vnitřní vložka má mít zaoblení v rozsahu 15...18 μm , vnější vložka má mít 10...15 μm
- Karbidové výstružníky s několika drážkami mají být pro lepší funkci, nižší opotřebení a vyšší kvalitu povrchu otvoru zaobleny na 10...20 μm .
- V podstatě lze říct, upravené tvar/forma/návrh řezných hran zvyšují kvalitu nástroje a jeho životnost. Ideální zaoblení by se mělo zvyšovat se zvýšením rychlosti posuvu.



Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Perfekte Oberflächen. Weltweit.

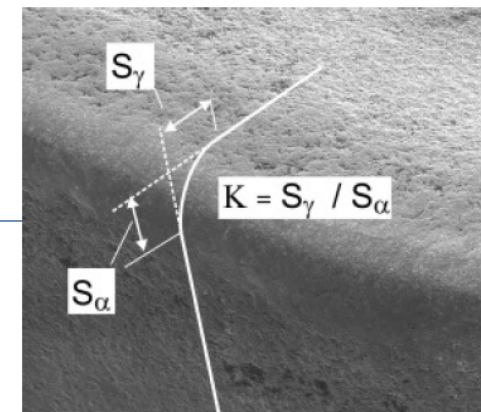


Leibniz Universität Hannover

Institut für Fertigungstechnik
und Werkzeugmaschinen

Vliv mikrogeometrie řezné hrany na opotřebení nástroje a jeho termomechanické zatížení

Prof. B. Denkena, E. Bassett
Garbsen, 09. März 2011



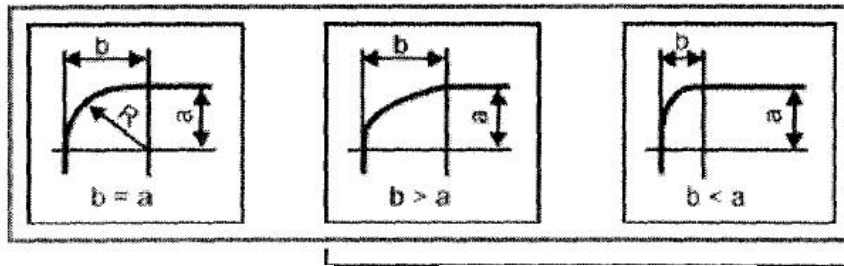


Varianty zaoblení hran

100% rádius

Podoba rádia
„trumpeta“

Podoba rádia
„vodopád“

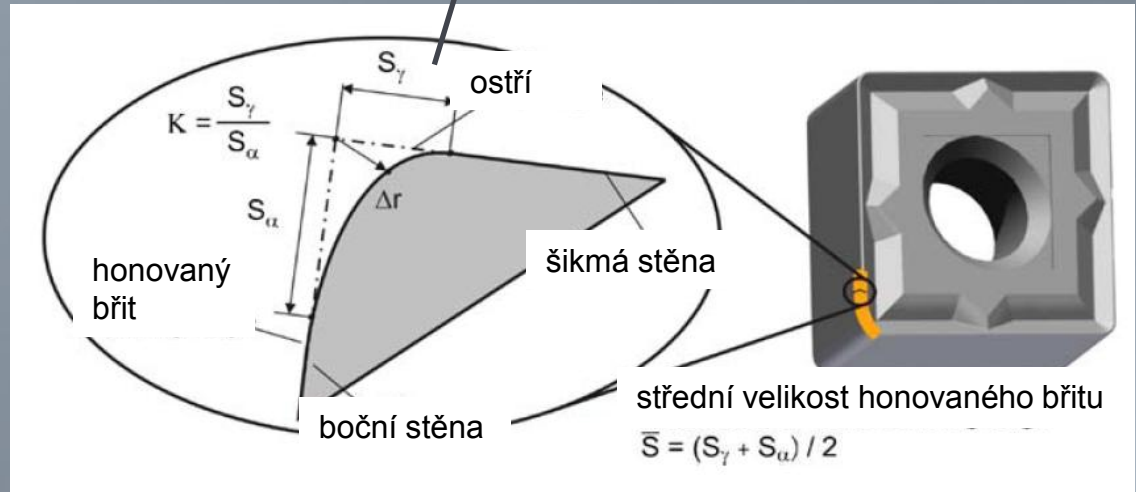


symetrická

asymetrické

Tendence ke kráterovému
opotřebení na šikmých stěnách

Tendence k bočnímu
opotřebení otočných břitů





Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Připomenutí:

$$K = S_v/S_\alpha$$

Teplota v nástroji:

K=0,5 618 °C

Ostří 430 °C

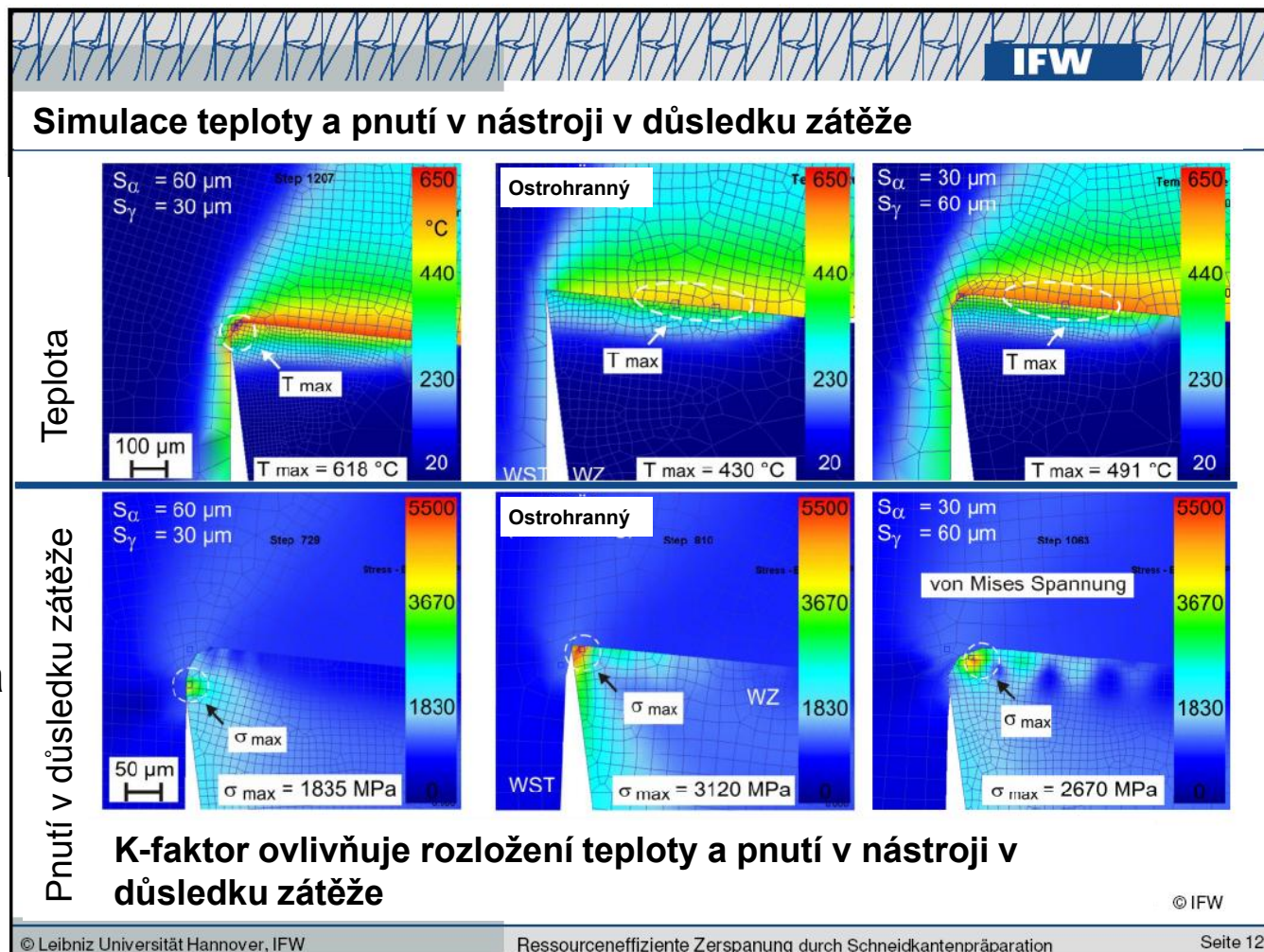
K=2 491 °C

Pnutí v nástroji v
důsledku zátěže:

K=0,5 1835 MPa

Ostří 3120 MPa

K=2 2670 MPa





Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

Závěr:

- K-faktor značně ovlivňuje životnost otočných břitů. Na základě volby správného K-faktoru může být životnost často více než zdvojnásobena!
- K-faktor by měl být zvolen v rozsahu od 0,5 do 2. Dosud není na trhu stroj, který by to umožnil. Alespoň pokud jde o otočné břity, jsou stroje OTEC-SF schopné dosáhnout těchto výsledků.
- K-faktor závisí na:
 - druhu nástroje
 - druhu použitého materiálu
 - přerušovaném/nepřetržitém řezání
- K-faktor ovlivňuje nejvyšší teplotu a napětí v nástroji.
- Zvýšení mechanické stability na základě dobře řízené úpravy řezných hran
- Zpomalení opotřebení nástroje



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
perfekte Oberflächen. Weltweit.

Bibliografie

- TIK – 08: Tikal, Prof. Dr.-Ing. Franz; Univerzita Kassel – Presentace Zaoblování řezných hran u příležitosti veletrhu OTEC Hausmesse 2008
- ISF – 11: ISF Dortmund, IFW Hannover – Úplná úprava komplexních obráběcích nástrojů
- IFW – 11: Denkena, Prof. B., Bassett, E. – Vliv geometrie řezné hrany na termomechanické opotřebení nástroje při obrábění
- Leibnizova univerzita Hannover, IFW
- Kai Risse
- Fa Platit
- DFG Německá společnost pro výzkum
- Spolkové ministerstvo pro výzkum a vzdělávání
- A mnoho dalších...



Perfekte Oberflächen. Weltweit.
Perfekte Oberflächen. Weltweit.

**Děkuji
za vaši pozornost!**