evropský sociální fond v ČR

EVROPSKÁ UNIE

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ÚVOD DO INTEGRITY POVRCHU

naše činnost

Antonín Kříž; Petr Beneš

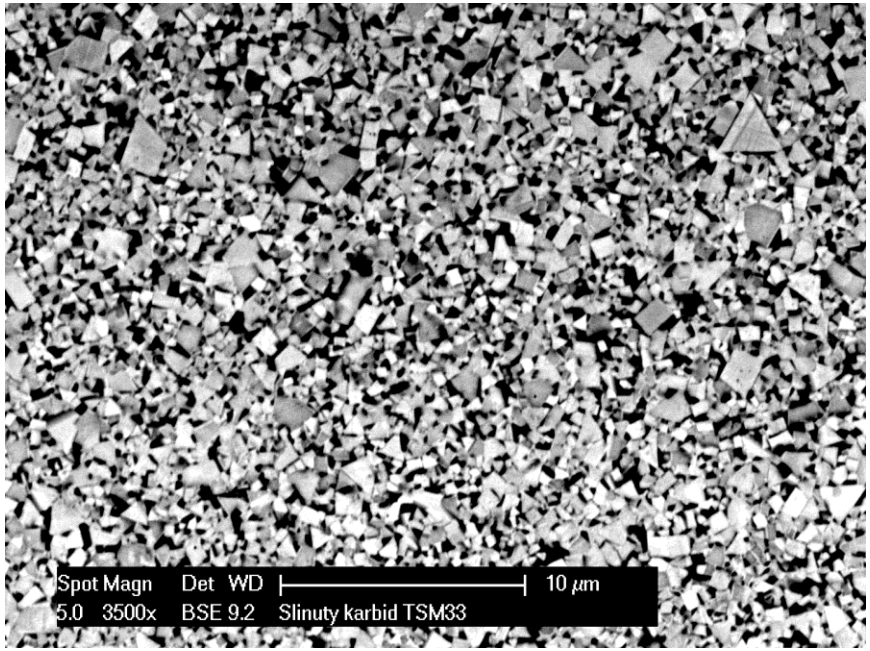
Studentské práce sledující integritu povrchu

- Bakalářská práce – David HUDA

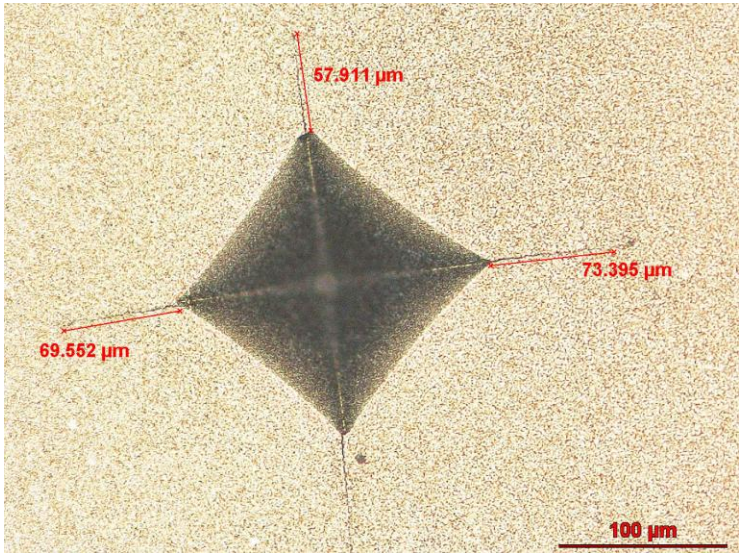
Vlastnosti a struktury progresivních slinutých karbidů pro řezné nástroje

VZOREK	TVRDOST (HV)	KIC	SLOŽENÍ		ostatní	Velikost zrna WC
			WC	Co		
TSM33	1670	15,4	89,5	10	0,5	0,5-0,9µm
TSF44	1795	11,5	83,8	13,02	3,18	0,3-0,5 µm
TSM20	1750	12,5	89,1	7,3	3,6	0,5-0,9 µm
H40S	1370	25,5	83	13,7	3,3	1,3-2,5 µm
H50S	1220	27,9	72	15	13	1,3-2,5 µm
B50S	930	?	77	20	3	2,5-6,0 µm

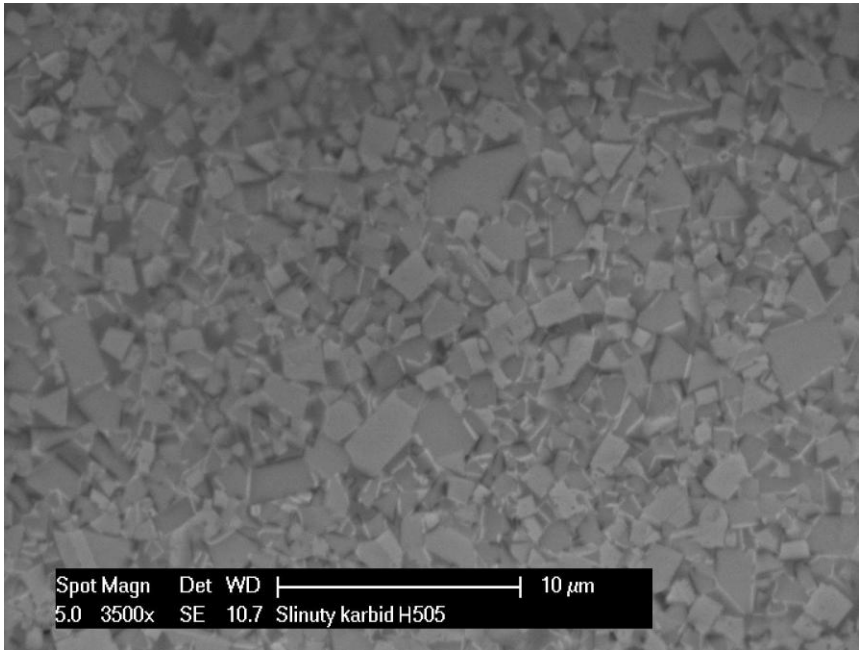
TSM33



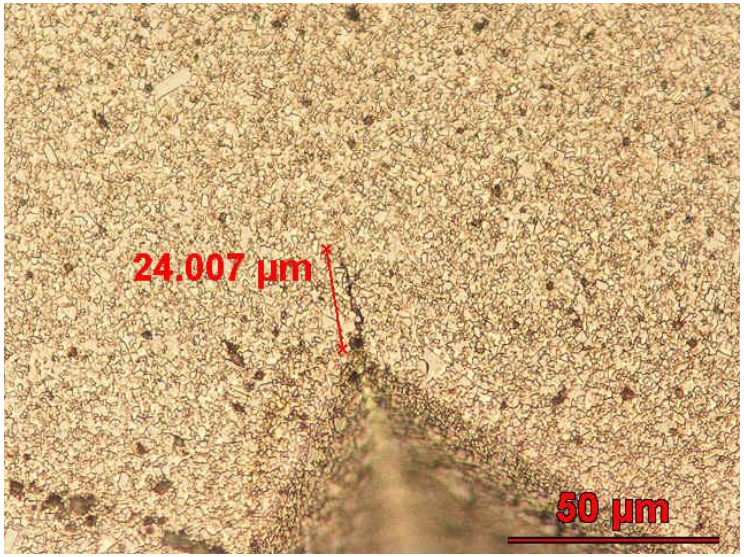
Snímek vzorku TSM33 z ŘEM



H50S



Snímek vzorku H50S z ŘEM



Bakalářská práce – Antonín JANOUŠEK

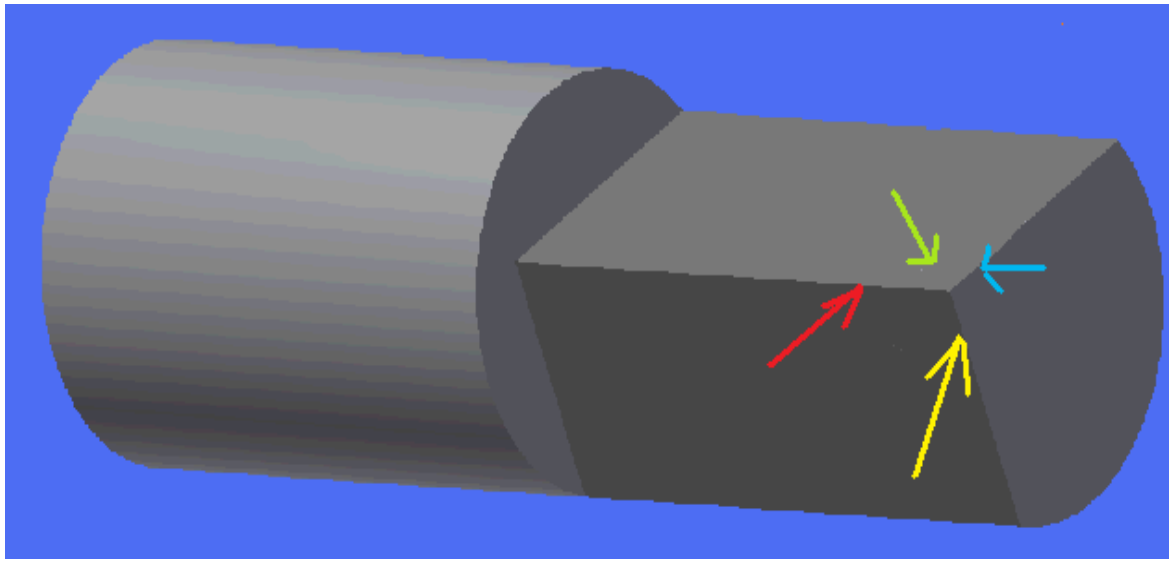
Materiálové aspekty při vlečném omílání břitů osových nástrojů

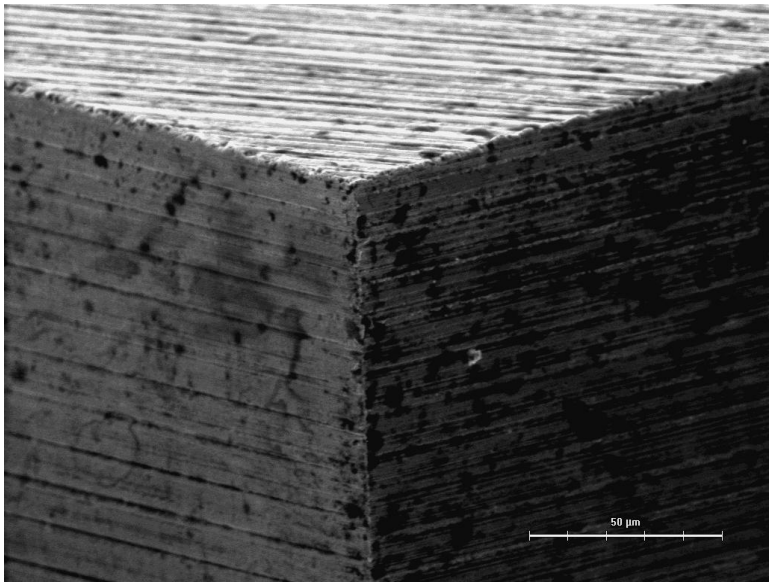
Slinuté karbidy

- **TSM33**
- **K40UF**
- **K55SF**

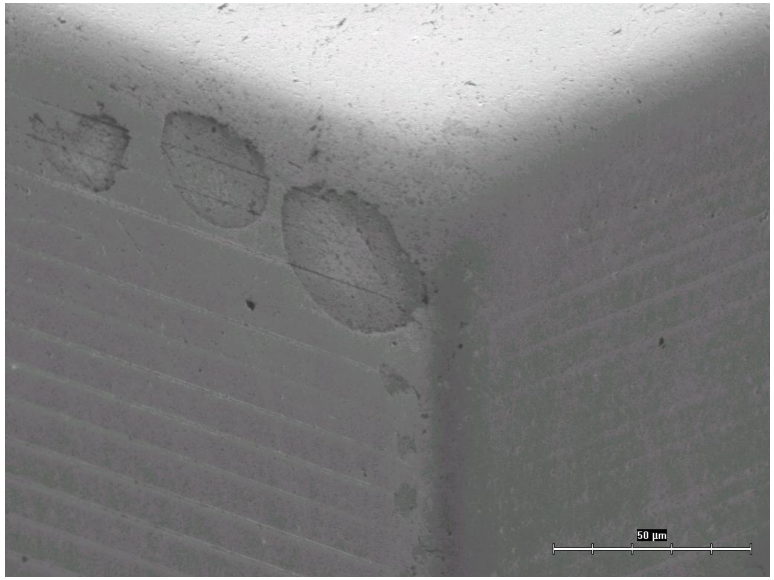
- **HSC 1/300, H4/400 obilí**

Zařízení pro vlečné omílání a použitá média

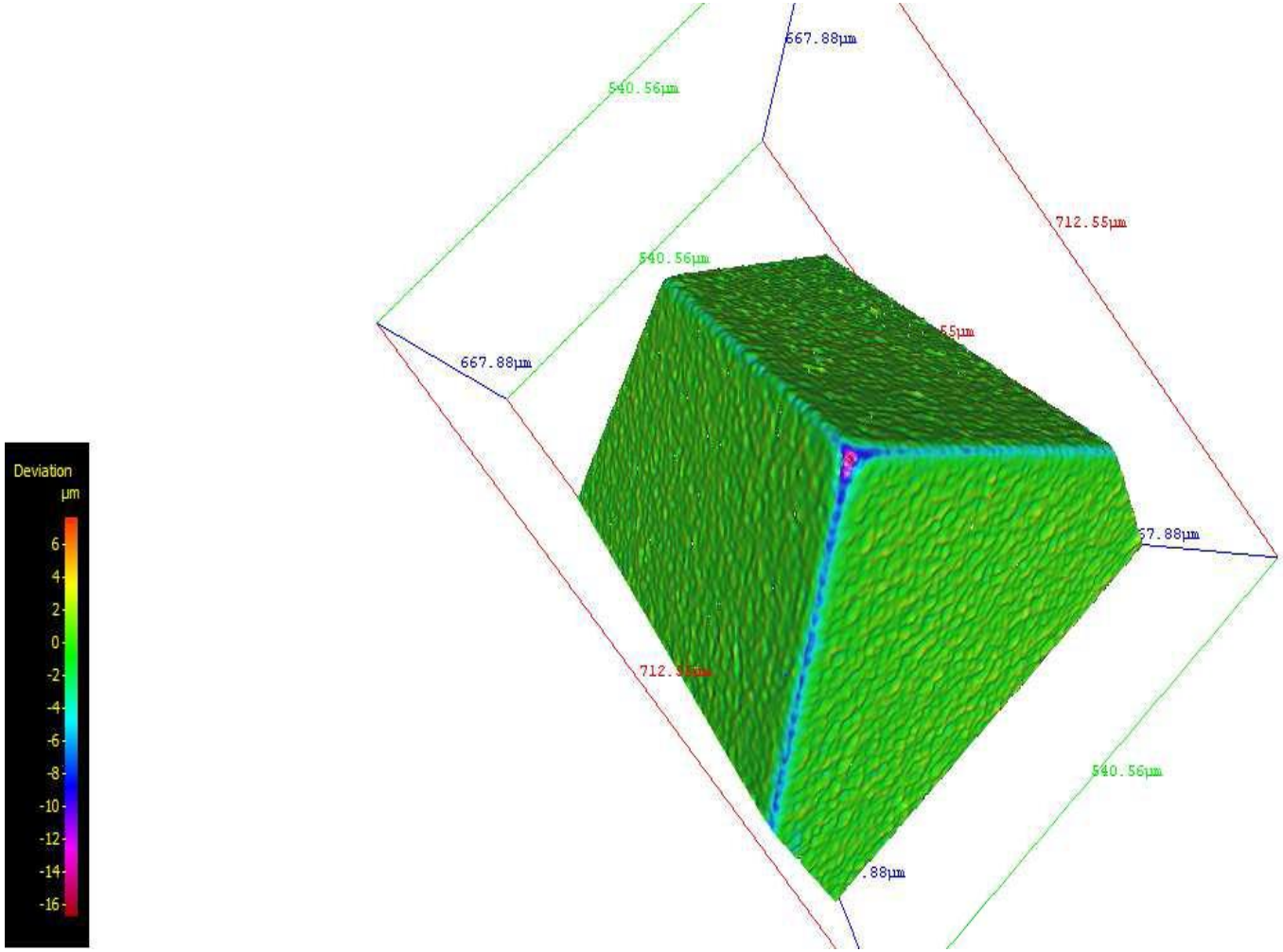




TSM33-3 špička před omletím



TSM33-3 špička po omletí



Diferenční analýza materiálu TSM33

Bakalářská práce – Jakub ŽELEZNÝ

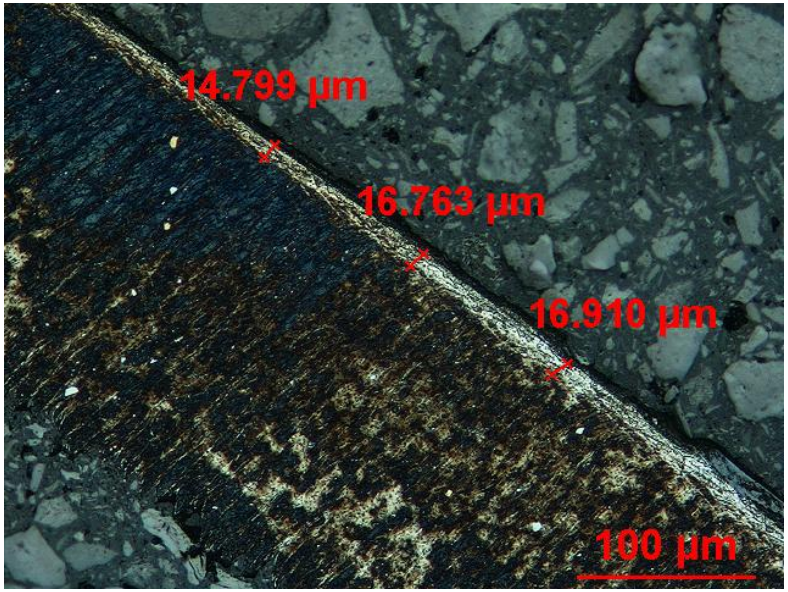
Důsledek stavu nástroje na metalografické aspekty třísky

Analyzovaný materiál

Inconel718
Ocel 15246
Ocel 19436
EN AW 6082

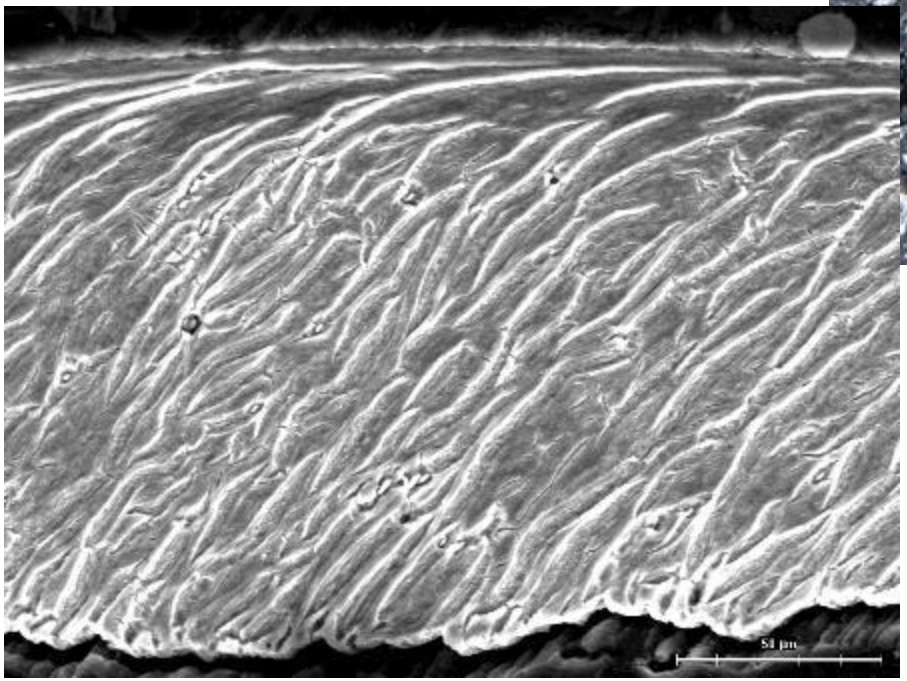
Inconel 718

Obtížně obrobitelný
Špatná tepelná vodivost
Inconelu logicky špatný odvod tepla projeví se na metalografické struktuře



Ocel 15246

- Pro zvýraznění odlišné oblasti použito více leptadel
- Ověření barevně odlišné oblasti.
- Měření DTOO na ŘEM (**25,76µm)**



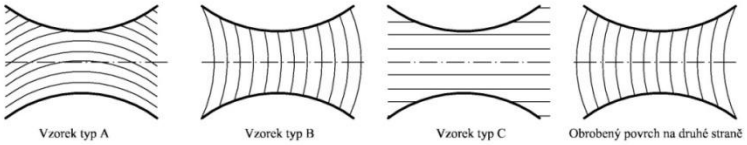
Zviditelnění skluzových rovin

Bakalářská práce – Václav AUTERSKÝ

Vliv integrity povrchu na mechanické vlastnosti

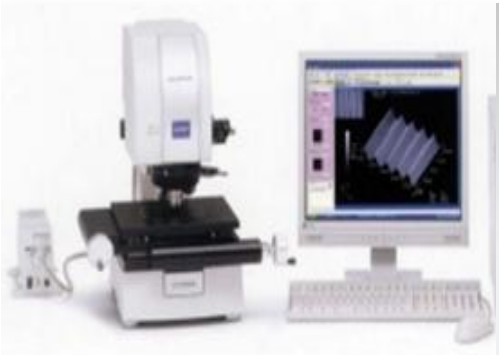
Materiál: X210Cr12 (ČSN 419436)

Zkoušeny 4 skupin vzorků po 3 kusech
3 sady z frézované, stejné řezné podmínky, různé řezné nástroje
1 sada broušená
1 sada broušená a ručně doleštěno



Odlišná povrchová topografie

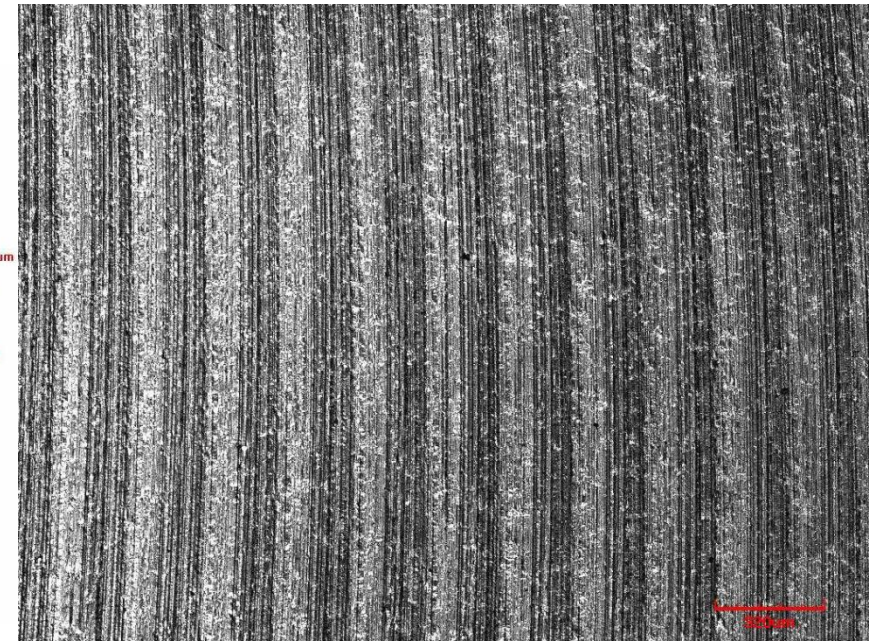
Měření drsnosti

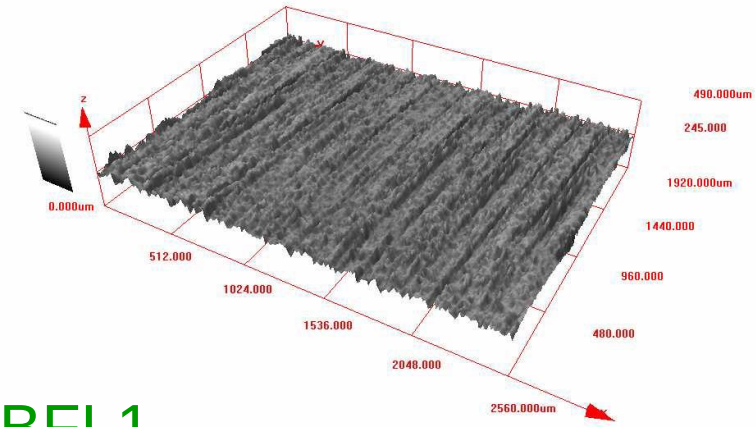


Dotykový profiloměr Marsurf M 300

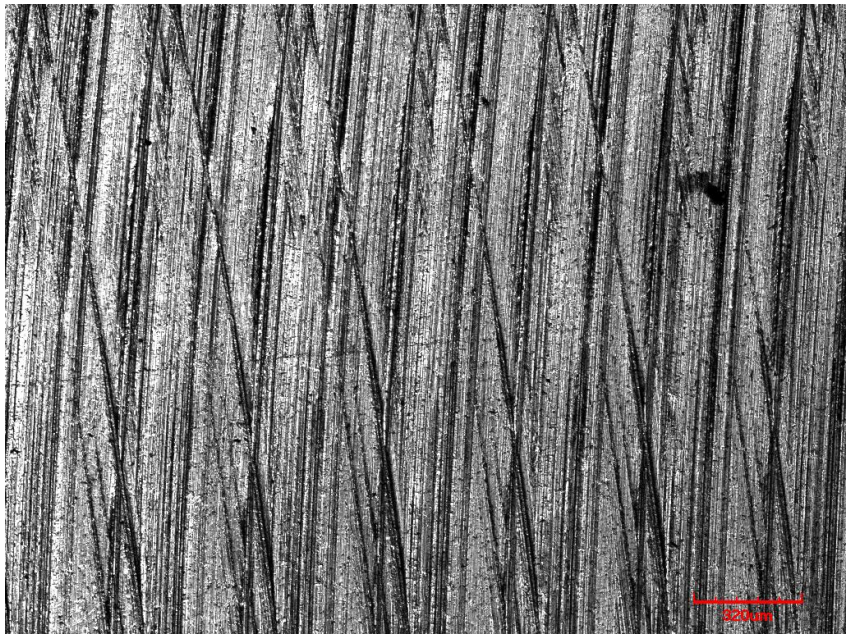
z
y
x
0.000um
479.997um
239.999
1920.000um
1440.000
960.000
480.000
512.000
1024.000
1536.000
2048.000
2560.000um

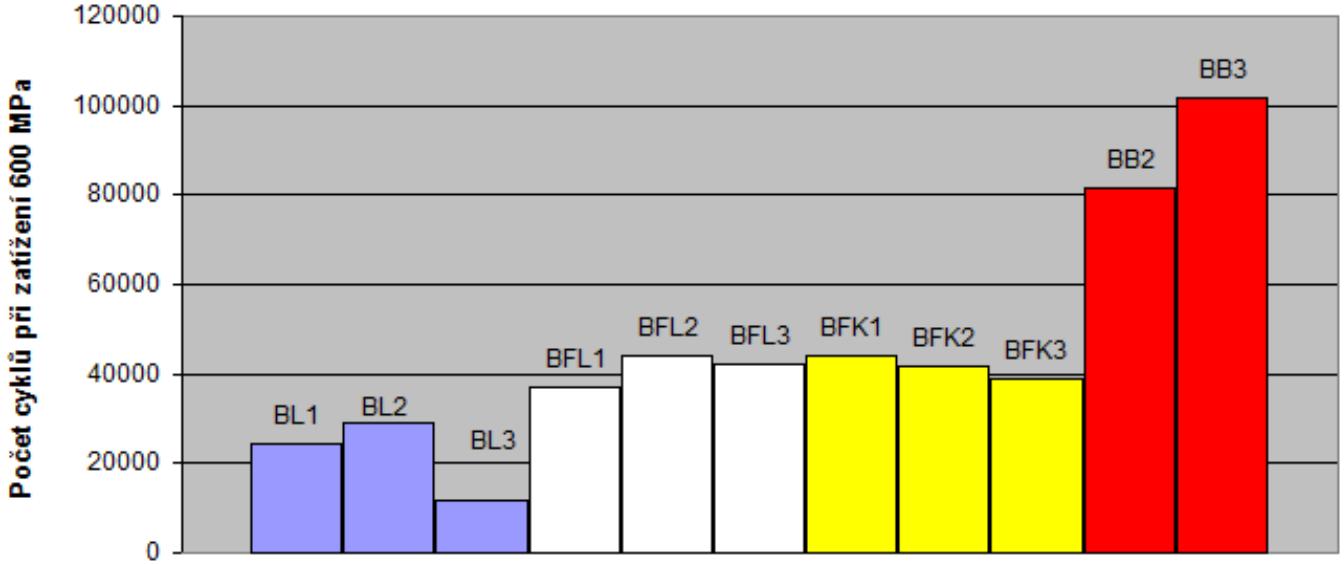
BFK1




z
y
x
0.000um
490.000um
245.000
1920.000um
1440.000
960.000
480.000
512.000
1024.000
1536.000
2048.000
2560.000um

BFL1

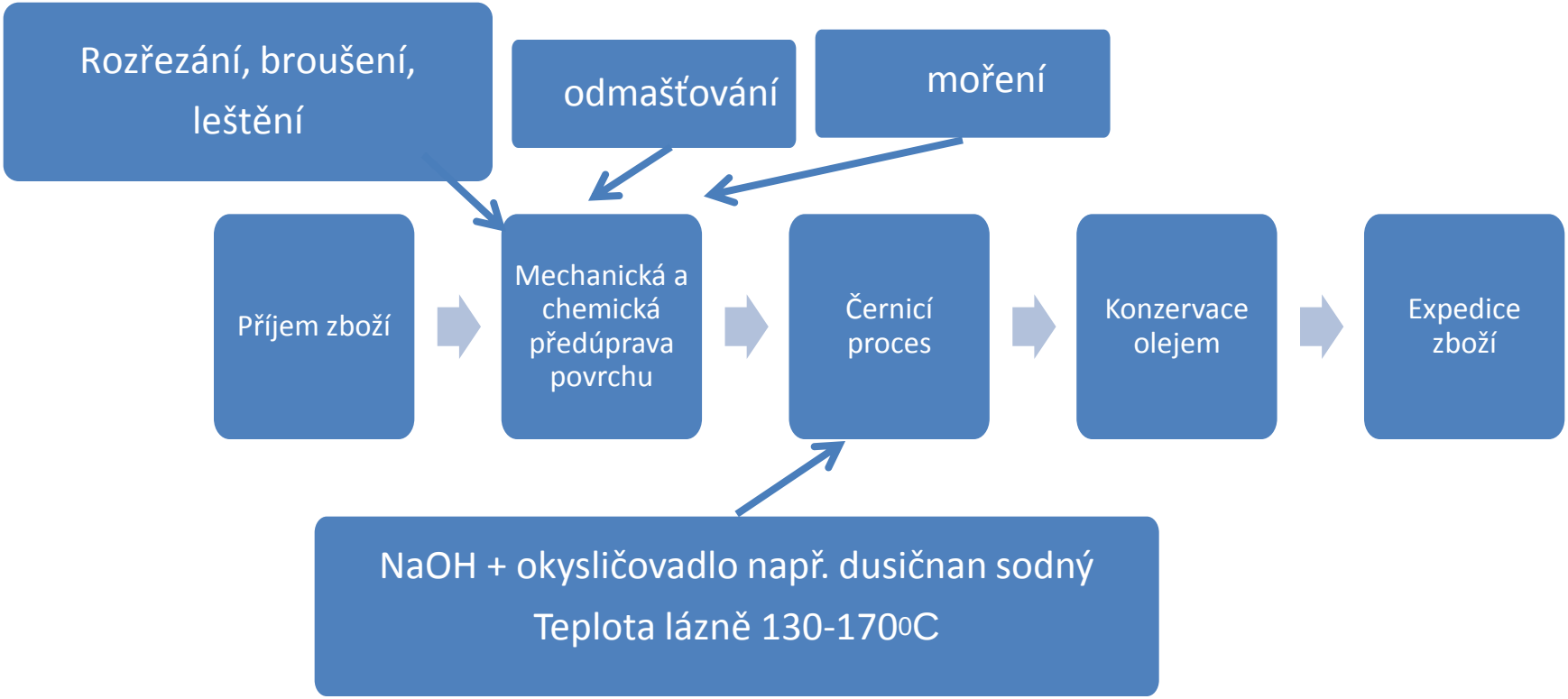




Hodnoty únavových zkoušek

Bakalářská práce – David BRICÍN

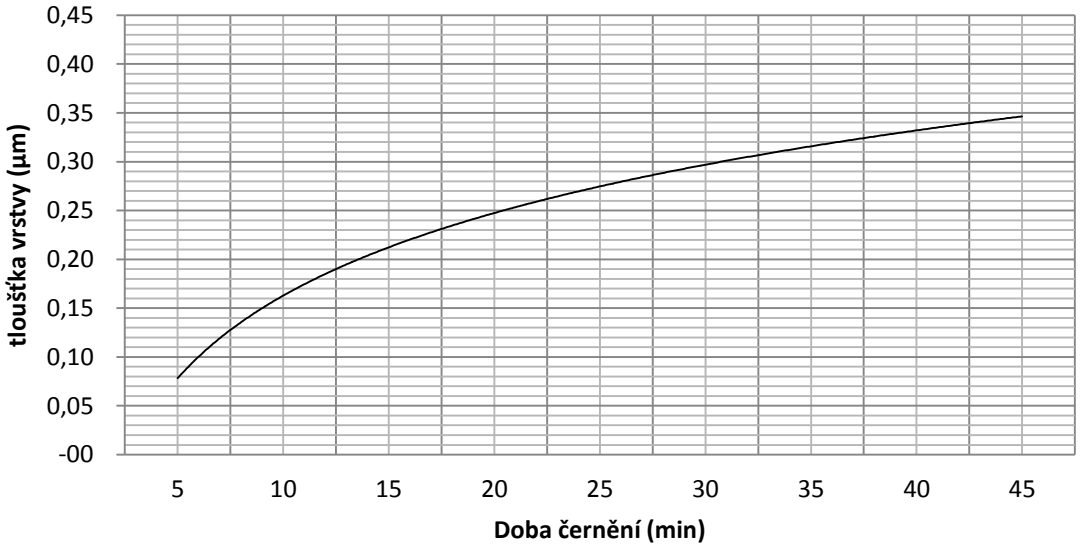
Vlastnosti černěných povrchů strojních součástí



Experimentální část

- určení korozní odolnosti -5% roztok kyseliny šťavelové
- Kalotest- určení tloušťky povlaku
- RAL CLASSIC- určení barevného odstínu

Tloušťka vytvořeného povlaku:

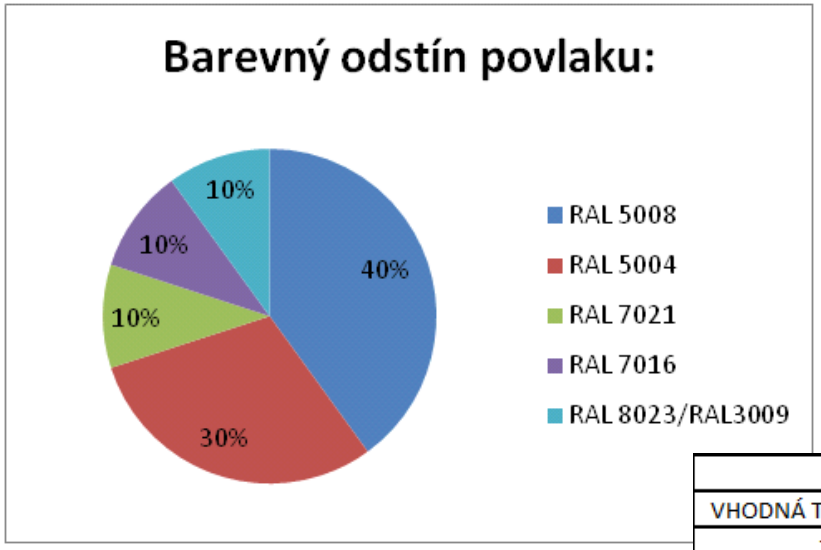


tloušťka vytvořené vrstvy v závislosti na době černění

Materiál: 14 220 (1.7131)
Teplota černění: 139-140°C

Barevný odstín povlaku

Nedestruktivní metoda určení barevného odstínu povlaku



VZNIK BAREVNÝCH ODSTÍNŮ OD SVĚTLE ŠEDÉ DLE RAL :
RAL 7016 (VZNIKLÝ BĚHEM PRVNÍCH 5min. ČERNĚNÍ), PO ŠEDOČERNÝ DLE RAL: RAL 7021 (VZNIKLÝ BĚHEM 45min. ČERNĚNÍ)

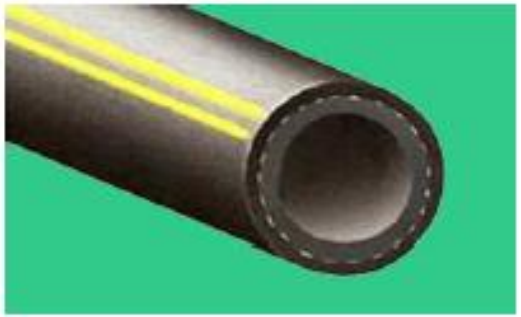
VÝSLEDNÉ HODNOTÍCÍ KARTY

OCEL ČSN 14 220			
VHODNÁ TEPLOTA ČERNĚNÍ:	TLOUŠŤKA POVLAKU:	VYHOVUJÍCÍ BARERNÝ ODSTÍN POVLAKU:	
139-140	0,1-0,3 (µm)	OZNAČENÍ RAL:	
MINIMÁLNÍ DOBA ČERNĚNÍ:	KOROZNÍ ODOLNOST:	RAL 5008	
20 minut	DOSTATEČNÁ	RAL 5004	
		RAL 9011	
		RAL 7021	
		NEVYHOVUJÍCÍ BAREVNÝ ODSTÍN POVLAKU:	
		RAL 8024	
		RAL 7016	
		RAL 8023	

ODSTRANĚNÍ NEVHODNÉHO BAREVNÉHO ODSTÍNU:
RZI PODOBNÝ POVLAK DLE STUPNICE RAL ODSTÍN RAL 8024 VZNIKÁ DÍKY POZDĚ APLIKOVANÉMU OPLACHU VODOU PO VLASTNÍM ČERNICÍM PROCESU, POPŘÍPADĚ PŘÍLIŠ VYSOKOU TEPLOTOU ČERNĚNÍ. PRO ODSTRANĚNÍ TOHOTO BAREVNÉHO ODSTÍNU JE NUTNO SOUČÁSTI ZNOVU NAČERNIT PŘI NIŽŠÍ TEPLOTĚ ČERNĚNÍ IDEÁLNĚ PŘI TEPLOTĚ 139-140 STUPŇŮ CELSIA A PROVÉST OKAMŽITĚ PO NAČERNĚNÍ OPLACH VODOU
ODSTÍN ŠEDÉ BARVY DLE STUPNICE RAL ODSTÍN RAL 7016 VZNIKÁ DÍKY NÍZKÉ TEPLOTĚ ČERNĚNÍ POPŘÍPADĚ POZDNÍM OPLACHEM VODOU PO VLASTNÍM ČERNICÍM PROCESU. PRO ODSTRANĚNÍ TOHOTO BAREVNÉHO ODSTÍNU, JE NUTNO SOUČÁSTI ZNOVU NAČERNIT PŘI VYŠŠÍ TEPLOTĚ ČERNĚNÍ A PROVÉST OKAMŽITĚ PO NAČERNĚNÍ OPLACH VODOU

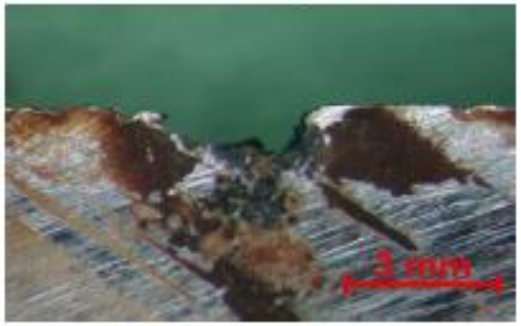
Diplomová práce – Jiří HODAČ

Návrh materiálu a povrchové úpravy pro řezné nástroje určených k obrábění pryžových hadic zpevněných kevlarem



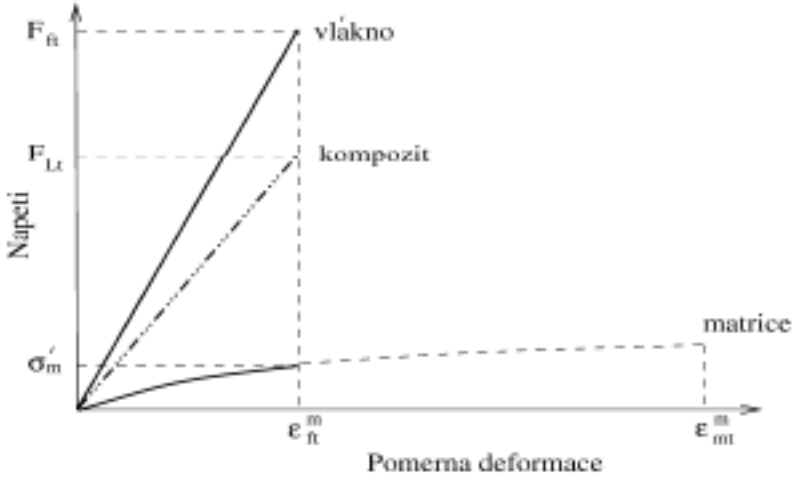
Dělení pryžových hadic vyztužených Kevlarem pomocí originálního nože - konec životnosti nože

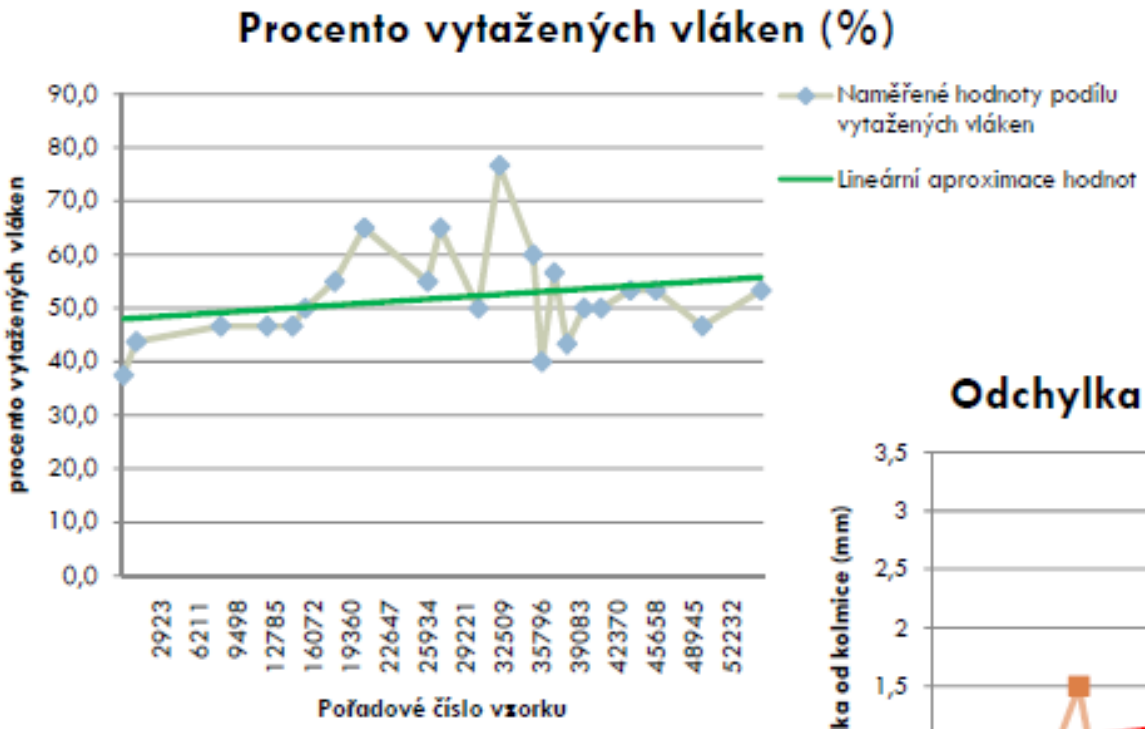
Na základě originálního nože, vytvoření nových typů nožů K, P a V s povrchovou úpravou

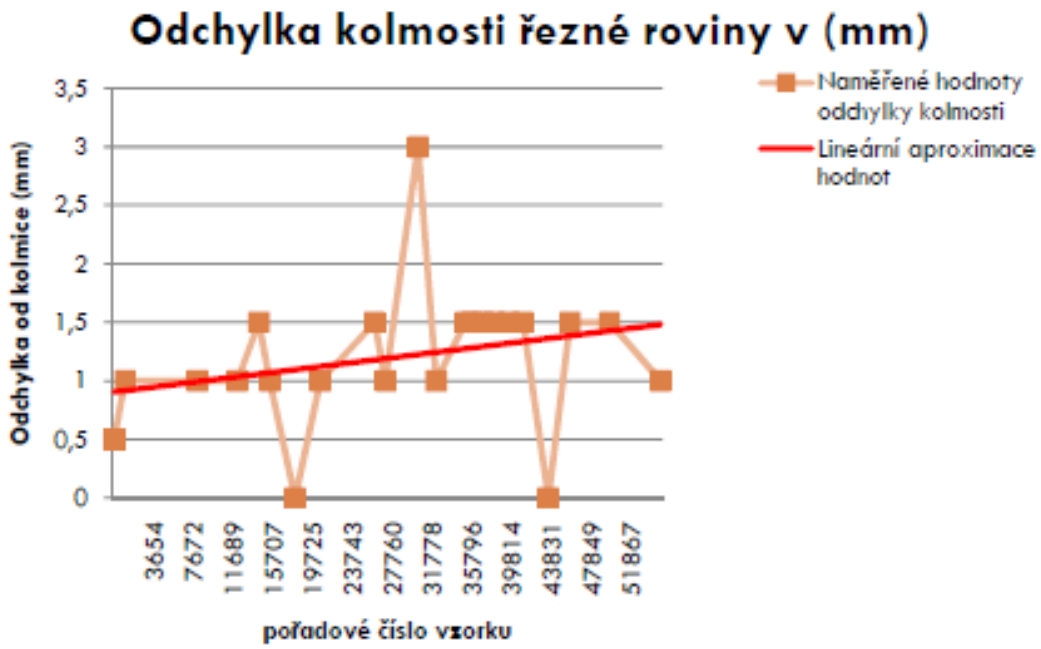


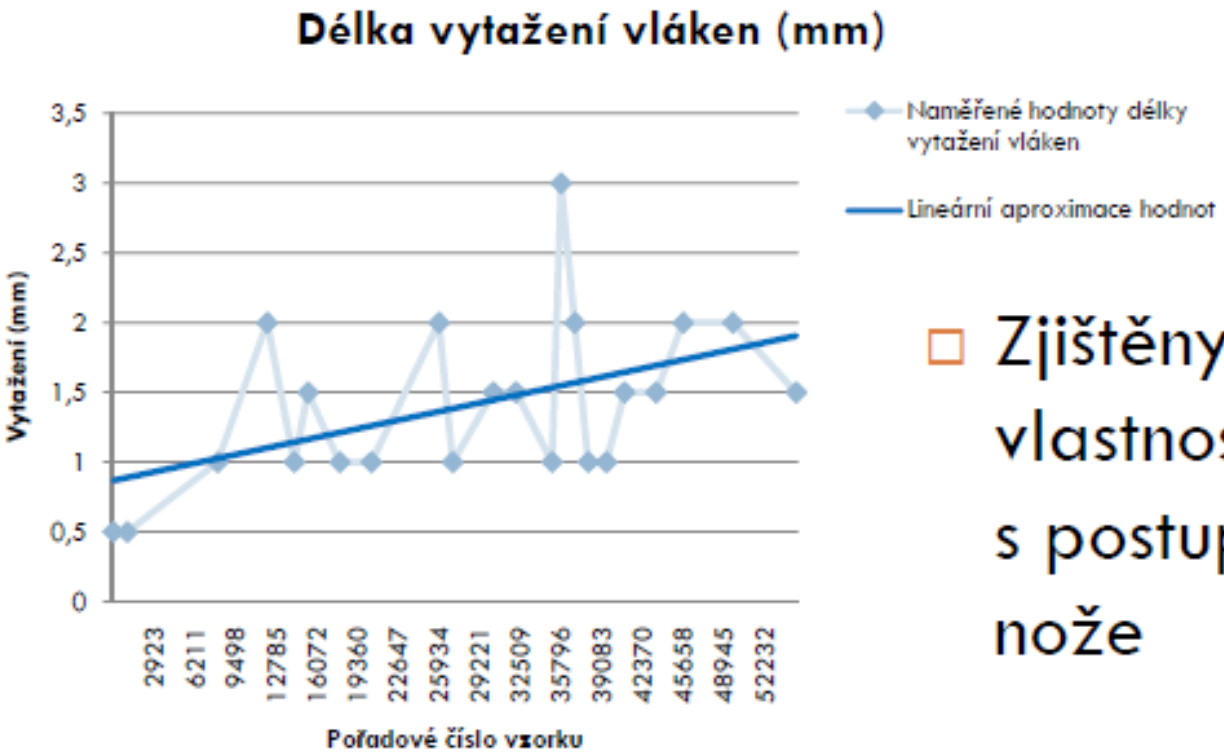
Rapidní nárůst negativních jevů: vylamování břitů, vytahávání vláken a nedokonalé dělení vláken

Kevlar – je výborně odolný proti otěru či přeříznutí, má vysokou tepelnou odolnost a je odolný proti organickým rozpouštědlům.
Pevnost v tahu: 2850 - 3500 MPa
E modul: 70 - 130 GPa
Teplotní odolnost: +400°C
EPDM pryž – je syntetická pryž, která má vynikající stabilitu proti stárnutí a polárním činidlům (kyseliny, alkalie a alkoholy)
Tvrdost: 40 – 85 Shore
Teplotní odolnost: -40°C až +120°C
Vzniklý kompozit




Procento vytažených vláken (%)
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
procento vytažených vláken
2923
6211
9498
12785
16072
19360
22647
25934
29221
32509
35796
39083
42370
45658
48945
52232
Pořadové číslo vzorku
Naměřené hodnoty podílu vytažených vláken
Lineární aproximace hodnot

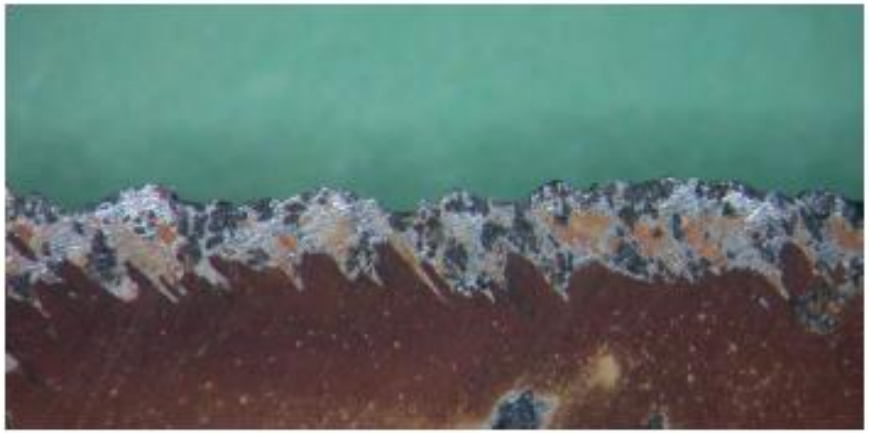

Odchylka kolmosti řezné roviny v (mm)
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
Odchylka od kolmice (mm)
3654
7672
11689
15707
19725
23743
27760
31778
35796
39814
43831
47849
51867
pořadové číslo vzorku
Naměřené hodnoty odchylky kolmosti
Lineární aproximace hodnot



- Zjištěny zhoršující se vlastnosti odřezaných hadic s postupujícím otupováním nože
  - Počet vytažených vláken
  - Délka vytažených vláken
  - Odchylka kolmosti řezné roviny

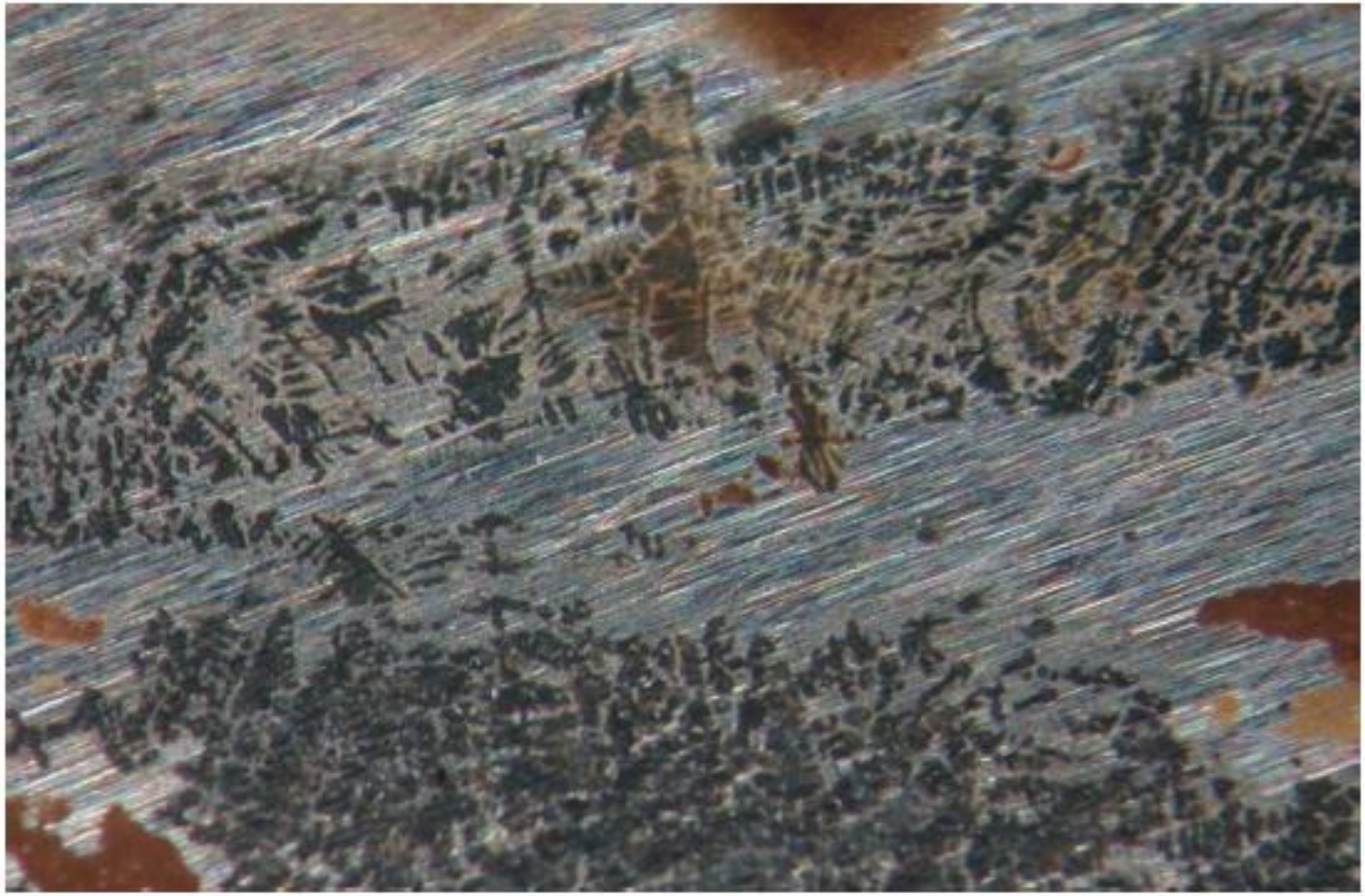
Makroskopická analýza

Významné vylamovaní břitu a korozní napadení povrchu



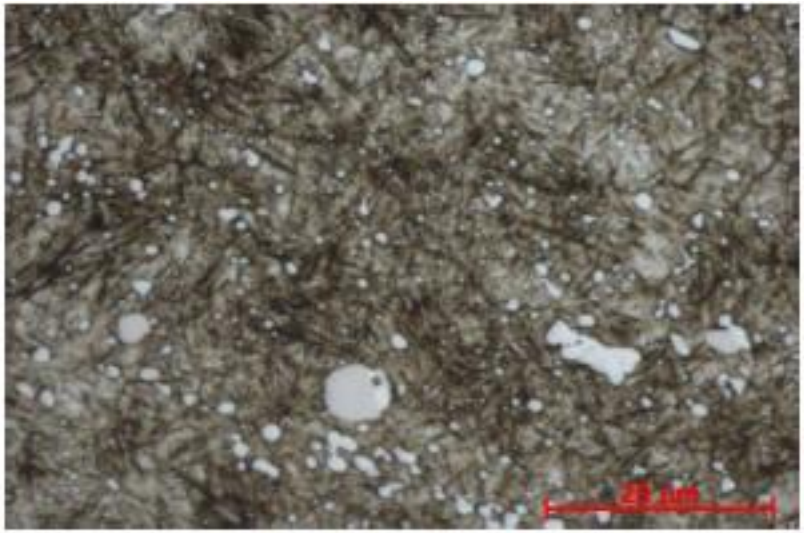
Nůž P

Nůž O - Originál

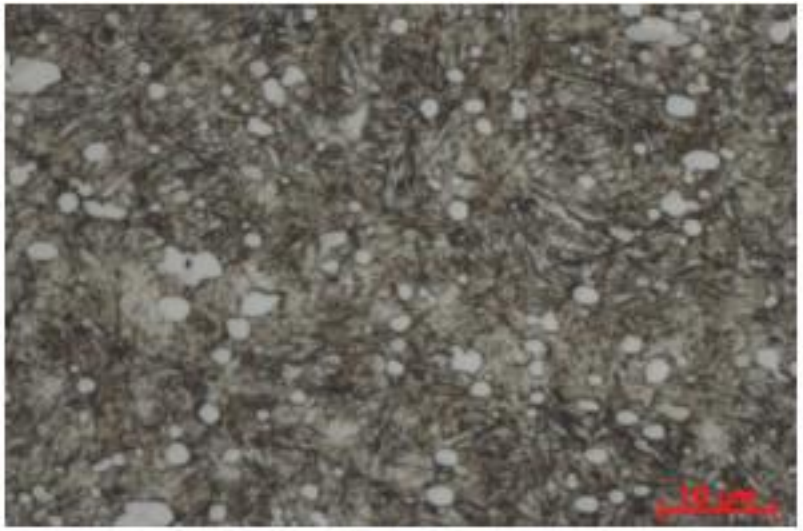


Nůž P – dendritická struktura a koroze

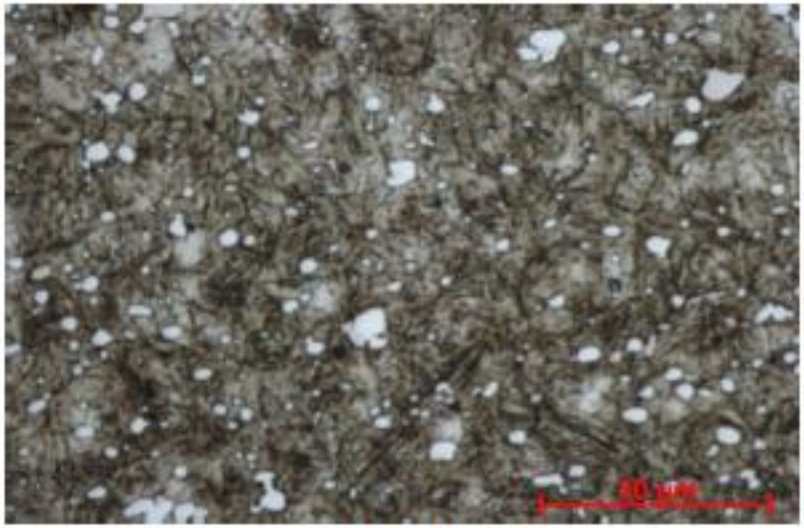
Metalografická analýza



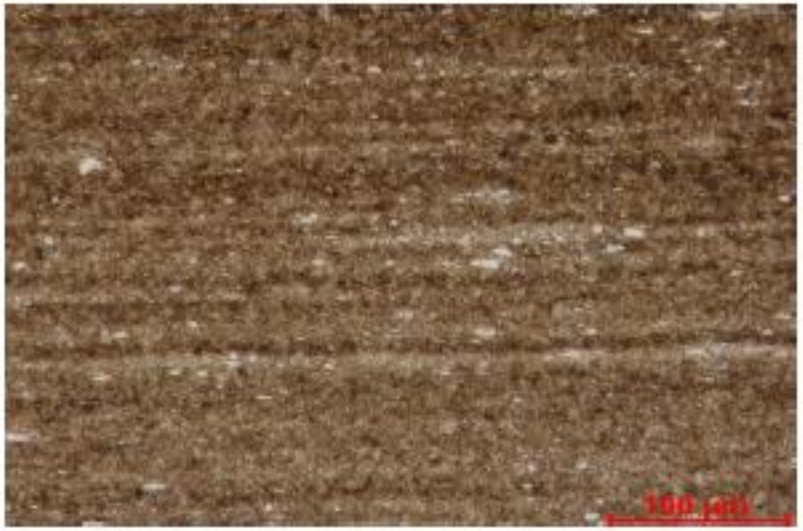
Nůž O - originál



Nůž V

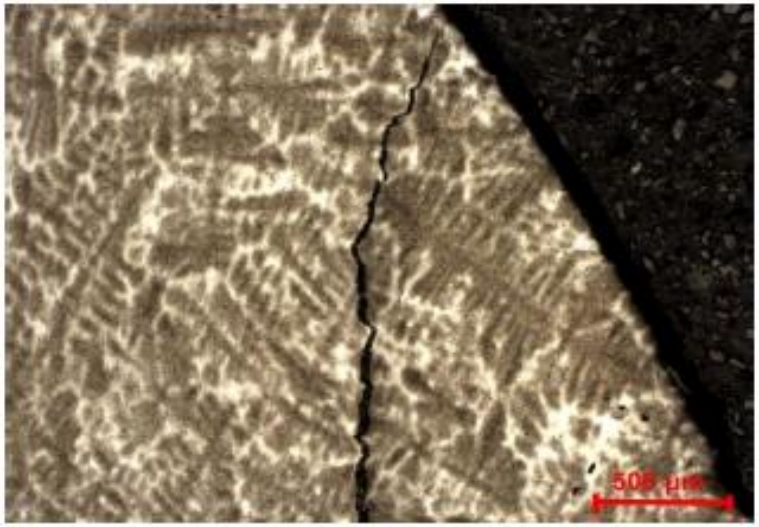


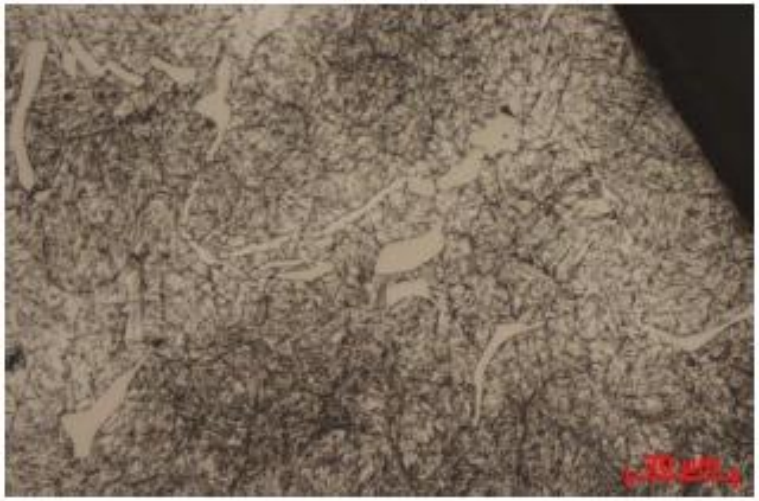
Nůž K

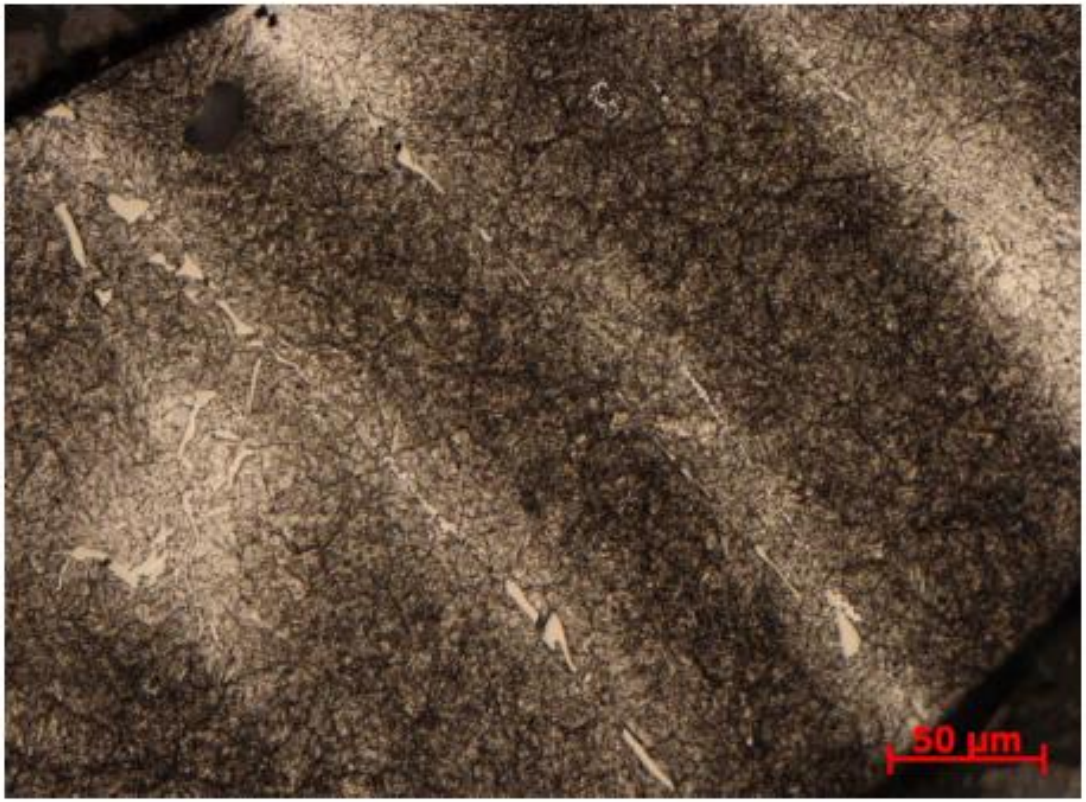


Nůž O – příčný výbrus

Metalografická analýza







Nůž P – licí struktura

U nožů O, K a V zjištěna martenzitická struktura s převážně jemnými karbidy, která je běžná pro nástrojovou ocel po zakalení a popuštění

Nůž P vykazuje licí strukturu – nízké či nulové protváření

Nůž P obsahuje praskliny – vnitřní pnutí

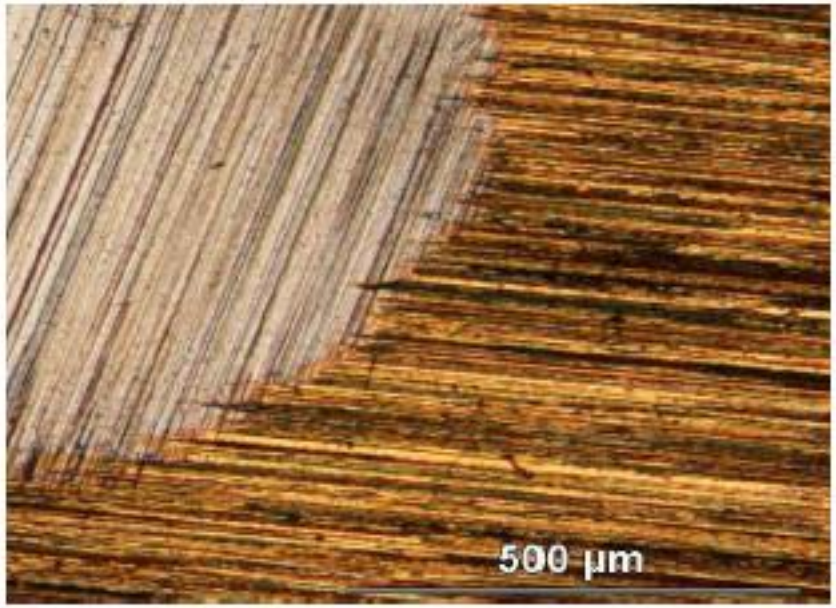
U nožů O, K a V v příčném výbrusu zjištěna karbidická řádkovitost

Měření tloušťky vrstvy – kalotest, měření drsnosti

- Nůž O nebyl opatřen ochrannou vrstvou

Nůž	Průměrná tloušťka vrstvy (µm)
K	1,8
V	0,38
P	1,35

- Probroušený vrchlík kalotestu ukázal zvýšenou drsnost povrchu



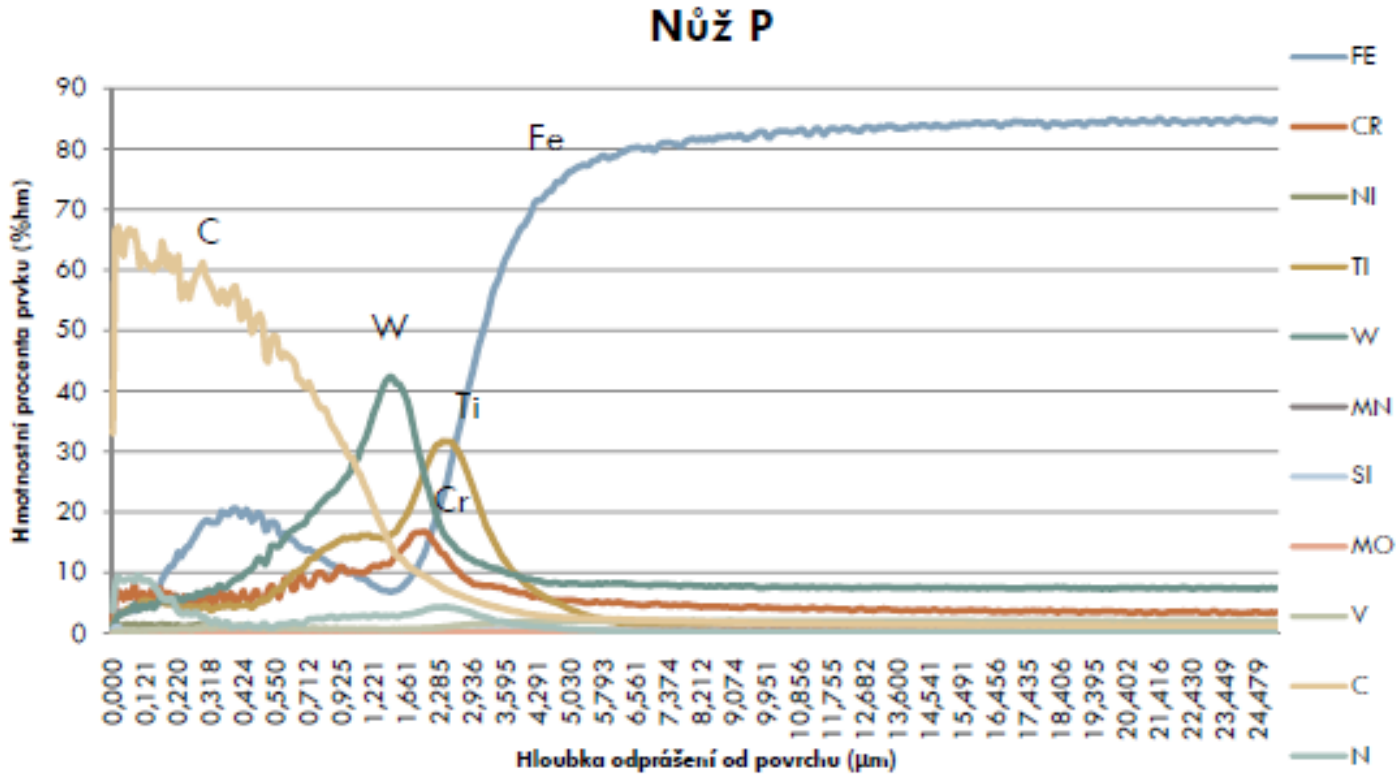
Nůž	SRa
O	0,78
K	1,29
V	0,76
P	0,83

Povrch nože V

GDOES analýza

GDOES umožnilo rozlišit počet a složení vrstev v multivrstvách

Zjištění složení ocelové matrice - přesný druh oceli

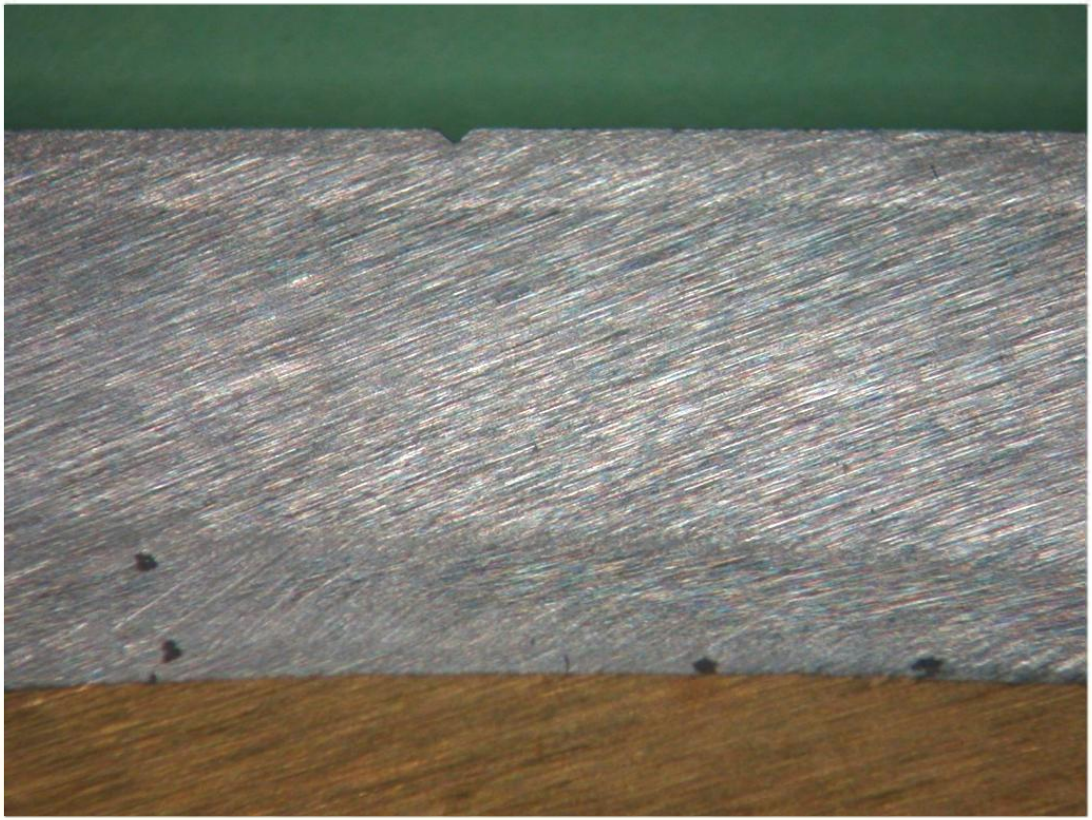


Chemické složení oceli nožů						
Nůž	C	Cr	Mn	Mo	W	V
O	1	3,3	0,2	4,5	4,8	1,7
K	0,9	4,1	0,3	4,2	5,3	1,7
V	1	3,1	0,2	3,5	5	1,5
P	1,1	3,1	0,2	0,1	7,8	1,9
ČSN 19 830 DIN S 6-5-2	0,9	4,3	0,4	5	6,3	2
ČSN 19 422 DIN 145 Cr 6	1,4	1,7	0,6	-	-	0,2

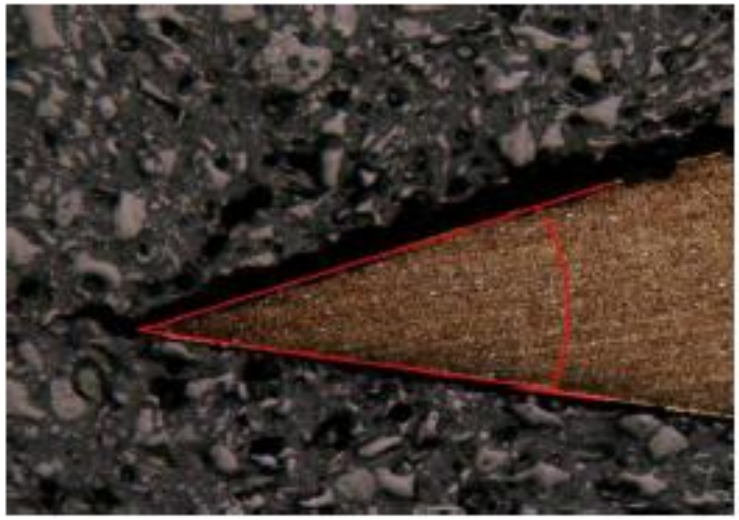
Chemické složení nožů				
Nůž	Matrice	1. vrstva	2. vrstva	3. vrstva
O	DIN S 6-5-2	-	-	-
K	DIN S 6-5-2	DLC	W-Ti-Cr-Co	TiN
V	DIN S 6-5-2	TiN	-	-
P	DIN S 6-5-2	DLC+Fe	W-Ti-Cr-Co	-

Geometrie břitu

- Zjištěno přebrušování pod rozdílnými úhly



Nůž	Úhel	Broušený
O	14,2	jednostranně
K	27,6	oboustranně
V	20,3	oboustranně
P	17,1	oboustranně

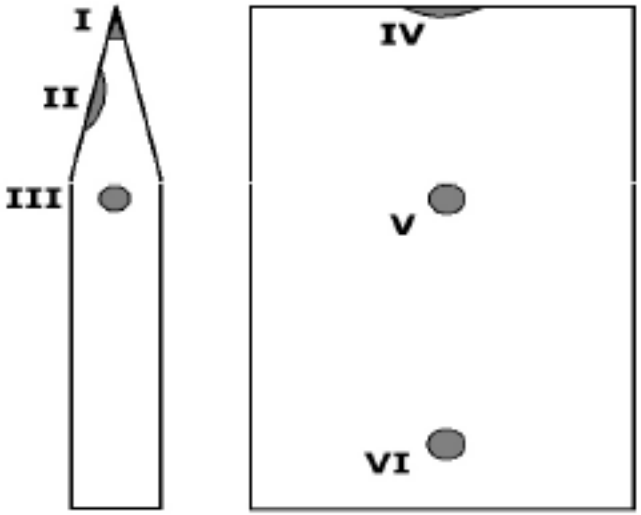


Ostří nože V z boku a v příčném řezu

Mikrotvrdost a makrotvrdost

- Zjištěno celkové prokalení materiálu nožů
- Nezjištěna cementovaná či nitridovaná vrstva

Průměrná tvrdost oblastí (HV 0,05)				
Oblast	Nůž O	Nůž K	Nůž V	Nůž P
I	789,9	743,7	889,2	1173,4
II	793,9	735,6	882,7	1286,1
III	889,8	746,0	1079,5	1111,5
IV	938,8	776,5	997,0	907,1
V	1072,9	741,0	930,8	992,4
VI	948,6	743,2	995,3	1003,2



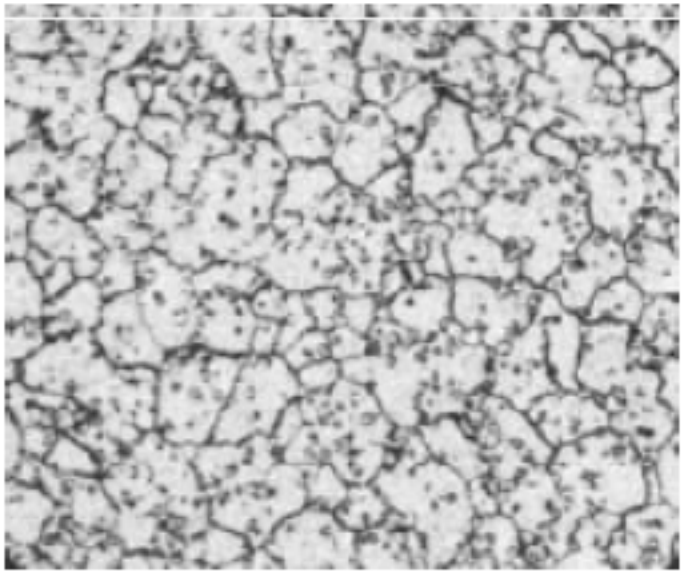
Průměrná tvrdost příčného a podélného výbrusu (HV 0,05)				
Rovina	Nůž O	Nůž K	Nůž V	Nůž P
Příčná	824,5	741,7	950,5	1190,3
Podélná	986,8	753,6	974,4	967,6
Rozdíl	162,2	11,8	23,9	222,7

Nůž	Průměrná tvrdost (HV 10)
O	804,4
K	714,4
V	815,3
P	839,7

Velikost austenitického zrna

- Použita lineární průsečíková metoda podle Snyder-Graffa
- Měřeno na podélném výbrusu

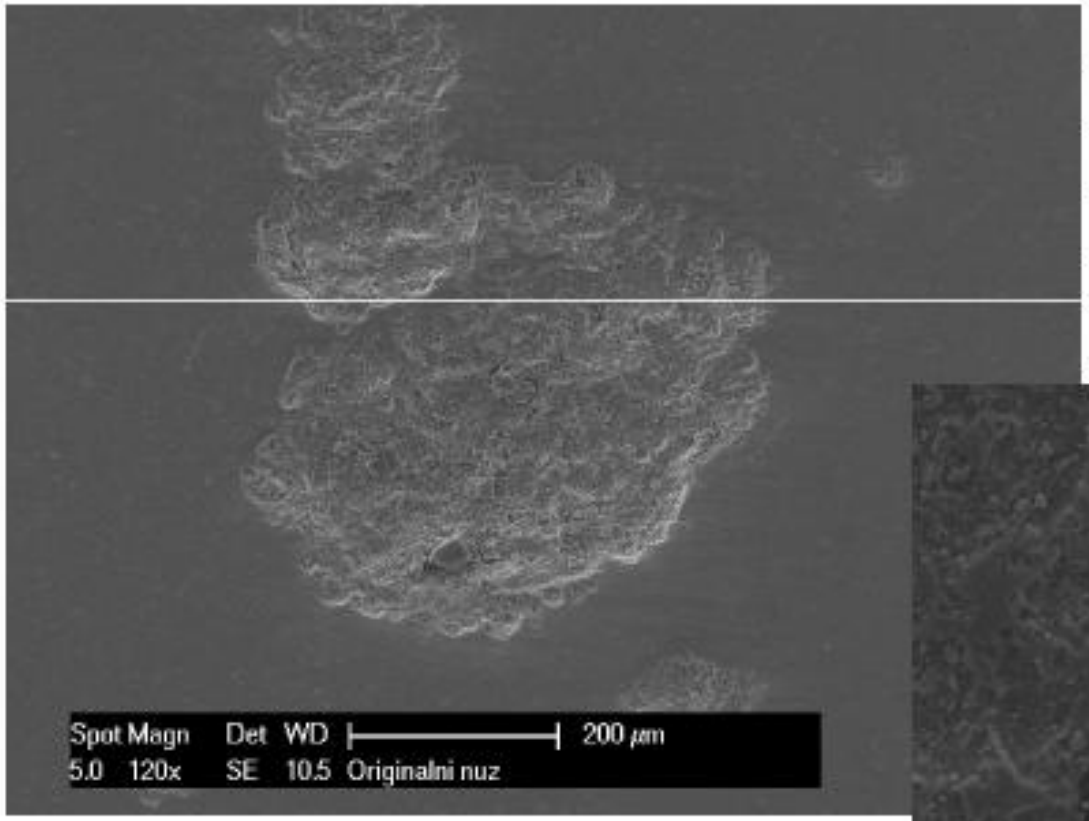
Nůž	Počet zrn na mm	Přiřazená velikost zrna (G)
O	127	11
K	62	9
V	66	9
P	47	8



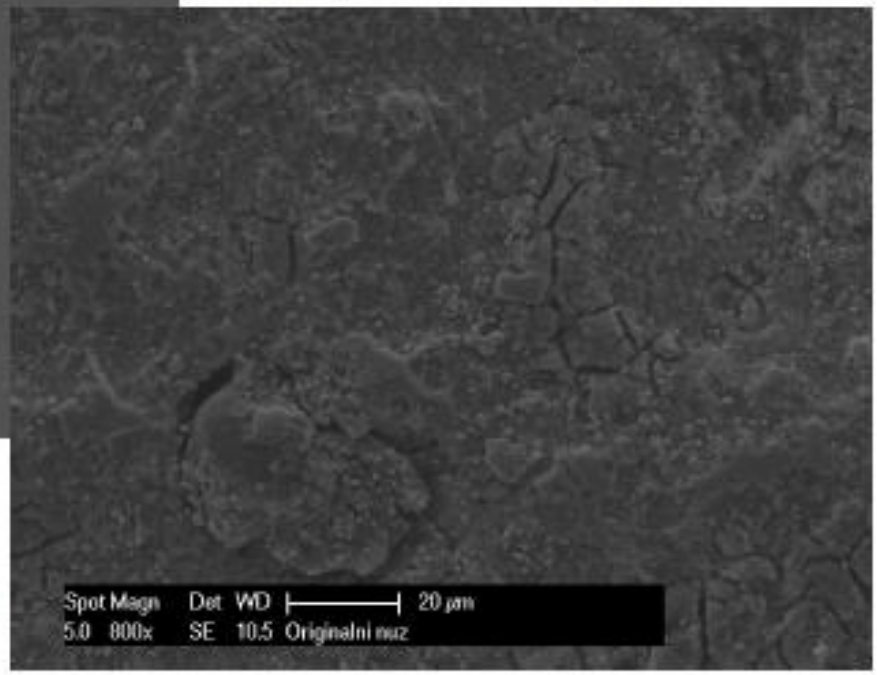
Naleptané austenitické zrno

Analýza ŘEM a EDX

- Zjištěny karbidické řediny v noži O - originál



Prvek	Hmotnostní zastoupení (%)
Mo	10,89
V	3,54
Cr	5,8
Fe	56,05
W	12,47



Přehledový snímek a detail středu vycezeniny analyzované metodou EDX

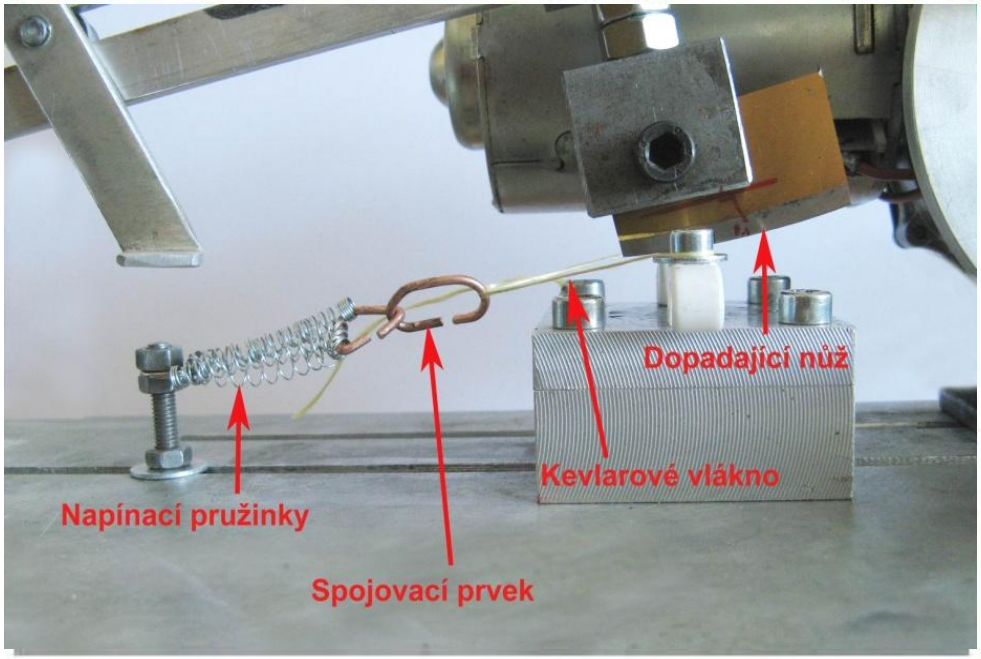
Metoda „PIN on DISC“

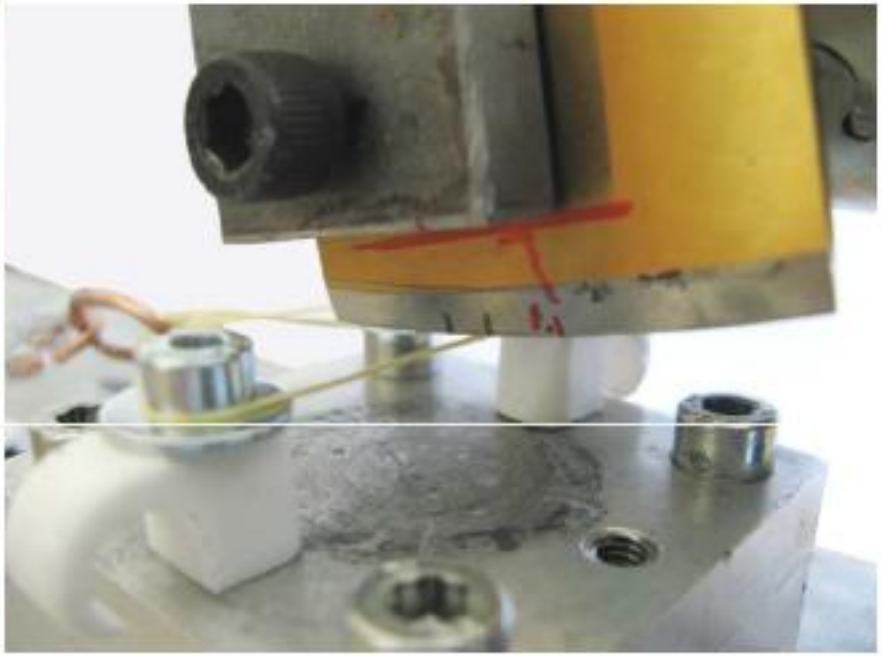
- „PIN“ tělíska z PVC a oceli DIN 100 Cr 6 (ČSN 14100) nezpůsobila na zkoumaných tenkých vrstvách měřitelné poškození.

Nůž (vrstva)	Prostředí	Materiál kuličky „PIN“	Šířka vytvořené drážky (µm)	Obroušení kuličky (průměr v µm)
K (DLC)	suché	WC	164	458
	korozní	WC	264	529
V (TiN)	suché	WC	553	618
	korozní	WC	609	661
P (DLC)	suché	WC	146	436
	korozní	WC	210	417

- Největší poškození vrstvy zjištěno u nože V s vrstvou TiN, avšak poměrově nejmenší zhoršení odolnosti v korozním prostředí oproti nekorodovanému stavu.

Metoda „Impact test“





Detail napínacího mechanizmu vláken a polohy nože vůči přesekávanému vláknu

Pořadí	Označení přesekávaného vlákna		
	K1110	PET1680	K1680
1.	K	P	P
2.	P	V	K
3.	V	K	O
4.	O	O	V

Nůž	Úhel
O	14,2
K	27,6
V	20,3
P	17,1

- Zachování řezivosti u nožů O a P – malé úhly ostří.

Zjištěné nedostatky

- Záměna typu oceli DIN 145 Cr 6 (ČSN 19422) za DIN S 6-5-2 (ČSN 19830) u nože K

- Špatné zpracování oceli DIN S 6-5-2 (ČSN 19830) nože P

- Nevhodný typ ostření

- Špatná úprava povrchu nožů před depozicí vrstvy

- Pravděpodobné znečištění depoziční komory při depozici vrstev

- Nevhodný úhel ostří nožů K a V

Doporučení

Návrh nových nožů pro odzkoušení v praxi:

- Doporučená geometrie ostří – doporučený úhel ostří 14° a broušení na nástrojařské brusce pouze z jedné strany nože
- Duplexní vrstva – nitrid – chromnitrid, lepší korozivzdornost a tvrdost nástroje
- Slinutý karbid – ISO P30, alternativní materiál pro nůž
- Prášková ocel – odvozená od DIN S 6-5-2, alternativní materiál pro nůž, lepší houževnatost a stabilita ostří i při malém úhlu ostření, menší pravděpodobnost výskytu defektů

Důsledky navržených změn:

- Zvýšení nákladů na pořízení nožů
- Zvýšení jakosti výrobků (řezaných hadic)
- Snížení nákladů na opravu nedokonalých výrobků
- Snížení času prostojů způsobených častým měněním nožů pro přílišné otupení

Práce v řešení

Diplomové práce

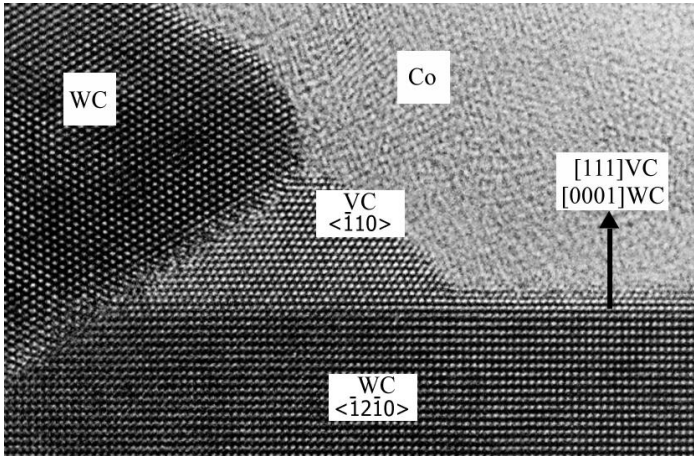
Vybrané vlastnosti slinutých karbidů a jejich využití na řezné nástroje

Vedoucí: doc. Dr.Ing. Antonín K

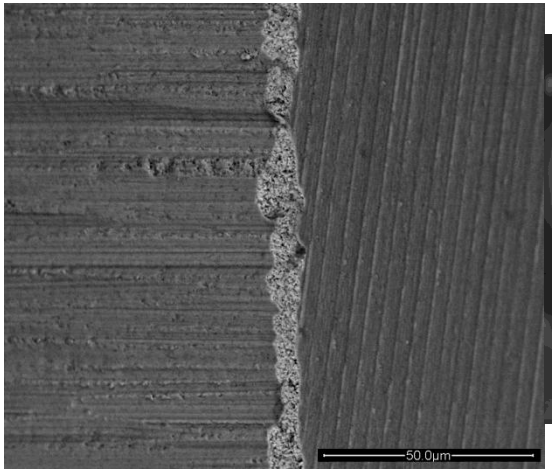
Konzultant: Ing. Petr Beneš, Ph.D.

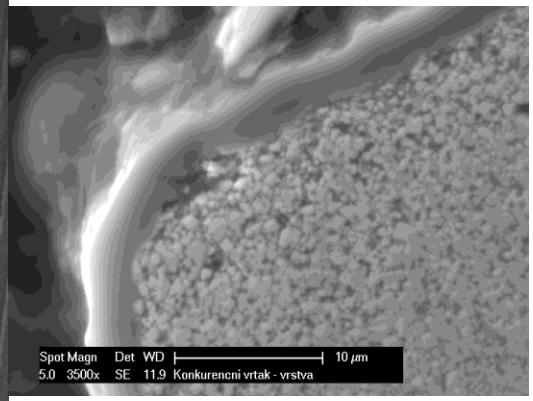
Student: Bc. Zbyněk Špirit

Lomová houževnatost K_{IC} jak ji lépe měřit?



"Treppeneffekt" - existuje???

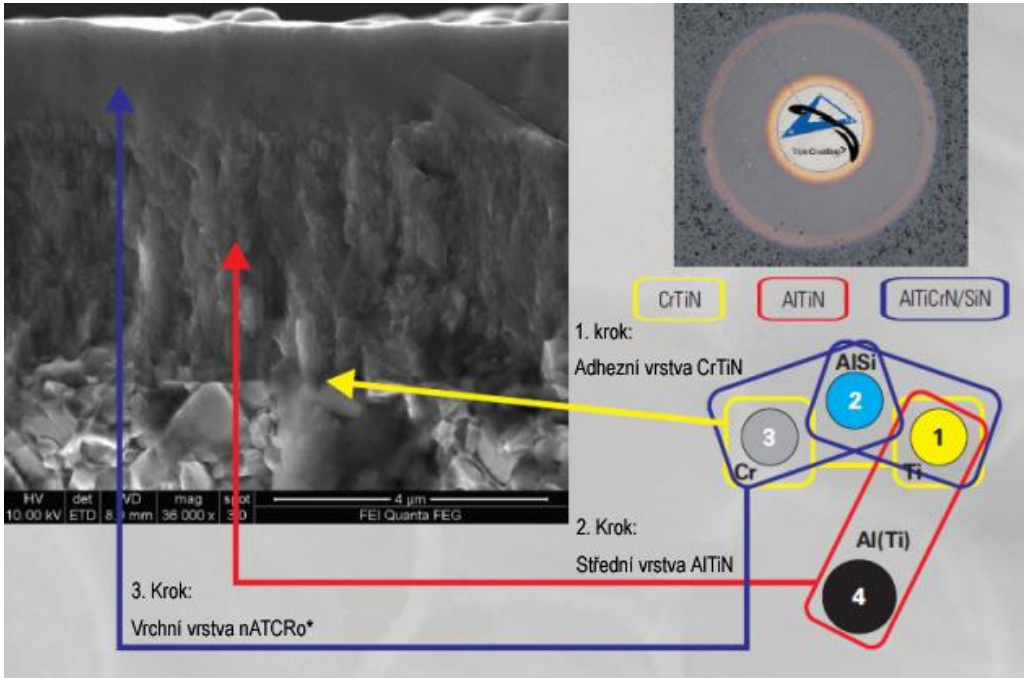


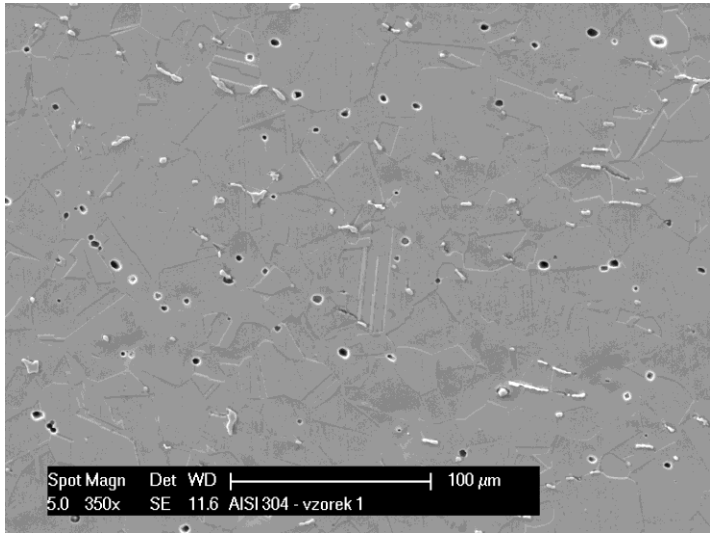


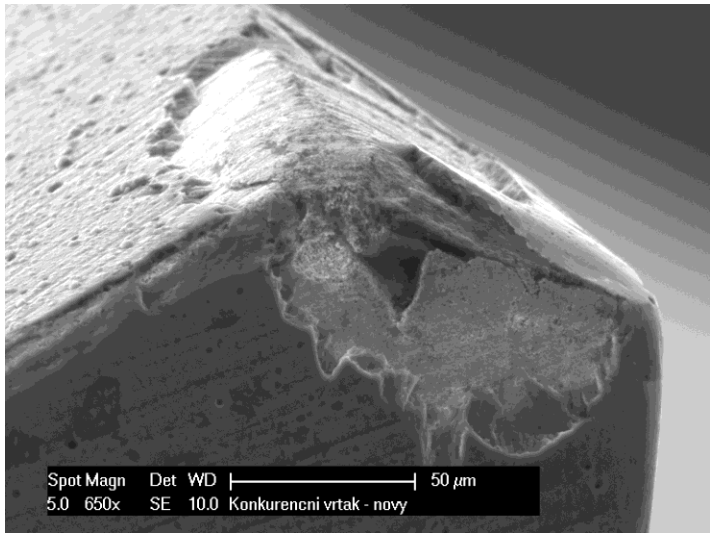
Jaký SK polotovar se nejlépe brousí a deponuje???

Progresivní tenké vrstvy v aplikaci na řezné nástroje

Vedoucí: doc. Dr.Ing. Antonín Kříž
Konzultant: Ing. Petr Beneš, Ph.D., Ing. Jozef Sondor (LISS Platit)
Student: Bc. Jakub Železný







Tenká vrstva na nástroj pro obrábění oceli AISI 304; analýzy vrstev; stav vrstvy na nástroji

Vliv kinematiky broušení na úhel hřbetu a silová zatížení a trvanlivost nástroje

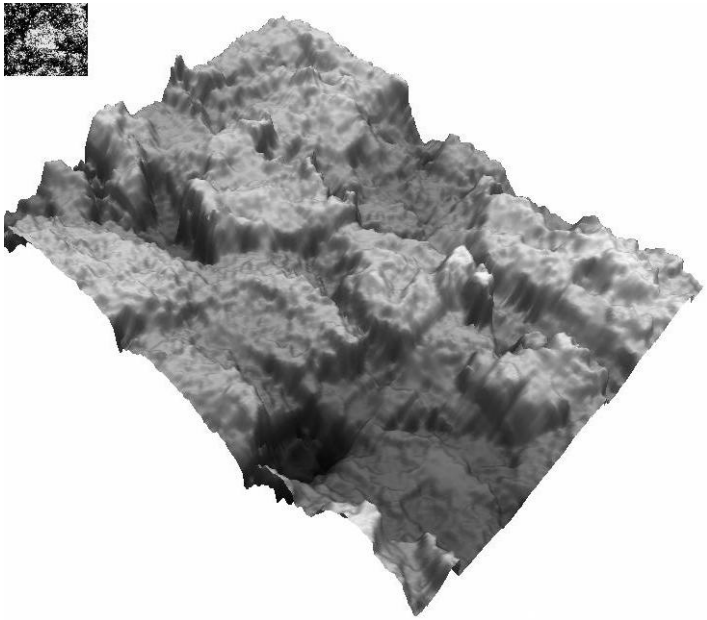
Vedoucí: doc.Ing. Jiří Česánek
Konzultant: Ing. Pavel Roud,
Student: Bc. Lukáš Mandík

Bakalářská práce

Vliv moření na povrch heterogenních výrobků

Vedoucí: Doc. Dr. Ing. Antonín Kříž
Konzultant: Ing. Milan Vnouček,Ph.D
Student: Jiří JANEČEK

Svařence z oceli 316L/1.4436 a Wr.N. 1.4418.



SGS

Studentský grantový systém

Aplikace progresivních vrstev na řezné nástroje s důrazem na integritu obrobeného povrchu i řezné hrany

- Rešeršní studie vypracované všemi zapojenými studenty;
- Vypracování metodických listů ;
- Výroba nástrojů;
- Depozice různých druhů tenkých vrstev u firmy LISS;
- Obrábění austenitické oceli se současnými nástroji, vyhodnocení stavu nástrojů;
- Vyhodnocení integrity obrobeného povrchu;
- Testování slinutých karbidů a tenkých vrstev, zvlášť i jako systému tenká vrstva-substrát;
- Výroba nových nástrojů s aplikací nových SK, tenkých vrstev odzkoušených laboratorními testy a se změněnou mikrogeometrií;

Technologické zkoušky obrábění s novou koncepcí nástrojů;

- Vyhodnocení integrity povrchu po obrábění s nástroji s novou koncepcí;

Ekonomické zhodnocení nové koncepce nástrojů

Děkuji za pozornost