

K a r b i d i c k é f á z e v

R O

Jiří Hájek

Václav Kraus

- Vliv ochlazovací rychlosti na rozložení karbidické fáze po různých ochlazovacích rychlostech
 - Měření tvrdosti
 - Hodnocení velikosti karbidů
 - Hodnocení karbidické řádkovitosti
 - Použití různých druhů leptadel pro vyvolání karbidické fáze a celkové mikrostruktury
 - Hodnocení světelnou mikroskopií
 - EDX analýza
 - EBSD analýza
 - Kvantitativní hodnocení karbidické fáze

Řada	Skupina						
	IV	V	VI	VII	VIII		
4	TiC	VC/V ₄ C ₃	Cr ₂₃ C ₆	Mn ₂₃ C ₆	Fe ₂ C	Co ₃ C	Ni ₃ C
			Cr ₇ C ₃	Mn ₇ C ₃	Fe ₃ C		
			Cr ₃ C ₂	Mn ₃ C			
5	ZrC	NbC/Nb ₄ C ₃	Mo ₂ C				
			MoC				
6	(HfC)	TaC	W ₂ C				
		Ta ₂ C	WC				

	kubický		hexagonální (trigonální)		ortorombický
--	---------	--	-----------------------------	--	--------------

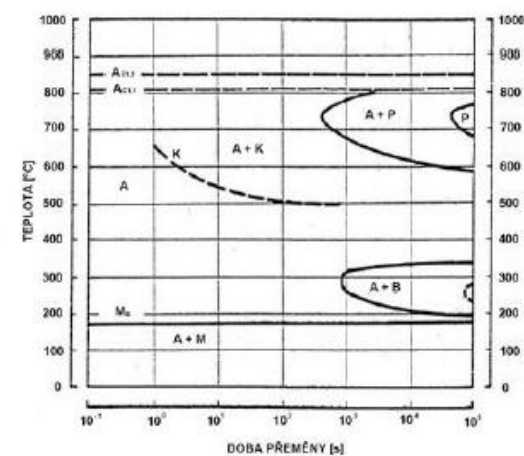
- Vztah mezi krystalickou strukturou binárních karbidů a polohou karbidotvorných prvků v periodické tabulce

6

- RO = M₃C, M₇C₃, M₂₃C₆, M₄C₃, M₂C, **MC a M₂C**
- RO 18% W = M₂C RO 8% Mo = M₂C RO 6% wolframu a s 5

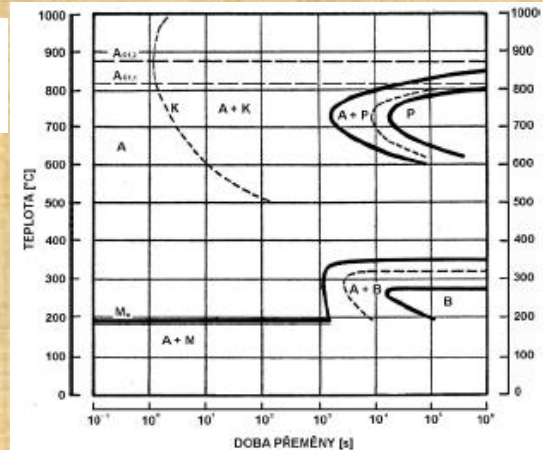
- 19802 (HS12-1-2)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	W	V
0,939	0,253	0,268	0,017	0,017	4,085	0,120	9,47	2,270



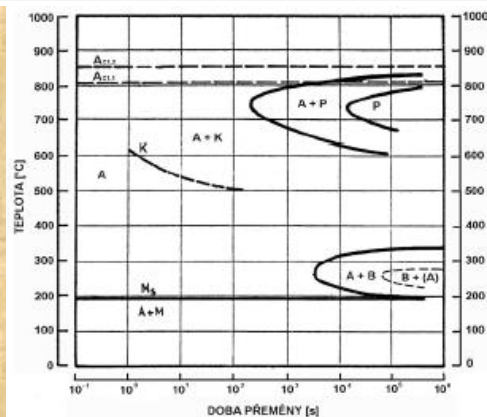
- 19830 (HS6-5-2)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	W	V
1,020	0,268	0,262	0,021	0,014	4,165	4,595	5,795	1,79



- 19855 (HS18-1-2-5)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	W	V	Co
0,618	0,233	0,282	0,015	0,014	4,280	0,381	17,500	1,490	4,960



Rychlořezná ocel	Kalící teplota [°C]
19 802	1180
19 830	1180
19 855	1250

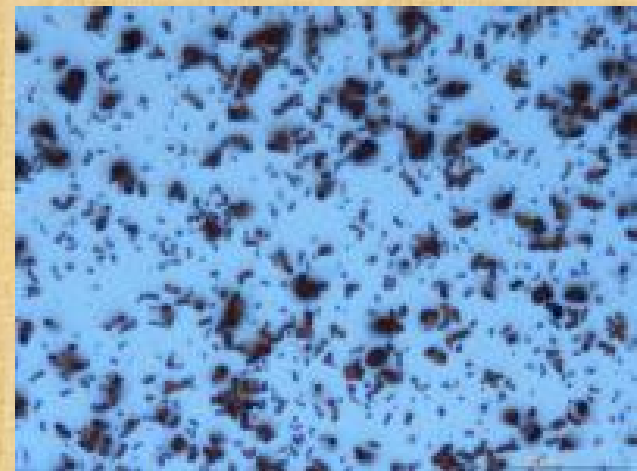
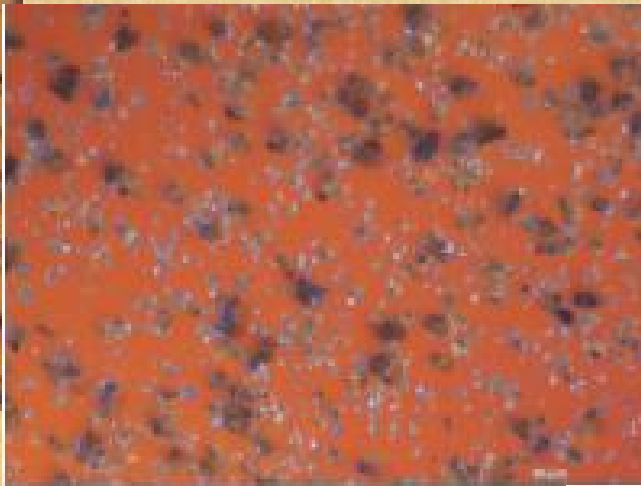
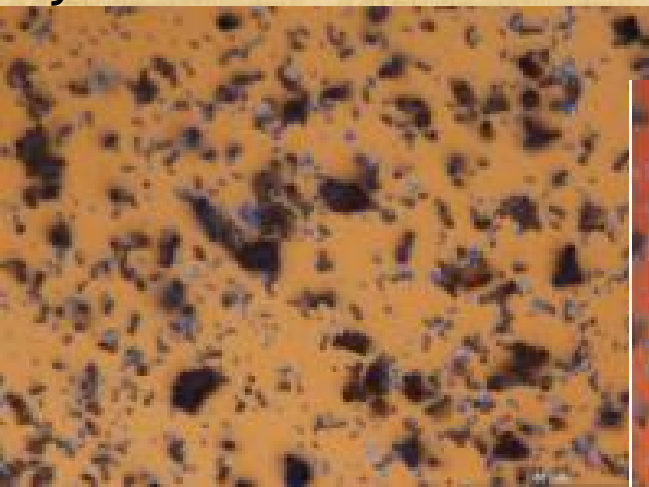
Rychlořezná ocel	Ochlazovací prostředí / Stav
19 802, 19 830, 19 855	Žiháno na měkko
	Olej
	Solná lázeň ²
	Vzduch
	Pec (10 000 s)
	Pec (100 000 s)

Úvod Exp. materiál **Identifikace karbidu** Metalografie EDX vs. EBSD

Vyhodnocení Závěr

Leptadlo	Složení
Nital	3 ml kys. dusičná, 97 ml ethanol
Vilella-Bain	1 g kys. pikrová, 5 ml kys. chlorovodíková, 95 ml ethanol
Murakami	5 g hydroxid draselný, 15 g ferrikyanid draselný, 50 ml destilovaná voda
1 % CrO ₃	1 g oxid chromový, 100 ml destilovaná voda, 3 V DC
Klemm I	1 g K ₂ S ₂ O ₅ , 50 ml destilovaná voda
Kyselina pikrová	1 g kys. pikrová, 200 destilovaná voda, 70-90 °C
Směs kyselin a glycerinu	10 ml kys. dusičná, 20 ml kys. fluorovodíková, 20 ml glycerin
Kyselina chlorovodíková a dusičná	10 ml kys. chlorovodíková, 3 ml. kys. dusičná, 100 ml methanol
Kyselina octová, chlorovodíková a pikrová	6 ml kys. octová, 10 ml kys. chlorovodíková, 1 g kys. pikrová, 100 ml ethanol
Ferrikyanid draselný	10 g ferrikyanid draselný, 90 ml destilovaná voda, 0,1-0,2 A/cm ²

- Sledovaná leptadla
- Polarizované světlo, Nomarského kontrast
- Různé vlnové délky
- $\lambda = 720 \text{ nm}$ (světlo hnědá)
- $\lambda = 360 \text{ nm}$ (fialová)
- $\lambda = 480 \text{ nm}$ (světlo modrá)
- $\lambda = 740 \text{ nm}$ (tmavě hnědá)

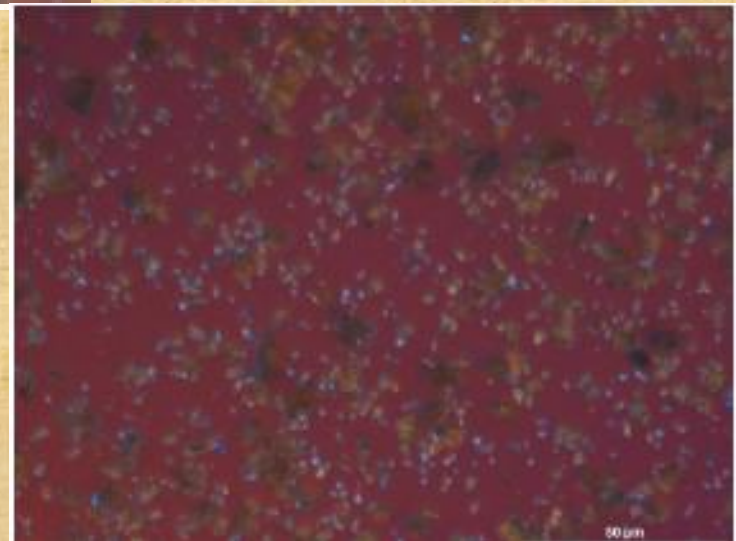


$\lambda = 720 \text{ nm}$ (světle hnědá)

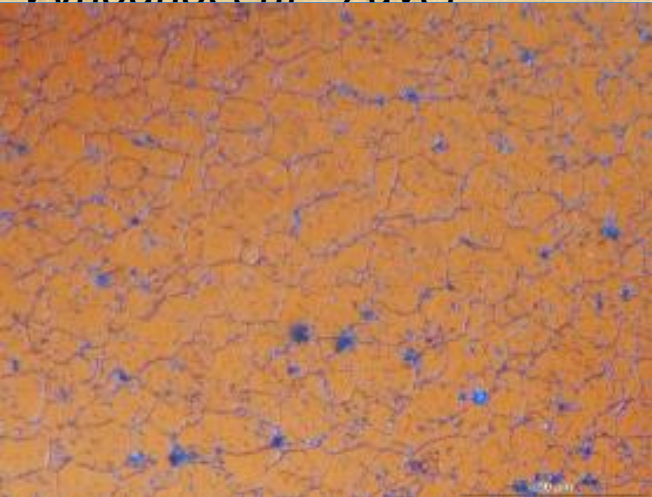
$\lambda = 360 \text{ nm}$ (fialová)

$\lambda = 480 \text{ nm}$ (světle modrá)

$\lambda = 740 \text{ nm}$ (tmavě hnědá)



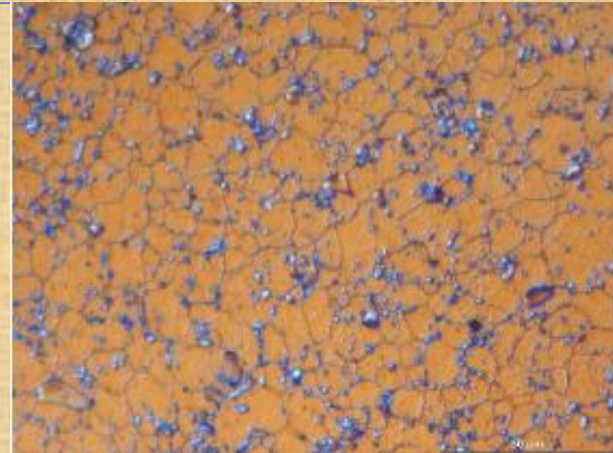
- Nomarského kontrast
- Murakami
- 500x



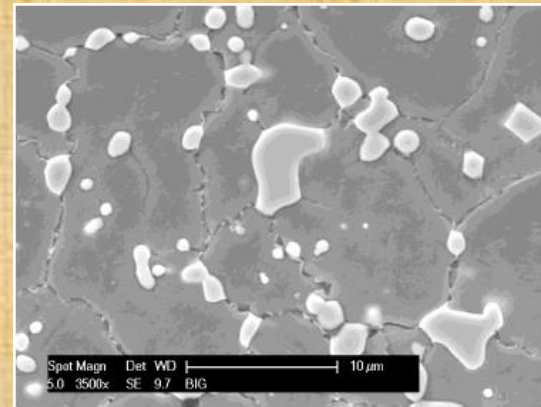
RO 19 802, solná lázeň



RO 19 830, olej

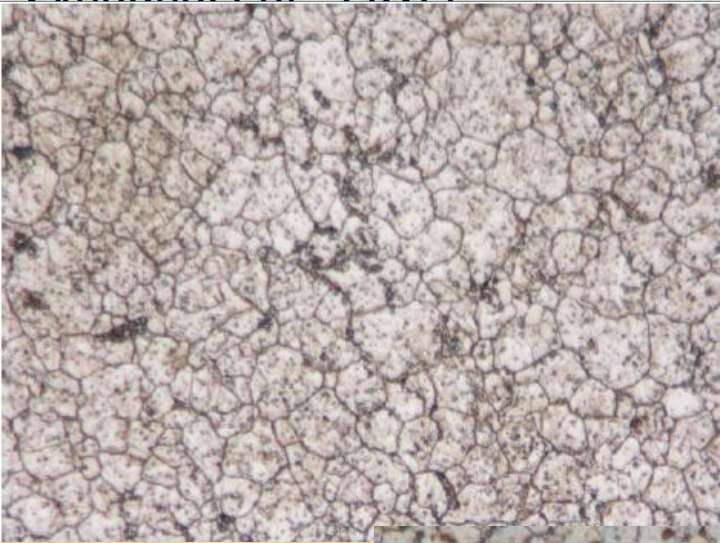


RO 19 855, olej

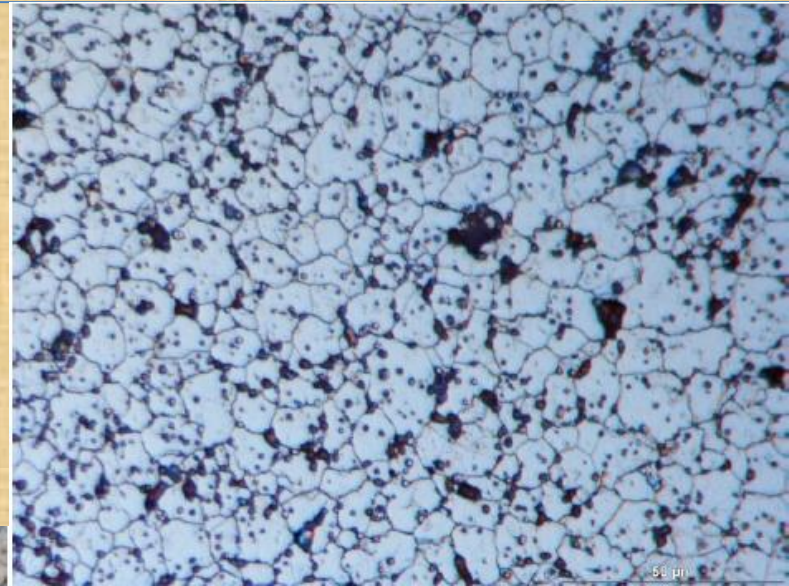


RO 19 855, olej

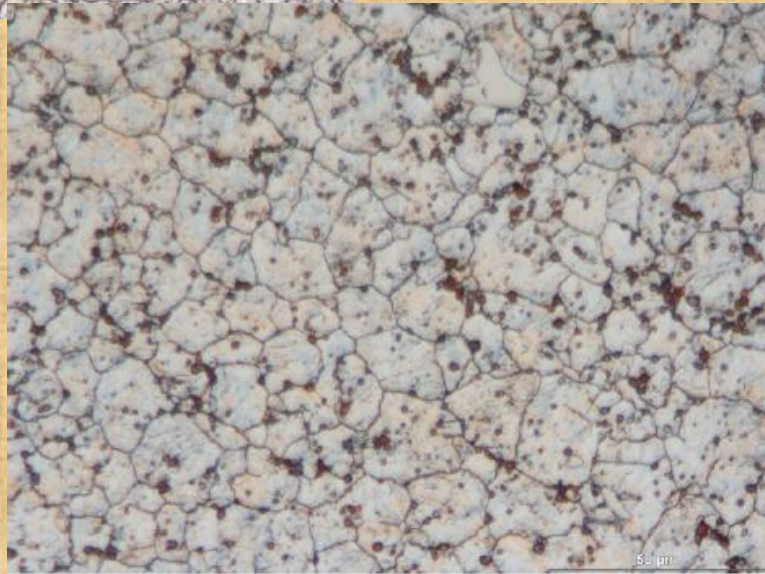
- Olej, solná lázeň
- Murakami, Vilella Bain



RO 19 802

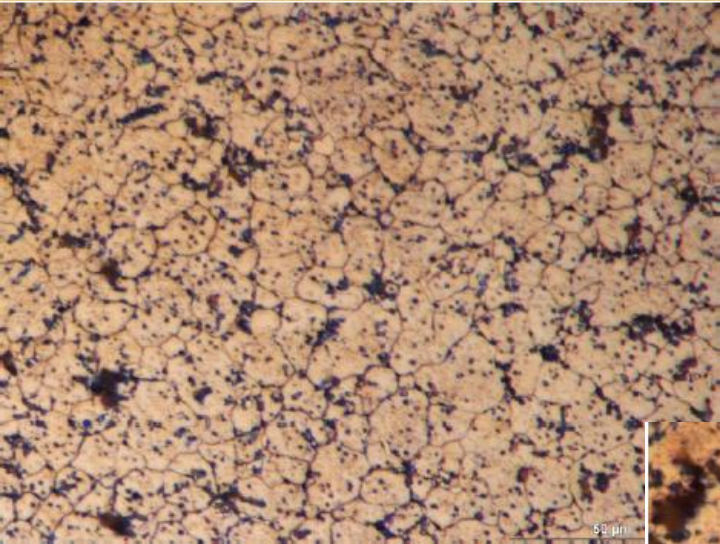


RO 19 855

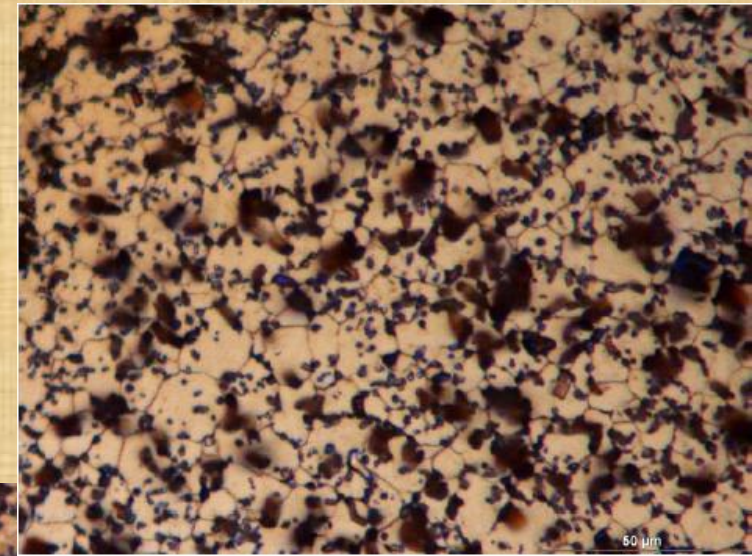


RO 19 830

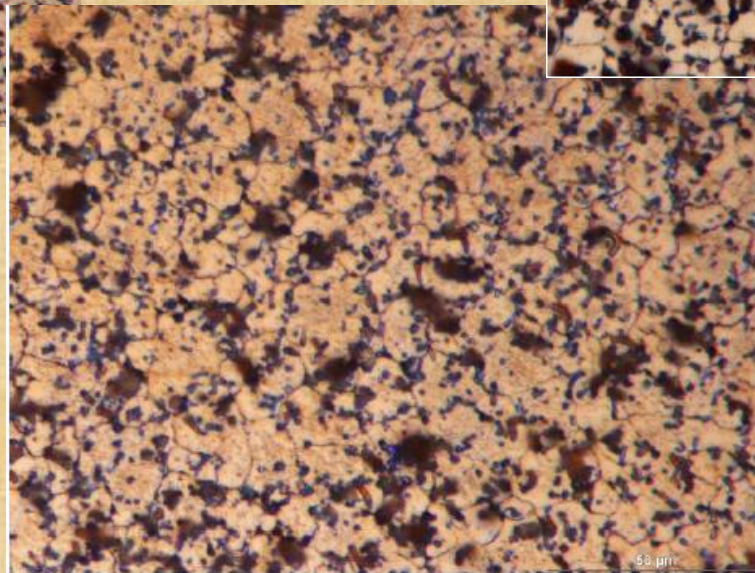
- Vzduch
- Murakami, Vilella Bain
- Světelné pole



RO 19 802

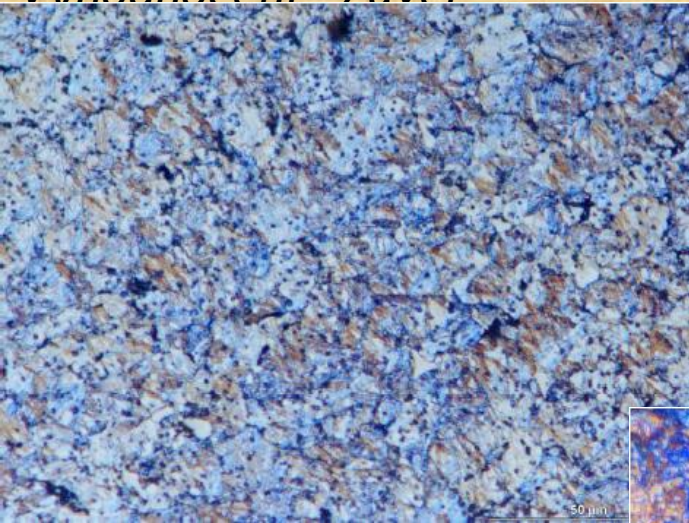


RO 19 855



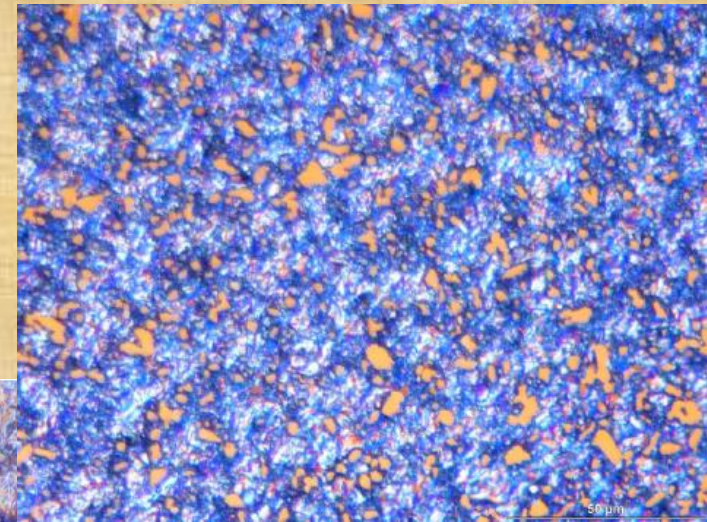
RO 19 830

- 10 000 s
- Murakami, Klemm I

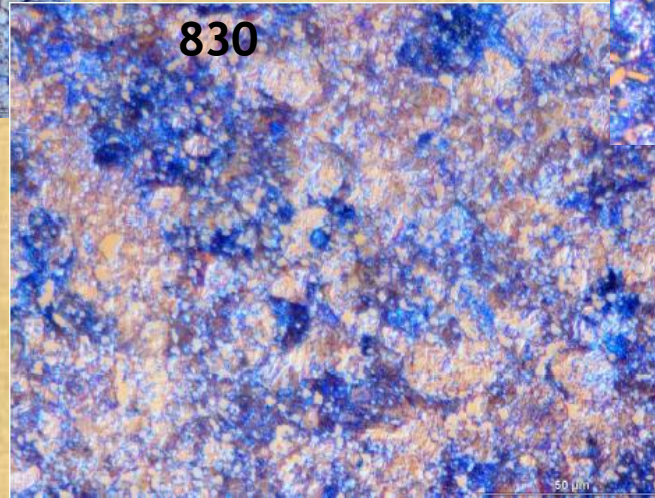


RO 19
802

RO 19 855



RO 19
830



Nomarského
kontrast
Murakami + Vilella
Bain

Nomarského
kontrast
Kyselina pikrová

Nomarského kontrast, kyselina
octová, chlorovodíková a pikrová

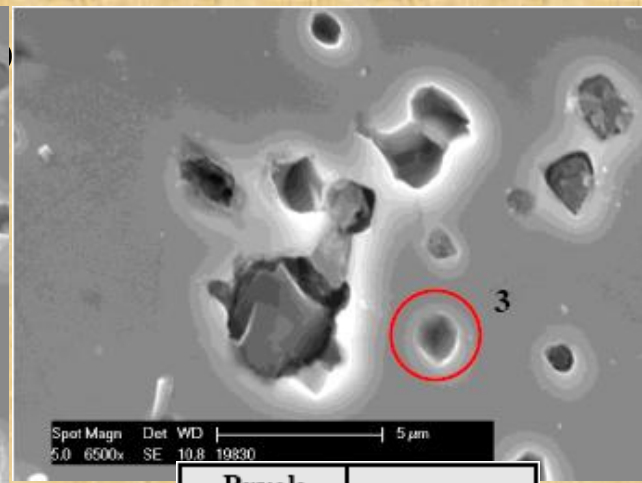
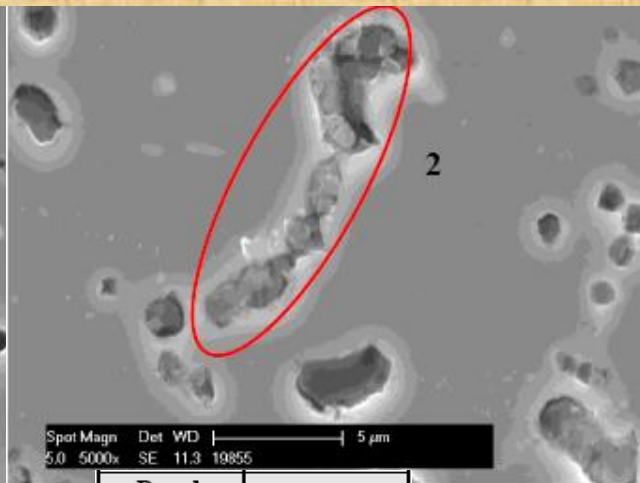
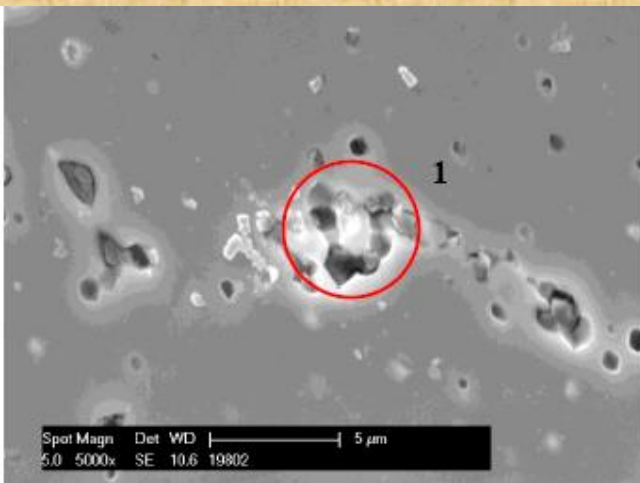
- 1 0 0 0 0 0 s

- 3 základní typy karbidů

- 1. přes 20 % W (až 45 %), cca 7% V, závislost na legování

- Největší množství - 19855

- 2. Nižší hmotnostní podíl W



Prvek (hladina)	[hm. %]
V (K)	6,78
Cr (K)	4,42
Mn (K)	1,83
Fe (K)	63,01
W (L)	23,96

Prvek (hladina)	[hm. %]
Mo (L)	0,71
V (K)	2,14
Cr (K)	4,22
Mn (K)	0,57
Fe (K)	66,65
Co (K)	5,46
W (L)	20,25

Prvek (hladina)	[hm. %]
Mo (L)	13,88
V (K)	3,38
Cr (K)	3,77
Mn (K)	0,48
Fe (K)	47,90
W (L)	30,58

Zvětšení až 50

Vyhodnocení Závěr

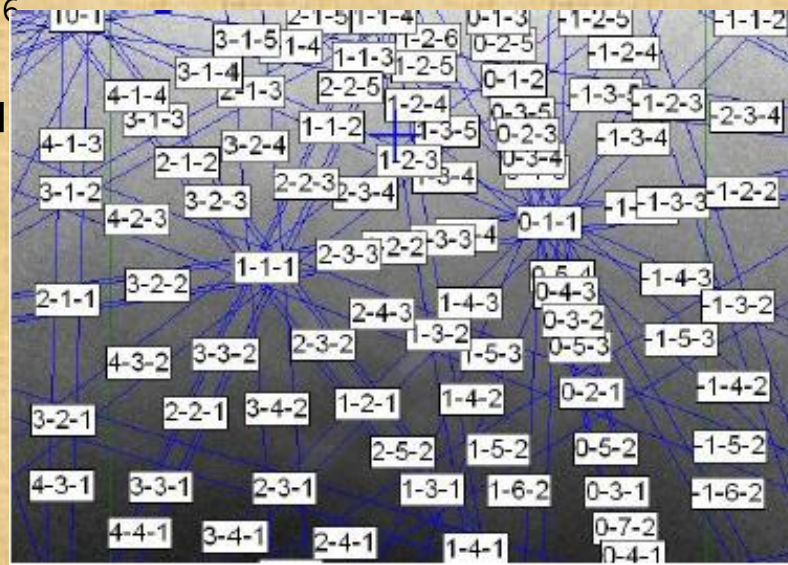
- V zorky 8x8x2 mm
- Leštěno Al_2O_3 0,06 μm
 - 1. typ = M_6C (Fe_3W_3C),
 - RO 19 802 vysoký podílu W, V.
 - RO 19 830 byl zjištěn, kromě W, zvýšený podíl Mo
 - RO 19 855 k Fe a W další prvek nepřistupoval

– 2. typ = $M_4C_{2,66}$, M_6C , $M_{23}C_6$

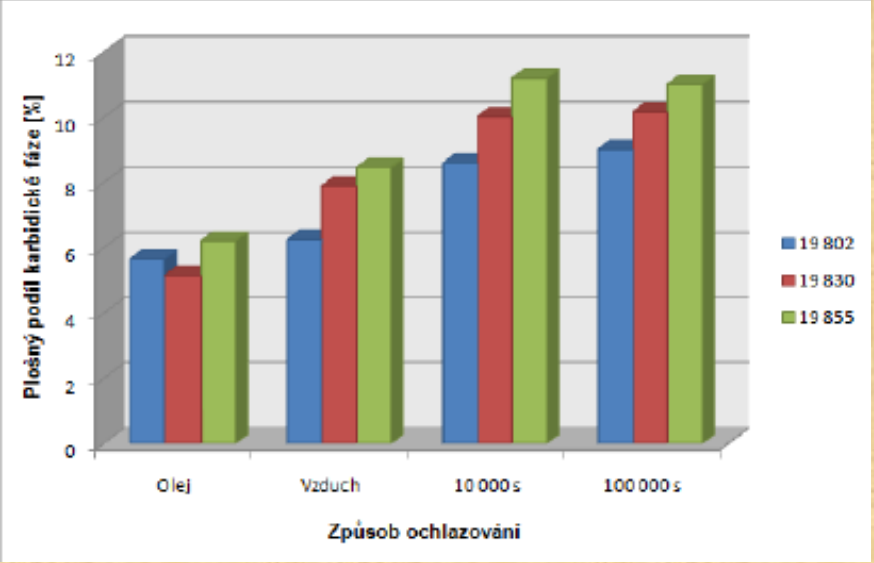
- RO 19 802 – $M_4C_{2,66}$ vyšší podíl W, V
- RO 19 830 – navíc $M_{23}C_6$

– 3. typ = MC , M_6C

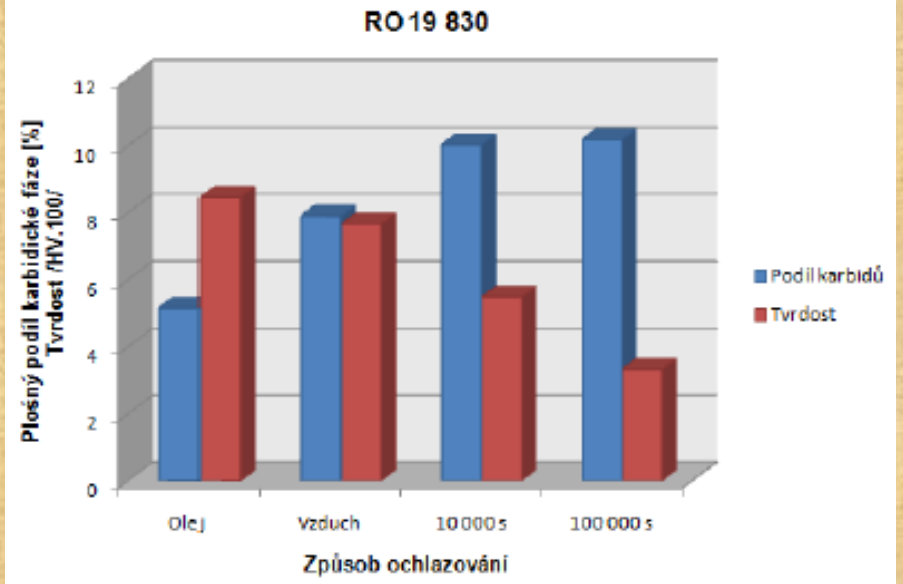
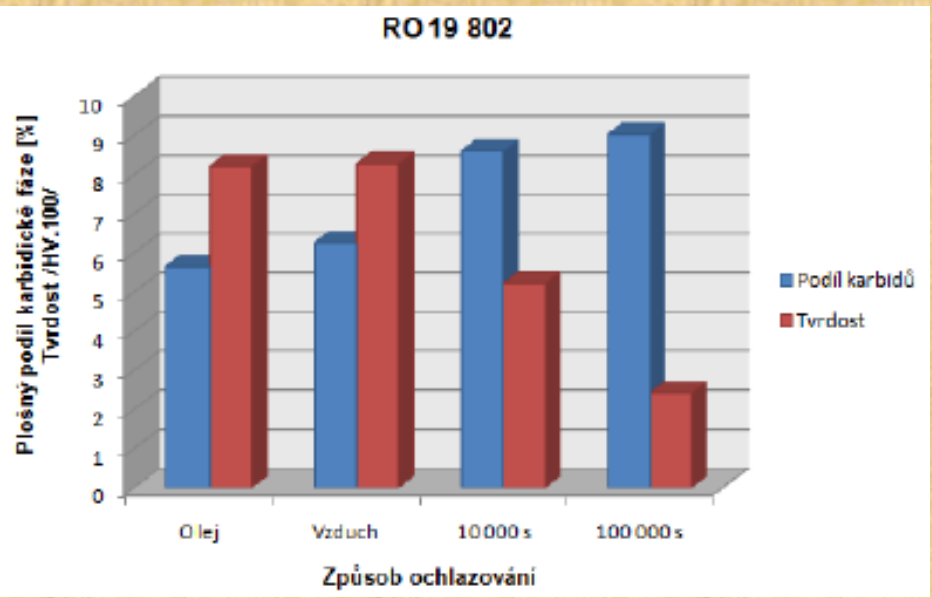
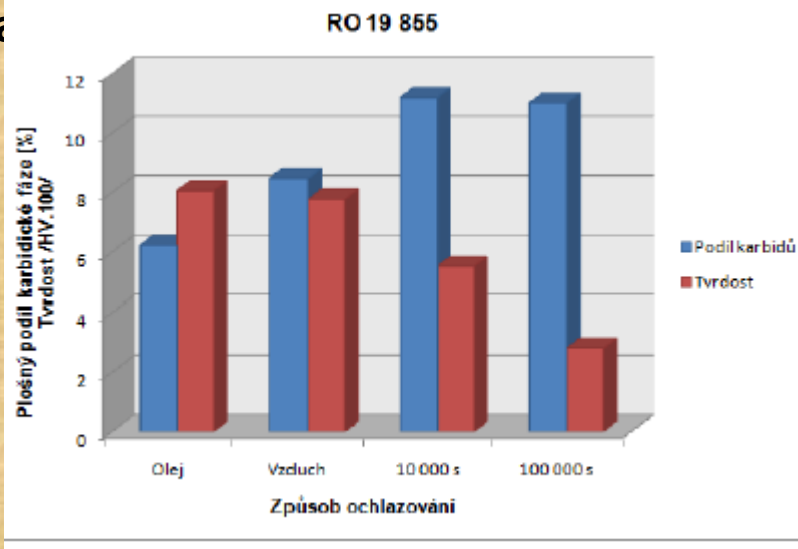
Automatické indexování difrakčního obrazce
 Zvýšený podíl W, Mo, V



Vyhodnocení Závěr

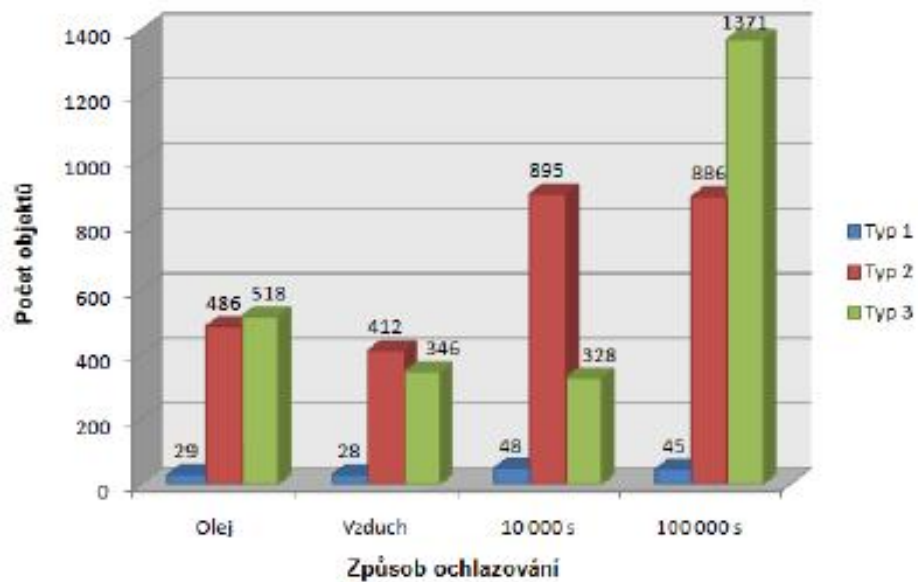


Plošný podíl karbidické fáze v závislosti na způsobu ochlazení



Vyhodnocení Závěr

RO 19 802

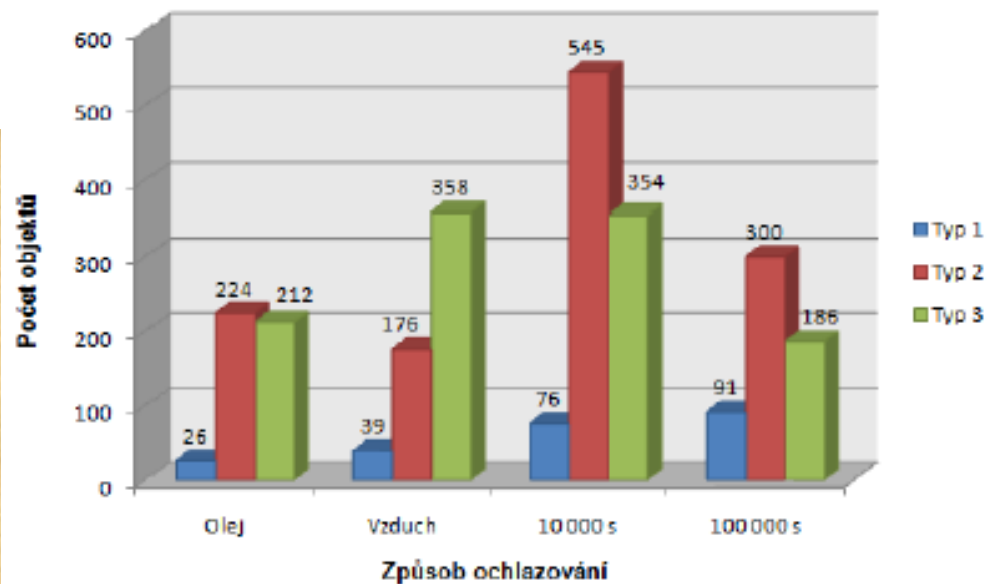


1. typ = **M6C**

2. typ = **M4C2,66**, M6C, M23C6

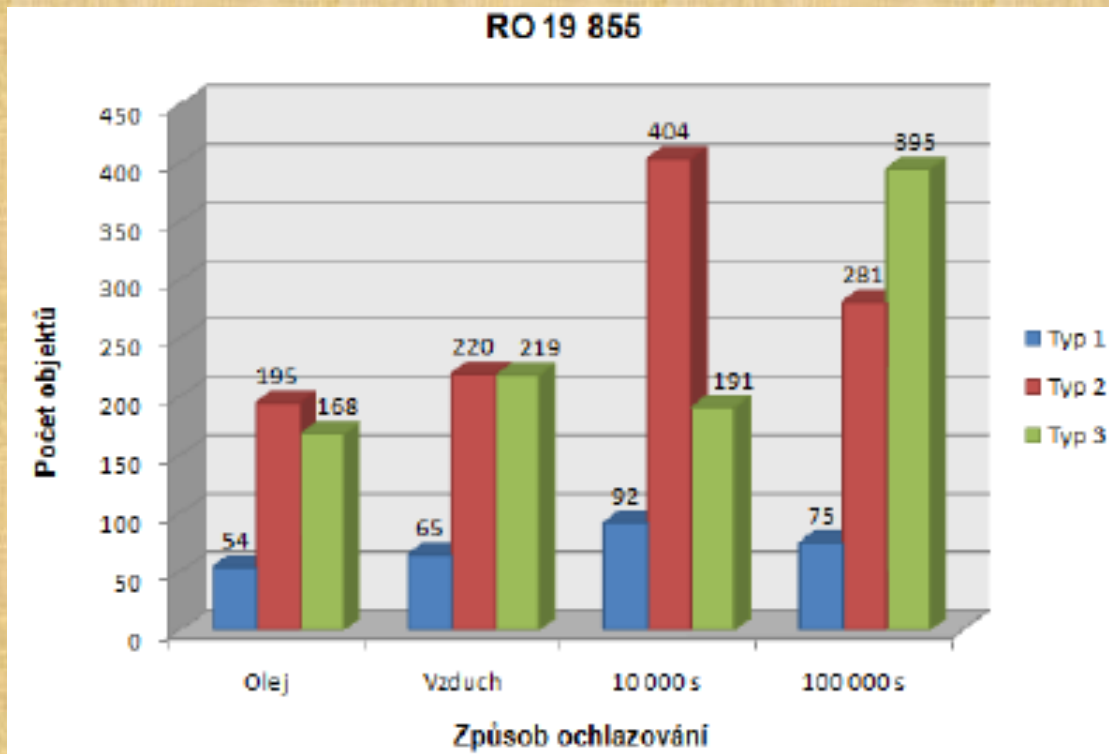
3. typ = MC, M6C

RO 19 830



Počet měřených objektů u sledovaných typů karbidů

Vyhodnocení Závěr



Závěr

- Leptadlo Murakami vykazuje nejvýraznější rozlišení sledované karbidické fáze
- Leptadlo Vilella-Bain a Klemm I zobrazuje hranice zrn a celkovou strukturu RO.
- 10 000s nutné využít Klemm I.
- 100 000s nedošlo k zvýraznění hranic původních austenitických zrn
- Vyrovnanější heterogenita na hranicích zrn

Závěr

- U vzorků, kalených do oleje a v solné lázni, je mikrostruktura podobná
- Ochlazování na vzduchu = nárůst plošného podílu karbidické fáze. Tvrdost se příliš neliší
- 10 000s – výrazný nárůst plošného podílu karbidické fáze, pokles tvrdosti 850HV → 550HV
- 100 000s – méně výrazný nárůst plošného podílu. 300 HV. Výskyt karbidické fáze po hranicích zrna
- Výrazný nárůst karbidické fáze – 19802

Závěr

- Nejvyšší nárůst množství vyloučných karbidů je v případě typu 1
- Závislost na typu RO