

Aplikovaná metalografie v oblasti hodnocení kvality vybraných svarových spojů s ohledem na použití vhodných metodik leptání a hodnocení

Mikuláš Lehoučka

Vedoucí práce: Ing. Marcel Beňo, Ph.D.

Oponent: doc. Ing. Drahomír Schwarz, CSc.

Cíl práce

- Zhodnocení aplikované metalografie vybraných svarových spojů s ohledem na použití vhodných metodik leptání
- Hodnocení makroskopické a mikroskopické celistvosti (homogeneity).

Metodika

1. Příprava vzorků

- Volba materiálu pro vzorky a označování
- Odběr vzorků
- Preparace
- Broušení a leštění
- Leptání

2. Makroskopická a mikroskopická kontrola

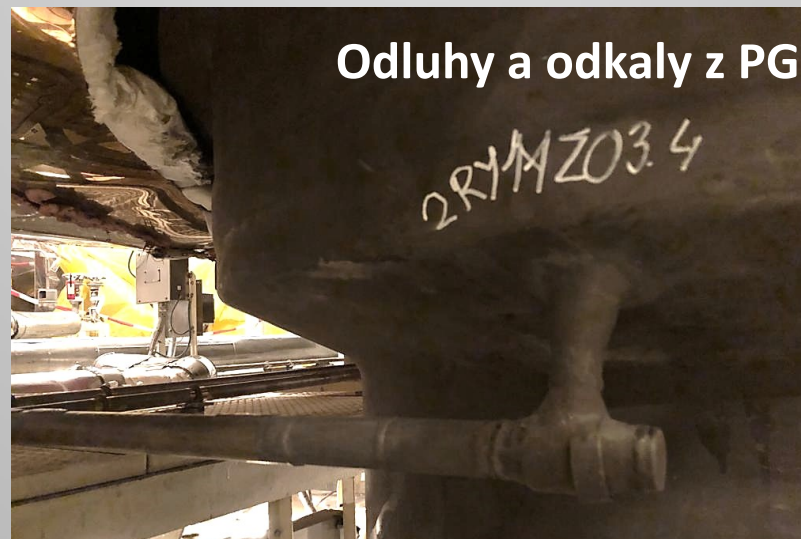
- Zhodnocení kvality naleptání
- Hodnocení celistvosti (homogeneity)

Normy:

- ČSN EN ISO 17639
- ISO/TR 16060
- ČSN EN ISO 6520-1
- ASTM E 407–99

Vzorky

R4



Vzorky a označování

Typ spoje	Základní materiály	Označení sady vzorků
Svarové spoje	austenit. / austenit.	R1-X_SS_A/A
	uhlíkový / uhlíkový	R2-X_SS_C/C
	uhlíkový / uhlíkový	R6-X_SS_C/C
Heterogenní svarové spoje	austenit. / uhlíkový	R3-X_HSS_C/A
	austenit. / uhlíkový	R5-X_HSS_C/A
Návary	uhlíkový / austenit. (návar)	R4-X_HNA_C/A
	austenit. / austenit. (návar)	R7-X_HMN_A/A



Příprava vzorků

Odběr vzorků



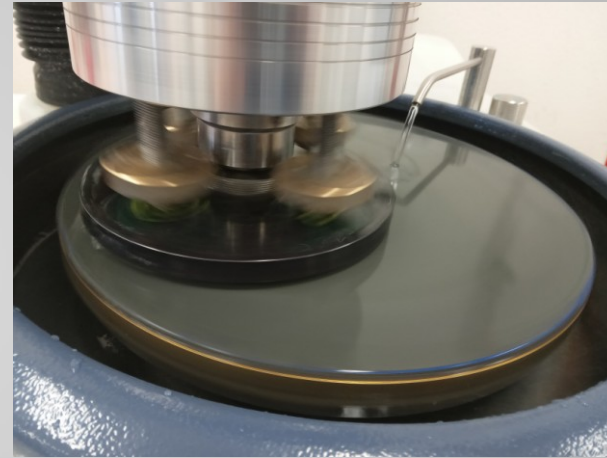
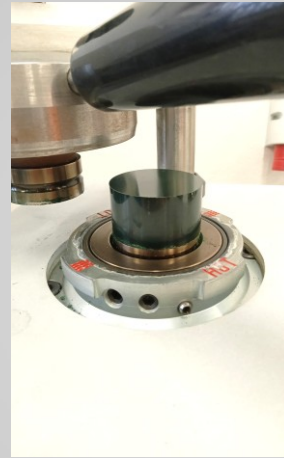
Preparace



Broušení a leštění

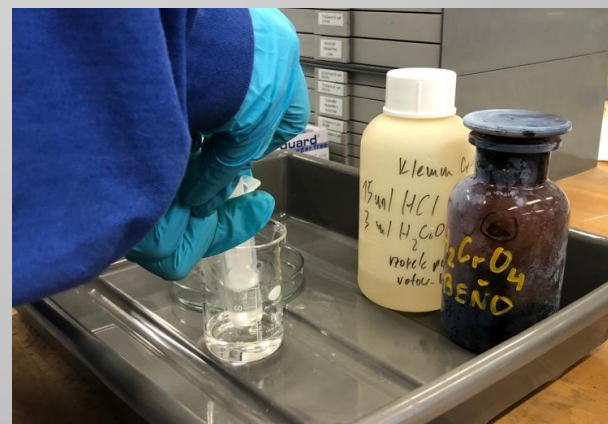


Leptání



Použitá leptadla

Číslo leptadla (X)	Název
1	Adler
2	Nital 5 %
3	Kalling 2
4	Klemm's
5	Fluoregia
6	Bechet-Beaujard
Experiment.	
R4-8	Glyceregia
R4-10	Exp. Kalling 2 + Klemm's
R4-11	Exp. Kalling 2 + H₂CrO₄ + HF + Glycerol

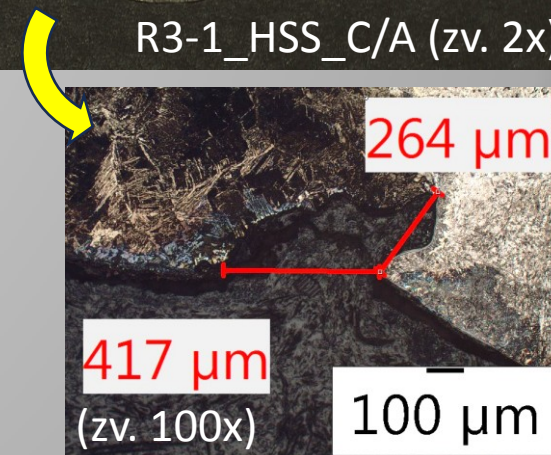
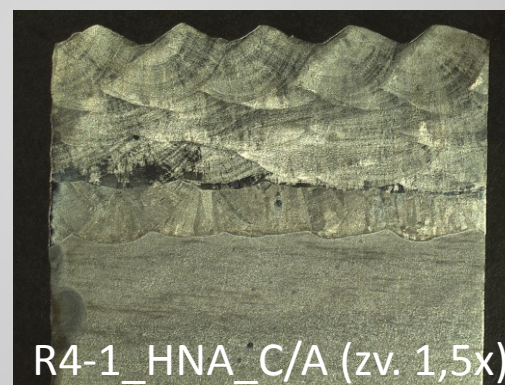
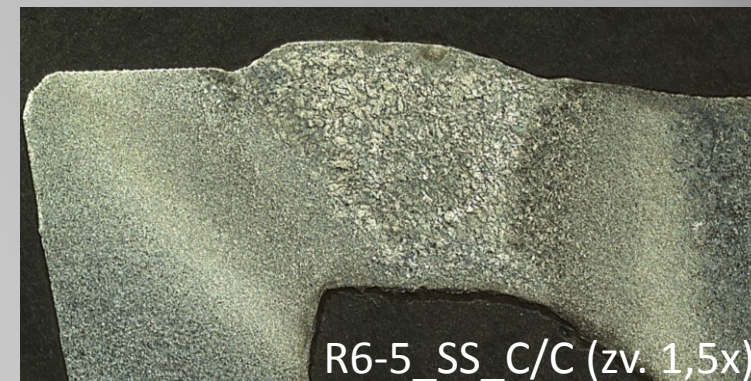


Hodnocení celistvosti - Makroskopická kontrola

Zvětšení 1x – 2,5x

Zjištěné vady:

- hrubozrnná základná struktura
- korozní úbytky materiálu
- lineární přesazení
- převýšení (kořene/krycí vrstvy)
- zápal
- malé póry

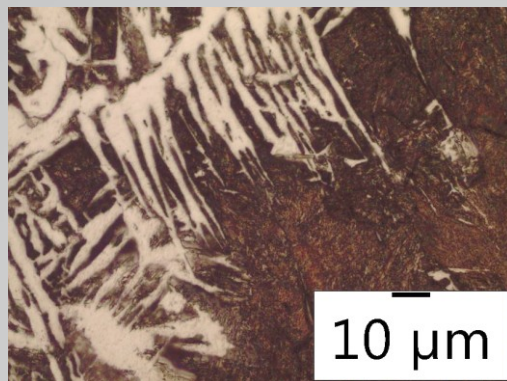


Hodnocení celistvosti - Mikroskopická kontrola

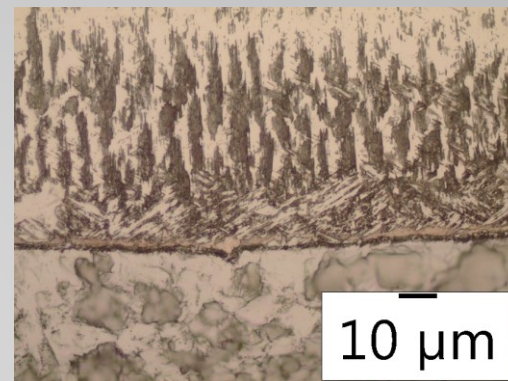
Zvětšení 100x – 1000x

Zjištěné vady:

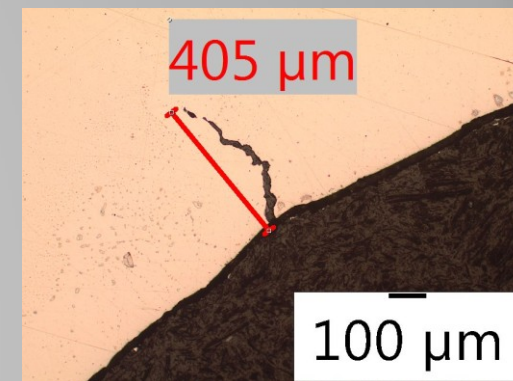
- základné struktury
(Widmanstätten, Martenzit)
- několik korozních trhlin
- bodová koroze (pitting)
- kulovitých vměstků
- mikroskopický studený spoj



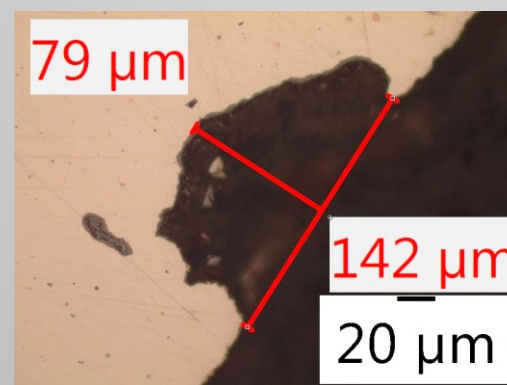
R3-5_HSS_C/A (zv. 1000x)



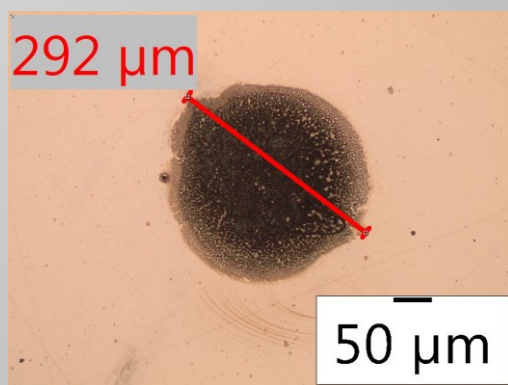
R4-9_HNA_C/A (zv. 1000x)



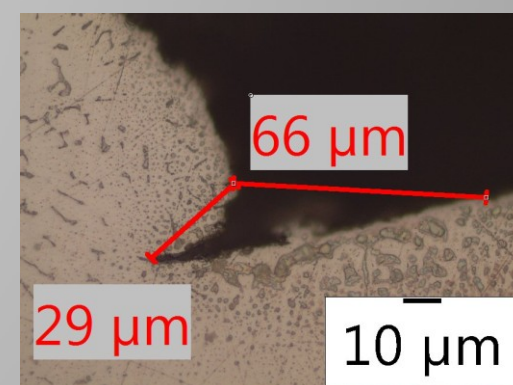
R5-4_HSS_C/A (zv. 100x)



R5-2_HSS_C/A (zv. 500x)



R5-6_HSS_C/A (zv. 500x)



R1-4_HSS_C/A (zv. 500x)

Zhodnocení použitých leptadel

Leptadlo	Vhodnost					
	Makrostruktura			Mikrostruktura		
	A/A	C/A	C/C	A/A	C/A	C/C
Adler	+	+	+	+	+	+
Nital 5 %	-	-	+	-	-	+
Kalling 2	+	+	±	+	+	±
Klemm's	+	+	+	+	+	+
Fluoregia	±	+	+	±	+	+
Bechet-Beaujard	-	-	-	-	-	-
Glycereria	+	+	+	+	+	+
Exp. Kalling 2 + Klemm's	+	+	+	+	+	+
Exp. Kalling 2 + H ₂ CrO ₄ + HF + Glycerol	+	-	-	+	-	-

Další přínos – Heterogenní návar (R4)

Komerční leptání

lept. Lučavka královská:

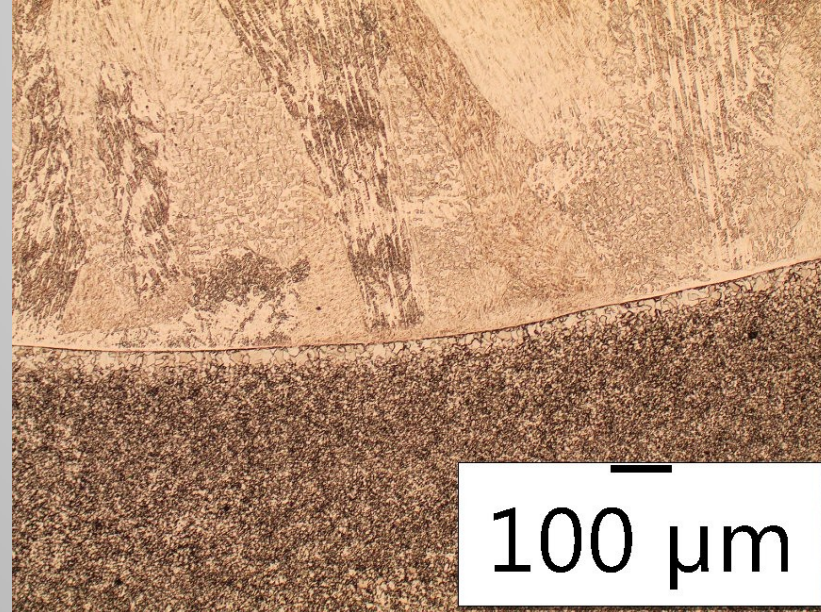
- Austenit
- Martenzit



Obr. 9 mikro – detail 1. vrstva_100 x

R4-8 - lept. Glyceregia:

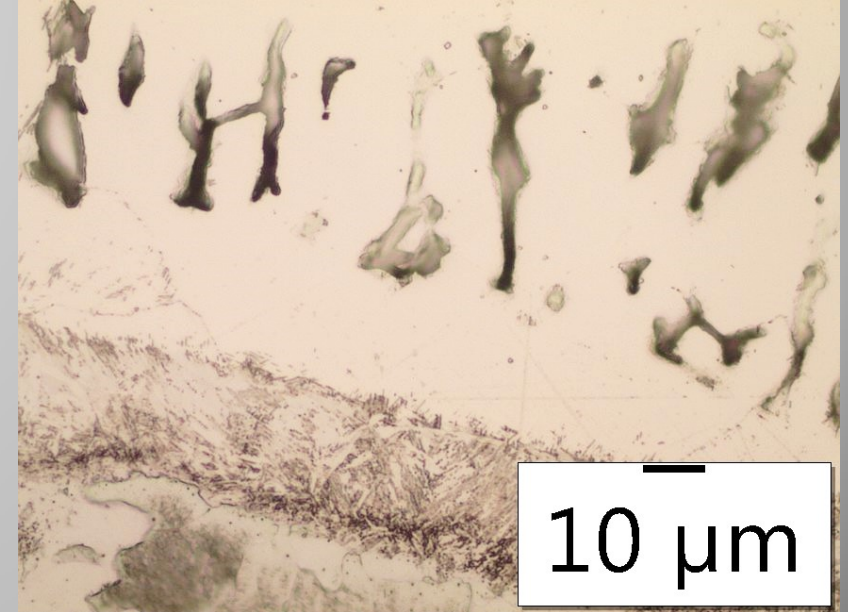
- Austenit
- Martenzit



R4-8_HNA_C/A (zv. 100x) – hr. ztavení

R4-9 - lept. Kalling 2:

- Austenit
- Martenzit
- Delta-ferit

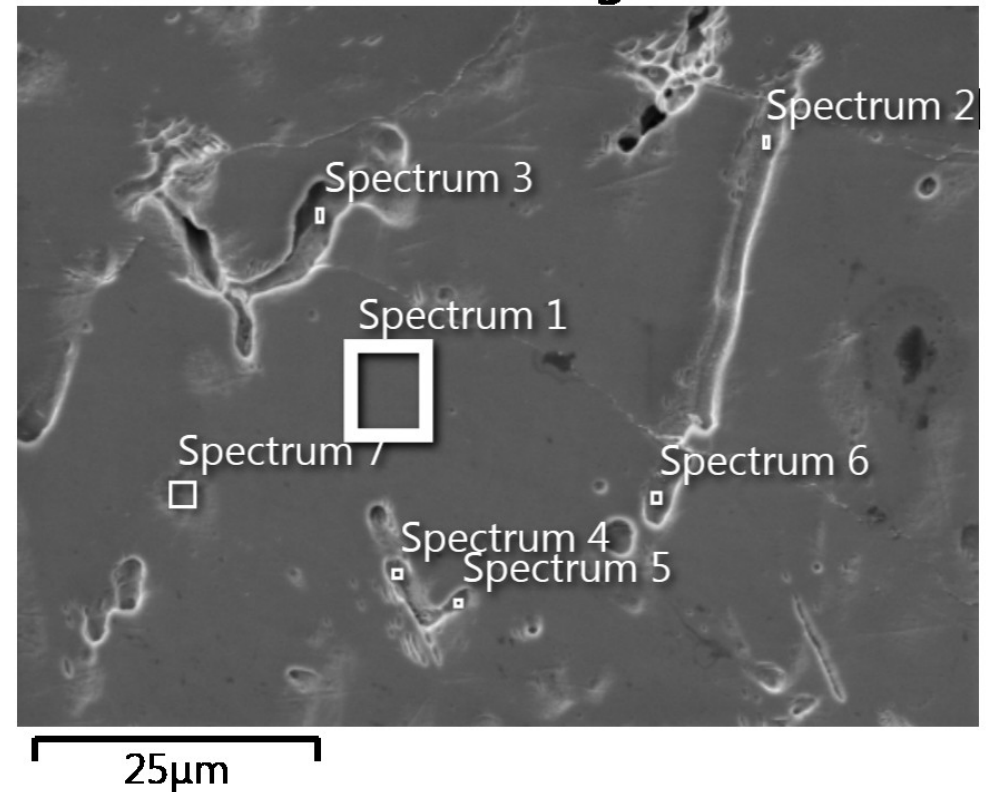


R4-8_HNA_C/A (zv. 1000x) – hr. ztavení

Analýza chemického složení 1. vrstvy (R4-9)

Element	Spectrum 1 [Wt%]	Spectrum 3 [Wt%]
Si	0.51	0.14
Cr	16.99	21.39
Mn	1.61	1.90
Fe	70.68	69.48
Ni	10.21	7.08
Total:	100.00	100.00

Electron Image 1



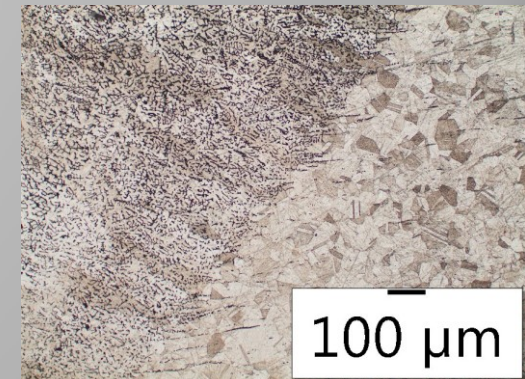
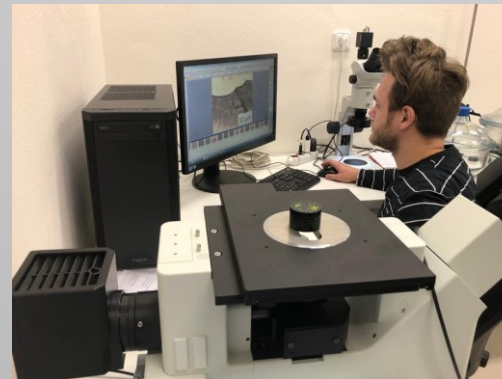
Závěrem

- Jednoznačně popsany postup
- Časová náročnost – 110 h
- Použití – výukový materiál (TSV, TME)



Zrnitost disku	Kapalina	Otáčky [/min]	Přítlak [N]	Čas [min]
P180	H ₂ O	250	30	5
P320	H ₂ O	250	30	5
P600	H ₂ O	250	25	5
P1200	H ₂ O	250	25	5

Adler (RY-1)	
Leptadlo Adler	
Použití leptadla	Vyvolání makrostruktury
Označení leptadla	Dle ISO/TR 16060: A.11; B.9 – Leptadlo dle Adlera
Objemové složení (Data Sheet – QATM)	25 ml vody (H ₂ O) 3 g diaquatetrachlorměďnatanu amonného [(NH ₄) ₂ CuCl ₄ ·2H ₂ O] 50 ml kyseliny chlorovodíkové (HCl) 15 g chloridu železitého (FeCl ₃)
Příprava povrchu	1 μm diamant
Teplota leptání	okolní
Doba leptání	30 sekund
Metoda leptání	Ponoření
Dodatečná opatření	Obvyklá opatření pro zacházení a nakládání
Poznámky	Používat skleněné nádoby Leptadlo lze použít opakovaně (pokud nedojde ke znečištění)



Děkuji za pozornost

Mikuláš Lehoučka