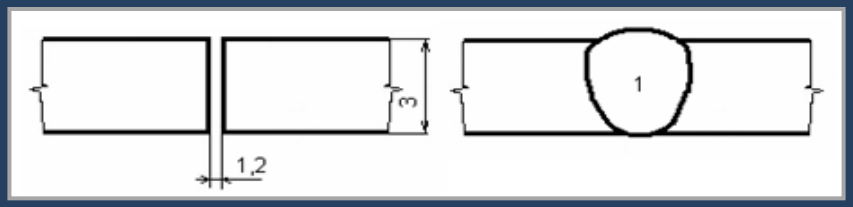
Teplotní režim svařování

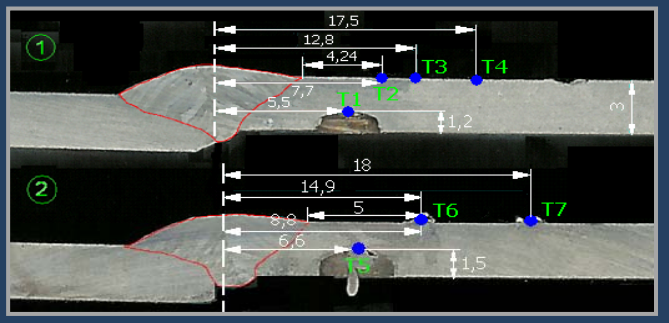
Příklady experimentálního měření teplotních cyklů svařování

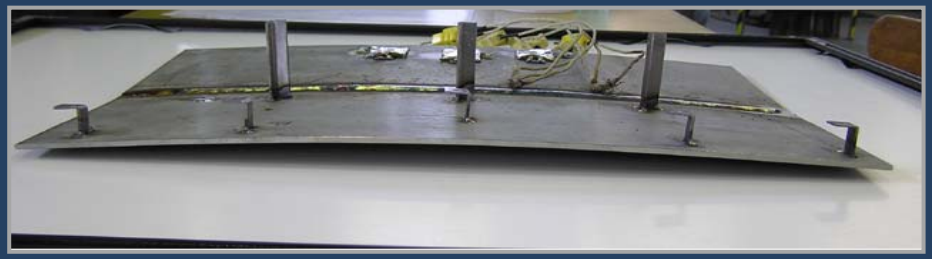
© Vl. Ochodek 1/2011

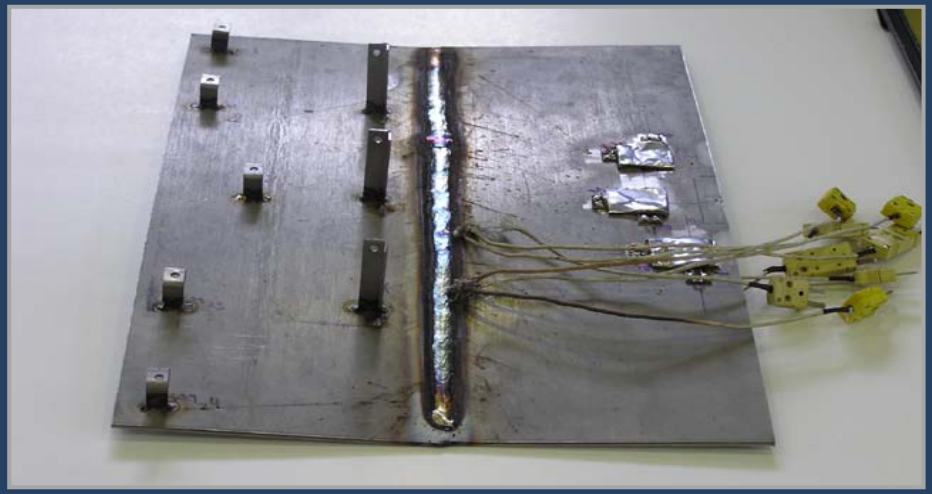
Jednoduchý teplotní cyklus svařování

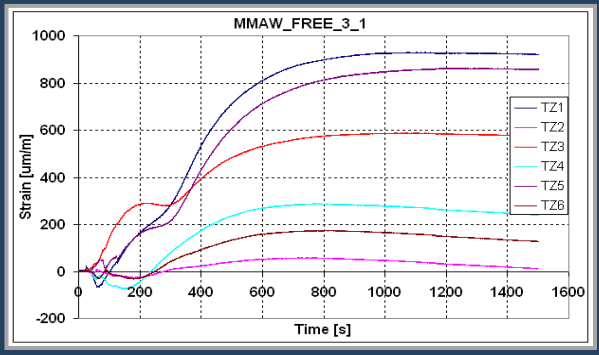
111- MMAW, s=3 mm, 316L,







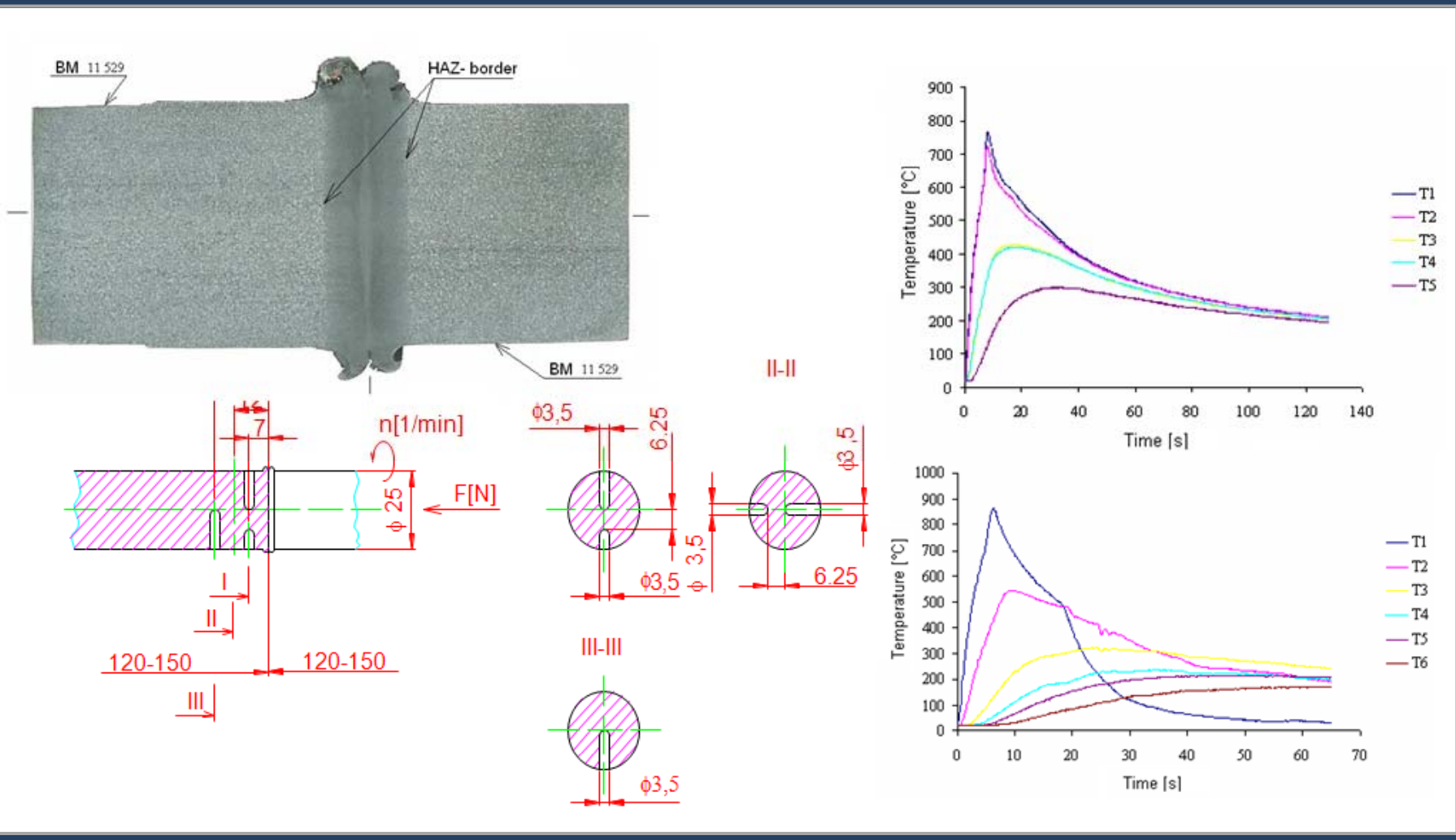




© Vl. Ochodek 1/2011

Jednoduchý teplotní cyklus svařování

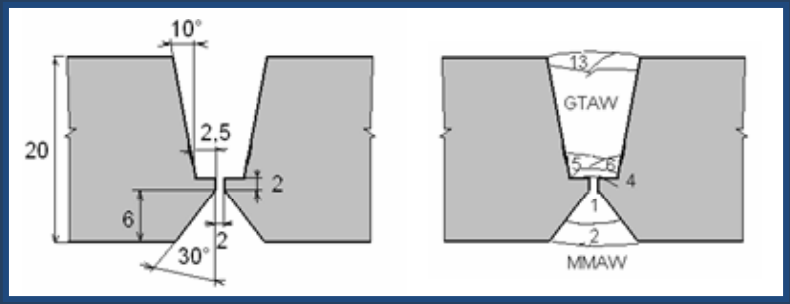
Svařování třením

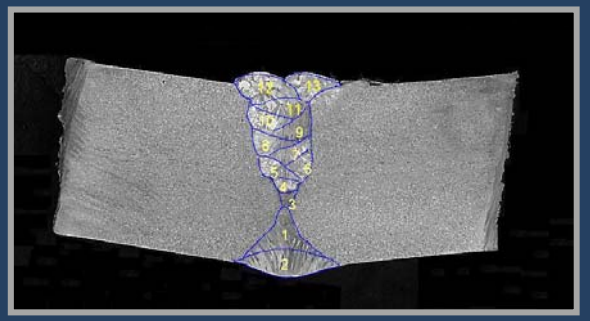


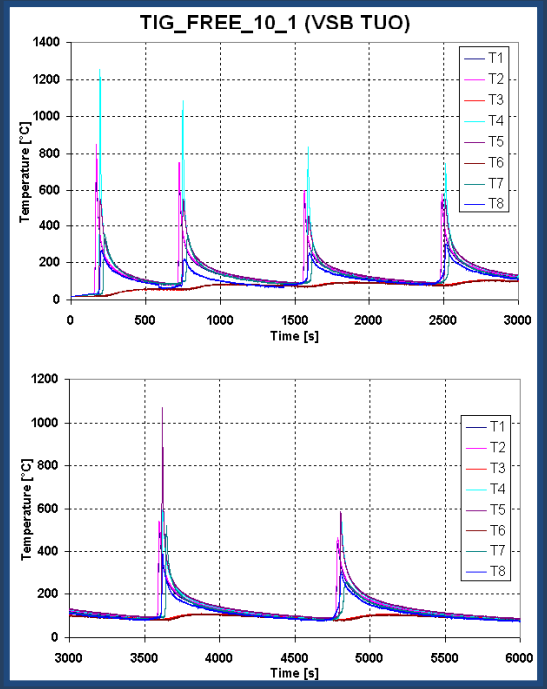
© Vl. Ochodek 1/2011

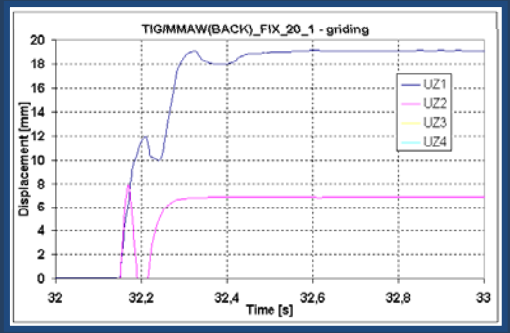
Složitý teplotní cyklus svařování

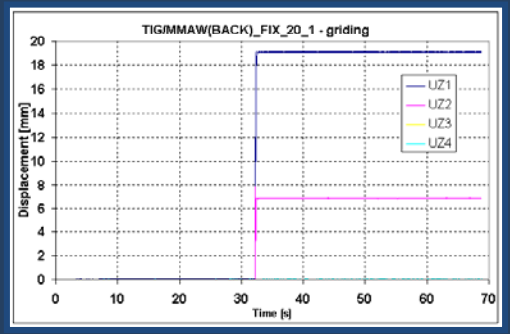
142- GTAW, s=20mm, 316L











© Vl. Ochodek 1/2011

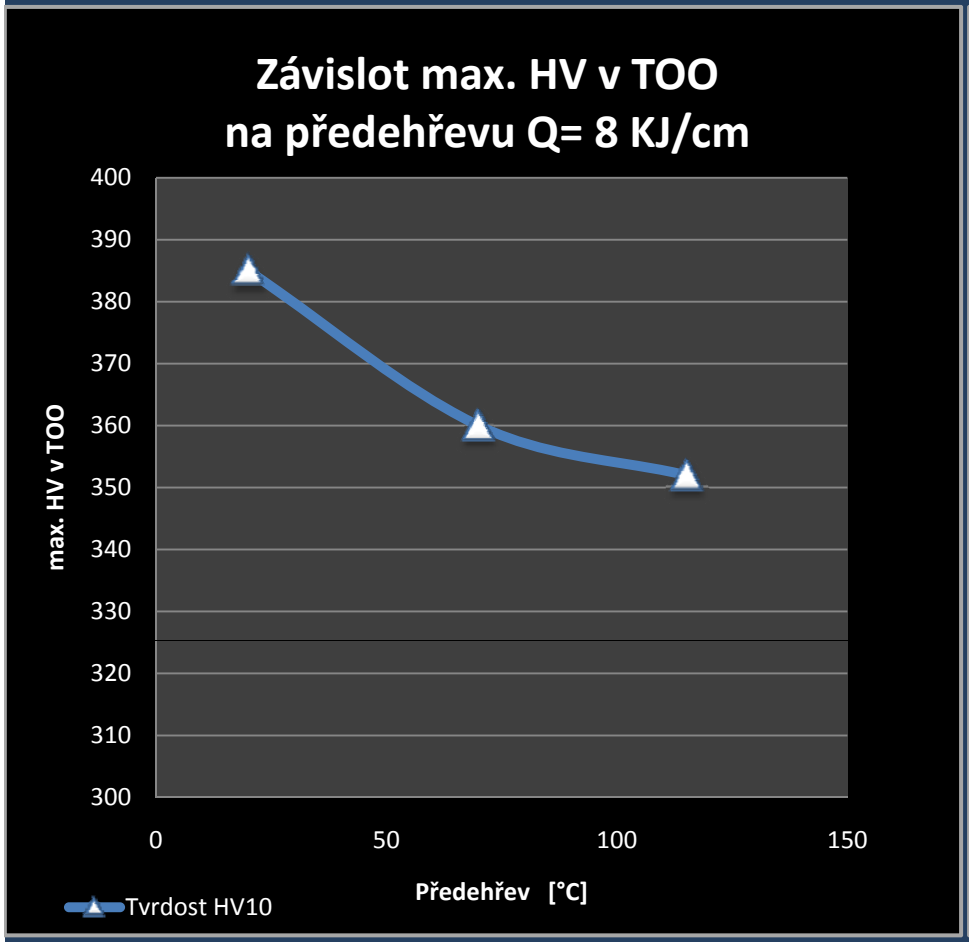
Teplotní režim svařování

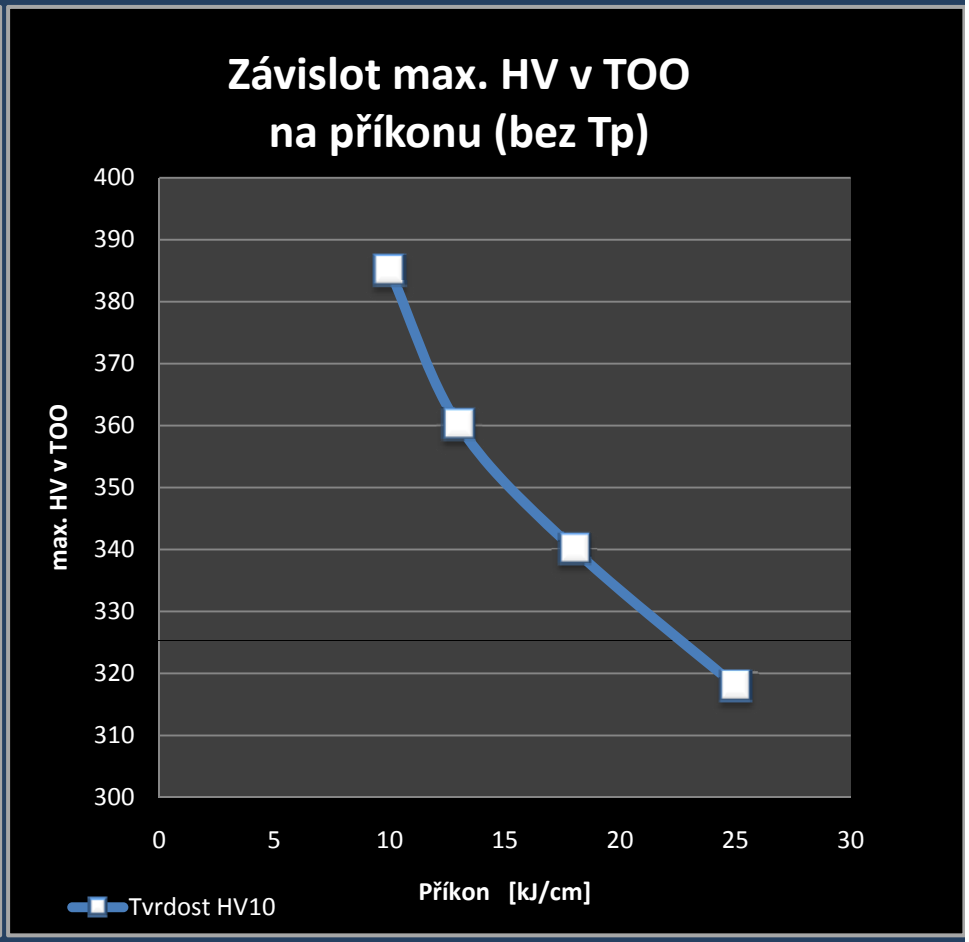
Vliv předehřevu a příkonu svařování na HVmax. TOO

ocel- S355J2G3 25 mm

© Vl. Ochodek 1/2011

HV max. v TOO (S355J2G3 25mm)





Příkonem svařování je možné výrazněji ovlivnit Hvmax. v TOO.
Předehřevem prodloužíme čas t_{100} a tím dif. vodíků , snížíme praskavost za studena.

© Vl. Ochodek 1/2011

Dohřev-TZ

Výdrž na teplotě předehřevu příp. nižší za účelem snížení obsahu difuzního vodíku a tím náchylnosti na studené praskání.

Tepelným zpracování svarových spojů lze ovlivnit řadu užitných vlastností jak např. náchylnost na sulfidické praskání, tvrdost, křehkolomové vlastnosti. Pro větší tloušťky se předepisuje zejména za účelem snížení zbytkových napětí.

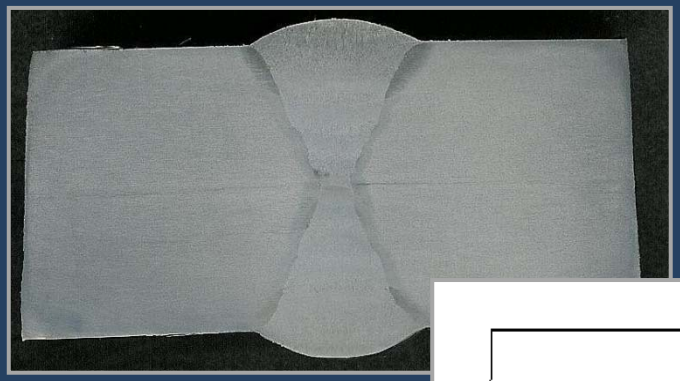
© Vl. Ochodek 1/2011

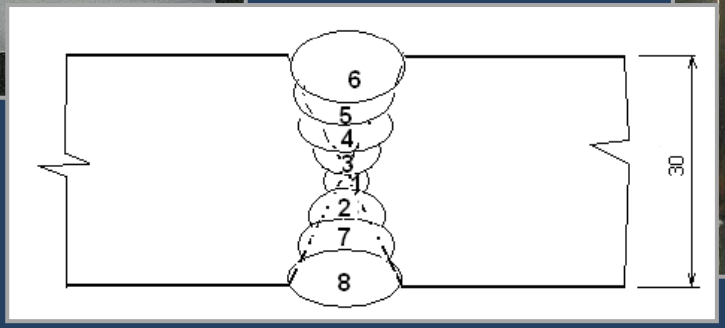
Praktické aplikace

Svařování oceli S355J2G3 (11523) GMAW-135 s=30mm

© Vl. Ochodek 1/2011

Praktické aplikace





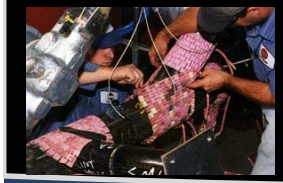
č.1 - svařování GMAW-135, bez předehřevu

č.2 - svařování GMAW-135, s předehřevem 150 °C,

č.3 - svařování GMAW-135, bez předehřevu a s následným žíhání na snížení napětí (650°C/2h pec),

č.4- svařování GMAW-135, s předehřevem 150 °C a s následným žíhání na snížení napětí (650°C/2h pec),

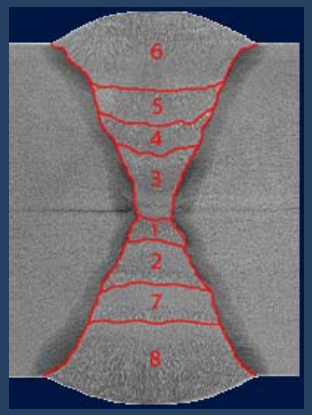
© Vl. Ochodek 1/2011



Praktické aplikace

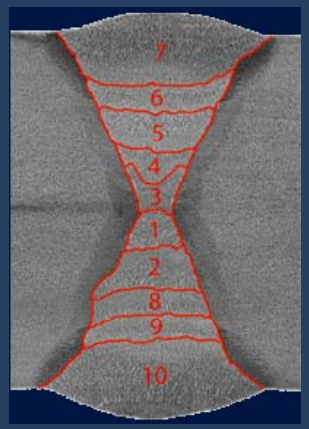
Svařovací parametry

Svar 1, 3 - bez předehřevu



Svařovací parametry								
Svarová housenka	1	2	3	4	5	6	7	8
Proud I [A]	143	183	197	199	191	198	216	195
Napětí U [V]	16,2	18,1	17,8	17,8	19	18,2	18,4	18,4
Čas [s]	198	176	130	174	181	190	186	225
Rychlost v_S [mm.s^{-1}]	2,02	2,27	3,08	2,3	2,21	2,11	2,15	1,78
Tepelný příkon Q [kJ.mm^{-1}]	**0,978**	1,239	0,969	1,310	1,396	1,455	1,571	1,716

Svar 2, 4 – předehřev 150°C

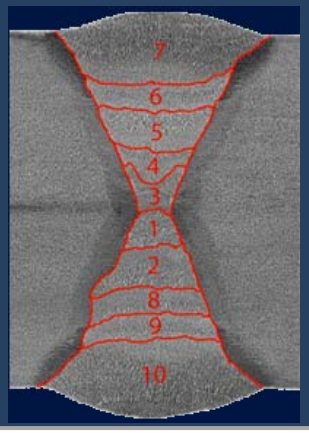


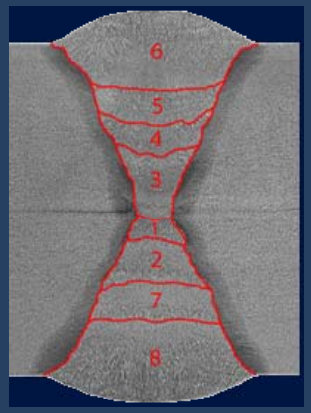
Svařovací parametry										
Svarová housenka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Proud I [A]	143	204	182	182	208	218	209	203	186	195
Napětí U [V]	16	18	17,8	18,4	18,2	18,4	18,3	18	18,2	18,3
Čas [s]	190	185	145	180	190	189	190	185	175	183
Rychlost v_S [mm.s^{-1}]	2,11	2,16	2,76	2,22	2,11	2,12	2,11	2,16	2,29	2,19
Tepelný příkon Q [kJ.mm^{-1}]	0,92	1,44	1,00	1,28	1,53	1,61	1,54	1,44	1,26	1,39

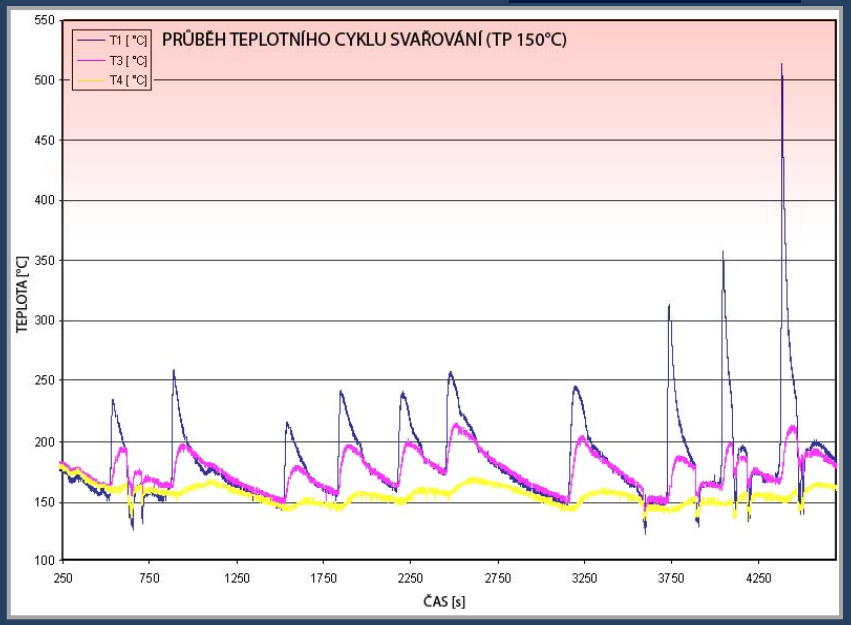
© Vl. Ochodek 1/2011

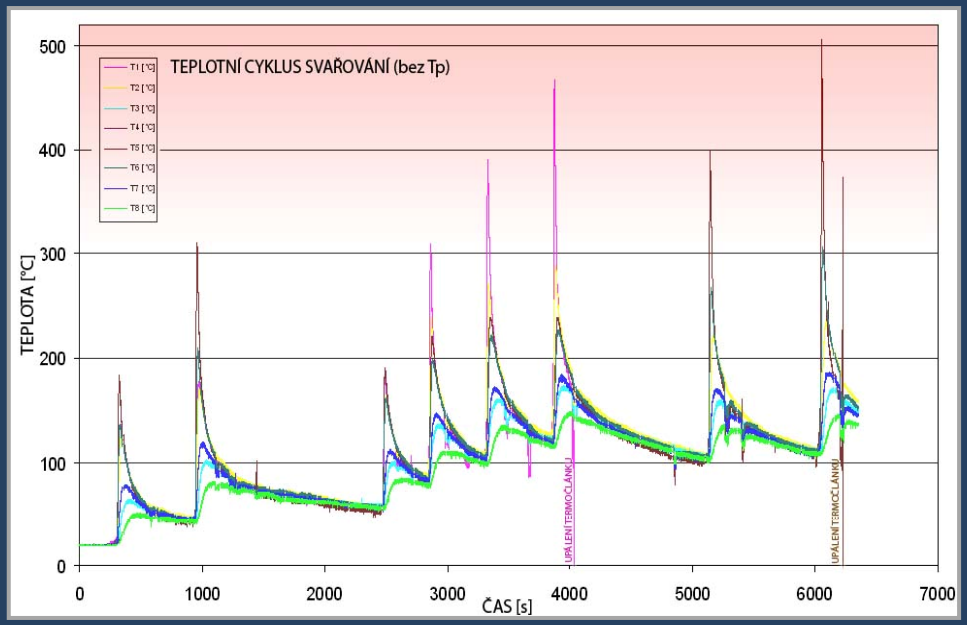
Teplotní cyklus svařování

Teplotní cyklus svařování :









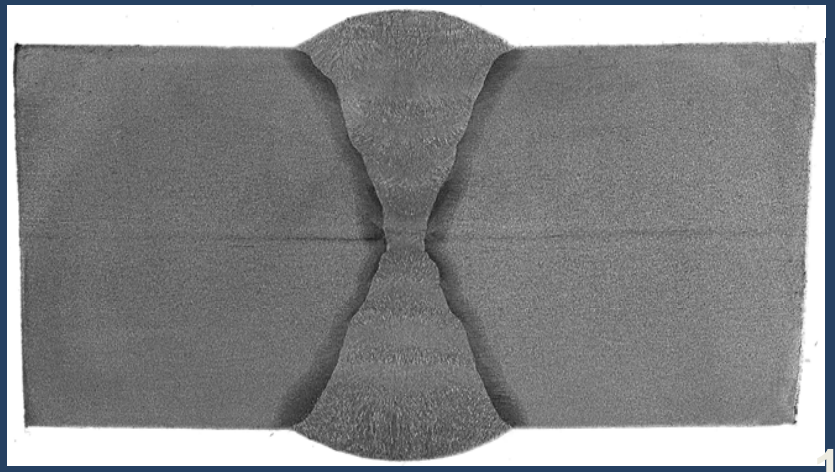
© Vl. Ochodek 1/2011

Makrostruktura

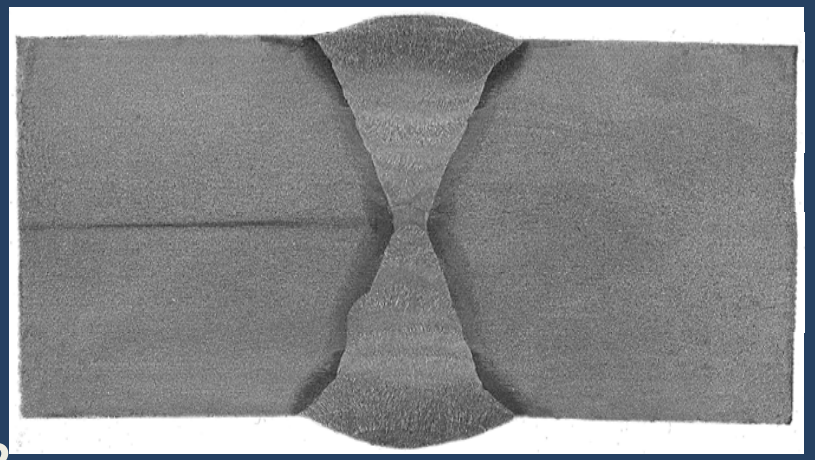
Bez předehřevu

Předehřev 150°C

Bez tepelného zpracování



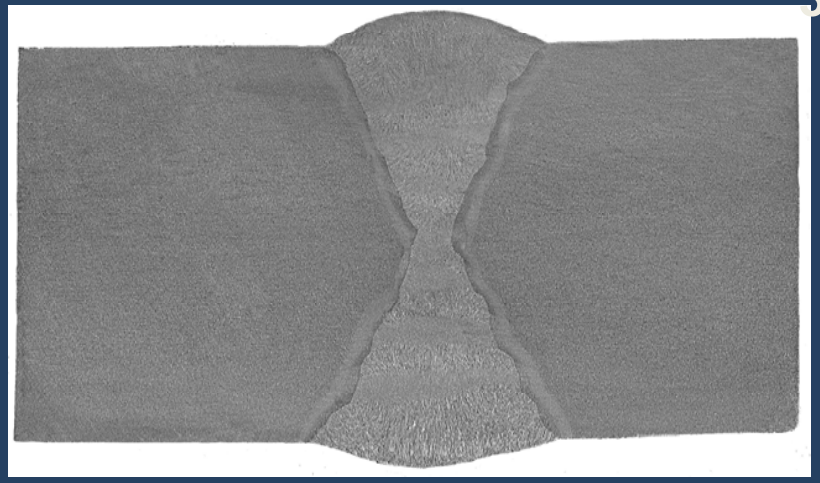
1



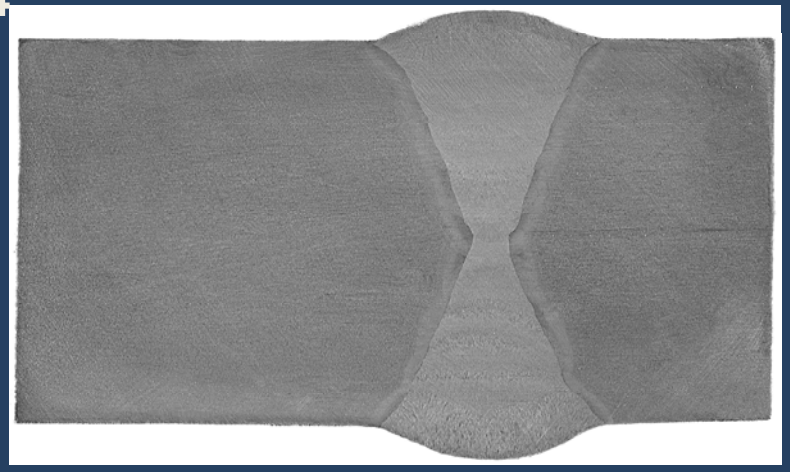
2

Žíhání ke snížení vnitřního pnutí (650°C / 2 hod)

3

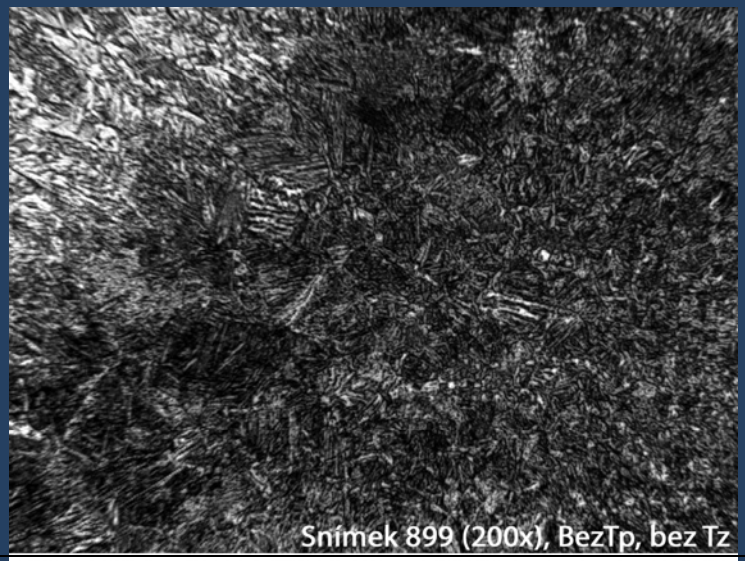
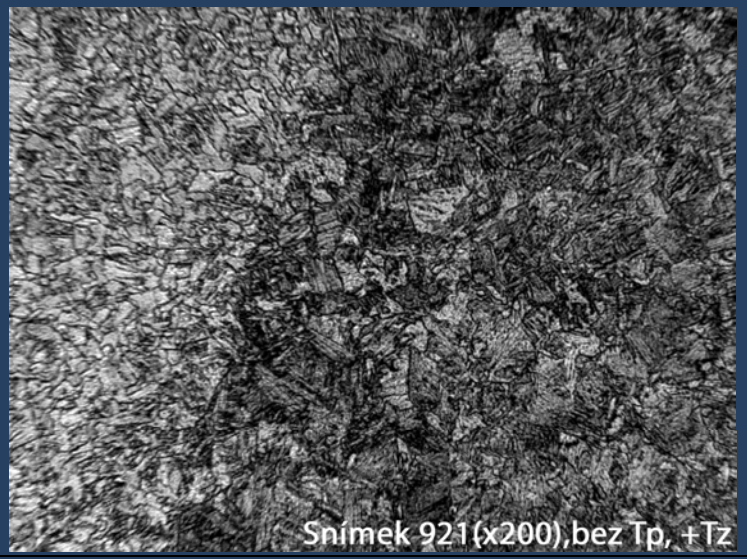
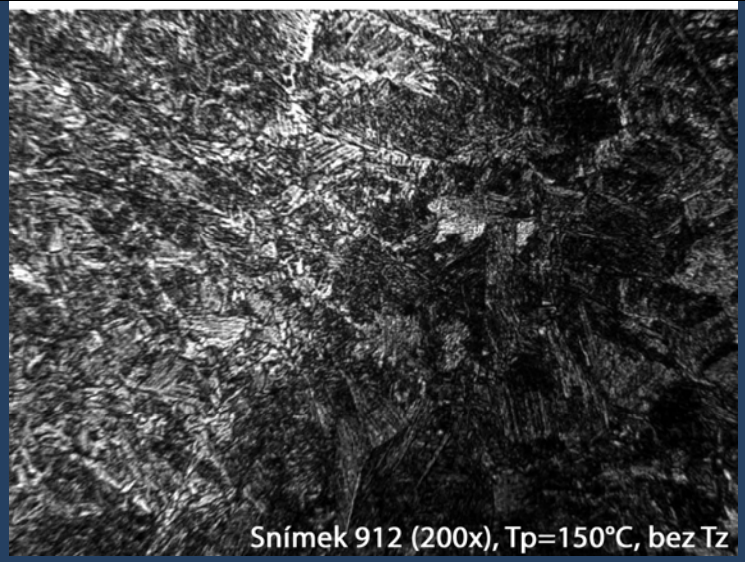
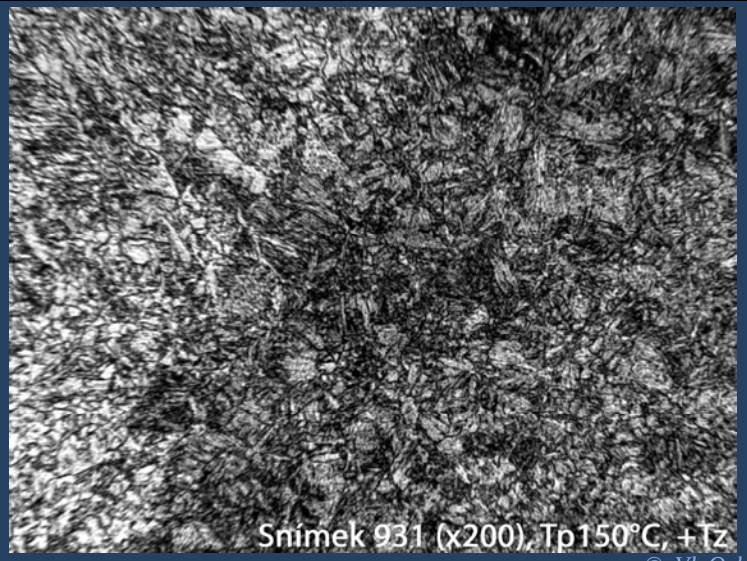


4



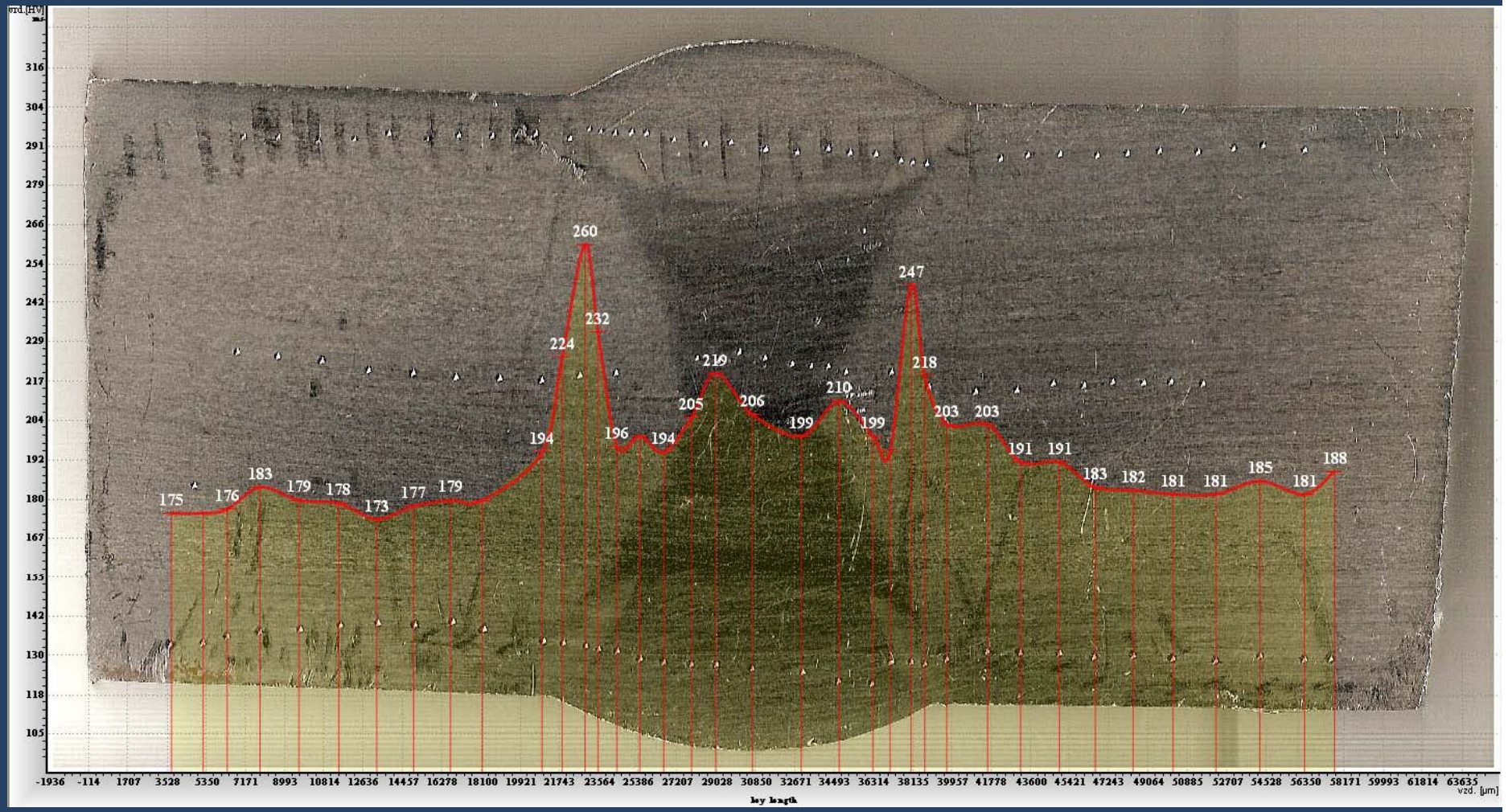
© Vl. Ochodek 1/2011

Mikrostruktura TOO

	Bez tepelného zpracování	Žíháno (650°C / 2 hod)
Bez předehřevu	 Snímek 899 (200x), BezTp, bez Tz	 Snímek 921(x200),bez Tp, +Tz
Předehřev 150°C	 Snímek 912 (200x), Tp=150°C, bez Tz	 Snímek 931 (x200), Tp150°C, +Tz

© Vl. Ochodek 1/2011

Zkouška tvrdosti

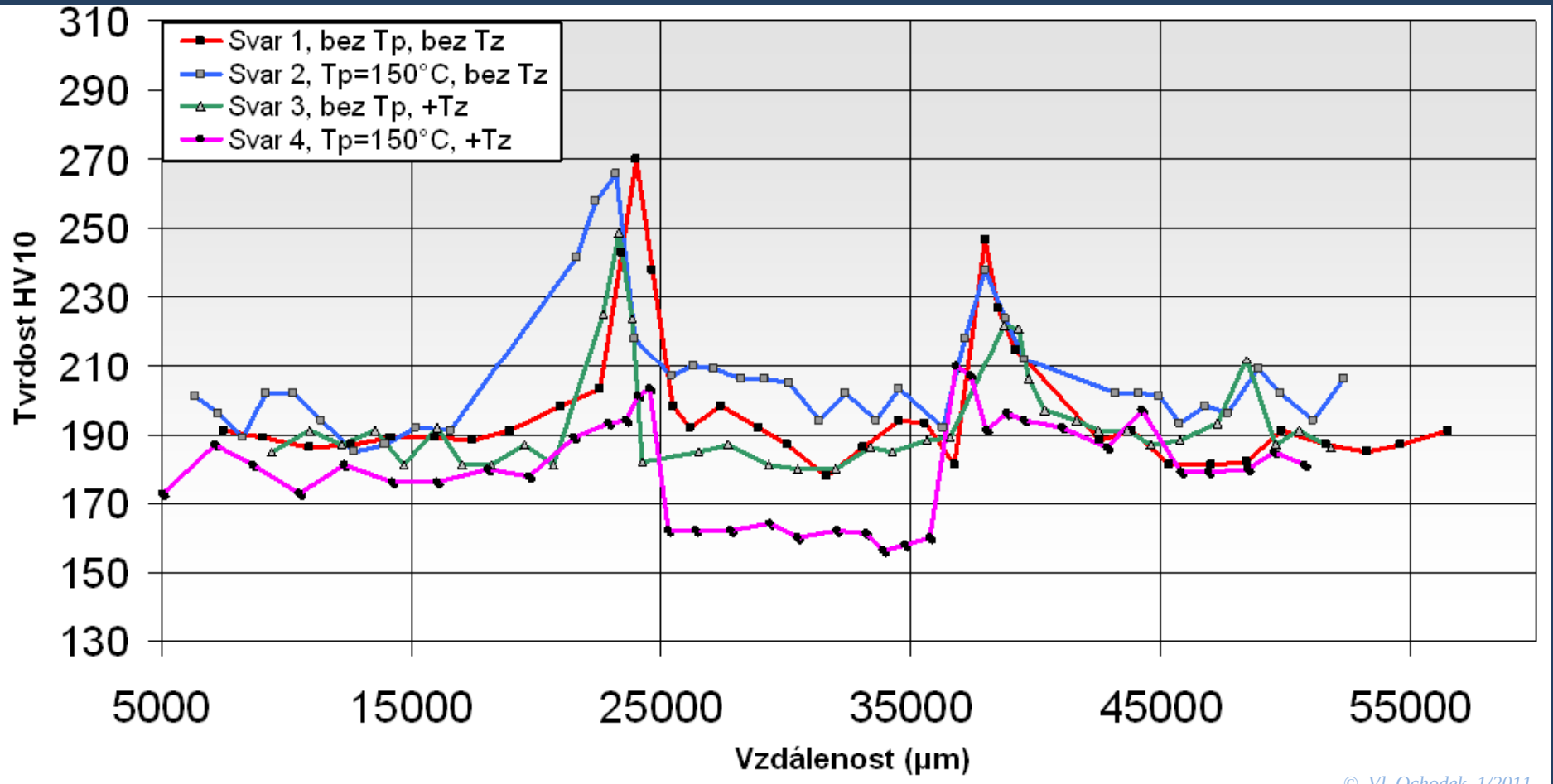


© Vl. Ochodek 1/2011

Zkouška tvrdosti

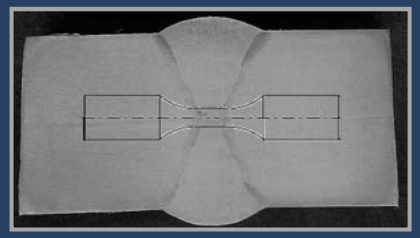
ČSN EN ISO 15614-1

- tepelně nezpracované oceli HV10 ≤ 380
- tepelně zpracované HV10 ≤ 350

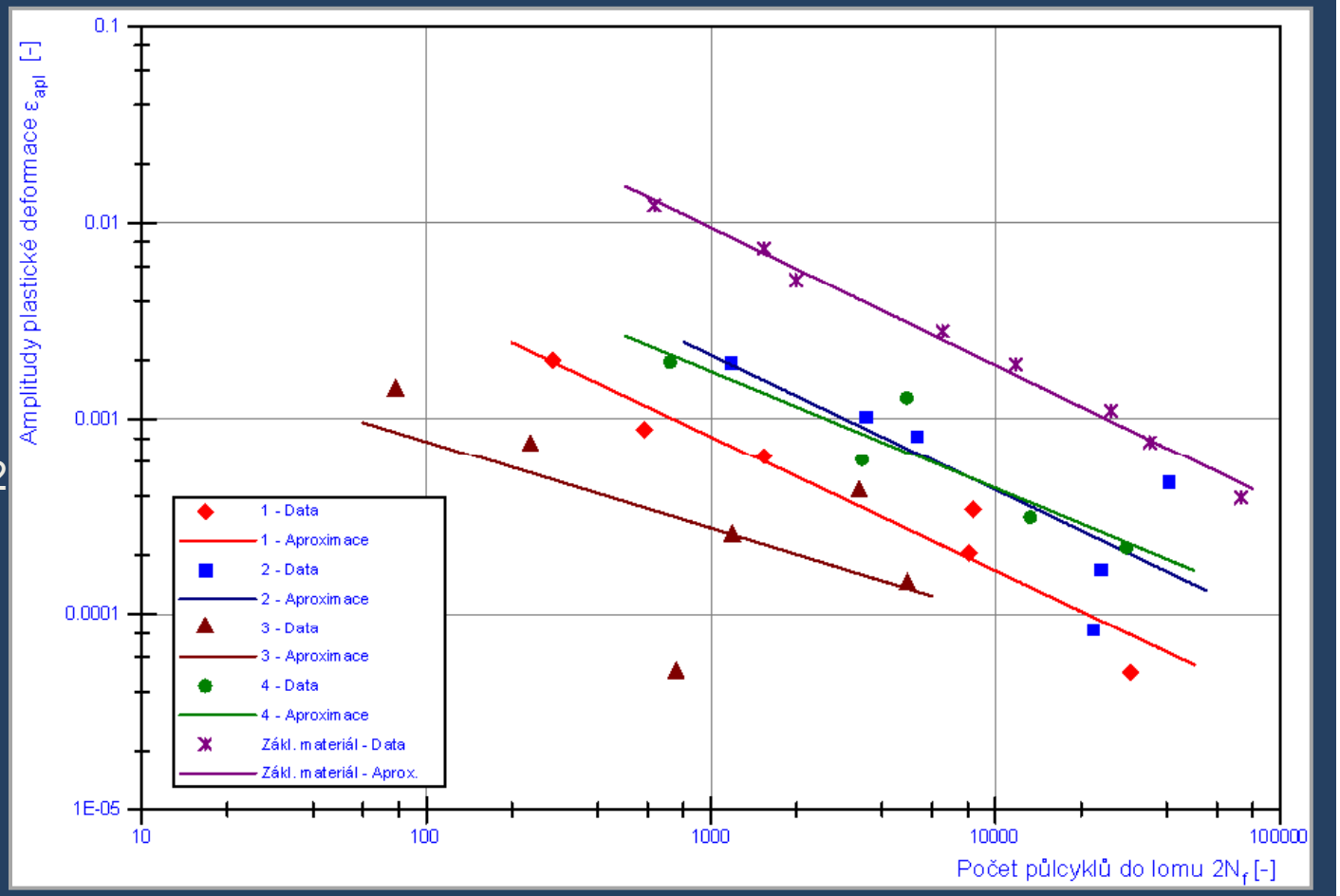


© Vl. Ochodek 1/2011

Křivky životnosti, Manson – Coffinův model



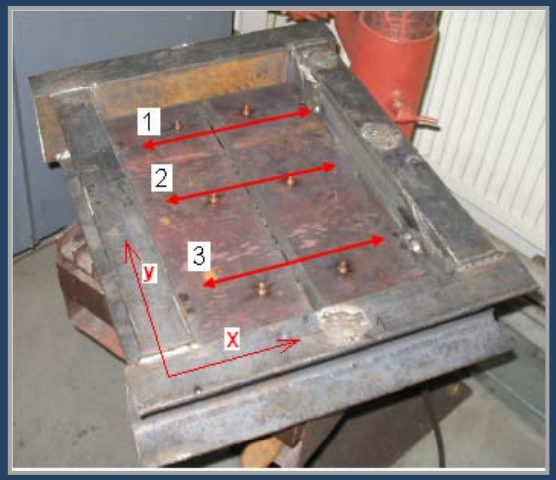
- Nf_{max} = 20 306 - sada č.2 (**Tp150°C**, bez Tz)
- Nf_{min} = 139 - sada č.1 (**bez Tp**, bez Tz)

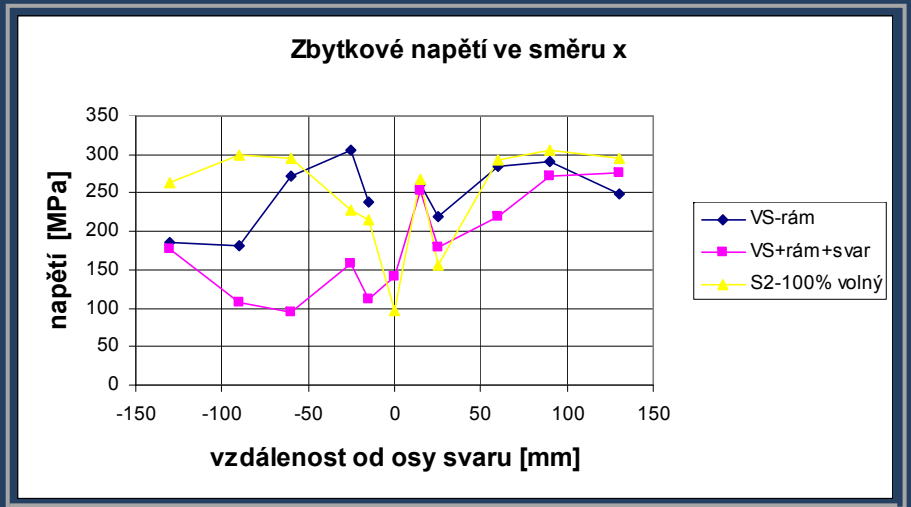


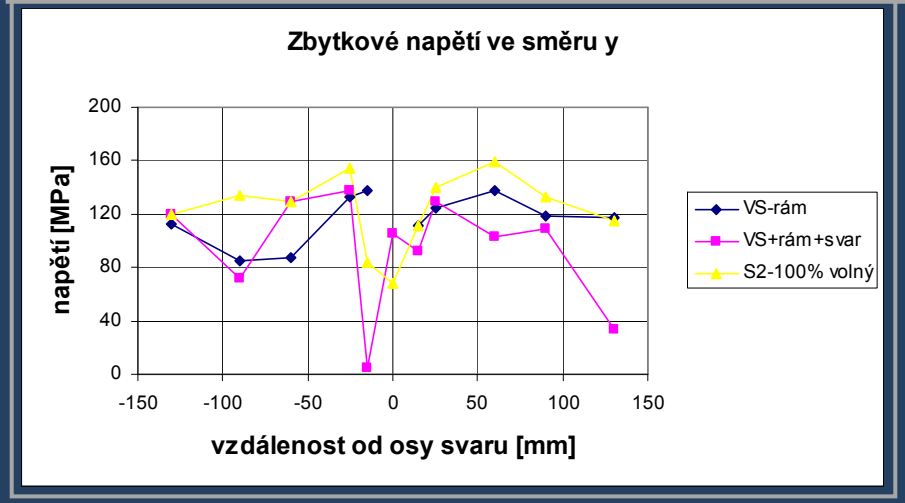
č.1- svařování GMAW-135, bez předehřevu, bez TZ
č.2- svařování GMAW-135, s předehřevem 150 °C, bez TZ
č.3- svařování GMAW-135, bez předehřevu a s následným žíhání na snížení napětí (650°C/2h pec),
č.4- svařování GMAW-135, s předehřevem 150 °C a s následným žíhání na snížení napětí (650°C/2h pec),
č.5- základní materiál

© Vl. Ochodek 1/2011

Zbytkové napětí



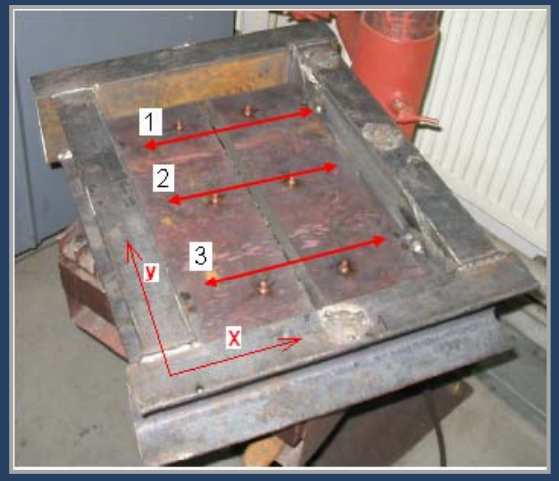


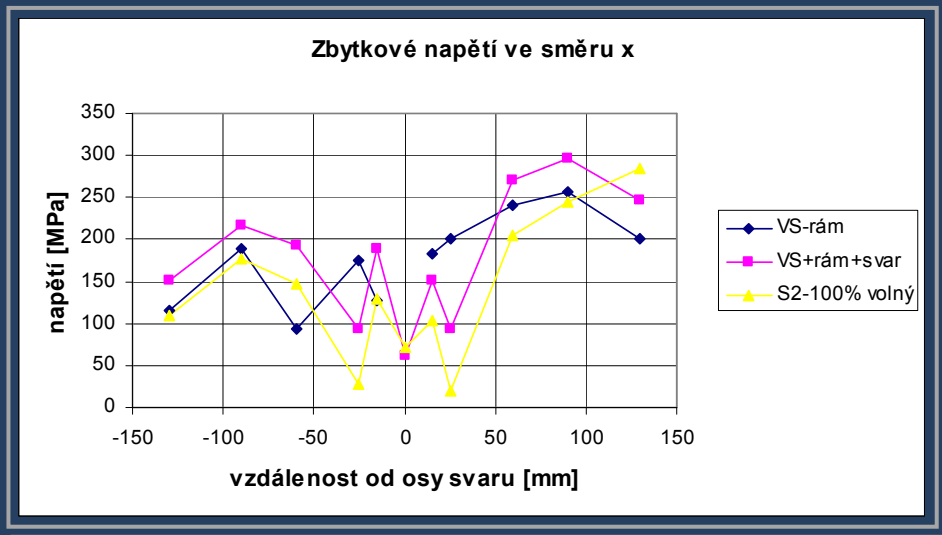


Průběh zbytkových napětí ve směru x a y u desky bez TP ve směru 1.

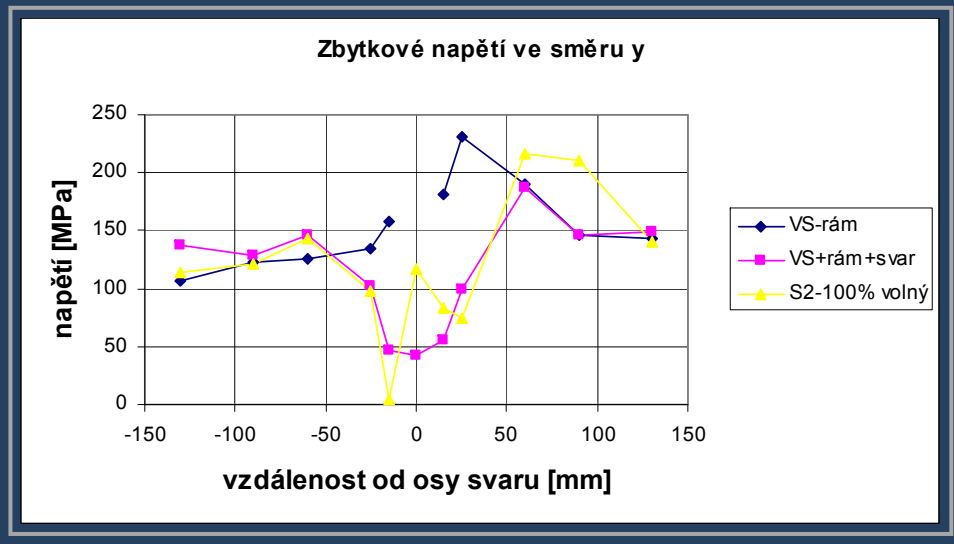
© Vl. Ochodek 1/2011

Zbytkové napětí





Pokles o 30-40%



Průběh zbytkových napětí ve směru x a y u desky s TP ve směru 1 .

© Vl. Ochodek 1/2011

Praktické aplikace

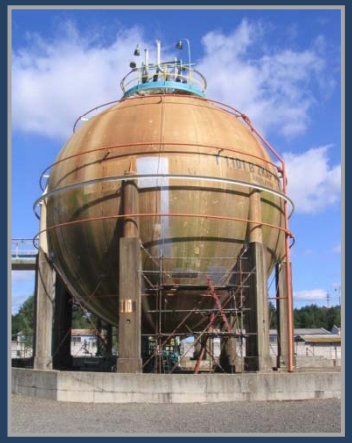
Oprava kulového zásobníku S355J2G3 (11523) MMAW-111 s=30mm

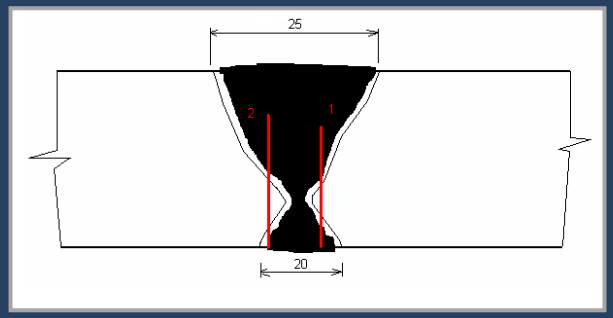
technika ½ housenky

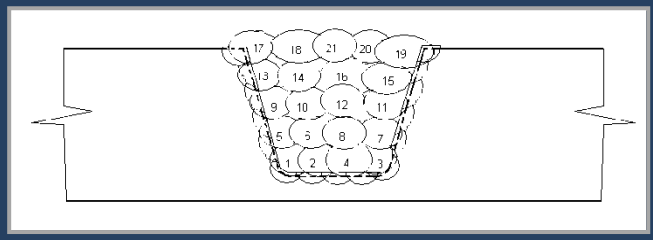
© Vl. Ochodek 1/2011

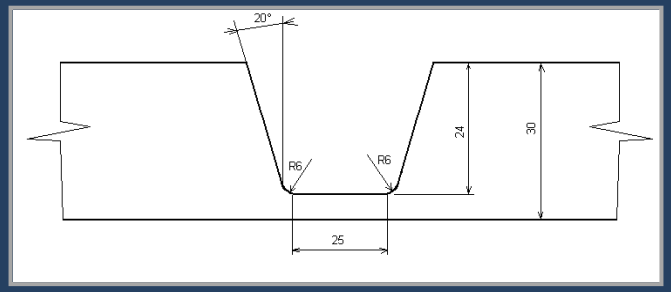
Praktické aplikace

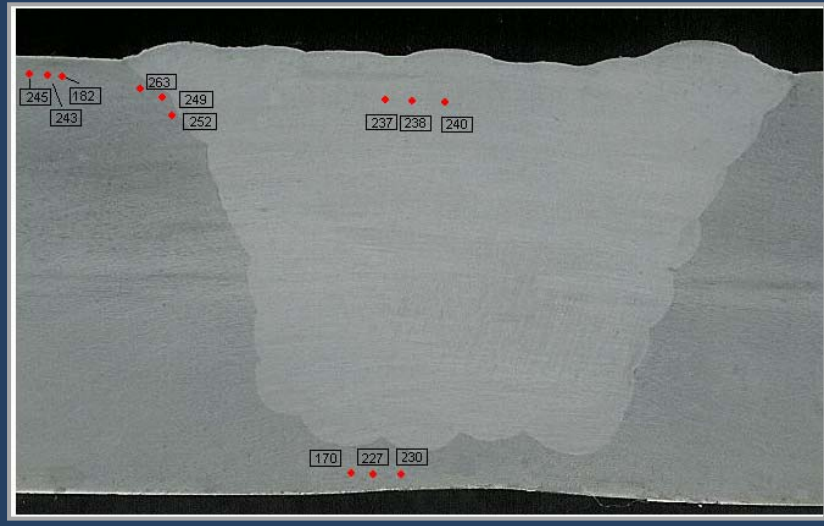
Oprava kulového zásobníků -

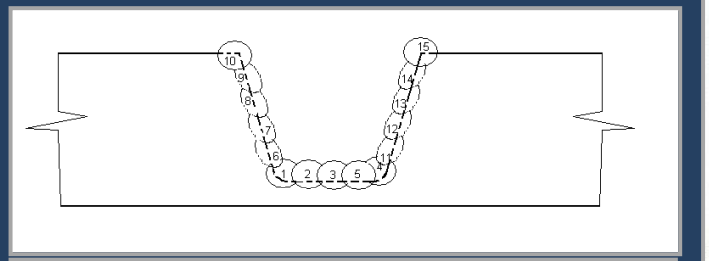


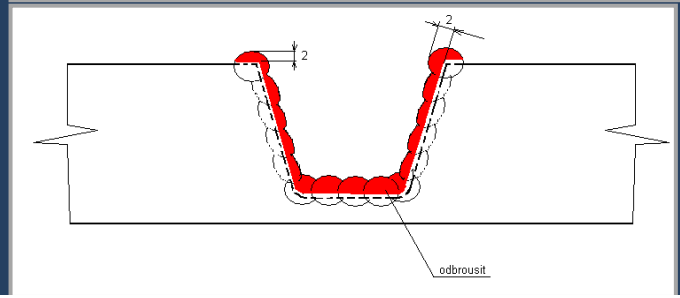






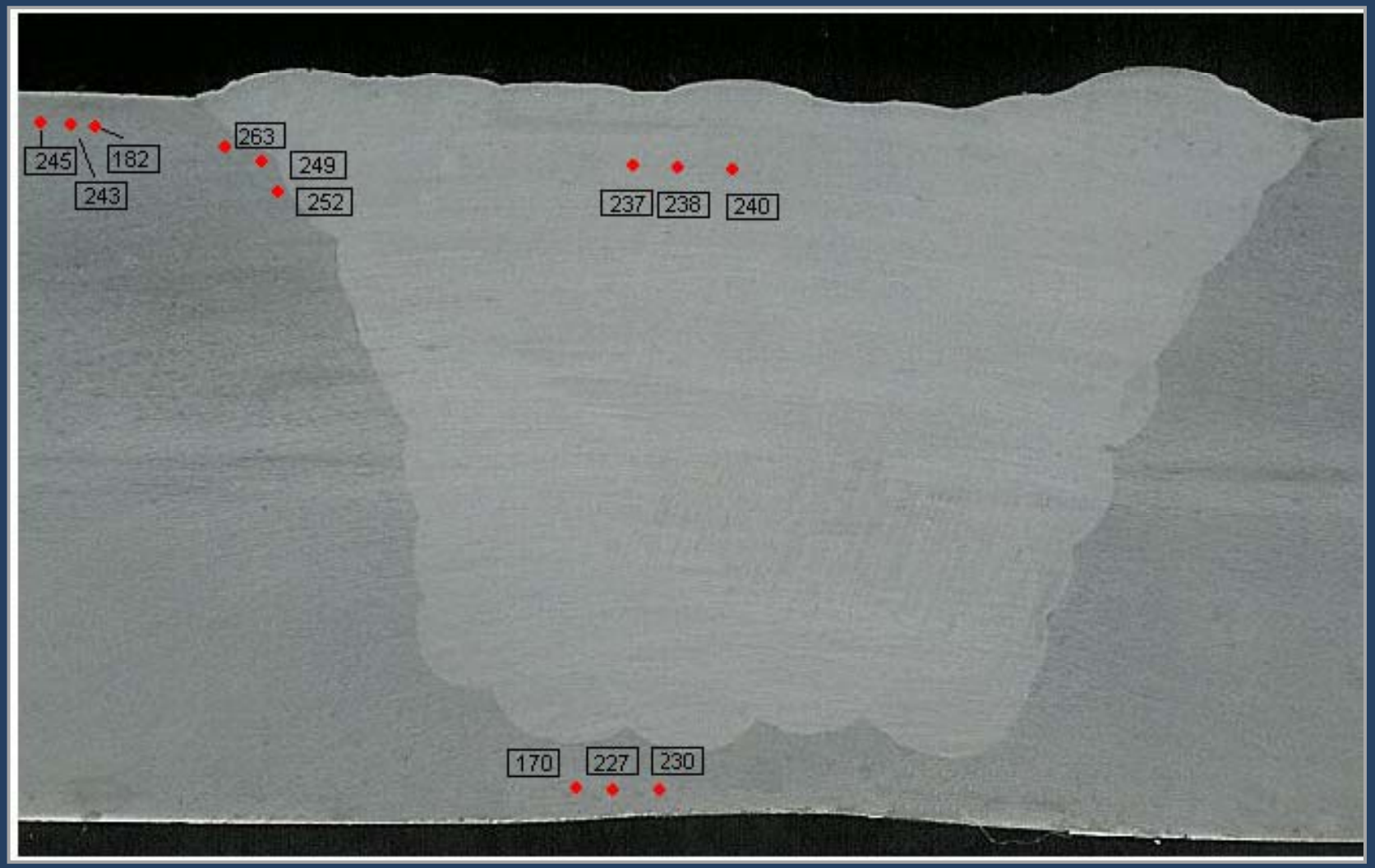






© Vl. Ochodek 1/2011

HVmax. ve svarovém spoji



© Vl. Ochodek 1/2011

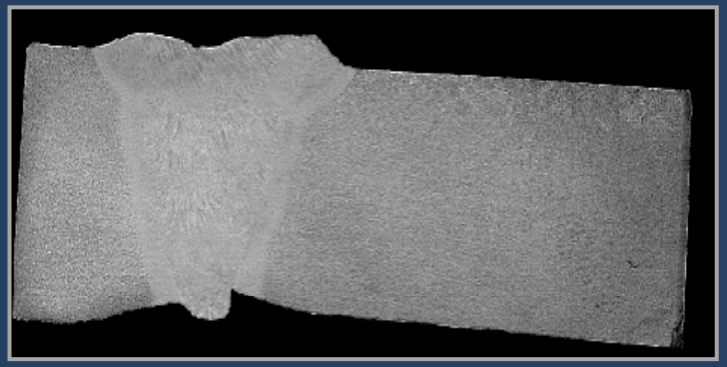
Oprava parovodu

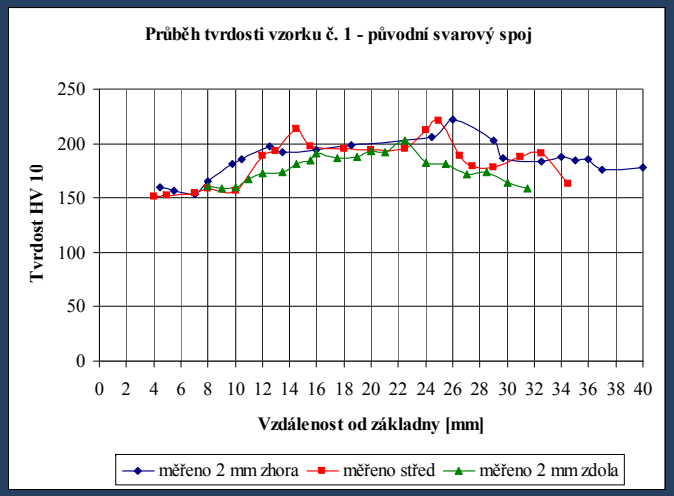
technika ½ housenky

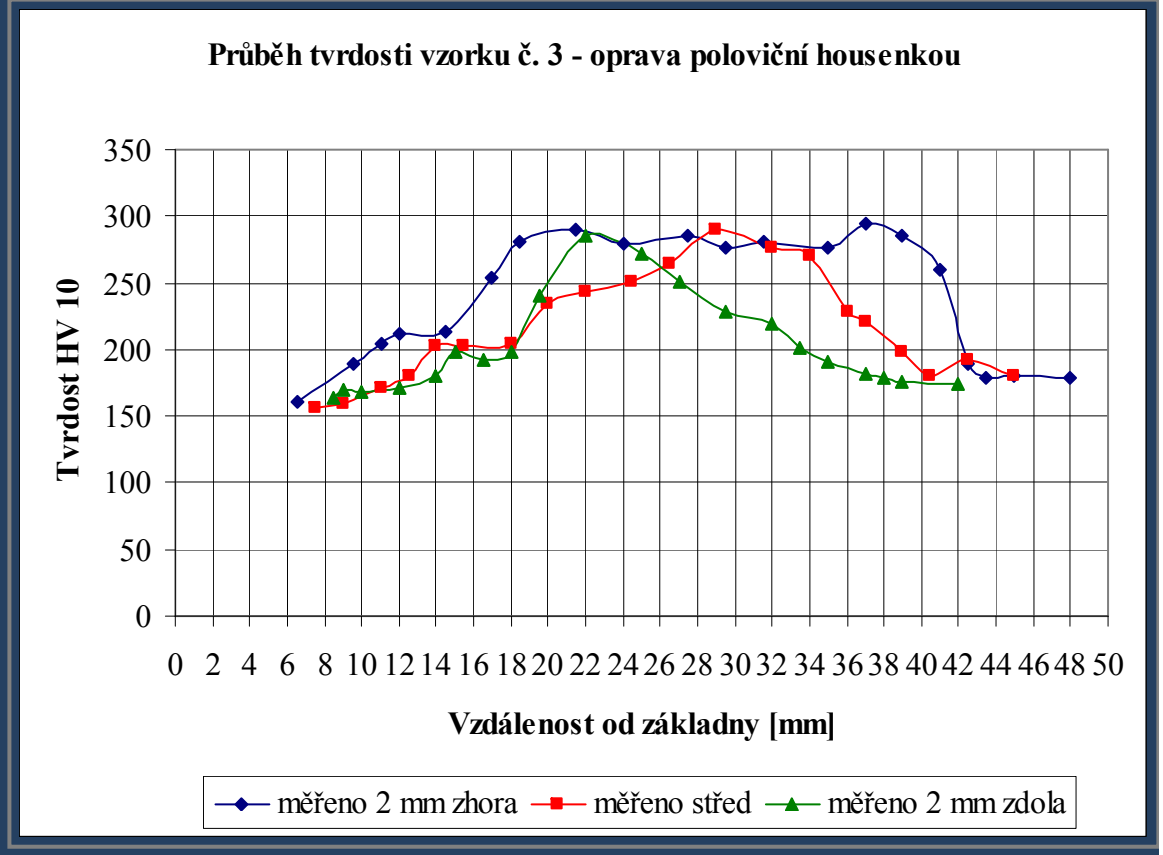
© Vl. Ochodek 1/2011

Praktické aplikace

Oprava parovodu- materiál 15 121, Tp=200°C, Interpass=250°C bez TZ



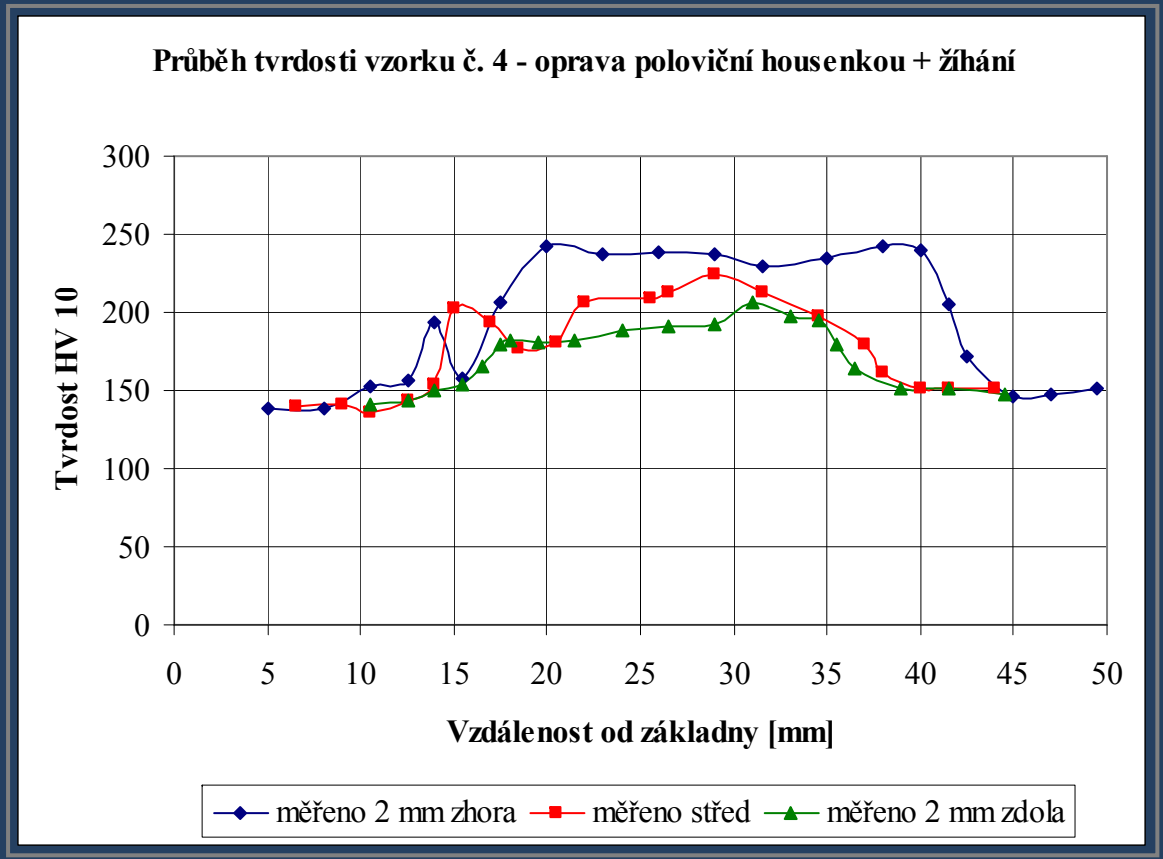




© Vl. Ochodek 1/2011

Praktické aplikace

Oprava parovodu- materiál 15 121, Tp=200°C, Interpass=250°C + TZ



© Vl. Ochodek 1/2011

Závěr

Děkuji za pozornost.

Dotazy ?

Kontakt :

vladislav.ochodek@vsb.cz

Poděkování : studentům, kolegům, kteří se podíleli na výzkumných pracích
Ing. J.Fizek, Ing.M. Špitt, Ing. P. Klimek, Ing. R.Sztefek a další.

© Vl. Ochodek 1/2011

Vliv teplotního režimu svařování na vlastnosti svarových spojů - II

- Stanovení a optimalizace TP výpočtem
- Stanovení skutečné hodnoty Q pro obloukové technologie svařování
- Vliv TZ na vybrané vlastnosti svarových spojů

Vladislav OCHODEK
VŠB TU Ostrava
Katedra mechanické technologie- ústav svařování

© Vl. Ochodek 1/2011