

MECHANICKÉ A NĚKTERÉ DALŠÍ CHARAKTERISTIKY PLECHŮ Z OCELI ATMOFIX B (15127, S355W) VE STAVU NORMALIZAČNĚ VÁLCOVANĚM

Miroslav Liška, Ondřej Žáček
MMV s.r.o.

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Patinující ocele a jejich vývoj

- Oceli se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi; schopny tvořit za vhodných atmosférických podmínek postupně na svém povrchu vrstvu rzi, která významně zpomaluje rychlost koroze
- Patina – pevná a přilnavá vrstva korozních produktů; vyšší kompaktnost a nižší poréznost ve srovnání s běžnou korozní vrstvou
- Vrstva patiny se vyvíjí postupně a ustálených vlastností dosahuje cca po 3 až 5 letech
- Patentovány 1933 v USA – obchodní označení Corten
- 1968 v ČSSR vyvinuty oceli s označením Atmofix:
 - Atmofix A (15 217 dle ČSN 41 5217)
 - Atmofix B (15 127 dle ČSN 41 5127)
- Aktuální označení dle ČSN EN 10025-5: S235W(P)
S355W(P)
- Využití pro nosné ocelové konstrukce i architektonické aplikace; zejména silniční a železniční mosty

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Chemické složení a mechanické vlastnosti patinujících ocelí

Označení	Pozn.	Obsah jednotlivých prvků v oceli [hm. %]										
		C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Cu	V	Al	Nb
Cor-Ten A	min. max.	0,09	0,35	0,3	0,061	0,005	0,27	0,48	0,28		0,037	
Cor-Ten B	min. max.		0,80 1,25	0,30 0,65	0,04	0,05	0,40	0,40 0,65	0,25 0,40	0,02 0,10		
Atmofix A (15 217)	min. max.	0,10 0,17	0,90 1,20	0,20 0,45	0,040	0,040	0,30 0,60	0,40 0,60	0,30 0,55	0,02 0,06	0,02	0,02 0,06
Atmofix B (15 127)	min. max.		0,30 1,00	0,25 0,75	0,06 0,15	0,040	0,30 0,60	0,50 1,25	0,30 0,55		0,01	
S355W(P)	min. max.				0,06 0,12		0,30 0,65	0,25 1,25	0,02 0,55	0,02 0,12	0,020	0,015 0,060
S235W(P)	min. max.		0,2 0,13	0,75 0,6	0,15 0,035	0,030	0,65	0,40 0,60	0,25 0,55	0,02 0,12	0,020	0,015 0,060

Označení	Mechanické vlastnosti		
	Minimální mez kluzu R_{eH} [Mpa]	Pevnost v tahu R_m [Mpa]	Minimální tažnost A [%]
S355W(P)	345	470+630	20
S235W(P)	225	360+510	24

Mechanické vlastnosti pro:

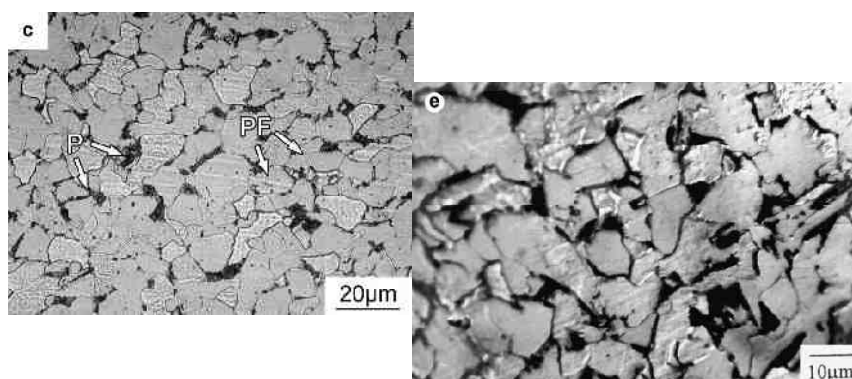
Plechý jmenovité tloušťky do 40mm

Hodnoty tažnosti pro příčná zkušební tělesa

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mikrostruktura patinujících ocelí

- Feriticko-perlitická mikrostruktura patinující oceli S355J2W

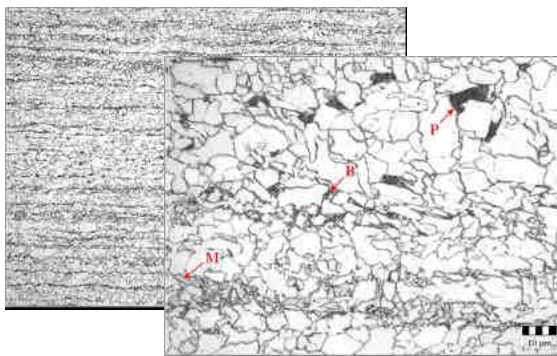


Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Světové trendy ve vývoji patinujících ocelí

- Patinující oceli s vysokým obsahem Ni (až 3% hm. Ni)

Obsah prvku [hm. %]	Patinující – Nippon
C	0,07
Mn	0,85
Si	0,16
P	0,008
S	0,003
Cu	0,33
Ni	2,92
Cr	0,014
Mo	0,004
V	< 0,003
Ti	0,009
Nb	0,012
Co	< 0,003
Al _{legovaný}	0,030
N	0,005

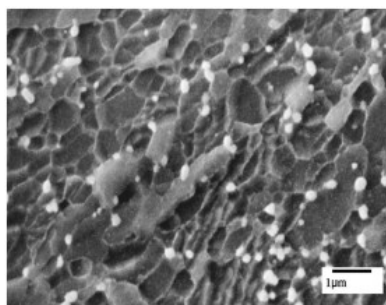


- feritická matrice s velmi malým podílem perlitických polygonálních zrn, jemným bainitickým síťovím po hranicích zrn a jemnými zrny základné fáze – martenzitu.

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Světové trendy ve vývoji patinujících ocelí

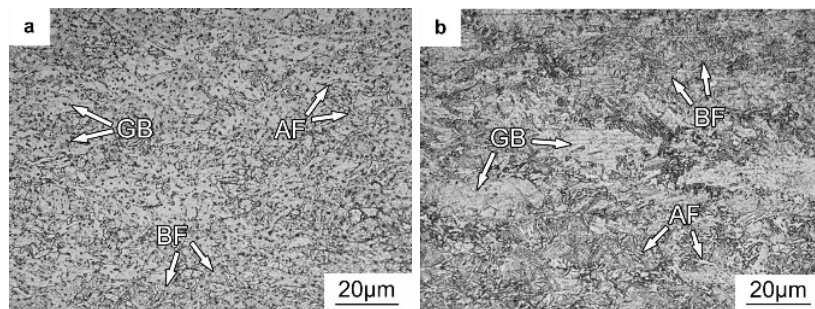
- Mikrolegované termomechanicky válcované patinující oceli



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Světové trendy ve vývoji patinujících ocelí

- Bainitické (Feriticko-bainitické) patinující oceli



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Experimentální (poloprovozní) tavby patinujících ocelí

- 3 poloprovozní tavby; odlity při teplotě cca 1620°C do ingotu 15-HE (hmotnost ingotu cca 1650kg)

Obsah prvku [hm. %]	Označení tavby		
	Mikrolegovaná	Si + Al	Bainitická
C	0,05	0,08	0,05
Mn	0,9	1,2	1,9
Si	0,5	0,7	0,3
P	0,03	0,01	0,01
S	0,005	0,005	0,005
Ni	0,01	0,01	0,2
Cr	0,55	0,2	0,4
Mo	0,005	0,005	0,05
Cu	0,3	0,3	0,3
V	0,005	0,005	0,008
Ti	0,019	0,019	0,019
Nb	0,05	0,05	0,05
Al	0,05	0,7	0,05
B	0,0003	-	0,003
CEV [%]	0,333	0,343	0,492
CRI [-]	6,735	6,270	6,218

- Ingoty válcovány na bramy a následně na pásnice tl. 10mm, 20mm a 35 mm (doválcovací teploty 890°C, 860°C a 850°C)

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozních taveb patinujících ocelí ve stavu po normalizačním válcování

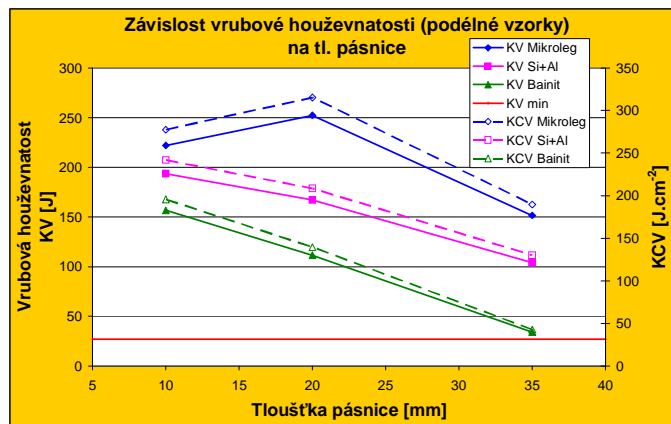
- Mechanické vlastnosti stanoveny tahovými zkouškami na plochých vzorcích z plné tloušťky pásnic



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozních taveb patinujících ocelí ve stavu po normalizačním válcování

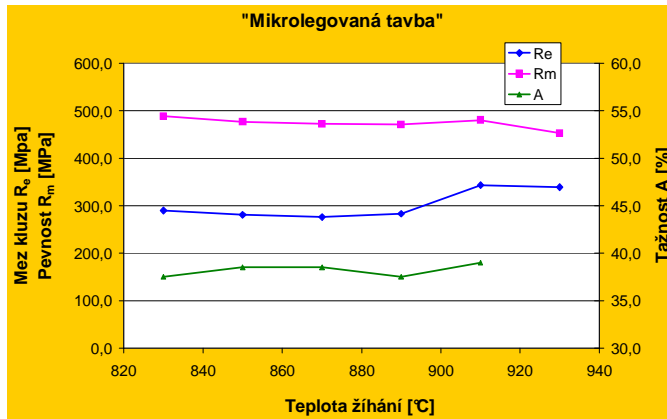
- Hodnoty nárazové práce KV v [J] při teplotě zkoušení 20°C



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozních taveb patinujících ocelí ve stavu po žihání

- Mechanické vlastnosti vzorků z pásnic tl. 20mm z "mikrolegované" tavby

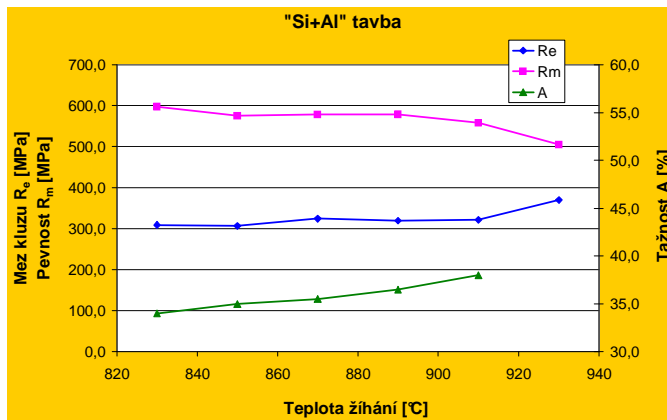


Dle ČSN EN 10025-5 pro plechy z materiálu S355 do tl. 40mm:
 $R_{emin} = 345\text{MPa}$
 $R_m = 470\div 630\text{MPa}$
 $A_5 = 20\%$

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozních taveb patinujících ocelí ve stavu po žihání

- Mechanické vlastnosti vzorků z pásnic tl. 20mm z "Si+Al" tavby

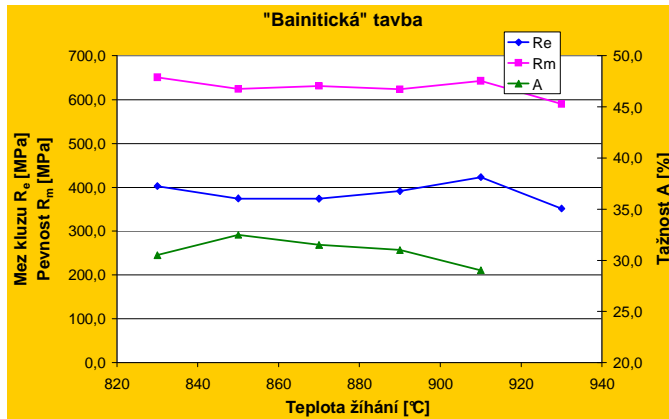


Dle ČSN EN 10025-5 pro plechy z materiálu S355 do tl. 40mm:
 $R_{emin} = 345\text{MPa}$
 $R_m = 470\div 630\text{MPa}$
 $A_5 = 20\%$

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozních taveb patinujících ocelí ve stavu po žíhání

- Mechanické vlastnosti vzorků z pásnic tl. 20mm z "bainitické" tavby

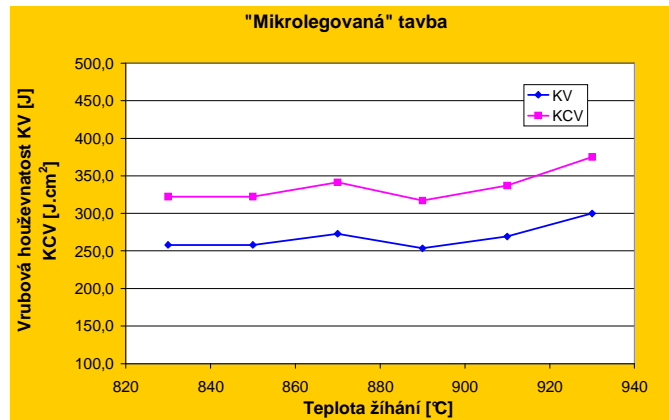


Dle ČSN EN 10025-5 pro plechy z materiálu S355 do tl. 40mm:
 $R_{emin} = 345\text{MPa}$
 $R_m = 470\div 630\text{MPa}$
 $A_5 = 20\%$

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozních taveb patinujících ocelí ve stavu po žíhání

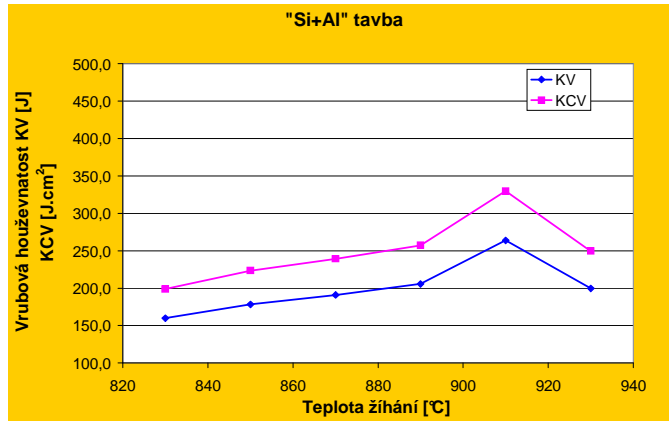
- Hodnoty nárazové práce KV v [J] vzorků z pásnic tl. 20mm z "mikrolegované" tavby při teplotě zkoušení 20°C



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozních taveb patinujících ocelí ve stavu po žíhání

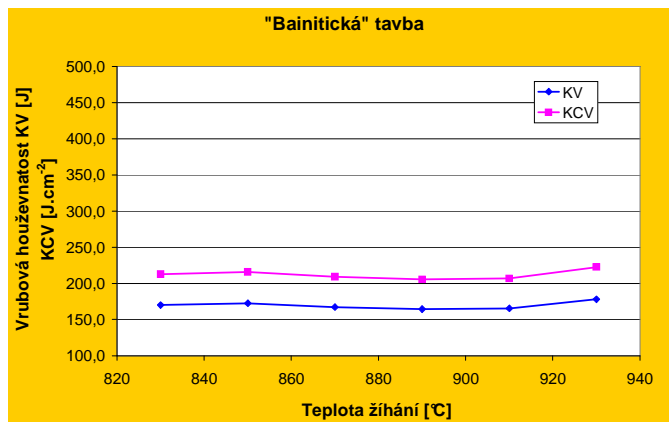
- Hodnoty nárazové práce KV v [J] vzorků z pásnic tl. 20mm z "Si+Al" tavby při teplotě zkoušení 20°C



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozních taveb patinujících ocelí ve stavu po žíhání

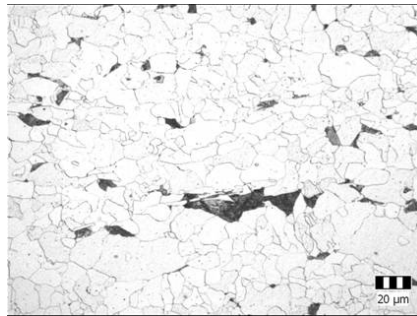
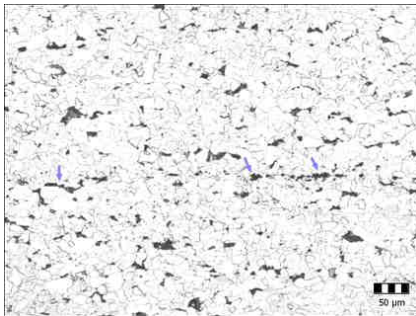
- Hodnoty nárazové práce KV v [J] vzorků z pásnic tl. 20mm z "bainitická" tavby při teplotě zkoušení 20°C



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mikrostruktura poloprovozních taveb patinujících ocelí

- Feriticko-perlitická mikrostruktura „Mikrolegované“ poloprovozní tavby (vzorky z pásnice tl. 20mm, snímky z ½ tloušťky pásnice)

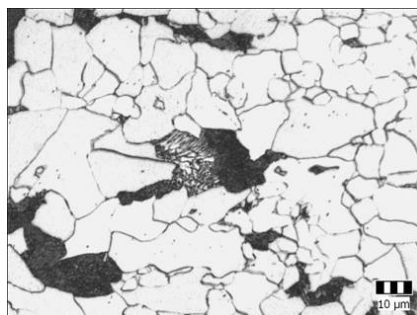
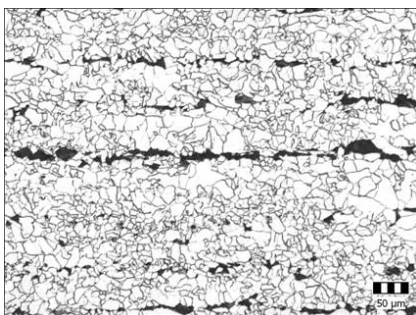


- Složení mikrostruktury: 96,2% Ferit/ 3,8% Perlit (stanoveno bodovou metodou na přístroji ELTINOR 1000)

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mikrostruktura poloprovozních taveb patinujících ocelí

- Feriticko-perlitická mikrostruktura „Si+Al“ poloprovozní tavby (vzorky z pásnice tl. 20mm, snímky z ½ tloušťky pásnice)

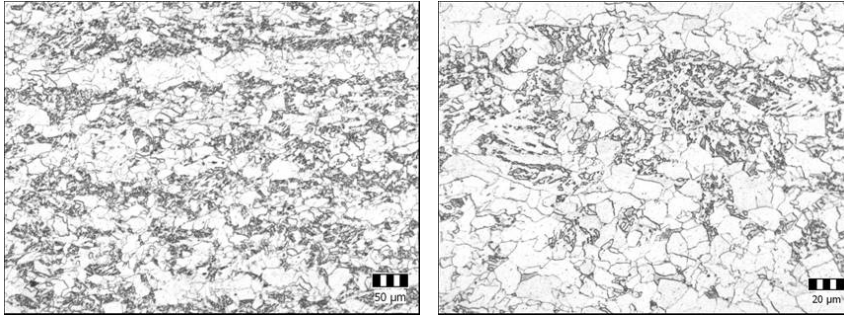


- Složení mikrostruktury: 95,1% Ferit/ 4,9% Perlit (stanoveno bodovou metodou na přístroji ELTINOR 1000)

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mikrostruktura poloprovozních taveb patinujících ocelí

- Feriticko-bainitická mikrostruktura „Bainitické“ poloprovozní tavby (vzorky z pásnice tl. 20mm, snímky z 1/2 tloušťky pásnice)

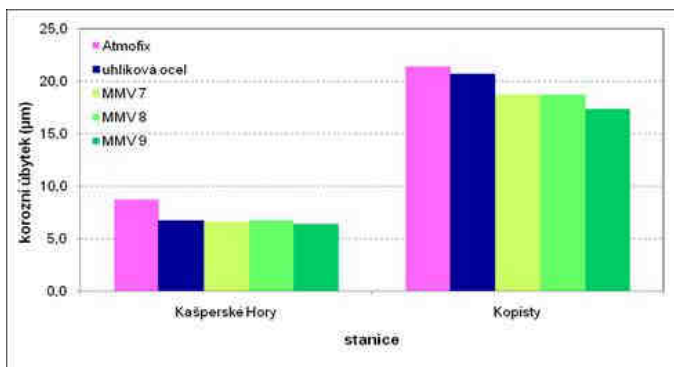


- Složení mikrostruktury: 59,3% Ferit/ 40,7% Bainit (stanoveno bodovou metodou na přístroji ELTINOR 1000)

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Atmosférické korozní zkoušky poloprovozních taveb patinujících ocelí

- Porovnání ročních korozních úbytků různých typů patinujících ocelí

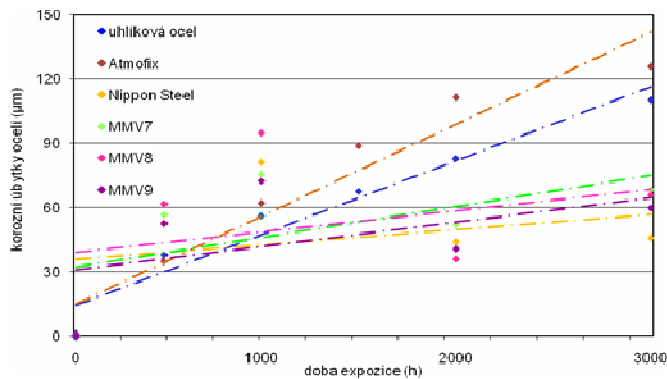


MMV7 – „Mikrolegovaná“ poloprovozní tavba
 MMV8 – „Si+Al“ poloprovozní tavba
 MMV9 – „Bainitická“ poloprovozní tavba

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Urychlené korozní zkoušky poloprovozních taveb patinujících ocelí

- Porovnání korozních úbytků různých typů patinujících ocelí při urychlené cyklické ponorové zkoušce CHRL



MMV7 – „Mikrolegovaná“ poloprovozní tavba
 MMV8 – „Si+Al“ poloprovozní tavba
 MMV9 – „Bainitická“ poloprovozní tavba

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Experimentální (poloprovozní) tavby patinujících ocelí T4 a T5

- 2 poloprovozní tavby odlity při teplotě cca 1620°C do ingotu 15-HE (hmotnost ingotu cca 1250kg)

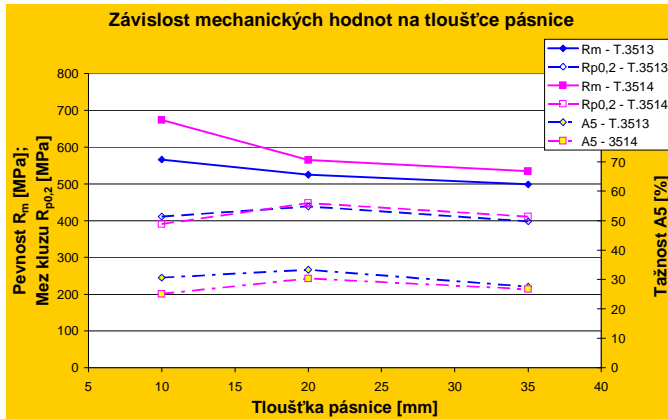
Obsah prvku [hm. %]	Označení tavby			
	3513 T4	3514 T5	3417 Mikroleg	3418 Si+Al
C	0,05	0,07	0,05	0,08
Mn	1,16	1,40	0,90	1,20
Si	0,72	0,54	0,51	0,68
P	0,017	0,015	0,027	0,017
S	0,003	0,004	0,004	0,005
Ni	0,05	0,03	0,06	0,05
Cr	0,45	0,62	0,55	0,21
Mo	0,01	0,01	0,009	0,005
Cu	0,36	0,36	0,30	0,32
V	0,11	0,06	0,005	0,005
Ti	0,028	0,025	0,020	0,025
Nb	0,035	0,032	0,050	0,055
Al	0,035	0,037	0,039	0,797
N	0,013	0,012	0,012	0,012
CEV [%]	0,385	0,461	0,332	0,355
CRI [-]	7,00	6,88	6,77	6,53

- Ingoty válcovány na bramy a následně na pásnice tl. 10mm, 20mm a 35 mm (doválcovací teploty 860°C, 830°C a 860°C)

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozních taveb patinujících ocelí 3513 a 3514 ve stavu po normalizačním válcování

- Mechanické vlastnosti stanoveny tahovými zkouškami na plochých vzorcích z plné tloušťky pásnic

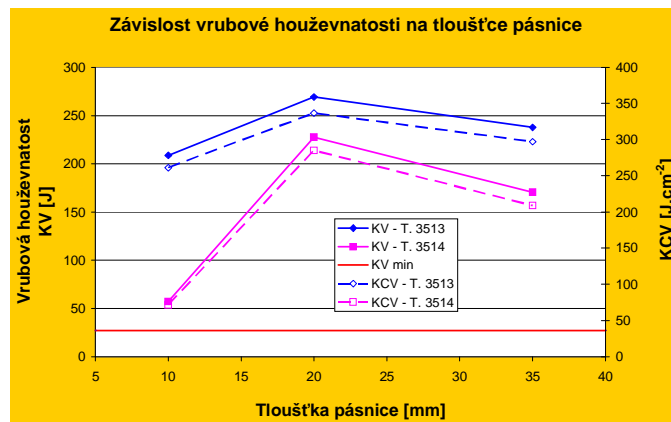


Dle ČSN EN 10025-5 pro plechy z materiálu S355 do tl. 40mm:
 $R_{emin} = 345\text{MPa}$
 $R_m = 470\div 630\text{MPa}$
 $A_5 = 20\%$

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozních taveb patinujících ocelí 3513 a 3514 ve stavu po normalizačním válcování

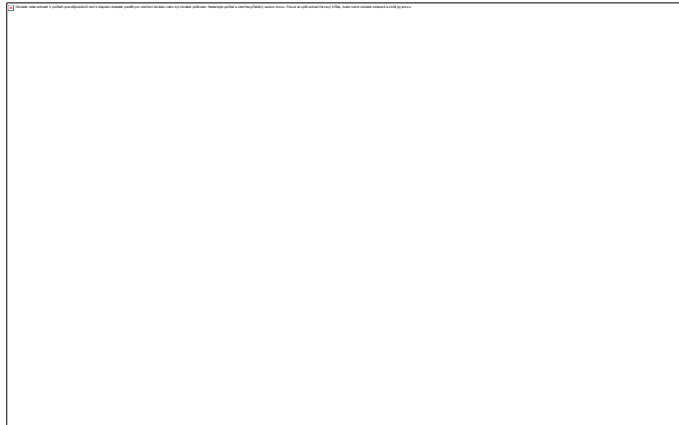
- Hodnoty nárazové práce KV v [J] při teplotě zkoušení 20°C



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozní tavby patinující oceli 3513 ve stavu po žíhání

- Mechanické vlastnosti pásnic tl. 20mm

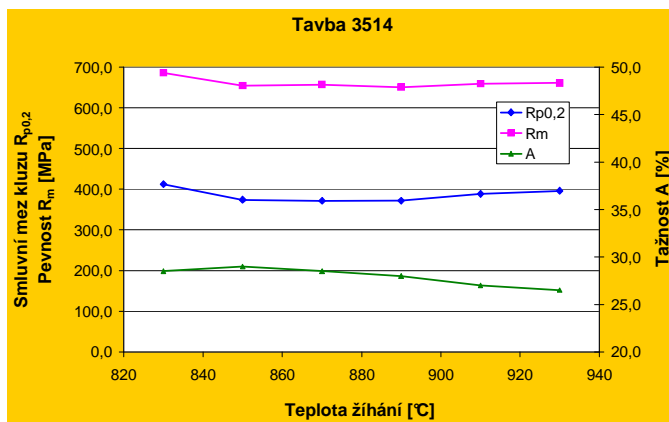


Dle ČSN EN 10025-5 pro plechy z materiálu S355 do tl. 40mm:
 $R_{emin} = 345\text{MPa}$
 $R_m = 470\div 630\text{MPa}$
 $A5 = 20\%$

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozní tavby patinující oceli 3514 ve stavu po žíhání

- Mechanické vlastnosti vzorků z pásnic vzorků z tl. 20mm

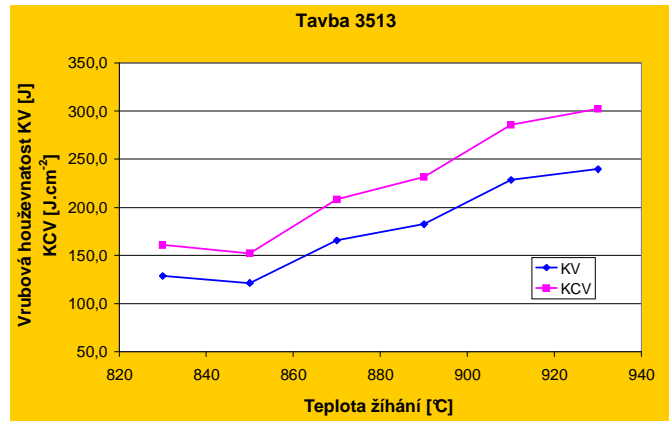


Dle ČSN EN 10025-5 pro plechy z materiálu S355 do tl. 40mm:
 $R_{emin} = 345\text{MPa}$
 $R_m = 470\div 630\text{MPa}$
 $A5 = 20\%$

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozní tavby patinující oceli 3513 ve stavu po žíhání

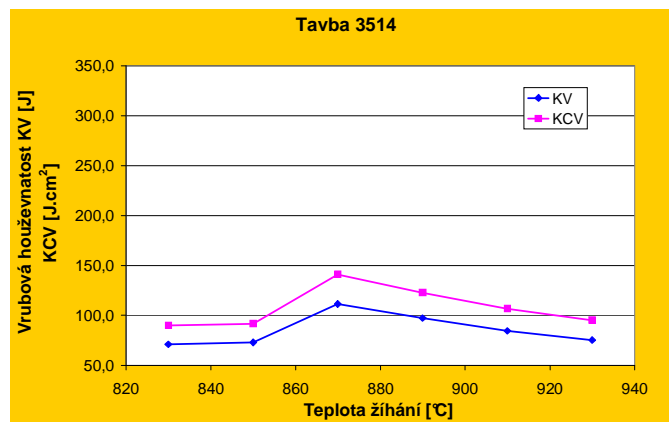
- Hodnoty nárazové práce KV v [J] vzorků z pásnic tl. 20mm z tavby 3513 při teplotě zkoušení 20°C



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozní tavby patinující oceli 3514 ve stavu po žíhání

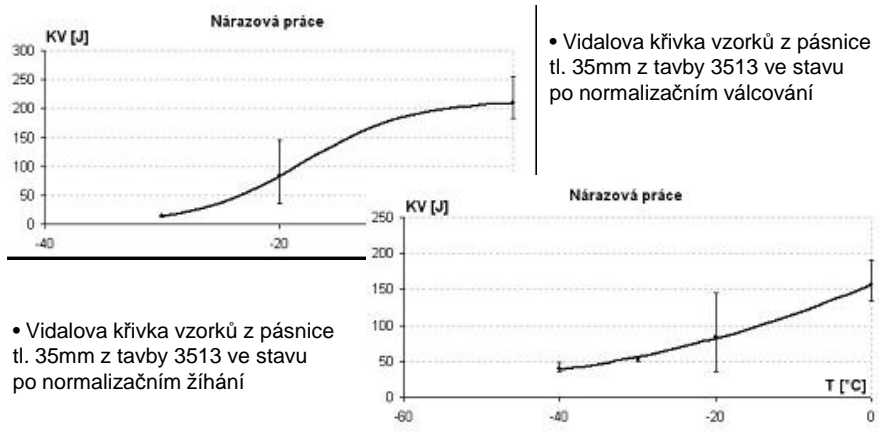
- Hodnoty nárazové práce KV v [J] vzorků z pásnic tl. 20mm z tavby 3514 při teplotě zkoušení 20°C



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozní tavby patinující oceli 3513

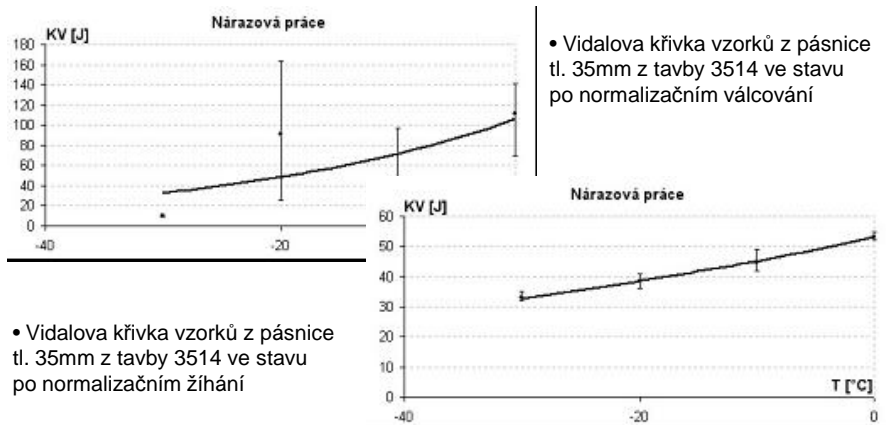
- Hodnoty nárazové práce KV v [J] vzorků z pásnic tl. 35mm z tavby 3513 při snížených teplotách zkoušení



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozní tavby patinující oceli 3514

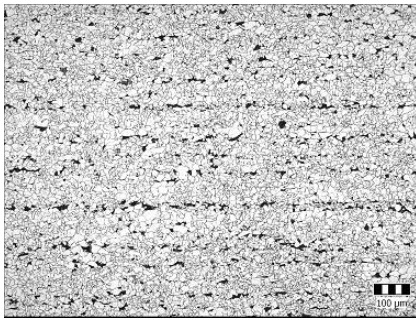
- Hodnoty nárazové práce KV v [J] vzorků z pásnic tl. 35mm z tavby 3514 při snížených teplotách zkoušení



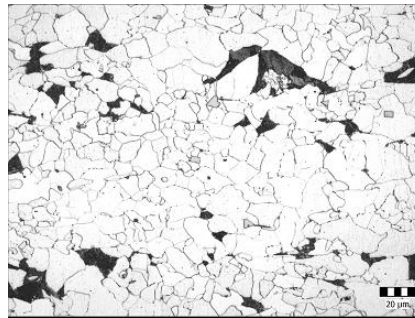
Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mikrostruktura poloprovozní tavby patinující oceli 3513

- Feriticko-perlitická mikrostruktura poloprovozní tavby 3513 (vzorky z pásnice tl. 20mm, snímky z ½ tloušťky pásnice)



Zvětšení 100x



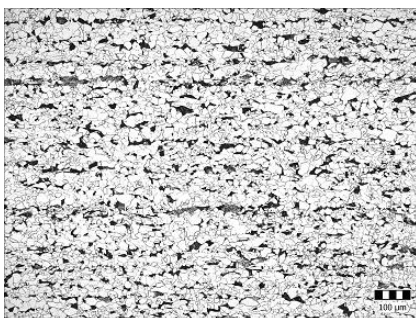
Zvětšení 500x

- Složení mikrostruktury: 94,8% Ferit/ 5,2% Perlit (stanoveno bodovou metodou na přístroji ELTINOR 1000)

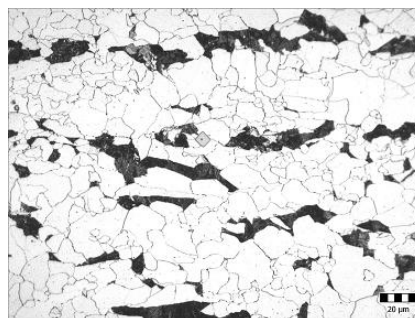
Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mikrostruktura poloprovozní tavby patinující oceli 3514

- Feriticko-perlitická mikrostruktura poloprovozní tavby 3514 (vzorky z pásnice tl. 20mm, snímky z ½ tloušťky pásnice)



Zvětšení 100x



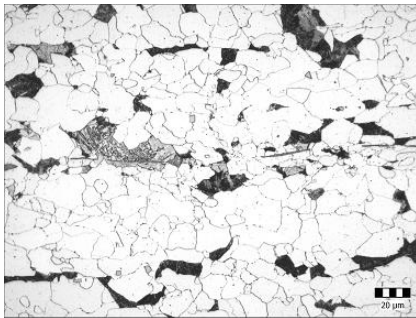
Zvětšení 500x

- Složení mikrostruktury: 89,2% Ferit/ 10,0% Perlit/ 0,8% Zákálná složka (stanoveno bodovou metodou na přístroji ELTINOR 1000)

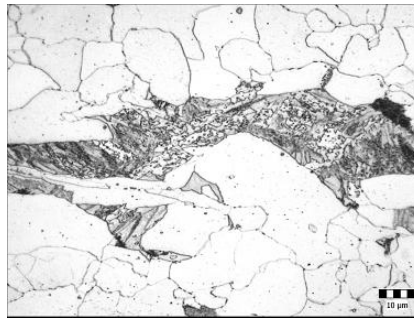
Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mikrostruktura poloprovozní tavby patinující oceli 3514

- Detail feriticko-perlitická mikrostruktura poloprovozní tavby 3514 se základnou složkou (Martenzit + Bainit)



Zvětšení 500x



Zvětšení 1000x

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Provozní tavby patinující oceli v EVS

- EVS provozní tavba 16080

Obsah prvku [hm. %]	Označení tavby					
	16080 Provozní EVS	3513 T4	3514 T5	3417 Mikroleg.	3418 Si+Al	3519 Bainit
C	0,102	0,05	0,07	0,05	0,08	0,06
Mn	1,41	1,16	1,40	0,90	1,20	1,9
Si	0,40	0,72	0,54	0,51	0,68	0,3
P	0,018	0,017	0,015	0,027	0,017	0,01
S	0,0016	0,003	0,004	0,004	0,005	0,007
Ni	0,01	0,05	0,03	0,06	0,05	0,2
Cr	0,57	0,45	0,62	0,55	0,21	0,4
Mo	0,003	0,01	0,01	0,009	0,005	0,05
Cu	0,35	0,36	0,36	0,30	0,32	0,3
V	0,05	0,11	0,06	0,005	0,005	0,008
Ti	0,003	0,028	0,025	0,020	0,025	0,019
Nb	0,03	0,035	0,032	0,050	0,055	0,05
Al	0,037	0,035	0,037	0,039	0,797	0,05
N	0,0054	0,013	0,012	0,012	0,012	0,012
CEV [%]	0,486	0,385	0,461	0,332	0,355	0,492
CR1 [-]	6,62	7,00	6,88	6,77	6,53	6,218

- Z tavby postupem normalizačního válcování (doválcovací teplota 850°C) vyválcován plech tl. 30mm (označení válců 510723)

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti EVS provozních tavby patinujících 16080

- Mechanické vlastnosti stanoveny tahovými zkouškami na plochých vzorcích z plné tloušťky plechu



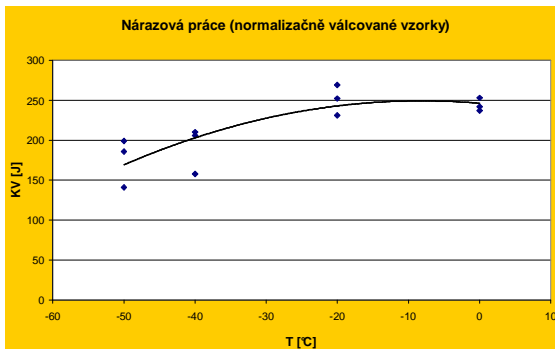
Dle ČSN EN 10025-5 pro plechy z materiálu S355 do tl. 40mm:
 $R_{emin} = 345\text{MPa}$
 $R_m = 470\div 630\text{MPa}$
 $A_5 = 20\%$

Zkoušený stav	Rozměry zkušební tyče a x b [mm]	Pevnost v tahu R_m [MPa]	Horní mez kluzu R_{eH} [MPa]	Spodní mez kluzu R_{eL} [MPa]	Tažnost A_{2-} [%]
Normalizačně válcovaný	30,7 x 12,55	574	448	429	42,9
Normalizačně žíhaný	30,7 x 12,70	545	-	370	36,0

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti EVS provozních tavby patinujících 16080

- Hodnoty nárazové práce KV v [J] vzorků z plechu tl. 30mm z tavby 16080 při snížených teplotách



Hodnoty nárazové práce při teplotě zkoušení - 20°C vzorků ve stavu po normalizačním žíhání (při 930°C):

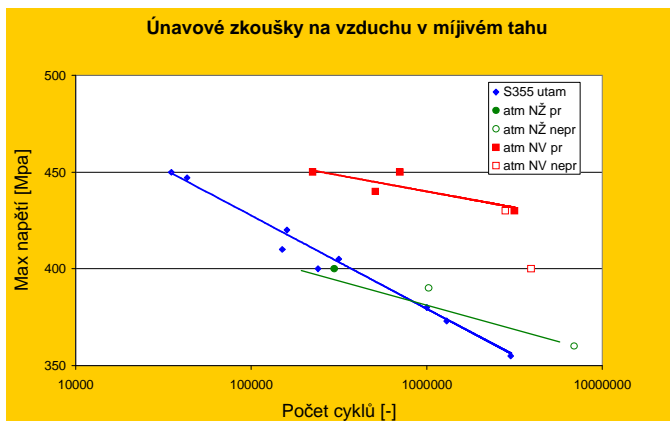
$KV = 37\text{ J}$
 $KCV = 46\text{ J.cm}^{-2}$

Dle ČSN EN 10025-5 pro plechy z materiálu S355 do tl. 40mm:
 $KV = 27\text{ J}$

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Srovnání výsledků únavových zkoušek různých materiálu jakosti S355

- Výsledky zkoušek únavy do lomu režimem mívivého tahu



UTAM: S355J2G3

atm NŽ: S355J2W ve stavu po normalizačním žíhání

atm NV: modifikovaná tavba patinující oceli jakosti S355 ve stavu po normalizačním válcování

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Poloprovozní tavba patinující oceli 3601

- Poloprovozní tavba odlita při teplotě cca 1635°C do ingotu 15-HE (hmotnost ingotu cca 1250kg)

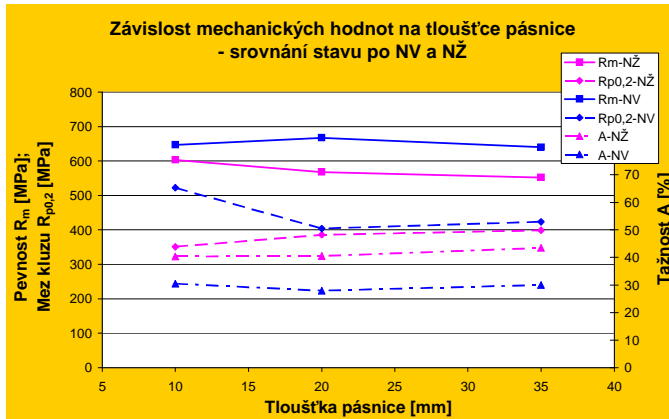
Obsah prvku [hm. %]	Označení tavby		
	3601 Poloprovoz. MMV	16080 Provozní EVS	3514 Poloprovoz. MMV
C	0,09	0,102	0,07
Mn	1,41	1,41	1,40
Si	0,47	0,40	0,54
P	0,015	0,018	0,015
S	0,004	0,0016	0,004
Ni	0,05	0,01	0,03
Cr	0,57	0,57	0,62
Mo	0,015	0,003	0,01
Cu	0,39	0,35	0,36
V	0,07	0,05	0,06
Ti	0,003	0,003	0,025
Nb	0,039	0,03	0,032
Al	0,045	0,037	0,037
N	0,014	0,0054	0,012
CEV [%]	0,485	0,486	0,461
CRI [-]	6,75	6,62	6,88

- Ingoty válcovány na bramy a následně na pásnice tl. 10mm, 20mm a 35 mm (doválcovací teploty 911°C; 883°C a 865°C)

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozní tavby patinujících ocelí 3601 - srovnání stavu po normalizačním válcování a normalizačním žíhání

- Mechanické vlastnosti stanoveny tahovými zkouškami na plochých vzorcích z plné tloušťky pásnic

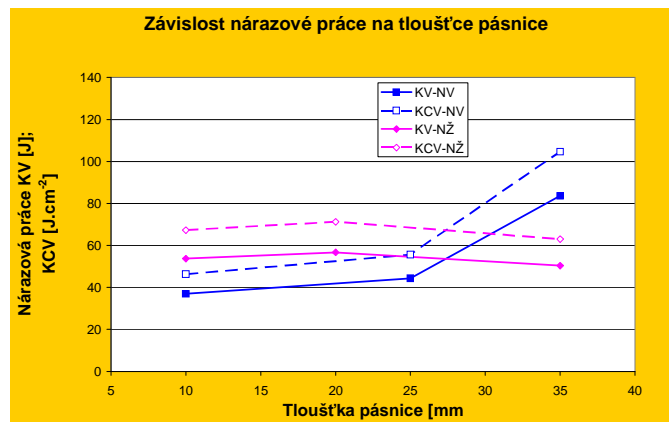


Dle ČSN EN 10025-5 pro plechy z materiálu S355 do tl. 40mm:
 $R_{emin} = 345\text{MPa}$
 $R_m = 470 \div 630\text{MPa}$
 $A5 = 20\%$

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Mechanické vlastnosti poloprovozní tavby patinujících ocelí 3601 - srovnání stavu po normalizačním válcování a normalizačním žíhání

- Hodnoty nárazové práce KV v [J] při teplotě zkoušení - 20°C



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Zkoušky svařitelnosti

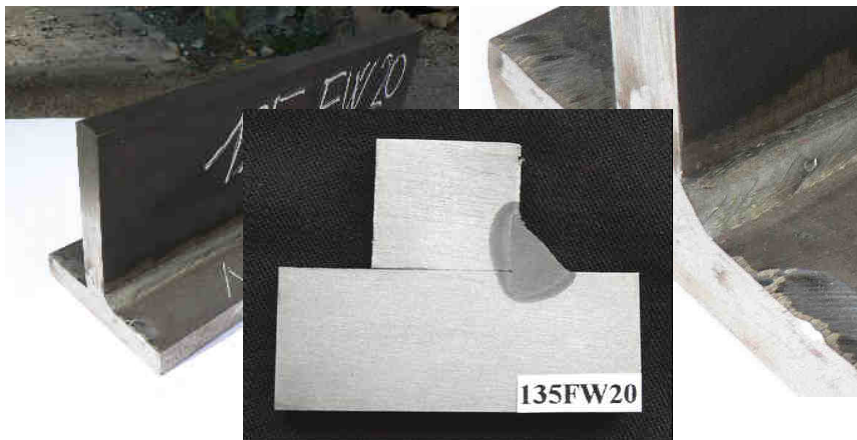
- Zkouška postupu svařování dle Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů (ČSN EN ISO 15614-1)
- Zkoušky svařitelnosti provedeny na pásnicích tl. 20mm a 35mm poloprovozní tavby 3601
- Svary provedeny metodami APT a MAG
- Zkoušen svarový spoj na tupo – pro pásnice tl. 20mm a 35mm
- Zkoušen koutový svar – pro pásnice tl. 20mm



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Zkoušky svařitelnosti – provedení svarů

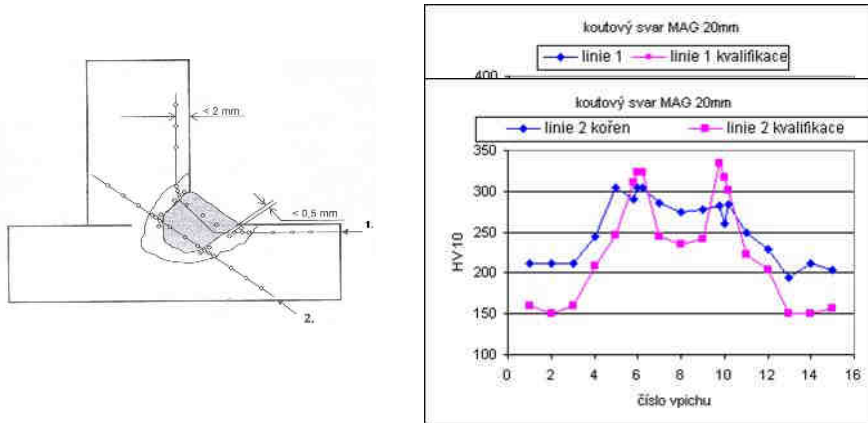
- Koutový svar provedený metodou MAG



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Hodnoty tvrdosti koutového svaru provedeného metodou MAG

- svařovací drát EN 440: G3Ni1 (NICOR 5.28); plyn EN 439 M21 (MISON 18)
- materiál: poloprovozní tavba ,pásnice tloušťky 20mm, normalizačně válcováno
- kvalifikace: materiál S355W (15127), 30mm, normalizačně žháná



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Zkoušky svařitelnosti – provedení svarů

- Koutový svar provedený metodou APT



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Zkoušky svařitelnosti – provedení svarů

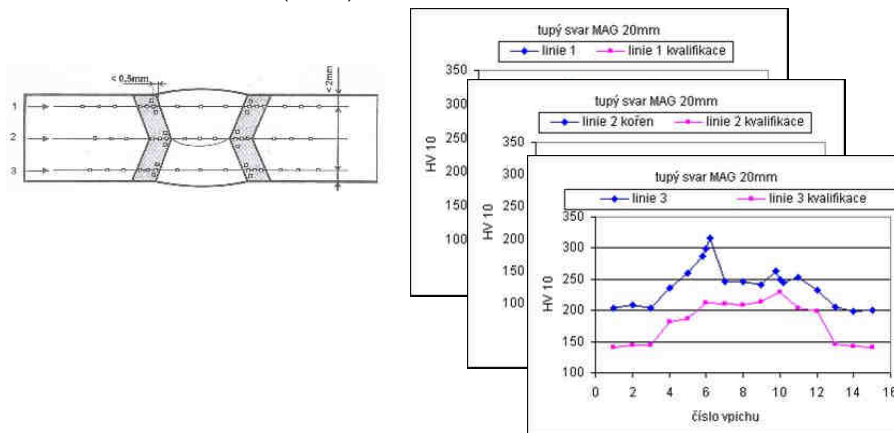
- Svar na tupo provedený metodou MAG



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Hodnoty tvrdosti koutového svaru provedeného metodou MAG

- svařovací drát EN 440: G3Ni1 (NICOR 5.28); plyn EN 439 M21 (MISON 18)
- materiál: poloprovozní tavba ,pásnice tloušťky 20mm, normalizačně válcováno
- kvalifikace: materiál S355W (15127), 30mm, normalizačně žíháno



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Zkoušky svařitelnosti – provedení svarů

- Svar na tupo provedený metodou APT



Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Závěry

- Vyvinuto modifikované chemické složení oceli jakosti S355W pro dodávaný stav +N (po normalizačním válcování)

Obsah prvku [hm. %]	Označení tavby	
	16080 Modifikovaná	13456 Standardní
C	0,102	0,146
Mn	1,41	1,40
Si	0,40	0,36
P	0,018	0,02
S	0,0016	0,010
Ni	0,01	0,03
Cr	0,57	0,50
Mo	0,003	0,005
Cu	0,35	0,30
V	0,05	0,004
Ti	0,003	0,003
Nb	0,03	0,003
Al	0,037	0,033
N	0,0054	0,006
CEV [%]	0,486	0,50
CRI [-]	6,62	6,24

- Nižší CEV
- Výrazně lepší mechanické vlastnosti (ve stavu +N)
- Lepší únavové charakteristiky (k lomu dochází při napětí vyšším o 50MPa)
- Vyšší korozní odolnost (nižší hodnoty korozních úbytků jak při atmosférických zkouškách, tak při ponorové CHRL zkoušce)

Seminář k výsledkům výzkumného projektu MPO-FT-TA 5/076, 23.11. 2010, VŠB-TU Ostrava

Děkuji za pozornost

*Příspěvek byl zpracován v rámci projektu MPO FT-
TA 5/076 Výzkum vlastností stávajících a nově
vyvíjených patinujících ocelí z hlediska jejich využití
pro ocelové konstrukce*

Konstrukce 2010, 14.10. 2010, Lednice