

VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA





Dáváme zelenou ocelové budoucnosti

28. Mezinárodní Sympozium Mosty 2023

20. – 21. dubna 2023

Hotel International Brno

Ing. Martina Bašistová

Ocel...

Materiál, který nás provází naší minulostí, a stále představuje nepostradatelný článek naší budoucnosti.

Ceněné vlastnosti

- vysoce kvalitní materiály
- vysoce bezpečné
- efektivní pro praktické využití
- šetrné k životnímu prostředí.



1883: Brooklyn Bridge (foto 1915)

Ocel nebo beton?

Ocel

- Nízká hmotnost
- Vysoká pevnost v tahu a pružnost materiálu
- Snadná výměna konstrukčních částí
- Snadno lze překlenout velké vzdálenosti bez potřeby mezipodpor
- Odolá požáru, silnému větru, těžkému sněhu ad.
- V zemětřesných zónách lepší vlastnosti (možnost mírné deformace ve spojích)
- Nízké nároky na údržbu (povrchová ochrana)
- Recyklovatelné
- Service life – ca 100 let
- Náchylnost ke korozi
- Tepelná roztažnost (namáhání konstrukce)
- Ekologická náročnost podle druhu výroby oceli



Beton

- Odolnost vůči tlaku
- Ocelová výztuž dodává konstrukci pevnost
- Lze snadno tvarovat do budoucích tvarů bez omezení
- Odolá požáru, silnému větru, těžkému sněhu ad.
- Odpady bez ekologické zátěže
- Částečně recyklovatelné
- Service life – ca 100 let
- Vyšší hmotnost
- Nízká pevnost v tahu (snadno praská)
- Nutnost vybourání/výměny celého betonového bloku
- Omezená schopnost překlenout velké výšky nebo vzdálenosti

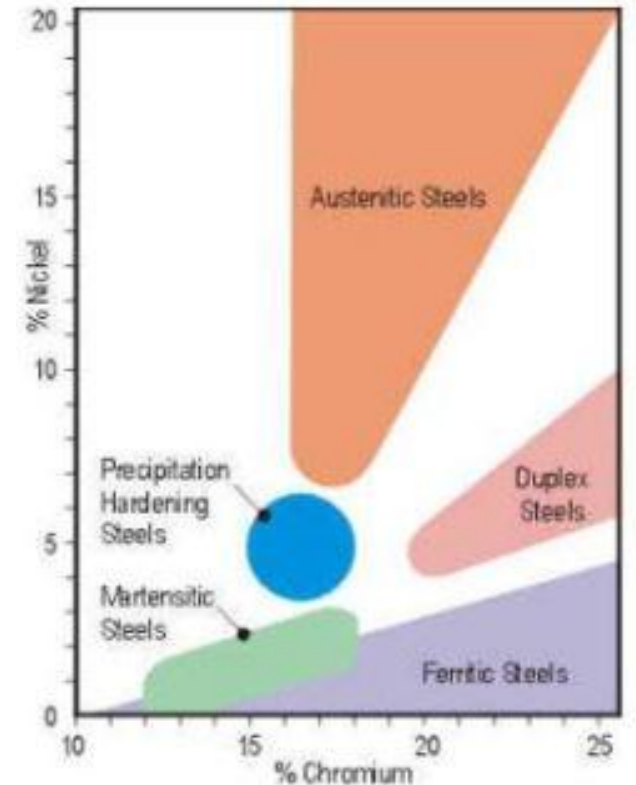


Povrchová ochrana oceli

Běžné konstrukční nelegované, nízko a středně legované oceli nestabilní ve většině prostředí ➔ nutný návrh protikorozi ochrany

☐ Nahrazení korozivzdornými ocelmi

- V atmosféře odolné proti rovnoměrné korozi
- Obsah $\geq 10,5\%$ Cr a $\leq 1,2\%$ C, dále Ni, Mo, S
- Austenitické (Fe, Cr, Ni, $<0,1\%$ C): vysoká korozní odolnost, dobré mechanické vlastnosti,
- Feritické (Fe, Cr, $<0,1\%$ C): jemnozrnná struktura, odolná v atmosféře či vodě,
- Martenzitické (Fe, Cr, $>0,1\%$ C): zakalené rychlým ochlazením, typická martenzitická struktura,
- Duplexní (Fe, Cr, Ni): dobrá únavová pevnost, vyšší mezi kluzu
- Vysoký obsah Mo a N: odolnost proti důlkové korozi vyvolané chloridy

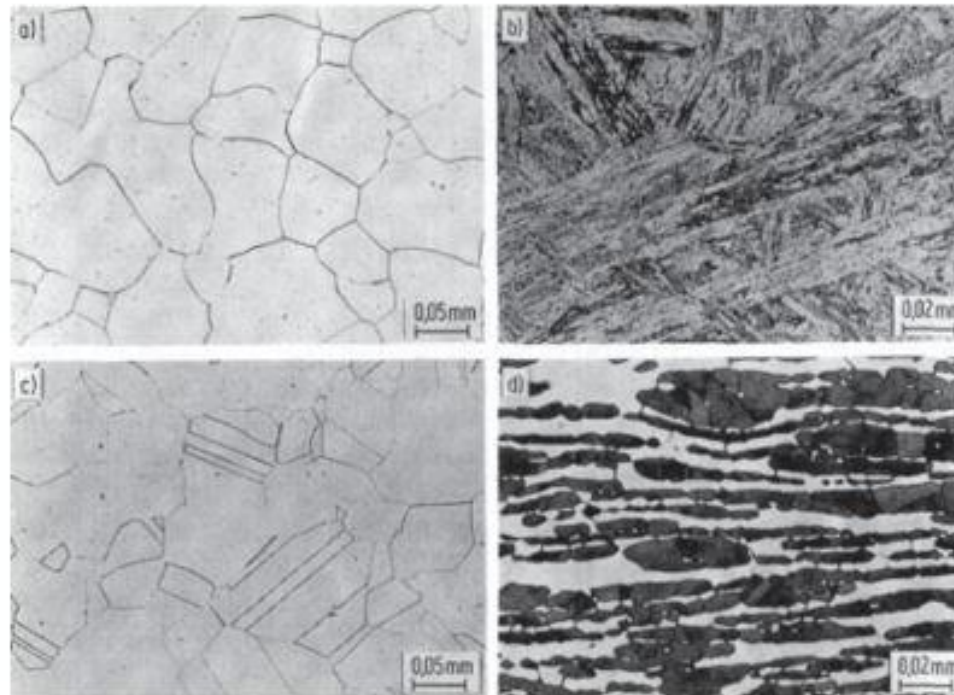


Povrchová ochrana oceli

Korozivzdorné oceli

struktura oceli	hlavní legující složky
feritická (a)	Cr
martenzitická (b)	Cr, C, Ni
austenitická (c)	Cr, Ni, Mo
austeniticko-feritická (duplexní) (d)	Cr, Ni, Mo (více Cr a méně Ni než austenitické oceli)

Použití pro konstrukční a stavební účely:
25% produkce



Povrchová ochrana oceli

Běžné konstrukční nelegované, nízko a středně legované oceli nestabilní ve většině prostředí ➔ nutný návrh protikorozní ochrany

□ Powlakování

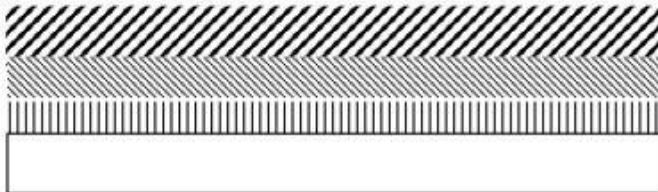
- Powlakování organické (nátěry, pryžové powlakování, polymerní)
- Powlakování anorganické kovové (pozinkování, žárové powlakování, plátování)
- Powlakování anorganické nekovové (smalty, konverzní powlakování, cementování)



Povrchová ochrana oceli

Běžné konstrukční nelegované, nízko a středně legované oceli nestabilní ve většině prostředí ➔ nutný návrh protikorozní ochrany

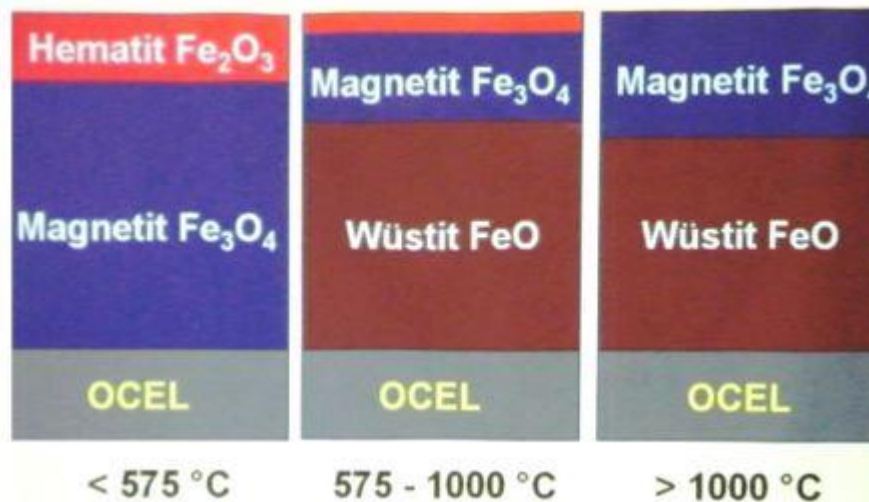
- Ponechání okují na válcovaném materiálu (krátkodobá ochrana při skladování)



Fe_2O_3 - 14%
 Fe_3O_4 - 33%
 FeO - 53%



Fe



Povrchová ochrana oceli

Běžné konstrukční nelegované, nízko a středně legované oceli nestabilní ve většině prostředí: vrstva rzi se stává porézní a odděluje se od povrchu.



□ Specifická skupina: nízkolegované oceli odolné proti povětrnostním vlivům

□ Patinující oceli

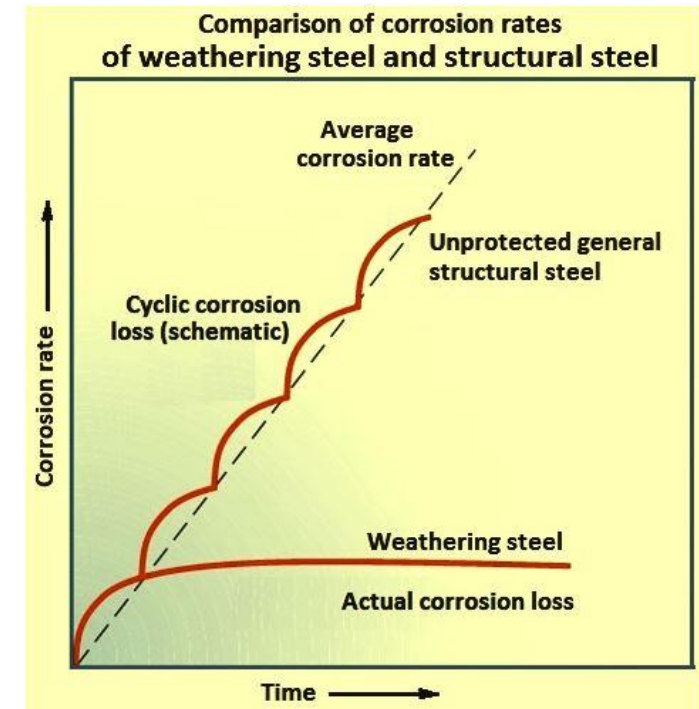
(COR-TEN, Atmofix)

- Obsah Cu, Cr, Ni a P do 2% hm.
- Pro konstrukce umístěné v atmosféře

Obchodní označení	Obsah jednotlivých prvků v oceli [hm.%]										
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Cu	V	Al	Nb
Cor-Ten A	0,09	0,35	0,30	0,081	0,005	0,27	0,48	0,28		0,037	
Cor-Ten B	0,19	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	0,12	0,30 1,00	0,25 0,75	0,05 0,06		0,30 0,60	0,50 1,25	0,30 0,55	0,01 0,10	0,01	
Atmofix B	0,10 0,17	0,90 1,20	0,20 0,45	0,03 0,06		0,30 0,60	0,40 0,80	0,30 0,55	0,01 0,1		0,04

Patinující oceli

- Stabilní vrstva odolná proti korozi
- Oproti rzi vyšší kompaktnost, nižší poréznost, více amorfních podílů.
- V původním stavu je stříbrná, jako standardní ocel. Postupem času oranžové, červené až hnědé odstíny
- Patina vzniká v průběhu času cyklickým působením povětrnostních vlivů – mokré a suché periody
- Rychlost jakou se patina vytváří závisí na prostředí, ve které se ocel nachází (vlhkost, blízkost vodních ploch)
 - Ustálené vlastnosti po ca 3-5 letech
 - Schopnost snížení korozní rychlosti na hodnoty 5-7 $\mu\text{m}/\text{rok}$ (uhlíkové oceli při vrstvě rzi max. 30 $\mu\text{m}/\text{rok}$)
- Schopnost regenerace a chrání proti přístupu kyslíku, vlhkosti a znečišťujících látek
- Rychleji se tvoří u materiálů válcovaných za studena, než za tepla



Patinující oceli

Uhlíková ocel



Patinující ocel -
ochranná vrstva patiny



Patinující ocel - méně
ochranná vrstva patiny



Patinující oceli



ČSN EN 10025-2 Nelegované konstrukční oceli	ČSN EN 10025-3 Normalizačně žíhané/válcované jemnozrné konstrukční oceli	ČSN EN 10025-4 Termomechanicky válcované jemnozrné konstrukční oceli	ČSN EN 10025-5 Konstrukční oceli se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi	ČSN EN 10025-6 Ploché výrobky s vyšší mezí kluzu po zušlechtní
S235JR	S275N	S275M	S235J0W	S460Q a QL
S235J0	S275NL	S275ML	S235J2W	S500Q a QL
S235J2	S355N	S355M	S355J0WP	S550Q a QL
S275JR	S355NL	S355ML	S355J2WP	S620Q a QL
S275J0	S420N	S420M	S355J0W	S690Q a QL
S275J2	S420NL	S420ML	S355J2W	S890Q a QL
S355JR	S460N	S460M	S355K2W	S960Q a QL
S355J0	S460NL	S460ML	-	-
S355J2	-	-	-	-
S355K2	-	-	-	-
S450J0	-	-	-	-

Je v tom budoucnost?

- Téměř neomezená životnost
- Není potřeba aplikovat nátěr – snižování nákladů bez nutnosti uzavírek
- Minimální náklady na údržbu
- 100% recyklovatelný materiál
- Splňuje principy cirkulární ekonomiky (recyklovatelnost a efektivnost)
- Působí velmi esteticky



Golden Bridge – San Francisco

Děkuji za pozornost

Ing. Martina Bašistová

+420 596 994 206

martina.basistova@vsb.cz

www.vsb.cz