

Korozivzdorná ocel: uplatnění v oblasti spojovacího materiálu

1. Obecné informace

Korozivzdorná ocel neboli nerezivějící ocel či nerez je označení pro velkou skupinu ušlechtilých ocelí, které mají stejnou vlastnost, a to lepší odolnost a povrchovou vrstvu bránící korozi. Korozní odolnost je založena na schopnosti pasivace povrchu železa a ocel nevyžaduje žádnou další ochranu proti korozi. Pasivní vrstva je základní předpoklad, že nerezová ocel nevyžaduje další ochranu proti korozi a v případě porušení povrchové vrstvy se sama obnovuje. Tyto oceli obsahují minimálně 10,5% chrómu a další legující prvky jako nikl a molybden odolnost proti korozi ještě zvyšují.

Pro tuto rozsáhlou skupinu existuje velká řada podskupin ocelí, které se liší chemickým složením (legováním) a strukturou, od kterého se odvíjející další jejich vlastnosti, jako je zvýšená odolnost proti kyselinám, zlepšená svařitelnost, zlepšení vhodnosti k obrábění, možnost tepelného zpracování, odolnost proti zvýšeným teplotám atp. Díky své kvalitě a dlouhé životnosti se stále více začíná prosazovat a to i přes vyšší cenu.

I když se jedná o nerezovou ocel, neznamena automaticky, že nemůže podléhat korozi. Při běžných podmínkách působení atmosféry nebo vody se lze setkat s korozi jen velmi výjimečně, oproti tomu při působení agresivního chemického prostředí se lze běžně setkat s korozi.

Základní rozdělení nerezových ocelí do čtyř skupin podle struktury:

1.1 Austenitická ocel

Nejvýznamnější skupina korozivzdorných ocelí a nejběžnější skupina používaná ve spojovacím materiálu. Hlavními legujícími prvky jsou chróm (16–22 %), nikl (8–40 %), molybden (0–5 %). Vyznačují se nízkou mezí kluzu (230–300 MPa), ale vysokou houževnatostí i při nízkých teplotách a tažností, díky které jsou ideální na tváření za studena. Tvářením lze dosáhnout meze kluzu 510–960 MPa, ale proti tomu dochází ke snížení tažnosti (pod 25 %). Nejdůležitější vlastností této skupiny ocelí je korozní odolnost, která roste s obsahem legujících prvků (hlavně chróm, molybden, měď a křemík). Proti mezikrystalické korozi se stabilizuje titanem nebo niobem, proti bodové a štěrbinové korozi molybdenem, dusíkem a křemíkem.

Představitelé: 1.4301, 1.4305, 1.4307, 1.4401, 1.4404, 1.4541, 1.4571

1.2 Feritická ocel

Hlavním legujícím prvkem je chróm v různém množství. Mechanické vlastnosti předpokládají jemnozrnnou strukturu, které se dosahuje tepelným zpracováním. Existují tři skupiny feritických ocelí:

-obsah Cr do 11-13,5% Tato skupina z důvodu nízkého obsahu legujícího prvku – chrómu je korozní odolnost omezena jen na atmosférické podmínky.

-obsah Cr kolem 16-18% Druhá skupina feritických ocelí dosahuje vyšší odolnosti proti korozi a legováním molybdenem se může odolnost ještě zvýšit.

- obsah chrómu 20-30% třetí skupina má nejvyšší odolnosti proti korozi

Feritické oceli vynikají vysokou odolností proti transkrystalové korozi při zvýšeném mechanickém napětí. Velkou nevýhodou feritických ocelí je riziko zkřehnutí za vysokých teplot (nad 850°C). Feritické oceli nelze vytvrdit tepelným zpracováním.

Představitelé: 1.4016, 1.4113, 1.4510

1.3 Martenzitická ocel

Struktura původně austenitických ocelí s obsahem chrómu (12-18%) a uhlíku (0,1-1,5%) se při rychlém ochlazení (zakalení) mění na martenzitickou a tím vzniká skupina martenzitických ocelí. Tvrdost oceli je o to vyšší, čím vyšší je obsah uhlíku. V případě niklových martenzitických ocelí se role uhlíku ujímá nikl, možnost zakalení zůstává bez dalších nepříznivých účinků, jako je nárůst tvrdosti a vylučování karbidů. Zvyšování odolnosti proti korozi se zajišťuje molybdenem.

Tato skupina nachází uplatnění v oblasti, kde se požaduje vysoká odolnost proti opotřebení. Zušlechťováním lze dosáhnout pevnosti v tahu až 2000 MPa, pokud tedy není požadavek na houževnatost nebo tažnost. Martenzitické oceli lze tepelně zpracovávat k dosažení vyšší tvrdosti.

Představitelé: 1.4021, 1.4031, 1.4057

1.4 Austeniticko-feritická ocel

Někdy též nazývaná duplexní oceli, kde hlavní legují prvky jsou chróm (22-23%), nikl (4,5-6,5%), molybden (3-3,5%). Austeniticko-feritická struktura zajišťuje zvýšení meze kluzu (až 500 MPa) při dosahování velmi dobrých hodnot houževnatosti, dalšími přednostmi jsou dobrá únavová pevnost a lepší odolnost proti napěťové korozi. Dobrá svařitelnost oceli. Při legování molybdenem, mědí nebo dusíkem můžeme dosáhnout vyšší korozní odolnosti proti mezikrystalové, bodové i štěrbinové korozi a oceli tak lze použít v prostředí s působením kyseliny

sírové, fosforečné, mořské vody a chloridů. Omezení nachází za zvýšených teplot (nad 700°C), kde může docházet vytvrzování a křehnutí oceli.

Představitelé: 1.4162, 1.4362, 1.4501, 1.4507

2. Spojovací materiál

Ve spojovacím materiálu nachází největší uplatnění ocel austenitická a to především z důvodu vhodných parametrů pro možnost zpracování – tváření při zachování velmi dobré odolnosti proti korozi.

Ostatní skupiny martenzitické a feritické oceli nachází speciální uplatnění a v běžném skladovém sortimentu se často nenachází. Výroby z těchto materiálu jsou předmětem zakázkové výroby.

2.1 Označení ocelí ve spojovacím materiálu

Základní položky spojovacího materiálu (šrouby, závitové tyče, matice, podložky) nesou označení skupiny ocelí a pevnostní třídy. Např. nejčastěji se vyskytující označení A2-70 má následující podobu:

- písmeno „A“ znamená austenitickou ocel
- číslice „2“ znamená skupinu oceli dle chemického složení
- číslice „70“ udává pevnostní třídu jako 1/10 zkušebního zatížení z pevnosti v tahu (v tomto případě min. 700 MPa)

Samotné značení na výrobcích může mít různou podobu, ve většině případů se využívá značení podle třídy a pevnostní skupiny (např. A2-70), jiná je situace v případě závitových tyčí, kde norma DIN 976 umožňuje značit pomocí barvy. Zelená barva značí skupinu A2, červená pak skupinu A4. Barevné značení závitových tyčí v sobě nezahrnuje značení pevnostních tříd, ta je vždy na dohodě. Ostatní skupiny ocelí nemají přiřazené barvy a značení může být na dohodě.



2.2 Druhy používaných ocelí

Oceli austenitické (chromniklové):

A1 : Vhodná pro zpracování obráběním, z důvodu obsahu síry má sníženou odolnost proti korozi. Představitel skupiny: 1.4305 (AISI 303)

A2 : Nejpoužívanější druh korozivzdorných ocelí vhodné pro běžné použití za běžných atmosférických podmínek, nedoporučuje se používat v agresivnějším prostředí jako je mořská voda, sůl, chemikálie a plavecký bazén. Běžně dodávaná ve skupině A2-50, A2-70. Představitelé skupiny: 1.4301 (AISI 304), 1.4307 (AISI 304L)

A3 : Ocel s vlastností skupiny A2 stabilizována proti mezikrystalické korozi. Běžně se nepoužívá a nedodává. Představitel skupiny: 1.4541 (AISI 321)

A4 : Ocel se zvýšenou odolností proti korozi, používá se zejména v chemických provozech, v prostředí s výskytem kyselin, v bazénech, odolává mořské vodě a agresivnímu prostředí obecně, vhodné taky jako spojovací materiál pro exotické dřeviny s vysokým obsahem tříslovin. Často dodávaná ve skupině A4-50, A4-70 i A4-80. Představitelé skupiny: 1.4401 (AISI 316) 1:4404 (AISI 316L)

A5 : Ocel s vlastností A4 stabilizována legováním titanu proti vzniku mezikrystalické koroze. Běžně se nepoužívá a nedodává. Představitel skupiny: 1.4571 (AISI 316Ti)

Oceli feritické (chromové)

F1 : Vykazují nižší odolnost proti korozi, nejsou běžné kalitelné a neměly by být kaleny (i případně, že je to v určitých případech možné). Běžně se ve spojovacím materiálu nepoužívají a nedodávají. Je možné nahradit oceli druhů A2 a A3.

Oceli martenzitické (chromové)

C1, C3, C4 : Mají omezenou korozní odolnost, jsou obvykle kalitelné a mohou být kaleny na výbornou pevnost. Dle způsobu zpracování rozdělujeme na třídy 50, 70, 80, 110. Běžně se ve spojovacím materiálu nepoužívají a nedodávají. Jsou magnetické.

Ostatní

V oblasti spojovacího materiálu je dále možné se setkat s dalšími druhy ocelí s vysokou odolností proti korozi a často velmi dobrými mechanickými vlastnostmi:

- Duplexní nerez pod číslem **1.4462** je austeniticko-feritická ocel s nízkým obsahem uhlíku (pod 0,2%) a chrómu mezi 12-18%.
- Nerez pod označením **1.4529** je nejvíce odolná nerez používaná pro spojovací materiál. Někdy nese označení High Corrosion Resistant (HCR).

2.3 Mechanické vlastnosti

Austenitické oceli A1, A2, A3, A4, A5			
Třída pevnosti	50	70	80
Mez pevnosti [MPa]	500	700	800
Mez kluzu [MPa]	210	450	600
Prodloužení po přetržení [mm]	0,6d	0,4d	0,3d
Zkušební napětí matice $m \geq 0,8D$ [MPa]	500	700	800
Zkušební napětí nízké matice $0,5D \leq m < 0,8D$ [MPa]	250	350	400

2.4 Magnetismus nerezových ocelí

Každý materiál je charakterizován schopností magnetizace, což platí i pro korozi-vzdornou ocel. Hodnota permeability udává míru permeability (hodnota = 1 znamená velmi nízkou permeabilitu)

Nerezové austenitické oceli jsou nemagnetické, avšak při jejich tváření za studena mohou vykazovat určitý slabý magnetismus, který je výraznější na opracovaných plochách. Na celkovém výrobku z nerezové austenitické oceli se může tedy vyskytovat nerovnoměrný slabý magnetismus. Tento nerovnoměrný magnetismus je důkazem toho, že se jedná o austenitickou nerezovou ocel (příklad: hodnota permeability pro A2 = 1,8 , pro A4 = 1,015)

Ostatní nerezové oceli feritické, martenzitické i duplexní oceli jsou běžně magnetické (např. hodnota permeability pro skupinu F1 = 5)

2.5 Správná volba materiálu

Z předchozích informací je zřejmé, že není nerez jako nerez a její volba vždy záleží na mnoha faktorech. Při rozhodování o použití správné jakosti materiálu hraje zásadní roli především druh prostředí, ve kterém se bude daný spoj nacházet a dále požadavek na pevnostní třídu. Velkou

pozornost je třeba věnovat i v případě aplikace do dřevin, hlavně těm exotickým, kde může pro vysoký obsah tříslovin docházet k negativním účinkům na spoj a tím poničení spoje.

Často může i finální rozhodování ovlivnit konkrétní dostupnost jakosti v pevnostní třídě a tím může vyšší třída nahradit třídu nižší, ale i v takovém případě je vhodné posoudit jednotlivé parametry a chování materiálu. Proto je někdy lepší ponechat volbu nebo změnu materiálu na odbornících, jako jsou projektanti, konstruktéři nebo technologové.

Klíčová slova: stainless steel, nerezová ocel, korozivzdorná ocel, nerez, antikoro, odolnost proti korozi, ušlechtilé oceli, spojovací materiál, koroze, magnetismus nerez.

Poznámka:

Všechny zde uvedené informace mají pouze informativní charakter. Společnost Valenta ZT s.r.o. nenesе žádnou zodpovědnost za nevhodné použití či interpretaci zde prezentovaných informací.