

NEREZAVĚJÍCÍ OCELI – VŠEOBECNĚ

Chemické složení nerezavějících ocelí

Nerezové oceli odolávají atmosférické korozi, vodě, páře, různým organickým a anorganickým látkám, jejich roztokům a parám, případně taveninám. Nositelem antikoročních vlastností v oxidačním prostředí je chrom, který se leguje v množství minimálně 12 %. Tento obsah chromu propůjčuje oceli schopnost tzv. pasivace. Praktickým důsledkem této schopnosti je vznik velmi tenké ochranné vrstvy na povrchu nerezavějící oceli, která brání další korozi. Pasivační schopnost je závislá na obsahu chromu v oceli. Typy s vyšším obsahem chromu jsou proto korozně odolnější. Silně agresivní látky, zejména neoxidující kyseliny, pasivitu ruší. Ocel se v takovém prostředí nachází v rozpustném - aktivním stavu. Také redukční prostředí brání vzniku pasivní vrstvy. Ke zlepšení korozní odolnosti v redukčním prostředí je do oceli přidáván nikl. Přísadou minimálně 8% niklu a současným zvýšením obsahu chromu v oceli na cca 18 %, vzniká základní typ, tak zvaných chromo-niklových nerezavějících ocelí, které v závislosti na obsahu uhlíku a přítomnosti dalších legur, vytvářejí široký sortiment ocelí odolávajících i silně agresivnímu prostředí. V tomto směru výrazně zlepšuje korozní odolnost zejména molybden, který se přidává obvykle v množství od 2 % výše. Typy s nízkým obsahem uhlíku (max. 0,03 %) nebo s přísadou titanu, případně niobu a tantalů (stabilizované antikoroční oceli) jsou odolné i proti mezikrystalové korozi.

Struktura

Chromové (13-17%) antikoroční oceli s obsahem uhlíku cca 0,07% mají převážně feritickou strukturu. Jsou proto nekalitelné. Chromové antikoroční oceli s vyšším obsahem uhlíku jsou kalitelné. Vysoký obsah chromu způsobuje, že vzniká martenzit i tehdy, chladne-li ocel z teploty Ac3 volně na vzduchu. Tyto oceli jsou proto kalitelné vzduchem. Tvoření martenzitu lze zabránit jen velmi pomalým ochlazením oceli z teploty nad Ac3 rychlostí nejvýše 0,5° za minutu až do 650°C. Tím se austenit přemění na ferit s vyloučenými podvojnými karbidy chromu a železa. Takto se kalitelné chromové antikoroční oceli měkce vyžijí. Plnou korozní odolnost mají však tyto oceli pouze v kaleném nebo zušlechtěném stavu, kdy většina karbidů chromu je rozpuštěna. Chromoniklové a chromoniklomolybdenové nerezavějící oceli mají austenitickou strukturu, někdy s menším obsahem feritu podle poměru feritotvorných (Cr, Mo, Si, Ti) a austenitotvorných (C, Mn, Ni) prvků ve složení oceli. Při zpracování austenitických ocelí nebo během provozu může za určitých okolností docházet ke změnám v jejich struktuře. Tyto změny mají obvykle nepříznivý vliv na korozní odolnost. Proto je třeba dodržovat všechny pokyny, které pro použití a zpracování těchto ocelí v dalších částech těchto technických informací uvádíme.

Tepelné zpracování

Jak již bylo řečeno, má každý typ antikoroční oceli nejlepší korozní odolnost pouze tehdy, má-li optimální strukturu. Ta se docílí vhodně voleným tepelným zpracováním. Tepelné zpracování je součástí výrobní technologie oceli, takže spotřebitel se již v některých případech nemusí zabývat tepelným zpracováním hotového výrobku. To však platí jen potud, pokud během dalšího

zpracování nedojde ke změnám v její struktuře, například při tváření nebo svařování. Základním druhem tepelného zpracování u feritických a austenitických nerezavějících ocelí je žíhání. Kalitelné nerezavějící oceli se žíhají k odstranění vnitřního pnutí po tváření nebo k docílení dobré opracovatelnosti. K získání požadovaných mechanických hodnot a docílení plné korozní odolnosti se tyto oceli kalí a popouštějí.

Úprava povrchu

Významným činitelem, který ovlivňuje korozní odolnost, je vhodná úprava povrchu oceli. Antikorozi oceli musí mít vždy kovově čistý povrch, zbavený okují a nečistot. Nejlepší korozní odolnosti docílujeme u ocelí s povrchem broušeným a leštěným. U austenitických chromoniklových a chromoniklomolybdenových antikorozi ocelí se docílí vyhovující odolnosti již mořením jejich povrchu. I zde však lepší úprava povrchu leštěním dále zlepšuje celkovou korozní odolnost. Při konečné úpravě povrchu se musí počítat s tím, že titanem stabilizované nerezavějící oceli nelze vyleštit na zrcadlový lesk.

Druhy koroze

- Rovnoměrná koroze

Jak již název říká, projevuje se tento typ koroze rovnoměrným úbytkem nerezavějící oceli po celé její ploše. Obvykle se hodnotí ztrátou na váze v gramech na 1 m² za hodinu nebo úbytkem vrstvy v mm za rok. Na základě laboratorních pokusů a výsledků z praxe je možné pro jednotlivé typy ocelí propočítat jejich životnost v daném korozním prostředí. Hodnoty udávané v našich technických informacích vychází z údajů výrobců ocelí.

- Mezikrystalová koroze

Mezikrystalová koroze se z počátku jeví jako matnější místa např. v pásmech podél svárů a v pokročilejším stadiu jako hlubší naleptání v porovnání s okolím. Mezikrystalová koroze probíhá po hranicích zrn oceli, čímž postupně narušuje soudržnost jednotlivých zrn a ocel ztrácí postupně soudržnost. V krajních případech napadená místa zcela prokorodují. Jedná se o velmi nebezpečný typ koroze, který ohrožuje zejména austenitické nestabilizované nerezavějící oceli. Je podmíněna změnami struktury oceli, ke kterým dochází ohřevem při zpracování, např. svařování. Zvláště nebezpečné je z tohoto hlediska setrvání na teplotách v rozmezí 400 - 900°C. K takovému nepříznivému ovlivnění může dojít při svařování zejména tlustých plechů. V tomto kritickém rozmezí teplot dochází na hranicích zrn k vylučování karbidů chromu. Následkem toho pak v takto o chrom ochuzené základní hmotě klesá průměrný obsah volného chromu pod mez zaručující odolnost proti korozi v agresivnějším prostředí. Tím lze také vysvětlit rychlý postup koroze právě po hranicích zrn oceli. K zamezení mezikrystalové koroze je nutno ocel vyžít při teplotách 1020 - 1100 °C, při kterých dojde k rozpadu karbidů. Po takovém ohřevu musí následovat rychlé ochlazení. Žíhání se však nedá vždy uplatnit u rozměrných nebo tenkostěnných dílů. V takových případech se používají stabilizované austenitické oceli, ve kterých je uhlík vázán na velmi stálé karbidy titanu nebo niobu. Výhradně stabilizovaných typů je nutno také použít pro součásti, které jsou vystaveny dlouhodobě teplotám 400 - 900°C.

Chromoniklové a chromoniklomolybdenové austenitické oceli s velmi nízkým obsahem uhlíku odolávají též dobře mezikrystalové korozi.

- Bodová koroze

Projevuje se místním napadením oceli, přičemž převážná část povrchu zůstává nedotčena. Při tomto druhu koroze vznikají na povrchu oceli ostře ohraničené jamky, které se neustále prohlubují. V krajním případě, zejména u plechů, může dojít až k úplnému proděravění. Průběh takové koroze nelze hodnotit váhovým úbytkem, poněvadž jak již bylo řečeno, má koroze pouze místní (bodový) charakter. K bodové korozi dochází v roztocích obsahujících ionty halových prvků, hlavně rozpustných chloridů, bromidů a jodidů těžkých kovů. Pro tato prostředí používáme oceli se zvýšenou odolností proti bodové korozi. Osvědčují se zde dobře Cr-Ni-Mo austenitické oceli.

- Elektrolytická koroze

K elektrolytické korozi dochází tehdy, je-li antikorozi ocel v korozním prostředí vodivě spojena se součástí o jiném elektrochemickém potenciálu než má použitá ocel. Korozní prostředí zde zastává funkci elektrolytu a vzniká galvanický článek, ve kterém se vždy rozpouští elektrochemicky méně ušlechtilý kov.

Elektrochemicky ušlechtilé kovy, jako je například měď a její slitiny, mohou v tomto spojení způsobit silnou korozi nerezavějící oceli i v takových prostředích, která by za jiných okolností nerezavějící ocel nekorodovala prakticky vůbec nebo velmi mírně. K elektrolytické korozi může docházet i tehdy, spojíme-li dvě různé antikorozi oceli (např. chromovou a chromoniklovou). Je proto nezbytné při konstrukci zařízení a armatur dbát na to, aby nedocházelo k vodivému spojení částí vyrobených z různých druhů kovových materiálů.

- Koroze v kapilárních prostorech

Příčinou tohoto druhu koroze jsou koncentrační články, které vznikají ve šterbinách a místech se špatnou cirkulací kapaliny nedostatečným vyrovnáváním koncentračních rozdílů. Koncentrační články urychlují korozi nerezavějících ocelí v aktivním stavu. V rozmezí, kde je pasivita antikorozi oceli zajištěna pouze rozpuštěným vzdušným kyslíkem, může v kapilárních prostorech následkem nedostatečného přístupu kyslíku dojít k aktivaci, a tím i ke korozi oceli.

- Koroze z napětí

Působením mechanického napětí podléhají v korozním prostředí nerezavějící oceli, která se projevuje vznikem jemných trhlin, sahajících hluboko do oceli, které se mohou rozšířit až ve velké souvislé trhliny jdoucí celým průřezem oceli. Tento typ koroze vzniká působením vnitřního pnutí intenzivně za studena tvářených austenitických ocelí, a také působením vnějšího napětí. Typickým příkladem korozního prostředí, ve kterém dochází ke korozi z napětí, jsou silně alkalické roztoky a roztoky obsahující chloridy. Také voda a vodní pára však může za určitých okolností tento typ koroze vyvolat. Koroze z napětí se nejčastěji objevuje u austenitických a kalitelných nerezavějících ocelí. Feritické oceli jsou k tomuto druhu koroze méně náchylné.

- Nožová koroze

Nožová koroze se objevuje u chromoniklových, Ti nebo Nb stabilizovaných ocelí, na rozhraní svárového kovu a základního materiálu, po ohřevu kovu na teploty blízké bodu tání oceli a následujícím ohřevem na kritické teploty (například pokládáním další svárové housenky). Rozbor příčin nožové koroze svárových spojů antikorozi ocelí ukázal, že při uvedeném dvojitým tepelném ovlivnění dochází nejprve k rozpouštění karbidů Ti a Nb, růstu zrna a obsahu feritu. Následujícím ohřevem v oblasti kritických teplot (500 - 850 °C) pak dochází k vylučování karbidů, rozpadu feritu a vzniku sigma fáze, což spolu s působením špiček napětí může vyvolat v korozním prostředí nožovou korozi. Mnoho případů nožové koroze bylo pozorováno především

v prostředí kyseliny dusičné. Nožové korozi odolávají velmi dobře nízkouhlíkaté austenitické nerezavějící oceli o obsahu uhlíku max. 0,03 %.

POZNÁMKA

Vzhledem k zavedení soustavy SI jsou v materiálových listech uvedeny jednotky této soustavy.

Pro pevnostní charakteristiky vyjadřované dosud v kp/mm^2 platí:

$1 \text{ kp/mm}^2 = 9,81 \text{ N/mm}^2 = 9,81 \text{ MPa}$

Pro hodnoty vrubové houževnatosti vyjadřované dosud v kpm/cm^2 platí vztah

$1 \text{ kpm/cm}^2 = 9,81 \text{ J/cm}^2$

Při přepočtu měrné tepelné vodivosti dosud vyjadřované v $\text{cal/cm} \cdot \text{sek} \cdot \text{deg}$ na $\text{W/m} \cdot \text{K}$, bylo použito přepočtového faktoru $4,1868 \cdot 10^2$

Při přepočtu měrného tepla dosud vyjadřovaného v $\text{cal/g} \cdot \text{deg}$ na $\text{J/kg} \cdot \text{K}$, bylo použito přepočtového faktoru $4,1868 \cdot 10^3$.