

ROESTVAST STAAL: Enkele Basisprincipes

De term 'roestvast staal' slaat niet op één welbepaald materiaal, maar dekt een hele reeks stalen met verschillende samenstelling en eigenschappen. Ze hebben als gemeenschappelijk kenmerk dat ze minstens ongeveer 11% chroom bevatten, het element dat de basis vormt voor hun roestvastheid.

In deze ClustaFiche willen we enkele basisprincipes van die roestvastheid behandelen en zullen we een paar van de courant gebruikte roestvaste staalsoorten toelichten.



CLUSTA

**Terminologie: we maken in deze ClustaFiche gebruik van de Amerikaanse benamingen voor roestvast staal, zoals gedefinieerd door het AISI (American Iron and Steel Institute). Dikwijls worden ook nog de Duitse Werkstoffnummers gebruikt, waarmee meestal ongeveer overeenkomende samenstellingen kunnen worden aangeduid. AISI-type 409 komt aldus ongeveer overeen met Werkstoffnr. 1.4512.*

Roest en oxidatie.

Wat is roesten? Van Dale definieert roest als de "rood- of bruingele bedekking die aan de oppervlakte van ijzer ontstaat door verbinding met zuurstof (oxidatie), vooral in een vochtige omgeving". Corrosie is een meer algemene term, die slaat op de ongewenste aantasting van een materiaal ten gevolge van chemische of elektrochemische reacties.

Ijzer vormt gemakkelijk een chemische verbinding met zuurstof. Het roest dat aldus ontstaat is los en pulverig, en blijft niet gehecht aan het ijzer of staal. Vandaar dat de zuurstof gemakkelijk verder kan doordringen in het staal, dat aldus verder oxideert.

Edele metalen zoals goud vormen geen verbinding met zuurstof, en roesten dus niet.

Roestvast staal en passivatie.

Bij roestvast staal, dat zoals gezegd chroom bevat, ligt de zaak helemaal anders. Chroom verbindt zich namelijk ook zeer vlot met zuurstof, en vormt aldus chroomoxide. Het grote verschil met ijzeroxide is dat het chroomoxide een dicht, goed aaneensluitend laagje vormt, zodat er verder geen contact is tussen staal en zuurstof, en er dus geen verdere oxidatiereactie optreedt. Het gevormde laagje is slechts enkele miljoenensten van een millimeter dik, en wordt passivatielaag genoemd.

De vorming van zo'n dicht, afsluitend laagje vindt ook plaats in staal vanaf het moment dat daar zo'n 11% chroom aanwezig is. Dergelijke samenstelling vinden we bv. terug in het roestvast staaltipe 409*, dat tussen 10.5 en 11.75

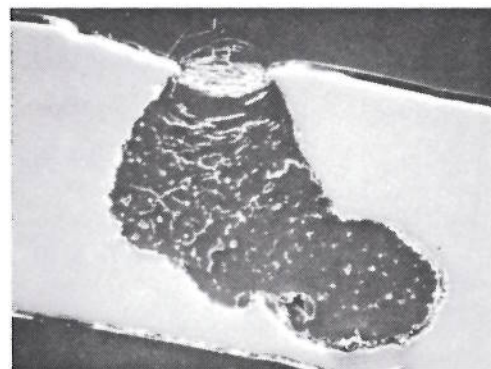


Fig. 1: Pitting (zie verder in de tekst): in doorsnede stellen we onder de microscoop vast dat het kleine gaatje aan het oppervlak helemaal ondergraven is (vergr. 25x).

procent chroom bevat, maximaal 0.08% koolstof en wat titaan. Dit staaltipe wordt bv. gebruikt in uitlaatsystemen voor auto's.

Voor een betere corrosiebestendigheid wordt meer chroom toegevoegd, bv. tussen 16 en 18%, zoals we het terugvinden in type 430. Dergelijk staal wordt bv. gebruikt voor verwarmings-elementen.

De courant gebruikte roestvaste staalsoorten bevatten naast chroom ook nikkel. Nikkel draagt in belangrijke mate bij tot de corrosiebestendigheid, vooral in vloeistoffen. Het meest gebruikte roestvast staal is type 304, dat 18 à 20% chroom bevat, en 8 à 10.5% nikkel. Deze gehalten vormen de oorsprong van de populaire benaming "18-8 staal", die we soms op lepels en vorken gegraveerd zien.

Vermits roestvast staal soms in chemisch zeer agressieve omstandigheden wordt gebruikt, kan het gebeuren

dat het reeds vermelde passivatielaagje niet standhoudt en wordt aangetast, zodat het onderliggende staal toch oxideert. Men dient dan hoger gelegeerde roestvaste staalsoorten te gebruiken.

Pitting en putkorrosie (fig. 1).

Een gevaarlijk element voor roestvast staal is chloor (o.a. aanwezig in zeewater, keukenzout,...). Het kan aanleiding geven tot pitting of putkorrosie: bij een kleine lokale aantasting van het passivatielaagje wordt het onderliggende staal helemaal uitgehold en uiteindelijk over de hele dikte doorboord, wat bv. in tanks aanleiding kan geven tot lekken. Een sterker passivatielaagje, dat aan dit fenomeen meer weerstand biedt, wordt verkregen door aan het staal wat molybdeen toe te voegen. Aldus ontstaat type 316, dat naast 16-18% chroom en 10-14% nikkel, ook 2 à 3% molybdeen bevat.

Interkristallijne aantasting (fig. 2).

De types 304 en 316 kunnen tot 0.08% koolstof bevatten. Indien roestvast staal gedurende voldoende lange tijd aan temperaturen tussen 450 en 900°C blootstaat, wat bv. bij lassen het geval kan zijn, heeft chroom de neiging een verbinding te vormen met koolstof. Dergelijke verbinding wordt carbide genoemd. Ze wordt voornamelijk aan de grenzen van de korrelstructuur gevormd, waardoor het staal aan de rand van zijn korrels dan minder chroom beschikbaar heeft voor de vorming van zijn passivatielaagje. Wordt het staal daarna in een agressieve omgeving gebruikt, dan kan

het tussen zijn korrels aangetast worden: men spreekt daarom van interkristallijne corrosie. De korrels verpulveren als het ware, en het staal zal uiteindelijk uit mekaar vallen.

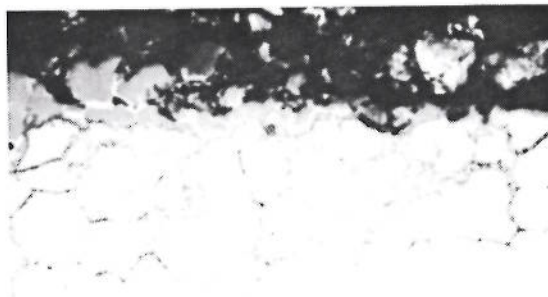


Fig. 2: Interkristallijne aantasting: in doorsnede onder de microscoop zien we dat de korrelgrenzen zijn aangetast, waardoor het staal 'uit mekaar zal vallen' (vergr. 600x).

Om dergelijk fenomeen te vermijden kan aan het staal wat titaan worden toegevoegd, zoals in type 321. Titaan vormt nog vlotter dan chroom chemische verbindingen met koolstof, zodat het chroomgehalte overal behouden blijft.

Een andere mogelijkheid bestaat in het gebruik van staal met een zeer laag koolstofgehalte, namelijk minder dan 0.03%. We hebben dan de types 304L en 316L, waar de L staat voor "low carbon".

Luc Demaegd

Samenvattende tabel:

AIISI-type	% chroom	%nikkel	%koolstof	% molybdeen	%titaan	vb. van toepassing
409	10.5 - 11.75	-	≤ 0.08	-	≥ 6x %koolstof	uitlaten, transformatorhuizen, ...
430	16 - 18	-	≤ 0.12	-	-	sierdelen, verwarmings- elementen, ...
304	18 - 20	8 - 10.5	≤ 0.08	-	-	algemeen gebruik in de chemische en voedingsmiddelenindustrie
316	16 - 18	10 - 14	≤ 0.08	2 - 3	-	chemische, papier- en pulpindustrie
321	17 - 19	9 - 12	≤ 0.08	-	≥ 5x %koolstof	ketels, procesapparatuur, ..
304L	18 - 20	8 - 12	≤ 0.03	-	-	idem als 304, meer ingezet voor laswerk
316L	16 - 18	10 - 14	≤ 0.03	2 - 3	-	idem als 316, meer ingezet voor laswerk