

## LEGERINGSELEMENTEN VAN RVS - INOX

Door Ko Buijs

Over het algemeen is wel bekend dat roestvast staal (inox) een ijzerlegering betreft en dat betekent dat er een of meerdere legeringselementen aanwezig moeten zijn om tot een bepaalde corrosievastheid en overige karakteristieken te komen. Het is op zich interessant om eens stil te staan welke invloed de verschillende legeringselementen hebben op het roestvast staal.

Het belangrijkste legeringselement is **chrom** want zonder dit metaal kan men überhaupt geen roestvast gedrag verkrijgen. Chroom zorgt voor een mooi afsluitend oxidehuidje aan de gehele periferie van een roestvast staalcomponent. Men zou populair kunnen stellen dat de chroomoxidehuid het materiaal a.h.w. waterdicht inpakt zodat vloeistoffen niet bij het onderliggende staal kunnen komen om het aan te tasten. Indien men minimaal 10,5% chroom legeert in ijzer zonder andere legeringselementen dan creëert men het zogenaamde chroomstaal. Chroom bevordert de ferritische structuur waardoor chroomstaal altijd te magnetiseren blijft m.b.v. een magneet in tegenstelling tot een austenitisch type die dat niet doet. Een ferritische structuur heeft een atomaire opbouw die kubisch ruimtelijk gecentreerd is terwijl die van austeniet kubisch vlakken gecentreerd is.

**Nikkel** bevordert de vorming van austeniet en het verbetert de corrosiebestendigheid. Bovendien verbetert nikkel de verwerkbaarheid en de lasbaarheid. Doordat nikkel een sterke austenietvormer is, zal met de aanwezigheid van 8% nikkel het materiaal austenitisch worden waardoor het niet te magnetiseren is. Deze situatie kan zelfs voortduren tot aan cryogene temperaturen toe. Dat is zeer plezierig want austeniet is een taai en ductiel materiaal en dat blijft ook zo bij dergelijke lage temperaturen. Indien het chroomgehalte in deze legering wordt verhoogd naar 18% dan ontstaat het bekende roestvast staal type AISI304 (EN 1.4301).

**Molybdeen** bevordert de vorming van ferriet en verbetert de corrosiebestendigheid in zure corrosieve milieus en in halogenen c.q. zoutvormers. Vooral de weerstand tegen putcorrosie zal dankzij molybdeen sterk toenemen. De chroomoxidehuid wordt generaal versterkt door de aanwezigheid van enig molybdeen. Veelal is 2% al voldoende om deze verhoging te verkrijgen. Dat is bijvoorbeeld het geval met AISI 316 (EN 1.4401). Bovendien verhoogt molybdeen de kruipbestendigheid.

**Mangaan** bevordert, net als nikkel, de vorming van austeniet waardoor de lasbaarheid en vervormingseigenschappen beter worden alsmede de mechanische waarden. De invloed van mangaan is echter niet zo sterk als die van nikkel zodat dit element nikkel niet een op een mag vervangen.

**Stikstof** wordt als gas steeds meer met succes gelegeerd in allerlei roestvast staaltypen omdat de sterkte toeneemt en ook de weerstand tegen putcorrosie. Vooral typen als AISI 304L en 316L hebben geringe mechanische waarden vanwege het lage koolstofgehalte en dat kan voor een deel gecompenseerd worden met het toevoegen van enig stikstof. Veelal is dat niet meer dan 0,14-0,22%. Om de weerstand tegen putcorrosie uit te rekenen mag men in de daarvoor bestemde formule het percentage stikstof 16 tot 20 keer meenemen en dat zegt wat over de enorme positieve invloed. Op zich is het opmerkelijk dat zelfs een niet-metaal zoals stikstof een legeringselement kan zijn.

**Koper** is soms nodig voor precipitatieharding hetgeen een speciale warmtebehandeling is met als doel om de mechanische waarden substantieel te verhogen. Er ontstaan dan zogenaamde precipitaten en dat zijn intermetallische verbindingen waar o.a. koper deel van uitmaakt. Deze verbindingen verankeren a.h.w. de inwendige structuur waardoor atoomvlakken niet meer zo gemakkelijk van elkaar af kunnen glijden. Ook verhoogt koper in bepaalde roestvast staaltypen de corrosiebestendigheid. Bijvoorbeeld in roestvast staaltype 904L (EN 1.4539) is tussen 1 en 2% koper aanwezig. Dat zorgt in een zwavelzuurtoepassing dat er een dun laagje kopersulfaat aan het oppervlakte ontstaat dat de corrosie afremt. Dat noemt men ook wel de werking van een inhibitor.

**Koolstof** verhoogt de mechanische eigenschappen waardoor er zelfs AISI 304H en 316H op de markt is gebracht maar het geeft gelijk ook een grotere kans op interkristallijne corrosie van austenitisch roestvast staal. In austenitisch roestvast staal is slechts 0,02% koolstof oplosbaar en indien er hiervan meer aanwezig is, zal het vrije koolstof met chroom chroomcarbiden kunnen vormen en dat betekent een afname van het chroomgehalte dat juist voor de passiviteit moet zorgen. Dat zet dan ook gelijk de deur open naar interkristallijne corrosie.

**Silicium** verhoogt primair de hittebestendigheid en de weerstand tegen oxidatie. Omdat silicium meestal altijd aanwezig is in ijzererts treft men het ook haast in iedere ijzerlegering aan. Ook komt het de sterkte en slijtvastheid ten goede maar de vervormbaarheid neemt enigszins af.

**Aluminium** verhoogt de hittebestendigheid en is gewenst als er precipitatieharding nodig is.

Kobalt verhoogt de kruipvastheid en dat vooral in hittebestendig roestvast staal.

De elementen cerium, yttrium en thorium verbeteren de zogenaamde cyclische oxidatieweerstand van roestvast staal.

Zwavel verbetert de verspaanbaarheid dankzij de vorming van een film mangaansulfide die zich om de metaalkristallen vormt waardoor bewerkingspanen vroegtijdig afbreken (de zogenaamde automatenkwaliteit). Maar zwavel verslechtert de lasbaarheid in hoge mate alsmede de corrosiebestendigheid. Ook verlaagt zwavel de oppervlaktespanning van gesmolten roestvast staal en dat komt de uiteindelijke doorlassing weer ten goede. Fosfor dient men altijd te mijden want er is geen enkel voordeel te noemen. M.a.w. dat element is per definitie een verontreiniging.

Elementen die de ferrietstructuur bevorderen zijn chroom, molybdeen, silicium, niobium en titaan. Het chroomequivalent =  $\%Cr + \%Mo + 1,5x\%Si + 0,5x\%Nb + 2x\%Ti$

Elementen die de austenietstructuur bevorderen zijn nikkel, koolstof en mangaan. Het nikkelequivalent =  $\%Ni + 30x\%C + 0,5x\%Mn$

Het ene element heeft dus een grotere invloed op de structuur dan de andere. Verhoogt men bijvoorbeeld het molybdeengehalte dan moet men ook het nikkel verhogen en veelal het chroom verlagen om een volledige austenitische structuur te behouden. Ook ziet men dat de invloed van mangaan om austeniet te bevorderen de helft is dan die van nikkel.

Artikel uit ALURVS van **2BLONDS B.V.** Laat de Kanterstraat 27a 2313 JS Leiden

Oppervlakte behandelingen kunnen de eigenschappen van RVS beïnvloeden :

**Packo Surface Treatment**      [www.electropolish.be](http://www.electropolish.be)

[marc.quaghebeur@packo.com](mailto:marc.quaghebeur@packo.com)