

AANLOOPKLEUREN BIJ ROESTVAST STAAL BEINVLOEDEN CORROSIEWEERSTAND

LASSEN VAN RVS

Het lassen van rvs kan leiden tot het ontstaan van aanloopkleuren. Onderzoek toont aan dat aanloopkleuren de corrosieweerstand van het rvs beïnvloeden. Deze aanloopkleuren worden daarom bij voorkeur vermeden of verwijderd.

Jens Conderaerts – Project Manager Corrosion bij het Belgisch Instituut voor Lastechniek

ONTSTAAN VAN AANLOOPKLEUREN

Roestvast staal (rvs) dankt zijn goede corrosieweerstand aan een gehalte van minimaal 12% chroom (Cr). In de lucht of in water vormt zich hierdoor een dunne, doorzichtige stabiele passieve film van chroomoxide aan het oppervlak. De dikte van deze film is slechts enkele nanometers. In agressieve omstandigheden (bv. zwavelzuur (H₂SO₄)) is een chroomgehalte van meer dan 12% nodig om een stabiele passieve film te behouden.

Ook het gehalte aan nikkel (Ni) en molybdeen (Mo) kan een rol spelen in de corrosieweerstand in agressieve omstandigheden [1]. Bij het lassen wordt het rvs tot een hoge temperatuur verhit. De onderstaande figuur illustreert dit fenomeen. De warmtebeïnvloede zone, die zich naast de las bevindt, maar niet wordt omgesmolten, ziet temperaturen boven 1.000

°C. Indien er zuurstof aanwezig is, zal deze onmiddellijk reageren met het metaal. Bij een hogere piektemperatuur en een langere duur ontstaat een dikkere laag oxide. Hierdoor ontstaan de zogenaamde aanloopkleuren (zie Figuur 2), in het Engels ook als 'heat tint' omschreven. Tabel 1 lijst een aantal mogelijke aanloopkleuren op, samen met hun vormings-temperatuur en typische laagdikte.

INVLOED VAN DE AANLOOPKLEUREN OP DE CORROSIEWEERSTAND

Uit een Duits onderzoek is gebleken dat lagen, gevormd bij een temperatuur onder 400 °C, in feite voornamelijk een dikkere chroomoxidelaag zijn. Tussen 400 °C en 700 °C bestaat de oxidelaag voornamelijk uit ijzeroxide. Bij een nog hogere vormingstemperatuur (> 700 °C) bestaat de oxidelaag zowel uit chroomoxide als

uit ijzeroxide. Het lassen van rvs en de aanwezigheid van de aanloopkleuren verlagen de corrosieweerstand.

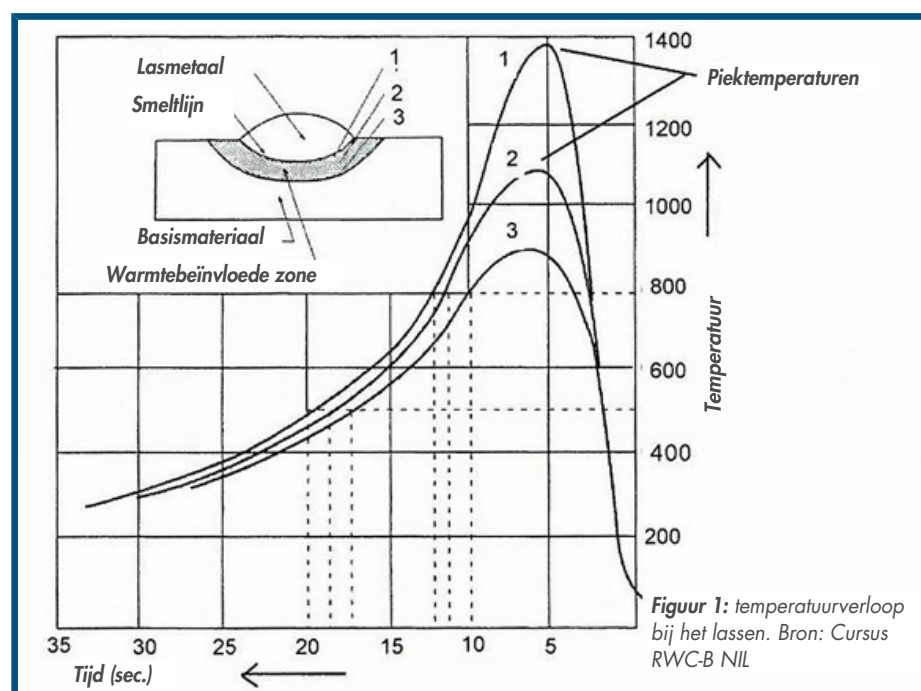
Figuur 3 toont de invloed van het zuurstofgehalte in het backing gas op de putcorrosiepotentiaal. Vier roestvaste stalen werden getest: een duplex- rvs S32205 (1.4462) en drie austenitische rvs-types: AISI 316L (1.4404), 316Ti (1.4571) en 304 (1.4301). Deze hebben een verschillend PREN-nummer (Pitting Resistance Equivalent with Nitrogen), waarmee de weerstand tegen putcorrosie kan worden ingeschat. PREN wordt berekend als volgt: PREN = % Cr + 3.3 % Mo + 30 % N. De verschillende PREN-nummers worden getoond in Figuur 3.

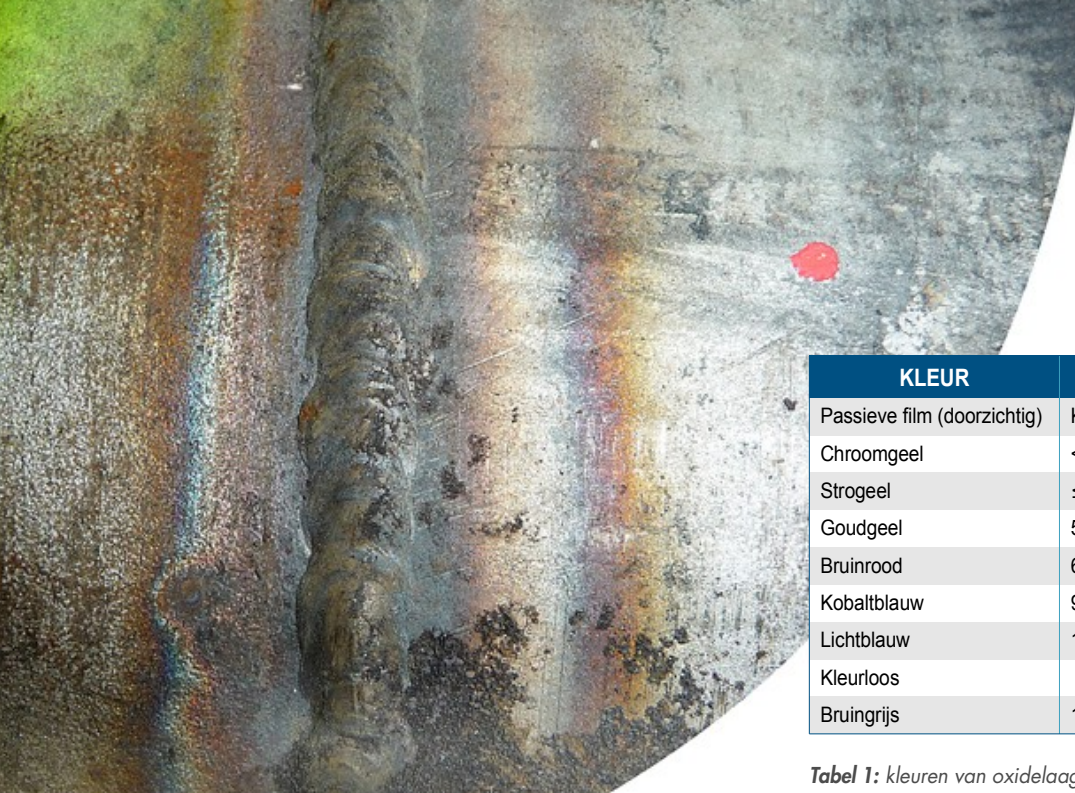
Een hogere putcorrosiepotentiaal betekent een betere weerstand tegen corrosie.

Uit deze figuur blijken een aantal zaken: het ongelaste basismateriaal (GW) is telkens de referentie. Een hogere PREN betekent een hogere putcorrosiepotentiaal. Er bestaat een lineair verband tussen PREN en putcorrosiepotentiaal.

Zelfs na het lassen met een zuiver backing gas en een goede backinggasspoelprocedure (waarbij er dus geen verkleuring optreedt), vermindert de putcorrosiepotentiaal. Dit is vanwege een aantal microstructurele veranderingen die bij het lassen optreden en die lokaal voor een lagere concentratie aan legeringselementen kunnen zorgen. Dit wordt ook in het artikel van Gooch besproken [1]. Een lokaal lager gehalte aan chroom, molybdeen en/of stikstof betekent een lagere PREN en een lokaal lagere weerstand tegen putcorrosie.

De aanwezigheid van aanloopkleuren (door de aanwezigheid van zuurstof in het backing gas) vermindert de putcorrosiepotentiaal. Meer zuurstof betekent een sterkere daling van de corrosieweerstand. Bij het duplex-rvs is het verschil tussen basismateriaal en een stuk, gelast met beschermgas met 100 ppm O₂, beperkt en slechts zo'n 40 mV. Bij het rvs 316L en 316Ti is dit zo'n 150 mV. Bij het rvs type 304 is dit zelfs 250 mV. Lageregelegerde types rvs zijn dus gevoeliger voor een verlaging van de corro-





Figuur 2: aanloopkleuren op rvs 316

KLEUR	TEMPERATUUR	DIKTE
Passieve film (doorzichtig)	Kamertemperatuur	≤ 5 nm
Chroomgeel	< 400 °C	≤ 25 nm
Strogeel	≤ 400 °C	25-50 nm
Goudgeel	500 °C	50-75 nm
Bruinrood	650 °C	75-100 nm
Kobaltblauw	900 °C	100-125 nm
Lichtblauw	1.000 °C	125-175 nm
Kleurloos		175-275 nm
Bruingrijs	1.200 °C	> 275 nm

Tabel 1: kleuren van oxidelaag. Vormingstemperatuur en laagdikte (uit [3])

sieweerstand door aanloopkleuren. Het is ook interessant om op te merken dat het hooggeleerde duplex-rvs met aanloopkleuren nog steeds een significant hogere putcorrosiepotentiaal heeft dan de andere ongelaste types rvs. Ook de types 316 hebben in de grafiek bij 100 ppm zuurstof een gelijkaardige corrosieweerstand als de 304 in basisvorm.

Correlatie van de aanwezige kleuren met de putcorrosiepotentiaal toont dat een strogele aanloopkleur in deze test reeds een verlaagde corrosieweerstand betekent. Nochtans is strogeel vaak vermeld als 'aanvaardbare' verkleuring in normen. De norm NBN EN 12502-4 over drinkwateropslag- en drinkwaterverdelingsystemen in roestvast staal vermeldt bijvoorbeeld dat een donkerdere verkleuring dan strogeel leidt tot een verhoogd risico op putcorrosie. In agressieve omstandigheden kunnen zelfs strogele kleuren leiden tot een verhoogd risico [4]. De testomstandigheden in deze case (0,1 M NaCl) kunnen als agressief beschouwd worden,

wat de verlaagde corrosieweerstand van de strogele kleur enigszins kan verklaren.

BESLUIT EN AANBEVELINGEN

Het is duidelijk dat aanloopkleuren een negatief effect hebben op de corrosieweerstand. Wat kan hieraan gedaan worden?

In eerste instantie kunnen de aanloopkleuren aan de wortel van de las vermeden worden door het gebruik van backing gas en een goede backinggasprocedure.

In tweede instantie kunnen aanloopkleuren verwijderd worden via een oppervlaktebehandeling. Hiervoor moet de las uiteraard toegankelijk zijn. Beitsen leidt tot een optimaal herstel van de corrosieweerstand.

Indien de bovenstaande opties moeilijk haalbaar zijn, moet er gekozen worden voor een hogergeleerd rvs of zelfs een ander materiaal. De uiteindelijke materiaalkeuze is afhankelijk van de toepassing.

OPROEP TOT DEELNAME ONDERZOEK

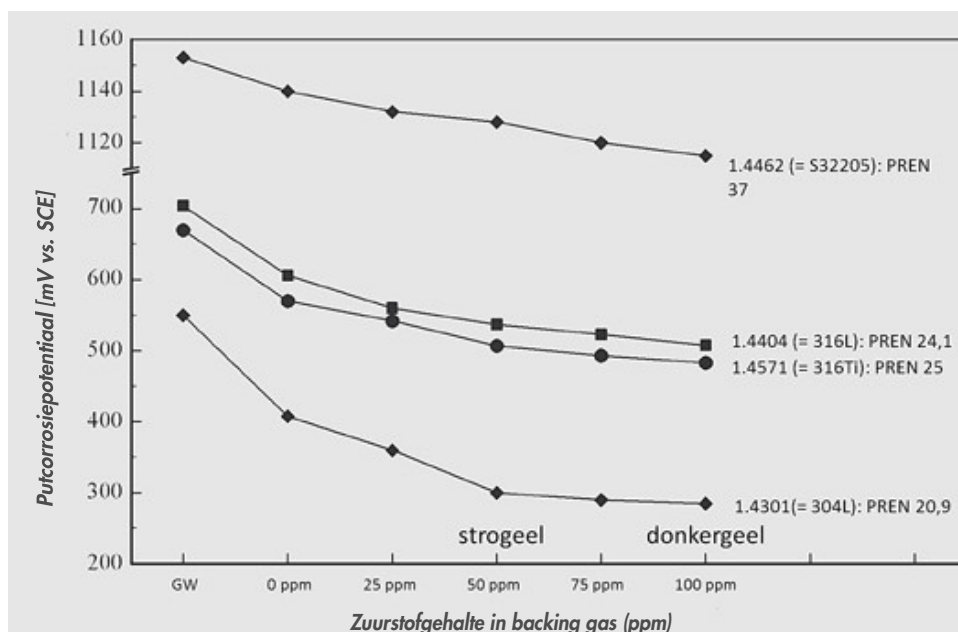
Enkele vragen blijven onbeantwoord. Zo is het wel duidelijk dat de corrosieweerstand vermindert door de aanwezigheid van aanloopkleuren, maar afhankelijk van het type rvs is er nog steeds een zekere weerstand aanwezig. Het is dan ook de vraag voor welke toepassingen een nabehandeling absoluut noodzakelijk is en voor welke niet.

Nabehandelingen zijn immers niet alleen tijdrovend (en dus kostelijk), maar ook in sommige gevallen verontreinigend (in het geval van beitsmiddelen met salpeterzuur (HNO₃) en waterstof-fluoride (HF)). Het Belgisch Instituut voor Lastechniek wenst daarom een gezamenlijk industrie-project op te zetten om deze zaken te onderzoeken. Hierbij worden verkleurde lassen onderworpen aan verschillende nabehandelingen en verschillende testen om de invloed van de nabehandeling op de corrosieweerstand te bepalen. Indien u interesse heeft in dit project, vragen wij u om contact op te nemen via de onderstaande gegevens:

Jens Conderaerts – Project Manager Corrosion bij het Belgisch Instituut voor Lastechniek
jens.conderaerts@bi-ibs.be
+32 (0)9/292.14.22

BRONNEN:

- [1] Gooch T.G., Corrosion Behavior of Welded Stainless Steel, Supplement to the Welding Journal, 135-s – 154-s, 1996.
- [2] Köstermann H., Schweißbedingte Anlaufarben – müssen grundsätzlich blanke Nähte gefordert werden? Abschätzung des korrosiven Einflusses von gelben Anlaufarben auf geschweißte CrNi(Mo)-Stähle, AiF 11.381 N/1, DVS 1.017
- [3] Ruge J., Radebold L., Einfluß von durch Schweißen erzeugten Oxidfilmen auf die Lochfraßbeständigkeit nichtrostender austenitischer Chrom-Nickel-Stähle in annähernd neutralen Chloridlösungen, BMFT-Abschlußbericht FE-KKs, Vol. 5, Proj.-Nr. B2 6/3, 101-104 (1990).
- [4] NBN EN 12502-4 Bescherming van metalen tegen corrosie – Richtlijn voor het beoordelen van de waarschijnlijkheid van corrosie wateropslag- en waterverdelingssystemen – Deel 4: beïnvloedende factoren bij corrosievast staal.



Figuur 3: putcorrosiepotentiaal van verschillende roestvaste stalen voor het lassen (GW), na het lassen zonder aanloopkleuren (0 ppm O₂ in backing gas) en na het lassen met aanwezigheid van verschillende gehalten aan zuurstof in het backing gas. Backing gas: argon. Testoplossing: 0,1 mol NaCl per liter bij 18 tot 22 °C (uit [2])