

Roestvast staal in de praktijk

Uit oogpunt van hygiëne, productreinheid, en reinigbaarheid van apparatuur is roestvast staal (RVS) een aantrekkelijk materiaal. Dat komt vooral doordat corrosievaste staal-soorten in waterige milieus met zuurstof een afsluitende chromoxidelaag kunnen vormen die het staal passief maakt. De keuze in deze staal-soorten is groot. Een overzicht.

Roestvaststaalsoorten worden op basis van de microstructuur ingedeeld in vier groepen (tabel 1). Samenstelling en productiewijze bepalen de microstructuur en de eigenschappen. In ferritisch RVS is chroom het belangrijkste element: corrosieweerstand en lasbaarheid zijn beperkt. Martensitisch RVS bevat naast chroom ook koolstof waardoor het staal kan worden gehard (lassen wordt afgeraden). Austenitisch staal bevat naast chroom ook voldoende nikkel voor een stabiele austenietstructuur. Door de goede las- en verwerkbaarheid wordt het austenitisch roestvast staal (18-8 chroom/nikkel-staal) het meest toegepast, vooral in de voedingsmiddelenindustrie. Duplex RVS tenslotte heeft een zodanige chroom/nikkelverhouding dat een duplexstructuur ontstaat (50% ferriet/50% austeniet). Het

Gelijkmatige corrosie



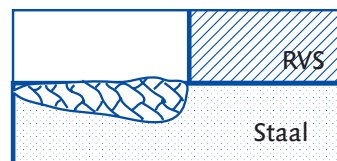
Putcorrosie



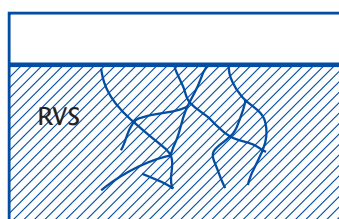
Spleetcorrosie



Galvanische corrosie / contactcorrosie



Interkristallijne corrosie



Spanningscorrosie

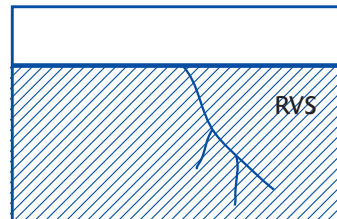


Fig. 1 Overzicht (in doorsnede) van mogelijke corrosie van roestvast staal.

materiaal heeft een goede corrosieweerstand en is ook goed lasbaar en sterk.

Weerstand tegen corrosie

Gangbare RVS-kwaliteiten voldoen in tal van waterige milieus. Zijn de condities extremer door verhoogde temperaturen, hogere chlorideconcentraties of tekort aan zuurstof, dan kan lokale corrosie optreden. Het herkennen van de verschil-

lende corrosievormen (figuur 1) is een belangrijke stap om te komen tot een juiste remedie. Gelijkmatige corrosie komt vrijwel niet voor. De remedie kan bestaan uit het kiezen voor staal dat beter bestand is tegen corrosie of aanpassing van ontwerpdetails of procesomstandigheden.

Naarmate RVS meer chroom (Cr), molybdeen (Mo) en stikstof (N) bevat,

Aanbevelingen

- Kennis verzamelen over aanhechting en mechanisme die optreden in het betreffende proces is van belang om te komen tot de juiste keuze van staalkwaliteit en oppervlaktebehandeling. Vaak hoeft men niet te streven naar minimale ruwheid.
- Aandacht richten op alle systeemonderdelen, verdeling van inspanning (en geld).
- Waar mogelijk via ontwerp en vormgeving het aantal verbindingen verminderen.
- Bij een geoptimaliseerd oppervlak reiniging aanpassen aan oppervlak omdat veranderingen aanhechting of contaminatie kunnen gaan bevorderen.
- Over het algemeen is het nut van elektrolytisch polijsten bewezen.
- Het effect is mede afhankelijk van de uitgangstoestand van het RVS alsook van de condities van het proces.
- Alternatieve behandelingen of combinaties bieden interessante mogelijkheden. Te noemen zijn Micro-opeenen en mogelijk het gebruik van keramische parels. Ook borstelen kan aanhechting verminderen.

wordt de weerstand tegen corrosie hoger. Een indicatie voor de weerstand in chloridehoudende milieus is de PRE-waarde: PRE (Pitting Resistance Equivalent)-waarde = %Cr + 3,3x%Mo + 16x%N.

Kwaliteiten en materiaalkeuze

Van austenitisch roestvast staal zijn in tabel 2 verschillende kwaliteiten gegeven. De Europese norm NEN EN-10088 is de huidige standaard. De aanduiding AISI (American Iron and Steel Institute) laat ruimere specificaties toe.

Bij een eenvoudige waterige omgeving kan meestal worden volstaan met een standaard chroom/nikkelkwaliteit als 1.4301 (AISI 304). Indien de omgevingscondities mild zijn, kan men wellicht volstaan met goedkopere varianten als 1.4310 (AISI 301), 1.4318 (AISI 301LN) en 1.4372 (AISI 201). Er zijn ook alternatieven voor specifieke toepassingen:

- 1.4310 (AISI 301) en 1.4318 (AISI 301LN); hogere sterkte, redelijke corrosieweerstand;
- 1.4307 (AISI 304L); alternatief voor 1.4306, minder Cr en Ni; redelijke corrosieweerstand;
- 1.4303 (AISI 305); verhoogd Ni-gehalte, goede vervormbaarheid (dieptrekken).

Wanneer een standaardtype als 1.4301 (AISI 304) lokale corrosie vertoont, kan een molybdeenhoudende kwaliteit uitkomst bieden. Voor deze iets zwaardere condities voldoet veelal 1.4401 (AISI 316) of een van de volgende varianten:

- 1.4406 (AISI 316LN): hogere sterkte en minder gevoelig voor spanningscorrosie na het lassen;
- 1.4432 en 1.4436 (beide AISI 316L-alternatieven): iets hoger Mo- en N-gehalte, hogere corrosieweerstand, minder gevoelig voor spanningscorrosie na lassen;
- 1.4439 (AISI 316LMN): alternatief met hogere corrosieweerstand (en sterkte).

Voor zware omstandigheden is superaustenitisch



Fig. 2 Lokale corrosie van roestvast staal (spanningscorrosie rond puntlassen).

Tabel 1 Globale kenmerken van soorten roestvast staal

Materiaal/structuur	Chroom	Nikkel	Structuur ¹⁾	Magnetisch	Weerstand tegen corrosie	Lasbaarheid
Ferritisch	≥ 10,5%	---	α	+	Beperkt	Beperkt
Martensitisch	≥ 10,5%	---	α	+	Beperkt	Afgeraden
Austenitisch	18%	≥ 8%	γ	-/+ ²⁾	Goed	Goed
Duplex	22-27%	5-7%	α+γ	+	Goed	Goed

1) α = kubus met atoom centraal (BCC), en γ = kubus met atomen in zijvlakken (FCC), soms mengvorm.

2) Koudvervormd materiaal evt. martensitisch, lassen evt. deels ferritisch, dan is het staal licht magnetisch.

Tabel 2 Overzicht hoeveelheden chroom (Cr), nikkel (Ni), molybdeen (Mo) en stikstof (N) van gangbare en nieuwere (*) roestvaststaalkwaliteiten (op ijzerbasis in gew.%)

NEN EN 10088	VS	Cr	Ni	Mo	N	PRE
Austenitisch						
1.4310 *	AISI 301	17,0	7,0	-	0,03	17,5
1.4318 *	AISI 301LN	17,0	7,0	-	0,15	19,4
1.4372 *	AISI 201	17,0	5,0	-	0,15	19,4
1.4301	AISI 304	19,0	9,2	-	-	19,0
1.4306	AISI 304L	19,0	10,0	-	-	19,0
1.4307 *	AISI 304L	18,0	8,5	-	0,06	19,0
1.4303 *	AISI 305	18,0	11,0	-	0,02	18,3
1.4401	AISI 316	17,0	12,0	2,5	-	25,0
1.4432	AISI 316L	17,0	11,0	3,0	0,05	27,7
1.4436 *	AISI 316L	17,0	11,0	3,0	0,05	27,7
1.4439	AISI 317LMN	17,5	13,5	4,5	0,17	35,1
1.4539 *	AISI 904L	20,0	25,0	4,5	0,07	36,0
Duplex						
1.4362 *	UNS S32304	23,0	4,0	-	0,10	24,6
1.4462	UNS 31803	22,0	5,5	3,0	0,16	34,0
1.4410 *	UNS S32750	25,0	7,0	4,0	0,27	42,5

tenitische RVS geschikt (hoge concentratie agressieve ionen, hogere temperaturen, zuurstoftekort, et cetera). Een voorbeeld met een zeer hoge corrosieweerstand is 1.4539 (AISI 904L). Ook zijn deze soorten ook beter bestand tegen agressieve reinigingscycli dan de standaardkwaliteiten. De standaardkwaliteiten kunnen onder mechanische belasting in chloridehoudende milieus spanningscorrosie vertonen. Naast ontwerpaanpassing of reductie van de belasting, kan men kiezen voor een superaustenitisch staal of voor een duplex roestvast staal (goedkoper en sterker). Er zijn duplexkwaliteiten beschikbaar die een aantrekkelijk alternatief zijn voor de standaard 1.4301 ("AISI 304) en 1.4401 ("AISI 316). Voorbeelden zijn staal 1.4362 en LDX 2101 (met 21,5% Cr, 5% Mn, en 1,5% Ni).

Duplex roestvast staal heeft een goede weerstand tegen zowel spanningscorrosie als tegen vermoeiing.

De ferritische kwaliteiten kunnen in een relatief droge omgeving een goede rol vervullen. De martensitische kwaliteiten worden primair gekozen vanwege de hardheid en slijtageweerstand.

Productvormen en oppervlak

Bij de keuze van een roestvast staal moet worden gekeken naar de vereiste weerstand tegen corrosie gelet op het procesmilieu, de gewenste duurzaamheid en ongestoorde procesvoering. De kwaliteit van het oppervlak is uitermate belangrijk voor de vorming van de beschermende oxidelaag. Een slechte oppervlaktekwaliteit en contaminatie kan de hogere corrosieweerstand, die via de samenstelling

Tabel 3 Productieproces en oppervlaktekwaliteit (selectie uit NEN-EN 10088-2), met ruwheidsindicatie

Product	Proces	Symbool	Oppervlaktekwaliteit	Ruwheid Ra (µm)
Plaat, band	Warmgewalst	1U / 1C 1E / 1D	Ruw / warmtebehandeld Warmtebehandeld/ mech. bewerkt / gebeitst	> 5 3,0-5,0
Dunne plaat, strip, band	Koudgewalst	2H 2C 2E 2D 2B 2R 2Q	Koudverstevigd, blank Warmtebehandeld Warmtebehandeld, mech. bewerkt Warmtebehandeld, gebeitst Warmtebehandeld, gebeitst, koud nagewalst Blank gegloeid Gehard + ontlaten, bewerkt	1,0-3,0 1,0-3,0 1,0-3,0 0,2-0,4 0,2-0,3 0,2-0,4 -
Dunne plaat, strip, band of koudgewalst met speciale afwerking	Warmgewalst	1G / 2G 1J / 2J 1K / 2K 1P / 2P 2F 1M / 2M	Geslepen Geborsteld of mat gepolijst Zijdemat gepolijst Blank gepolijst Gegloeid, nagewalst (opgeruwde wals), mat Patroon gewalst, glad	0,3-0,5 0,2-0,4 0,2-0,3 ~ 0,1 - -

is verkregen, teniet doen. Ook heeft het oppervlak invloed op aanhechting. Aanhechting heeft een nadelige invloed op de reinheid en op de reinigingscycli en kan tevens corrosie bevorderen. Daarom moet de specificatie zowel het materiaaltype als de oppervlaktekwaliteit bevatten. Daarbij moet de nabehandeling van lasverbindingen op het geheel worden afgestemd. Verschillende oppervlaktecondities zijn gegeven in tabel 3. De ruwheid staat niet in de norm, maar is het resultaat van de behandeling. Op gladde oppervlakken zal vuil minder goed hechten, terwijl het reinigen makkelijker gaat. Over het algemeen is aanhechting minder naarmate de ruwheid van het oppervlak lager is. Onder een ruwheid (Ra) van circa 1 micron is er echter geen eenduidige relatie meer. Het is dus zaak een compromis te vinden tus-

sen kosten van oppervlaktebewerking en het effect dat ze sorteren. Het heeft geen zin een zo glad mogelijk oppervlak te kiezen.

Er zijn de laatste jaren meer staalkwaliteiten op de markt gekomen met voorbehandeld oppervlak voor verminderde aanhechting en verbeterde reinigbaarheid en aangepast aan een specifieke toepassing. Sommige leveranciers leveren speciale matte of zijdeglans uitvoeringen. Voorbeelden zijn:

- HyClean Superbrush, een speciale 2J-kwaliteit;
- HycleanBA, (BA = 'bright annealed'), een 2R-kwaliteit;
- Nirosta, diverse staal- en oppervlaktekwaliteiten;
- Ugisand, satijnfinish in verschillende staalkwaliteiten;
- Ugiluxe, dieptrekwaliteit in 2B finish.

Plaatmateriaal wordt aangeboden in dikten vanaf 0,1 mm. Precisiestrip of -folie is beschikbaar vanaf 0,03 mm dik.

Bronnen

1. Roestvast staal in dunne plaat en buis, Tech-Info-Blad nr. TI.04.19, Januari 2004, FME-CWM. Samenwerking Federatie Dunne Plaat, Avesta Polarit, MCB, NIMR, Syntens, TNO, en NIL.
2. Stainless Steels, ASM Specialty Handbook, ASM International, 1994, ISBN 0-87170-503-6.
3. NEN-EN 10088 Corrosievaste staalsoorten (1995). Lijst van corrosievaste staalsoorten.
4. NEN-EN-1011-3: 2000 en. Bescherming van apparatuur uit roestvast staal.
5. Backing en nabehandeling bij het lassen van roestvast staal. Praktijkaanbeveling nr. LM.94.04, Juni 1994, NIL, FME, Metaalunie.
6. Lassen van hittevast en roestvast staal. Voorlichtingsblad VM 42.
7. ASTM A 380-88, Standard Practice for Cleaning and Descaling Stainless Steel Parts, Equipment and Systems.
8. Rademakers, P.L.F., Toepassen van RVS: effect van oppervlaktekwaliteit en bewerkingen. NCC/PMP Corrosiedag, 14 Mei 1998, Ede.
9. Roestvast staal in de bouw, PMP-BmS-TNO project. Informatiemodulen voor aannemers, producenten en beheerders, TNO-rapporten 98MI-00924-00925/RAD/KEE. CD-ROM Bouwen met Staal Rotterdam.

Internet

www.avestapolarit.com
www.ctbpernis.nl

www.dunneplaat-online.nl

www.euro-inox.org
www.fme-cwm.nl
www.key-to-steel.com

www.mcb.nl
www.nidi.org

www.nirosta.de
www.thyssenkrupp.de
www.ugine-alz.com

**Producent/leverancier van roestvast staal
Uitvoerder oppervlaktebehandelingen o.a.
Micropeen**

**Verbindingstechnologieën voor dunne plaat
en buis**

**Europese brancheorganisatie roestvast staal
Werkgevers- en ondernemersorganisatie
Staalspecificaties conform American Iron and
Steel Institute**

**Leverancier van RVS-producten
Nickel Development Institute (info over
roestvast staal)**

**Producent/leverancier van roestvast staal
Producent/leverancier van roestvast staal
Producent/leverancier van roestvast staal**

Piet Rademakers

Ir. P.L.F. Rademakers, Adviesbureau voor Metaalkunde,
Bathmen, 0570-542029, piet.rademakers@hetnet.nl.