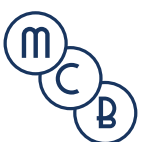


MCB Specials

Expertise creates **value**

Compleet in Duplex

TECHNISCHE INFORMATIE • ASSORTIMENT • LOGISTIEK





Compleet in Duplex

Met trots presenteren wij ons Duplex-programma, met uitgebreide technische informatie, ons assortiment en op uw wensen afgestemde logistiek!

Door het kiezen van een geschikte samenstelling is het mogelijk roestvaste staalkwaliteiten te produceren met een structuur die bestaat uit zowel ferriet als austeniet. Deze groep roestvaste staalkwaliteiten staan bekend onder de naam Duplex roestvast staal. De verhouding ferriet en austeniet in de Duplex roestvast staal is ca. 50/50%. Ten opzichte van de austenitische RVS-kwaliteiten wordt Duplex met name gekenmerkt door goede mechanische eigenschappen in combinatie met een hoge corrosieweerstand (tot een temperatuur van ca. 315°C). Duplex-metalen zijn ook eenvoudig te lassen en te bewerken. Daarom worden ze onder meer veel toegepast in:

- › De olie & gas industrie
- › De chemie & petrochemie
- › De bio-industrie
- › De voedingsmiddelenindustrie
- › Maritieme toepassingen
- › Waterzuiverings- en ontziltinstallaties
- › De papierverwerkende industrie

In deze brochure wordt een vergelijking gemaakt tussen enerzijds de RVS-kwaliteiten zoals AISI 304 / 316L / 316Ti / 904L en 254SMO en anderzijds de Duplex kwaliteiten Lean Duplex, Duplex en Super Duplex. De vergelijking wordt gemaakt op basis van:

1. Samenstelling
2. Corrosieweerstand
3. Mechanische eigenschappen
4. Lasbaarheid, verspaanbaarheid en overige bewerkingseigenschappen

Tevens bevat de brochure informatie over het leveringsprogramma van de verschillende Duplex-kwaliteiten.

Samenstelling

De samenstellingen van de Duplex RVS-kwaliteiten Lean Duplex, Duplex en Super Duplex zijn verschillend en daardoor heeft elke type zijn specifieke eigenschappen. Belangrijk is een juiste balans tussen ferrietvormers en austenietvormers. Tabel 1 geeft een duidelijk overzicht van de samenstelling van de diverse RVS-kwaliteiten inclusief de Duplex-metalen. Verschillende elementen vervullen ieder hun eigen rol in de Duplex-metalen.



Chroom (Cr)

In roestvast staal is chroom het belangrijkste legeringselement en bij blootstelling aan een oxiderend milieu vormt zich een chroomoxidelaag welke bestendig is tegen corrosie. De corrosieweerstand neemt toe met de toename van het aandeel chroom. Chroom is echter een typische ferrietvormer en bij een toenemend percentage chroom in Duplex zal deze gecompenseerd moeten worden door andere elementen, dit om de juiste balans tussen ferriet en austeniet te behouden.



Nikkel (Ni)

Nikkel is een austenietvormer en dus essentieel om samen met de ferrietvormers zoals chroom een juiste balans te verkrijgen in de Duplex-metalen. Het percentage nikkel in Duplex RVS bedraagt ongeveer de helft van het percentage nikkel in RVS kwaliteiten uit de 300-serie.



Stikstof (N)

De rol van stikstof in de Duplex-metalen is divers. De voornaamste reden om stikstof toe te voegen is de verbeterde weerstand tegen put- en spleetcorrosie, een typisch kenmerk van de Duplex-metalen. Voor meer details zie het hoofdstuk 'Corrosieweerstand'. Stikstof is ook vele malen kleiner dan ijzer (factor 1500) en is dus heel eenvoudig oplosbaar in metalen. Ze zorgen wel voor barrières bij vervormingen. Tenslotte is stikstof ook een

uitstekende austenietvormer. Daarom is het stikstofpercentage in Duplex zo hoog mogelijk om de uiteindelijke balans tussen ferriet en austeniet te behouden.



Molybdeen (Mo)

Molybdeen versterkt de functie van chroom met name in een chloridehoudende omgeving, waar spleet- en putcorrosie vaak voorkomen. Die versterking treedt op bij een chroomgehalte van minimaal 18%. Molybdeen is echter een ferrietvormer en daardoor is het percentage gelimiteerd tot maximaal 4%.



Koper (Cu)

Door toevoeging van koper aan de Duplex-metalen neemt de corrosieweerstand tegen met name zwavelzuur toe.

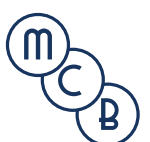


Mangaan (Mn)

Mangaan is een austenietvormer en een goedkoop alternatief voor nikkel (ca. factor 10 goedkoper).

Tabel 1

AISI	EN	ASTM-UNS	C % min	Cr % min	Ni _{min}	Mo _{min}	Mn _{gem}	N _{min}	Ti _{min}	Cu _{gem}
AISI 304(L)	1.4301(4307)	S30400(403)	0.03(0,07)	17.5	8.0	-	1.1	-	-	-
AISI 316L	1.4404	S31603	0.03	16.5	10.5	2.5	1.5	-	-	-
AISI 316Ti	1.4571	S31635	0.08	16.5	10.5	2.0	1.5	-	0.35	-
904L	1.4539	N08904	0.02	19.0	24.0	4.0	2.0	-	-	1.2
254SMO	1.4547	S31254	0.02	19.5	17.5	6.0	1.0	0.2	-	0.5
Lean Duplex	1.4362	S32304	0.03	22.0	3.5	0.1	2.0	0.05	-	0.1-0.6
Duplex	1.4462	S32205/S31803	0.03	21.0	4.5	2.5	2.0	0.10	-	-
Super Duplex	1.4410	S32750	0.03	24.0	6.0	3.0	0.8	0.24	-	0.5
Super Duplex (F55)	1.4501	S32760	0.03	24.0	6.0	3.0	1.0	0.20	-	0.7





Compleet





in Duplex



Corrosieweerstand

Er zijn veel vormen van corrosie, enkele bekende vormen zijn:

- › Putcorrosie
- › Spleetcorrosie
- › Spanningscorrosie

Van elk van bovenstaande typen corrosie zijn, onder laboratorium-omstandigheden, versnelde corrosietesten uitgevoerd. De resultaten in deze brochure zijn afkomstig van testen waarvan de uitvoer en meetmethoden zijn beschreven volgens de ASTM-normen. De resultaten zijn bedoeld om de diverse RVS kwaliteiten met elkaar te kunnen vergelijken.

Putcorrosie

Onder ongunstige omstandigheden kan de chromoxidelaag doorbroken worden waardoor er ter plekke aantasting van het materiaal kan plaatsvinden. In een omgeving met agressieve stoffen en aanwezigheid van een put, beschadiging, kras of insluitsel ontstaat er putcorrosie. De gevoeligheid voor putcorrosie wordt verkregen door de bepaling van de Critical Pitting Temperature, kortweg CPT. Omdat deze vorm van corrosie mede afhankelijk is van de elementen chroom, molybdeen en stikstof is er tevens een wiskundige formule opgesteld, bekend onder de naam Pitting Resistance Equivalent Number (PREN):

$$\text{PREN} = \%Cr + 3,3 \times \%Mo + 16 \times \%N.$$

Deze formule is goed te gebruiken naast de methode met CPT-temperaturen. Belangrijk is wel te vermelden dat ook de mate van oppervlaktegesteldheid een grote invloed heeft op de verkregen waarden. Grafiek 1 toont de resultaten van zowel de austenitisch roestvast staal als de Duplex-kwaliteiten. Over de waarden van AISI 316Ti is weinig bekend, echter door de aanwezigheid van titaaniumcarbiden blijkt dat AISI 316Ti een lagere weerstand heeft tegen putcorrosie dan AISI 316L. De gegevens in de grafiek tonen dat Lean Duplex voor wat betreft putcorrosie minimaal vergelijkbaar is met AISI 316L en 316Ti. Dit geldt ook bij vergelijking van Duplex met 904L en Super Duplex met 254SMO.

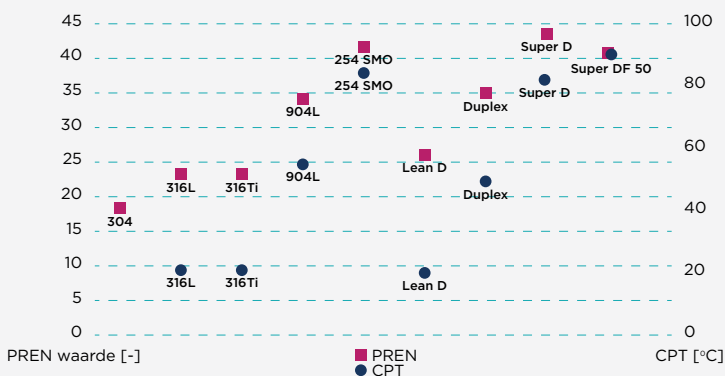
Spleetcorrosie

Spleetcorrosie is een lokale aantastingsvorm die ontstaat in een ‘stilstaand’ corrosief medium. In de praktijk blijkt dat metalen minder beschermd zijn tegen spleetcorrosie dan tegen putcorrosie omdat spleetcorrosie agressiever verloopt dan putcorrosie. Vandaar dat de vermelde temperaturen voor spleetcorrosie in grafiek 2 ook lager zijn dan die voor putcorrosie. De temperaturen zijn op eenzelfde manier bepaald als die voor putcorrosie, echter deze methode is genormeerd onder de ASTM G48B test. De conclusie is dat Lean Duplex een betere weerstand tegen spleetcorrosie heeft dan AISI 316L/316Ti, zo ook bij Duplex versus 904L en Super Duplex versus 254SMO.

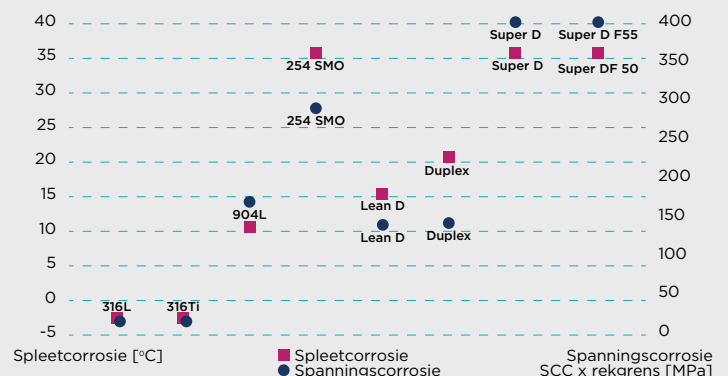
Spanningscorrosie

Onder spanningscorrosie wordt de scheurvorming verstaan die optreedt ten gevolge van de gelijktijdige in- of uitwendige trekspanning in een corrosief milieu. Austenitisch RVS is bijzonder gevoelig voor spanningscorrosie bij verhoogde temperaturen en in een chloridehoudende omgeving. Testen zijn uitgevoerd met een druppelverdampingsinstallatie met een zoutoplossing bij 120°C. De waarden vermeld in grafiek 2 zijn het resultaat van de afname in sterkte, vermenigvuldigd met de minimale sterkte per kwaliteit volgens de EN-norm. De resultaten laten zien dat AISI 316 in een chloridehoudend milieu op 120°C heel gevoelig is voor spanningscorrosie waarbij Lean Duplex een beduidend betere weerstand heeft. Duplex en 904L hebben een gelijkwaardige weerstand. Super Duplex scoort hierbij het hoogst en is vergelijkbaar met 254SMO.

Grafiek: 1 Putcorrosie



Grafiek 2: Spleet- en spanningscorrosie



Mechanische eigenschappen

Door de chemische samenstelling en de daaruit voortvloeiende ferritische en austenitische structuur hebben de Duplex-kwaliteiten relatief hoge mechanische eigenschappen. Tabel 2 vermeldt de minimale waarde voor de rekgrens, treksterkte en rek van zowel de austenitische en Duplex-kwaliteiten volgens de EN-norm. De diverse Duplex-kwaliteiten hebben met name een aanzienlijk hogere rekgrens dan de austenitische kwaliteiten. Dit betekent dat met Duplex-kwaliteiten in principe lichter geconstrueerd kan worden, hierdoor wordt de totale investering aanzienlijk gereduceerd.

Lasbaarheid

Binnen zekere grenzen is Duplex met alle gangbare lasmethoden goed lasbaar. Door een juiste keuze van het lastoevoegmateriaal (met een Ni-gehalte van ca. 3% hoger dan het basismateriaal) en een goede beheersing van de thermische cyclus, is het mogelijk een lasverbinding tot stand te brengen die zowel qua mechanische eigenschappen als corrosieweerstand overeenkomt met het basismateriaal. Met name de afkoelsnelheid in het traject 1200°C - 800°C is belangrijk. Een te hoge afkoelsnelheid levert een te hoog aandeel ferriet, waardoor de taaiheid en de weerstand tegen put- en interkristallijne corrosie nadelig beïnvloed worden. In het algemeen wordt het ferriet-gedeelte in de las beperkt tot ca. 60%. Een te lage afkoelsnelheid kan tot ongewenste vorming van chroomcarbiden leiden, welke de taaiheid en de corrosieweerstand nadelig beïnvloeden. Voorverwarmen bij dikke platen (vanaf 15 mm) is aan te bevelen. Het gebruik van beschermgas is bij Duplex-kwaliteiten een vereiste.

Overige bewerkingseigenschappen

Verspanen

Duplex-kwaliteiten zijn moeilijker te verspanen dan AISI 316L. Bij dezelfde snedediepte en voeding zal de snijsnelheid ca. 20% lager zijn. De lagere snijsnelheden bij Duplex-kwaliteiten worden veroorzaakt door hogere mechanische eigenschappen en de afwezigheid van zwavel.

Zagen

Duplex-metalen zijn moeilijker te zagen dan staal. Een goede vuistregel is dat de zaagsnelheid en de voeding ingesteld moeten worden zoals bij AISI 316L.

Knippen

Duplex kan op eenzelfde manier geknipt worden als austenitische RVS kwaliteiten, met het verschil dat de krachten beduidend hoger zijn. Een goede indicatie is dat 85% van de dikte van RVS AISI 316 als maximale dikte gebruikt kan worden voor Lean Duplex en Duplex. Voor Super Duplex geldt dat de maximale dikte om te knippen ongeveer 65% is van de dikte van austenitische metalen.

Perforeren/stansen

De combinatie van hoge sterkte en de snelle stansbeweging maakt het moeilijk om Duplex-metalen te perforeren. Een indicatie is dat de dikte van Duplex zich gedraagt als 2x de dikte van austenitische RVS-metalen.

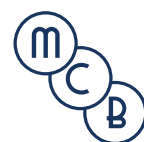
Plasma en lasersnijden

De Duplex-metalen zijn op dit punt volledig vergelijkbaar met de austenitische metalen.

Tabel 2

AISI	EN	ASTM-UNS	min. 0,2% rekgrens* MPa	min. treksterkte* MPa	rek%
AISI 304(L)	1.4301(4307)	S30400 (S30403)	210	520	45
AISI 316L	1.4404	S31603	220	520	45
AISI 316Ti	1.4571	S31635	220	520	40
904L	1.4539	N08904	220	520	35
254SMO	1.4547	S31254	300	650	40
Lean Duplex	1.4362	S32304	400	630	25
Duplex	1.4462	S32205/S31803	460	640	25
Super Duplex	1.4410	S32750	530	730	20
Super Duplex (F55)	1.4501	S32760	530	730	25

* Min. mechanische waarden volgens EN, bij kamertemperatuur



Leveringsmogelijkheden Lean Duplex, Duplex en Super Duplex

Naast het onderstaande voorraadprogramma heeft MCB Specials ook voor afwijkende uitvoeringen, zoals flenzen, las- en draadfittingen, geperforeerde plaat en plaat op maat, uitstekende leveringsmogelijkheden met korte levertijden. Wij kunnen leveren volgens elke gewenste normering en/of certificering (NACE, NorSok, ASME, etc.).

Lean Duplex - 1.4362 / plaat materiaal	KGW, finish 2E	WGW, finish 1D
2000 x 1000	2 mm	-
3000 x 1500	3 mm	4/5 mm
6000 x 2000	2/3/4 mm	5/6/8/10/15/20 mm

Overige producten en/of afmetingen op aanvraag.

Duplex - 1.4462 / plaat materiaal	KGW, finish 2E	WGW, finish 1D
2000 x 1000	1/1.5/2/3/4 mm	5/6/8/10/12/15/20/25/30/40 mm
2500 x 1250	1.5/2/3 mm	4/5/6/8/10 mm
3000 x 1500	1,5/2/3 mm	4/5/6/8/10/12/15/20/25/30 mm
4000 x 2000	-	6/8/10 mm
6000 x 1500	-	6/8/10 mm
6000 x 2000	2/3/4 mm	5/6/8/10/12/15/20/25/30/35/40/50 mm

Duplex - 1.4462 / WGW plat materiaal (4-6 mtr)	5	6	8	10	12	15	20	Dikte
Breedte 30		x	x	x		x		
Breedte 40		x	x	x	x	x		
Breedte 50	x	x	x	x	x	x	x	
Breedte 60		x	x	x		x	x	
Breedte 70			x					
Breedte 75						x		
Breedte 80			x	x	x	x	x	
Breedte 100				x			x	

Duplex - 1.4462 / WGW hoekprofiel (6 mtr)						
30x30x3 mm	40x40x4mm	50x50x5mm	60x60x6mm	70x70x7mm	80x80x8mm	100x100x10 mm

Duplex - 1.4462 / stafmateriaal	BLANK (3 mtr)	WGW (5-6 mtr)
Rond	6/8/10/12/15/16/35 mm	-
Rond	20/25/30/40/50 mm	20/25/30/40/50 mm
Rond	-	60/70/75/80/90/100/110/120/ 130/150/160/180/200 mm

**Duplex - 1.4462 / ronde buis,
naadloos (6 mtr lang)**

20.0 x 2.0	33.4 x 2.77 (1" 10S)	60.3 x 2.0	114.3 x 3.05 (4" 10S)
21.3 x 2.0	33.4 x 3.38 (1" 40S)	60.33 x 2.77 (2" 10S)	114.3 x 3.6
21.34 x 2.11 (1/2" 10S)	33.7 x 2.0	60.33 x 3.91 (2" 40S)	114.3 x 6.02 (4" 40S)
21.34 x 2.77 (1/2" 40S)	42.16 x 2.77 (1 1/4" 10S)	60.33 x 5.54 (2" 80S)	139.7 x 4.0
21.34 x 3.73 (1/2" 80S)	42.16 x 3.56 (1 1/4" 40S)	76.1 x 3.05	168.3 x 3.4 (6" 10S)
25.0 x 2.0	42.4 x 2.0	88.9 x 2.6	168.3 x 7.11 (6" 40S)
26.67 x 2.11 (3/4" 10S)	48.26 x 2.77 (1 1/2" 10S)	88.9 x 3.05 (3" 10S)	219.1 x 8.18 (8" 40S)
26.67 x 2.77 (3/4" 40S)	48.26 x 3.68 (1 1/2" 40S)	88.9 x 5.49 (3" 40S)	
26.67 x 3.73 (3/4" 80S)	48.26 x 5.08 (1 1/2" 80S)	88.9 x 2.6	

Bijbehorende lasfittingen en flenzen zijn beschikbaar

Super Duplex

MCB Specials heeft zeer goede mogelijkheden in plaat, staf, buis en fittingen..

Bij MCB Specials staan specialisten klaar om u te adviseren bij de keuze van het juiste materiaal en bewerkingen. Daarnaast geven wij metallurgische ondersteuning en applicatieadvies

MCB Specials

+31 (0)36 54 95 151

info@mcbspecialchars.eu

www.mcbspecialchars.eu

Alhoewel MCB Specials bij het samenstellen van deze uitgave de grootst mogelijke zorgvuldigheid heeft betracht, kan zij geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele schade ten gevolge van onvolledigheden of onjuistheden in deze brochure. Niets uit deze uitgave mag op welke wijze dan ook worden veelevoudigd of openbaar gemaakt, zonder schriftelijke toestemming van MCB Specials. © Copyright MCB Specials B.V., 2018

www.mcbspecials.eu