

# INFOFICHES RVS [DEEL 2]

## VERSCHILLEN BINNEN DE VOORNAAMSTE RVS-GROEPEN

Roestvaste staalsoorten kunnen in een vier- à vijftal grote groepen onderverdeeld worden (zie deel 1, *Metallerie 98*).

De eerste tabel geeft een vergelijking van de Europese, Amerikaanse, Japanse, Zweedse en andere normen. In een tweede tabel komen dan de richtanalyses aan bod van enkele veel voorkomende roestvaste staalsoorten binnen de grote groepen. In deel 1 van deze infofiches werden vooral de verschillen tussen de groepen uitgeklaard. In dit deel hebben we het over de verschillen binnen de drie voornaamste groepen.

 Ing. Johan Dedeene, technologisch adviseur Clusta (expertise i.v.m. rvs voor bouw en voeding)

Artikel in het kader van het IWT TAD-project 50536



Roestvast stalen pinguïns (Sculptor: Mark Dedrie, Fondery: Art Casting Belgium, foto: Herman Huys)

### AUSTENITISCHE ROESTVASTE STAALSOORTEN

Wanneer we als basis het type 1.4301 (304) nemen zien we dat de mechanische eigenschappen en oxidatieweerstand wordt verhoogd door er meer Cr en Ni aan toe te voegen zoals bij de types 1.4833 (309S) en 1.4845 (310S).

N kan toegevoegd worden om de mechanische eigenschappen te verhogen (type 1.4315 – 304L) en daarnaast de C te verlagen om chroom carbide vorming in de HAZ te verhinderen zodat de chroom optimaal vrij blijft voor de vorming van de chroomoxidehuid.

Op die manier komen we tot het type 1.4311 (304LN). De L staat hierbij voor Low Carbon. Wanneer meer Ni wordt toegevoegd komt dit de koudvervormbaarheid ten goede (type 1.4303 – 305).

Door het toevoegen van C en het verminderen van het gehalte aan Ni wordt 1.4310 (301) verkregen met verhoogde mechanische eigenschappen. Ook bij het type 301 kan men het C-gehalte verminderen en het N-gehalte verhogen (regrens verhoogt terug) om tot een betere corrosieweerstand te komen (1.4318 – 301 LN).

Om de weerstand tegen putcorrosie te verhogen wordt molybdeen toegevoegd. Zo komt

men bij de 1.4401 (316) terecht. Ook hier kan men het gehalte aan C verlagen (316L) en het gehalte aan N verhogen (316LN).

Ook zijn er bij de austenieten gestabiliseerde soorten. Hieraan worden kleine hoeveelheden Ti (316Ti), Nb of Zr toegevoegd a rato van het koolstofgehalte (voor Ti 5 x m% C tot 0,70 m%, voor Nb 10 x m% C tot 1 m%).

Door toevoeging van deze elementen worden titaan-, niobium en zirkoniumcarbides gevormd waardoor de vorming van chroomcarbides afneemt tijdens het lassen.

Op die manier zorgen deze legeringscarbiden eigenlijk voor een korrelverfijning.

Dit geeft een grotere vloeigrens en een hogere sterkte bij verhoogde temperaturen. Het type 1.4539 (904L) heeft een verhoogd chroom en molybdeengehalte waardoor de corrosieweerstand aanzienlijk verhoogt.

Daarbij is ook het Ni en N-gehalte in deze stalen verhoogd zodat ze toch nog austenitisch blijven.

Het toevoegen van S zorgt ervoor dat de verspaanbaarheid verbetert (de spanen breken vlugger af). Dit komt echter de corrosieweerstand niet ten goede. Er bestaan ook hittebestendige austenitische roestvaste stalen. Hieronder verstaat men het

vermogen van een metaal om bij verhoogde temperatuur in een zuurstofrijke omgeving een beschermende oxidehuid te vormen.

Deze hebben in de AISI-notatie de suffix H.

De austenitische roestvaste stalen zijn:

- zeer gevoelig aan spanningscorrosie,
- algemeen gevoeliger voor Fe en roestdeeltjes.

### FERRITISCHE ROESTVASTE STAALSOORTEN

Deze soorten zijn zowel bij hogere temperaturen als bij kamertemperatuur ferritisch en zijn ook allemaal magnetisch.

De ferritische roestvaste stalen kan men onderscheiden in de 12% Cr ferritische stalen en de 18% Cr ferritische stalen.

Bij beide groepen kan men het koolstofgehalte verminderen en daarbij Ni en Ti toevoegen om zo de lasbaarheid en de mechanische eigenschappen te verhogen.

Men kan zoals uit de tabel blijkt ook enkele m% Mo toevoegen om de corrosieweerstand te verbeteren.

### MARTENSITISCHE ROESTVASTE STAALSOORTEN

Deze stalen bevatten 12 – 18% Cr, weinig of geen nikkel en een koolstofgehalte van minder dan

0,15 m% tot 0,06 m%. Het stijgend percentage C zorgt ervoor dat de hardheid stijgt. Deze stalen behouden eigenlijk een austenitische structuur bij kamertemperatuur. Dit levert de harde structuur op die ervoor zorgt dat ze uitermate geschikt zijn voor toepassingen zoals messen.

### AUSTENO-FERRITISCHE ROESTVASTE STAALSOORTEN (DUPLEX)

Deze duplex of 'tweefasen' materialen hebben een microstructuur die voor circa 50% uit austeniet en 50 % uit ferriet bestaat.

Materialen met een twee-fasestructuur zijn ook sterker dan éénfasige materialen. Hun vloeigrens is dan ook hoger dan bij de zuivere austenieten. □

### BIBLIOGRAFIE

- roestvast staalgids (vergelijkende tabel normen)
- Euro-Inox: "stainless steel tables of technical properties" (Chemische samenstelling van de verschillende rvs-soorten)
- Clusta themamiddag 1998: 'roestvast staal en Chloriden'
- www.dedriemark.be

TABEL 2: RICHTANALYSES ROESTVAST STAAL

Werkstoffnr.	AISt-nr.	m%C	m%Si	m%Mn	m%Pmax	m%S	m%N	m%Cr	m%Mo	m%Ni	Andere
<b>Austenitische types</b>											
1.4310	301	0,05 - 0,15	<2,00	<2,00	0,045	<0,015	<0,11	16,00 - 19,00	<0,80	6,00 - 9,50	
	301L	<0,030	<1,00	<2,00	0,045	<0,030	<0,20	16,00 - 18,00		6,00 - 8,00	
1.4305	303	<0,10	<1,00	<2,00	0,045	0,15 - 0,35	<0,11	17,00 - 19,00		8,00 - 10,00	Cu<1,00
1.4301	304	<0,07	<1,00	<2,00	0,045	<0,015	<0,11	17,00 - 19,50		8,00 - 10,50	
1.4311	304LN	<0,030	<1,00	<2,00	0,045	<0,015	0,12 - 0,22	17,00 - 19,50		8,50 - 11,50	
1.4307	304L	<0,030	<1,00	<2,00	0,045	<0,015	<0,11	17,50 - 19,50		8,00 - 10,00	
1.4306	304L	<0,030	<1,00	<2,00	0,045	<0,015	<0,11	18,00 - 20,00		10,00 - 12,00	
1.4833	309S	<0,15	<1,00	<2,00	0,045	<0,015	<0,11	22,00 - 24,00		12,00 - 14,00	
1.4845	310S	<0,10	<1,50	<2,00	0,045	<0,015	<0,11	24,00 - 26,00		19,00 - 22,00	
1.4401	316	<0,07	<1,00	<2,00	0,045	<0,015	<0,11	16,50 - 18,50	2,00 - 2,50	10,00 - 13,00	
1.4436	316	<0,05	<1,00	<2,00	0,045	<0,015	<0,11	16,50 - 18,50	2,50 - 3,00	10,50 - 13,00	
1.4404	316L	<0,030	<1,00	<2,00	0,045	<0,015	<0,11	16,50 - 18,50	2,00 - 2,50	10,00 - 13,00	
1.4435	316L	<0,030	<1,00	<2,00	0,045	<0,015	<0,11	17,00 - 19,00	2,50 - 3,00	12,50 - 15,00	
1.4432	316L	<0,030	<1,00	<2,00	0,045	<0,015	<0,11	16,50 - 18,50	2,50 - 3,00	10,50 - 13,00	
1.4406	316LN	<0,030	<1,00	<2,00	0,045	<0,015	0,12 - 0,22	16,50 - 18,50	2,00 - 2,50	10,00 - 12,00	
1.4571	316Ti	<0,08	<1,00	<2,00	0,045	<0,015		16,50 - 18,50	2,00 - 2,50	10,50 - 13,50	Ti:5 x C met max. 0,70
1.4539	904L	<0,020	<0,70	<2,00	0,03	<0,010	<0,15	19,00 - 21,00	4,00 - 5,00	24,00 - 26,00	Cu: 1,20 - 2,00
1.4864	330	<0,015	1,00 - 2,00	<2,00	0,045	<0,015	<0,11	15,00 - 17,00		33,00 - 37,00	
<b>Ferritische types</b>											
1.4002	405	<0,08	<1,00	<1,00	0,04	<0,015		12,00 - 14,00			Al: 0,10 - 0,30
1.4512	409	<0,030	<1,00	<1,00	0,04	<0,015		10,50 - 12,50			Ti:6x(m%C + m%N) met max. 0,65
1.4000	410S	<0,08	<1,00	<1,00	0,04	<0,015		12,00 - 14,00			
1.4016	430	<0,08	<1,00	<1,00	0,04	<0,015		16,00 - 18,00			
1.4113	434	<0,08	<1,00	<1,00	0,04	<0,015		16,00 - 18,00	0,90 - 1,40		
1.4510	439	<0,05	<1,00	<1,00	0,04	<0,015		16,00 - 18,00			Ti:4x(m%C + m%N)+ 0,15 met max. 0,80
1.4521	444	<0,025	<1,00	<1,00	0,04	<0,015	<0,030	17,00 - 20,00	1,80 - 2,50		Ti:4x(m%C + m%N)+ 0,15 met max. 0,80
1.4526	436	<0,08	<1,00	<1,00	0,04	<0,015	<0,040	16,00 - 18,00	0,80 - 1,40		Nb:7x(m%C + m%N)+ 0,10 met max. 1,00
1.4749	446	<0,15 - 2,00	<1,00	<1,00	0,04	<0,015	0,15 - 0,25	26,00 - 29,00			
<b>Martensitische types</b>											
1.4006	410	0,08 - 0,15	<1,00	<1,50	0,04	<0,015		11,50 - 13,50		<0,75	
1.4021	420	0,16 - 0,25	<1,00	<1,50	0,04	<0,015		12,00 - 14,00			
1.4028	420	0,26 - 0,35	<1,00	<1,50	0,04	<0,015		12,00 - 14,00			
1.4031	420	0,36 - 0,42	<1,00	<1,00	0,04	<0,015		12,50 - 14,50			
1.4034	420	0,43 - 0,50	<1,00	<1,00	0,04	<0,015		12,50 - 14,50			
1.4116		0,45 - 0,55	<1,00	<1,00	0,04	<0,015		14,00 - 15,00	0,50 - 0,80		V: 0,10 - 0,20
1.4122		0,33 - 0,45	<1,00	<1,50	0,04	<0,015		15,50 - 17,50	0,80 - 1,30	<1,00	
1.4313		<0,05	<0,70	<1,50	0,04	<0,015	>0,02	12,00 - 14,00	0,30 - 0,70	3,50 - 4,50	
1.4418		<0,06	<0,70	<1,50	0,04	<0,015	>0,02	15,00 - 17,00	0,80 - 1,50	4,00 - 6,00	
<b>Precipitatie hardende types</b>											
1.4542	630	<0,07	<0,70	<1,50	0,04	<0,015		15,00 - 17,00	<0,60	3,00 - 5,00	Cu: 3,00 - 5,00; Nb: 5xC max. 0,45
1.4568	631	<0,09	<0,70	<1,00	0,04	<0,015		16,00 - 18,00		6,50 - 7,80	Al: 0,70 - 1,50
<b>Duplex</b>											
1.4462		<0,030	<1,00	<2,00	0,035	<0,015	0,10 - 0,22	21,00 - 23,00	2,50 - 3,50	4,50 - 6,50	
1.4362		<0,030	<1,00	<2,00	0,035	<0,015	0,05 - 0,20	22,00 - 24,00	0,10 - 0,60	3,50 - 5,50	Cu: 0,10 - 0,60
1.4410		<0,030	<1,00	<2,00	0,035	<0,015	0,20 - 0,35	24,00 - 26,00	3,00 - 4,50	6,00 - 8,00	
1.4507		<0,030	<0,70	<2,00	0,035	<0,015	0,15 - 0,30	24,00 - 26,00	2,70 - 4,00	5,50 - 7,50	Cu: 1,00 - 2,50
1.4501		<0,030	<1,00	<1,00	0,035	<0,015	0,20 - 0,30	24,00 - 26,00	3,00 - 4,00	6,00 - 8,00	Cu: 0,50 - 1,00; W: 0,50 - 1,00

TABEL 1: VERGELIJKINGSTABEL NORMAANDUIDING

Werkstofnr.	DIN	AFNOR	S.S.	UNI	JIS	SS	UNE	AISI
Duitsland		Frankrijk	Groot-Brittannië	Italië	Japan	Zweden	Spanje	USA
1.4000	x 6 Cr13	Z6 C13	403 S 17	x 6 Cr 13	SUS 403	2301	F3110-x 6 Cr 13	403
1.4001	x 7 Cr14	Z3 C14	403 S 17	x 6 Cr 14	SUS 410 S	2301	F8401-AM-X 12 Cr 13	410S
1.4006	(G-)x 10 Cr13	Z12 C13	410 S 21	x 12 Cr 13	SUS 410 S	2302	F3401-X 12 Cr 13	410
1.4016	x 6 Cr17	Z8 C17	430 S 15	x 8 Cr 17	SUS 430	2320	F3113-X 8 Cr17	430
1.4104	x 12 CrMoS 17	Z10 CF 17		x 10 CrS17	SUS 430 F	2383	F3117-X 110 CrS17	430F
1.4112	x 90 CrMoV 18				SUS 440 B			440B
1.4113	x 6 CrMo 17	Z8 CD 17,01	434 S 17	x 8 CrMo17	SUS 434	2325		434
1.4125	x 105 CrMo 17	Z 100 CD 17			SUS 440C			440C
1.4301	x 5 CrNi 18 10	Z 6 CN 18,09	304 S 15	x 5 CrNi 18 10	SUS 304	2332	F3551-X 5 CrNi 18 11	304
1.4305	x 10 CrNiS 18 9	Z 10 SNF 18,09	303 S 21	x 10 CrNiS 18 9	SUS 303	2346	F3508-X 10 CrNiS 18 09	303
1.4306	x 2 CrNi 19 11	Z 2 CN 18,10	304 S 12	x 2 CrNi 18 11	SCS 19	2352	F3503-X 10 CrNi 19 10	304 L
1.4319	x 5 CrNi 18 7	Z 10 CN 18 09	302 S 17	x 5 CrNi 18 9		2331		302
1.4401	x 5 CrNiMo 17 22 2	Z 6 CND 17,11	316 S 16	x 5 CrNiMo 17 12	SUS 316	2347	F3543-X 5 CrNiMo 17-12	316
1.4404	x 2 CrNiMo 17 13 2	Z 2 CND 18,13	316 S 11	x 2 CrNiMo 17 12	SUS 316 L	2348	F3533-X 2 CrNiMo 17-12-03	316 L
1.4435	x 2 CrNiMo 18 14 3	Z 2 CND 17,13	316 S 11	x 2 CrNiMo 17 13	SCS 16	2353	F3534-X 6 CrNiMo 17-12-03	316 L
1.4406	x 2 CrNiMoN 17 12 2	Z 2 CND 17,12 Az	316 S 61	x 2 CrNiMoN 17 12	SUS 316 LN			316 LN
1.4449	x 5 CrNiMo 17 13		317 S 16	(x 5 CrNiMo 18 15)	SUS 317			317
1.4571	x 6 CrNiMoTi 17 12 2	Z 6 CNDT 17,12	320 S 31	x 6 CrNiMoTi 17 12		2350	F3535-X CrNiMoTi 17-12-03	316 Ti
1.4573	x 10 CrNiMoTi 18 12		320 S 33	x 6 CrNiMoTi 17 13				316 Ti

## IIW/EWF-LASSERSDIPLOMA BIEDT TOTALE GARANTIE

### MAXIMALE INZETBAARHEID DANKZIJ GEHARMONISEERDE OPLEIDINGEN

In dit artikel gaan we nader in op het ontstaan en het belang van de geharmoniseerde opleidingen voor lassers. Verder overlopen we welke opleidingscentra de stap hebben gezet om te worden erkend als ATB (Approved Training Body) voor de opleiding van lassers.

 Ir Robert Vennekens, IWE, CEWE, Fweldi; Technologische Adviseerdienst Lastechiek; Onderzoekscentrum van het BIL (Dienst gesubsidieerd door IWT-Vlaanderen)

### ONTSTAAN

Ondanks het feit dat de opleidingen binnen Europa nogal verschillend waren was het resultaat een diploma met de vermelding "lasser". Door al deze verschillen begon men eisen te stellen aan de handvaardigheid van "de lasser" wanneer deze laswerk moest uitvoeren dat onder keur stond. Dit leidde in het verleden tot de EN 287 (Het kwalificeren van lassers – smeltlassen).

### Moelijkheden

Wie wil leren lassen moet diverse keuzes maken. Allereerst is er de keuze van het lasproces. Dan volgen het type materiaal, het type product en de lasnaadvorm. Eens de combinatie gekozen moeten nog de materiaaldikte en eventueel de pijpdiameter worden bepaald, alsook de laspositie. Dit resulteert dan in een massa van verschillende mogelijke proefstukken die de lasser kan (leren) lassen. Uiteraard kwalificeren de moeilijker proefstukken voor de meer eenvoudige. Deze geldigheidsgebieden werden eveneens vastgelegd in de EN 287. Een bijkomende maar niet te verwaarlozen factor in de beroepsopleiding is dat een "einddiploma" van het hoogste niveau voor sommige kandidaten niet of moeilijk haalbaar is. Een modulair systeem, waar de kandidaat op diverse niveaus kan instappen, zou het mogelijk moeten maken om het "levenslang leren" voor de lasser in te voeren. Waar nodig kan hij bijkomende opleidingen volgen die voortbouwen op de vroeger behaalde diploma's. Men kan ook stellen dat de industrie niet altijd de hoogste kwalificaties nodig heeft. Meer

dan 80 % van het normale laswerk bestaat uit hoeknaden. Waarom dient men dan eventueel alle lassers op te leiden tot plaat- of pijplasser? Ideaal is dat de jonge lasser start als hoeknaadlasser in productie, daar enkele jaren echte beroepservaring opdoet om nadien, in een volgende fase te worden opgeleid tot plaatlasser. Hetzelfde geldt voor de pijplasser.

### Aanzet in 1994

Uit het voorgaande kunnen we besluiten dat het opstellen van een opleidingsprogramma "lasser" een zeer moeilijke zaak is. Toch werd binnen EVWF (European Welding Federation) in 1994 besloten om dit enorme werk aan te vatten. Binnen EVWF werden toen reeds de hogere lasopleidingen (European Welding Engineer (Lasingenieur), European Welding Technologist (Lastechnologist), European Welding Specialist (Lasspecialist) en European Welding Practitioner), met succes geharmoniseerd.

### Modulaire structuur noodzaak

Uit de eerste gesprekken tussen specialisten van de diverse Europese lasinstituten bleek al snel dat een modulaire structuur een noodzaak was. Na dagenlange discussies werd er van uitgegaan dat het type lasnaad (hoeknaad, plaat lassen en pijp lassen) aan de basis zou liggen van het modulaire systeem. Voor elk van de diverse lasprocessen en materialen kunnen dan de overeenkomstige richtlijnen voor de opleiding worden opgesteld. De materiaaldikten, al of niet in combinatie met de pijpdiameter, en de lasposities zouden worden verwerkt in de te lassen proefstukken. De lasser die volgens dit systeem zou worden opgeleid zou in de praktijk alle mogelijke lasconstructies moeten aankunnen.