

Optimale keuze van hoogwaardige nikkellegeringen (4)

ING. N.W. BUIJS / VAN LEEUWEN STAINLESS - BEESD

In dit vierde deel van de artikelserie over hoogwaardige nikkellegeringen komen de superlegeringen C22 en C276 aan de orde. Dit zijn nikkel-chroom-molybdeen-wolframlegeringen met een superbestendigheid tegen corrosie, zowel in oxyderende als in reducerende milieus.

De superlegeringen op nikkelbasis worden in twee hoofdgroepen ingedeeld, te weten de nikkel-chroom-molybdeenlegeringen, die primair ontwikkeld zijn voor oxyderende omstandigheden, en de nikkel-molybdeensoorten, die primair ontwikkeld zijn ten behoeve van reducerende milieus. Voor fluctuerende chemische belastingen zijn er kwaliteiten ontwikkeld die door toevoeging van het element wolfram zowel oxyderende als reducerende omstandigheden kunnen opvangen.

In principe kan men stellen dat de C-typen hun enorme passiviteit danken aan een taaie dichte oxydehuid van chroomdioxide, die het materiaal dicht-sealt tegen allerlei invloeden van buitenaf. Deze huid heeft ook het 'self-healing' effect, waardoor beschadigingen geen negatieve gevolgen behoeven te hebben indien er zuurstof aanwezig is om deze 'lekken' weer te dichtten.

SUPERLEGERING C22

De hoogwaardige nikkellegering C22 behoort tot de groep van de superbestendige nikkel-chroom-molybdeen-wolframlegeringen. De opmerkelijke corrosiebestendigheid blijkt zowel in oxyderende als in reducerende omstandigheden en dat zelfs bij verhoogde temperaturen. Deze legering biedt een hoge corrosieweerstand tegen natte agressieve media zoals bijvoorbeeld fosforzuur, salpeterzuur, chloorgas, zuurmengsels, zwavel-

zuur, en tegen oxyderende zuren met chloorionen. In aanwezigheid van sterke oxyderende bestanddelen zoals ijzer(ferro)- en koper(cupro)-ionen alsmede in chloor, mierzuur, azijnzuur, zeewater en andere zoutoplossingen, is deze legering bijzonder aan te bevelen. Een opmerkelijk kenmerk van deze legering is de enorme bestendigheid tegen spleet-, put- en spanningscorrosie bij lage en hoge temperaturen in zowel oxyderende als reducerende omstandigheden. Dankzij de thermische stabiliteit is het materiaal probleemloos te gebruiken zonder een warmtebehandeling toe te passen na het lassen of na een andere thermische belasting.

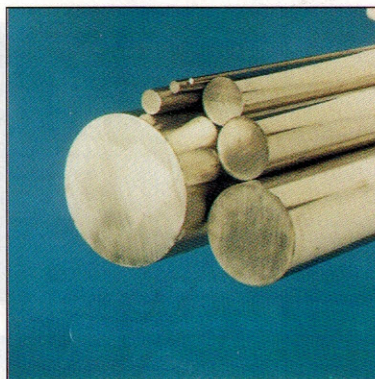
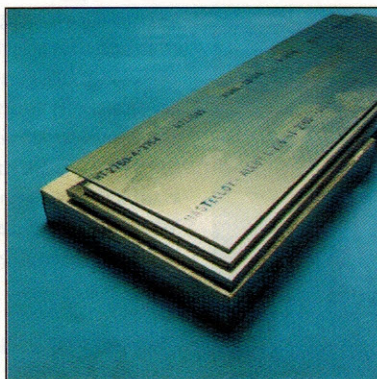
TOEPASSING C22

Toepassingen van alloy C22 zijn vooral te vinden in de milieutechniek, zoals bij roerwerken, warmtewisselaars, compressoren, linings, leidingwerk en sproeisystemen. Voorts gaswassers voor vuilverbranders en elektriciteitscentrales, alsmede allerlei kleppen en meetsondes. Ook indampers en kristallisatoren worden van dit materiaal gemaakt. Met name in de chemie vindt dit materiaal zijn weg. Men kan hierbij denken aan de bereiding van chloorgas en aan de chloorwaterstof- en chloorbleekloogbereiding. Toepassingen zijn onder andere afsluiters, pijpleidingen, meetsystemen en centrifuges.

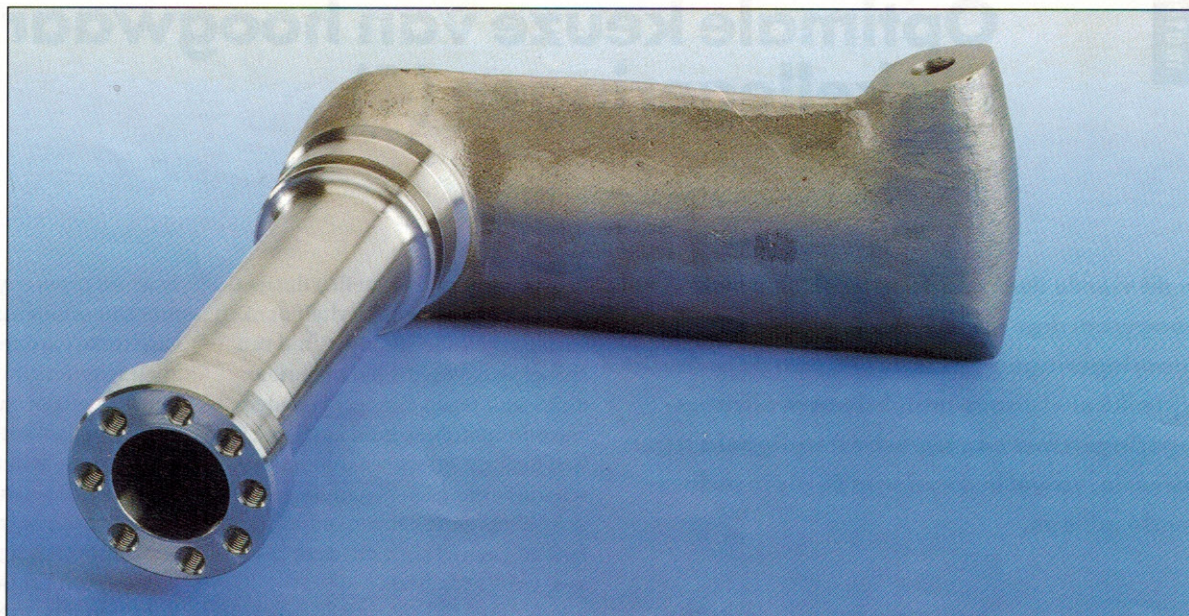
VERWERKING C22

Nikkellegering C22 is zowel koud- als warmvervormbaar. De deformatietemperatuur bij het warmvervormen ligt tussen 950 °C en 1230 °C. Men kan de gebruikelijke vervormingstechnieken gebruiken, teneinde het gewenste product te maken. Het materiaal neigt tot koudversteving en daarom moet men bij koudvervormingsgraden boven de 15% opnieuw oploosend gloeien. Ook bij warmvervormingsgraden boven 15% is oploosend gloeien ten zeerste aanbevolen. Oploosend gloeien vindt plaats bij 1105 °C tot 1135 °C en de tijdsduur is

■ Enige halffabrikaten van alloy C276: plaat-, staaf-, buis- en lasproducten (foto's: Haynes Int./Merrem Andre de la Porte)



■ Onderdeel van een chemicaliënpomp, uitgevoerd in alloy C276 (foto: Red Point/Jim Moor)



Tabel 38. Chemische analyse alloy C22

	C	Si	Mn	Co	Cr	Fe	Mo	V	W	Ni
min.	0,01	0,08	0,5	2,5	20,0	2,0	12,5	0,35	2,5	rest
max.					22,5	6,0	14,5		3,5	

Tabel 39. Aanduidingen voor alloy C22

DIN-afkorting	NiCr21Mo14W
Werkstoffnr.	2.4602
VdTUV-Werkstoffblatt	479
UNS	N06022
ASTM	B574, B575, B619, B622, B626
ASME	SB574, SB575, SB619, SB622, SB626

Tabel 40. Fysische eigenschappen alloy C22

Smelttraject	1357 - 1399 °C
Dichtheid (soortelijke massa)	$8,69 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Elasticiteitsmodulus (richtwaarde)	206 GPa
Soortelijke warmte *	410 J/(kg·K)
Warmtegeleidingscoëfficiënt *	9,6 W/(m·K)
Uitzettingscoëfficiënt 20 - 100 °C	$12,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Soortelijke elektrische weerstand *	$1,14 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
* bij kamertemperatuur	

Tabel 41. Mechanische eigenschappen alloy C22 (bij kamertemperatuur)

vorm	rekgrens 0,2% [MPa]	trekvastheid [MPa]	rek dp5 [%]
plaat ≤ 50 mm dik staven ≤ Ø90 mm	310	690 - 950	45
De hardheid is 205 HB (richtwaarde)			

Tabel 42. Mechanische waarden alloy C22 (bij verhoogde temperatuur)

vorm	vastheden	temperatuur [°C]			
		100	200	300	400
plaat ≤ 50 mm dik staven ≤ Ø90 mm	rekgrens 0,2% [MPa]	270	225	195	175

afhankelijk van de wanddikte. Afkoe-len kan het beste geschieden in water of geforceerde lucht of in een inert gas.

LASSEN C22

Het TIG- en het MIG-lassen genieten bij het lassen van C22 meer de voorkeur dan het elektrodelassen, dat overigens ook mogelijk is. Het spreekt ook hier vanzelf dat het lassen alleen mag plaatsvinden indien de werkstukken metallisch blank en schoon zijn. Teneinde een optimale corrosiebestendigheid te krijgen dient de thermische belasting zo gering mogelijk gehouden te worden en daarom is voorverwarmen of een warmtebehandeling na het lassen ten zeerste af te raden. Als lasmateriaal kan men voor TIG- en MIG-draad Werkstoffnummer 2.4635 nemen en als elektrodemateriaal Werkstoffnummer 2.4638.

SUPERLEGERING C276

Ook de legering C276 behoort tot de groep van de zeer corrosiebestendige nikkel-chroom-molybdeen-wolfraamlegeringen, met specifieke eigen kenmerken. Evenals C22 munt de legering uit in een uitzonderlijke bestendigheid tegen spleet-, put- en spanningscorrosie in zowel oxyderende als in reducerende milieus. Het materiaal biedt een goede corrosiebestendigheid tegen vele agressieve media en ook tegen sterk oxyderende milieus zoals ferro- en cupro-chloride. Ook is de corrosieweerstand in hete zuren zeer goed te noemen; men kan

hierbij denken aan bijvoorbeeld zwavelzuur, salpeterzuur, fosforzuur, droog chloor, miere- en azijnzuur. Bovendien biedt de legering een goede bestendigheid tegen vochtig chloorgas, natriumhypochloride en chloordioxyde-oplossingen.

Het nadeel van C276 ten opzichte van de kwaliteiten C22 en C4 is echter dat deze legering niet zo thermisch stabiel is, waardoor men met zeer zware thermische belastingen de 'neus' van de TTT-kromme (tijd/temperatuur/transformatie-curve) kan snijden.

Hierdoor moet men weer oplopend gloeien teneinde de ongewenste chroomcarbiden en andere complexe carbiden kwijt te raken. Met de kwaliteiten C22 en C4 heeft men daar veel minder kans op. Het grote voordeel van de kwaliteit C276 is zijn goede ductiliteit en de opmerkelijke ongevoeligheid voor spleetcorrosie, waardoor het materiaal bijzonder geschikt is om er platenkoelers van te maken.

TOEPASSING C276

In de milieutechniek wordt C276 regelmatig toegepast in onderdelen voor vuilverbranders en rookgasreinigers. In de oliewinningsindustrie wordt het materiaal gebruikt, waar het in contact komt met zure gasen in de boorlokaties. Vooral in de chemie wordt dit materiaal veel toegepast, zoals bij warmtewisselaars, mengers, afsluiters, linings in pijpsystemen, vooral als men te doen heeft met de overgang van natte naar droge reagentia. Ook in de papierindustrie wordt het met succes toegepast, zoals in bleekinstallaties, sproeinnozzles en pijpsystemen.

VERWERKEN C276

Nikkellegering C276 is zowel koud- als warmvervormbaar. De warmvervormingstemperatuur ligt tussen 950 °C tot 1230 °C en de normaal gebruikte vervormingstechnieken kunnen hier toegepast worden. Ook deze legering neigt tot koudverstevinging, zodat een oplopend gloeiproces nodig is om het materiaal weer optimaal te maken als de vervormingsgraad zowel koud als heet hoger dan 15% is geweest.

Het oplopend gloeien dient te geschieden tussen 1080 °C tot 1135 °C, afhankelijk van de wanddikte.

Het afkoelen kan het beste plaatsvinden in water, geforceerde lucht of in

een inert gas.

LASSEN C276

Het lassen van C276 is identiek aan het lassen van legering C22. Als lasdraadmateriaal wordt aanbevolen Werkstoffnummer 2.4886 en 2.4635 en voor de elektroden Werkstoffnummer 2.4887 en 2.4638.

Dit is het vierde deel in een artikelserie over nikkellegeringen. In eerdere delen zijn het metaal nikkel, de nikkelkwaliteiten 200 en 201 en de nikkellegeringen 400, 600, 601, 625, 800H en 825 besproken. In de vijfde aflevering geven we informatie over de legeringen C4, B2, G3 en K-500.

■ Filterunit van alloy C22 ten behoeve van een chemische fabriek (foto: Hoefnagel en Meijn)



Tabel 43. Chemische analyse alloy C276										
	C	Si	Mn	Co	Cr	Fe	Mo	V	W	Ni
min.					14,5	4,0	15,0		3,0	rest
max.	0,01	0,08	1,0	2,5	16,5	7,0	17,0	0,35	4,5	

Tabel 44. Aanduidingen alloy C276	
DIN-afkorting	NiMo16Cr15W
Werkstoffnr.	2.4819
VdTUV-Werkstoffblatt	400
UNS	N10276
DIN	17744, 17750, 17751, 17752
ASTM	B574, B575, B619, B622, B626
ASME	SB574, SB575, SB619, SB622, SB626

Tabel 45. Fysische eigenschappen alloy C276	
Smelttraject	1323 - 1371 °C
Dichtheid (soortelijke massa) *	8,89 • 10 ³ kg/m ³
Elasticiteitsmodulus *	205 GPa
Soortelijke warmte *	427 J/(kg•K)
Warmtegeleidingscoëfficiënt *	9,2 W/(m•K)
Uitzettingscoëfficiënt 20 - 100 °C	11,2 • 10 ⁻⁶ K ⁻¹
Soortelijke elektrische weerstand *	1,3 Ω • mm ² /m
* bij kamertemperatuur	

Tabel 47. Mechanische eigenschappen alloy C276 (bij bij verhoogde temperatuur)				
vorm	rekgrens 0,2% [MPa] als functie van de temperatuur			
temperatuur	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C
plaat ≤ 5 mm	280	240	220	195
staven ≤ 90mm plaat ≥ 5-20 mm	255	225	200	170

Tabel 46. Mechanische eigenschappen alloy C276 (bij kamertemperatuur)			
vorm	rekgrens 0,2% [MPa]	trekvastheid [MPa]	rek dp5 [%]
plaat ≤ 5 mm dik, smeedstukken en staaf ≤ 90 mm dik	310	750 - 1000	30
plaat ≥ 5 tot 20 mm dikte	280	700 - 950	25
De hardheid is 185 HB (richtwaarde)			