

Pijpsystemen van titaan: op lange termijn goedkoper uit

ING. N.W. BUYS / VAN LEEUWEN STAINLESS, BEESD

In het ontwerpen en toepassen van pijpsystemen van titaan zijn al veel ervaringen opgedaan die zijn vastgelegd in normen en publicaties. Deze informatie geeft de toepasser van titaan de mogelijkheid om van alle voordelen die dit materiaal biedt te profiteren, waardoor een optimale en verantwoorde installatie ontstaat. In dit tweede artikel over titaan als materiaal voor pijpsystemen worden de ontwerpcriteria belicht en worden de mogelijkheden en onmogelijkheden aangegeven.

Het kan voordelig zijn een pijpsysteem dat is uitgelegd in een 'goedkope' materiaaluitvoering te herzien. Een mogelijke uitvoering in titaan kan veel zorgen op langere termijn voorkomen. Daarbij is het wel van belang dat bij het construeren en ontwerpen gebruik gemaakt wordt van ervaringen die in het verleden zijn

opgedaan. Veel van deze kennis is vastgelegd in normen en voorschriften die veel informatie geven omtrent ontwerpspanningen en toepassingen. Daarnaast kan geput worden uit ervaringen met bestaande installaties.

ONTWERPCODES

De ontwerpcodes voor pijpsystemen zijn ondergebracht in een drietal normen. De norm ANSI/ASME B31.3 bevat veel informatie omtrent het ontwerpen van pijpsystemen. Daarnaast bestaan er sinds 1935 veel gebruikte voorschriften, zoals die te vinden zijn in het 'Chemical Plant and Petroleum Refinery Pipework'. In tegenstelling tot andere pijpvoorschriften verenigt de B31.3-norm de diverse titaankwaliteiten en tabellen die de toegestane ontwerpspanningen voor de grades 1, 2, 3 en 7 aangeven voor zowel de gelaste als de naadloze pijpuitvoering. Er is een bepaling die stelt dat ten behoeve van ge-

laste pijpen geen lastoefogemateriaal mag worden gebruikt. In veel gevallen echter is het onvermijdelijk om toevoegmaterialen te gebruiken. Omdat de kwaliteit dankzij de hoogwaardige lasmethoden nagenoeg gelijk blijft, is het geen probleem de bovengenoemde ontwerpspanningen aan te houden. Bij deze spanningen is een lasfactor van 0,85 aangehouden en daarom is het niet nodig een vermindering door te berekenen in de ontwerpformules ten behoeve van de diverse gelaste pijpcomponenten. De basis voor het bereiken van de toegestane ontwerpspanningen (zie tabel 3) zijn vastgesteld in een 'formule'. Voor titaan is deze ontwerpspanning gebaseerd op de laagste waarde van 1/3 van de specifieke minimale treksterkte bij kamer- of ontwerp-temperatuur en 2/3 van de minimale rekgrens bij kamer- of ontwerp-temperatuur. Voor alle toepassingen geldt dat de maximale toelaatbare ontwerpspanning niet hoger mag

Tabel 3. Maximaal toelaatbare trekspanningen voor gegloeide titaanlegeringen *)

materiaalvormen volgens specificatie nr. 93		specifieke treksterkte [MPa]	minimum rekgrens [MPa]	opmerking	maximaal toelaatbare trekspanningen [MPa]										
					voor maximale metaaltemperaturen [°C]										
					38	66	93	121	149	177	204	232	260	288	316
plaat strip SB-265 staf knuppel SB-348 smeedst. SB-381	grade 1	240	170	(3)	61	56	50	45	40	36	33	31	28	25	22
	grade 2	345	280		86	83	75	68	62	58	53	50	46	43	39
	grade 3	450	380		112	108	99	90	81	72	64	57	52	46	41
	grade 7	345	280		86	83	75	68	62	72	58	50	46	43	39
	grade 12	480	345		121	121	113	105	98	92	86	82	79		
pijp SB-337 naadloos	grade 1	240	170	(3)	61	56	50	45	40	36	33	31	28	25	22
	grade 2	345	280		86	83	75	68	62	58	53	50	46	43	39
	grade 3	450	380		112	108	99	90	81	72	64	57	52	46	41
	grade 7	345	280		86	83	75	68	62	72	58	50	46	43	39
	grade 12	480	345		121	121	113	105	98	92	86	82	79		
pijp SB-338 gelast	grade 1	240	170	(1)(2)	52	48	43	38	34	30	28	26	24	21	18
	grade 2	345	280	(1)(2)	73	70	64	58	53	49	45	42	39	37	33
	grade 3	450	380	(1)(2)	92	92	84	77	69	61	55	49	44	39	35
	grade 7	345	280	(1)(2)	73	70	64	58	53	49	45	42	39	37	33
	grade 12	480	345	(1)(2)(3)	102	102	96	89	83	78	73	70	66		

Opmerkingen: (1) : De lasfactor is op 0,85 gehouden teneinde de toegestane spanningen te bepalen.
(2) : Tijdens de fabricage van gelaste pijpen mag geen lastoefogemateriaal gebruikt worden.
(3) : Dit voorschrift is goedgekeurd in 1979

*) Afgeleid uit tabel UNF-23.4 van 'ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII-division 1'.

Tabel 4. Veilige interne werkdrukken voor gegloeide gelaste titaanbuizen in grade 2 en 7 bij 38 °C [kPa/cm²] *)

wanddikte [mm]	buitendiameter van de buis										
	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"	1 3/4"	2"	2 1/4"	2 1/2"
0,51	555	448	376	323	283	227	189				
0,64	689	555	465	403	351	283	238	203			
0,71	765	620	520	448	393	317	265	227	200		
0,81	868	703	593	510	448	362	303	258	227	203	
0,89	941	765	645	555	489	393	331	283	248	220	200
1,07	1120	906	765	662	582	469	393	338	296	265	238
1,24	1278	1045	882	765	675	544	458	393	345	307	279
1,65			1144	996	879	713	599	517	455	407	365
1,82			1256	1092	968	785	662	572	503	448	407
2,11					1103	896	758	655	575	513	465

*) Berekend met de formule $P = (S \times t) / (R + 0,6t)$, waarbij
 S = ontwerpspanning voor gelaste buis van titaan grade 2
 R = helft van de uitwendige buisdiameter
 t = wanddikte van de buis

Tabel 5. Vermenigvuldigingsfactoren om een veilige inwendige werkdruk te bepalen voor gelaste titaanbuizen bij verhoogde temperaturen

	voor maximale metaaltemperaturen [°C]										
	38	66	93	120	150	177	204	232	260	288	316
grade 2	1,00	0,960	0,872	0,792	0,726	0,672	0,616	0,576	0,528	0,496	0,45
grade 7	idem grade 2										
grade 3	1,30	1,248	1,144	1,040	0,936	0,832	0,744	0,664	0,600	0,536	0,48
grade 12	1,40	1,400	1,312	1,216	1,136	1,065	1,000	0,952	0,912		

Kies de veilige werkdruk voor buizen van titaan grade 2 met de gewenste diameter en wanddikte. Gebruik daarna de vermenigvuldigingsfactor van deze tabel om de juiste werkdruk te vinden bij een bepaalde temperatuur en legeringstype.

Tabel 6. Effect van zeewater op de vermoeiingseigenschappen van titaan

legering	spanning die na 10 ⁷ cycli tot breuk leidt [MPa] *)	
	in lucht	in zeewater
titaan gr. 2	359	372
titaan gr. 5	480	410

*) De resultaten zijn bereikt door een roterende gladde staaf onder een bepaalde mechanische spanning te zetten.

zijn dan 2/3 van de minimum rek-grenswaarde bij kamertemperatuur. Gedetailleerde waarden met betrekking tot uitzettingscoëfficiënten en elasticiteitsmodules kunnen verkregen worden door de drukvatenstandaard ASME VIII-div 2 te raadplegen. Hoewel deze voorschriften niet specifiek de materiaalselecties aangeven, geeft het wel aanwijzingen ten aanzien van bepaalde voorzorgsmaatregelen voor diverse materialen en het attendeert de gebruiker op de ongeschiktheid van titaan in omstandigheden boven de 315 °C.

De norm TBK 5/6 slaat niet specifiek op titaan en zijn legeringen, maar het voorziet wel in regels voor het bepalen van toegestane spanningen in koolstof-, laaggelegeerd- en roestvast staal, koper en koperlegeringen alsmede aluminium en haar legeringen. Vanwege het ontbreken van specifieke regels heeft het verleden geleerd dat men veiligheidsfactoren moet inbouwen teneinde geen overschrijding van de toelaatbare spanningen te krijgen. Een typische ontwerpspanning moet daarom lager zijn dan 2,4x de uiterste trekspanning bij

kamertemperatuur of 1,35x lager dan de rek-grens bij kamertemperatuur. Meerdere reducties in de toelaatbare spanningen komen tot stand door spanningsfactoren die in de diverse ontwerpformules zijn verwerkt. Deze factoren zijn afhankelijk van de lasnaadpositie en door de omvang van de non-destructieve testen die gedaan moeten worden. Een richtlijn voor deze noodzakelijk uit te voeren beproevingen wordt verstrekt in het voorschrift ANSI/ASME B31.3. Hoewel de 'British Standard' norm

Aanvullende technieken voor hogere corrosieweerstand

Een of meer van de volgende technieken zal/zullen aanvullend toegepast moeten worden, teneinde de corrosieweerstand van anodische titaanonderdelen te laten toenemen:

- aanbrengen van een deklaag op het titaan in de nabijheid van de verbinding om de verhouding van de effectieve kathode/anode-oppervlakken te laten verminderen;
- toepassen van kathodische bescherming met een spanning die hoger is dan -1 V;
- elektrische isolatie van het titaan door gebruik van niet-geleidende afdichtingen en door toepassing van isolerende hulzen om de bouten;
- installeren van gemakkelijk vervangbare opofferings-

anodes van een veel minder edel metaal. Dergelijke elementen moeten niet geplaatst worden waar men turbulentie kan verwachten;

- doseren van chemicaliën zoals bijvoorbeeld ferrosulfaat voor koperlegeringen in bepaalde omstandigheden.

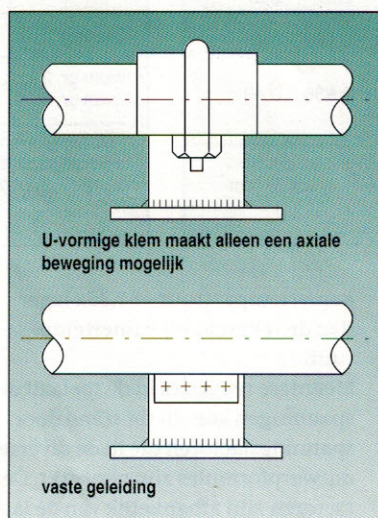
Als een veel minder edel metaal in verbinding moet staan met titaan, dan is dat alleen verantwoord indien dat metaal voorzien is van een deklaag. Ieder defect in zo'n deklaag leidt onmiddellijk tot een lokale aantasting. Om dit laatste tegen te gaan, kan kathodische of chemische bescherming toegepast worden of dient het titaan voorzien te worden van een deklaag.

BS 3351 is ingetrokken, is deze nog steeds in gebruik bij het bepalen van het ontwerp en fabricage van pijpleidingsystemen van aardolieraffinaderijen. De norm heeft betrekking op koolstof, laaggelegeerd- en roestvast staal en sommige nikkellegeringen. De ontwerpspanningen voor al deze voornoemde metalen zijn geschrapt uit deze norm. Daarom dienen deze waarden gehaald te worden uit de ANSI/ASME B31.3 als men toch de British Standard wil blijven gebruiken. Ook kan men deze toelaatbare spanningen ontleen van de BS 5500 App.K norm.

LAY-OUT

Voor ieder pijpsysteem dient er een evenwicht te zijn tussen allerlei para-

■ Afb. 1. Klem- en geleidingsdetails voor het bevestigen van pijpsegmenten van titaan



meters die te maken hebben met het bevestigen van de pijpen, teneinde een optimaal systeem te verkrijgen. Dit geschiedt in afhankelijkheid van de thermische expansie die zich te allen tijde ongehinderd moet kunnen manifesteren. Er zijn diverse geleidingen, zoals gedeeltelijk of volledig lineair of een cirkelvormige inklemming. Deze geleidingen behoeven niet aan de pijpen te zijn gelast, maar kunnen van simpele klemmen worden voorzien. In sommige omstandigheden is het aanbevelingswaardig een slijtstrip aan te brengen op de pijp, om te voorkomen dat de klemmen metallisch invreten. Bij vaste geleidingen kunnen titaanplaatjes aan de pijp worden gelast die daarna met bouten worden bevestigd aan de geleiding (zie afb. 1). Indien er teveel spanning ontstaat, doet men er goed aan te overwegen of er meer

Ontwerpvragenlijst ten b

ONTWERPVRAAG 1

Moeten de diktes van het titaan niet groter zijn dan minimaal vereist is, teneinde een mechanisch voldoende en hanteerbaar pijpsysteem te verkrijgen?

Als de eenheidsprijs van titaan in ogenschouw wordt genomen, dan lijkt deze altijd hoog te zijn. Wordt echter de prijs per vierkante meter bekeken, dan lijkt de prijs enorm mee te vallen. Titaan is namelijk een relatief licht metaal want de soortelijke massa bedraagt slechts 56% van die van staal. Een stalen pijp van 1 m weegt daardoor evenveel als een pijp van titaan van 1,8 m lang. Titaan echter heeft geen corrosietoeslag nodig, zodoende kan de wanddikte gehalveerd worden, waardoor de titaanpijp zelfs 4x zo lang kan worden met hetzelfde gewicht.

ONTWERPVRAAG 2

Zijn gelaste pijpen en fittingen goed en overal te verwerken?

Commercieel zuiver titaan is een eenvoudig metaal dat slechts éénfasig is en daarom gemakkelijk te lassen is door deskundige lassers in de werkplaats of op het fabrieksterrein. Een warmtebehandeling is in principe nooit nodig en de las heeft dezelfde corrosiebestendigheid als het moedermateriaal. Het is dus zaak om de juiste en de meest praktische wanddikte te bepalen ten behoeve van de fabricage en tegen de laagst mogelijke kosten. Duizenden meters dunne gelaste pijp zouden nooit geïnstalleerd zijn als men onnodig was blijven aandringen op het gebruik van de veel duurdere naadloze uitvoering. Ontelbare gelaste onderdelen van titaan waren nooit in gebruik genomen indien men gestaan had op produkten die gemaakt moesten worden uit staf of uit smeedstuk-

ken. Zowel de pijpen als de hulpstukken waren dan gewoonweg te duur geweest. Hoewel het lassen geen enkel probleem hoeft op te leveren, moet er wel voor gezorgd worden dat er geen zuurstof of stikstof bij de hete las kan komen omdat deze anders verbrost. Daarom moet ook de afkoevende las beschermd worden met behulp van een inert gas dat gedoseerd kan worden door een sleepslof die achter de lastoorts meebewogen wordt.

ONTWERPVRAAG 3

Geeft een titaanvoering (lining) een betere oplossing?

Titaanlaagdiktes van minder dan 1 mm zijn al ruim voldoende om corrosie te weerstaan in zeewater. Buisen met een wand van 0,5 mm worden al vaak toegepast in zeewatercondensoren. Grotere pijpdiameters hebben in de regel grotere wanddiktes nodig vanwege de mechanische sterkte, wat uiteraard leidt tot een minder interessant prijsniveau. Het inwendig bekleden van een pijp (linen) of zelfs het uitwendig bekleden, zal leiden tot een acceptabeler prijspeil. Titaan kan echter niet worden gebruikt als oplasmateriaal op andere non-ferro legeringen of op koolstofstaal. Mechanisch vastgezet voeringen kunnen worden toegepast in systemen waarin een lichte overdruk heerst, terwijl explosief- of walsbeklede verbindingen veel meer geschikt zijn voor toepassingen waarin een hoge of zeer hoge bindingssterkte tussen die twee metalen wordt verwacht. Veelal wordt het produkt pas gevormd na het wals- of explosiefbekleden. Al deze opties vereisen nauwkeurig lassen van de titaanstukranden. Hiervoor zijn diverse voorschriften beschikbaar.

bochten en/of expansielussen toegepast moeten worden. Dat is beter dan het installeren van balgen. Als balgen toegepast moeten worden dan is het aan te raden speciale typen volgens de EMSA-standaard te gebruiken.

FITTINGEN

Fittingen van titaan grade 2 zijn ge-

woonlijk beschikbaar tot en met 100 mm nominale maat met een wanddikte tot en met schedule 40. Bovendien is er een beperkt programma beschikbaar tot en met een nominale diameter van 200 mm. Boven deze maatvoering en in het geval van andere titaankwaliteiten zullen in de meeste gevallen de fittingen gemaakt

hoeve van produktie en installatie

ONTWERPVRAAG 4

Zijn de financiële voordelen vanwege de ruimtebesparing een factor in de calculaties?

Titaan weerstaat erosie in zeewater tot stroomsnelheden van 30 m/s. Daardoor kunnen kleinere pijpdiameters en kleinere bochtradii worden gespecificeerd als er voldoende pompcapaciteit aanwezig is. Een pijp van commercieel zuiver titaan tot een diameter van 200 mm kan koudvervormd worden tot een radius van 600 mm (3D). Buis met dunne wanddikte (bijvoorbeeld schedule 5) en grotere diameters kunnen een 5D-bocht hebben. Nog kleinere bochten kan men bereiken door schedule 5- of schedule 10-deelbochten toe te passen.

ONTWERPVRAAG 5

Zijn flenzen en fittingen werkelijk nodig?

De hoogste concentratie aan kosten in ieder pijpsysteem zijn de flenzen en de fittingen. Stub-ends zijn aanzienlijk goedkoper dan voorlasflenzen maar zelfs het ontwerpen met stub-ends wordt vaak onnodig duur omdat de lichtgewicht titaanleidingen veel minder van deze relatief dure onderdelen nodig hebben door de pijpen eenvoudigweg langer te maken. Veel langere pijpen kunnen gehanteerd worden als voor titaan wordt gekozen. Wel is het zaak de juiste flensverbinding te kiezen. Titaankoppelingen zijn ook beschikbaar en kunnen toegepast worden op de daarvoor geschikte plaatsen.

ONTWERPVRAAG 6.

Worden de financiële voordelen van de gewichtsbesparing wel opgenomen in de calculaties?

Titaan heeft een veel lagere soortelijke massa dan staal of cupronikkel.

Tabel 8. Enige vergelijkende waarden van titaan en andere materialen					
materiaal	rekgrens bij 20 °C [MPa]	soortelijke massa [kg/dm ³]	verhouding rekgrens / soortelijke massa	% verhouding gerelateerd aan titaan grade 2	% verhouding gerelateerd aan titaan grade 5
titaan grade 2	275	4,51	61	100	32
titaan grade 5	830	4,42	188	308	100
roestvast staal 316	230	7,94	29	48	15
254 SMO	300	8,00	38	62	20
duplex	450	7,80	58	95	31
monel 400	175	8,83	20	32	11
inc. 625	415	8,44	49	80	26
hastel. C276	355	8,89	40	66	21
Cu-Ni 70/30	120	8,90	13	21	7

Een cupronikkelen buis met een diameter van 300 mm met een massa van 1000 kg kan vervangen worden door titaan waardoor men 700 kg bespaart! Het veel lagere totaalgewicht van titaanpijssystemen, mede dankzij de mogelijkheid om kleinere pijpdiameters te gebruiken, kan leiden tot grote voordelen in de lichtere geleidingssystemen, goedkopere transporten en besparingen tijdens de montage (bijvoorbeeld hijswerk). Titaan heeft een elasticiteitsmodulus die lager is dan die van staal- of koperlegeringen, daarom moeten bijvoorbeeld in warmtewisselaars de afstanden van de baffle-platen onderling kleiner zijn om de neiging tot doorbuigen te compenseren indien de pijpen gevuld zijn met een medium.

De overspanning in titaanpijssystemen is onder andere afhankelijk van het operationele gewicht (dus inclusief het medium) en de windbelasting, en in de regel betekent dit een kleinere overspanning dan gewoonlijk. Een voordeel is dat de lagere elasticiteitsmodulus van titaan een betere schokbestendigheid vertoont.

ONTWERPVRAAG 7

Hoe worden de hydrodynamische presta-

ties van titaan optimaal benut in een systeem?

Vloeistofsnelheden van 3 m/s en hoger worden bij het gebruik van titaan aanbevolen om de vervuiling met microbiologische organismen tegen te gaan. Bij snelheden van 2 m/s kan men te maken krijgen met de afzetting van hardnekkige macro-organismen zoals mosselen en dergelijke. Bij pijpen waar dergelijke lage stroomsnelheden of zelfs stilstand van het medium voorkomen, dient er regelmatig een 'shock'-chloreerbehandeling toegepast te worden om te voorkomen dat de pijpen dichtgroeien.

ONTWERPVRAAG 8

Is het nuttig titaanlegeringen te specificeren waar hoge prestaties verlangd worden?

Bij het gebruik van legeringen die superieure sterkten bezitten en daardoor onderworpen worden aan hoge drukken of aan verhoogde temperaturen zal het nut van titaan verder naar voren worden geschoven. Dit is vooral het geval bij gietwerk en een vroegtijdig raadplegen van een deskundige leverancier zal de juiste oplossing bieden voor nagenoeg elke toepassing (zie tabel 8).

moeten worden van plaatmateriaal. De voorschriften en veiligheidsfactoren voor de diverse sterkteberekeningen worden bij dit artikel vermeld (zie tabel 4 en tabel 5).

Om het aantal lasnaden zoveel mogelijk te beperken, geniet het de voorkeur getrokken bochten te gebruiken in plaats van de conventionele ge-

stomplaste fittingen. De lassen moeten minstens een gelijke sterkte of een grotere sterkte bezitten dan het moedermateriaal. In zeer corrosieve milieus is het raadzaam een andere kwaliteit titaanlasdraad te gebruiken, bijvoorbeeld grade 7 (palladium gelegeerd) dat de corrosiebestendigheid plaatselijk enorm vergroot.

Flensverbindingen zijn normaal gesproken van het overlaptypet met losse overschuifflenzen van koolstofstaal of roestvast staal. Overlapverbindingen kunnen worden voorzien van een boordring of stub-end die als gereed product of als opgebouwde gelaste eenheid toegepast kan worden (zie afb. 2). Aangezien er door het

Tabel 7. Erosie van ongelegeerd titaan in zeewater dat zwevende vaste deeltjes bevat *)

vloeistof-snelheid [m/s]	zwevende materie	duur in uren	titaan grade 2	Cu-Ni 70/30 **)	aluminium-messing
7,2	niets	10000	niets	aangetast	aangetast
2	40 g/dm ³ zand maaswijdte 60	2000	2,5 x 10 ⁻³	0,01	0,05
2	40 g/dm ³ amaril maaswijdte 10	2000	0,01	zware aantasting	zware aantasting

*) waarden in mm/jaar
**) hoog ijzer- en mangaanhoudend 70/30 cupronikkel

forceren van de gereed zijnde laskragen spanningen zullen ontstaan, dienen deze niet toegepast te worden bij zware of wisselende belastingen (ANSI/ASME B31.3).

CORROSIEBESTENDIGHEID

De uitstekende corrosiebestendigheid van titaan in schoon en verontreinigd zeewater is te danken aan de zeer stabiele, taai en permanente oxidehuid die in het geval van beschadigingen zichzelf repareert. In stromend of stilstaand water blijft het titaanoppervlak onaangepast tot een temperatuur van 130 °C, ook in

omstandigheden waar andere metalen snel slechtere corrosieprestaties leveren.

Bij het ontwerpen van warmtewisselaars, vaten en pijpsystemen voor chemische fabrieken is belangrijke informatie vrijgekomen: titaan behoeft geen corrosietoets; pijpsystemen kunnen derhalve met een minimum wanddikte gespecificeerd worden, al is een en ander wel afhankelijk van de hanteerbaarheid en/of de werkdruk.

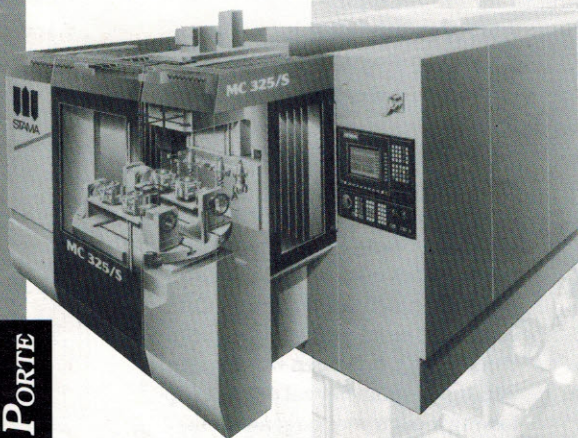
Titaan ondergaat geen noemenswaardig verlies van de vermoeiingssterkte in zeewater. Waarden die be-

reikt worden voor commercieel zuiver titaan in lucht kunnen zondermeer gebruikt worden in dergelijke ontwerpberoeeningen (zie tabel 6). De erosie van titaan in zeewater dat zwevende deeltjes bevat, bij verschillende vloeistofsnelheden, is vermeld in tabel 7.

Onder normale omstandigheden heeft titaan geen corrosieprotectie nodig door middel van coatings, dosering van chemicaliën (inhibitors), opofferingsanodes of het gebruik van opgedrukte stroom. Ook zijn geen speciale voorzorgsmaatregelen nodig bij in- of uitlaatgedeelten of bij bochten, tenzij er galvanische corrosie is te verwachten vanwege aanliggende metallische onderdelen.

Titaan blijft veel langer schoon dan de meeste andere metalen. Bij watersnelheden van 3 m/s tot 5 m/s worden vuilafzettingen van biologische zee-organismen tot een minimum beperkt. In het algemeen kunnen bij warmtewisselaars van titaan vuilafzettingfactoren van 0,95 tot 0,99 gebruikt worden. Dit positieve effect wordt veroorzaakt door het harde gladde oppervlak van de oxidehuid.

DE GROOTSTE ONDER DE KLEINE



Stama MC 325/S
Vertikaal bewerkingscentrum

MERREM ANDRÉ DE LA PORTE

BRILJANT

KOMPAKT

KOMPLEET

MERREM ANDRÉ DE LA PORTE B.V.
VERKOOPGROEP WERKTUIGMACHINES
POSTBUS 2058, 5300 CB ZALTBOMMEL
VEILINGWEG 2, 5301 KM ZALTBOMMEL
TELEFOON 0418 578970, TELEFAX 0418 540134

THERMISCH SPUITEN: EEN KWESTIE VAN KNOW-HOW, COATING EN EQUIPMENT.

Voor het herstellen en beschermen van metalen componenten of het verlengen van hun levensduur kan thermisch spuiten heel aantrekkelijk zijn. Zeker wanneer het wordt geadviseerd door een specialist met meer dan 60 jaar ervaring op dit gebied en die naast de vereiste coatings en equipment ook alle noodzakelijke know-how in huis heeft. Die specialist is Sulzer Metco, wereldwijd vermaard.



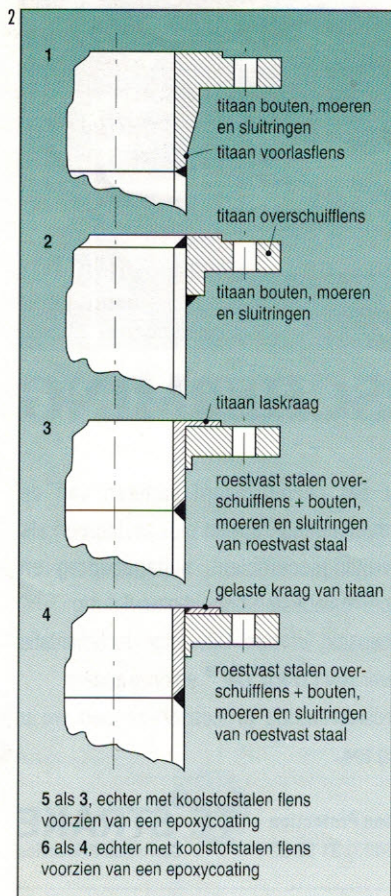
Coatings voor:

- het beschermen tegen corrosie, slijtage en hitte;
- het verminderen van wrijving;
- het verbeteren van grip en geleiding;
- het herstellen van ondeugdelijke of versleten machine-onderdelen;
- overgang tussen verschillende materiaalsoorten;
- het geven van de gewenste oppervlakte-eigenschappen aan goedkopere materialen;
- het verbeteren van oppervlakte-eigenschappen.

Een doordacht, hoogwaardig equipmentprogramma voor poeder- en draadspuiten maakt ons aanbod compleet. Vanzelfsprekend zorgen wij bij dat alles voor een volledige service-backup.

SULZER METCO

SULZER METCO (BENELUX) BREDA TEL: 076-5711 434 FAX: 076 - 5811 772

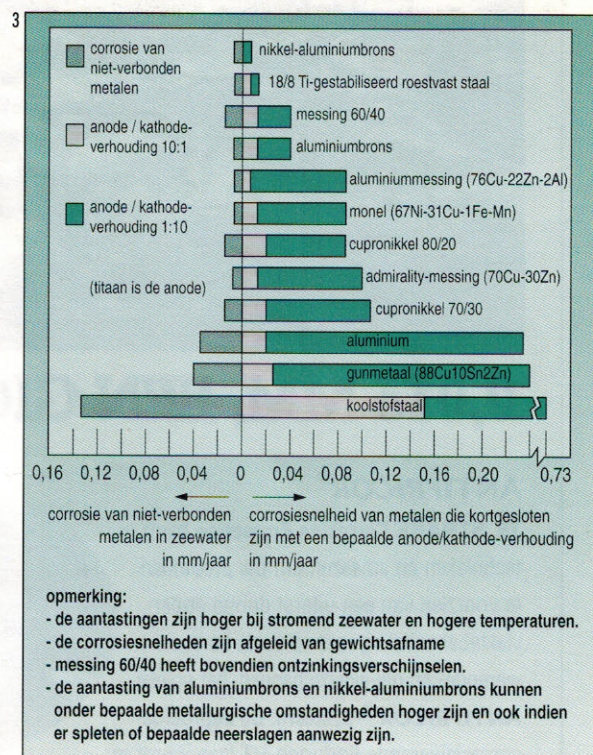


Bij het transporteren van slibhoudend water kunnen nog snelheden van 6 m/s getolereerd worden, terwijl bij schoon zeewater snelheden van 30 m/s geen problemen opleveren. Hydrodynamische ontwerpen van pijpsystemen van titaan kunnen desgewenst geoptimaliseerd worden door wijzigingen in het pompcircuit

en door mogelijke drukverlagingen. De meest ideale pijpsystemen worden bereikt indien ze geheel van titaan worden vervaardigd. Indien dit onmogelijk is, kan men alleen die metalen toepassen die een gering potentiaalverschil met titaan hebben, zoals Ni-alloy 625 en C276, roestvast staal 254 SMO, superduplex of composieten. Deze materialen leveren weinig of geen problemen op indien ze elektrolytisch in verbinding staan met titaan. Hoewel de meeste hooggelegeerde roestvaste staalsoorten en nikkellegeringen slechts weinig minder edel zijn dan titaan in de passieve staat, geven deze een enorme corrosie-aantasting indien ze bijvoorbeeld (plaatselijk) geactiveerd worden door putcorrosie. In zeewater reageert titaan doorgaans kathodisch, waardoor het beschermd wordt (zie afb. 3).

ONTWERPVRAGEN

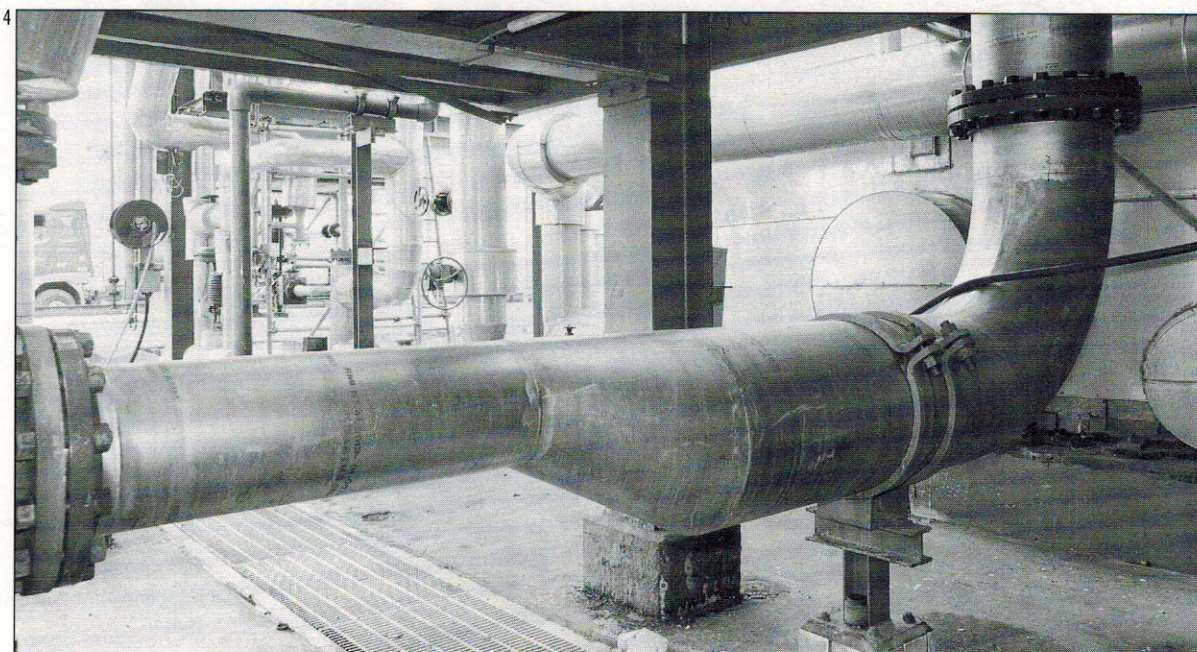
Titaan kan worden geleverd in alle voorkomende halffabrikaten en eindproducten zoals dat met de industriële metalen het geval is. Het juiste ontwerp en de wijze van produceren van een pijpsysteem van titaan vragen echter veel meer aandacht dan bij pijpsystemen van goedkope staalsoorten. Indien bijvoorbeeld een ontwerp in een relatief goedkope staalsoort wordt toegepast in plaats van in titaan, dan is het vrijwel zeker dat een onnodig dure 'compositie' wordt verkregen. De tijd die nodig is om het ontwerp opnieuw door te lopen voor



het toepassen van titaan wordt ruim terugverdiend. Aan de hand van ontwerp vragen kan een installatie op verantwoorde wijze tot stand komen (zie betreffende kader).

Dit is het tweede deel van een serie van drie artikelen over pijpsystemen van titaan. Het eerste artikel is verschenen in Metaal en Kunststof nr. 9 van 1 mei jl.. In een van de volgende nummers wordt het derde deel gepubliceerd dat handelt over de beschikbare titaanmaterialen die op de markt zijn.

■ Afb. 2. Constructie-details voor flensverbindingen aan titaanpijpen
■ Afb. 3. Overzicht van galvanische corrosie van titaanverbindingen en andere metalen in stilstaand zeewater bij kamertemperatuur



■ Afb. 4. Pekelleiding van titaan, vervaardigd door Permascand (foto: Red Point)