

Grote voordelen van pijpsystemen van titaan vrijwel onbekend

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

Titaan is een metaal met bijzondere eigenschappen, die vooral voor pijpsystemen unieke voordelen bieden. Om deze eigenschappen optimaal te kunnen gebruiken, is het van belang enige kennis te hebben van titaan als pijpmateriaal. In drie artikelen wordt ingegaan op diverse kernzaken die zijn gebaseerd op ervaringen in het ontwerpen en toepassen van pijpsystemen van titaan. Dit eerste artikel gaat in op de mogelijkheden die dit materiaal biedt.

De buitengewone en unieke corrosiebestendigheid van het metaal titaan in zeewater, pekeloplossingen, brak, verontreinigd en gewoon water heeft zich in allerlei toepassingen al vele decennia met groot succes bewezen. Daarom is het ook niet verwonderlijk dat titaan tegenwoordig vaak gekozen wordt bij de productie van zee-watergekoelde warmtewisselaars en pijpsystemen, als condensormateriaal bij elektriciteitscentrales en voor allerlei apparatuur op schepen zoals bijvoorbeeld handlingsystemen. Tot nu toe is gebleken dat de toepassing van titaan een garantie is voor het afdoende oplossen van corrosieproblemen in specifieke milieus. Het gebruik van titaan dient in principe altijd overwogen te worden, zowel in de on- als offshore, zodra er chloridehoudende milieus of koolwaterstofverbindingen in de processtroom aanwezig zijn. Financiële voordelen zijn in de praktijk reeds bewezen en de ontwerp- en verwerkingsparameters zijn afdoende vastgesteld.

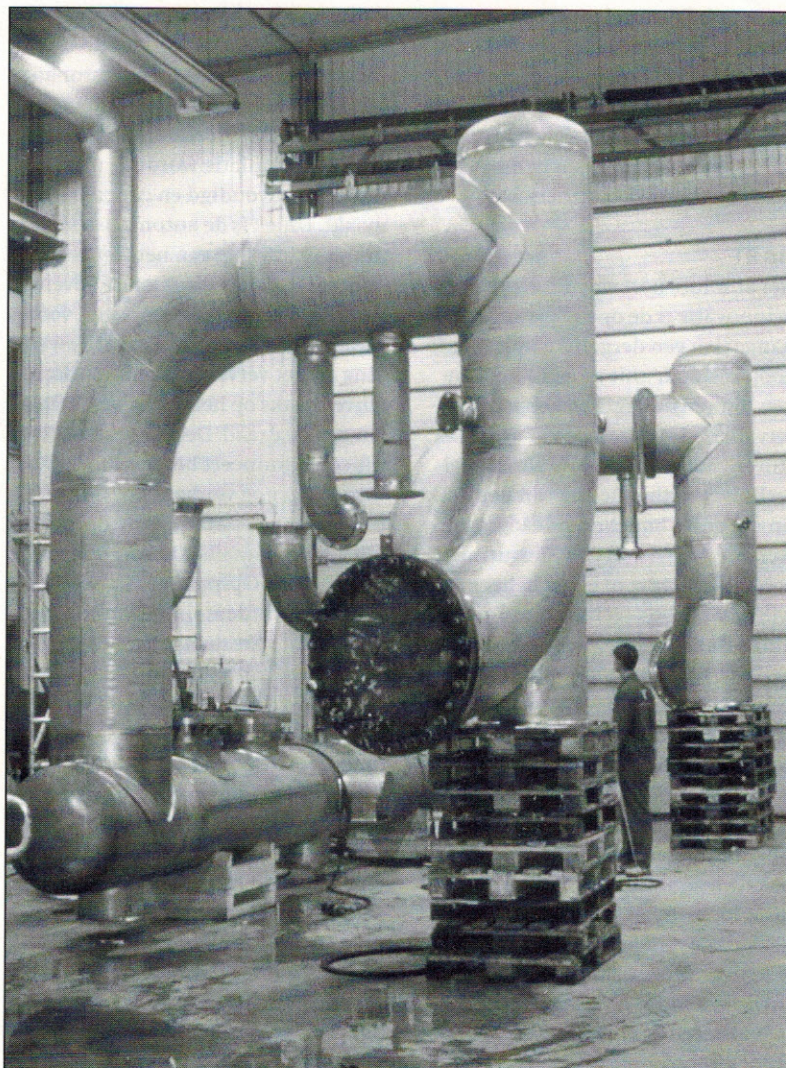
WAAROM TITAAN?

Factoren zoals licht, sterk en corrosiebestendigheid zijn zaken die het gebruik van titaan rechtvaardigen. In de afgelopen 30 jaar heeft titaan zich bewezen als de juiste materiaalkeuze in zouthoudend-, brak en verontrei-

nigd water. Meer dan 100 miljoen meter condensorpijp, die over een tijdsbestek van 40 jaar gegarandeerd wordt, is wereldwijd geïnstalleerd in elektriciteitscentrales, zonder dat er van enige aantasting sprake is. Aanvankelijk werden brandblussers en koelsystemen op offshoreplatforms gemaakt van staal dat beschermd werd door coatings. Vanwege het beschadigen van deze coatings is men cupronikkel gaan gebruiken, hetgeen in verontreinigd water leidde tot putcorrosie en erosie (vooral in bochten). Sommige ontwerpers heb-

ben getracht deze problemen te overwinnen door de wanddikten te vergroten en de watersnelheden te verlagen.

BSMA 18, 1973 eist bijvoorbeeld een maximale snelheid van 5 m/s in pijpen van 100 mm en groter. De nadelige gevolgen voor deze beperkte debieten waren grotere pijpdiameters, grotere bochtradii en een enorme toename in de kosten en het gewicht van het pijpsysteem dat bovendien ook nog meer ruimte innam. Ondanks al deze maatregelen kwamen op den duur toch weer allerlei gebre-



■ Een koelleiding die geheel gemaakt is van titaan (foto: Perma-scand-Redpoint)

ken aan het licht, die de noodzaak onderstreepden tot een verandering van materiaalkeuze en een andere benadering met betrekking tot het ontwerp. Recente ontwerpen eisen naast kosten- en gewichtsbesparingen betrouwbare materialen die het mogelijk maken om met relatief kleine diameters vloeistoffen met hoge snelheden te verplaatsen. Aanvankelijk was een super-austenitisch roestvast staal met circa zes procent molybdeen favoriet, later duplex roestvast staal in verband met nog betere prestaties. Beide kwaliteiten waren beter dan cupronikkel, maar leverden toch niet de gewenste resultaten op. Bovendien gaven zij de nodige problemen tijdens de fabricage. Titaan is de enige effectieve oplossing bij het gebruik van pijpsystemen in zeewatermilieus. Titaan is volledig immuun voor algemene putcorrosie en erosie tot snelheden die op kunnen lopen tot 30 m/s. Tijdens het ontwerpen van een systeem kan men de kleinst praktische doorlaat gecombineerd met de dunst mogelijke wand verkiezen, teneinde de kosten en het gewicht tot een minimum te beperken. Dit concept is al toegepast als zeewater-ballaststelsel op diverse offshoremodules in zowel Noorwe-

gen, Engeland als Canada. Het (prijs)technische succes van titaan heeft er toe geleid dat dit metaal in de offshore ook wordt gebruikt in pijpenwarmtewisselaars, platenkoelers en natriumhypocloriet-doseersystemen die de aangroei en verstopping tegen moeten gaan. Minder corrosiebestendige metalen, die vroeger werden gebruikt, leidden tot hoge kosten in verband met onderhoud en vroegtijdige vervanging. Om dit te voorkomen moeten ontwerpers vanaf het begin het juiste materiaal specificeren, teneinde een vertrouwd, veilig en optimaal systeem te verkrijgen. Deze benadering is essentieel voor offshore-installaties die ontworpen worden met een levensduur van 20 jaar tot 50 jaar. Alleen titaan voldoet aan deze eisen.

ONTWERP

Het mechanische ontwerp van pijpsystemen van titaan kent twee belangrijke principiële eisen. Ten eerste dient het systeem te voldoen aan de ontwerpnormen voor druk en temperatuur. Hierbij moet uitgegaan worden van de minimum wanddikte van de pijp en de meest economische keuze van alle variabelen, waartoe ook de fittingen en versterkingen behoren. De beschikbare nationale en

Minimale wanddikte titaanpijp

Hiervoor geldt de formule:

Tm = (p · d) / (2 (σ + p · Y)) + A

Hierin is:

- Tm = minimum wanddikte in mm;
- p = druk in het systeem in MPa;
- d = uitwendige pijpdiameter in mm;
- σ = maximale toelaatbare spanning in MPa in het materiaal bij de ontwerp temperatuur;
- Y = een coëfficiënt die gelijk is aan 0,4 maal de coëfficiënt van non-ferrometalen;
- A = een corrosietoeslag in mm (voor titaan: nul).

internationale normen geven zeer gedetailleerd aan hoe het ontwerpen, maken en testen van pijpsystemen moet plaatsvinden. Specifieke industrieën zoals de (petro)chemische en nucleaire industrie stellen zelf hun standaards en specificaties op, afhankelijk van wat het systeem moet transporteren, bijvoorbeeld vloeistoffen of gassen. Ten tweede moeten pijpsystemen van titaan voldoen aan eisen die gesteld worden aan operationele facet-

Tabel 1. Chemische samenstelling en mechanische en fysische eigenschappen van een aantal titaantypen

benaming type	grade 2 alfa	grade 3 alfa	grade 12 alfa	grade 9 alfabeta	grade 5 alfabeta	beta C beta
analyse [%]						
zuurstof max.	0,25	0,35	0,25	0,12	0,20	0,12
stikstof (max.)	0,03	0,03	0,03	0,02	0,05	0,03
waterstof (max.)	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
koolstof (max.)	0,10	0,10	0,08	0,05	0,10	0,05
ijzer (max.)	0,30	0,30	0,30	0,25	0,40	0,30
aluminium	-	-	-	2,5 - 3,5	5,5 - 6,8	3,0 - 4,0
vanadium	-	-	-	2,0 - 3,0	3,5 - 4,5	7,5 - 8,5
molybdeen	-	-	0,2 - 0,4	-	-	3,5 - 4,5
nikkel	-	-	0,6 - 0,9	-	-	-
chromium	-	-	-	-	-	5,5 - 6,5
zirkonium	-	-	-	-	-	3,5 - 4,5
rest elk	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
rest totaal	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
mechanische waarden						
0,2% rekgrens [MPa]	275	380	345	485	825	1170
treksterkte [MPa]	345	450	483	620**)	895	1240
rek [%]	20	18	18	15	10	6
hardheid HV torsie	160 - 200	180 - 220	170 - 240	260 - 320	330 - 390	360 - 420
elasticiteitsmodulus [GPa]	44,8	44,8	42,7	43,0*)	42,1	41,3
fysische eigenschappen						
soortelijke massa	4,51	4,51	4,51	4,48	4,43	4,82
uitzettingscoëfficiënt [x10^-6 K^-1]	8,4	8,4	8,4	8,3	8,2	8,9
therm. geleidb. bij 20 °C [W/(m·K)]	16,4	16,4	19,0	8,0	6,7	6,3

*) = geïnterpoleerde waarde
**) = hogere sterkte mogelijk bij koudversterkt en spanningsvrij gegloeid materiaal

Tabel 2. Titaanvormen in de verschillende ASTM-normen

norm	vorm
ASTM B 265	strip en plaat
ASTM B 337	naadloze en gelaste pijp
ASTM B 338	naadloze en gelaste pijp
ASTM B 348	staven
ASTM B 363	naadloze en gelaste fittingen
ASTM B 367	gietsmeedstukken
ASTM B 381	

ten en betrouwbaarheid. Hieronder worden ook begrepen de expansie en flexibiliteit van het systeem, alsmede de functie van de ophang- en bevestigingselementen. Deze aspecten moeten samen met de praktische ervaringen betrokken worden bij het definitieve ontwerp in relatie tot de complexiteit van het systeem en de opgelegde belasting door het te transporteren medium. Ontwerpstandaards, bijvoorbeeld die in ANSI B31.3, bieden hulp en geven regels bij het maken van analyses. Voor dergelijke analyses zijn er diverse computerprogramma's op de markt, zoals 'Caesar II' dat voldoet aan de analyse gesteld in ANSI B31.3. De twee

genoemde eisen staan los van het te kiezen materiaal, zodat de regels die gesteld worden aan koolstof- of roestvast staal ook gesteld kunnen worden aan titaan(legeringen). De formule om de wanddikte van een pijp te berekenen geeft aan dat bij het gebruik van titaan de kosten verminderen doordat men geen corrosietoetslag hoeft te berekenen en doordat titaan een relatief hoge sterkte bezit. Een gemakkelijk en veel gebruikt systeem voor het identificeren van de verschillende kwaliteiten van commercieel zuiver en gelegeerd titaan staan vermeld in de ASTM-specificaties. Grade 1, 2, 3, en 4 zijn commercieel zuivere kwaliteiten met corrosiebestendigheid als primair doel. De mechanische waarden nemen toe met het kwaliteitsnummer: grade 1 is mechanisch het zwakst doch bezit wel het hoogste rekpercentage; grade 2 is de meest gebruikte kwaliteit omdat hier sprake is van een compromis tussen zuiverheid en de mechanische waarden. Grade 7, 11 en 12 zijn legeringen met een superieure corrosiebestendigheid vooral in re-

ducerende chloridemilieus. De mechanische waarden van grade 7 en 11 zijn vergelijkbaar met de waarden van respectievelijk grade 2 en 1. Voor de gegevens van diverse grades wordt verwezen naar tabel 1. Grade 5 en 9 zijn legeringen met een goede corrosiebestendigheid gecombineerd met goede mechanische eigenschappen. De toepassing ervan moet gezocht worden in speciale toepassingen in bijvoorbeeld de vliegtuigbouw. Bêta-C is een legering met hoge sterkte eigenschappen en een goede corrosiebestendigheid in zeewater. Bêta-C heeft nog geen aanduiding in de ASTM-specificatie. Alle voorkomende vormen zijn opgenomen in ASTM-normen (zie tabel 2). Lasmaterialen zijn omschreven in de AWS-specificatie A5.16. Een overzicht van alle feiten is weergegeven in tabel 1. ■

Dit is het eerste van een drietal artikelen over pijpsystemen van titaan. In een van de volgende nummers van Metaal en Kunststof volgt het tweede deel waarin wordt ingegaan op ontwerpcriteria en ontwerpcodes.



SBC verzorgt functiegericht, mondelinge opleidingen voor de industrie en het technisch bedrijfsleven.

U kunt kiezen uit ca. 100 verschillende opleidingen met open inschrijving. Uiteraard kan iedere opleiding - aangepast aan uw specifieke situatie - op uw bedrijf worden verzorgd.

Specialist in:

**TECHNIEK
BEDRIJFSVOERING
LEIDINGGEVEN
VEILIGHEID EN ARBO**

Meer informatie? Wij adviseren u graag persoonlijk.

Bel: 078-62 53 742. SBC, Westelijke Parallelweg 54, 3331 EW ZWIJNDRECHT.

Trefwoorden:

- kort
- mondeling en praktijkgericht
- open inschrijving of in-company
- dag- of avondopleidingen
- maatwerk, flexibel en kwaliteit

U werkt beter met SBC
opleidingen voor industrie & technische bedrijven

OPLEIDING

