

Tantaal extreem bestendig tegen zuren



Productie van tantaal halffabrikaat bij Silmet in Estland. Na het gieten en uitkristalliseren in een ingot, wordt het tantaal in 'wafers' geknipt die naar de eindgebruiker gaan. Het tantaal o
Silmet produceert wordt ingezet als legeringselement (foto: www.resourceinvestor.com)

Tantaal is een metaal dat qua naam is afgeleid van het Griekse Tantalos en in de Griekse mythologie is dat de vader van Niobe. Na het ontdekken dacht men geruime tijd dat niobium en tantaal dezelfde metalen waren. Tantaal wordt door middel van elektrolyse vrijgemaakt uit tantaliet- en columbieterts. Het materiaal wordt als puur metaal toegepast maar ook wel als tantaallegering. Ook wordt tantaal soms toegevoegd als legeringselement in diverse metaallegeringen.

Vervormbaarheid zelfs nog beter dan zuiver koper

Tantaal behoort net als titaan en zirkoon tot de reactieve metalen en qua eigenschappen is het redelijk goed te vergelijken met molybdeen en wolfram. Tantaal heeft een uiterst resistente oxidehuid die voornamelijk bestaat uit Ta_2O_5 dat ook wel tantaalpentoxyde wordt genoemd. De prestaties van deze oxidehuid is zo extreem goed dat het ook wel vergeleken wordt met glas. De reden is dat tantaalpentoxyde uitermate moeilijk oplosbaar is met allerlei chemische reagentia en dat verklaart tevens de uitmuntende corrosiebestendigheid. Bij kamertemperatuur bestand tantaal tegen vrijwel alle chemische zuren met uitzondering van fluorwaterstofzuur en rokend zwavelzuur. De bestendigheid teg



Stukken van het zwaarmetaal tantaal. Tantaal is een niet-giftig metaal en kan om die reden goed ingezet worden voor prothesen en medische instrumenten (foto: <http://jumk.de>)

sterke hete alkalische oplossingen is echter geringer. In tegenstelling tot vele andere metalen is tantaal nauwelijks gevoelig voor putcorrosie. Tantaal is een duur metaal met een hoog soortelijk gewicht en het is goed verkrijgbaar in vrijwel alle productvormen. Vanwege de hoge prijs wordt het meestal als dun tot zeer dun plaatmateriaal geleverd.

Eigenschappen

Tantaal betreft dus een hoogwaardig metaal met een soortelijk gewicht van 16,6 gr/cm³ en een smeltpunt van maar liefst 2996°C. De chemische afkorting is Ta. Tantaal is derhalve een moeilijk smeltbaar materiaal met een aantal unieke eigenschappen waardoor er enige uiteenlopende toepassingen zijn gevonden voor commercieel gebruik. Zelfs bij extreem hoge temperaturen is tantaal extreem bestendig tegen de meeste agressieve zuren. Dankzij deze eigenschap is tantaal ook breder bekend geworden. Daarnaast bezit tantaal goede mechanische eigenschappen en beschikt het over een goede thermische geleidbaarheid en onder bepaalde voorwaarden is het goed lasbaar. Omdat het ook duktiel en taai is kan men er ook draad en folie van maken. Al deze eigenschappen

hebben ervoor gezorgd dat tantaal op veel uiteenlopende plaatsen gebruikt wordt in de apparatenbouw, de procesindustrie en ten behoeve van elektronische componenten. De mechanische eigenschappen bij kamertemperatuur zijn weergegeven in tabel 1.

De mechanische eigenschappen blijven tot 200°C goed op peil. De mechanische eigenschappen en corrosiebestendigheid zullen sterk gaan afwijken bij toenemende verontreinigingen. Daarom wordt in de praktijk veelal een tantaal kwaliteit gebruikt met een zuiverheid van 99,9 procent en bij deze zuiverheid is het metaal zeer goed vervormbaar en dat zelfs nog beter dan zuiver koper. Vooral de hoge en gelijkmatige rek is daar verantwoordelijk voor. De atomaire opbouw van tantaal heeft een kubisch ruimtelijk gecenterd rooster.

Tantaal heeft een hoge reactiviteit ten opzichte van zuivere zuurstof, stikstof en waterstof bij verhoogde temperatuur. Deze reactiviteit ten opzichte van zuurstof is echter het hoogst. Bij kamertemperatuur is dat de ultieme garantie dat het metaal zo uiterst passief is. Bij 200°C gaat deze oxidatie enigszins verder waardoor het metaal een gele kleur krijgt. Boven de 400°C neemt de diffusie van zuurstof dermate toe dat het metaal blauw gaat kleuren, daarna violet en tenslotte grijs/wit. Dat heeft te maken met de brekingsindex van het invallende licht op de aanvankelijk transparante oxidehuid. Boven de 550°C zal binnen een uur een witte poreuze oxidehuid ontstaan waardoor verder zuurstof door het metaal kan worden opgenomen. Dit resulteert in een verbrossing en een toename van de hardheid.

Dankzij een gunstige elasticiteitsmodulus wordt een goede stijfheid van een constructie bewerkstelligd. Doordat tantaal geen last heeft van scaling en ook niet van een neerslag van corrosieproducten zal dit ten goede komen aan de uitwisseling van warmte. Bovendien is de thermische geleidbaarheid van tantaal ruim twee keer zo groot als die van titaan en wel drie keer zo groot als die van zirkoon en roestvast staal. De mate van warmteoverdracht verandert niet omdat de oxidehuid na verloop van tijd niet dik-

Beitsen

Tantaal kan men het beste beitsen in een mengsel van 9% waterstoffluoride (HF) en 32% salpeterzuur (HNO₃) opgelost in gedistilleerd water bij kamertemperatuur. Voor het beitsen dient men het tantaal te ontvetten en na het beitsen moet het grondig worden gespoeld met gedistilleerd of gedeïoniseerd water gevolgd door drogen. Schone oppervlakken zullen betere lasverbindingen opleveren en geven beduidend minder kans op porositeiten.



Vanwege de hoge prijs van tantaal wordt het veelal uiterst dun toegepast. Dit materiaal wordt aangeboden met een puurheid van 99,8% en een dichtheid van 16,65 gr/cm³ (foto: gd-wholesale.com)

ker wordt. In tabel 2 zijn enige fysische eigenschappen vermeld. Wat onmiddellijk opvalt is het hoge soortelijke gewicht en dat is zelfs zo'n 1,5 keer hoger dan lood. Dat betekent dat men nog maar weinig volume in handen heeft als een kilo van dit relatief kostbare metaal wordt aangeschaft.

Bewerken

Tantaal is in principe goed mechanisch te bewerken en in tabel 3 worden enige bewerkingsparameters verstrekt van zowel ongelegeerd als gelegeerd tantaal. Ten aanzien van het draaien, is er vaak een duidelijke voorkeur om hardmetalen beitels te gebruiken boven sneldraaistaal. Toch kunnen beide typen prima gebruikt worden zonder dat men last heeft van vreeteffecten. Voor alle typen geldt dat des te hoger de voeding en snediediepte is des te langzamer de snijsnelheid dient te zijn. Uiteraard dient men in beide gevallen overvloedig snijolie te gebruik-

>>>

	Tantaal	Ta 2,5W	Ta 10W	Ta 40Nb
Treksterkte Mpa	276	379	620	310
Rekgrens MPa	172	241	482	207
Rek %	50	30	30	40
Hardheid Rb	35	55	90	35
Elasticiteitsmodules x10 ³ MPa	179	179	207	152

Tabel 1. Mechanische eigenschappen tantaal en tantaallegeringen



Coltan is een erts dat de mineralen columbit en tantaliet bevat. Het erts wordt onder andere gewonnen in Afrikaanse landen. Uit coltan worden niobium en tantaal gewonnen. De gewapende conflicten die regelmatig in het grensgebied van Congo-Kinshasa en Rwanda uitbreken, worden door beide partijen deels met illegale handel in coltan en bloeddiamant gefinancierd (bron: Wikipedia en onyinsider.com)

ken. Ongegloeid tantaal bewerkt beter dan de gegloeide conditie omdat de oppervlaktehardheid hoger is. Zodra er een vreeteffect ontstaat, kan men dat verhelpen door de voeding en snij-snelheid aan te passen. Boren kan prima worden gedaan met standaard hoge snelheidsboren en met gebruik van overvloedige snijoliën. De boorsnelheden bedragen ongeveer 9-12 m/min. Het aanbrengen van schroefdraad is het beste uitvoerbaar met rolgereedschap omdat het snijden van schroefdraad geen eenvoudige

opgave is. Het slijpen van tantaal is een moeilijke opgave omdat de slijpstenen snel dichtlopen met slijpsel. Het beste kan men carborundum slijpschijven gebruiken.

Forceren en lassen

Ponsen van tantaal levert geen problemen op en dieptrekken kan het beste gebeuren met gegloeide plaat. Dieptrekken moet rustig gebeuren anders levert het te veel koudversterking op. De hoogte van het product mag net zo groot worden als de diameter. Bij grotere deformaties dient men tussen te gloeien. Tantaal is ook goed te forceren met forceergereedschappen die gemaakt zijn van aluminiumbrons of berylliumkoper. Het gebruik van smeermiddelen is belangrijk alsmede een omtreksnelheid van ongeveer 90 m/min met vegende bewegingen onder lichte druk.

Vanwege de hoge prijs van tantaal wordt het veelal uiterst dun toegepast zoals wandikten van 0,2 mm tot 1 mm. Lassen van dergelijke dunne plaat is niet eenvoudig mede vanwege het hoge smeltpunt van tantaal en de gevoeligheid om allerlei gassen in zich op te nemen. Daarom dient men de las en de afkoelende las afdoende te beschermen tot de temperatuur van 260°C is bereikt. Men versnelt dit afkoelen nog wel eens met behulp van koperen koelplaten.

Veel gebruikte lasmethoden zijn weerstandlassen, TIG- en elektronenstraallassen hoewel laserslassen ook steeds meer wordt gebruikt. Van-

Atoomnummer	73
Atoommassa	180,95 g.mol ⁻¹
Elektronnegativiteit volgens Pauling	1,5
Soortelijk gewicht bij 20°C	16,69 gram.cm ⁻³
Smeltpunt	2850°C
Kookpunt	6000°C

Tabel 2. Enige fysische eigenschappen van tantaal

wege de hoge lastemperatuur moeten thermoximide gelegeerde wolfraamelektroden worden gebruikt die puntvorming zijn geslepen. Het beste resultaten behaalt men met het lassen in een couveuse maar dat betreffen meestal kleine delen. Nadat de couveuse vacuüm is getrokken wordt deze met een lichte overdruk gevuld met zeer zuiver argon (99,996%). Soortelijk wordt een schermgas gebruikt dat bestaat uit een mengsel van argon en helium. Ook kan men tantaal explosief plateren op een goed geleidend metaal zoals op koolstofstaal en roestvast staal.

De te lassen delen moeten goed tegen elkaar aansluiten omdat anders het metaal wegspringt in plaats van dat het een versmelting zal geven. Elektronenstraallassen wordt gebruikt bij kleine delen maar dat komt in de praktijk nauwelijks voor.

Toepassingen

Tantaal en tantaallegeringen bezitten een goede combinatie van eigenschappen waardoor zij ook bijzonder goed geschikt zijn voor hoge temperatuuroepassingen in inerte en vacuümcondities. Puur tantaal wordt veelal gebruikt in hoge temperatuuroepassingen zoals hitteschilden in straalmotoren en in vacuümvaten. Andere toepassingen bij hoge temperaturen zijn bevestigingsartikelen, smeltkroezers, omhulsel voor thermokoppels, thermowisselaars, verwarmingselementen, roosters, containers voor vloeibare metalen, enzovoorts. Tantaal is resistent tegen vele vloeibare metalen en zuren tegen speciaal glas.

Andere toepassingen zijn warmtewisselaars, actoren, afsluiters, meetflenzen, lining-materiaal en als reparatiemateriaal voor geëmailleerde vaten. Een bekende toepassing zijn tantaal reactorvaten die al vele decennia worden gebruikt om via absorptie zoutzuur te produceren uit waterstofchloridegas. Daarnaast wordt tantaal gebruikt in apparatuur waarmee insecticiden, explosieven, hoogwaardige chemicaliën en farmaceutische producten worden gemaakt. Bovendien treft men tantaalwaaiers aan in zuurzuurpompen, als spindoppen voor de productie van synthetische vezels en lasimplantaten behoeve van het menselijk lichaam.

	Tantaal	Ta 2,5W	Ta 10W	Ta 40Nb
Soort snijgereedschap	Sneldraaistaal type M2 Hardmetaal C2	Idem als ongelegeerd tantaal	Idem als ongelegeerd tantaal	Idem als ongelegeerd tantaal
Snij snelheid	Sneldraaistaal 12-18 m/min	8-12 m/min	8-12 m/min	18-30 m/min
Voeding	Hardmetaal 18 m/min en sneller	12 m/min en sneller	12 m/min en sneller	25 m/min en sneller
Snedediepte	Voordraaien: 0,2-0,4 mm Nadraaien: 0,13 mm max.	Hetzelfde als bij tantaal	Hetzelfde als bij tantaal	Hetzelfde als bij tantaal
Vorm van het snijgereedschap	0,4-1,5 mm Vrijloophoek 5° Neusradius: 0 mm	0,38-2,5 mm Vrijloophoek 5° Neusradius: 0,1-0,8 mm	0,38-2,5 mm Vrijloophoek 5° Neusradius: 0,1-0,8 mm	0,5-2,5 mm Vrijloophoek 5° Neusradius: 0,1-0,8 mm

Tabel 3. Bewerkingsparameters tantaal en tantaallegeringen