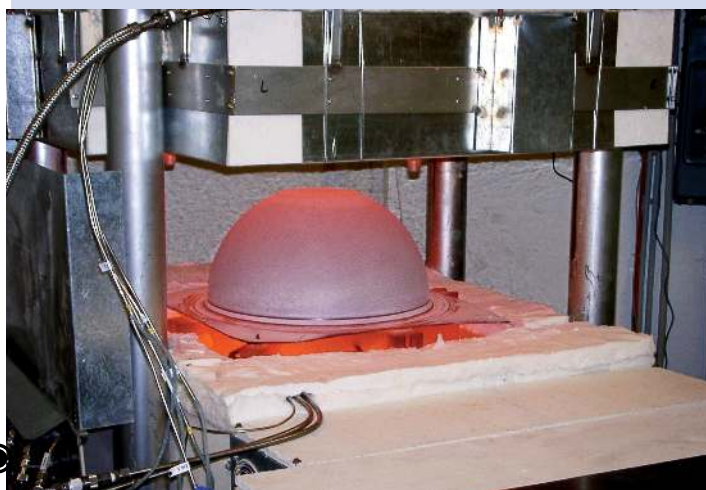


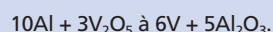
Taaie en hechte oxidehuid op Vanadium



De productie van een tank voor raketbrandstof voor de Ariane 5. Het beste metaal voor deze tank is een legering van titaan, aluminium en vanadium, omdat deze lichte legering niet aangetast wordt door de raketbrandstof hydrazine (hydrazine is een anorganische verbinding van stikstof en waterstof). Het plaatmateriaal wordt vervormd op een temperatuur ongeveer halverwege de smelttemperatuur (foto: orbiterchspace.nl)

Het metaal vanadium (V) is bij vele technici bekend als legeringselement in gereedschapstaal. Je ziet het vaak op steeksleutels vermeld staan. Een weinig vanadium in het staal verbetert de taaierheid enorm en de temperatuur waar verbrossing begint, is lager.

Vanadium behoort tot de groep van reactieve metalen en dankt zijn uitstekende corrosiebestendigheid aan een hechte en goed sluitende oxidehuid. Niet velen weten dat vanadium ook als metaal gebruikt wordt vanwege bepaalde specifieke eigenschappen en mogelijkheden. Vanadium wordt gevonden als een erts genaamd vanadiumpentoxide (V_2O_5) dat door reductie wordt vrijgemaakt van zijn oxiden. Dit doet men veelal met aluminium zoals dat in de volgende formule wordt voorgesteld:



Tijdens dit reductieproces zal ook een weinig aluminium in het vanadium achterblijven en dat is juist wenselijk omdat dit de reksgrens van het metaal verhoogt. Dit reductieproces dient in vacuüm te geschieden om stikstofopname te voorkomen want dat element verlaagt de ductiliteit en verwerkbaarheid van vanadium. Bij het smelten met behulp van een elektronenbundel zal dit aluminium zich eerder aan zuurstof binden dan vanadium en dat is ook wenselijk. Deze vorm van smelten is nog steeds de beste methode om metalen met een hoog smeltpunt zoals vanadium, tantaal en niobium te doen smelten. Deze metalen hebben een lage dampdruk terwijl verontreinigingen veelal een hoge dampdruk hebben waardoor zij gemakkelijk tijdens het smelten zullen verdwijnen. Vanadium smelt bij een temperatuur van 1.900°C. Met deze smeltmethode kan men een kwaliteit vanadium realiseren met een zuiverheid van 99,9%.

Bijzondere eigenschappen

Vanadiumpentoxide wordt meestal verkregen als bijproduct bij de winning van titaanmagnetiet en uraniumertsen. Vanadiumpentoxide komt in ruime mate voor in onze aardkorst. Commercieel is de productie van vanadium op gang gekomen in de jaren zestig omdat het toen werd onderzocht of dit metaal geschikt was als constructiemetaal in kweekreactoren. Dit heeft ertoe geleid dat het gebruik van vanadium een behoorlijk grote vlucht heeft doorgemaakt. Tegenwoordig worden er al gietelingen gemaakt van maar liefst 2.000 kg per stuk. Vooral in Amerika wordt dit metaal volop ongelegeerd of laag

Fysische eigenschappen

Soortelijk gewicht bij 20°C	6,1
Kristalstructuur	KRG
Smeltpunt	1900°C
Kookpunt	3400°C
Uitzettingscoëfficiënt van 23-100°C	$8,3 \cdot 10^{-6}/^{\circ}C$
Thermische geleidbaarheid	$0,5 J/^{\circ}C/cm^2/cm/sec$
Elektrische weerstand bij 20°C	24,8-26,0 micro -cm
Specifieke warmte bij 32-100°C	$0,8 J/^{\circ}C/g$

Mechanische eigenschappen

Elasticiteitsmodulus	138 x 106 MPa
Treksterkte in de gegloeide conditie	200 - 242 MPa
Reksgrens in de gegloeide conditie	124 - 173 MPa
Rek in de gegloeide conditie	35 - 60%
Hardheid volgens Brinell	60

Tabel 1. Eigenschappen vanadium

Legeringstype	Chroomgehalte %	Titaangehalte %
V-15Ti-7,5Cr	7,2	14,5
V-20Ti	--	17,7
V-15Cr-5Ti	12,9-14,5	5,0-5,2
V-12Cr-5Ti	10,9	5,0
V-10Cr-5Ti	9,2	4,9
V-3Ti-1Si (2500 ppm Si)	--	3,1

Tabel 2. Enige vanadiumlegeringen

Aanloophoek	15° - 20°
Hellingshoek	30° - 35°
Vrijloophoek	5°
Neusradius	0,5 - 0,8 mm
Snijsnelheid	18 - 24 m/min met sneldraaistaal
Snijsnelheid	75 - 90 m/min met hardmetaal
Voeding (voorbewerken)	0,2 - 0,3 mm/omwenteling
Voeding (eindbewerken)	0,12 mm/omwenteling
Snedediepte	0,8 - 3,2 mm

Tabel 3. Aanbevolen parameters voor het bewerken van vanadium

gelegerd gebruikt doch nog maar nauwelijks in Nederland. Juist de combinatie van bijzondere eigenschappen heeft het gebruik van dit metaal al behoorlijk in de schijnwerpers gezet. Men kan daarbij denken aan:

- Relatief laag soortelijk gewicht (6,1).
- Lage neutronenvangst.
- Relatief hoge sterkte bij verhoogde temperatuur.
- Lage verbrossingsnelheid door neutronen.
- Voldoende aanwezigheid van delfstof.
- Hoge corrosiebestendigheid.
- Zeer hoge elektrische geleidbaarheid.
- Goede vervormbaarheid en dat ook bij lage temperaturen.

In **tabel 1** ziet men enige eigenschappen van vanadium vermeld. Vanadium is verkrijgbaar als folie, plaat, staven, gietelingen en draad. Ook kunnen er desgewenst buizen van worden vervaardigd.

Vanadium wordt ook regelmatig gelegerd en dat vooral met chroom en titaan en in **tabel 2** ziet men daar wat voorbeelden van. De invloed van de legeringselementen op de mechanische eigenschappen zijn zeer groot. Ook worden in lichte mate verontreinigingen toegestaan en dat betreffen vooral de elementen waterstof, zuurstof, stikstof, koolstof, zwavel, ijzer en aluminium. De hoogte van dergelijke verontreinigingen

verloopt van 10 tot maximaal 1.200 ppm. Ook worden er legeringen op de markt gebracht die het legeren met ijzer en aluminium gemakkelijker moeten maken. Men kan hierbij denken aan FeV (ferro-vanadium) en VAl (vanadium-aluminium) legeringen. Deze laatste wordt bijvoorbeeld gebruikt om titaan grade 5 (6Al4V) te bereiden.

Bewerken

Ten behoeve van het mechanisch bewerken dient men snijgereedschap te gebruiken van sneldraaistaal of hardmetaal met een gecontroleerde vloeistofkoeling anders gaat het metaal vreten. Vanadium heeft zeer goede koudvervormingseigenschappen en kan daarom prima worden vervormd zoals dieptrekken, gewalst of gestuikt bij kamertemperatuur. Zodra men het koud hoger heeft vervormd dan 85% dan dient men te gloeien op 900°C. Dit gloeien duurt meestal 1,5 uur in een vacuümgeving. Tijdens dit gloeiproces treedt een volledige rekristallisatie van het metaal op. In **tabel 3** ziet men de bewerkingsparameters ten behoeve van het draaien.

Vanadium kan niet worden geanodiseerd zoals de meeste andere reactieve metalen. Vanadiumpentoxide smelt bij 675°C en daarom moet dit metaal onder deze temperatuur wor-



Je ziet vanadium vaak op steeksleutels vermeld staan. Een weinig vanadium in het staal verbetert de taaiheid enorm (foto: Ildar Sagdejev)



Flakes vanadiumpentoxide (V_2O_5) met afmetingen niet groter dan 55 mm x 55 mm en 5 mm dik worden ondermeer toegepast als legeringsadditief (foto: bhshanqing.com)

den bewerkt. Indien het hoger moet plaatsvinden dan dient men het metaal te beschermen tegen verbranding.

Lassen

Lassen geschiedt meestal met het TIG- of plasmalassproces met behulp van inerte gassen zoals argon of helium. Dit inerte gas moet aan beide zijden van het te lassen object overvloedig aanwezig zijn. Vanadium laat zich ook prima lassen aan metalen zoals titaan, zirkoon en chroom. Met de juiste lasparameters is het zelfs te lassen aan ferritische en austenitische roestvast staal-soorten. Wil men het aan koolstofstaal lassen dan dient in de lastoorts chroom toegevoegd te worden. Naast zuurstof reageert vanadium ook heftig met waterstof en stikstof dus deze gassen mogen tijdens het lassen niet in contact komen met het vanadium. <<<

Toepassingen

Dankzij de taaie en hechte oxidehuid wordt vanadium vooral toegepast in kernfusiereactoren, units voor supergeleiding, apparaten voor medische diagnostiek, lucht- en ruimtevaart. Dankzij de gunstige gewicht-sterkteverhouding wordt het gebruik van dit materiaal veelal eerder interessant dan de meeste andere reactieve hoogwaardige metalen. Wellicht zullen deze unieke eigenschappen het gebruik van vanadium in ons land ook verder rechtvaardigen.

Reactief metaal