

# VERSPANEN VAN ALUMINIUM

## INLEIDING

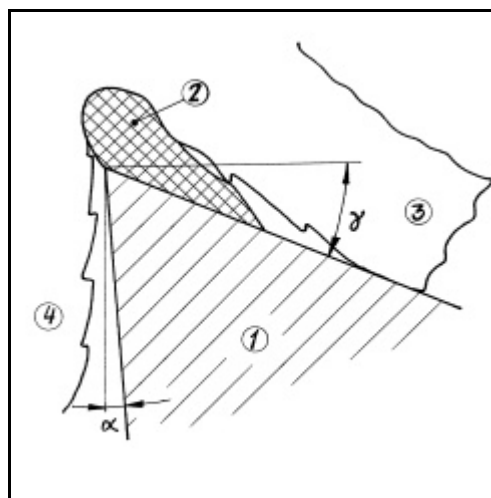
Aluminium laat zich over het algemeen gemakkelijker verspanen dan staal, omdat het veel zachter is. Bij het verspanen van aluminium is, ten opzichte van staal met een vergelijkbare sterkte, ongeveer 2 tot 3 keer minder vermogen nodig. In het verleden is er weinig aandacht geweest voor het verspanen van aluminium. Dat is jammer, want een gunstig verspaningsproces is een wezenlijke economische factor.

In dit informatieblad vindt u informatie over: de verspaanbaarheid van aluminium en haar legeringen. specifieke verschillen in het verspanen van aluminium middels draaien, frezen en boren.

## VERSPAANBAARHEID VAN ALUMINIUM

De goede verspaanbaarheid levert echter ook bijzondere problemen op, zoals het moeilijk breken van spanen door de grote taaiheid en het sterke 'kleven' van aluminiumdeeltjes op het snijgereedschappen.

Bij een verspanende bewerking ontstaat tussen het snijgereedschap en het werkstuk een grote wrijving. Vooral bij lage snijsnelheden vormt zich hierdoor een opbouwsnijkant (valse snijkant). Deze ontstaat doordat er materiaal vastkleeft aan het oppervlak van de snijkant, hierdoor veranderen de beetelhoeken en de oppervlaktegesteldheid van het materiaal negatief (figuur 1).



figuur 1: Vorming van een valse snijkant. 1. beetel, 2. valse snijkant, 3. spaan, 4. oppervlaktegesteldheid,  $\alpha$  vrijloophoek,  $\gamma$  spaanhoek

De volgende maatregelen kan de vorming van een opbouwsnijkant tegen gaan:  
verhoog de snijsnelheid ( $V_c$ )  
vergroot de spaanhoek ( $\gamma$ ) (beperkt mogelijk)  
gebruik een speciaal voor aluminium geschikte verspaningsvloeistof om te smeren en te koelen, een gereedschap met een smerende coating (MoS<sub>2</sub>-basis), of een gereedschap van PolyKristallijn Diamant (PKD)  
vergroot de voeding (aanzet per tand bij het frezen en per omwenteling bij draaien)  
optimaliseer de snijkant door bijvoorbeeld de microgeometrie aan te passen en/of te polijsten

Als dit alles niet helpt, zal wellicht een andere aluminiumlegering gekozen moeten worden.

## VERSPAANBAARHEID VAN ALUMINIUM-LEGERINGEN

Niet alle aluminiumlegeringen kennen dezelfde mate van verspaanbaarheid. Om

te komen tot een optimale verspaning zijn de aluminiumlegeringen onderverdeeld in vier hoofdgroepen.

#### GROEP 1

Deze groep bestaat uit zachte niet-hardbare aluminium kneedlegeringen en hardbare kneedlegeringen in zachte toestand. Bij de Euro-norm worden legeringen in een zachte toestand aangeduid met de letters O en W, gevolgd door vier cijfers. Voor het verspanen van deze legeringen wordt gebruik gemaakt van snijgereedschappen met een grote spaanhoek. Hierdoor ontstaat een lintspaan die moeilijk af te voeren is. Daarom is het moeilijk om deze legeringen toe te passen in automatische bewerkingscentra.

#### GROEP 2

Deze groep bestaat uit uitgeharte kneedlegeringen en gietlegeringen met een siliciumpercentage lager dan 10%. Deze legeringen zijn door hun grote hardheid zeer goed te verspanen. Bij de Euro-norm worden deze legeringen aangeduid met de letters F, H of T, gevolgd door cijfers. Snij snelheden worden hierbij lager gekozen dan bij groep 1. Tijdens het verspanen zal een korte spaan ontstaan. Legeringen uit deze groep zijn zeer goed te bewerken in bewerkingscentra. Voor het bewerken op automaten zijn speciale legeringen ontwikkeld met lood, bismut of antimoon. Deze legeringen hebben een korte spaan en worden ook wel automatenaluminium genoemd.

#### GROEP 3

Dit zijn legeringen met een siliciumpercentage tussen 0.5% en 10%. Naar mate het siliciumgehalte toeneemt zal bij het verspanen van deze legeringen de standtijd afnemen en de belasting van het gereedschap toenemen.

#### GROEP 4

Dit zijn gietlegeringen met een siliciumpercentage hoger dan 10%. Bij het verspanen van deze legeringen wordt het snijgereedschap zwaarder belast en zal daardoor een kortere standtijd hebben.

legeringen volgens EN-NORM	legeringen vdgens DIN	groep 1	groep 2	groep 3	groep 4
EN AW-1050	Al99,5	x			
EN AW-1200	Al99	x			
EN AW-2030	AlCuMgPb		x		
EN AW-2017	AlCuMg1		x		
EN AW-3003	AlMnCu	x	x		
EN AW-3005	AlMn1Mg0,5	x	x		
EN AW-5005	AlMg1	x	x		
EN AW-5083	AlMg4,5Mn	x	x		
EN AW-6060	AlMgSi0,5		x		
EN AW-6262	AlMgSiPb		x		
EN AW-7020	AlZnMg1		x		
EN AW-7075	AlZnMgCu1,5		x		
EN AC-319.0	AlSi6Cu4			x	
EN AC-380.0	AlSi9Cu3			x	
EN AC-515.0	AlMg3Si			x	
EN AC-204.0	AlCu4TiMg			x	

legeringen volgens EN-NORM	legeringen vdgens DIN	groep 1	groep 2	groep 3	groep 4
-	AlSi10Mg				x
EN AC-413.0	AlSi12				x
-	AlSi12(Cu)				x

figuur 2: Veelvoorkomende legeringen ingedeeld naar de 4 verspaningsgroepen. \* geldt alleen in toestand O of W.

### MACHINES

Om problemen zoals het moeilijk breken van spanen en opbouwsnijknanten te overwinnen dienen snelheden veel hoger te liggen dan gebruikelijk bij staal. Dit vraagt een vrij groot vermogen, een hoog toerenbereik en grote voedingsnelheden van de toe te passen machine. Dit vereist een goed dynamisch gedrag van de machine en een moderne besturing die de hoge snelheden aankan.

### SNIJMATERIALEN

Snijmaterialen moeten hard, slijtvast en taai zijn. Voor het verspanen van aluminium worden hoofdzakelijk drie soorten snijmaterialen gebruikt:

#### SNELSTAAL HSS

Snelstaal wordt toegepast voor het bewerken van siliciumarme aluminiumlegeringen uit de groepen 1 en 2. In situaties waar een onderbroken snede wordt verspaand, gebruikt men snelstaal. Hardmetaal is gezien de brosheid hiervoor ongeschikt. Gebruik bij voorkeur snelstaal uit de groep 12-1 (12% Wolfram en 1% Molybdeen) of HSS-E (HSSCo).

#### HARDMETAAL HM

Hardmetaal wordt toegepast voor het bewerken van aluminiumgietlegeringen met een hoog siliciumgehalte. Hierbij wordt vaak het snijgereedschap uitgevoerd als snelwisselplaatjes, waarbij iedere wisselplaat meerdere snijkanten heeft. Gebruik alleen hardmetaalsoorten uit de ISO-groep K, met als voorkeur K10. Hardmetaalsoorten uit de ISO-groepen P en M zijn voor aluminium minder geschikt.

Om de slijtvastheid van hardmetaal te verbeteren wordt het hardmetaal vaak voorzien van een coating. In figuur 3 is af te lezen, dat bij aluminium een gereedschap zonder coating (zie blank) over het algemeen het best functioneert. Ook met een coating van titanium nitride (TiN) zijn gunstige verspaningscondities te realiseren. Deze goudkleurige coating kent

zeer lage wrijvings eigenschappen met een hoge standtijd.

Titanium carbonitride (TiCN) is een keramische coating. TiCN is harder dan TiN en heeft een lage wrijvingscoëfficiënt. De hardheid en taaiheid gecombineerd met grote slijtvastheid maken TiCN zeer geschikt voor frezen die zeer hoge prestaties moeten leveren.

	blank			stoom ontlaten			genitreeerd			hard verchroomd			TiN			TiCN			TiAlN			M.ZiN		
	B	T	F	B	T	F	B	T	F	B	T	F	B	T	F	B	T	F	B	T	F	B	T	F
I	+	+	+	o						+	+	+	o			o						o	+	+
II	+	+	+	o						+	+	+	o			o						o	+	+
III	+	+	o	o						+	+	+	o			+						o	+	+
IV	+	o	o	o	o	o	o	o	o	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o	o	o	+	+

figuur 3

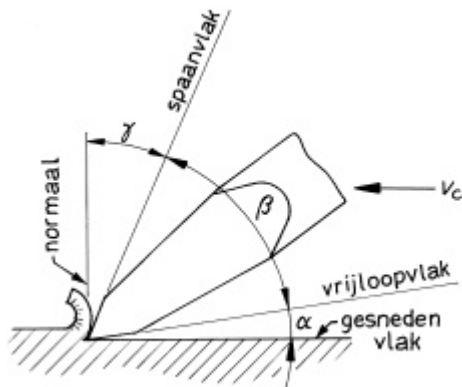
B boren I aluminium ongelegeerd  
 T tappen II aluminium gelegeerd met Si<0,5%  
 F frezen III aluminium gelegeerd met Si>0,5% <10%  
 o acceptabel IV aluminium gelegeerd met Si>10%  
 + zeer geschikt

**KERAMISCHE SNIJMATERIALEN**

Industriediamantjes worden toegepast voor heel nauwkeurige bewerkingen. Keramische snijmaterialen cerments en boronnitride (CBN) zijn voor aluminium minder geschikt.

**GEOMETRIE VAN HET GEREEDSCHAP**

Het deel van het snijdend gereedschap dat het materiaal scheidt, noemt men de wig. De wig wordt begrensd door twee vlakken: een spaanvlak en een vrijloopvlak (figuur 4).



figuur 4 Hoeken, spaanvlak en vrijloopvlak bij een platte beitel

De hoek tussen spaan- en vrijloopvlak is de wighoek ( $\beta$ ). De hoek tussen het gesneden vlak en het vrijloopvlak is de vrijloophoek ( $\alpha$ ). De hoek tussen de normaal (lijn haaks op het werkstuk) en het spaanvlak

wordt de spaanhoek ( $\gamma$ ) genoemd. De grootte van de hoeken is in belangrijke mate afhankelijk van de verspanende bewerking en het te verspanen materiaal. In het algemeen geldt voor de wighoek ( $\beta$ ): hoe zachter het te bewerken materiaal, hoe kleiner de wighoek ( $\beta$ ) hoe harder het snijmateriaal, hoe groter de wighoek ( $\beta$ )

Voor de spaanhoek ( $\gamma$ ) geldt:

Hoe zachter het te bewerken materiaal, hoe groter de spaanhoek ( $\gamma$ )

Hoe harder het snijmateriaal, hoe kleiner de spaanhoek ( $\gamma$ ).

**KOEL EN SMEERMIDDELEN**

Verspaningsvloeistoffen worden toegepast om te koelen, te smeren en om spanen af te voeren. De meeste soorten aluminium (legeringen) kunnen zonder verspaningsvloeistof bewerkt worden. Bij gietlegeringen uit groep 4 is een verspaningsvloeistof noodzakelijk, omdat anders de slijtage van de snijkanten te groot is.

Het klassieke gebruik van verspaningsvloeistoffen (volle straal op de frees) veroorzaakt grote thermische schokken, waardoor er scheurtjes kunnen ontstaan in de snijkanten. Dit kan de standtijd van het gereedschap bekorten en maakt deze onvoorspelbaar. Het is aan te bevelen om eerst droog te frezen, of gebruik te maken van een gedoseerde hoeveelheid snijolie, gericht op de verspaningszone in plaats op de frees. Ook kan gebruik gemaakt worden van een verspaningsvloeistof die speciaal voor aluminium ontwikkeld is.

snijmateriaal	aluminiumlegering volgens de groepen			
	I	II	III	IV
HSS	emulsie	emulsie	emulsie	n.v.t.
HM	droog	droog	droog	emulsie
PKD	droog	droog	droog	emulsie

\* HSS snelstaal  
 HM hardmetaal  
 PKD polykristalijndiamant  
 \*\* I aluminium legeringen met een lage sterkte  
 II aluminiumlegeringen van hogere sterkte  
 III AlSi-gietlegeringen met  $\leq 12\%Si$   
 IV AlSi-gietlegeringen met  $> 12\%Si$

**ZAGEN**

**DRAAIEN**

Bij het draaien wordt de verspanbaarheid van aluminium in grote lijnen bepaald door de spaanvorm en de gestelde oppervlaktekwantiteit.

Legeringen uit de hoofdgroepen 2 en 3 zijn het best te verspanen. Veel legeringen kunnen zonder koel-smeermiddel worden gedraaid. Dit geldt niet voor legeringen met een hoog siliciumgehalte. Legeringen in een zachte toestand (code O of W) dienen verspaand te worden door een gereedschap met scherpe snijkanten. Het is verstandig te kiezen voor hardmetalen gereedschappen met een spaanhoek ( $\gamma$ ) van 10° tot 20°.

De spaanhoek wordt bepaald door het siliciumgehalte. Om het opbouwen van een valse snijkant tegen te gaan, moet een lagere snijsnelheid dan 100m/min worden vermeden. Om de productprijs te reduceren is een hoog verspaand volume bij het voordraaien van belang. Een goede spaanafvoer is belangrijk. Deze wordt bevorderd door een spaanslankheid te kiezen tussen de 3 en 10.

### **FREZEN**

De spaanvorm bij het frezen is gunstig, omdat de spanen in de spaankamers van de frees sterk worden gebogen en daardoor meervoudig breken. Wel verdient het spaanlossend vermogen van de frees bijzondere aandacht.

Opbouwsnikanten bemoeilijken het spaanlossend vermogen. Om een opbouwsnikant tegen te gaan is het belangrijk zoveel mogelijk gebruik te maken van aluminiumlegeringen uit de groep 2 en 3. In zachte en onbehandelde toestand zijn grote spaanhoeken, zeer scherpe snijkanten en soms ook smering vereist. Bij een legering met een siliciumpercentage hoger dan 10% is een emulsie noodzakelijk.

Een volle straal emulsie op het verspanend gereedschap veroorzaakt grote thermische schokken, waardoor scheurtjes kunnen ontstaan in de

snijplaatjes. Dit kan de standtijd van de frees sterk bekorten. Droog verspanen of gebruik maken van een gedoseerde hoeveelheid snijolie verdient aanbeveling.

Belangrijk is dat er meelopennd gefreesd wordt en dat er positief ingetreden wordt.

### **BOREN**

Boren is ten opzichte van draaien en frezen een ongunstig proces. Een afwijkende gatmaat en een slechte oppervlaktekwaliteit zijn veel voorkomende problemen. Ook bij het boren geldt dat aluminiumlegeringen uit de groepen 2 en 3 het best te verspanen zijn.

De snijsnelheid neemt af in de richting van het hart van de boor, waardoor de opbouw van een valse snijkant nauwelijks is te voorkomen. Om de standtijd en verspaningscondities te verbeteren kan gebruik worden gemaakt van een gladde coating, bijvoorbeeld TiN.

De geometrie van een boor voor aluminium is wezenlijk anders dan die voor staal of kunststof.

Alhoewel het Aluminium Centrum bij het samenstellen van deze uitgave de grootst mogelijke zorgvuldigheid heeft betracht, kan zij op geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor schade ten gevolge van onvolledigheden of onjuistheden in dit informatieblad.

Niets uit deze uitgave mag op welke wijze dan ook worden veeelvoudigd of openbaar gemaakt, zonder schriftelijke toestemming van het Aluminium Centrum.

© Copyright Aluminium Centrum, 2002