

Aluminium is een bouwmetaal
met bijzondere eigenschappen, is
populair. Waarom? We zoomen in.

Aluminium

TEKST JIM POST FOTOGRAFIE MAURICE VOLMEYER, KM YACHTBUILDERS / GUY FLEURY
TEKENINGEN MARTIN VAN DER LAAN





Een klassieke benaming van aluminium is lichtmetaal, een perfecte samenvatting in één woord. Een halve eeuw geleden werden *one off* en kleine series pleziervaartuigen nu en dan gemaakt van aluminium, maar de animo voor dit metaal zet nu echt door. Ook bij de bouw van sloepen en tenders is aluminium volop in beeld. De populariteit van ruw en ongepolijst speelt daarbij een rol, maar dat is het niet alleen, de populariteit zit ook in het materiaal zelf. Neem je een kijkje aan boord van een aluminium schip, zoom je in op de details en materiaaleigenschappen, dan ontdek je dat het een bijzonder metaal is. Bouwen in aluminium vraagt om een alerte benadering en veel ervaring.

LICHTGEWICHT

IS ALUMINIUM LICHT?

Aluminium is een relatief licht bouw materiaal. Verderop meer over 'relatief'. Lichtmetaal is een terechte kwalificatie en moet het schip kunnen planeren, dan is dat sowieso een voordeel, tijdens de acceleratie komt de romp dan makkelijker uit het water. Ook voor waterverplaatsende schepen kan lichtgewicht voordeel opleveren. Weegt het casco binnen een zekere totale waterverplaatsing relatief weinig, dan creëert de bouwer 'ruimte' voor bijvoorbeeld extra vaarinventaris en voorraden, meer *payload*. Hierdoor kun je bijvoorbeeld grotere tankinhouden toepassen of meer accu's aan boord plaatsen. Koester je lichtgewicht en blijft de waterverplaatsing beperkt, dan sluit dat goed aan bij het principe dat het verplaatsen van een zwaar voorwerp meer energie kost (lees: meer brandstof, meer zeiloppervlak) dan het verplaatsen van een licht voorwerp. Lichtgewicht bouwen in combinatie met beheersing

Anodes

De kleine deeltjes waaruit een metaal is opgebouwd staan niet stil: atomen, elektronen, ze zijn continu in beweging, er zit potentiële energie in. De pit die erin zit varieert per soort metaal. Verbind je twee metalen aan elkaar, dan ontstaat tussen beide een spanningsverschil, potentiaalverschil. Bij het maken van een sluitend circuit met een voldoende lage weerstand tussen de twee metalen, zullen elektronen gaan stromen, totdat de zaak weer in balans is. Deze elektrische stroom brengt een chemische reactie op gang die metalen kan ontleden: elektrolyse. Een voorbeeld is een aluminium schip aan de walstroom, liggend naast een stalen damwand. De plas water (met daarin het schip en de damwand) en de walstroomaansluiting maken het stroomcircuit compleet. Vanwege het potentiaalverschil tussen de stalen damwand en de aluminium romp, gaat er een elektrisch stroompje lopen. Zonder verdere ingrepen zou het minst

edele metaal oxideren, de aluminium romp. Een scheidingstransformator doet hier goed werk, doorbreekt het stroomcircuit. Een ander voorbeeld van elektrolyse is de toepassing van anodes op het onderwaterschip. Om anodes op te offeren, is het belangrijk de juiste anodes te monteren. Op stalen schepen is het vrij gebruikelijk om op zout water te kiezen voor zinkanodes en op zoetwater voor aluminium anodes. Op aluminium schepen ligt het genuanceerder, waarbij aluminium anodes niet op voorhand worden uitgesloten, deze zijn over het algemeen minder edel dan de aluminiumlegeringen waar de schepen van gebouwd worden. Het is verstandig de bouwer te laten adviseren welke anodes het beste kunnen worden toegepast. Een van de meningen: magnesium anodes op zoet water, aluminium op brak water en zink op zoutwater. Anderen zweren bij uitsluitend aluminium anodes, ongeacht het vaargebied. Advies opvragen bij de bouwer is dus raadzaam.



Afsluiters

In de praktijk worden ook in aluminium schepen metalen afsluiters toegepast. Een goede oplossing is een aluminium standpijp tot boven de waterlijn, met het fitwerk daar bovenop. Het aanbrengen van een isolerende laag tussen de verschillende metalen is verstandig, bijvoorbeeld polyurethaankit. Het is hierbij raadzaam de standpijp te laten anodiseren, het met een oppervlaktebehandeling aanbrengen van een beschermende oxidelaag. Neem je het zekere voor het onzekere, dan kun je ook kiezen voor kunststof huiddoorvoeren, afsluiters en slangtules. Deze zijn ongevoelig voor elektrolyse.

van de gashendel kan daardoor rekenen op een lager brandstofverbruik. En zeiljachten kunnen volstaan met een bescheidener zeilvoering.

BAUXIET

IS ALUMINIUM GROEN?

De grondstof voor aluminium is het veelvoorkomende mineraal bauxiet, bestaande uit aluminiumoxide plus een restant. Veelvoorkomend klinkt goed, maar het uit bauxiet vrijmaken van aluminiumoxide kost veel energie. De claim dat aluminium tijdens varen op de motor (vanwege een lager brandstofverbruik) een groenere keuze is dan andere bouwmaterialen, kan dan ook rekenen op kritiek. Alleen al om die reden is het kijken naar het recyclen van aluminium een interessante ontwikkeling. De herverwerkingsenergie voor gerecycled aluminium bedraagt namelijk slechts een fractie van de winning-energie. Kijk je verder vooruit, dan heeft recyclen als belangrijk bijkomend voordeel dat bronnen worden ontzien en daarmee de uitputting van die bronnen.

TOEVOEGINGEN

ALUMINIUM ALS CONSTRUCTIEMATERIAAL?

Puur aluminium als constructiemateriaal bestaat niet, daarvoor is het te week en te zacht. Net als bij staal, blijkt aluminium pas echt goed te presteren als het wordt verrijkt met legeringselementen. Aluminium voor de jacht- en scheepsbouw wordt tijdens de fabricage bijvoorbeeld voorzien van enkele procenten magnesium plus eventueel mangaan. Deze elementen maken het metaal onder andere harder. Door het toevoegen van slechts enkele procenten wordt voorkomen dat de hardheid te veel toeneemt en de vervormbaarheid afneemt. Andere legeringselementen voor aluminium zijn bijvoorbeeld silicium en zink.





Condens

Als in de lucht aanwezige waterdamp in contact komt met een materiaal dat goed warmte kan geleiden, dan kan er op zo'n koudebrug condens ontstaan. Aluminium is zo'n goed geleidend materiaal, in tegenstelling tot bijvoorbeeld hout. In plaats van een goede geleider is hout vooral een goede isolator. Ook bij het onderwerp koudebruggen en condens is de jachtbouwer gebaat bij ervaring met aluminium. Goed hechtende isolatie aan de binnenzijde van de romp en het dek, condensafvoer waar nodig en het sowieso vermijden van koudebruggen zijn belangrijk voor constructies die, behalve constructief goed blijven, er ook blijvend goed uit moeten zien. Geen metalen raamprofielen, maar ruiten met flexibele lijmverbindingen in een sponning of rechtstreeks op de opbouw zijn voorbeelden van het vermijden van koudebruggen. Door bijvoorbeeld de betimmering van het interieur vrij te houden van koudebruggen, wordt voorkomen dat deze door vochtinwerking, schimmel en verkleuring worden aangetast.

OXIDELAAG

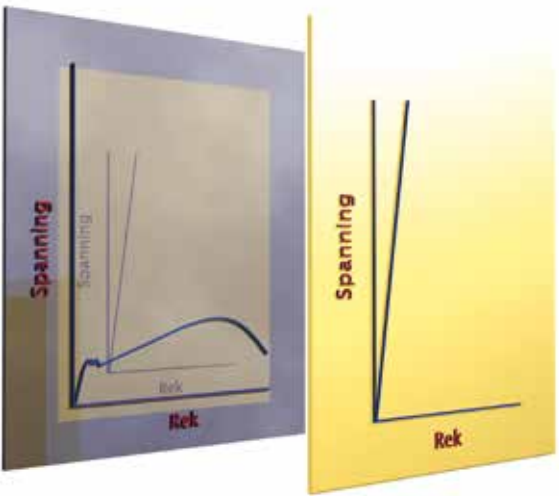
KAN ALUMINIUM NIET ROESTEN?

Het begrip roest hoort bij staal en de combinatie aluminium en corrosie vraagt om uitleg. Aluminium heeft een grote affiniteit met zuurstof. Hieraan dankt het materiaal z'n corrosievastheid. Aan de lucht vormt zich op het materiaal een zeer dichte oxidelaag die voortbouwt op het basismateriaal en het beschermt tegen verdere aantasting. Een hieraan gekoppeld groen aspect is het achterwege kunnen laten van een corrosiewerend verfsysteem. En ontbreekt een verfsysteem, dan hoef je deze ook niet te onderhouden. De genoemde oxidelaag kan slecht tegen diverse zuren, loog en agressieve zouten. Deze lossen de beschermende oxidelaag op. Een andere vorm van corrosie is elektrolytische corrosie. Het voorkomen hiervan vraagt om alertheid van de bouwer en de bezitter, meer hierover lees je bij 'Anodes'. Elektrolyse voorkomen betekent in de praktijk dat je twee of meer metalen van elkaar probeert te isoleren, bijvoorbeeld ter plaatse van een aluminium scepterpot aan dek met daarin een roestvrijstalen scepter. Aan de binnenkant dient de scepterpot geanodiseerd te worden, daarna kan de scepter in de scepterpot, met een kunststof busje tussen de scepter en de pot. Een sowieso goed aanvullend advies is het schoonhouden van de romp, inclusief het streven naar een goed 'afspoelend vermogen' van de romp en lokale constructies zoals bijvoorbeeld de opstelling van bolders.

STERK

RELATIEF LICHT? HOE ZIT DAT DAN?

Het definiëren van lichtgewicht is nog niet zo eenvoudig. Vaak wordt dit gekoppeld aan de mechanische eigenschappen van het materiaal, bijvoorbeeld





Verfsysteem

Afwijkend van de volle focus op opofferingsmetalen (anodes), kun je ook besluiten de aluminium romp te isoleren van het water. Kun je de romp isoleren van het water, dan belemmer je elektrolyse in z'n werk. Hierbij is het belangrijk het verfsysteem intact te houden en dat periodiek te controleren. Ook is het raadzaam nog steeds wel anodes toe te passen. Voor een goed hechtend verfsysteem is het essentieel dat de geschuurde romp (eventueel stralen) binnen enkele uren wordt voorzien van een door de verfleverancier voorgeschreven primer. Door het snel aanbrengen van de primer wordt voorkomen dat zich aan de lucht al snel een oxidehuid op het aluminium heeft gevormd. Een alternatief is het aanbrengen van respectievelijk een laag deoxidine en alodine. Hierna volgt een laagsgewijs opgebouwd goed hechtend verfsysteem, waarbij een epoxycoating een goede optie is.

sterkte en stijfheid. Deze kun je op hun beurt weer kunt vergelijken met de eigenschappen van andere bouwmaterialen, bijvoorbeeld glasvezelversterkt kunststoflaminaat en staal. Kijk je naar de treksterkte, de kracht die het materiaal per vierkante millimeter aan kan, dan is staal sterker dan aluminium, al snel dertig procent sterker. Aluminium op zijn beurt kan met eenzelfde percentage de treksterkte van een glasvezelversterkt kunststoflaminaat overtreffen. Kijk je naar de sterkte per kilogram materiaal, dan wordt het anders. Binnen zo'n voorbeeld van specifieke sterkte is aluminium al snel minstens twee keer zo sterk als staal. Dit maakt aluminium schepen relatief licht. Ook vezelversterkt kunststoflaminaten pakken hier voordeel.

STIJF

EN DE STIJFHEID?

Wordt aan het materiaal getrokken, dan ontstaat er een zekere spanning in het materiaal. Ook zal het een beetje rekken. De verhouding tussen de spanning en de rek is een maat voor de materiaalstijfheid, de elasticiteitsmodulus. Hoe hoger dit getal, des te stijver je kunt bouwen. Uiteraard hangt de stijfheid van een constructie ook af van de grootte ervan (bijvoorbeeld de plaatdikte).

En omdat aluminium per kubieke meter veel lichter is dan staal, kan een aluminiumconstructie bij een gelijkblijvende massa groter worden uitgevoerd. Combineren we de materiaalstijfheid en de afmetingen van de constructie met elkaar, dan kan een aluminium constructie ten opzichte van een even zware staalconstructie of lichter of stijver worden uitgevoerd. Of in een gematigde mix van beide. Ook bij vezelversterkte kunststoflaminaten kun je bij slim bouwen zeer stijf en lichtgewicht bouwen. Een sterk punt van bouwen in staal is de prijs, deze ligt lager dan bouwen in aluminium.

REK

IS DAT GEWENST? REK WIL JE TOCH NIET?

Een belangrijk verschil tussen de genoemde metalen en een glasvezelversterkt kunststoflaminaat zit in de rek. Onder normale omstandigheden kun je rek missen als kiespijn, maar bij een eventuele aanvaring blijkt rek een eigenschap om te koesteren. In de grafieken op pagina 69 zie je dat een glasvezel bij belasting (grafiek rechts op de voorgrond) gelijkmatig rekt en dan bij een hoge spanning breekt. Dit bezwijken, bijvoorbeeld tijdens een aanvaring met een container, gebeurt plotseling. Staal en aluminium (in de

Tanks

In sommige medicijnen zit aluminium, maar te veel aluminium is niet gezond. Aluminium tanks toepassen als drinkwater-tank is een optie, maar vooraf stralen en voorzien van een coating is sowieso aan te raden. Dit laatste is bovendien nuttig ter voorkoming van aluminiumcorrosie. Zuren en zouten (chloride) tasten namelijk de beschermende oxidelaag van aluminium aan. Chloridehoudende tankreinigers zouden een aluminium tank op die manier van binnenuit onherstelbaar kunnen beschadigen. Door de tanks te laten stralen en coaten, kun je gebruikmakend van de huidbeplating en de schotten integraaltanks toepassen die de binnenruimte van het casco optimaal benutten. Neem je het zekere voor het onzekere, dan kun je net als het kiezen voor kunststof afsluiters, ook kiezen voor kunststof tanks. Kunststof slangaansluitingen zijn sowieso verstandig, zeker ook op aluminium tanks, inclusief aluminium brandstoftanks.

linker grafiek) gedragen zich anders. Na een gelijkmatige rek onder belasting hebben deze na het overschrijden van het plafond (de zogenaamde rekgrens) nog een plastische reserve. Dit houdt in dat het materiaal pas breekt bij een rek van bijvoorbeeld tien à twintig procent. Deze reserve vormt de basis van het begrip aanvaringssterkte, biedt extra veiligheid.

ANDERS BOUWEN

WAAROM ANDERS? METAAL IS METAAL, TOCH?

Bouwen in aluminium is wezenlijk anders dan in staal. Het lassen is moeilijker en het bewerken van het materiaal eenvoudiger. Lichtgewicht en eenvoudig bewerkbaar doen soms zelfs denken aan het werken met hout. Vanwege z'n goede warmtegeleidbaarheid vraagt het lassen van aluminium om een gematigde toevoer van warmte, ter voorkoming van overmatige vervorming. Om die reden kan bij de bevestiging van bijvoorbeeld een verstijving op een plaatveld besloten worden geen doorlopende las, maar een onderbroken las (kettinglas) toe te passen. Of bij fijn werk het MIG-lassen te vervangen door TIG-lassen, een lasmethode waarbij minder warmte wordt toegediend. Verder betekent het bouwen in aluminium dat er zoveel mogelijk gedacht wordt in integrale constructies. Een bolder of ankergeleiding van hetzelfde materiaal als het rompmateriaal voorkomt elektrolyse.

RECYCLEN

KAN DE KETEN GROENER?

Terug naar het begin: het winnen van aluminiumoxide kost veel energie. Aan de andere kant kan lichtgewicht motorbootvaren brandstofbesparingen opleveren. Werven die vooruitdenken, gaan nog een stap verder: bouwen in gerecycled aluminium, met een voorkeur voor materiaal 'uit de buurt', niet van ver. Door het matigen van de toepassing van lijm, plamuur en verf, wordt rekening gehouden met het ooit recyclen van het bouw materiaal. Zo komt circulair bouwen weer een stapje dichterbij. **D**

Met dank aan: René Feenstra, Jelle Engel, KM Yachtbuilders

