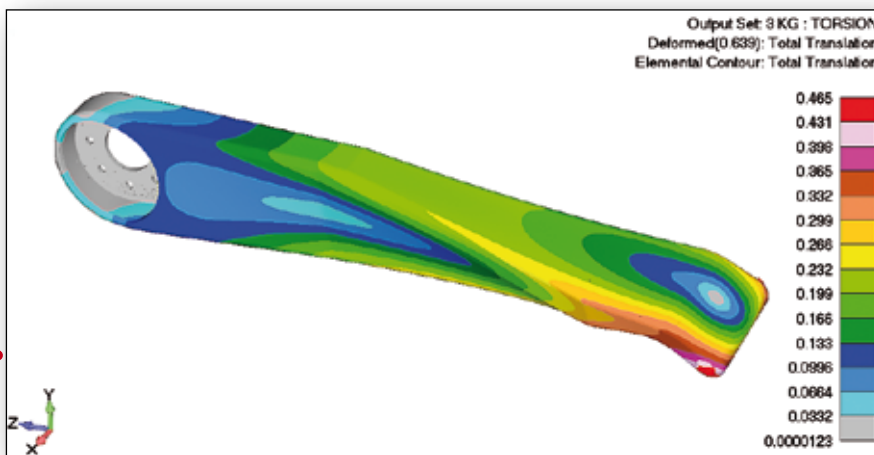


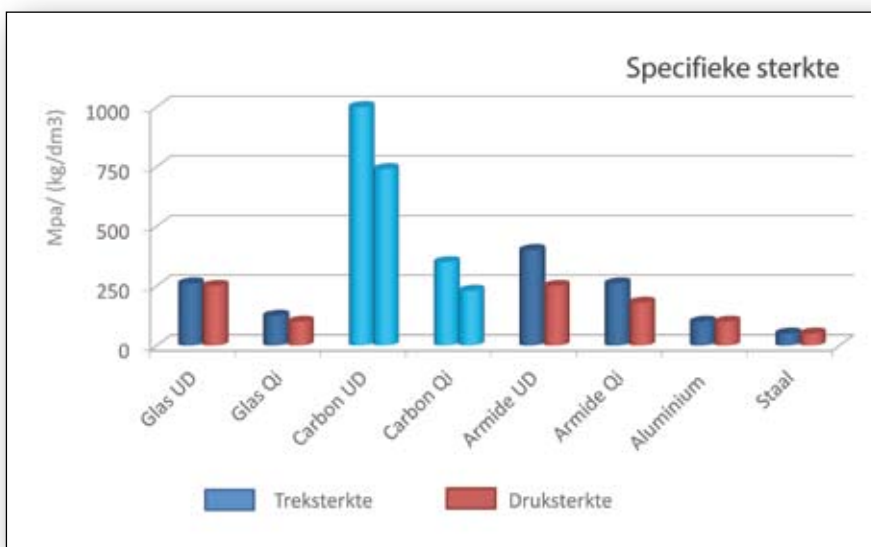
Engineering met koolstofvezelcomposiet

Verhoging van de productiesnelheid, kostenreductie door een lagere servicegraad, minder stilstand van de machine, verlaging van het energieverbruik – allemaal wensen die we momenteel hebben ten aanzien van onze industriële productiemachines. Juist deze ontwikkelingen zijn de nieuwe uitdagingen voor de engineers. Maar hoe kun je nu op deze vlakken een bestaande of nieuwe machine doorontwikkelen? In veel gevallen kunnen koolstofvezelcomponenten deze vragen positief beantwoorden.

Meer over koolstofvezel als constructiemateriaal.



Afbeelding 1. Het construeren en ontwerpen met composieten is complex. Refitech werkt daarom samen met ervaren FEM-specialisten om de spanningen in producten te analyseren. Hier de analyse van een robotarm.



Afbeelding 2. De specifieke trek- en druksterkte van de verschillende materialen.

De term composiet geeft aan dat het uiteindelijke eindproduct bestaat uit een samenvoeging van verschillende materialen, waarvan de uiteindelijke eigenschappen verbeterd zijn ten opzichte van de individuele materiaaleigenschappen. De composiethars zorgt voor het verbindend element tussen de vezels waardoor een sterke en stijve constructie ontstaat. Er zijn verschillende harssoorten die afhankelijk van het toepassingsgebied worden gebruikt. Een aantal hoogwaardige harssoorten zijn epoxy, fenol en vinylresters. De keuze voor een specifieke vezel wordt afgestemd op de uiteindelijke gebruikerseisen aan de te produceren component. De meest gebruikte vezels zijn carbon en glas maar ook speciale vezels zoals aramide en dyneema.

Prepreg

Door deze vezels en hars samen te voegen ontstaat de zogenaamde geïmpregneerde 'PrePreg'-tape en dat staat voor 'PRE-impREGnated'. Refitech produceert veel industriële componenten met dit materiaal omdat hier seriematig een hoge precisie en kwaliteit mee kan worden bereikt. Een aantal kenmerken van prepreg-technologie zijn:

- een nauwkeurige positionering van de vezels;
- een hoog vezelvolumegehalte;
- de vormvrijheid;
- een goede reproduceerbaarheid.

De meest voorkomende prepregs zijn 'twill', 'plain' en 'UD'; de vezels in plain- en twill-weefsels liggen in twee richtingen – in een twill-weefsel geeft dat een diagonaal patroon en in een plain-weefsel een standaard patroon. UD staat voor uni-directioneel. Dit betekent dat de vezels allemaal in een richting zijn georiënteerd.

Complex

Een koolstofvezelcomposiet is een anisotroop materiaal: in de vezelrichting heeft het zeer veel sterkte, loodrecht erop wordt de sterkte bepaald door het hars waarmee de vezels zijn verbonden. Constructiematerialen zoals staal en aluminium hebben een isotroop karakter. Hierdoor zijn de sterkte en stijfheid in alle richtingen gelijk en wereldwijd gestandaardiseerd. Voor engineers is het dan ook betrekkelijk eenvoudig en laagdrempelig om hiermee constructies door te rekenen en te ontwerpen.

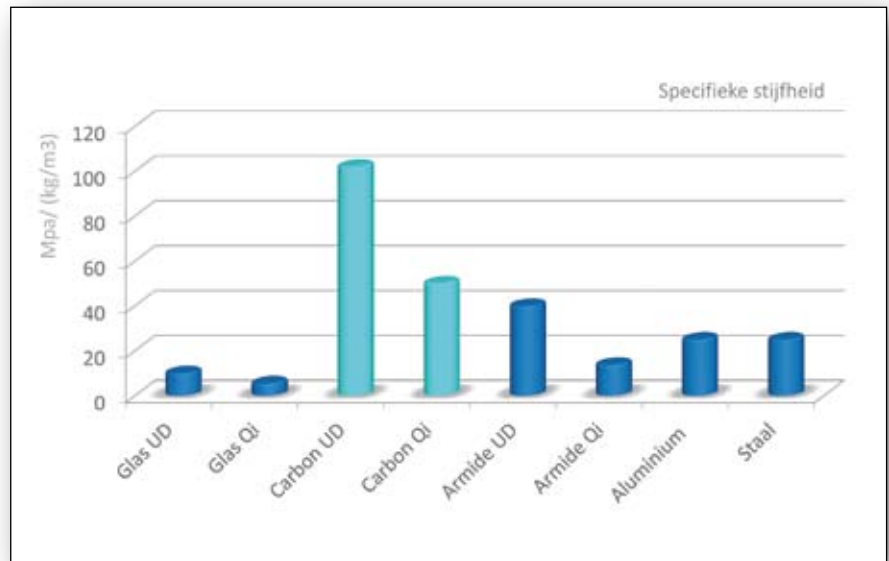
Het construeren en ontwerpen met composieten is complexer dan met de conventionele metalen (afbeelding 1). Refitech heeft al bijna 25 jaar ervaring in de engineering en productie met composietmateriaal en werkt samen met zeer ervaren FEM-analysespecialisten zoals Solico. Binnen een FEM analyse vindt er een simulatie plaats van de spanningen die er in het product zullen gaan optreden. Belangrijke input vooraf aan deze analyse is de opbouw van de composietcomponenten. De gehele vezelopbouw en ligging van de vezels moeten worden afgestemd op de eisen die de ontwerper aan de component stelt op het gebied van doorbuiging en sterkte. Bepalende factoren bij composieten om de juiste mechanische eigenschappen te behalen zijn vezelmateriaalsoort, vezelkwaliteit, harssoort, vezelfractie en de vezeloriëntatie.

Voordelen

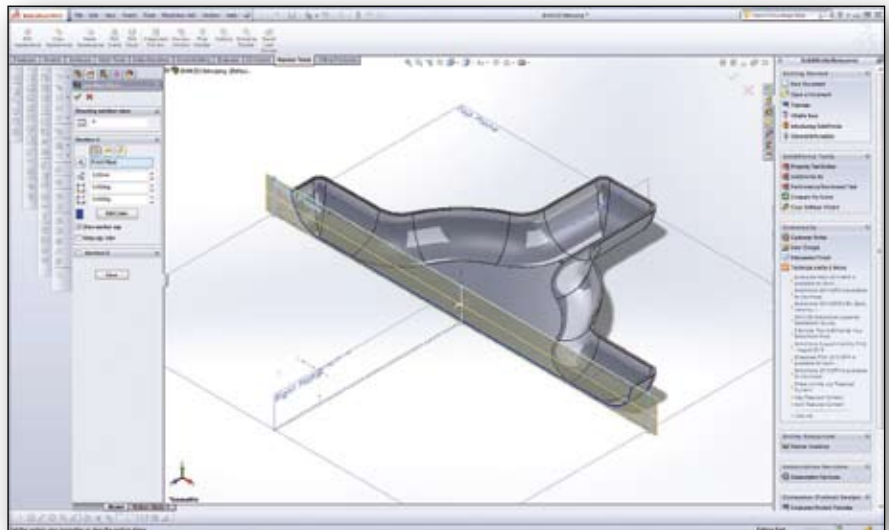
De grote voordelen van koolstofvezelcomposiet zijn de uitstekende combinatie van hoge sterkte (afbeelding 2) en stijfheid (afbeelding 3) in combinatie met een laag gewicht. Het gevolg hiervan is dat men hoogwaardige machineonderdelen kan produceren die:

- lichter geconstrueerd zijn;
- hogere snelheden dus hogere machine-output kunnen behalen;
- chemisch resistent zijn;
- een veel lagere temperatuurcoëfficiënt hebben dan metalen onderdelen.

Met deze voordelen kunnen machines worden ontwikkeld die efficiënter en productiever zijn. Ook kan een machine energiezuiniger gaan produceren omdat minder gewicht verplaatst hoeft te worden. Daarnaast speelt in een machineconstructie vaak de vermoeiingsfactor een belangrijke rol. Koolstofvezelcomposiet heeft een zeer hoge weerstand tegen vermoeiing. Hierdoor zijn machineonderdelen uit koolstofvezelcomposiet beter bestand tegen hoogfrequente cyclische belastingen. De breuksterkte bij vermoeiing kan meer dan 60% bedragen van de maximale statische belasting. Dit is een veelvoud ten opzichte



Afbeelding 3. De specifieke stijfheid van verschillende materialen in vergelijking met koolstofvezel.



Afbeelding 4. Ontwerpen met koolstofvezelcomposiet kent een hoge mate van 3D vormvrijheid. Wel moeten scherpe hoeken worden vermeden en moet met de lossing rekening worden gehouden.

van conventionele metalen. Koolstofvezelcomposieten hebben daarnaast een geringe uitzettingscoëfficiënt in vergelijking met metalen. De mogelijkheid tot 3D vormgeving, het direct mee-lamineren van 'inserts' en de uitstekende reproduceerbaarheid van de vorm zijn voor het ontwerpen van machineonderdelen een zeer grote meerwaarde.

Engineering

Zowel de treksterkte en de stijfheid zijn maatstaven om de mechanische eigenschappen van materialen te classificeren. Voor koolstofvezel is met name de hoge elasticiteitsmodulus in combinatie met het zeer lage gewicht interessant om mee te construeren.

Binnen het ontwerpen met koolstofvezel is er een hoge mate van 3D vormvrijheid (afbeelding 4). Doordat een composiet bestaat uit vezels en hars

moet men uiteraard bij het ontwerp wel met een aantal zaken rekening houden, zoals het vermijden van scherpe afrondingen in het product waardoor de vezels zouden kunnen breken. Of bijvoorbeeld de noodzaak van het aanbrengen van een lossingsschuimte in het ontwerp. De lossingsschuimte is nodig omdat het product na het uithardingsproces uit de matrijs moet kunnen worden gehaald.

Zonder lossingsschuimte blijft het product klemzitten in de matrijs.

De maatvoering en specificaties van koolstofvezelcomponenten worden bepaald door de nauwkeurigheid van de productiematrijs. Toleranties van een paar tienden van millimeters zijn haalbaar binnen bepaalde vormen en toepassingen.

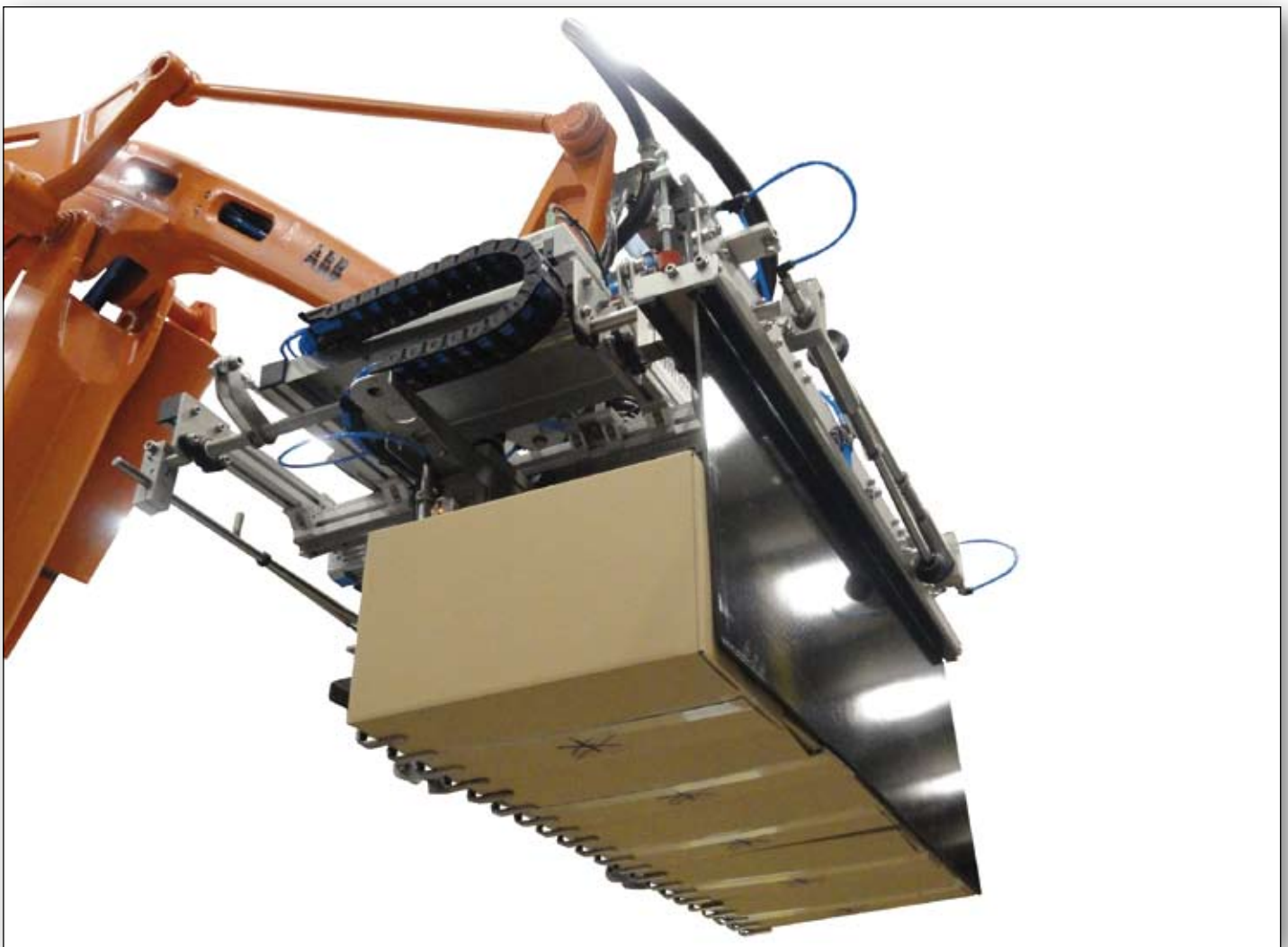
Daarnaast kan men bij het construeren met composiet verschillende wanddiktes toepassen in het ontwerp, dus meer materiaal aanbrengen op plaatsen waar de meest kritische belastingen ontstaan en minder materiaal op plaatsen met lage belastingen.

De uitdaging bij het werken met koolstofvezel-

componenten voor de machinebouw ligt over het algemeen in de integratie binnen de complete machine, de inserts in het bijzonder. Binnen composieten zijn alle metalen te verlijmen en/of mechanisch te borgen. Maar de constructievorm en materiaalkeuze zijn wel essentieel voor een kwalitatieve toepassing.

Toepassingen in de industrie

Hoe kan ik met mijn huidige machinepark mijn productie verbeteren? Waarop kan ik kosten besparen binnen de productie? Hoe kan ik mijn machine lichter en sterker maken zodat mijn gebruikers minder service-stilstand hebben? Dat zijn allemaal reële thema's waarmee de engineers en productontwikkelaars dagelijks bezig zijn. Veel zo niet alle vragen zijn te beantwoorden met koolstofvezelcomposiet als oplossing. Zeker niet bij alle toepassingen maar als gezamenlijk elk detail kritisch wordt geanalyseerd, kan koolstofvezel bij productie- en/of handling-machines in veel gevallen grote voordelen brengen.



Afbeelding 6. Door de roestvaststalen grijperplaat van een palletizer-robot te vervangen door koolstofvezelcomposiet is de grijper 50 kg lichter geworden. Dit betekent dat of voor een kleinere robot kan worden gekozen of 50 kg meer kan worden getild met dezelfde robot.

Robotarmen

Refitech produceert momenteel binnen de industrie verschillende klant specifieke koolstofvezelcomponenten, onder andere voor toepassingen in de machinebouw, apparatenbouw, orthopedie en de medische sector. Een van de specialisaties is de productie van Delta- en SCARA-robotarmen (afbeelding 5). De specifieke eisen rondom gewicht, stijfheid en 3D vormvrijheid zorgen ervoor dat koolstofvezel uitermate geschikt materiaal is om deze armen te kunnen produceren. Een Delta-robot bestaat over het algemeen uit drie bovenarmen. Hieraan zijn de onderarmen bevestigd die weer aan het grijperplatform zijn bevestigd. De onderarmen vormen een parallelogram met dit grijperplatform. Doordat de onderarmen met kogelgewrichten aan de bovenarmen en het mobiele platform zijn verbonden kan het platform in de X, Y en Z richting bewegen terwijl het platform dezelfde oriëntatie houdt. De lasten die verplaatst worden met een Delta-robot variëren tussen 1 en 8 kg waarbij de versnellingen van het grijperplatform kunnen oplopen tot 150 m/s^2 . Binnen deze toepassing zorgt de lichtgewicht koolstofvezel onder andere voor een sterke verlaging van de massa draagheid van de armen met als gevolg een lagere belasting van de reductoren. Daarnaast zorgt de hoge stijfheid voor blijvende nauwkeurigheid bij hogere bewegingssnelheden en versnellingen.

Koolstofvezelpaneel

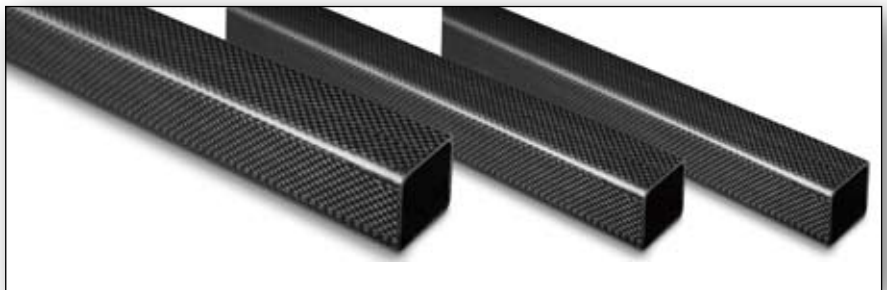
Een ander voorbeeld van een Industriële toepassing met composiet is een klantspecifiek koolstofvezelpaneel voor een palletizer-robot. Door de roestvaststalen grijperplaat te vervangen door koolstofvezelcomposiet werd een totale gewichtsbesparing van de grijper bereikt van 50 kg (afbeelding 6). Dit heeft als direct resultaat dat bijvoorbeeld 50 kg meer last verplaatst kan worden of dat men een kleinere robot kan gebruiken voor dezelfde toepassing. Deze investering in koolstofvezelonderdelen levert dus direct in zijn toepassing geld op.

Standaard

Naast klantspecifieke componenten kan Refitech ook verschillende standaardproducten leveren zoals gelamineerde buizen, kokers en panelen (afbeelding 7). Wie bijvoorbeeld op zoek is naar vervanging van een robotuitnemer waarvan het aluminium frame te zwaar en te slap is geworden, kan met panelen en/of kokers een heel sterk alternatief maken. Een verdubbeling van de stijfheid en halvering van het gewicht kan al snel bereikt worden. De Refitech standaard producten kunnen per lengte of oppervlakte worden besteld.



Afbeelding 5. Refitech heeft zich onder andere toegelegd op de productie van robotarmen voor Delta-robots.



Afbeelding 7. Refitech levert ook verschillende standaardproducten zoals gelamineerde buizen, kokers en panelen.

Bas Nijpels
Sales engineer Refitech

www.refitech.nl