

Nabewerking van vezelversterkte kunststoffen

17 juli 2020, 02:00

Pascal Pollet

Vezelversterkte kunststoffen (composieten) zijn gegeerde materialen in de luchtvaart, omwille van hun licht gewicht in combinatie met hun hoge sterkte, stijfheid, taaierheid en lage dichtheid. De samenstelling en de opbouw van de materialen zijn echter een uitdaging voor de bewerking ervan.

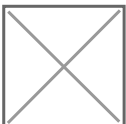
De inspanningen van de luchtvaartindustrie om de prestaties van commerciële en militaire vliegtuigen te verbeteren drijven de ontwikkeling van verbeterde hoogprestatie structurele materialen voort. Composietmaterialen spelen dan ook een grote rol in de huidige en toekomstige luchtvaartcomponenten. Deze materialen zijn vooral aantrekkelijk voor luchtvaarttoepassingen omwille van hun uitzonderlijke sterkte en stijfheid/dichtheidsverhouding en superieure fysische eigenschappen.

Eigenschappen van composietmaterialen

Een composietmateriaal bestaat typisch uit relatief sterke stijve vezels in een taaier harsmatrix. De meest gangbare composietmaterialen, gebruikt in de luchtvaart en andere sectoren, zijn koolstof- en glasvezelversterkte kunststoffen (CFRP en GFRP). Koolstof- en glasvezels zijn beide stijf en sterk (voor hun dichtheid), maar bros, en zitten verwerkt in een polymeermatrix die taaier is, maar niet bepaald stijf of sterk. Eenvoudig gesteld, door materialen met complementaire eigenschappen te combineren wordt een composietmateriaal met de meeste tot alle voordelen - hoge sterkte, stijfheid, taaierheid en lage dichtheid - bereikt met weinig tot geen nadelen in de individuele componentmaterialen.

Composietmaterialen zijn belangrijk voor de vliegtuigindustrie, omdat ze structurele stijfheid voorzien, vergelijkbaar met metaallegeringen, maar aan een lager gewicht. Dit leidt tot verbeteringen in brandstofefficiëntie en prestaties bij vliegtuigen.

Onderstaande figuur toont dat de romp van de Boeing 787 Dreamliner voor 50 gewichtsprocent uit composietmaterialen bestaat in vergelijking met de Boeing 777, die slechts voor 12 procent uit composietmaterialen bestond.





Boeing 787 Dreamliner

Nabewerken van composieten

De nabewerking van composieten kan dan wel op de bewerking van metaal lijken, maar deze gelijkenis is misleidend.

Onderdelen vervaardigd uit composietmaterialen, zoals koolstofvezelversterkte kunststoffen (CFRP), die steeds meer gebruikt worden voor luchtvaartcomponenten kunnen met dezelfde machines nabewerkt worden als metalen onderdelen. De koolstofvezelversterkte kunststoffen kunnen zelfs met vergelijkbare snijgereedschappen als metalen onderdelen bewerkt worden, maar dit is minder waarschijnlijk. Het mechanisme om materiaal weg te nemen is immers anders.

In metaalverspaning is dat mechanisme plastische vervorming: het materiaal is zachter dan het gereedschap en door afschuiving vormen er zich spanen aan de snijrand. Bij het bewerken van composieten - we focussen ons op koolstofvezelversterkte composieten - zijn er geen spanen. Het mechanisme van materiaalafname kan beter beschreven worden als versplintering. Eerder dan dat er materiaal weggehaald wordt, breekt de impact van de snijrand de harde koolstofvezels. In dit proces ondergaat de snijrand aanzienlijke abrasie, wat kan leiden tot snelle slijtage.

In gelijk welke toepassing met snijgereedschap drijft de geometrie van het gereedschap de snijperformantie op en het materiaal van het gereedschap de levensduur. Dit is ook het geval bij de bewerking van composietmaterialen, maar bij composieten is het materiaal van het gereedschap ook een drijfveer achter de performantie. Composieten kunnen ervoor zorgen dat het gereedschap zo snel verslijt dat de geometrie ook snel kan veranderen, tenzij de randen van het gereedschap de abrasie goed genoeg kunnen weerstaan om de geometrie te behouden en scherp te blijven. Eigenlijk zet het nabewerken van composieten het bewerkingsproces op zijn kop, want de aandacht verschuift naar andere delen van het proces. Voor een metalen luchtvaartonderdeel kan gebruik gemaakt worden van een krachtige bewerkingsmachine met ruwe gereedschappen en eenvoudige klemmen om de klus te klaren. Dit staat in contrast met frezen en boren in composieten, wat over het algemeen kan worden uitgevoerd op een veel minder krachtige machine. Hoogwaardige snijgereedschappen zullen echter vereist zijn, evenals op maat gemaakte klemsystemen die het werkstuk ondersteunen doorheen het bewerkingsprocedé, om trilling en delaminatie van de dunne, stijve composietwanden te voorkomen.

Impact van vezeloriëntatie

Een factor die het snijgedrag of de bewerkbaarheid van composietmaterialen beïnvloedt, is de oriëntatie van de vezels. Meest voorkomend zijn stapelpatronen van 0-90°, 0-45-90° en 0-45-90-135°. Bij bewerking zijn de lagen op 45° en 135° het moeilijkst te verspanen, waardoor leveranciers van snijgereedschappen verschillende geometrieën hebben ontwikkeld om met succes deze koolstofvezelversterkte composietmaterialen te bewerken.



Onderstaande afbeelding is een voorbeeld van typische freesgereedschappen om composietmaterialen te bewerken. Vaak zijn deze snijgereedschappen voorzien van een diamantcoating, wat echter een invloed heeft op de prijs in vergelijking met klassiek gereedschap.



De snijgereedschappen zijn verschillend van standaard verspaningsgereedschap. Dit is duidelijk te zien in de volgende illustraties:

De standaard stijl van vingerfreesen genereert krachten in slechts één richting. Met een positieve spiraalgetande frees zal de neiging er zijn het werkstuk op te tillen en tegelijk zal er schade ontstaan aan de bovenrand.



De bovenfrees met duwende stijl genereert snijkrachten aan de boven- en onderoppervlakken van het werkstuk. Deze krachten stabiliseren het verspanen, waardoor schade aan de werkstukranden wordt voorkomen.



Dit Techniline-artikel is gebaseerd op een artikel dat verschenen is in het kader van [Machining 4.0](#). Dit Interreg-project biedt kmo's die meer willen leren over de toepassing van nieuwe technologieën (Industrie 4.0) in de verspanende industrie gratis toegang tot expertise en begeleiding van Europese kenniscentra, waaronder Sirris.

Bron

- <http://www.machining4.eu>

Auteurs



Pascal Pollet