

Doorbraak in ontwikkeling van stijve en taaie polymeercomposieten

12 juni 2015, 02:00

Linde De Vriese

Composietmaterialen met zowel een hoge stijfheid als een hoge taaigheid zijn zeer gegeerd, vooral in de exponentieel groeiende markt van composieten voor de automobielsector. De combinatie van beide eigenschappen is voor deze materialen echter geen evidentie. Doctoraatstudent Yentl Swolfs doorbreekt het dilemma in zijn thesis 'Hybridisatie van zelfversterkte composieten: modellering en verificatie van een nieuw hybride concept'.

Het stijfheid/taaiheidsdilemma

Stijfheid en taaigheid zijn twee essentiële materiaalparameters. Stijfheid is de weerstand van een materiaal tegen kleine, elastische vervormingen. Taaigheid is een maat voor de hoeveelheid energie die een materiaal kan absorberen vooraleer het breekt. Spijtig genoeg gaat bij composietmaterialen een hoge stijfheid vaak gepaard met een lage taaigheid en vice versa. Dit wordt het stijfheid/taaiheidsdilemma genoemd.

De meeste polymeercomposieten bevatten glasvezels of koolstofvezels en positioneren zich daarom als materialen met een hoge stijfheid maar beperkte taaigheid. Een alternatief hiervoor kan gevonden worden in zelfversterkt polypropyleen (PP). Dit materiaal bestaat uit PP vezels in een PP matrix, wat leidt tot een beperkte stijfheid, maar wel een hoge taaigheid. Zowel zelfversterkt PP als traditionele polymeercomposieten zijn dus onderhevig aan het stijfheid/taaiheidsdilemma.



Het stijfheid/taaiheidsdilemma in composieten: ze zijn ofwel stijf maar bros ofwel taai maar soepel; het gewenste gedrag is een combinatie van hoge stijfheid en hoge taaigheid

Doorbreken van het dilemma door hybridisatie

Er is veel onderzoek naar strategieën om dit dilemma te doorbreken. Een van de mogelijke strategieën is hybridisatie van een brosse en een ductiele vezel. Ductiele vezels hebben een hoge breukrek en zijn taai, terwijl brosse vezels een lage breukrek vertonen. In zijn doctoraat onderzocht Yentl Swolfs of hybriden van zelfversterkt PP met koolstofvezel in staat zijn om het stijfheid/taaiheidsdilemma te doorbreken. Beide vezels kunnen op verschillende niveaus gemengd worden: interlaag, intralaag en intragaren. Het bestuderen van verschillende mengvormen is essentieel, aangezien meestal een intensere menging van de verschillende vezels tot betere

mechanische eigenschappen leidt. De intragaren-mengvorm heeft de beste menging, maar is moeilijk te produceren en dus duur. Uit het onderzoek is gebleken dat de intralaag-mengvorm de gulden middenweg vormt.



Hybridisatiemengvormen waarbij interlaag (links) minder goede mechanische eigenschappen heeft dan intralaag (midden) en intragaren (rechts), maar wel eenvoudiger te produceren en goedkoper is

De moeilijkheid van hybride zelfversterkte composieten ligt in het grote verschil in stijfheid en breukrek van beide vezels. Wanneer de koolstofvezels breken bij een aangelegde rek van 2 procent, dan komt er een grote hoeveelheid energie vrij. Deze energie moet ergens gedissipeerd worden en kan daarbij schade veroorzaken aan het zelfversterkte PP. Het is dan ook essentieel om dit goed te controleren door een intelligent ontwerp van het hybride composiet. Bij een hoge koolstofvezelvolumefractie komt er veel energie vrij en wordt er dus onvermijdelijk schade gecreëerd in het zelfversterkte PP. Als er minder dan 7 procent koolstofvezel op volumebasis wordt toegevoegd aan zelfversterkt PP, dan kan de hoge breukrek van 20 procent behouden worden. Dit leidt tot een composiet met een redelijke stijfheid en een finale breukrek van 20 procent, waardoor we kunnen ontsnappen aan het stijfheid/taaiheidsdilemma.



Spanning-rekdiagram van hybride zelfversterkte composieten, waarbij de hoge breukrek van zelfversterkt PP enkel wordt behouden als de koolstofvezelvolumefractie lager is dan 11 procent

Toepassingen

In het kader van het HIVOCOMP-project zijn er twee demonstratiestukken met hybride zelfversterkte composieten gemaakt: een Samsonite-koffer en het opstaande paneel van de achterbank van een Lancia Y-auto. De hybride Samsonite-koffer toont aan dat we, ondanks de aanwezigheid van de stijve, continue koolstofvezels, nog steeds een complexe vorm kunnen thermovormen. Gecombineerd met de unieke combinatie aan stijfheid en taaiheid, leidt dit tot een materiaal met een groot potentieel voor allerlei toepassingen, niet alleen in reiskoffers, maar ook in de automobielsector en sportartikelen.



Samsonite-koffer gemaakt met zelfversterkt PP gehybridiseerd met koolstofvezel

Conclusie

Door een intelligent ontwerp van hybride zelfversterkte composieten is het mogelijk om het stijfheid/taaiheidsdilemma te doorbreken. Hiervoor moeten de hoeveelheid brosse vezel, de vezelverdeling en de bindingssterkte nauwlettend gecontroleerd worden. Doordat hybride

zelfversterkte composieten ook met zeer korte cyclustijden van 1-2 minuten gemaakt kunnen worden, zijn zij een ideaal materiaal voor gewichtsreducties in de automobielsector. Er zijn bovendien modellen ontwikkeld die de synergetische effecten tussen de brosse en ductiele vezel kunnen voorspellen.

Sirris rondde recent een onderzoeksproject af rond zelfversterkt PLA met projectpartners Centexbel en RWTH Aachen. Het zelfversterkt PLA is volledig biogebaseerd en verschillende testen tonen bovendien aan dat het een veelbelovend duurzaam alternatief kan zijn voor zelfversterkt PP. Het consortium bekijkt momenteel onder welke projectcondities de materiaalontwikkeling kan verdergezet worden. Interesse? Neem contact op met Linde De Vriese!

Dit doctoraat werd gefinancierd door IWT en kaderde in het Europese project HIVOCOMP.

Bron

- 'Hybridisatie van zelfversterkte composieten: modellering en verificatie van een nieuw hybride concept', Yentl Swolfs, Composite Materials Group van het Departement Materiaalkunde, KU Leuven

Auteurs



Linde De Vriese