‘Bulkpolymeren tien keer zo sterk met gebruik van vezels’

TPAC van Saxion onderzoekt nieuwe wegen voor thermoplastisch composiet

Lector dr.ir. Ferrie van Hattum: “In de kunststofwereld wil men vaak recyclaat hebben met dezelfde eigenschappen als virgin. Om dat te bereiken moet het afval zo zuiver worden gescheiden dat het recyclaat te duur wordt en alleen met subsidies economisch aantrekkelijk kan worden gemaakt. Dát is dus de valkuil voor recycling.”

Bij het lectoraat lichtgewicht construeren van Saxion Hogeschool heeft men warme belangstelling voor thermoplastisch composiet. Met een gerichte inzet van (lange of continue) vezels kunnen bulkpolymeren veel stijver en sterker worden waardoor een reeks van nieuwe mogelijkheden ontstaat voor toepassingen in het mkb. Lector Ferrie van Hattum is enthousiast over zijn nieuwe application centre in het voormalige ziekenhuis van Enschede. "Op vijfhonderd vierkante meter hebben we nu ook echte machines om te kunnen testen op semi-industriële schaal. We moeten een beetje weg van de desktop-opstellingen."

TEKST EN FOTO HENK HEUVELMAN

Thermoplasten zijn de typische kunststoffen: relatief goedkoop, gemakkelijk te gebruiken en te hergebruiken. Maar hun toepassingsmogelijkheden worden beperkt door de beperkte stijfheid en sterkte. Thermoplasten zijn met name geschikt voor productie in grote volumes en de kostprijs van het materiaal is dus essentieel. Lector Lichtgewicht Construeren Ferrie van Hattum: "Aan het andere eind van het spectrum staan dure koolstofcomposieten, vooral bekend van toepassingen in sportattributen, de lucht- en ruimtevaart en dure auto's. Koolstofvezel is lastig te maken en kost dus geld maar je krijgt er natuurlijk wel stijve en sterke materialen van, die bovendien superlicht zijn. De vezel alleen al kost een paar tientjes per kilo, afhankelijk van de grade. Maar dan moet er nog een halffabrikaat van gemaakt worden. Bij composiet is traditioneel de toepassing van thermoharders (polyester of epoxy) gebruikelijk. Het gros van composiettoepassingen is glaspolyester, denk aan alle plezierbootjes, opslagtanks en buizen maar ook een deel van de windmolenbladen. Thermoharders vloeien gemakkelijk en impregneren daardoor relatief eenvoudig de vezels. Vanuit dit perspectief functioneren ze al jaren prima. Maar, ze zijn niet om te smelten zoals thermoplasten voor recycling. Thermoharders zijn ook niet zo slagvast als thermoplasten. Je zou, wat dat betreft, het liefst een thermoplast in de composiet hebben."

Overgang naar thermoplast

De overgang naar thermoplastisch composiet is een echte technologiestap geweest, aldus Van Hattum. "We hebben de eerste wave op dit gebied gehad in de jaren negentig en nu begint het langzaamaan op gang te komen met goedkopere thermoplasten. De kernvraag is steeds: hoe krijgen we lange vezels goed geïmpregneerd met die relatief dik-vloeibare thermoplasten? Dit kan een probleem zijn maar we krijgen het wel steeds beter onder de knie. Let wel: we hebben het niet over kortvezel compounds die al jaren gebruikt worden, maar echt over vezellengtes van centimers lang tot oneindig."

Toevallig zijn we in Nederland ook nog 'ns extra goed in het onderwerp. "Van oudsher hebben wij TenCate (Advanced Composites) in Nijverdal, die is in feite destijds in samenwerking met TU Delft met de high-end composieten begonnen: met thermoplastisch materiaal impregneren van koolstof- of glasvezel maar dan typisch voor gebruik in de geavanceerde vliegtuigbouw, zoals bij Fokker. Ondertussen is ook de automotive-industrie serieus geïnteresseerd geraakt, maar eigenlijk ligt de focus daar heel erg op één materiaal, namelijk het veel goedkopere glasvezelversterkt PP, eventueel met een toekomstige uitstap naar bijvoorbeeld koolstof-nylon. Dit bestaat al langere tijd, maar de processen waren nooit goed genoeg ontwikkeld om het materiaal één-op-één bij spuitgieten of persen te kunnen inzetten, op die schaal en tegen die kosten. En dat moet wel, want auto-industrie gaat over massaproductie en over minimale prijs. Maar ook hierin worden door de industrie dus voortdurend stappen gezet. Het moet nog wel goedkoper – en tot nu toe gaat het nog over kiloprijzen die in vergelijking met gewone PP of PE een factor 3 tot 4 hoger liggen. Als een gemiddelde kunststofverwerker zoiets hoort, laat hij in eerste instantie composietmateriaal aan zich voorbij gaan."

'Ook de automotive-industrie is serieus geïnteresseerd geraakt, maar daar ligt de focus heel erg op het veel goedkopere glasvezelversterkt PP'

10 tot 15 keer sterker

En dit is precies het gat waar Saxion met het TPAC in springt. Van Hattum: "We zeggen niet dat composieten de oplossing zijn voor alles, maar wat we wel kunnen doen, is hoge stijfheid en sterkte meegeven aan bulkpolymeren zoals polypropeen en polyetheen. Als we

In-kind en in-cash

Leden van TPAC zijn vooralsnog de bedrijven waarmee wordt samengewerkt in lopend onderzoek, grotendeels gesubsidieerd door specifiek op het mkb gerichte programma's. In eerste instantie gaat het vaak om een in-kind bijdrage vanuit het bedrijf (financiering in natura met manuren, materialen, machines et cetera). In-cash is een bijdrage in geld, meestal in een later stadium in een vervolgproject, als het concept lijkt te werken. In de meeste gevallen draagt de overheid bij aan het onderzoek door er een meervoud van de bedrijfsbijdrage tegenover te stellen

006-009 KR1112ART4P_SAXION HATTUM.indd 7 21-11-17 11:29

thermoplastisch composiet nu zouden kunnen integreren in het gebruikelijke kunststofproces zonder dat het proces daarvoor moet veranderen of de matrijs moet worden aangepast, dan betekent het dat je door de toepassing van vezels de stijfheid en de sterkte van het materiaal met een factor 10 tot 15 kunt verhogen. En wat kan je dan allemaal wel niet maken? Neem een kinderzitje. Om de gewenste stijfheid en sterkte te halen, zou een spuitgieter nu bijvoorbeeld zijn toevlucht nemen in een stalen deel. Maar die moet hij inkopen en assembleren, wat tot extra kosten leidt. Stel nu dat je die stijfheid en sterkte gewoon kunt integreren door middel van vezelversterkte preforms in het spuitgietproces, dan ben je in één keer klaar."

Andere norm

Dit betekent wel dat de materialen beschikbaar moeten zijn, en dat begint inmiddels te komen, weet Van Hattum. Bovendien is het van belang dat het proces beschikbaar moet zijn waarmee je zo'n thermoplastpreform tegen aanvaardbare kosten kunt maken en kunt inzetten in het eigen proces. "Op dit speelveld bewegen wij ons. Wij proberen dus van de technologie die vroeger alleen voor high-end toepassingen zoals de luchtvaart en de F1 beschikbaar was, zoveel mogelijk af te knabbelen. Veel composietprocessen voldoen bijvoorbeeld aan de eisen die in de luchtvaart worden gesteld maar die norm hoeft voor de gemiddelde toepassing in de kunststof helemaal niet te worden gehanteerd. Dus halen wij alles eraf wat niet nodig is zodat we op een proces komen dat goed genoeg is voor de toepassing en slechts weinig per kilo extra kost, terwijl misschien wel minder materiaal nodig is. Dat proces moet vervolgens naadloos worden ingepast in de kunststofpraktijk. Pas dán kan een mkb-er er wat mee."

Tape-insert

Van Hattum toont een kunststof staafje met daarin een strookje vezeltape. "Tape koop je gewoon op de rol, er zijn talloze fabrikanten van. Maar hoe krijg je vervolgens dit vezeltape in het spuitgietproduct? Neem als voorbeeld een plastic kuipstoeltje, een spuitgietproduct met vrij slappe pootjes. En die pootjes kunnen flink doorbuigen, zeker als het erg warm wordt, of breken zelfs af. Wat nu als de pootjes met vezels zouden worden versterkt? Dan ben je in één klap van die problemen af. En als het bij dit product uit kan, zijn er ook legio mogelijkheden in andere, complexere producten die Nederlandse bedrijven maken. Hiervoor hebben we een methode ontwikkeld waarmee we met een heel eenvoudige 3D-printer vezelmateriaal in een gewenste vorm kunnen neerleggen. Daarmee kun je een vorm maken, een insert, die je vervolgens in de matrijs hangt om tegenaan te spuiten. De ondernemer die kunststof producten spuitgiet, hoeft zijn proces er nauwelijks voor te veranderen. Natuurlijk zitten er haken en ogen aan, maar die onderzoeken we typisch samen met het bedrijf. In essentie is het nog steeds dezelfde spuitgietmal met een beetje andere techniek erbij. En het resultaat is een veel stijver en sterker eindproduct met weinig extra kosten."
Aansluitend werkt Van Hattum met variaties op het thema. "De insert-techniek is heel belangrijk, dus hoe maken we op een goedkope manier structurele elementen die je kunt meenemen in typische kunststofprocessen als spuitgieten, extrusie of rotatiegieten?

Hoe kwam het zo?

Hoe is het TPAC er gekomen? Lector Ferrie van Hattum: "De Universiteit Twente heeft van oudsher een vakgroep kunststoffen, met daarbinnen als specialisatie vezelversterkte kunststoffen. Deze vakgroep is veel gaan samenwerken met bijvoorbeeld TenCate en Fokker op het gebied van kunststoffen en thermoplastische composieten. Uit de samenwerking ontstond jaren geleden het thermoplastisch composiet research centre TPRC, een samenwerkingsband van onder meer de UT, Fokker, TenCate en Boeing en intussen nog veel andere bedrijven meer. Hier ging het om veel high-end toepassingen, advanced composites voor de luchtvaart. En het ging om fundamenteel onderzoek, met vaak wat hogere kosten en een wat langere termijn tot toepasbare resultaten. Maar voor de luchtvaart is dit helemaal prima."

Saxion kwam erbij als lokale hogeschool, omdat de achtergrond anders is. Hogeschool-studenten komen bij lokale mkb'ers terecht die over het algemeen niet de marges hebben van de luchtvaart maar graag iets toepasbaars in handen krijgen dat duidelijk niet te veel extra kosten meebrengt en waarmee je binnen een redelijke tijd al iets kunt – om het over een jaar in de productielijn te hebben. "Dit werk is aanpalend aan het TPRC en we zijn onderzoek gaan doen naar onder meer kostenefficiënt produceren met thermoplastische composieten, met bulkpolymeren als matrix. Er zijn steeds meer bedrijven bij betrokken geraakt waarmee we samen onderzoek zijn gaan doen. En zo ontstond de behoefte om naast het research centre ook een applications centre op te zetten. De samenwerking tussen het TPRC en ons lectoraat heeft nu geleid tot dit TPAC waar we mkb-gericht onderzoek doen naar de toepassingen van thermoplastisch composiet. De nadruk ligt hierbij op efficiëntie, in die zin dat de kostprijs naar beneden moet omdat de gemiddelde composietoplossing te duur is voor veel bestaande toepassingen, zeker als de processen en de productie nog niet op het gewenste niveau zijn. Iets waar we hier hard aan werken". Het TPRC en het TPAC hebben samen de nationale status 'Smart Industry Fieldlab' onder de naam TPC-NL. Voor meer informatie: www.TPCNL.nl

006-009 KR1112ART4P_SAXION HATTUM.indd 8 21-11-17 11:29

Thomas de Bruijn: snijdelen van Fokker

We hebben overal productvoorbeelden van want vaak hebben we al binnen een paar maanden iets tastbaars. Wij zijn hier van nature behoorlijk hands-on."

Weg van desktop

De tweede lijn waarmee het lectoraat bezig is, is het automatiseren van het proces. "Automatiseren moet, uit kwaliteitsoogpunt en om handwerk te verminderen. We werken hier mede daarom ook op (semi-)industriële machines - en daardoor zijn we verhuisd naar deze veel grotere ruimte. We moeten een beetje weg van de desktop-setups alleen, we moeten bezig met de echte machines en de echte processen, zoals ze in de industrie ook staan. We hebben hier nu de meest voorkomende kunststofverwerkingsprocessen daadwerkelijk fysiek draaien en het center piece wordt een compleet ingerichte productiecel - zoals dat ook bij een bedrijf zou kunnen staan, maar dan het kleinere broertje, zeg maar, met een spuitgietmachine, een pers, een voorverwarmstation en een robot met geautomatiseerde tussenstappen zodat het een kwestie wordt van één druk op de knop. We automatiseren de processen om de kostprijs laag te houden en de kwaliteit te verhogen."

Recycling

De derde lijn van Van Hattum is het serieus kijken naar recycling. Daarbij onderscheidt Van Hattum twee deelonderwerpen. "Je hebt het recyclen van de thermoplastische composiet zelf. Het materiaal kan in stukken worden gehakt en opnieuw worden gesmolten om in een ander product te kunnen worden toegepast. De uitdaging daarbij is om de vezels lang en daarmee de mechanische eigenschappen hoog te houden. Vanuit de theorie weten we dat de stukjes minimaal één centimeter lang moeten zijn, dan zit het met de eigenschappen negen van de tien keer nog best goed. Maar dit is bijvoorbeeld op een conventionele spuitgietmachine te verwerken, dan houd je millimeters (of veel minder) over. Om de vezels centimeters lang te houden, hebben we hier een apart proces staan. We kunnen afval in stukjes hakken, opsmelten met behoud van de vezellengte en persen tot een volgend product dat bijzonder goed presteert. Dit is waar Thomas de Bruijn van ons lectoraat mee bezig is in zijn promotieproject: in feite werkt hij met snijdelen van onder andere Fokker die als afval overblijven van de productie. Die snijdelen kun je in stukken hakken en opsmelten zodat Fokker daarmee via een proces dat wij nu hier aan het onderzoeken zijn, een ander onderdeel kan maken. Dat onderdeel zal niet de eigenschappen hebben voor kritische structurele onderdelen, maar kan wel worden gebruikt voor een toepassing die aanmerkelijk minder zwaar wordt belast. Dit is recycling van high-end materiaal."

Upcyclen met vezels

Helemaal aan de andere kant kun je low-end materiaal upgraden met vezels. "Het bedrijf Save Plastics bijvoorbeeld maakt gebruik van het afval-van-het-afval-van-het-afval, een mix van niet te scheiden plastic afvalmaterialen. Dit materiaal is nog maar voor een beperkte serie toepassingen interessant, zoals voor vlonderplanken en borstweringen. Maar wij willen dit afval combineren met continu-vezels, zodat de mechanische eigenschappen van het recyclaat er niet zo heel veel meer toe doen. Er zitten immers continu-vezels in, en die geven aan het materiaal een factor 10 tot 15 hogere stijfheid en sterkte. Ik noem dit upcyclen met vezels."

Gerecycled plastic als matrix

Saxion heeft ook een project gehad op het gebied van vezelversterkt composiettape met gerecyclede plastics als matrix. "Dit komt voort uit hetzelfde idee: het zijn de vezels die het werk doen. Waarom zou je dan niet een gerecyclede kunststof gebruiken om de vezels te impregneren? Daardoor kan het composietmateriaal weer iets goedkoper worden. "Als je de vezels nu eens impregneert met gerecyclede kunststof tot een composiet en vervolgens met dit composiet gerecyclede kunststof weet te versterken tot een hoogwaardige toepassing die je van te voren nooit had bedacht? Dat is toch prachtig?"

Zo wordt plastic afval een dragende pallet of een onbuigzame vlonderplank. Zo krijgt afvalplastic een veel hoogwaardiger toepassing, waaraan veel hogere mechanische eisen kunnen worden gesteld dan aan de toepassing waar het oorspronkelijk vandaan komt."

Valkuil voor recyclaat

In de kunststofwereld wil men recyclaat hebben met dezelfde eigenschappen als virgin en dat is heel lastig. Van Hattum: "Om dit te bereiken moet het afval heel zuiver worden gescheiden en schoongemaakt, zelfs de verschillende grades zou je het liefst uit elkaar houden. Daarmee wordt het scheidingsproces zo duur dat recyclaat in de richting van dezelfde prijs als virgin gaat en waarom zou je dan nog voor recyclaat kiezen? Dat is dus een valkuil voor kunststoffenrecycling." Van Hattum staat daarom een andere methode voor. "Wij zeggen: doe gewoon alleen de eerste scheidingsstappen en laat alle andere zitten. Bijvoorbeeld: verzamel PE en PP en laat het lekker bij elkaar. Dan krijgt je na de verwerking wel een raar kleurtje maar dat maakt voor composiet niet uit. Je krijgt misschien ook niet de eigenschappen die het zou moeten hebben voor spuitgieten of extrusie, maar dat maakt voor ons ook niet uit, want het recyclaat zit er in dit geval met name in om de vezels bij elkaar te houden. Qua sterkte en stijfheid doen de vezels het werk."

www.saxion.nl/designentechnologie

006-009 KR1112ART4P_SAXION HATTUM.indd 9 21-11-17 11:29