

Invloed van de vezel-matrix interface op de materiaaldemping van vlasvezel- en koolstofvezel-versterkte composieten

Sofie Huysman

Promotoren: prof. dr. ir. Wim Van Paepegem, prof. dr. ir. Kim Verbeken
Begeleiders: ir. Joachim Vanwalleghem, lic. Linsey Lapeire, dr. ir. Ives de Baere

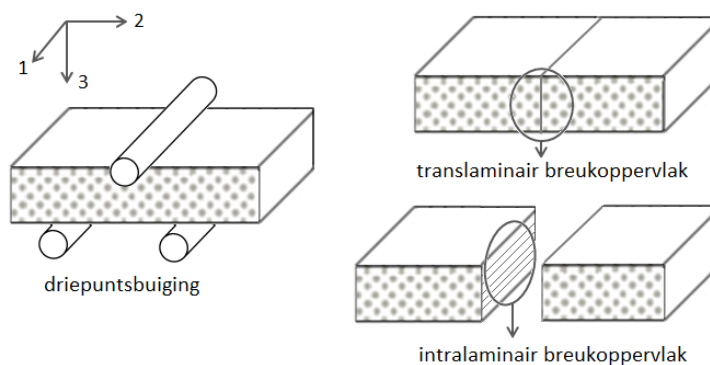
Composieten zijn heterogene materialen. Ze worden gevormd door een matrixmateriaal, zoals een polymeer of een metaal, te versterken met vezels of nanodeeltjes. De afzonderlijke materialen voegen iets aan elkaar toe zodat verbeterde eigenschappen bekomen worden ten opzichte van de samenstellende componenten. Kunstmatige vezels zoals koolstofvezels zijn reeds langer gekend als versterkingsmateriaal, maar nu de vraag naar ecologische toepassingen groter is dan ooit, vormen natuurlijke vlasvezels een goed alternatief.

Een van de eigenschappen die de vlasvezel zo interessant maakt, is het goede dempingsgedrag. Damping is immers een belangrijke parameter voor het ontwerp van structuren waarbij vibratie zoveel mogelijk gecontroleerd moet worden. Een typisch voorbeeld zijn toepassingen uit de sport, zoals tennisrackets en racefietsen. Goed dempende materialen kunnen trillingen opvangen zodat het lichaam van de sporter deze niet moet absorberen. Ook bij bouwkundige constructies is een goed dempingsgedrag aangewezen om sterke vibraties zoveel mogelijk te vermijden. Door materialen met een goede demping te gebruiken is het ook mogelijk constructies te ontwerpen die stiller functioneren. In deze masterproef werd het dempingsgedrag onderzocht van enerzijds composieten bestaande uit natuurlijke vlasvezels in een matrix van epoxyhars, en anderzijds composieten bestaande uit synthetische koolstofvezels in een matrix van epoxyhars.

In het eerste deel van de thesis werd een vlasvezel-epoxy composietplaat vergeleken met een koolstofvezel-epoxy composietplaat, beiden geproduceerd via het autoclaafproces. De vezels werden vooraf behandeld met een coating. Vervolgens werd het dempingsgedrag van deze composieten gemeten met akoestische golfexcitatie. Hierbij werden sinusgolven uitgezonden door een luidspreker waardoor het composiet ging vibreren. Bij het uitzetten van de luidspreker werd de demping van de plaat gedetecteerd door een vibrometer.

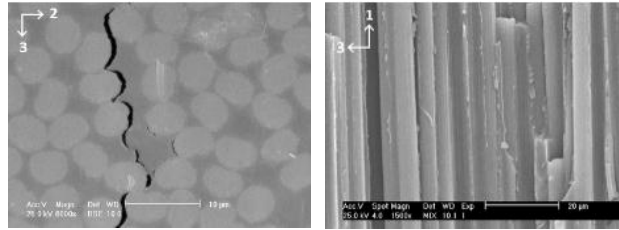
Het dempingsgedrag van het vlasvezel-epoxy composiet was beter dan dat van het koolstofvezel-epoxy composiet. Mogelijke parameters die dit gedrag kunnen beïnvloeden zijn het type vezel en de hechting tussen vezel en matrix. Theoretisch gezien geeft een zwakke vezel-matrix hechting aanleiding tot wrijving, wat zorgt voor energiedissipatie en een verbeterde demping.

Om de vezel-matrix hechting te onderzoeken, werden beide composieten gebroken met een transversale driepuntsbuigproef. Dit leidde tot twee types breukoppervlak: een translaminair breukoppervlak, waarbij de vezels in de dwarsdoorsnede zichtbaar zijn, en een intralaminair breukoppervlak, waarbij de vezels in de langsrichting zichtbaar zijn (figuur 1).

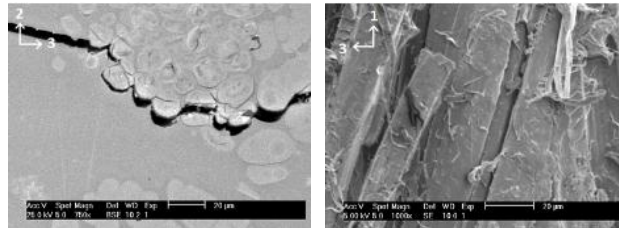


Figuur 1: buigproef en types breukoppervlak

Deze breukoppervlakken werden bestudeerd met de rasterelektronenmicroscop (SEM). Bij het translaminaire breukoppervlak wijst propagatie van de scheur langs de interface tussen vezel en matrix op een zwakke hechting, en bij het intralaminaire breukoppervlak wijst een glad vezeloppervlak met weinig resterend matrixmateriaal op een zwakke hechting. Bij het koolstofvezel-epoxy composiet verliep de scheur enkel langs de interface en was het vezeloppervlak glad (figuur 3). Bij het vlasvezel-epoxy composiet verliep de scheur zowel langs de interface als doorheen de vezels en was het vezeloppervlak vrij beschadigd (figuur 3).



Figuur 2: translaminair en intralaminair breukoppervlak van het koolstofvezel-epoxy composiet

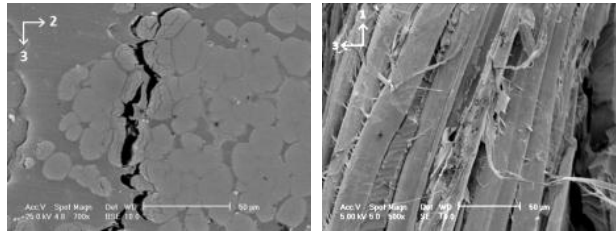


Figuur 3: translaminair en intralaminair breukoppervlak van het vlasvezel-epoxy composiet

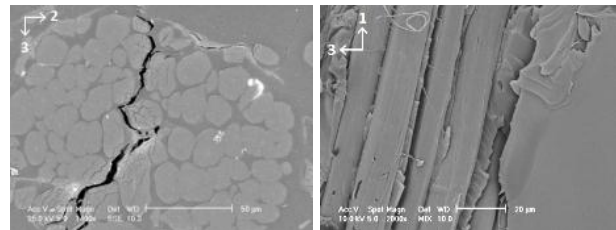
Dit deed een sterke vezel-matrix hechting vermoeden, maar vermits er weinig vergelijking mogelijk was met SEM-beelden uit de literatuur was het noodzakelijk de hechting verder te onderzoeken. Dit gebeurde in het tweede deel van de masterproef, door twee nieuwe vlasvezel-epoxy composieten te maken via het harsinjectie proces. Bij het eerste composiet werden de vlasvezels behandeld met een coating, bij het tweede composiet niet. Deze composieten waren dus volledig identiek op de coating van de vezels na, waardoor enkel de vezel-matrix hechting overbleef als variërende parameter.

Het dempingsgedrag werd opnieuw gemeten met akoestische golfexcitatie. Het vlasvezel-epoxy composiet met onbehandelde vlasvezels vertoonde een beter dempingsgedrag dan het composiet met behandelde vlasvezels. Op analoge wijze werden de breukoppervlakken van deze composieten onderzocht met de elektronenmicroscop.

In het geval van de behandelde vlasvezels propageerde de scheur zowel langs de interface als langs de vezels, en was het vezeloppervlak vrij beschadigd (figuur 4). Bij het composiet met onbehandelde vlasvezels verliep de scheur bijna enkel langs de interface en was het vezeloppervlak minder beschadigd (figuur 5).



Figuur 4 : translaminair en intralaminair breukoppervlak van het vlasvezel-epoxy composiet met behandelde vlasvezels



Figuur 5: translaminair en intralaminair breukoppervlak van het vlasvezel-epoxy composiet met onbehandelde vlasvezels

Het eerste besluit volgt uit de vergelijking van de resultaten van het vlasvezel-epoxy composiet met behandelde vlasvezels en het vlasvezel-epoxy composiet met onbehandelde vlasvezels: omdat de vezel-matrix hechting bij het composiet met onbehandelde vlasvezels minder goed was, vertoonde dit composiet een beter dempingsgedrag. Bovendien konden de SEM-beelden van figuur 4 het vermoeden uit het eerste deel van de thesis bevestigen, namelijk dat het vlasvezel-epoxy composiet uit het eerste deel (figuur 3) een goede vezel-matrix hechting vertoonde.

Het tweede besluit volgt uit de vergelijking van de resultaten van het autoclaaf-geproduceerde koolstofvezel-epoxy en vlasvezel-epoxy composiet: ondanks de goede hechting bij het vlasvezel-epoxy composiet en de zwakke hechting bij het koolstofvezel-epoxy composiet, vertoonde het vlasvezel-epoxy composiet het beste dempingsgedrag. Dit betekent dat niet de hechting, maar het type vezel de bepalende parameter is voor het betere dempingsgedrag van het vlasvezel-epoxy composiet. De verklaring ligt in de natuurlijke oorsprong van vlasvezels. Vlasvezels hebben in tegenstelling tot synthetische koolstofvezels een poreuze multilagen structuur met een hol kanaal in het midden. Doordat trillingen zich langs deze verschillende lagen moeten voortbewegen tot in het binnenste kanaal, kan er meer energiedissipatie plaatsvinden, en bijgevolg een betere demping.