

Watergedragen afwerkingssystemen met nanocellulose

Het Canadese onderzoekscentrum voor bosproducten FPInnovations heeft een project uitgevoerd rond zuurhydrolyse van cellulose en ontdekte dat nanocellulose, of nanokristallen van cellulose (NCC), bijzonder interessante eigenschappen vertoonde en een ideale verbetering zou kunnen zijn voor –watergedragen - afwerkingsproducten.

TEKST : VÉRONIC LANDRY, PH. D., SCHEIKUNDE, ONDERZOEKER, FPINNOVATIONS – DIVISION FORINTEK, QUEBEC. EN PIERRE BLANCHET, ONDERZOEKER EN AFDELINGSHOOFD, FPINNOVATIONS – AFDELING FORINTEK, BUITENGEWOON HOOGLEERAAR, UNIVERSITEIT LAVAL

Nanokristallen van cellulose (NCC)

Cellulose is een natuurlijke polymeer samengesteld uit D-glucose. Net als verschillende andere polymeren bestaat het uit een amorf gedeelte, dat zeer weinig geordend is, en een kristalgedeelte, dat uiterst gestructureerd is. Door een zuurhydrolyse van de cellulose uit te voeren kan men het amorfe gedeelte afscheiden en enkel het kristalgedeelte behouden, nanocellulose of nanokristallen van cellulose (NCC) genaamd. Een elementaire eenheid nanocellulose heeft een diameter van 10 nm en een lengte van 200 nm, men kan dus spreken van een nanodeeltje.

Eigenschappen van de NCC

Dit nieuwe nanodeeltje heeft merkwaardige eigenschappen. Zijn elasticiteitsmodulus bedraagt ongeveer 150 GPa, dat is ongeveer 7,5 keer meer dan die van Kraft naaldhoutpasta. De breukweerstand ligt ook zeer hoog: ongeveer 10.000 MPa, tegen 700 MPa voor Kraftpasta. Met deze buitengewone mechanische eigenschappen is kristallijn cellulose perfect geschikt als mechanische verbetering voor verschillende polymere, thermoplastische of thermohardende verbindingen. Met hun gunstige mechanische eigenschappen, hun milieuvriendelijkheid en hun zeer lage toxiciteit, alsook het feit dat ze gemakkelijk kunnen worden in dispersie gebracht in waterachtige omgevingen, bieden de nanokristallen van cellulose heel wat toekomstmogelijkheden als verbetering voor –watergedragen - afwerkingsproducten.

Nanocellulose toegevoegd aan verschillende afwerkingsproducten

In het kader van een project uitgevoerd door FPInnovations, het Canadese onderzoekscentrum voor bosproducten, werd nanocellulose toegevoegd aan verschillende afwerkingsproducten. De effecten van NCC werden in de eerste plaats bestudeerd bij twee watergedragen afwerkingsproducten : een acryllak en een vernis gepolymeriseerd met UV-stralen. Voor de twee systemen werden formuleringen uitgewerkt met 1 tot 5 % NCC in de massa in de droge film van de afwerking. Vervolgens werden deze formuleringen door verstuiving aangebracht op yellow birch. De mechanische en optische prestaties van deze stalen konden dan bestudeerd worden. De belangrijkste mechanische eigenschappen die bestudeerd werden zijn: de slijtweerstand (Taber), de krasweerstand, de schokweerstand en de hechting.

Voor die werkzaamheden heeft FPInnovations een brevet aangevraagd.

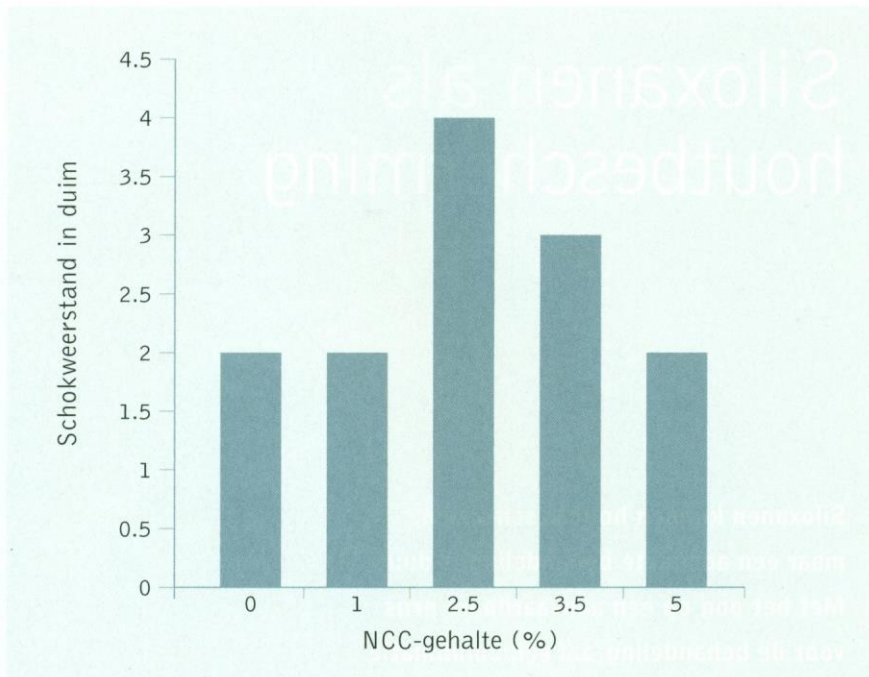
Betere eigenschappen van watergedragen acrylharsen

In de Noord-Amerikaanse (keuken)meubelindustrie worden watergedragen acrylharsen steeds meer toegepast als vervanging van lakken op basis van solventen. Om een interessant ecologisch alternatief te bieden moeten deze lakken prestaties leveren die evenwaardig of zelfs beter zijn dan die van producten op basis van solventen.

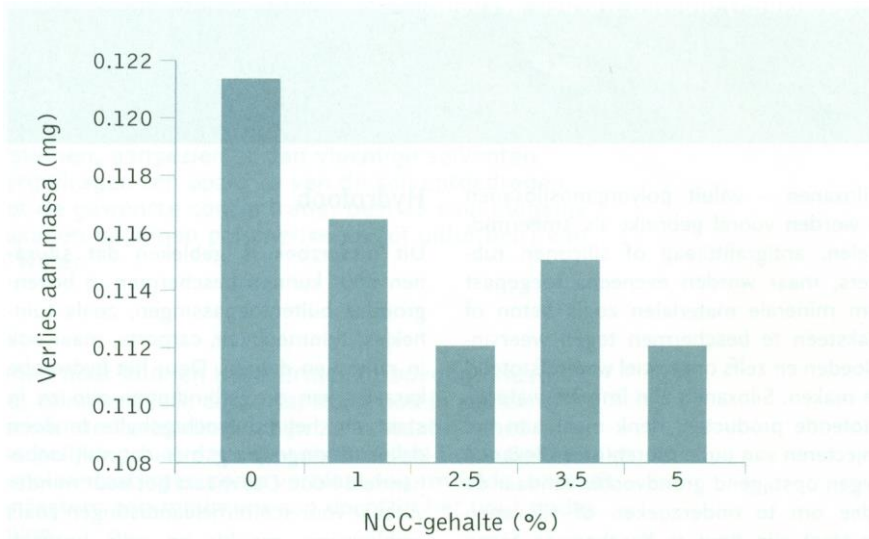
Door toevoeging van nanocellulose aan een watergedragen acrylhars voor de (keuken)meubelindustrie konden verschillende mechanische eigenschappen verbeterd worden. De schokweerstand werd vastgesteld door middel van de methode van het vallend gewicht (*falling weight*). Die test gaat na vanaf welke hoogte een gewicht van 2 lbs (ongeveer 900 gram, nvdr) moet geprojecteerd worden om het oppervlak te beschadigen. De studie toonde aan dat de schokweerstand van acrylhars kan worden verdubbeld door slechts 2,5% NCC (t.o.v. de droge film) toe te voegen. De schokweerstand is zeker niet de enige eigenschap die verbeterd wordt door toevoeging van NCC. De hechting werd getest (*pull-off test*) en de resultaten waren veelbelovend. De hechting van een afwerkingsfilm op de onderlaag wordt uitgedrukt door de loodrechte kracht die uitgeoefend moet worden om een pion, met epoxylijm op het oppervlak van een staal bevestigd, los te rukken. Voor een lange levensduur is het van primordiaal belang dat het afwerkingsproduct goed aan de onderlaag hecht. De hechtingsproeven toonden aan dat de hechting van acryllak op hout, in dit geval yellow birch, na toevoeging van NCC aanzienlijk beter is. Om de

resultaten te verklaren werden de verschillende contacthoeken bestudeerd om de kwaliteit te beoordelen van de bevochtiging van de verschillende afwerkingproducten op het hout. De contacthoeken werden bestudeerd aan de hand van een goniometer. Hierbij werd een druppel vloeistof met een spuit op het oppervlak van het staal aangebracht en werd de hoek gemeten gevormd door het grensvlak tussen lucht en vloeistof en tussen vaste stof en vloeistof. Deze proeven wezen uit dat acryllak na toevoeging van NCC het hout sneller en beter bevochtigt, wat een betere hechting geeft. Verder werden ook proeven uitgevoerd voor de kras- en slijtweerstand, twee eigenschappen die van groot belang zijn in de (keuken)meubelindustrie. Deze toonden aan in hoeverre NCC de mechanische prestaties van de afwerkingen kan verbeteren. Hierbij dient zeker vermeld dat de brekingsindex van NCC zeer laag is t.o.v. die van verschillende anorganische elementen die als mechanische verbetering toegepast worden bij afwerkingsproducten, zoals aluminiumoxide en silicium. Dankzij de toepassing van mechanische verbeteringen met lage brekingsindexen kan een betere transparantie bekomen worden en kan dus een hogere verbeteringsgraad voorzien worden.

Ook werden de optische eigenschappen van de lakken waaraan NCC werd toegevoegd bestudeerd, meer bepaald de kleur, de opaciteit en de glans. In de eerste plaats bleek dat de opaciteit zeer weinig toeneemt naarmate meer NCC wordt toegevoegd. Hetzelfde geldt voor de kleur, die zeer weinig beïnvloed wordt door de toevoeging van NCC. Wat betreft de glans (gemeten op 60 graden) is de situatie enigszins verschillend, namelijk omdat deze laatste afgenomen is van ongeveer 90 tot 70° na toevoeging van slechts 1% in massa van NCC. De afname van de glansgraad als gevolg van de toevoeging van NCC zou als gevolg kunnen hebben dat de toepassing ervan beperkt wordt voor afwerkingen met hoge glansgraad. Om hieraan te verhelpen worden op het ogenblik proeven uitgevoerd om de impact van NCC op de glans van afwerkingslagen te beperken.



Door toevoeging van slechts 2,5 % NCC kan de schokweerstand van acryllak verdubbeld worden.



Slijtweerstand van een watergedragen vernis met NCC, gepolymeriseerd door UV-stralen
(hoe groter het verlies aan massa, hoe lager de slijtweerstand)

Watergedragen vernis gepolymeriseerd door UV-stralen

Er werd ook NCC toegevoegd aan een watergedragen vernis gepolymeriseerd door UV-straling. Voor de watergedragen vernissen gepolymeriseerd door UV-straling werden gelijkaardige resultaten behaald als met acryllakken. Inderdaad, net als bij de acryllakken stelt men een merkbare verbetering vast op het vlak van de hechting, de hardheid en de weerstand tegen slijtage, krassen en schokken. Deze positieve resultaten zijn te verklaren door de goede mechanische prestaties van de NCC, maar ook door het feit dat deze geen afbreuk doet aan de polymerisatiereactie ingezet door de UV-stralen. Zoals we reeds zegden, heeft NCC een lage brekingsindex (ongeveer 1,5), in tegenstelling tot verschillende anorganische vulmiddelen. Dit betekent dat ze de penetratie van UV-stralen in de afwerkingsfilm niet verhindert, zodat het verhardingsproces goed verloopt.

Besluit

De resultaten van dit onderzoek hebben aangetoond dat NCC gebruikt zou kunnen worden als verbetering bij houten afwerkingen. Uiteraard is de toepassing van NCC, een wateraantrekend product, bijzonder aangewezen voor watergedragen systemen. Bij FPIinnovations is een onderzoek aan de gang om het oppervlak van NCC te wijzigen zodat het meer waterafstotend wordt. Het zou dan mogelijk worden om gebruik te maken van de gunstige eigenschappen van NCC in polymere waterafstotende systemen.

Info

FPIinnovations - www.fpinnovations.ca