Innovatieve eigenschappen en toepassingen voor hout

11 februari 2022, 01:00

Patrick Cosemans

Hout is een duurzaam materiaal dat mits goed beheer een onuitputtelijke grondstofbron is. De toepassingen van hout zijn vandaag weliswaar zeer uiteenlopend, maar voorspelbaar en gefocust op de gekende intrinsieke eigenschappen zoals sterk, licht en makkelijk verwerkbaar. Nieuwe innovatieve technieken maken het mogelijk om nieuwe eigenschappen te creëren die tot voor kort moeilijk of niet realiseerbaar waren: maak kennis met staalhard, vervormbaar, transparant of zelfs oplaadbaar hout.

De vraag naar harde materialen voor structurele toepassingen is groot. Klassieke materialen zoals metaal of keramiek zijn vaak duur en niet hernieuwbaar, de productie ervan kost heel wat energie en heeft een negatieve impact op het milieu. De voordelen van hout als constructiemateriaal zijn legio: het is hernieuwbaar, licht in gewicht, van nature duurzaam en sterk, en het heeft een lagere life cycle cost dan de meeste andere materialen. Tegelijk is het minder vervormbaar dan het geval is met metaal, kunststof of beton, en niet zo sterk en hard als andere constructiematerialen. Door zich te richten op de minder goede eigenschappen van het hout, kwamen Amerikaanse onderzoekers van de University of Maryland (UMD) tot enkele verrassende innovaties, van vervormbaar constructiemateriaal tot een nieuw soort batterij op basis van microscopische nanostructuren. Nieuwe ontwikkelingen richten zich op deze zwakke plekken van hout.

Vervormbaar hout

In de eerste plaats werd het tekort aan vervormbaarheid van hout aangepakt, zodat het stijve materiaal vervormbaar is zonder dat complexe vormen eruit gesneden of gekerfd moeten worden.

Door een 'water-shock'-procedé in te zetten konden de onderzoekers de eigenschappen van hout veranderen. Eerst werd de lignine uit het materiaal verwijderd, wat het hout zijn stijfheid en bruine kleur verleent, waarna water uit het hout wordt verdampt. Het hout krijgt vervolgens een schok door er terug water in in te brengen, waardoor het opnieuw opzwelt. Het resultaat is een makkelijk te vouwen en vormen materiaal dat zes keer sterker is dan het startmateriaal en vergelijkbaar met lichtgewicht materialen zoals aluminiumlegeringen. Het materiaal zou zelfs kunnen stuiteren, waardoor het zou kunnen worden toegepast om schokken te absorberen.

Sterk als staal



(Bron: Cell Press; Hu image by Al Santos)

Daarnaast hebben de onderzoekers een eenvoudig, tweeledig procedé ontwikkeld waarmee elke houtsoort harder en sterker te maken is. Het resultaat is bijvoorbeeld een houten tafelmes dat even hard en drie keer scherper is dan een inox exemplaar, of houten nagels die met een hamer doorheen verschillende lagen hout kunnen worden geslagen, net zoals hun metalen soortgenoten.

De techniek om een dergelijk hard materiaal te bereiken, is gebaseerd op het bewaren van het voornaamste bestanddeel van hout, met een hogere sterkte-dichtheidsverhouding dan keramiek, metaal of kunststoffen: cellulose. Tegelijk worden zwakkere bestanddelen, zoals hemicellulose en lignine dat dienst doet als bindmiddel, uit de cellulosestructuur verwijderd. Dit door het hout te koken in chemicaliën. Het resultaat is een flexibel materiaal, dat gebogen en vervormd kan worden. Daarna wordt het onderworpen aan warmte (ca. 65 °C) en zeer hoge druk, zodat de cellulosevezels dicht op elkaar gepakt worden, eventuele defecten zoals holtes en bulten platgedrukt en er zo een zeer hard materiaal ontstaat.

Hardhout kan op deze manier bewerkt worden, waardoor het nog sterker en harder wordt - vergelijkbaar met titaniumlegeringen of koolstofvezels, maar dan lichter en goedkoper. De treksterkte van het materiaal zou zelfs het dubbele zijn van die van staal, terwijl het vijf keer lichter en de helft goedkoper is.

Ten slotte wordt het hout voorzien van een coating op basis van minerale olie om waterschade te voorkomen, waardoor de gebruiksvoorwerpen die uit het materiaal worden gemaakt, zoals bestek, als duurzame, wasbare en herbruikbare alternatieven voor wegwerpgerei kunnen worden gebruikt. De nagels uit dit materiaal zijn even performant als hun metalen evenknie, en bovendien roestvrij. Het materiaal, dat bovendien vuurvast is en bestand tegen ongedierte, zoals termieten, biedt ook potentieel voor hardhouten vloeren of voor andere toepassingen waarin zeer hard hout vereist is. Zachtere houtsoorten van snelgroeiende boomsoorten, zoals den of balsa, zouden zo een milieuvriendelijker alternatief kunnen bieden voor het hout van trager groeiende boomsoorten, zoals teak, voor gebruik in meubels of gebouwen.

Het tegelijk sterke en harde materiaal zou dus een hernieuwbaar en goedkoop (zowel product als productie) hoogwaardig alternatief kunnen bieden voor klassieke harde materialen, zoals metaal of kunststof, voor uiteenlopende toepassingen.

	Staal	‘Hard hout’ (MettleWood)
Kost	• kan kostelijk zijn en prijsvotiel • duur in transport en set-up	• lagere kost, stabielere • makkelijk transporteer in gebruik
Gezondheid en veiligheid	• zwaar en omvangrijk • zeer geleidend • storingsgevoelig na defecten	• lichtgewicht, maar ster • niet-geleidend • robuust en veerkrachti
Efficiëntie	• moeilijk te ontginnen/extraheren • hoge belasting van eigen gewicht • niet-isolerend	• makkelijk verkrijgbaar • hoge sterkte/dichtheid • eerder isolerend
Duurzaamheid	• veroorzaakt 7-8 procent van globale uitstoot van broeikasgassen • zeer energie-intensieve recyclage	• kan CO2 in de atmosf reduceren • natuurlijk en biologisch afbreekbaar

Vergelijking van staal met het geharde hout
(Bron: InventWood)

Papierachtige batterijen

Een zeer klein onderdeel van hout zijn de cellulose-nanovezels, draadachtige buisjes die een belangrijk bestanddeel vormen van papier en de deur kunnen openen naar vastestofbatterijen (solid-state). Dergelijke batterijen maken gebruik van vaste in plaats van vloeibare elektrolytoplossingen, wat resulteert in een hogere energiedichtheid en grotere veiligheid.

De onderzoekers drenkten de vezels in een koper-alkalineoplossing, waarna ze lithiumionen in het materiaal inbrachten door het in een elektrolytbad te dompelen. Het resultaat is een efficiënte ionengeleider die makkelijk kan opgeschaald of teruggeschroefd worden volgens de energieopslagbehoefte. Dit zonder gevaar voor brand of explosies, zoals het geval is met klassieke lithium-ionbatterijen. Batterijen die gebruik maken van het materiaal zijn goedkoop, makkelijk te assembleren en milieuvriendelijk.

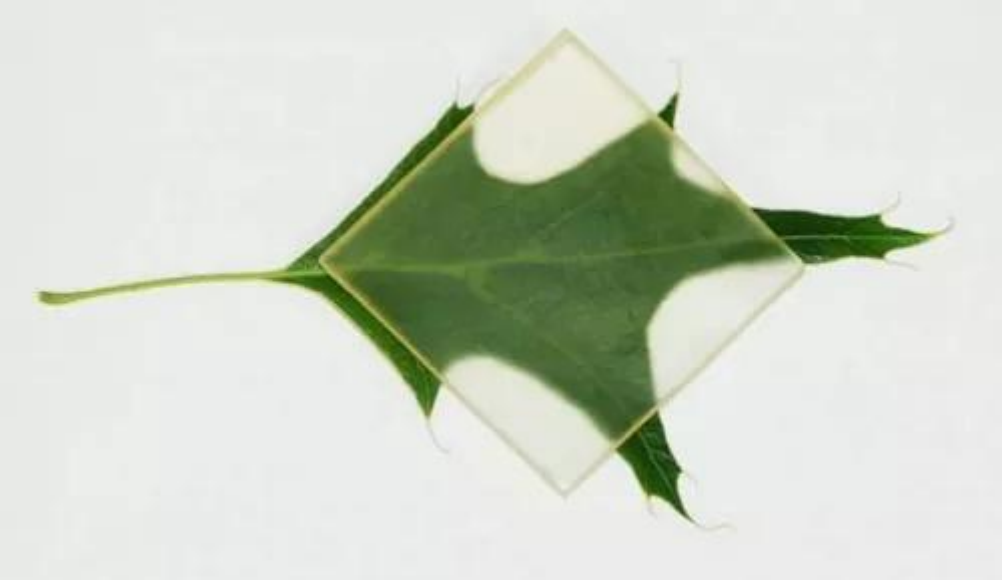
Onconventionele nieuwe mogelijkheden

Andere ontwikkelingen waarmee de onderzoekers bezig zijn:

Bijna **transparant hout** werd bereikt door de lignine in het hout te vervangen door transparante epoxy. Het resulterende bouwmateriaal behoudt zijn nerfstructuur, laat licht door zoals matglas en vertoont verbeterde isolatie-eigenschappen.

Door Amerikaans lindehout een speciale behandeling te geven, kan het worden ingezet voor de **ontzouting** van zeewater tot drinkwater: het drijft hierbij in een verdamper op zonne-energie en absorbeert zout water via zijn vaatstructuur.

Een **koelend hout** dat puur wit is in het visuele lichtspectrum kan ervoor zorgen dat de zonnewarmte niet opgeslorpt wordt via de daken van gebouwen, maar even goed is het puur zwart in het onzichtbare infraroodspectrum, om zo de warmte terug de ruimte in te stralen.



UMD-spinoff InventWood.

Epoxy maakt het hout transparant
(Bron: University of Maryland)

Bronnen

- https://today.umd.edu
- https://issuu.com
- https://www.cell.com
- https://www.nature.com
- https://www.euronews.com
- https://www.science.org
- https://www.youtube.com

Auteurs



Patrick Cosemans