

Hout lassen door wrijving

Wist je dat het mogelijk is om twee stukken hout aan elkaar te hechten zonder metalen verbindingselement, zonder lijm en zonder schroeven? Gewoon door de onderlinge wrijving tussen de twee stukken? Deze techniek is niet alleen snel, maar ook bijzonder efficiënt, aangezien de resultaten veel beter zijn dan bij gelijmde verbindingen. Het procédé, dat verscheidene meubelmakers nu al toepassen, zou een omwenteling kunnen teweegbrengen op het vlak van houtverbindingen.

TEKST: A. PIZZI (DR.CHEM, PHD, DSc), PROF. INDUSTRIAL CHEMISTRY ENSTIB-LERMAB, UNIVERSITÉ HENRI POINCARÉ-NANCY 1, EPINAL (FRANKRIJK)

Hout lassen steunt op het smelten en samenvloeien van de bestanddelen van de wanden van de houtvezels, voornamelijk lignine maar ook hemicellulose. Bij de wrijving tussen de twee stukken hout gaan deze amorfe polymeren (ver)smelten. Dat gebeurt onder hoge temperaturen (meer dan 180°C) die in enkele seconden op het wrijvingsvlak bereikt worden. Vervolgens verstrengelen de vezels zich doordat ze plaatselijk sterk samengedrukt worden. Na verharding onder druk versmelten de wanden, waardoor de stukken aaneen gehecht worden. De zo verkregen las bestaat uit een polymeerverbinding op basis van gesmolten lignine. De hoge temperaturen die door de wrijving bereikt worden, leiden tot de vorming van furfural. Die afgeleide van koolstofhydraten draagt bij tot de chemische verbinding met de lignine, meer bepaald na het smelten, in de fase van de verharding van de las die tot stand komt onder druk.

Op Europese schaal zouden dankzij de toepassing van een dergelijk verbindingssysteem duizenden ton lijm kunnen worden bespaard, voornamelijk in de meubelindustrie en in de binnenhuisinrichting. Deze sectoren zouden dus competitiever en minder afhankelijk van de scheikundige industrie worden en zouden zeer milieuvriendelijke producten kunnen aanbieden. Onlangs werd bovendien een volstrekt natuurlijk procédé ontwikkeld voor het lassen van hout, geschikt voor structurele verbindingen in buitenomstandigheden.

Het onderling verbinden van houten elementen is een laatste fase in de realisatie van afgewerkte producten in de bouw- en meubelsector. Deze verbindingen worden vooral verwezenlijkt door toepassing van (metalen of houten) elementen die eventueel verlijmd worden of enkel door toepassing van lijmen. In beide gevallen leidt dit tot een soms

aanzienlijke meerkost. Als het gaat om vloeibare lijmen moet men ook beschikken over installaties om de polymerisatietijd te verminderen.

Hout lassen zonder additieven

Lineaire wrijving

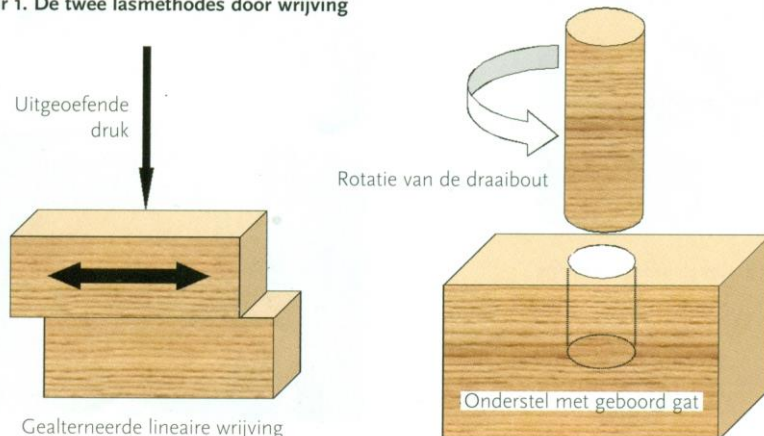
Proefstukken in beukenhout worden in een wrijvingsmachine geplaatst. Die machine voert simultaan twee bewegingen uit: (i) een transversale beweging bij een frequentie van 100 Hz of 150 Hz (volgens de verschillende reeds uitgewerkte technieken) en (ii) een druk die orthogonaal staat op het lasvlak (figuur 1). De optimale parameters zijn een lineaire wrijving met een amplitude van 2-3 mm gedurende 1,5 tot 4 seconden, met een drukkracht van ongeveer 2 MPa, waarbij vervolgens na het stopzetten van de wrijving nog gedurende 5 seconden een drukkracht van 2,7 MPa wordt aangehouden. Op dezelfde basis kan dit lasproces ook worden uitgevoerd met grotere proefstukken: 600 mm lengte voor een transversale sectie van 80*20 mm². De maximale lengte die ooit met deze techniek werd gelast, bedraagt slechts 120 tot 150 cm. Er bestaan geen installaties om langere stukken te lassen. Dat is één van de grootste problemen van lineaire wrijving. Een tweede is de zeer hoge kostprijs van de installaties.

Cirkelvormige wrijving

Deze verbindingen verkrijgt men hetzij (i) door cilindervormige draaibouten in te brengen in openingen waarvan de diameter kleiner is dan de diameter van de bout, hetzij (ii) door draaibouten in te brengen waarvan het uiteinde vooraf conisch gemaakt is. Je gebruikt daarvoor een boormachine met een toerental van 1200-1600 toeren per minuut. Als het hout smelt, wordt de draaibeweging stopgezet en wordt de constructie aan een axiale druk onderworpen tot de las verhard is. Aan de hand van dit systeem kan men structuren met grote afmetingen realiseren, zoals 350 cm lange gelaste lamellen, dragende I-balken, houten wanden en een vals plafond. Ook voor meubels die moeilijk op een andere manier te maken zijn is het een geschikte oplossing. Bovendien is de kostprijs van de installatie beperkt, aangezien je enkel boormachines nodig hebt, hetzij vaste hetzij draagbare. En dat materieel is in eender welk schrijnwerkatelier aanwezig.

Volgende afbeelding illustreert het principe van elk van de lasmethodes door wrijving.

Figuur 1. De twee lasmethodes door wrijving



Eigenschappen van lassen door lineaire wrijving

De mechanische proeven uitgevoerd op gelaste houtstalen vertoonden een gemiddelde trekweerstand van 10 tot 15 MPa. Die resultaten voldoen aan de eisen van de Europese norm EN 205-D1 (1992). Bij een lasdruk van meer dan 2 MPa zijn de mechanische eigenschappen van de las minder goed. Deze druk brengt namelijk een beschadiging teweeg en overmatige uitdrijving van de houtvezels. Tijdens de wrijving bereikt de temperatuur in de las meer dan 170°C. Die temperatuur is veel hoger dan de glasachtige overgang van lignine en hemicellulose, de temperatuur waarbij de toestand en de gedraging van deze bestanddelen veranderen. Het (ver)smelten van de belangrijkste polymeren waaruit het hout samengesteld is, gebeurt wel degelijk tijdens het wrijvingsproces.

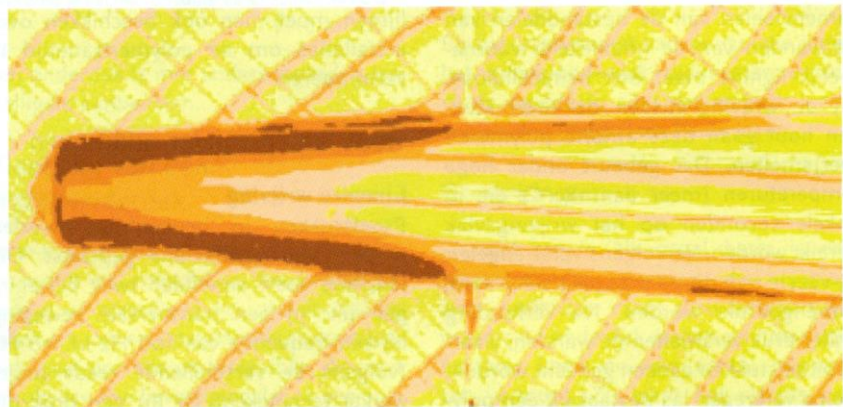
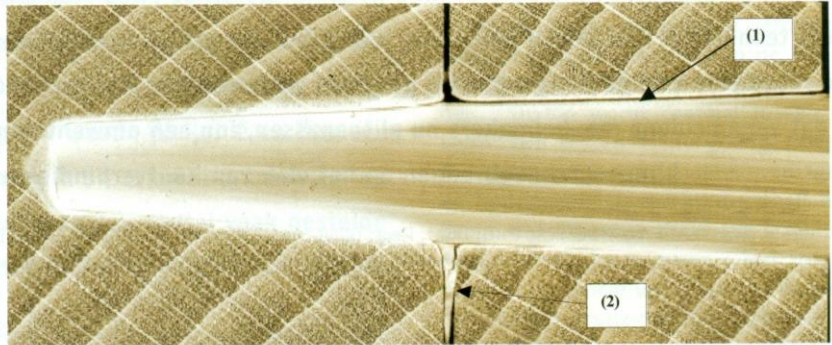
Eigenschappen van lassen door cirkelvormige wrijving

Figuur 2 geeft weer hoe de beukenhouten draaibouten worden aangebracht in een massief onderstel waarin je vooraf gaten boort. Op de afbeelding zie je aan de basis van elke bout een donkerkleurige omzoming. Die wijst op de versmelting die plaatsvond als gevolg van de cirkelvormige wrijving.



Figuur 2. Cirkelvormige wrijving

De volgende foto's tonen door middel van röntgenstralen twee beukenhouten stukken die met elkaar verbonden zijn door middel van een gelaste draabout. De mechanische weerstand van de zo verkregen verbindingen bedraagt na het wrijvingsproces ongeveer 3800 N/mm² en kan oplopen tot max. 4300 N/mm². Ter vergelijking: de weerstand bij een lijmverbinding bedraagt 24 uur na de verlijming ongeveer 3300 tot 3400 N/mm².



kg/m³ 550-700 700-850 850-1000 1000-1150 1150-1300 1300-1450

Diverse toepassingen

Het principe van het lasproces door rotatie werd getest in verschillende toepassingen. Onderstaande fotoreeks geeft een idee van het brede gamma houtproducten die met deze techniek worden verwerkt en die beantwoorden aan de eisen van de verschillende Europese normen voor de uiteenlopende toepassingen.

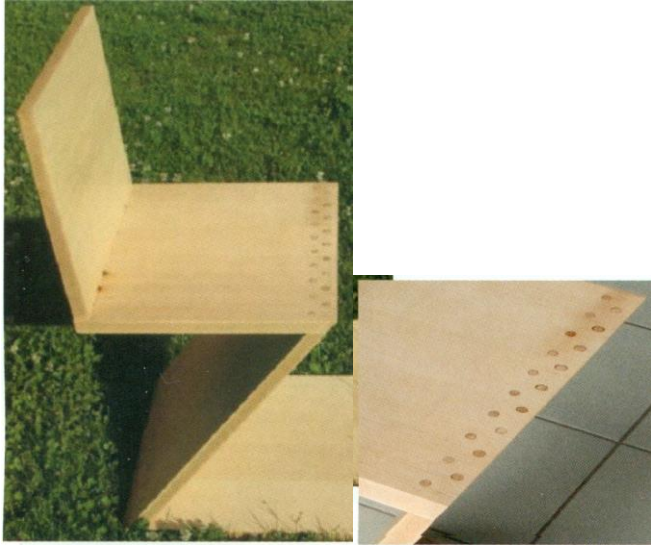
Vals plafond

Een vals plafond van 4 X 4 m bij 22 cm, met een gewicht van 690 kg werd vervaardigd zonder lijm, schroef of nagel, maar uitsluitend met het lasproces door rotatie. Het minst goede resultaat lag 50% hoger dan de minimumwaarde vereist door de Europese norm.



De minimalistische Z-vormige stoel van Rietveld

Rietveld, een Nederlandse architect uit het begin van de 20ste eeuw, heeft deze stoel in de jaren 30 ontworpen. Men is er tot nu nooit in geslaagd hem zonder hoekbeugels in elkaar te zetten, niet in hout en evenmin in metaal. Dankzij het rotatieve lasproces, met twee reeksen draaibouten gelast op twee verschillende hoeken, kon de stoel eindelijk worden gemaakt zoals de ontwerper het graag had gewild. Onderstaande afbeelding toont de minimalistische stoel van Rietveld. Later werden verschillende varianten op dit model ontwikkeld.



Massiefhouten platen

Eén van de moeilijkste realisaties bij het begin van de toepassing van de techniek voor het lassen van hout was het maken van gelaste houten platen. Dankzij een recente samenwerking tussen het ENSTIB (Université Henri Poincaré – Nancy - Frankrijk) en de Université Laval (Québec – Canada) kan men nu massiefhouten platen fabriceren die conform de normen zijn. Onderstaande afbeelding illustreert dit proces.



Gelast gelamelleerd

Gelaste lamellen, van verschillende lengten (tussen 2 en 3,5 m) werden vervaardigd volgens de technieken met houten draaibouten en doorstonden met succes de proeven. Onderstaande figuur toont een

experimenteel gelast gelamelleerd element van 2 meter lang, bestaande uit 4 lagen. Dit experiment met gelaste draaibouten werd uitgevoerd in Ierland.



Besluit

Het lassen van massief hout door mechanische wrijving is een procedé dat vroeger niet bestond. In de meubel- en binnenhuissectoren gebruikt men gewoonlijk lijmen uit de petrochemie. Dankzij dit nieuwe procedé kan men nu overwegen om deze lijmen niet meer te gebruiken en uitsluitend te werken met hout. Dat biedt dan weer de mogelijkheid om een aanzienlijke kwalitatieve sprong te maken en zeer milieuvriendelijke producten te ontwikkelen volgens een meer productieve methode. Deze belangrijke sprong is te danken aan de volgende elementen:

Tot nu toe liet geen enkele innovatie het toe om het gebruik van lijmen in de houtindustrie zozeer te beperken. Nu kan men komaf maken met potentieel schadelijke producten.

In vergelijking met andere verbindingsprocedés waarin rekening moet worden gehouden met de polymerisatietijd van de lijmen, gebeurt de verbinding van houten elementen door lassen uitermate snel. De hogere productiviteit die eruit voortvloeit, is een voordeel dat de grondstof hout ten goede kan komen.

Het is de eerste keer dat men een snelle verbindingsmethode ontwerpt met gelaste houten draaibouten waarvan de weerstand 20 maal hoger is dan die van traditionele deuvels en die ook geen lijm nodig heeft. Iedereen kan de techniek toepassen.

Kleine ondernemingen en schrijnwerkers maken al gebruik van deze techniek voor meubels en schrijnwerk of voor realisaties zonder lijm, schroeven of nagels. De verbindingen tussen de verschillende elementen komen uitsluitend op natuurlijke en ecologische wijze tot stand, louter met hout. Ter staving hiervan verwijzen wij naar de website van een meubelmaakster die de techniek dagelijks toepast:

<http://www.fanny-eco-ebenisterie.fr>