



Gehecht aan lijmen

"Dat is nu ook toevallig", zegt Cor Jager als hij een Chemisch Magazine openslaat en zijn oog direct laat vallen op het artikel 'Optische schakelaars zien het licht'. De optische schakelaar is een schoolvoorbeeld van de verworvenheden van de lijmtechnologie. Met geen andere verbindingstechniek is het mogelijk de onderdelen zo nauwkeurig en precies in elkaar te passen." Aan het woord is C.W. Jager, lijmadviseur bij Akzo Nobel Central Research en werkzaam op de hoofdvestiging te Arnhem.

Iwan Koenderman

Het is op zich niet zo moeilijk om bijvoorbeeld kunststof aan metaal te lijmen, maar als bij een temperatuurbelasting (bijvoorbeeld hoger dan 80 °C) de verbinding breekt, hoor je de mensen klagen over een waardeloze lijmverbinding. In het algemeen wordt in de praktijk veel te licht gedacht over een lijmprobleem," zo weet Jager na jarenlange ervaring als lijmadviseur. Jager vervolgt: "Projectleiders en constructeurs denken pas op de laatste plaats aan verlijmen als zij een oplossing zoeken voor een verbindingprobleem. Pas als lassen en andere verbindingstechnieken zijn afgefallen, komt verlijmen aan de orde. Op dat moment dringt de tijd voor het project en is het budget zo goed als op. Als ze dan bij mij komen, willen ze een snel en goedkoop advies. Daar pas ik voor. Ik adviseer niet zonder een grondige analyse van het verbindingprobleem."

Jager begon 38 jaar geleden als tekenaar-constructeur, werd daarna hoofdconstructeur en is nu al twintig jaar bezig met lijmtechniek. Hij adviseert iedereen, die de lijmtechniek wil toepassen. Daarnaast verzorgt hij in samenwerking met innovatiecentra en het ministerie van Economische Zaken cursussen voor medewerkers uit het midden en kleinbedrijf. Hiervoor heeft hij een syllabus geschreven. Ook is hij bestuurslid van de sectie Hechting van de Bond voor Materialenkennis.

Van vragenlijst tot 'Lijmsleutel'. Jager heeft een uitgebreide vragenlijst ontworpen, waar-

in hij onder andere vraagt naar de chemische belasting, de lineaire uitzetting, de warmtegeleidingscoëfficiënt en handelsnamen van de te verlijmen materialen. Bovendien wil hij onder andere de lijmconstructie, het type belasting, de chemische omstandigheden en de temperatuur waaraan het te verlijmen voorwerp bloot komt te staan weten. Zodra dit alles bekend is geeft hij zwart op wit zijn lijmadvies.

De voorbehandeling vindt hij zeer essentieel. Als iets over het hoofd wordt gezien, komen er geheid moeilijkheden. Jager heeft zijn kennis opgebouwd in de praktijk en heeft geleerd van fouten. Zijn kennis probeert hij binnen Akzo Nobel over te dragen. Hiervoor heeft hij de 'Lijmsleutel' samengesteld, een lijmbijbel gebaseerd op theorie, kennis en jarenlange praktijkervaring.

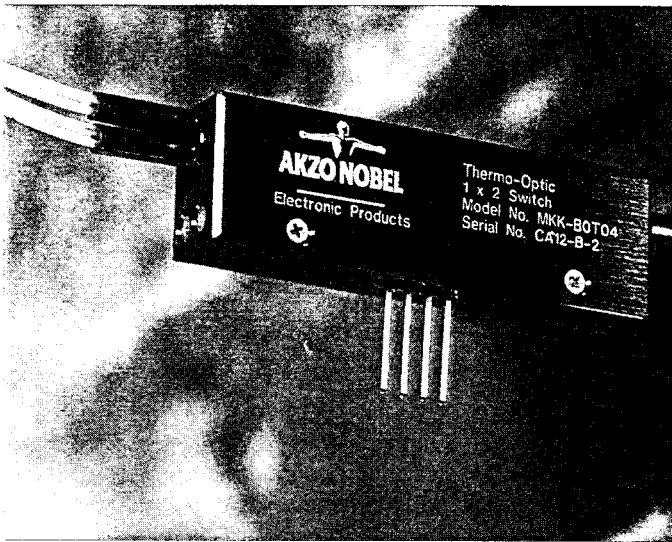
Jager: "Ik ben heel eenvoudig begonnen met alles wat met lijm te maken heeft in mapjes te bewaren. Zo is het gekomen dat mensen met lijmproblemen al snel bij mij terecht komen. Zo'n vijftien jaar geleden is de 'Lijmsleutel' ontstaan. Dit is een handboek



De lijmtechnologie maakt razendsnelle ontwikkelingen door. Het wordt een geduchte concurrent van andere verbindingstechnieken zoals bijvoorbeeld lassen. Fundamentele fysisch-chemische kennis over werkingsprincipes groeit snel en biedt een basis voor het ontwikkelen van nieuwe, geavanceerde lijmsorten. Hoe beter het lijmproces wordt begrepen, hoe preciezer de samenstelling en verwerkingstechnologie kan worden afgestemd op de specifieke toepassing.

Het thema van deze maand gaat over lijmen en hechten. Wij bezochten Akzo Nobel, waar lijmadviseur Cor Jager alles weet over lijmen en lijmtoeepassingen. In het openingsartikel 'Gehecht aan lijmen' pleit hij voor een grondige analyse van het verbindingprobleem voordat er überhaupt wordt gelijmd of gehecht. Vervolgens komt fysisch-chemicus professor Gert Frens van de TUD aan het woord. Hij is een 'lijmspecialist' die met zijn onderzoek participeert in het Hechtingsinstituut TUD: "Goed lijmen betekent knokken tegen de entropie," zo weet hij en legt uit hoe dat komt. In het derde themaverhaal 'Biopolymeren maken comeback', toont Stephan Hulleman van Ato-dlo zich een warm voorstander van lijmen op basis van biopolymeren: "ze zijn goedkoop, hernieuwbaar, herpulpbaar, biologisch afbreekbaar en lossen goed op in water."

Marian van Opstal



Optische schakelaar

Bij de vervaardiging van optische schakelaars wordt dankbaar gebruik gemaakt van lijmtechnologie.

waarin we zowel de theorie van het lijmen als de voor- en nadelen van lijmsystemen behandelen. Akzo Nobel test de producten van leveranciers en oordeelt of ze voldoen aan de gestelde eisen. De testen met lijmen die we uiteindelijk binnen het bedrijf gebruiken, staan vermeld in de 'Lijmsleutel'. Zo kan iedereen met een lijmprobleem dit boek naslaan en een weloverwogen keuze maken uit het grote aanbod van lijmsystemen."

Recent is de derde uitgave van deze 'Lijmsleutel' naar de drukker gegaan. Het handboek wordt alleen gebruikt binnen het be-

drijf en door lijmfabrikanten. Alleen bij hoge uitzondering kunnen andere bedrijven, die een lijmprobleem hebben, dit boek met speciale toestemming kopen.

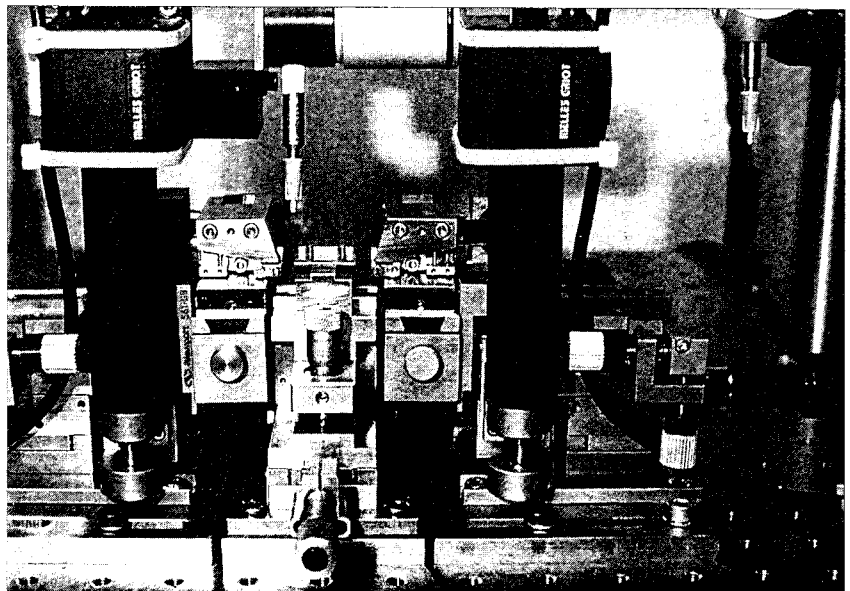
Een ieder die met lijmen te maken krijgt dient de basisprincipes te kennen (zie ook het kader 'Hechten door adhesie').

Een proces in fasen. Tijdens het lijmproces is een aantal fasen te onderscheiden. De lijmmoleculen zijn in het begin relatief korte monomeren (prepolymeren), waardoor de lijm in een vloeistoffase verkeert. Deze fase is nodig om de lijm tot in de fijnste details de vorm van het oppervlak te laten aannemen. Dit proces wordt *bevochtigen* genoemd. De luchtmoleculen boven het te lijmen oppervlak worden verdreven door de moleculen van de lijm. Doordat de prepolymeren met elkaar gaan reageren ontstaan er polymeren, die niet meer in de vloeibare maar in de vaste fase verkeren. Dit proces heet *uitharden*. Doordat de polymere ketens zich ook via crosslinks met elkaar verbinden, ontstaat uiteindelijk een mechanisch sterk driedimensionaal netwerk dat niet meer door de oplosmiddelen kan worden aangetast.

Doordat de moleculen in lucht boven het te lijmen oppervlak worden verdreven door de moleculen uit de lijmplossing vindt hechting van de lijm plaats. Een goede bevochtiging is zeer belangrijk voor het verkrijgen van een goede hechting. De drijvende kracht achter dit proces is het verschil in *oppervlaktenspanning (of oppervlakte energie)*. Verdringing van moleculen uit de lucht, die aan het te lijmen oppervlak zijn geadsor-

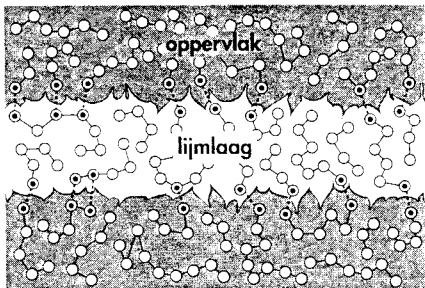
MEGATRONICA

Voor het verlijmen van optische schakelaars is een zeer geavanceerd, computergestuurd positioneersysteem ontwikkeld. Er wordt gebruik gemaakt van UV-lijm en een uiterst verfijnde uitrichtingsprocedure. De componenten moeten op de micron nauwkeurig worden gepositioneerd. Vervolgens wordt de lijm gedoseerd. Na UV-belichting vindt hechting plaats binnen een tijdbestek van enkele seconden. De verlijmmachine is ontwikkeld door het Centrum voor Constructie en Megatronica (CCM) in nauwe samenwerking, voor wat betreft de lijmtechnologie, met Akzo Nobel. Het ontwikkelingsproces nam geruime tijd in beslag. De machine is sinds kort operationeel.

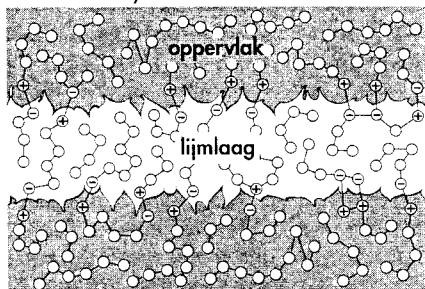


HECHTEN DOOR ADHESIE

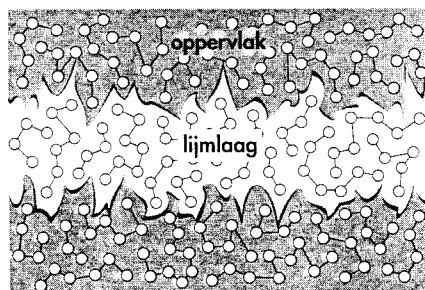
chemische adhesie



fysische adhesie



mechanische adhesie



Hechting berust op chemische, fysische of mechanische verankering. Ook combinaties hiervan zijn mogelijk. Bij *chemische* adhesie reageert de lijmlaag met het te verlijmen oppervlak. Het is een chemische verankering, waarbij chemische bindingen ontstaan tussen de moleculen/atomen uit de lijmlaag en het te verlijmen materiaal. Er treedt een zekere mate van vermenging op tussen de lijm en het te lijmen materiaal. *Fysische* adhesie berust op moleculaire of atomaire interacties tussen lijmlaag en te verlijmen oppervlak. Door adsorptie hecht de lijm. De interacties werken alleen als de afstand tussen de moleculen van lijm en materiaal voldoende klein is. Van *mechanische* adhesie is sprake wanneer het te lijmen oppervlak ruw of poreus is en de vloeibare lijm in de poriën van het oppervlak kan dringen. Na de uitharding van de lijm vindt in dat geval een verankering plaats. De meeste lijmen werken op basis van fysische of chemische adhesie.

beerd, kan alleen plaatsvinden als de oppervlaktespanning van de lijm kleiner is dan die van het te lijmen oppervlak. In het geval van een onvolledige bevochtiging, raken de moleculen uit de lucht op een aantal plaatsen ingesloten tussen het oppervlak en de lijm. Dat deel van het oppervlak kan dan ook niet mee doen aan het adhesieproces.

Een maat voor de drijvende kracht achter bevochtiging is de contacthoek. Dit is de hoek waaronder een lijmdruppel het oppervlak raakt. Hoe kleiner deze hoek is, des te groter de kans wordt op een goede bevochtiging (zie 'de contacthoek').

Ook de *viscositeit* (stropigheid) van de lijm speelt een rol in het bevochtigen. Wanneer deze te hoog is, zal de drijvende kracht niet in staat zijn de lijm binnen de beschikbare uithardingstijd (*setting-time*) in contact te brengen met het oppervlak. De zogeheten (*wet*)tack is dan te laag. Bevochtiging kan worden verbeterd door de viscositeit te verlagen door bijvoorbeeld de temperatuur te verhogen of een oplosmiddel toe te voegen.

Zwakste schakel versterken. De sterkte van de lijm hangt zowel af van de *cohesie*, die het gevolg is van moleculaire en atomaire krachten in de lijm zelf, als van de *adhesiekrachten* tussen de lijm en het te lijmen oppervlak. De cohesiekrachten mogen echter pas hoog zijn als de adhesie plaats heeft gevonden. Met andere woorden de lijm moet eerst vloeibaar zijn om goed te kunnen *bevochtigen* en mag daarna pas hard worden tijdens het *verhard*en. Bij dit laatste proces is het van belang dat er zo weinig mogelijk spanningen in de lijm ontstaan, omdat deze de lijmsterkte nadelig beïnvloeden. Spanningen kunnen ontstaan door:

- chemische contractie: krimp onder invloed van chemische verharding;
- verdamping van vluchtige bestanddelen uit de lijm;
- het verschil in thermische uitzettingscoëfficiënt van lijm en materialen.

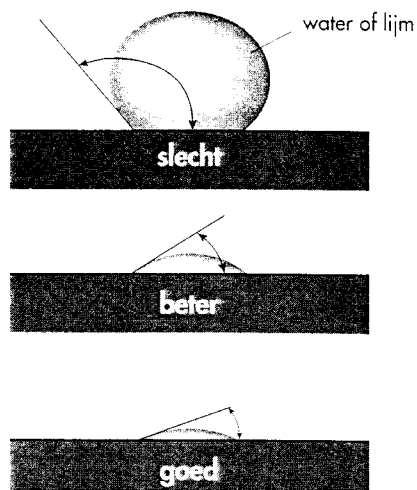
Bij de lijmverbinding moet de zwakste schakel bij voorkeur in de lijmlaag en niet in de overgang tussen lijm en materiaal liggen. Bij een sterkteberekening van een lijmverbinding wordt er dan ook van uitgegaan dat de cohesiesterkte de zwakste schakel is.

Makkelijker, sneller, beter. Jager wordt veelvuldig geconfronteerd met een gebrek aan kennis op het gebied van lijmtechnologie: "Er wordt in het onderwijs en op de universiteit praktisch geen aandacht besteed aan lijmen. De jonge HTS'er of academicus zal een lijmverbinding dan ook niet snel toepassen. En dat terwijl deze verbindingstechniek zo vaak economisch voordeel op kan leveren."

Ofschoon lijmen en lijmtechnologie in het

Lijmen & Hechten

DE CONTACTHOEK

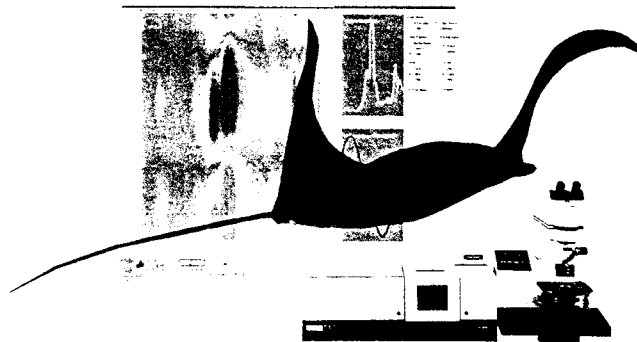


Een maat voor de drijvende kracht achter de bevochtiging is de contacthoek. Hoe kleiner deze hoek, hoe groter de kans op een goede bevochtiging, dus op een sterke hechting.

onderwijs wellicht wat weinig aandacht krijgen, brengen fabrikanten steeds meer nieuwe lijmsystemen op de markt. Ze voldoen aan steeds hogere eisen. Er komen lijmen die makkelijker te doseren zijn, lijmen die sneller de maximale hechtkracht bereiken en dus sneller hechten. Ook doseerapparatuur wordt steeds geavanceerder. Door bijvoorbeeld gebruik te maken van computergestuurde systemen komen minder fouten voor bij het aanbrengen van de lijmen. Jager constateert ook dat het toepassen van de lijmtechnologie steeds populairder wordt. In auto's dragen lijmen bij aan hogere frame-stijfheid, waardoor de carrosserie steviger wordt. Ook in de bouw worden lijmvindingen steeds vaker toegepast.

Toch is lijmen niet de enig zaligmakende oplossing voor alle verbindingproblemen relativeert Jager: "Het is gewoon een verbindingstechniek. Als in een bepaald geval lassen beter is, geef ik geen lijmadvies. Als je echter wil verlijmen, moet je wel over de kennis beschikken om het juiste systeem te kiezen."

Advanced Infrared Micro Imaging



New!

FTS Stingray 6000

- FT-IR Micro-Imaging with Focal Plane Array Detector
- Large area image analysis (400 x 400 microns)
- Excellent spatial resolution, better than 8 microns
- High contrast infrared images
- Total analysis in minutes

**More than 30 years
experience in FT-IR**

BIO-RAD

Bio-Rad Laboratories

Austria ☎ +43-1-877-8901
 Belgium ☎ +32-9-385-5511
 ☎ 0800-97032 (free phone)
 France ☎ +33-1-43-90-4690
 Germany ☎ +49-2151-5159-0
 Italy ☎ +39-2-216091
 Netherlands ☎ +31-318-540666
 Spain ☎ +34-1-661-7085
 Sweden ☎ +46-8-627-5000
 Switzerland ☎ +41-1-809-5555
 UK ☎ +44-1442-232552

<http://www.bio-rad.com>