



VERFTECHNOLOGIE

EPOXY'S

Mathieu Peters

Fontys PTH Eindhoven

Studentennummer: 2073444

2014 - 2015

Inhoudsopgave

1. Algemeen.....	2
2. Toepassingen van epoxy.....	3
3. Epoxy is een thermohardende kunststof.....	5
4. Epoxyverven	6
5. Algemene eigenschappen van epoxyverven.....	7
6. Bestanddelen van epoxyverven.....	8
7. Chemische structuur - de epoxiden	12
8. Chemische structuur - het oplosmiddel.....	13
7. Chemische structuur – de verharder.....	14
8. Chemische structuur – de chemische reactie	15
7. Chemische structuur – het macromolecuul.....	17
8. De eigenschappen in relatie tot de chemische structuur.....	18
7. Bronnen.....	22

1 Algemeen

In Zwitserse laboratoria werd in 1938 voor het eerst epoxy ontwikkeld. Het was echter pas kort na de tweede wereldoorlog dat epoxy op grotere schaal werden geproduceerd en in verschillende producten werden toegepast.

Epoxies zijn polymeren, die beginnen als vloeistof en overgaan in vaste vorm door een chemische reactie.

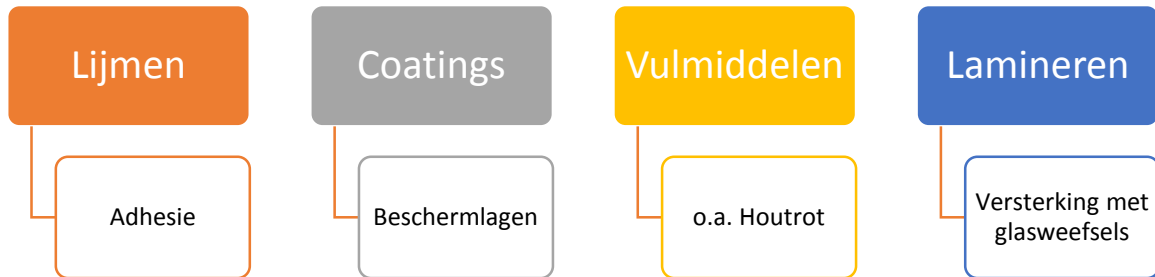
Een epoxy product is altijd een twee componenten product, dus heb je bij dit product zowel een basis product en een verharder. Deze producten moeten in de goede verhouding met elkaar vermengd worden om de juiste producteigenschappen te krijgen.

Op dit moment zijn er ongeveer 25 verschillende soorten epoxy matrixharsen in de handel. Ze verschillen onderling in de moleculaire structuur en de aard van het hardingsmiddel.

Epoxies moeten niet worden verward met een andere alledaagse groep polymeren, de polyesters. Al lijken ze op elkaar, het uithardingprincipe en de eigenschappen zijn totaal verschillend. De polyesterharsen hebben de kenmerkende (en schadelijke) geur van styreen, terwijl epoxy's praktisch geurloos zijn. Dit styreen is zowel het oplosmiddel als de reagerende stof in de polyester. De polyesterhars reageert met zichzelf na toevoeging van de katalysator om een hard plastic polymeer te vormen. De hoeveelheid katalysator is niet kritisch en wordt al naar gelang de snelheid waarmee de reactie moet plaatsvinden toegevoegd. Met polyester zijn lange verwerkingstijden en mechanische eigenschappen die de epoxy's kenmerken onhaalbaar. De uitharding van alle epoxy's is een zogenaamd exotherm proces, waar hitte bij vrijkomt als natuurlijk gevolg van de chemische reactie. Door inzicht in de reactiefasen van een epoxy kan deze succesvol en efficiënt worden toegepast zonder overbodig afval (overschot) en premature uitharding.

2 Toepassingen Epoxy

De toepassing van epoxy kan ruwweg worden verdeeld in 4 hoofdgroepen:



Omdat de chemische samenstelling van epoxy zo gevarieerd is kan de epoxy aangepast worden naar behoefte zodat deze toepasbaar is voor een breed spectrum specifieke taken. Hieronder enkele voorbeelden:

Maritieme toepassingen:

Zeil- en motorjachten, carbon masten, spinakerbomen, lichtgewicht beslag, lichtgewicht opbouw en vloerpanelen voor ferries, duikklokken, reddingsboten, patrouillevaartuigen, chemische tanks, radardomes...

Sport toepassingen

Roeiskiffs, kajaks, formule auto's, fietsframes, tennisrackets, golfclubs, hengels, sportvliegtuigen (ultra lights), zweefvliegtuigen, wegmotoren, surfplanken, gliders, kiteboards...

Civiele Constructies

Vloer bekleding, muur bekleding, kunstwerken, constructieve delen van gebouwen, vrijhangende daken, (loop)bruggen, koepels van gebouwen, sluisdeuren, verstevigingen aan betonnen peilers en stalen draagbalken, pijpleidingen...

Vliegtuigindustrie & Transport

Verlijmingen in constructies, lichtgewichtpanelen, radartorens, transportcontainers, personenvervoer bussen, treinen, autocarrosserieën, helikopter rotorbladen, ultra lights, gliders, gyrocopters...

Energie

Windmolen rotorbladen, windtunnel turbinebladen, verlijmingen in bevestigingen, behuizingen, pijpleidingen chemicaliën, .blast panels. booreilanden...

Epoxyvloeren

Epoxyvloeren zijn populair geworden voor industriële toepassingen door de slijtvastheid en vloeistofdichtheid. Tegenwoordig worden epoxyvloeren voor vele toepassingen gebruikt zoals bij kantoren en woningen voor een modern of industrieel uiterlijk. Epoxyvloeren zijn te krijgen in alle kleuren. Een nadeel zijn de gezondheidsrisico's voor de verwerkers en gebruikers van het gebouw. Tijdens het aanbrengen en uitharden moet voldoende geventileerd worden en Arbo regels nageleefd worden. De ruimten waarin de lucht van de epoxyvloer zich verspreidt, kunnen op dat moment niet gebruikt worden.

Coating

Een epoxy coating is een tweecomponenten product. Deze coatings worden vooral toegepast op metaal en beton. Epoxy coatings hebben een zeer hoge mechanische en chemische bestandheid en hechten uitstekend. Veel metaalprimers worden van epoxy gemaakt, vanwege de zeer goede hechting op metalen ondergronden. Ook is de watervastheid van deze coatings buitengewoon goed. Dit maakt talloze toepassingen zowel onder als boven water mogelijk zoals de bescherming van stalen bruggen, betonnen basins en opslag tanks. Door de goede mechanische bestandheid zijn tweecomponenten epoxy coatings uitstekend geschikt voor de toepassing op betonnen vloeren. Vandaar dat vloercoatings meestal van epoxy zijn gemaakt. Epoxy coatings kunnen afhankelijk van de toepassing oplosmiddelhoudend, oplosmiddelarm, oplosmiddelvrij en watergedragen zijn.

3 Epoxy is een thermohardende kunststof

Wanneer de 2 componenten worden samengebracht en grondig gemengd zullen zij chemisch reageren en onomkeerbaar een verbinding aangaan (crosslinken). Na de volledige reactie ontstaat een stijf plasticpolymeer materiaal.

Dit polymeer wordt thermohardend plastic genoemd, omdat deze na uitharding onomkeerbaar stijf blijft en relatief door hitte niet verandert.

Wat zijn Thermoplasten?

De thermoplasten zijn smeltbare polymeren. Ze kunnen in een vorm gegoten worden. Deze polymeren bestaan meestal uit onvertakte of lichtvertakte ketens bestaande uit een of meer soorten monomeren. PVC en polystyreen zijn voorbeelden van thermoplasten. Thermoplasten worden vaak in de juiste vorm gebracht door ze te smelten en in een mal te spuiten. De molecuulketens kunnen langs elkaar schuiven. Thermoplasten kunnen door hun eigenschappen (smeltbaar) goed gerecycleerd worden. Een groot voordeel van thermoplasten is de reversibiliteit van het opwarmen.

Wat zijn Thermoharders?

In de thermoharders zijn de ketens onderling verbonden. Er wordt dan een crosslinker toegevoegd. De polymeren hebben hierdoor de vorm van een netwerkpolymeer en zullen vaak ontleden voordat ze smelten. Dit maakt het productieproces voor thermoharders ingewikkelder dan voor thermoplasten. Thermoharders zullen bijvoorbeeld als 2 componenten in een mal gebracht moeten worden, waar ze reageren tot het uiteindelijke polymeer. Door de onderlinge verbinding van de ketens vormt het polymeer bijna één groot molecuul. Thermoharders kunnen slechts moeilijk gerecycleerd worden, omdat ze niet opnieuw gesmolten kunnen worden.

Voorbeelden van thermohardende materialen zijn:

- Alkydharsen
- Fenolformaldehyde (PF)
- Diallyltalaat (DAP)
- Melamineformaldehyde (MF)
- Polyesterharsen
- Ureumformaldehyde (UF)

4 Epoxyverven

Zoals gezegd zijn er veel toepassingen van epoxy's. In de werkstuk ga ik vanaf nu verder in op de epoxyverven.

Toepassing van twee componentenverven	
Oplosmiddelrijke epoxy's	Metaal, corrosiewerend; buiten
Oplosmiddelvrije epoxy's	Metaal, steenachtige vloeren en muren; binnen en buiten
Watergedragen epoxy's	Metaal, steenachtige vloeren en muren; binnen en buiten

Als gevolg van de Vervangingsplicht zijn watergedragen verven voor binnentoepassingen verplicht. Nog niet veel schildersbedrijven gebruiken watergedragen verven voor buitenwerk. Oplosmiddelvrije epoxy's worden wel buiten gebruikt.

Epoxy systemen combineren twee essentiële componenten; een hars en een harder. Het hars component is het epoxy gedeelte.

De harder is het gedeelte dat daar chemisch mee reageert (gebruikelijk een amine). Hars is meestal lichtgekleurd, bijna helder en praktisch reukloos. Harders zijn vaak donker van kleuren hebben een kenmerkende lichte ammoniakachtige geur.

Het hars en harder worden normaal gesproken geleverd als twee vloeistoffen in separate verpakkingen. Om de reactie op gang te brengen moeten deze componenten niet alleen in de exacte verhouding worden gecombineerd (mengverhouding) maar moeten ook de moleculen met elkaar in contact worden gebracht door zorgvuldig mengen. Dit zorgt dat de reactie wordt gestart en de uitharding zich kan voltrekken. Een beetje extra van één van de componenten zal de chemische reactie (cross-linking) verstoren en de gebruiker zal ervaren dat het eindproduct zachter blijft dan bedoeld.

Risico's:

Het gebruik van Epoxy is niet zonder gezondheidsrisico. Zeker één op de vijf verwerkers ontwikkelt een allergie als de epoxy nog niet volledig is uitgehard. Bekende allergische reacties zijn eczeem, roodheid en zwellingen. Daarnaast zijn de verharders bijtend en kunnen brandwonden veroorzaken. De dampen die vrijkomen tijdens de verwerking kunnen schadelijk zijn voor de luchtwegen en ogen. Hierdoor kunnen een luchtwegallergie, ademhalingsproblemen of astma ontstaan. De oplosmiddelen kunnen blijvende schade toebrengen aan het zenuwstelsel, lever, nieren en hersenen.

5 Algemene eigenschappen van epoxyverven

Pluspunten Epoxy's	
Zeer goede hechting op veel ondergronden	
Goede roestwering	
Slijtvast	
Bestand tegen chemicaliën	
Vloeistofdicht	

Minpunten Epoxy's	
Gevoelig voor U.V. stralen ("krijten")	
Twee componentenproduct	Beperkte "potlife" na mening
	Kans op overblijven restanten
	Mengverhouding luistert nauw
	Risico's voor de schilder (allergie)

6 Bestanddelen van Epoxy verven

Net als andere verfsorten bestaan tweecomponenten epoxy uit de volgende bestanddelen:

Bindmiddel
Pigmenten
Oplosmiddelen
Verdunningsmiddel
Vulstoffen;
Hulpstoffen (additieven)

Bindmiddel

Het bindmiddel vormt na het drogen de eigenlijke verffilm. Het 'bindt' de overige bestanddelen, zoals pigmenten en vulstoffen, aan elkaar. Daarnaast bepaalt het bindmiddel ook de eigenschappen van de verf.

Epoxy bindmiddelen zijn kunststoffen. Ze zijn (zeer) dik vloeibaar. Daarom worden ze opgelost in een organisch oplosmiddel, verdund met niet-vluchtige verdunners of verdund met water. Tijdens het drogen verdampst eerst het oplosmiddel en/of het water. Het bindmiddel vormt dan een gesloten laag ('film'). Vervolgens vormt het bindmiddel als het ware 'bruggen' met de verharder. Daardoor hardt de verf uit tot een zeer dicht netwerk.

Pigmenten

Het pigment is een poedervormige stof. Pigmenten geven dekkingskracht en kleur aan de verf. Het witte pigment titaandioxide is veruit het meest toegepaste pigment. Het is goedkoop, dekt erg goed, is helder wit, is erg duurzaam en is bovendien onschadelijk. Gekleurde verven kunnen daarnaast allerlei andere pigmenten bevatten. Vooral ijzerpigmenten worden veel gebruikt.

Oplosmiddelen

Het oplosmiddel is een vloeistof die een andere stof kan oplossen of een mengsel kan verdunnen.

Omdat er zowel oplosmiddelrijke, oplosmiddelvrije en Watergedragen epoxy's bestaan, worden verschillende soorten oplosmiddelen gebruikt:

Oplosmiddelen		
Product	Oplosmiddelgehalte	Type Oplosmiddel
Epoxy's oplosmiddelrijk	40 – 50 %	Xyleen, ethylbenzeen, alcoholen
Epoxy's oplosmiddelvrij	5 – 20 %	Benzylalcohol
Epoxy's watergedragen	0 – 5 %	Alcoholen, glycolen, glycolethers

Oplosmiddel	Omschrijving
Aromaten	Snel verdampende oplosmiddelen met een sterke geur. Meest gebruikt is xyleen. Naar verhouding schadelijke oplosmiddelen.
Alcoholen	Afhankelijk van de precieze soort, snel of langzaam verdampende oplosmiddelen, die zuurstof bevatten. Bijvoorbeeld butanol, benzylalcohol.
Glycolen/ glycolethers	Langzaam verdampende oplosmiddelen, die veel in watergedragen verven worden toegepast, maar ook wel in oplosmiddelhoudende. Onder andere texanol, propyleenglycol.
N-methylpyrrolidon (NMP)	Specifiek oplosmiddel dat voorkomt in watergedragen polyurethaanverven (onder andere parketlakken). Verdampst zeer langzaam.

Het oplosmiddel heeft de volgende functies:

- oplossen van het bindmiddel;
- verdunnen van de verf, zodat deze verwerkbaar wordt;
- zorgen voor een snelle droging;
- zorgen voor de onderlinge menging van de verfbestanddelen;
- verbeteren van de indringing in de ondergrond.

Bij watergedragen verven zorgt het oplosmiddel vaak voor de benodigde vertraging van de droging. Hiervoor gebruikt men dan ook langzaam verdampende oplosmiddelen.

Het ene type tweecomponentenverf bevat meer oplosmiddel dan het andere (zie onderstaande tabel). De zogeheten 'oplosmiddelvrije' epoxy's bevatten nog steeds een zeer langzaam verdampend oplosmiddel (benzylalcohol).

Reactieve verdunners

Reactieve verdunners komen voor in oplosmiddelvrije en watergedragen epoxy's. Het zijn bestanddelen die lijken op epoxyhars. Ze zijn echter meer vloeibaar en kunnen ook verdampen. Ze verdunnen de epoxyhars, zodat deze makkelijker te verwerken is. Tijdens het uitharden vormen ze een onderdeel van de verflaag. Slechts een zeer klein deel verdampst dan ook daadwerkelijk.

Vulstoffen

De vulstoffen zijn net als de pigmenten poedervormige stoffen. Ze zijn meestal veel goedkoper dan pigmenten. In sommige verven is een deel van het pigment dan ook vervangen door vulstoffen. Ze hebben daarin de volgende functies:

kostenverlaging van de verf;
geven van dekkingskracht;
geven van 'kleur' (alleen wit);
leveren van 'vulling', dat wil zeggen oneffenheden in de ondergrond opvullen.

Krijt (calciumcarbonaat), kleiachtige stoffen (silicaten) en kwarts zijn veelgebruikte vulstoffen.

Hulpstoffen

Hulpstoffen duidt men ook vaak aan met de term additieven, ofwel: 'toegevoegde stoffen'. Hiermee onderscheidt men ze van de 'hoofdbestanddelen' van de verf: het bindmiddel, het pigment, de vulstof en het oplosmiddel. Hulpstoffen worden in kleine hoeveelheden aan verven toegevoegd om bepaalde technische eigenschappen van de verf te verbeteren. Ze kunnen de functionele eisen van een verf verbeteren. In tweecomponentenverven zitten bijvoorbeeld vaak zogenaamde 'bevochtigers' die de vloeijing verbeteren.

Verharders

De verharders in tweecomponentenverven zijn meestal schadelijk. Ze vormen sterke bindingen met de bindmiddelen, maar kunnen dit ook met bijvoorbeeld de huid. Bij epoxy's gaat het om amine verbindingen. Hiervan bestaan weer verschillende typen.

- De zuivere amines, deze zijn het schadelijkst.
- Amineverharders, deze zijn minder schadelijk. Amineverharders worden al deels gekoppeld zijn aan de epoxyhars.

Het koppelen van de amineverharder aan de epoxyhars wordt gedaan om de volgende redenen:

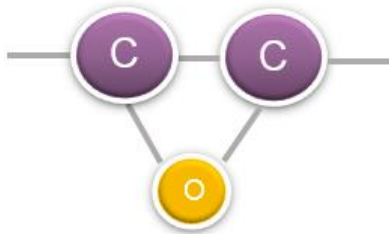
- Reactie te verbeteren
- Amine 'uitzweeten' te voorkomen
- Mengbaarheid met epoxy te verbeteren
- Verminderen van de vluchtigheid

Bestanddelen in verhouding per product:

Bestanddeel	Gehalte (%) + voorbeelden		
	Watergedragen epoxy	Oplosmiddelvrije epoxy	Oplosmiddelgedragen epoxy
Bindmiddel (epoxyhars)	50%	50 - 60%	40 - 50%
Pigment/vulstof	20%	20%	20%
Oplosmiddel	water en 5 - 10% glycolen	5 - 20% benzylalcohol	30 - 40% xyleen en alcoholen
Reactieve verdunner	10 - 25%	10 - 25%	-
Hulpstoffen	0 - 5% (bevochtiger)	0 - 5% (bevochtiger)	0 - 5% (bevochtiger)
Verharder	50 - 75% amine-epoxy adduct	50 - 75% polyamine	50 - 75% polyamine en/of adduct
Oplosmiddel	water en 5 - 10% glycolen	25 - 50% benzylalcohol	50% xyleen en butanol

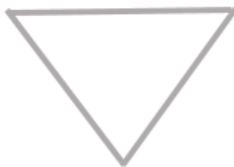
7 Chemische structuur – de epoxiden

Epoxyharsen ontleen hun naam aan de epoxide functionele groep (ether) aan het eind van een koolwaterstofketen of binnen een koolwaterstofketen.

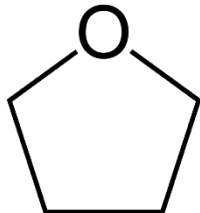


Een ether monomeer in een ringvorm.

Een ether is een organische verbinding van een zuurstofatoom die een directe binding heeft met twee koolstofatomen in een ringvormige structuur. Zo'n ether noemen we een **epoxide**.



De ring is bij benadering een gelijkzijdige driehoek: de bindingshoeken bedragen ongeveer 60°. De gespannen ring zorgt ervoor dat epoxiden reactiever zijn dan andere ethers.



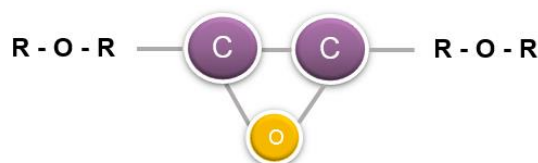
Een ether in een ringvorm noemen we in de scheikunde een cyclisch ether. Schematisch word dit op deze manier weergegeven.

Epoxyharsen zijn in feite polyethers. De polymeren bestaan uit herhaalde epoxide – eenheden die koolstofwaterketens aan elkaar koppelen. (Polymeren zijn aan elkaar gekoppelde monomeren)

In de scheikunde word dit als volgt aangegeven:

R-O-R

De letter **R** wordt in de scheikunde gebruikt als symbool voor een koolwaterstofketen.



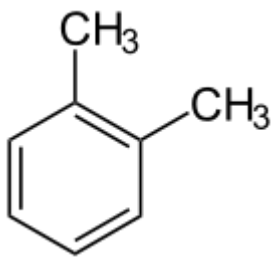
8 Chemische structuur – het oplosmiddel

In oplosmiddelgedragen epoxy's wordt vaak xyleen of alcoholen toegepast.

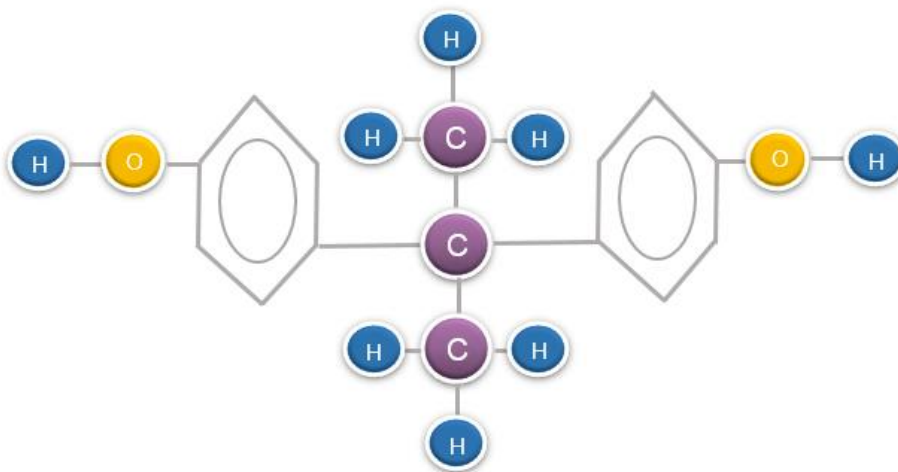
Xyleen wordt voornamelijk toegepast als oplosmiddel van organische stoffen harsen en vetten.

Xyleen is een aromatische koolwaterstofverbinding. De chemische structuur is die van een benzeenring, waarvan twee waterstofatomen door een methylgroep zijn vervangen.

Een **methylgroep** bestaat uit één koolstofatoom en drie waterstofatomen en heeft dus de formule CH_3 . De methylgroep heeft aan het koolstofatoom nog een bindingsmogelijkheid over, waarmee de groep aan een ander atoom gekoppeld kan worden, vaak een koolstofatoom, dat deel uitmaakt van een organisch molecuul.

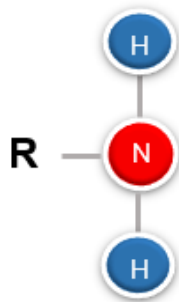


Een voorbeeld van een alcohol die wordt toegepast in een epoxy is het veelgebruikte Bisphenol.



9 Chemische structuur – de verharder

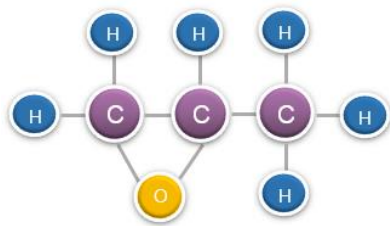
In tegenstelling tot bijvoorbeeld polyester dat droogt door d.m.v. zuurstof, droogt epoxy door een chemische reactie met amine's. Amine's bevatten stikstof (N) dat een reactie aangaat met de epoxiden.



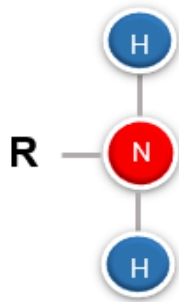
N = Stikstof

10 Chemische structuur – de chemische reactie

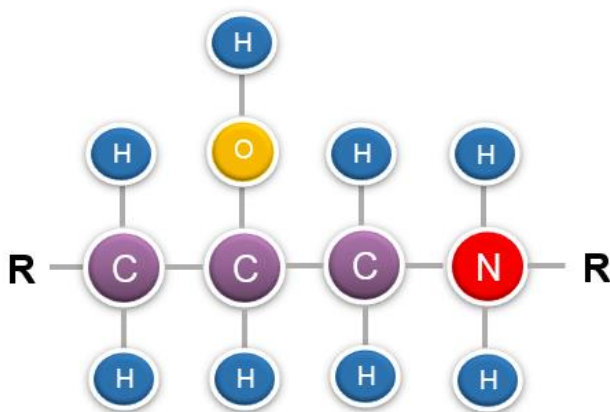
10.1 Bij het samenvoegen van de twee componenten gaat de verharder reageren met de epoxide zoals hieronder weergegeven.



Epoxide in een koolwaterstofketen



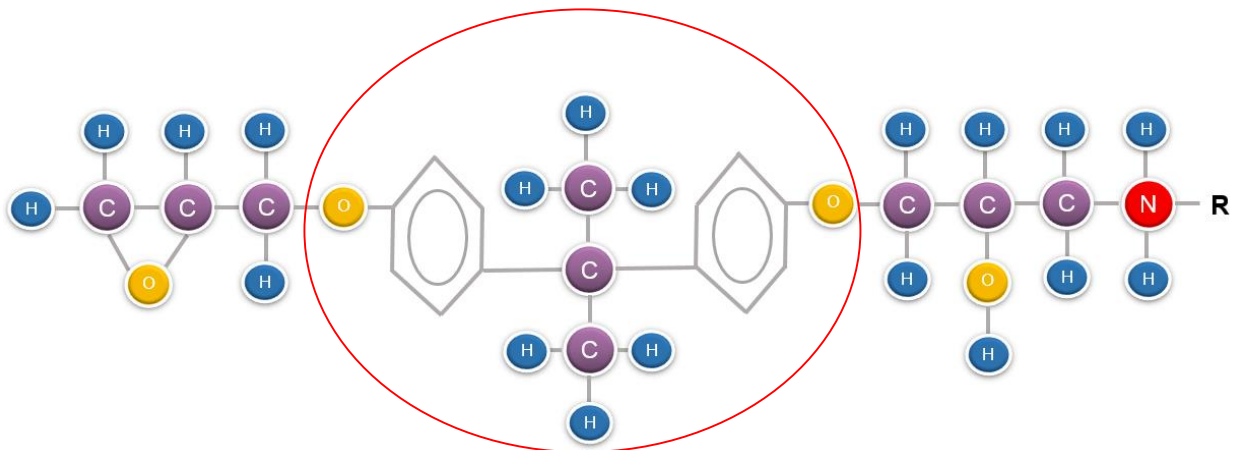
Toevoegen van amine's als verharder (N=stikstof)



Er ontstaat een nieuwe verbinding; aminoalcohol.

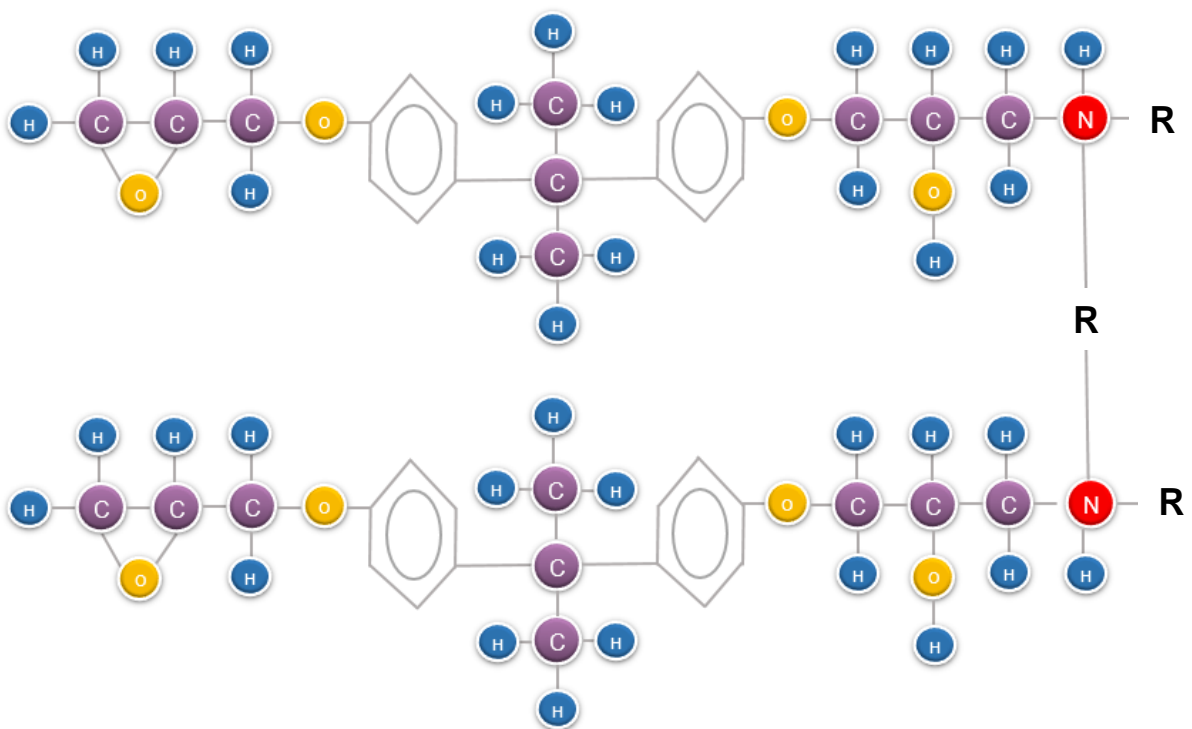
De reactie met de amine's gaat steeds verder tot alle epoxiden omgevormd zijn naar aminoalcoholen.

10.2 De plaats van het oplosmiddel Bisphenol (aromatisch alcohol) in de structuur:



Het aromatisch alcohol, herkenbaar aan de benzeenringen vormen een soort schakels tussen de ketens.

10.3 De cross-links tussen de koolwaterstofketens

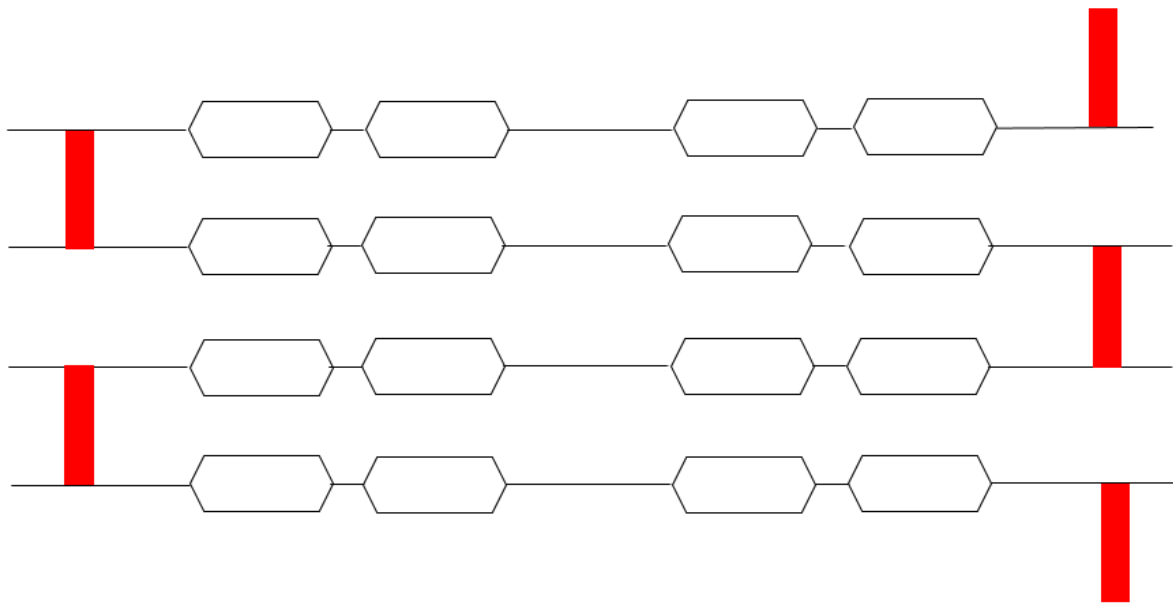


Hierboven is de structuur te zien waarbij het stikstof verbindingen tussen de koolwaterstofketens creëert (cross- links).

11 Chemische structuur – Het macromolecuul

Het netwerk dat ontstaat na droging is vrij compact, dicht en toch flexibel. Dat betekent een goede combinatie van hardheid, elasticiteit en chemicaliënbestandheid.

De ketenlengte van epoxymoleculen voordat er cross- links ontstaan is betrekkelijk kort. Zo'n tien moleculen lang. Door toevoeging van de verharder (amine) worden er tijdens de droging Cross – links gevormd waardoor een drie dimensionaal netwerk ontstaat.



Verbindingen d.m.v. amine's (N)

10 De eigenschappen in relatie tot de chemische structuur

12.1 Tijdens het uitharden komt hitte vrij

De uitharding van alle epoxy's is een zogenaamd exotherm proces, waar hitte bij vrijkomt als natuurlijk gevolg van de chemische reactie. Door inzicht in de reactiefasen van een epoxy kan deze succesvol en efficiënt worden toegepast zonder overbodig afval (overschot) en voortijdige uitharding.

12.2 Zeer geringe krimp

Epoxy's krimpen nauwelijks tijdens droging. Slechts 0.01 % Dit is een unieke eigenschap van een epoxy! Dit komt doordat alle inhoudsstoffen mee reageren.

Vanwege deze geringe krimp zijn epoxyharsen ideaal voor verbindingen met andere oppervlakken en versterkingsmateriaal. Als een materiaal bij droging de neiging heeft om sterk te krimpen, word als gevolg van de krimp de binding met andere oppervlakken onderworpen aan een sterke schuifspanning.

12.3 Epoxy's zijn beruchte veroorzakers van huidallergieën

Epoxyharsen en hun verharders en verdunners zijn beruchte veroorzakers van huidallergieën (overgevoeligheid). Ze irriteren de huid sterk en kunnen allergisch eczeem veroorzaken. Epoxyharsen en de verharders en verdunners werken zo sterk in op de huid, dat enkele spatjes op de huid al een allergie kunnen veroorzaken. Wanneer iemand eenmaal allergisch is voor een epoxyhars kan hij niet meer met de producten werken. Ieder volgend contact zal een steeds sterkere reactie van de huid opleveren.

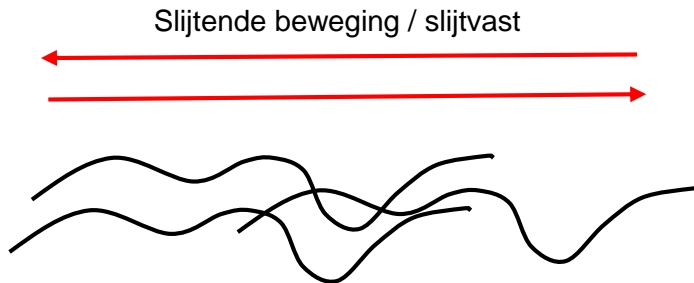
Uit de bouw is bekend dat maar liefst 1 op de 5 epoxyverwerkers een huidallergie ontwikkelt

Blootstelling aan epoxy's kan er toe leiden dat de stof in het lichaam wordt opgenomen, dit kan:

- door inademing;
- door de huid heen;
- door inslikken

12.4 Slijtvastheid / elasticiteit

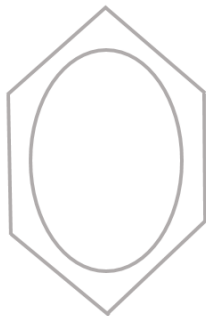
Door de horizontale structuur van het macromolecuul kan de epoxy schuifspanning aan. De ketens zijn in staat om te verschuiven, ze hebben een daarom een bepaalde elasticiteit en daarom kunnen ze de slijtende bewegingen opvangen.



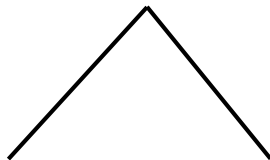
12.5 Krasvastheid

De aanwezigheid van aromatische koolwaterstoffen in de vorm van alcoholen (oplosmiddel) geeft de epoxy een krasvast karakter.

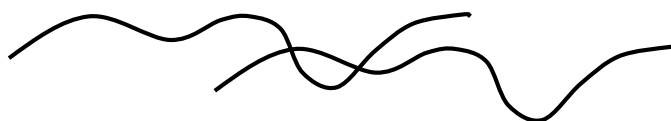
De vorm / structuur van aromatische koolwaterstoffen is geschikt om de belasting door stoten en krassen op te vangen.



Vorm die geschikt om de belasting door stoten en krassen op te vangen



Vorm die ongeschikt om de belasting door stoten en krassen op te vangen (alifatische vorm).



Door de goede mechanische bestandheid zijn tweecomponenten epoxy coatings uitstekend geschikt voor de toepassing op betonnen vloeren. Vandaar dat vloercoatings meestal van epoxy zijn gemaakt.

12.6 Doorharding is een functie van de temperatuur

Bij een hoge temperatuur zal er een versnelling van de reactie optreden dus een snellere droging en doorharding. Bij een lage temperatuur gebeurt het omgekeerde. Beneden 10 graden Celcius is de reactiesnelheid zo laag dat onvoldoende doorharding wordt verkregen.

12.7 De mengverhouding is kritisch

De verharder is een essentieel onderdeel van het op te bouwen macromolecuul. Teveel of te weinig verharder leidt tot onregelmatigheden.

12.8 Beperkte potlife

Hoge temperatuur betekent een korte potlife, een lage temperatuur betekent een langere potlife.

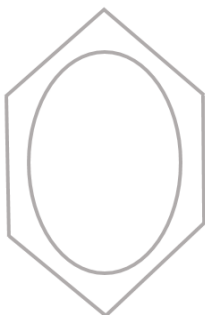
12.9 Bestand tegen chemicaliën / vloeistofdicht

Het dichte netwerk dat ontstaat na droging is vrij compact, dicht en toch flexibel. Dat betekent dat de epoxy vloeistofdicht is en bestand is tegen de inwerking van chemicaliën.

Dit maakt talloze toepassingen zowel onder als boven water mogelijk zoals de bescherming van stalen bruggen, betonnen basins en opslag tanks.

12.10 Gevoelig voor U.V.

Alle harsen vergelen na een bepaalde periode. Onder de belasting van U.V. stralen vindt uiteindelijk altijd afbraakplaats. Harsen die een aromaten in hun structuur hebben vergelen veel sneller! Aromaten zijn veel gevoeliger voor U.V. De chemische bindingen worden onder invloed van U.V afgebroken.



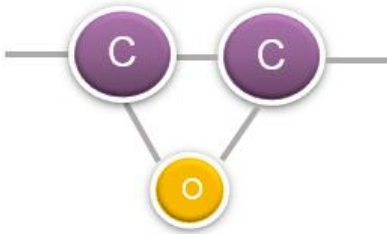
Soms probeert men UV stabilisatoren en / of absorptiemiddelen te gebruiken om de vergeling te vertragen, maar deze producten hebben een beperkte levensduur. Als de stabilisatoren en / of absorptiemiddelen niet meer werkzaam zijn begint het vergelingsproces alsnog.

Epoxy's zullen altijd gaan vergelen, tenzij een fabrikant in staat is om een 100 % alifatisch epoxy te maken, maar dat is nog niet gebeurd.

12.11 Hechting

De superieure hechting van epoxy wordt door twee belangrijke redenen .

De eerste is op moleculair niveau, de aanwezigheid van ethergroepen verbetert de hechting.



De tweede reden is de zeer geringe krimp. De epoxyhars en de ondergrond zijn niet onderhevig aan spanningen door krimp. Het resultaat is een betere adhesie tussen de hars en de ondergrond.

Epoxy hecht niet op een aantal plastics zoals polyetheen en plexiglas, teflon of siliconen. Dat is de reden waarom bij houtreparaties met epoxy's vaak gebruik wordt gemaakt van plexiglas mallen

13 Bronnen

Dit werkstuk is gemaakt m.b.v. informatie op het internet en twee vak gerelateerde boeken:

<http://www.javeco.be/index.php?pagina=2>

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Epoxy>

<http://www.sp-bac.nl/userfiles/file/MAGAZINE/BAC2magazine2013LR.pdf>

<http://books.google.nl/books?id=burjo-lvcVgC&pg=PA210&lpg=PA210&dq=chemische+structuur+epoxyhars&source=bl&ots=WEIX0aoH5Y&sig=2qpDwAgSgWrsRCcREFFhXM5F-5o&hl=nl&sa=X&ei=v7eGVIniOovuUt22hNgH&ved=0CE4Q6AEwCA#v=onepage&q=chemische%20structuur%20epoxyhars&f=false>

<http://books.google.nl/books?id=burjo-lvcVgC&pg=PA210&lpg=PA210&dq=chemische+structuur+epoxyhars&source=bl&ots=WEIX0aoH5Y&sig=2qpDwAgSgWrsRCcREFFhXM5F-5o&hl=nl&sa=X&ei=v7eGVIniOovuUt22hNgH&ved=0CE4Q6AEwCA#v=onepage&q=chemische%20structuur%20epoxyhars&f=false>

<http://www.scholieren.com/werkstuk/20263>

<http://www.epoxyschool.com/blog/?p=215>

https://www.google.nl/search?q=vertalen&oq=vertalen&aqs=chrome..69i57j0l5.1603j0j8&source=chrome&es_sm=93&ie=UTF-8#q=vertalen

www.arbouw.nl

Boek: moderne verven en lakken

Boek: handboek deel 1