

De veelzijdigheid van UV-curing technologie

UV-curing technologie neemt zienderogen een belangrijke plaats in bij industriële coating en printing processen. Dit vindt zijn oorzaak in het achterliggende fotochemisch proces, waarbij formuleringen op basis van acrylaat monomeren onmiddellijk worden omgezet van een vloeibare coating (of inkt) naar een vaste laag. Hierdoor kunnen productieprocessen geoptimaliseerd worden aan hoge doorvoersnelheden met een lage energieconsumptie en met ecologische voordelen (zonder vrijstelling van VOC's, Vluchtige Organische Componenten). (zie VOM artikel "Energiebesparing met UV-technologie", editie september 2010).

Door in te spelen op de aard van de chemische componenten (monomeren en foto-initiatoren) die in de coating-formuleringen gebruikt worden, kan bovendien een ganse waaier van diverse functionaliteiten in de uitgeharde lagen gerealiseerd worden. (zie VOM artikel "UV-curing biedt speelruimte aan coating industrie", editie januari 2011).

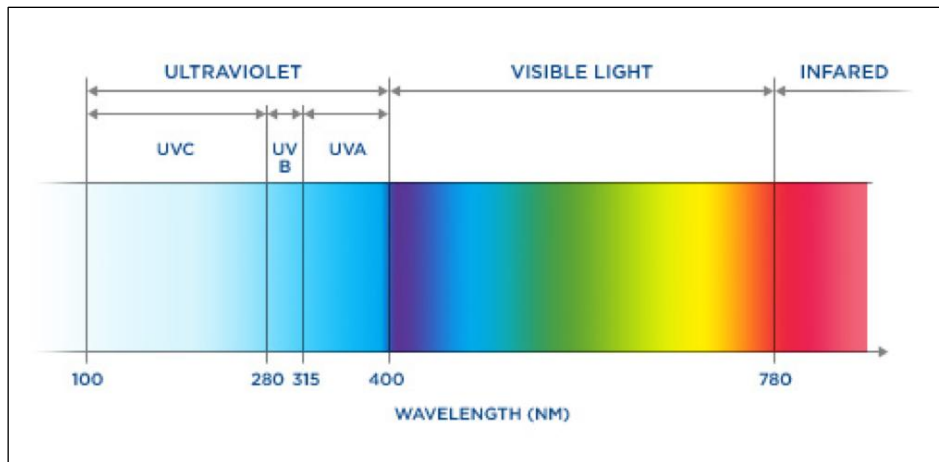
Op Eurofinish (27-29 september) zal op de stand ChemStream in samenwerking met Sadechaf de veelzijdigheid van de UV curing technologie geïllustreerd worden, door een in-lijn coating en digitaal drukproces te simuleren op verschillende onderlagen (plastics, metaal...). De moderne UV-LED technologie zal gebruikt worden als stralingsbron om de vernettingsreactie te initiëren. Er worden tevens A/V presentaties gepland over de UV-curing technologie en de UV-coating formuleringen in relatie tot de beoogde eigenschappen (adhesie, bevochtiging, flexibiliteit, krasgevoeligheid...).

De chemie van het UV-curing proces

De UV-curing polymerisatie volgt het algemeen schema van elke radicalaire polymerisatie reactie. De basissamenstelling bestaat uit een mengsel van acrylaat monomeren en foto-initiatoren. Onder invloed van UV-licht zal de foto-initiator ontbinden in reactieve verbindingen (radicalen) die vlot reageren met de onverzadigde (dubbele) bindingen van de acrylaat monomeren (initiatie). Het nieuwe gevormde radicaal zal verder blijven reageren zolang er monomeer aanwezig is (dit wordt de propagatie genoemd). Uiteindelijk zullen de radicale uiteinden getermineerd worden door tal van nevenreacties. Het unieke aan polymerisatie reacties is dat met relatief weinig energie (nodig voor de initiatie) zeer lange polymeerketens en netwerken kunnen opgebouwd worden. De laag viskeuze monomeer oplossing wordt nagenoeg ogenblikkelijk (< 1 seconde) omgezet in een vaste coating. Er is geen uitstoot van solventen of chemicaliën en de coating kan direct verder verwerkt worden. Dit proces kan meerdere malen online herhaald worden tot een meer-lagen-opbouw.

Interactie met UV straling

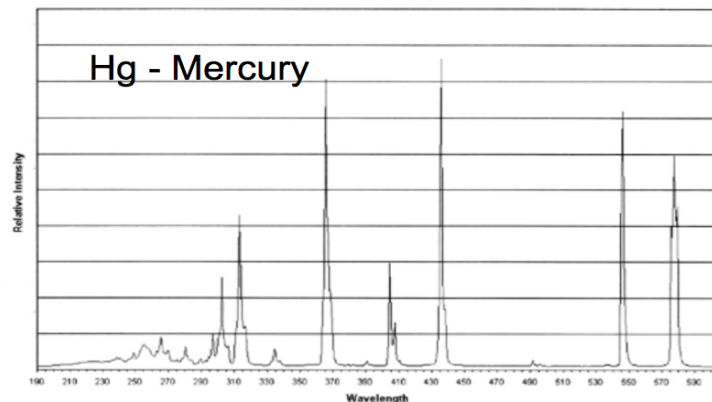
De hoge productiesnelheden hangen in eerste instantie af van de efficiëntie waarmee de UV-fotonen door het foto-initiatie systeem kunnen worden gecapteerd en waarbij de radicalen worden gevormd die de polymerisatie reactie initiëren. De UV straling situeert zich in het golflengte gebied van pakweg 200 tot 400 nm, en wordt verdeeld in een UVA, UVB en UVC gebied (Zie Figuur 1):

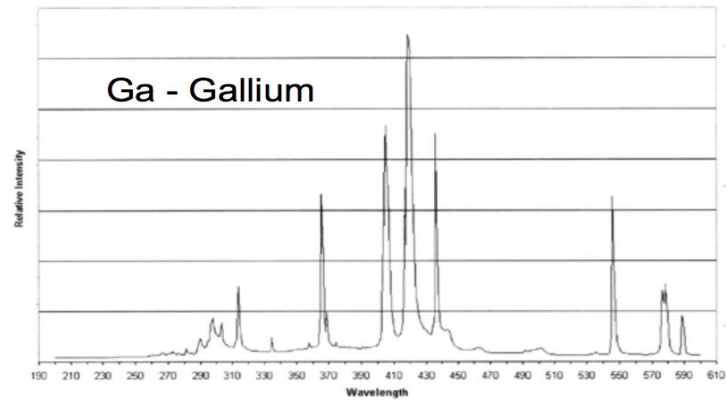


Figuur 1: Situering van het UV-Spectrum.

De klassieke manier om UV-stralen op te wekken voor het gebruik in industriële coating processen, is d.m.v. zogenaamde Hg(kwik)-damp lampen . Kwikdamp lampen hebben het voordeel van een hoge energie output, maar hebben het nadeel dat de energie output afneemt met de levensduur (energie opvolging noodzakelijk) en dat er enorme hoeveelheden warmtestraling vrijkomt op het substraat. Hierdoor worden kwikdamp lampen ongeschikt bij het gebruik van thermisch vervormbare folies (Polyprop bijvoorbeeld). Bovendien hebben ze een trage start up tijd waardoor ze continu ingeschakeld blijven tijdens het fabricage proces, zodat er een heleboel nuttige energie wordt verspild.

Het energiespectrum van kwikdamp lampen is afhankelijk van de metaal dopering die gebruikt wordt. Figuur 2 toont het spectrum van een Ga (gallium) gedopeerde kwikdamp lamp in vergelijking met de niet-gedopeerde.

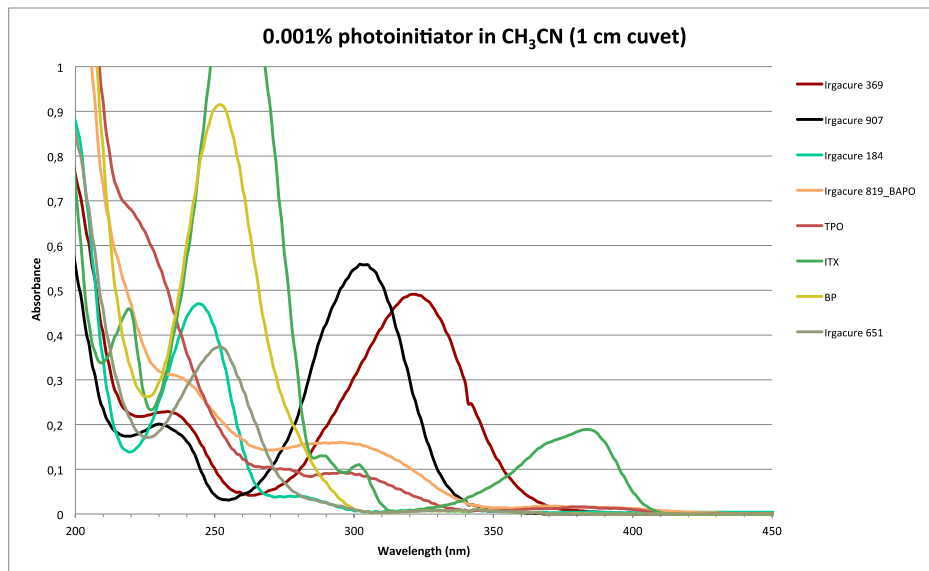




Figuur 2: Spectrum van Ga gedopeerde kwikdamp lampen in vergelijking met zuivere kwikdamp lamp.

Het feit dat een Ga gedopeerde kwikdamp lamp een hogere energie output geeft in het UVA gebied van het spectrum, maakt deze lamp beter geschikt voor diepte curing. Een verstandige keuze van de gebruikte lampen in het coating proces, geeft dan ook speelruimte voor het vernetten van de lagen (diepte curing versus oppervlakte curing).

Het spreekt voor zich dat de keuze van de gebruikte lampen hand in hand gaat met de optimalisatie van het foto-initiatie systeem. Fiuur 3 illustreert het absorptiespectrum van enkele courant gebruikte foto-initiatoren.



Figuur 3: Absorptiespectrum van courant gebruikte foto-initiatoren

Meestal worden combinaties van foto-initiatoren in de formuleringen gebruikt, waardoor een optimale curing (gevoeligheid, oppervlakte curing, diepte curing, pin curing e.d....) kan worden gerealiseerd in relatie tot de functionele vereisten van het fabricageproces.

Foto 1 illustreert het afstellen van het foto-initiatie systeem onder lab-omstandigheden van 4 proces inkten.

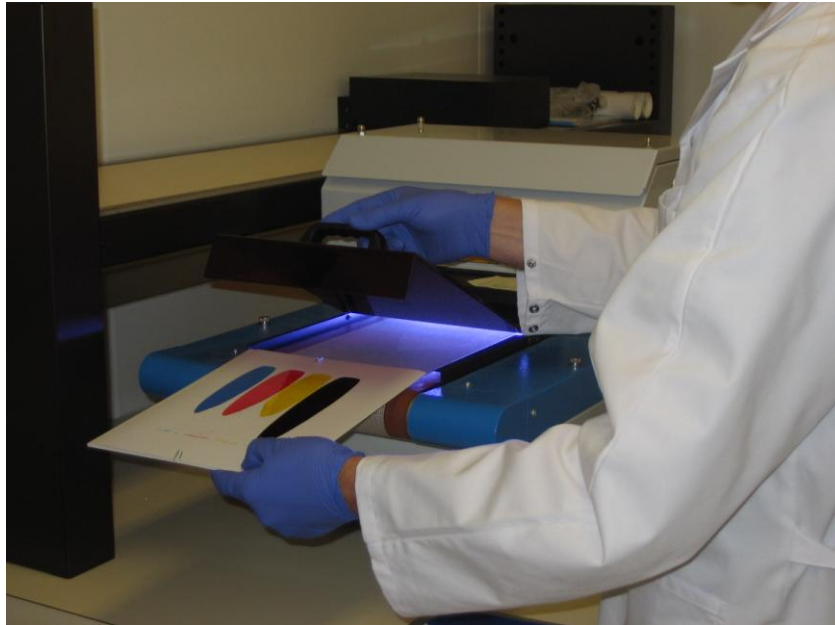


Foto 1: UV curing station uitgerust met Ga gedopeerde kwikdamp lampen (120 W/cm) voor het afstellen van gevoeligheid.

De curing snelheid wordt bovendien beïnvloed door een aantal andere parameters. Hoe hoger de viscositeit van de lagen hoe sneller de curing snelheid. Het gebruik van hoog moleculaire monomeren (poly-functioneel) zijn in dit opzicht alleen maar voordelig. Uiteraard worden de limieten dikwijls opgelegd door de manier van aanbrengen. Een extreem voorbeeld zijn de UV inkjet ink formuleringen met viscositeiten kleiner dan 20 mPas. Deze lage viscositeit is noodzakelijk voor een consistent jetting proces met drop on demand (DOD) piezo printkoppen. Het spreekt voor zich dat in dit geval de keuze van de monomeren veel beperkter is in vergelijking met formuleringen voor andere opdraagtechnieken (roller coating, zeefdruk...).

Zuurstof is bovendien een belangrijke inhibitor van het curing proces, omdat zuurstof in staat is om radicalen te vangen en daardoor de initiatie reactie kan verhinderen. Curing onder inerte atmosfeer (meestal stikstof) is dan ook een veel gebruikte technologie om de curing snelheid en de omzettingsgraad te verhogen. Nadeel van deze methode is de additionele kostprijs.

De recente ontwikkeling van UV-LED's met piekvermogens tot 8 W/cm² bij golflengtes van 365, 395 en 405 nm, biedt de mogelijkheid om de energiehuishouding van het curing proces verder te optimaliseren. LED's hebben nagenoeg geen start up tijd en kunnen bijgevolg veel efficiënter worden aangestuurd in het fabricage proces. Door de geringe warmtestraling zijn ze bovendien inzetbaar voor dunne thermisch gevoelige plastic folies, zonder dat deze tijdens het curing proces vervormen. De keuze van de foto-initiator is zeer specifiek, gezien het specifieke spectrum van de UV-LED.

In praktijk worden de beide curing technologieën dikwijls gecombineerd gebruikt, waarbij handig gebruik gemaakt wordt van hun specifieke voordelen. Een typisch voorbeeld is een gecombineerde fabricagelijns waarbij een digitale printing unit (dikwijls industriële inkjet) in lijn wordt gemonteerd met een analoge coating unit voor pre en post coatings. Bij het aanbrengen van het digitaal vierkleuren beeld met inkjet technologie, kan de dotgrootte gestuurd worden door de zogenaamde pin-curing waarbij de grootte van de inkjet druppel, eens geland op het substraat, bepaald wordt door het tijdsinterval tussen het landen en het curen. Ingebouwde UV LED's in de printing unit zijn hier optimaal voor. De volledige uitharding (de zgn. through cure) van het geprinte beeld met de bijhorende pre en post coats, gebeurt dan meestal met een hoog energetische kwikdamp lamp, om het vernetten te realiseren doorheen het volledige lagenpakket.

Voor zeer dikke pakketten (meerdere 100-den microns), waar de indringdiepte van het UV-licht te beperkt is, een fenomeen dat bij het gebruik van absorberende kleurpigmenten nog geaccentueerd wordt, wordt in industriële coating lijnen soms gebruik gemaakt van electron beam technologie (e-beam). Door rechtstreeks gebruik te maken van het instralen van elektronen worden er onmiddellijk vrije radicalen gevormd, zonder de tussenkomst van foto-initiatoren. Ook hier moet de zuurstofinhibitie onder controle gehouden worden door het creëren van inerte atmosferische voorwaarden. E-beam is vooral geschikt voor dikke krasbestendige coatings.

UV coatings en inkten (variabiliteit in functie van de producteigenschappen) op Eurofinish

De UV-hardende coatings en inkten kunnen worden ingezet voor het realiseren van een waaier van uiteenlopende toepassingen en kunnen o.a. als grondlaag, basislaag en beschermlaag (toplaag) worden aangewend; telkens met hun specifieke eigenschappen.

Een greep uit de mogelijkheden:

- Grondlaag: adhesie (rigide panelen en flexibele onderlagen, plastics, metaal, glas...), anti corrosie, levelling, ...
- Basislaag: pigment houdend (kleurkracht), ...
- Toplaag: antikras, solvent resistentie, glans, UV-bescherming,...

De grote verscheidenheid aan substraten waarop de UV-coatings kunnen aangebracht worden en de verscheidenheid in fysische eigenschappen (van rigide tot flexibele lagen), weerspiegelt zich eveneens in de verscheidenheid van de chemische formuleringen. Door de juiste keuze te maken van de mono- en oligomeren, kunnen een aantal specifieke eigenschappen en functionaliteiten worden ingesteld. Op de Eurofinish stand van ChemStream zal in samenwerking met Sadechaf (UV-technologie) deze verscheidenheid geïllustreerd worden aan de hand van een aantal coatings die met de moderne UV-LED technologie zullen vernet worden.

Tegelijk zal het in lijn digitaal printen aangetoond worden door het jetten van een UV-LED gevoelige inkjet ink met een piezo DOD printkop. Hierbij kan de veelzijdigheid van de UV technologie in al zijn facetten geïllustreerd worden: printen op base coats, printen met overcoat varnish, wet on dry printing, wet on wet printing.

Door de unieke optimalisatie van de chemische formulering en de UV-curing, zal het invoeren van een duurzaam proces op basis van UV-hardende technologie, toelaten de TCO (*Total Cost of Ownership*) te verlagen met minstens het behoud van de vereiste producteigenschappen. ChemStream en Sadechaf zijn twee innoverende bedrijven die gespecialiseerd zijn in het herdenken en implementeren van het productieproces naar een duurzame procestechnologie. Op Eurofinish zal deze aanpak toegelicht worden zowel vanuit de chemische formuleringen (ChemStream) als vanuit de UV-proces technologie (Sadechaf)

Voor meer informatie:

ChemStream

Frank De Voeght