

Moderne Bestemmelse af Klimabestandighed

Naturlig og Accelererede Testing

af Mads Strenov, Strenometer Aps, Holte, Danmark

Mads Strenov, uddannet civiløkonom på handelshøjskolen, har arbejdet indenfor farve- og lakbranchen siden 1978. Han er direktør og ejer af selskaberne Strenometer, som har specialiseret sig i testudstyr til kontrol af maling, og Hj. Cruse & Co., som sælger råstoffer til farve- og lakindustrien.

Mads Strenov sidder i bestyrelsen for Danske Lak- og Farvekemikerens Forening.

Resumé

Artiklen beskriver afprøvninger af vejrgæthed under naturlig exponering samt i accelereret vejrbestandighedsapparaturer. Sollysets spektral bestandele gennemgås, samt vigtigheden af at bruge testlys med samme spektralfordeling som solens. UV-lys alene må ikke bruges, medmindre der er lavet sensibilitetsanalyse. De vigtigste parametre ved testning og ved måling angives. Eksempler gives på udendørs stationer med akkreditering.

Summary

The article describes tests for durability, both under natural weathering conditions and in accelerated weathering machines. The spectral distribution of sunlight is described together with the importance of having the same distribution in the light-sources used in accelerated testing. UV-light alone should not be used unless a sensibility test has been carried out. The most important test-parameters are given as well as those used to describe changes taking place during exposure. Examples are given of accredited test stations.

Introduktion

Bindemidler i malinger og lakker er organiske polymere, som er mere eller mindre stabile i de komplekse systemer, som danner moderne malinger. Kendskab til langtidsbestandigheden af disse polymere er derfor vigtig, især i malingsystemer som eksponeres uden-dørs. Kravene med hensyn til bestandighed er blevet skærpet i de senere år, fordi forbrugerne ønsker længere holdbarhed, f.eks. bygningsgaranti på 10-20 år. Dette gælder ikke kun for det optiske indtryk (glanstab, farveændring, kridtning, osv.) men også for malingens beskyttelsesevne. Industrien ønsker derfor at teste

hurtigt og har derfor ikke tid til at vente, til nedbrydningen forekommer naturligt efter flere år under solen.

Klimapåvirkninger er imidlertid ikke alene sollys men også varme, fugt (i form af dug eller regn) og atmosfæriske forureninger. På grund af ændrede additiver og lignende er det vigtig ikke kun i udviklingsfasen men også under produktionen at teste for holdbarhed under relevante klimatiske forhold. Dette gøres i praksis ofte ved at kombinere udendørs test med accelererede udendørs test og accelererede apparat test. Derfor er der udviklet metoder til udendørs afprøvninger (f.eks. i Florida) og til accelereret påvirkning i testapparater (f.eks. Weather-Ometer).

En af de vigtigste parametre ved accelererede test er lyskilden. For at få sammenlignelige resultater bør man normalt bruge en lyskilde, som har samme spektral fordeling som sollyset. Dette betyder i praksis brugen af Xenon lamper så længe emnerne er plader og ikke større formede emner. Når der skal testes store emner som vinduer, traktorer, osv., bruges ofte metalhalogen lamper, som giver en god korrespondens til solens spektralfordeling.

Igennem de senere år er UV-test (for eks. UVCON fra Atlas og QUV fra Q-Panel) blevet brugt i stadig større grad til bestemmelse af vejrgætheder af lakker. UV-test bruges fordi de er billigere i anskaffelse og i drift. Erfaringen har imidlertid vist, at når der kun testes med UV lyset, opnår man ikke de samme resultater som i naturen.

Naturlig (udendørs) eksponering

Sollysets påvirkning er forskellig fra sted til sted på jorden. Da det ofte ikke vides, hvor slutproduktet skal bruges, kan virksomhederne ikke teste i det aktuelle miljø. Da mange varer i dag bliver eksporteret til hele verden ville dette kræve en special test fra ordre til ordre, som dog i særlig krævende tilfælde kan forkomme.

Derfor bruges der i praksis ofte to ekstreme klimaer for disse naturlige test, nemlig: Syd Florida (varmt og fugtigt klima) og Arizona (varmt og tørt). Disse to steder er efterhånden blevet standard for test. Der findes også andre steder med andet klima som f.eks. Bandol i Sydfrankrig, Hoeck Van Holland, Nordfinland, Sverige, Canada, Australien. *Billede 1 (side 6)* viser en teststation.

Når man eksponerer bør vejrdata altid registreres, så

Fortsættes side 6



Billede 1: Teststation

der kan reguleres for vejrsvingninger for at få god korrelation mellem test lavet på forskellige tidspunkter eller i forskellige apparater.

South Florida Test Weathering Station (SFTS), for eksempel, kan i lønarbejde lave test i f.eks. syd Florida (26°N), i Arizona (34°N), i Holland (52°N) og i syd Frankrig (43°N).

Vigtige data ved naturlig eksponering

For meningsfuld udendørs eksponering er det vigtigt at registrere følgende parametre:

- Temperatur
- Relativ fugtighed
- Regn (mængde og periode)
- Dugperiode
- Radians (= irradians x tid) for global bestråling i MJ/m² i en sydendt retning ved forskellige grader (ofte 5° og 45°)
- UV bestråling
- Bestråling ved bølgelængde 340 nm (denne parameter bruges ofte til sammenligning med apparater)
- Black Panel Temperature eller Black Standard Temperature (temperatur på sort emne)
- Andre parametre, som pH-værdi af regn, forurening, osv.

Opsætning af prøverne til eksponering

Prøverne bliver normalt eksponeret hældende i 45° eller 5° med eller uden understøttelse (dette giver forskelligt resultat). De eksponeres De kan også blive afvasket, osv. Eksempler på andre eksponeringer er:

Standard Black Box:

Prøverne er fastgjort på en sort boks. Den sorte boks simulerer en baggrund som f.eks. en bil og bevirker en højere temperatur.

Black box with glass cover:

Prøverne er opstillet inden i den sorte kasse og overdækket med en glasplade. Dette illustrerer indendørs brug.

BBUGVACT (Black Box Under Glass Variable Angle Controlled Temperature):

En videreudvikling af førnævnte med kontrolleret

lufttemperatur. Denne test giver god korrelation til emner, som er i små rum med store glasflader.

Vurdering af eksponerede prøver

Når prøverne bliver eksponeret bliver der foretaget målinger af visse parametre med bestemte tidsintervaller eller ved bestemte bestrålings niveauer. Disse parametre kan f.eks. være:

- Farveændring
- Glansændringer (ved forskellige vinkler)
- Hårdhedsændring
- Vægtændring
- Mekaniske ændringer
- Kridtning
- Blæredannelse
- Sprækker og revner
- Begroning (Fouling)
- Svampeangreb

Accelereret udendørs eksponering

Der er også mulighed for at accelerere udendørs test ved at fokusere solens stråler ved hjælp af spejle. Både EMMA (DSET laboratoriet) og SUN10 (SFTS laboratoriet) koncentrerer solens stråler ved hjælp af Fresnel reflektorer. Enhederne drejer med solen, således at solens stråler rammer emnet hele dagen. Det er kun de direkte stråler, som bliver fokuseret. De af atmosfæren spredte / reflekterede stråler fokuseres ikke. Der blæses luft hen over emnerne for at holde overfladetemperaturen nede. Desuden kan der sprøjtes med vand for at give chok effekt og simulere fugtens indflydelse på lysægtheden. *Billede 2* viser et eksempel på et apparat med Fresnel reflektor.

Accelereret laboratorie testing

For at undgå at sende prøver til udendørs stationerne, og for at spare en masse tid, kan prøverne også testes i et laboratorie apparat, som f.eks. et Weather-Ometer. Sådanne apparater simulerer klimaets indflydelse i forbindelse med fugtighed, regn, dug, sollys og temperatur. Korrelationsfaktor til udendørs testning må dog fastslås fra polymer til polymer.

Der er normalt to fremgangsmåder ved accelererede test:



Billede 2: Apparat med Fresnel reflektor

1. Eksponering på fastlagte betingelser som svarer overens med naturen i en periode på 10 til 100 timer. Der bliver registreret kliniske ændringer.
2. Eksponering under kontrollerede, intensiverede, simulerede betingelser i perioder på mellem 100 og 8000 timer. Herefter måles egenskabsændringerne.

I praksis er vel den sidste metode den mest udbredte. Da malingsystemerne bliver stadig bedre, opstår der også ønsker om yderligere accelereret afprøvninger. Der er derfor udviklet apparaturer, som arbejder med flere gange sollysets irradians.

Vigtige parametre ved accelererede test.

Bestrålning og irradians

Sollyset udsender elektromagnetiske bølger i området fra 295 til 3000 nm. Denne udstråling deles normalt op i tre områder: UV-lys (295-400 nm), synligt lys (400-800 nm) og infrarødt lys (IR, 800-3000 nm). Se figuren.

IR lyset udgør ca. 42 % af bestrålingsenergien af hele solens spektrum, men har ingen direkte indflydelse på fotokemisk nedbrydning. IR lyset varmer dog emnerne op. Det synlige lys udgør ca. 52 % af den totale bestråling. Det synlige lys virker opvarmende og kan også stimulere den fotokemiske reaktion. UV-lyset udgør ca. 6 % af den totale bestråling, men er den faktor, der påvirker den fotokemiske reaktion mest.

De fleste bindemidler har nogle stærke absorptionsbånd i det nære UV-område. Det betyder at hvis lyset, der falder på prøven, har en forkert spektral energidistribution i dette område, kan der ske en uhenigtsmæssig stor absorption af UV-lys. Konsekvensen vil være, at der vil ske en stærkere nedbrydning end hvis energidistributionen havde været korrekt. Det er derfor vigtigt at vælge det rigtige "cut off point" i den spektrale påvirkning. For lavt "cut off" med UV-B lamper (f.eks. UVCON fra Atlas og QUV fra Q-Panel), kan bevirke en nedbrydning, som ikke forekommer i sollys. Det vil sige, at resultater - hverken absolut eller relativt - fundet i UV-B lys ikke nødvendigvis svarer overens med "real life". Man kan således *ikke* slutte, at produkter som viser gode resultater ved afprøvning under UV-B lys også vil give gode resultater i naturen.

Hvis man kun vil benytte en del af sollysets spektrum, må det først slås fast at den del af spektrummet,

Artiklen afsluttes side 8

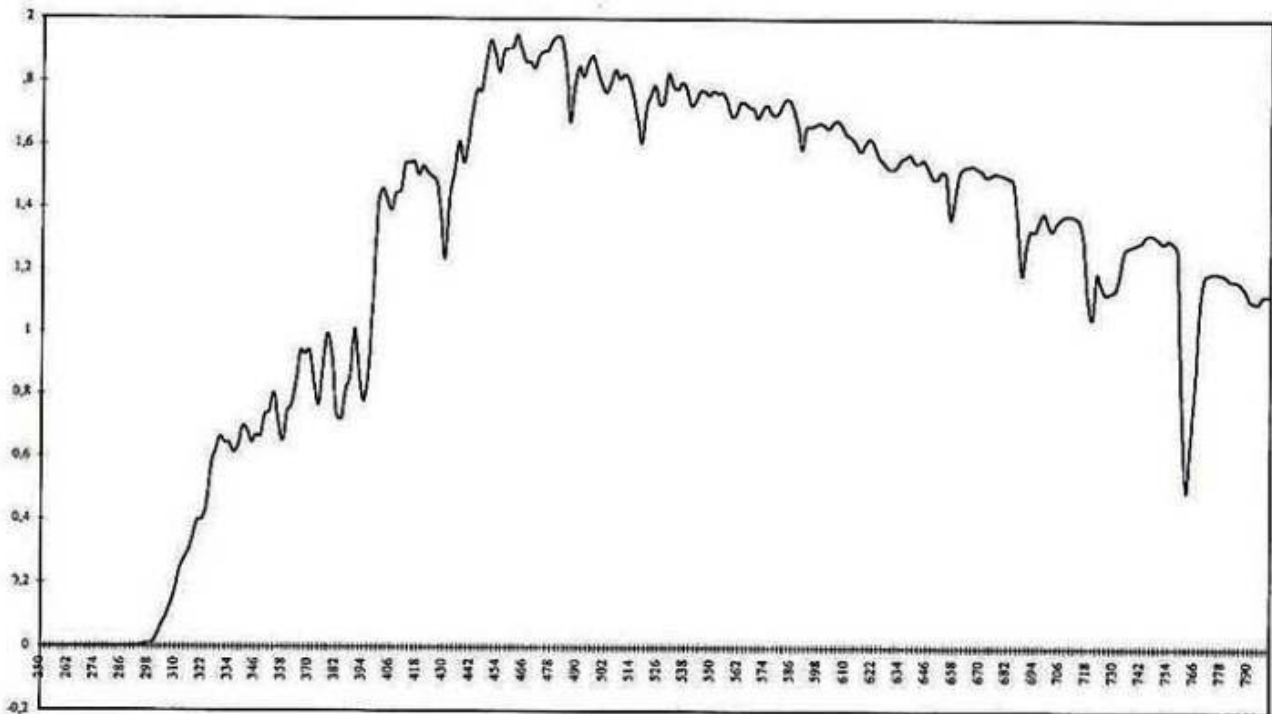


Fig: Miami Peak Optimum Sunlight Exposure

som bliver brugt også er den eneste, der har betydning. Ofte laves der en sensibilitetstest (test til at fastslå hvilken del af spektret som har betydning for nedbrydningen) for at undersøge om det er nok at bestråle med en lille del af spektrummet. Hvis man ikke har lavet den præ-test eller er i tvivl, bør der altid bruges lys, som ligner sollyset mest muligt.

Irradians niveauet for global bestråling på en skyfri dag er kendt mange steder på jorden. CIE (Commission International d'Éclairage) har fastlagt denne bestråling for test af materialer. CIE anbefaler 1000 W/m^2 i området fra 300-3000 nm. Spektraldelen, som er interessant for de normale lysægtedstest, er 300-800 nm, som udgør 58% af bestrålingen, dvs. 580 W/m^2 .

Ved at sammenligne bestrålingen (= tiden x irradiansen) kan accelerationsfaktoren udregnes. Denne værdi er dog matematisk, og andre faktorer indflydelse (som fugt) er ikke medregnet.

Når man taler om accelerering af ældning er dette acceptabelt, når nedbrydning er en lineær funktion af irradiansen. Accelerationsfaktorer på mellem 5-10 er i dag ofte accepteret. Moderne Weather-Ometre kan give større acceleration.

Varme

Nedbrydningshastigheden af organiske materialer stiger med højere temperaturer. Som tommefingerregel vil en 10°C stigning i temperaturen betyde en fordoblet nedbrydningshastighed. Igen skal man her være opmærksom på, at der ikke bør anvendes temperaturer, som ikke forekommer under normale betingelser, da det vil føre til fejlkonklusion. De fleste materialer nedbrydes ikke lineært med temperatur. De har til gengæld en tærskel, ved hvilken alting ændres radikalt.

Vand og fugt

Vand og fugt kan påvirke materialer på to måder:

1. Mekanisk stress på grund af udvidelse og sammentrækning på grund af ændret fugtindhold. Vandabsorption er en materiale-specifik egenskab, som ikke kan accelereres. Kun en forøgelse af antallet af våd/tør faser kan reducere test tiden. Våd fasen må ikke gøres urealistisk kort.
2. Fugt kan bidrage til nedbrydningsprocessen, men den kemiske reaktion kan ikke accelereres med mere fugt. Med andre ord enten er der fugt til stede, eller der er ikke fugt til stede.

Atmosfæriske forureninger

Påvirkningen fra atmosfæriske forureninger er normalt et resultat af flere faktorer. Et eksempel er kombinationen af SO_2 , fugt og UV, der giver en ekstrem kraftig nedbrydning af pigmenter. I dag anbefales det at bruge forureninger ved test, når produktet udsættes for disse i brug. Dette felt er stadig ikke vel dokumenteret.

Betingelser for realistiske og reproducerbare afprøvninger

Bestråling

Filtreret Xenon lys er i dag blevet den lyskilde, der bruges til simulering af solens påvirkning. Da Xenon lamper og filtre også nedbrydes, er en konstant styring af irradiansniveauet vigtigt. Der bør også ske en automatisk korrektion, såfremt dette niveau ændrer sig. Moderne apparater har denne facilitet.

Samtidig skal bestråling (irradiansen x tiden) ved en fastsat bølgelængde måles, således at der kan drages sammenligninger med udendørs eksponeringer.

Varme

Temperaturen har en stor indflydelse på nedbrydningen. Derfor ville det være godt, hvis temperaturen kunne måles hvor nedbrydning finder sted på den eksponerede overflade. Dette er i praksis meget besværligt. Derfor eksponerer man eet eller flere emner med en bestemt farve (sort eller hvid), hvorpå temperaturen måles.

Der bruges ofte Black Panel Temperature (BPT), Black Standard Temperature (BST) eller White Standard Temperature (WST).

Black Standard Temperature er en videreudvikling af Black Panel Temperature. Denne udvikling er udført for at undgå, at termosensoren ved høje temperaturer kan blive påvirket af omgivelserne. Temperaturen vil være højere på Black Standard Temperature end på Black Panel Temperature

Konklusion

Når der skal testes for lysægteder, er det vigtigt at få så reproducerbare og realistiske resultater som muligt. Såfremt der ikke er lavet en sensibilitets test, så bør der testes med hele sollysets spektrum. Dette kan gøres i et laboratorie apparat (Weather-Ometer) eller i standardiserede test stationer (Florida test). Det er vigtigt at overholde parametrene (bestråling, fugt, temperatur etc.) og at registrere testbetingelserne (irradians, bestrålingmængde, osv.). Moderne apparater og teststationer kan normalt dette.

Hvis der er lavet sensibilitetstest, kan UV-test (UVCON eller QUV) bruges, ellers bør der altid testes med xenonlys ved plane flader eller metalhalogenlamper for emner.

Kilder:

Dieter Kockott and Adrian B. Smits: Natural and Artificial Weathering of Polymers, Paints and Coatings.

CIE No 85 T4

Urszula Siwon : Vergleichende Prüfungen der Alterung von Lackfilmen unter verschiedenen Bedingungen. B. Severon: Workshop on Technology and Application of Sun Simulators in the Automobil industry.

färg och lack

scandinavia

Reproduktion: Bjarnholt Repro
Trykning: Amager Center Tryk