

Weathering and color lightfastness testing of polymers and coatings

Test dell'esposizione alle intemperie e della fotostabilità di polimeri e rivestimenti

Oliver Rahäuser - ATLAS MATERIAL TESTING TECHNOLOGY

We all can probably remember walking past a travel agency advertising poster over several weeks, shown behind the agency's store window. One highlighting the golden-tanned couple walking the white sand beaches, the azure blue sea and waving palm trees, with pillowy-white clouds floating in an aquamarine sky. However, after several months of commuting past this poster trying to portray paradise, the now magenta-sunburned couple walks next to split pea soup against a washed-out sky. The poster obviously has lost its visual appeal due to the effects of sunlight, temperature, and moisture. Pigment and paper degradation made the printing inks to change appearance.

The same can happen with polymers, coatings and pigments used in outdoor applications, where ageing sometimes appears faster than expected – a very undesirable and unpleasant experience. A typical reason for premature product failure can be by incorrect selection or improper levels of UV-stabilizers. An obvious and well-advertised example of a premature failure is where the red seats at Raymond James Stadium, home of the Tampa Bay Buccaneers football team, where the seats degraded much too fast, losing most of their original color due to a missing UV inhibitor. The original red seats, designed to match the Buccaneers' uniforms, had faded to "an unsightly pink," and the paint on the stanchions had bubbled and peeled.^[1,2]

So how do product developers evaluate the durability of an unstabilized vs stabilized polymer or coating? Key instruments are "SUN Testers" or in better words weathering devices that can realistically test for the combined effects of sunlight, temperature, and water. The Atlas SUNTEST® XLS+ is one such suitable candidate. It comes in a benchtop design and with the spray water for simulating rain coming from a sub-body unit, keeps the whole test setup quite compact. Additionally, we need suitable weathering and lightfastness

A molti di noi è sicuramente accaduto di transitare per settimane davanti ad una vetrina di una agenzia viaggi, e di essere attratti dai poster esposti. Mi ricordo ancora quello di una giovane coppia dall'abbronzatura dorata, che passeggia lungo una spiaggia di sabbia bianca, davanti a un mare blu con le palme che si muovono al vento sotto bianche nuvole ovattate che ondeggiavano in un cielo azzurro acquamarina. Tuttavia, dopo mesi di questo andirivieni davanti al poster, che cercava di ritrarre un vero paradiso, la stessa coppia appariva di un colore magenta bruciato in un panorama il cui colore assomigliava a quello di una "minestra di piselli" sotto un cielo ormai scolorito. Il poster, ovviamente, ha perduto il suo aspetto originale per effetto della luce del sole, della temperatura e dell'umidità. Infatti, la degradazione del pigmento e della carta ha fatto sì che gli inchiostri da stampa perdessero il loro aspetto iniziale. Esattamente lo stesso fenomeno ha luogo con i polimeri, i rivestimenti e i pigmenti utilizzati per applicazioni in ambiente esterno, dove l'invecchiamento atmosferico produce, a volte, più velocemente del previsto, un'esperienza davvero poco desiderabile e gradevole. Una ragione tipica della degradazione precoce del prodotto può essere rappresentata da una scelta errata o di quantità scorrette di stabilizzanti UV. Un esempio ben noto di deterioramento prematuro è quello dei sedili rossi dello stadio Raymond James, casa del team di football Tampa Bay Buccaneers, che si sono deteriorati troppo velocemente, perdendo gran parte del loro colore originale a causa della mancanza dell'inibitore UV. I sedili rossi originali, progettati su imitazione delle uniformi dei Buccaneers hanno perso il loro colore per diventare "rosa pallido" e la vernice dei supporti ha formato bollicine e si è scollata.^[1,2]

Come valutano dunque gli esperti la durabilità di un polimero o di un rivestimento non stabilizzato rispetto un altro che invece è stabilizzato? Gli strumenti chiave sono i "SUN testers", ossia, i dispositivi per il test dell'invecchiamento atmosferico

test methods. For plastic materials the most common method is the international standard ISO 4892-2.^[3] It is very useful, as it provides options for both outdoor and indoor testing applications. For the weathering test (Method A), you install the Daylight filter. With this option, the SUNTEST realistically simulates outdoor solar radiation (Daylight Type I). With the spray water option, you apply regular wet phases (18 min) followed by dry phases (102 min). The irradiance at 60 W/m² (300-400 nm) and air temperature at 38°C air temperature is both close to their natural maximum, so everything is configured to support faster degradation inside the SUNTEST device compared to the slower natural process. This type of testing is also known as accelerated weathering. The test duration depends on the product and its expected service lifetime. The question now is - how much faster (acceleration) is the SUNTEST and how well does it reproduce the product changes and failures caused by



che possono effettivamente simulare gli effetti combinati della luce del sole, della temperatura e dell'acqua. Atlas SUNTEST® XLS+ è uno di questi. Il suo design compatto lo rende ideale per un impiego da banco e ha come opzione anche l'acqua erogabile a spruzzo per simulare la pioggia; acqua che può essere raccolta nell'unità sottostante. In aggiunta, sono necessari metodi di prova

specifici per valutare la solidità alla luce ed alle intemperie. Per quanto riguarda i materiali plastici, il metodo più comune è lo standard internazionale ISO 4892-2.^[3] E' molto utile in quanto fornisce le opzioni per applicazioni di prova sia in ambiente interno che esterno. Per quanto riguarda il test dell'invecchiamento atmosferico (Metodo A), si installa il filtro Daylight. Con questa opzione, il SUNTEST simula realisticamente l'irraggiamento solare esterno (luce del giorno di tipo1). Con l'opzione dell'acqua erogata a spruzzo, si applicano le fasi di bagnatura (18 min) seguite da quelle a

natural weathering (correlation) in a certain region?

To do such a study, the Atlas Team typically compare the accelerated test to a real time exposure at one or more natural benchmark climates such as Miami (USA) or Sanary (France). Miami represents a well-known sub-tropical climate, somewhat representative of other regions like India, South-East Asia or South China. Sanary represents a Mediterranean climate, delivering high amounts of radiation and heat – like many other South European regions and represents, in many instances, a European “worst case” climate. To determine the level of acceleration, you would compare the time required to change the appearance (color) or physical strength of an unstabilized sample to a certain degree – your pass/fail-criteria.

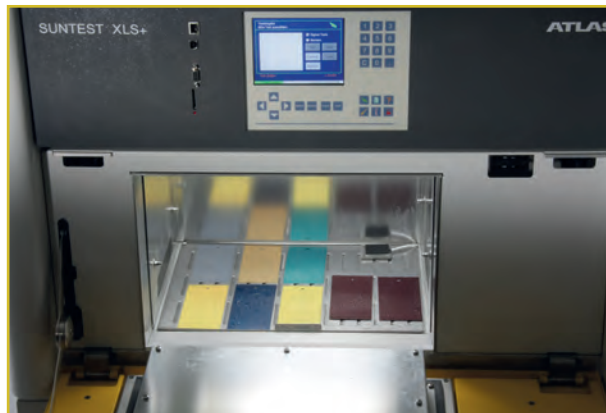
Just as an example you may find that your product reaches the pass/fail-criteria in Miami after 104 days (approximately 2500 hours) and in Sanary after 208 days (approximately 5000 hours). When your product in a SUNTEST just needs 500 hours to reach the same pass/fail criteria, then the acceleration would be 5 for Miami and 10 for Sanary. You can proceed now with inhibited samples and level them out until you have reached a wanted degree of durability – for example show that the inhibited products now exhibit approximately x times higher durability against color or strength change. Using a similar testing approach, Lara Dabrowski et al developed their own SUNTEST XLS+ screening test for the UV stability of their pigments.^[4] The method showed good correlation and acceleration to Florida outdoor, which provided the advantage of a reduced time to market for their products.

[1] <https://www.tampabay.com/archive/2005/01/22/company-sued-over-pink-seats-at-stadium/>

[2] Bill Varian, Seats in the red still a season away, Tampa Bay Times, May 19, 2004.

[3] ISO 4892-2 (2013) “Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 2: Xenon-arc lamps” with ISO 4892-2 DAM 1 (2020) Amendment 1: Classification of daylight filters.

[4] Lara Dabrowski, Julian Vogt, Marco Imhof, Laurent Deloux, A new method for determining the photocatalytic activity of pearlescent pigments coated with TiO₂, European Coatings Journal 04 2019.



Weathering testing of coating samples
Test di deterioramento atmosferico su campioni di rivestimento

secco (102 min). L'irraggiamento a 60 W/m² (300-400 nm) e la temperatura dell'aria a 38°C si avvicina molto al massimo naturale, quindi la configurazione è tale da causare la degradazione veloce all'interno del dispositivo SUNTEST rispetto al processo naturale che è più lento.

Questo test è noto come invecchiamento atmosferico accelerato. La durata del test dipende dal prodotto e dalla vita utile

prevista del prodotto stesso. La domanda che ci si pone a questo punto è quanto più rapida possa essere una simulazione condotta nel SUNTEST (accelerazione) e in quale misura e modo essa riproduca le variazioni del prodotto e le degradazioni causate dall'invecchiamento atmosferico naturale (correlazione) in una data area geografica.

Per compiere questo studio, il team di Atlas ha confrontato il test accelerato con l'esposizione in tempo reale effettuata in una o più condizioni climatiche di riferimento quali quelle di Miami (USA) o Sanary (Francia). Miami rappresenta un ben noto clima subtropicale, simile a quello di altre aree come l'India, il sud-est asiatico o la Cina del sud. Sanary rappresenta invece un clima mediterraneo, con alte quantità di irraggiamento e di calore tipico di molte altre regioni sudeuropee e, in molti casi, ne è l'esempio climatico più estremo.

Per determinare il grado di accelerazione, si può confrontare il tempo richiesto perché l'aspetto esteriore (colore) o la tenacità fisica di un campione non stabilizzato subisca variazioni in una certa misura, usando il criterio supera/non supera il test. Per fare un esempio, potrebbe succedere che un prodotto raggiunga i criteri di accettabilità a Miami dopo 104 giorni (circa 2500 ore) e a Sanary dopo 208 giorni (circa 5000 ore). Quando il prodotto in SUNTEST richiede 500 ore per raggiungere gli stessi criteri, l'accelerazione sarebbe pari a 5 per Miami e 10 per Sanary.

E' ora possibile procedere con i campioni inibiti e livellarli finché si sia raggiunto il livello desiderato di durabilità, ad esempio osservando che i prodotti inibiti presentano una durabilità approssimativamente x volte superiore contro le variazioni di colore e tenacità.

Adottando una tecnica simile, Lara Dabrowski et al. hanno sviluppato il loro test di screening SUNTEST XLS+ per valutare la stabilità agli UV dei pigmenti.^[4] Questo metodo ha mostrato una buona correlazione e accelerazione rispetto ad una esposizione reale in ambiente esterno in Florida, con il vantaggio di ottenere una riduzione dei tempi necessari per l'immissione sul mercato dei loro prodotti.