

# Applications of novel light stabilizers in waterborne UV-curable coatings

■ Yang Yung-Chi, Sung Yu-Shu, Chiu Hsiao-Fang, Chein Chih-Hsien and Dr. Huang Yao-Hsing  
Everlight Chemical Industrial Corporation - Taiwan R.O.C



## ABSTRACT

UV curing processes have been used extensively in many different industries such as packaging, printing inks and protective coatings for wood, plastic and metal etc. Advantages of UV curing are instant drying, low operating cost, improved quality and reduced space.

Waterborne UV curable coatings – the green coatings – have been developed to replace conventional UV curable coatings with VOC emission. It could be a challenge when light stabilizers are required to protect coatings to UV degradation. Eversorb® AQ7, a blend of UV absorber and HALS, is developed specifically for water borne UV curable coats. This paper is a comparison study of three different light stabilizers to disperse in waterborne UV curable coating. Design of Experiment (DOE) was used in this study. Test data showed that 10% of the product in a waterborne clear UV curable coating would not have negative impacts to cure speed. The result confirmed that by increasing the concentration of Eversorb® AQ7 in the top coat can effectively protect from UV light degradation. Furthermore, data also showed that by increasing the coating thickness, the durability of coating can also be improved to some degrees.

## INTRODUCTION

UV curable coatings require direct UV light to initiate monomers and oligomers. It is converted from a liquid into a solid film<sup>[1]</sup>. Specialty about the UV curing coatings is its speed in production and faster in drying. However most of polymers are susceptible to degradation by UV and visible light<sup>[2]</sup>. It's required light stabilizers to enhance the durability from Sunlight degradation. To understand more on the Light stabilizers, it can be divided into two groups: UV absorbers (UVA) and the Hinder Amine Light Stabilizers (HALS). UVA's function is absorbing UV light and transforming it into heat and the HALS

is best known to capture free radical to prevent material degradation. It is important to know UV curable coatings especially in dry faster system. Photo initiator absorbs UV energy to initiate curing processes. UV absorber absorbs UV energy to prevent coatings damages. As a result, UV absorber and photo initiator are competing for UV energy to cause negative impacts about cure speed. The novel light stabilizer can meet this problem<sup>[3-5]</sup>. UV radiation is a well-accepted technology. However the UV curable coatings have odor, emission monomers and not zero VOC emission<sup>[6]</sup>. The UV curable waterborne coating has both the advantages of

# Applicazione dei nuovi fotostabilizzanti per rivestimenti a base acquosa reticolati a UV

■ Yang Yung-Chi, Sung Yu-Shu, Chiu Hsiao-Fang, Chein Chih-Hsien and Dr. Huang Yao-Hsing - Everlight Chemical Industrial Corporation - Taiwan R.O.C

## RIASSUNTO

I processi di reticolazione a UV sono ampiamente utilizzati in numerosi ambiti industriali, fra cui quelli dell'imballaggio, degli inchiostri da stampa e dei rivestimenti protettivi per prodotti alimentari, plastica, metallo ecc. I vantaggi arrecati dalla reticolazione UV sono l'essiccazione istantanea, i costi operativi ridotti, la migliore qualità e lo spazio minimo utilizzato. I rivestimenti a base acquosa reticolati a UV, i cosiddetti rivestimenti ecologici, sono stati messi a punto per sostituire i rivestimenti convenzionali reticolati a UV caratterizzati da alte emissioni VOC. Una nuova sfida potrebbe nascere però nei casi in cui si richiedano i fotostabilizzanti per proteggere i rivestimenti dal processo di degradazione causato dagli UV. Eversorb® AQ7, miscela di assorbitore UV e HALS, è stata messa a punto specificatamente per rivestimenti a base acquosa reticolati a UV e in questo articolo è descritto lo studio comparato di tre differenti fotostabilizzanti in dispersione per rivestimenti a base acquosa e idrosolubili reticolati a UV. Per compiere questo studio è stato adottato il modello Design of Experiment (DOE). I dati dei test hanno dimostrato che il 10% del prodotto in una vernice trasparente a base acquosa reticolata a UV non produrrebbe un impatto negativo sulla velocità di reticolazione. I risultati hanno confermato che aumentando la concentrazione di Eversorb® AQ7 nella finitura è possibile ottenere una protezione efficace dalla degradazione causata dai raggi UV. Inoltre, i dati hanno dimostrato che l'incremento dello spessore dei rivestimenti apporta in una certa misura migliorie alla durabilità del rivestimento.

richiesto l'utilizzo degli stabilizzatori. Per conoscere i fotostabilizzanti in modo più approfondito, questi possono essere divisi in due gruppi: gli assorbitori UV (UVA) e i fotostabilizzanti a impedimento amminico (HALS). La funzione degli UVA è quella di assorbire i raggi UV e di trasformarli in calore; gli HALS sono noti invece in quanto catturano il radicale libero prevenendo il deterioramento del materiale.

È importante avere un numero superiore di informazioni sui rivestimenti reticolabili a UV, in particolare per sistemi ad essiccazione veloce.

Il fotoiniziatore assorbe l'energia UV per avviare i processi di reticolazione e l'assorbitore UV accumula l'energia UV prevenendo l'insorgere dei danneggiamenti del rivestimento.

Di conseguenza, l'assorbitore UV è

## INTRODUZIONE

I rivestimenti reticolabili a UV richiedono la luce diretta dei raggi UV per attivare i monomeri e gli oligomeri.

Essi vengono trasformati da film liquidi in film solidi<sup>[1]</sup>.

La caratteristica speciale di questi rivestimenti a UV è la velocità con cui vengono prodotti ed essiccati.

Tuttavia, la maggior parte dei polimeri è soggetta alla degradazione causata dagli UV e dalla luce visibile<sup>[2]</sup>.

Per migliorare la durabilità in caso di degradazione da luce del sole è

waterborne coating and UV curable coating<sup>[7]</sup> such as non toxic, pollution-free, and safety in use. In recent years the research and development has grown faster<sup>[8-14]</sup>.

The subject of this paper is to demonstrate the use of newly developed liquid light stabilizers, designed for waterborne UV curable coatings, is effectively to protect from UV light degradation and would not have negative impacts to cure speed.

## EXPERIMENT

The model formulation used in this study was classification of light stabilizers and compositions of waterborne UV curable coating. Their detail compositions are shown in Table 1 and Table 2. Design of Experiment (DOE) was used to design test runs as well as to analyze test data. DOE technique allows us to validate the data.

## Dispersion Tests

Waterborne UV curable coatings are based on water soluble or water dispersed resins. It is non-toxic, odourless and nonflammable. Liquid light stabilizers are normally not easy to disperse in water-based UV curable coatings. Adding UV stabilizers directly to water-based paint system will cause condensation in coatings and make it difficult to use. In this experiment, screening design (as shown in Table 3) was used to identify factors that affect residual in mixing with three types of light stabilizers and two types of solution systems. After mixing together, we use filter paper to test. Mathematical model derived from data indicates all factors – three light stabilizers and two solution systems. If the residual is less, the performance is better. On the other hand, it can be used directly and homogeneously disperse in waterborne UV Curable resin and water systems. According to screening design, EV-AQ7 is the

best performance in both systems. Parameter estimates (as shown in Table 4) and analysis of variance (as shown in Table 5) are analyzed from Table 3. The prediction profiler (as shown in Figure 1) show the effect

of different types of light stabilizers in waterborne UV curable coating is filtrated tested and photos of 10% different types of light stabilizers in waterborne UV curable coating is filtrated tested (as shown in Figure 2).

Ingredients Componenti	Characteristic Caratteristiche	Supplier Fornitore
Eversorb® A (EV-A)	UVA (for Water-based system) UVA (per sistemi a base acquosa)	Everlight Chemicals
Eversorb® AQ7(EV-AQ7)	Blend (for Water-based system) Miscela (per sistemi a base acquosa)	Everlight Chemicals
Eversorb® B (EV-B)	HALS (for Water-based system) HALS (per sistemi a base acquosa)	Everlight Chemicals

Tab. 1 Classification of light stabilizers  
Classificazione dei fotostabilizzanti

Ingredients Componenti	Characteristic Caratteristiche	Supplier Fornitore
Bayhydrol® UV 2282(WUV)	Polyurethane Dispersion (for Water-based system ) Dispersione poliuretanic (per sistemi a base acquosa)	Bayer
Darocur® 1173	Photoinitiator (for Solvent based system) fotoiniziatore (per sistemi a base solvente)	BASF

\* Darocur® 1173 was emulsified by Everlight Chemicals - \*Darocur® 1173 è stato emulsionato da Everlight Chemicals

Tab. 2 Compositions of waterborne UV model formulation  
Composizioni delle formulazioni modello a base acquosa e a UV

x1: Different types of light Stabilizers (10%) x1: Varie tipologie di fotostabilizzanti 10%	x2: Solution systems x2: Sistemi in soluzione	R: Residual (%) R: Residui (%)
EV-A	WUV	80.5
EV-AQ7	WUV	6.5
EV-B	WUV	75.4
EV-AQ7	WATER	2.3
EV-B	WATER	95
EV-A	WATER	90
EV-A	WUV	78.6
EV-AQ7	WUV	6.1
EV-B	WUV	74.8
EV-AQ7	WATER	2.1
EV-B	WATER	96
EV-A	WATER	89.1

Tab. 3 Details of screening design with different light stabilizers and test results  
Dettagli dello screening-design con diversi fotostabilizzanti e risultati dei test

The Summary of Fit Table contains summary statistics including Root MSE and R2. The Root MSE is to estimate the variance of the error term in regression model. The value is 0.706 and closer to 0 indicates a fit that is more useful for prediction. The R2 value is 0.99, which means that 99% of the variation in Table 3 is good persuasion explained by the fitted model. The Summary of Fit Table also contains an adjusted R2 value, R2 Adj. The value is 0.99 and adjusted for the number of parameters in the model. It is more comparable over models involving different numbers of parameters than R2. *Statistiche in breve comprendenti Root MSE ed R2. Root MSE stima la varianza del termine di errore nel modello regressivo. Il valore è 0,706 e vicino allo 0 indica un uso più idoneo alle previsioni. Il valore R2 è 0,99, vale a dire che il 99% della variazione di Tab. 3 è significativo in base al modello scelto. Esso consta anche di un valore R2 adattato, adattamento R2. Il dato è 0,99 ed è regolato per il numero di parametri del modello. È più facilmente comparabile rispetto ai modelli che constano di diversi numeri di parametri rispetto a R2.*

Tab. 4 Parameter Estimates Summary of Fit R2 = 0.99 R2 Adj 0.99, RMSE=0.7063  
Parametri di valutazione. Sintesi di Fit R2 = 0.99 R2 Adj 0.99, RMSE=0.7063

il fotoiniziatore agiscono entrambi sull'energia UV determinando impatti negativi sulla velocità di reticolazione. Il nuovo fotostabilizzante può risolvere questo problema<sup>[3,5]</sup>. L'irraggiamento UV rappresenta una tecnologia ben nota, eppure i rivestimenti reticolabili a UV esalano odori, producono emissioni di monomeri e quindi non sono collocabili fra i pro-

dotti a 0 VOC<sup>[6]</sup>. Il rivestimento a base acquosa reticolabile a UV offre i vantaggi del rivestimento a base acquosa e di quello reticolabile a UV<sup>[7]</sup>, in quanto è atossico, non inquinante e sicuro. In questi ultimi anni, le attività di ricerca e di sviluppo si sono intensificate procedendo a ritmi accelerati<sup>[8-14]</sup>. L'articolo incentrato su questo tema

Source Fonte	DF	Sum of Squares Somma dei quadrati	Mean Square Media aritmetica	F Ratio Rapporto F
Model Modello	5	17889.977	3578.00	7179.924
Error Errore	6	2.990	0.50	Prob > F
C. Total Totale	11	17892.967		<0.0001

Tab. 5 Analysis of Variance (ANOVA) / Analisi della varianza (ANOVA)

Term Termine	Estimate Stima	Std Error Errore	t Ratio Rapporto t	Prob> t  Probab> t
Intercept / Controllo	58.0	0.203784	284.78	<0.0001
X1[EV-A]	26.5	0.288194	92.01	<0.0001
X1[EV-B]	27.27	0.288194	94.61	<0.0001
X2 [WATER]	4.38	0.203784	21.51	<0.0001
X1[EV-A]*X2 [WATER]	0.62	0.288194	2.14	0.0762
X1[EV-B]*X2 [WATER]	5.82	0.288194	20.18	<0.0001



Fig. 1 The effect of different types of light stabilizers in waterborne UV curable coating is filtrated tested (Prediction Profiler)  
L'effetto di diverse tipologie di fotostabilizzanti nel rivestimento a base acquosa reticolato a UV testato (profilo previsioni)



Fig. 2 Photos of 10% different types of light stabilizers in waterborne UV curable coating is filtrated tested  
Foto del 10% di tipologie differenti di stabilizzanti per rivestimento a base acquosa reticolabile a UV testato

### Minimal energy to reach curing Tests

Waterborne based UV curable coatings were made with wire-wound rod on coated Leneta charts. The dry film thickness (DFT) was 15 µm and heated in an oven at 60° for 2 min. The next were cured under a 1 x 150w/cm high-pressure Hg lamp. Cure speed was recorded when coating left no visible marks after a finger nail scratched across the coating surface a few times. The result shows that Eversorb® AQ7 would not have negative impacts to cure speed (as shown in Figure 3).

### Optimal Results

The next step, optimal results (as shown in Table 6) was used to identify factors that decrease yellowness. – Concentration of EV-AQ7 and DFT (dry film thickness). Parameter estimates (as shown in Table 7) and analysis of variance (as shown in Table 8) are analyzed from Table 6. The prediction profiler (as shown in Figure 4) show that effect of EV-AQ7 and film thickness after weathering test for 120hrs. The data also suggested that by increasing 5% EV-AQ7 in waterborne UV curable

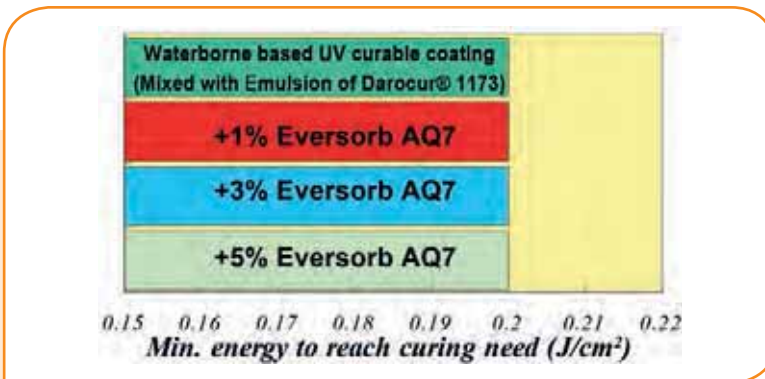


Fig. 3 Eversorb AQ7 with waterborne based UV curable coatings for plastic coating. Results show that the product would not have negative impacts to cure speed  
Eversorb AQ7 con i rivestimenti a base acquosa reticolati a UV per rivestimenti su plastica. I risultati mostrano che il prodotto non esercita un influsso negativo sulla velocità di reticolazione

intende dimostrare l'utilizzo dei nuovi fotostabilizzanti liquidi, messi a punto per rivestimenti a base acquosa reticolabili a UV, che sono efficaci nella protezione dalla degradazione causata dai raggi UV e che non presentano l'inconveniente di esercitare un impatto negativo sulla velocità di reticolazione.

ficazione dei fotostabilizzanti e delle composizioni del rivestimento a base acquosa reticolabile a UV. In tab. 1 e 2 sono presentate le composizioni nei dettagli. Per progettare il ciclo di test e per analizzare i dati ricavati dai test è stato utilizzato il modello cosiddetto Design of Experiment (DOE). La tecnica DOE ha quindi permesso di convalidare i dati.

### PARTE SPERIMENTALE

La formulazione modello utilizzata in questo studio si è basata sulla classi-

### Test della dispersione

I rivestimenti a base acquosa reticolati a UV sono costituiti da resine idrosolubili o disperse in acqua. Sono

atossici, inodori e non infiammabili. I fotostabilizzanti liquidi non sono di norma facilmente disperdibili nei rivestimenti a base acquosa reticolati a UV. L'aggiunta degli stabilizzanti UV direttamente nel sistema a base acquosa causa la condensazione nei rivestimenti rendendone difficile l'utilizzo. In questo esperimento, è stato utilizzato lo screening design (tab. 3) per individuare i fattori che influiscono sui residui nell'operazione di miscelazione con tre tipologie di fotostabilizzanti e due tipi di sistemi in soluzione. Dopo le operazioni di miscelazione, per

compiere il test è stata utilizzata una carta filtrante. Il modello matematico ricavato dai dati indica tutti i fattori, tre fotostabilizzanti e due sistemi in soluzione.

Se i residui risultano essere in quantità inferiori, la prestazione si rivela migliore. D'altronde, esso può essere impiegato direttamente e disperso in modo uniforme nella resina a base acquosa reticolata a UV e nei sistemi a base acquosa. In base allo screening design EV-AQ7 offre la migliore prestazione in entrambi i sistemi. La valutazione dei parametri (tab. 4) e

Conc.(EV-AQ7): With waterborne UV curable coat % w/w Conc.(EV-AQ7): con rivestimento reticolato UV a base acqua	DFT: Film Thickness (µm) DFT: Spessore del film (µm)	ΔY: Delta Yellowness Index (110h) ΔY: Ingiallimento Delta Indice (110h)
	6	7.5
0	15	6.63
1	6	6.54
1	15	5.65
3	15	2.25
5	15	1.42
3	6	2.98
5	6	2.38
0	6	7.1
0	15	6.58
1	6	6.4
1	15	5.72
3	15	2.21
5	15	1.38
3	6	3.1
5	6	2.35

Tab. 6 The evaluation of optimal result  
Valutazione dei risultati ottimali

l'analisi della varianza (tab. 5) sono presi in esame da tab. 3. Il profilo dei dati presumibili (fig. 1) mostra l'effetto delle differenti tipologie di fotostabilizzanti nel rivestimento a base acquosa a UV con test della prestazione filtrante del 10% di fotostabilizzatori nel rivestimento a base acquosa reticolato a UV (fig. 2).

**Apporto energetico minimo nel test della reticolazione**  
I rivestimenti a base acquosa reticolati a UV sono stati applicati con filo metallico su schede Leneta rivestite. Lo spessore del film secco (DFT) era 15 µm e i film sono stati essiccati in un forno a 60° per 2 minuti. I successivi sono stati reticolati con l'ausilio di una lampada

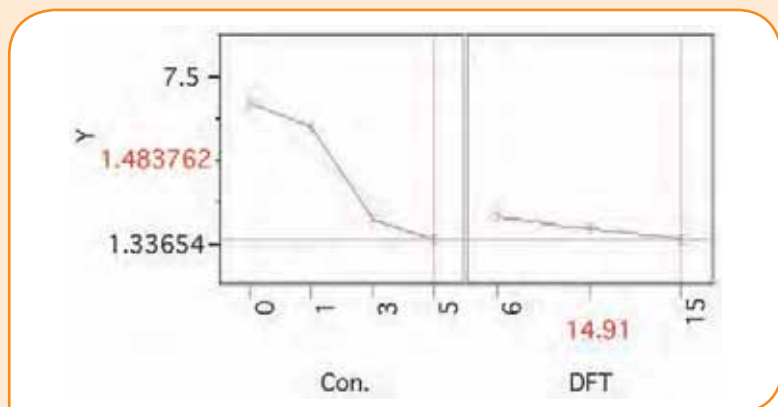


Fig. 4 The effect of EV-AQ7 and film thickness after weathering test (Prediction Profiler)  
L'effetto di EV-AQ7 e dello spessore del film dopo il test di resistenza alle intemperie (profilo previsioni)

coat and 15µm coating thickness can get the best performance (Delta Yellowness Index ΔY=6.6) ( as shown in Figure 5).

## RESULTS

Our data confirmed that Eversorb® AQ7 can be used directly and homogeneously disperse very well in waterborne UV curable coating and water systems.

Test data showed that Eversorb AQ7 in a waterborne clear UV curable coating would not have negative impacts to cure speed.

The increasing the concentration of Eversorb® AQ7 in the waterborne UV curable coating can effectively protect from UV light degradation. Furthermore, data also showed that by increasing the coating thickness, the durability of coating can also be improved to some degrees.

Summary of Fit R2 = 0.99 R2 Adj - 0.99 / Sintesi di Fit R2 = 0,99 R2 Adatt. = 0,99

Term Termine	Estimate Stima	Std Error Errore	t Ratio Rapporto t	Prob> t  Probab> t
Intercept / Controllo	4.386875	0.028261	155.23	<0.0001
Con.[0]	2.565625	0.04895	52.41	<0.0001
Con.[1]	1.690625	0.04895	34.54	<0.0001
Con.[3]	-1.751875	0.04895	-35.79	<0.0001
DFT(6,15)	-0.406875	0.028261	-14.40	<0.0001

Tab. 7 Parameter Estimates  
Stime parametri

Source Fonte	DF	Sum of Squares Somma dei quadrati	Mean Square Media aritmetica	F Ratio Rapporto F
Model Modello	4	77.775175	19.4438	1521.545
Error Errore	11	0.140569	0.0128	Prob > F
C. Total Totale	15	77.915744		<0.0001

Tab. 8 Analysis of Variance (ANOVA)  
Analisi della varianza (ANOVA)

HG ad alta pressione di 1 x 150w/cm. La velocità di reticolazione è stata registrata nel momento in cui il rivestimento non presentava segni visibili da scalfittura ripetuta con l'unghia del dito su tutta la superficie. Il risultato mostra che Eversorb® AQ7 non esercita un impatto negativo sulla velocità di reticolazione (fig. 3).

### Risultati ottimali

Nella fase successiva i risultati ottimali (tab. 6) sono stati utilizzati per individuare i fattori che riducono l'ingiallimento. – concentrazione di EV-AQ7 e DFT (spessore del film secco). La stima dei parametri (tab. 7) e l'analisi della varianza (tab. 8) sono analizzati da tab. 6.

Il profilo dei dati di previsione (fig. 4) mostra gli effetti di EV-AQ7 e lo spessore del film dopo aver eseguito il test della resistenza alle intemperie della durata di 120 ore. I dati indicano anche che aumentando del 5% EV-AQ7 nel rivestimento a base acquosa reticolabile a UV e lo spessore di 15 µm si ottengono le migliori prestazioni (Indice Delta dell'ingiallimento ΔY= 6,6) (fig. 5).

## RISULTATI

I dati ottenuti confermano che Eversorb® AQ7 può essere utilizzato direttamente e disperso in modo uniforme e ottimale nel rivestimento e nei sistemi a base

## CONCLUSION

Environmentally friendly coatings are the trend for future development. Everlight have developed several unique products specifically for coatings.

Eversorb® AQ7 is newly application to prevent waterborne UV curable coating from UV light degradation.

### Experiment procedure

Model: Q-U-V Accelerated Weathering Tester  
Test Model: ASTM G154-1 (QUV with UVB-340 light bulb)  
Test Time: 120 hours  
Material: Plastic

### Procedura sperimentale

Modello: test dell'invecchiamento atmosferico Q-U-V  
Modello: ASTM G154-1 (QUV con bulbo UVB-340)  
Durata test: 120 ore  
Materiale: Plastica

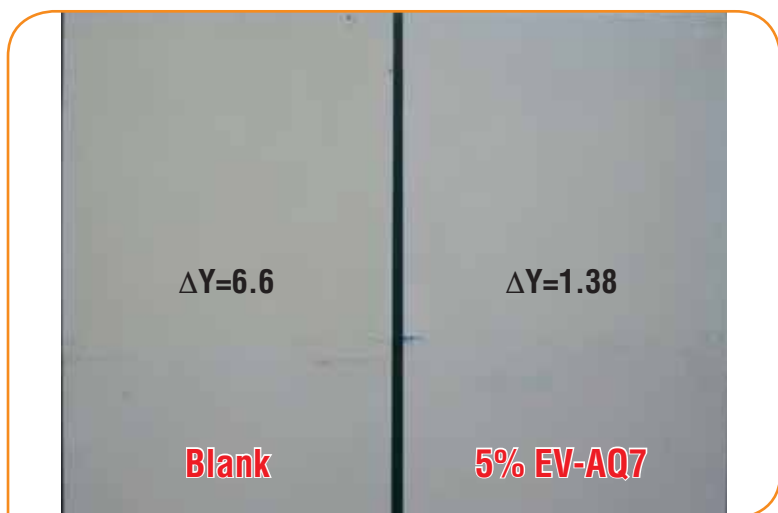


Fig. 5 Photo of 5% EV-AQ7 in waterborne UV curable coating after weathering test for 120 h  
Foto di EV-AQ7 al 5% nel rivestimento a base acquosa reticolabile a UV dopo aver eseguito il test della resistenza alle intemperie per 120 ore

acquosa reticolati a UV. I risultati del test mostrano che Eversorb® AQ7 in un rivestimento trasparente a base acquosa a UV non esercita nessun impatto negativo sulla velocità di reticolazione. L'incremento della concentrazione di Eversorb® AQ7 nel rivestimento a base acquosa a UV può proteggere efficacemente dalla degradazione causata dagli UV. Inoltre, i dati hanno dimostrato che aumentando lo spessore del rivestimento, anche la durabilità del rivestimento ne trae beneficio in termini di superiore efficacia.

## CONCLUSIONI

I rivestimenti ecocompatibili rappresentano la scelta del futuro. Everlight ha messo a punto vari prodotti unici e specifici per rivestimenti. Eversorb® AQ7 è una nuova applicazione che previene la degradazione da UV del rivestimento a base acquosa reticolato a UV. L'effetto dei fotostabilizzanti è ormai noto ai più. I produttori di rivestimenti devono comunque continuare ad eseguire esperimenti per dimostrare la compatibilità dei sistemi di rivestimento. L'unica soluzione è l'offerta di ECIC di prodotti personalizzati per la clientela. È possibile contattare i rappresentanti ECIC nella propria area di interesse oppure inviare via mail una richiesta di informazioni.

## REFERENCES

- [1] Fouassier J P, Rabek J F. Radiation Curing in Polymer Science and Technology [M]. Vol. 1. New York: Elsevier Applied Science, 1993 : 1-47.
- [2] Ranby B. Photodegradation and photo-oxidation of synthetic polymer [J]. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis., 1989, 15: 237-247.
- [3] YUNG-CHI YANG, YU-SHU SUNG, CHIN-HSIEN CHEIN, YAO-HSING HUANG. Light stabilisers for environmental friendly coatings[J]. Polymers Paint Colour Journal, 2012, 202(4571):16-18.
- [4] YUNG-CHI YANG, STEVEN LEE, YAO-HSING HUANG. Light stabilizers make the UV protection of environmental friendly coatings easier [J]. Coatings World, 2012, 17(4):83-85.
- [5] YAO-HSING HUANG, YUNG-CHI YANG. Light stabilisers for clear coatings [J]. Polymers Paint Colour Journal, 2010, 200(4544):38.
- [6] MIN-HEE LEEA, HEE-YOUNG CHOIA, KIE-YOUN-JEONGBb, JUNG-WOOK LEEB, TAE-WON HWANG, BYUNG-KYU KIMA, High performance UV cured polyurethane dispersion [J]. Polymer Degradation Stability, 2007(92): 1677-1681.
- [7] WOOD K A. Waterborne radiation curable coating for wood[J]. Polymers Paint Colour Journal, 1993, 183(4334):34.
- [8] GARRATT P G, KLMESCH K F. Radiation curable waterborne coating [J]. Polymers Paint Colour Journal, 1994, 184(4334):30-32.
- [9] JOHANSSON M, GLAUSER T, JANSSON, et al. Design of coating resins by changing the architecture: solid and liquid coating systems [J]. Progress in Organic Coatings, 2003, 48(2):194-200.
- [10] DECKER C, MASSON F, SCHWALM R. How to speed up the UV curing of water-based acrylic coatings [J]. Journal of Coatings Technology and Research, 2004, 1(2): 127-136.
- [11] Sow C., Riedl B., Blanchet P.: Kinetic studies of Uvwaterborne nanocomposite formulations with nanoalumina and nanosilica [J]. Progress in Organic Coatings, 2010, 67:188-194.
- [12] CHENYAN BAI, FRANK ZHANG. Waterborne UV-curable PU coatings for interior and exterior wood applications [J]. Asia Pacific Coatings Journal, 2011, 24(05):37-38.
- [13] HUANG PING, YE DAIYONG. Effect of C=C double bond on the properties of waterborne UV PUD [J]. Paint & Coatings Industry, 2011, 41(10): 48-53.9
- [14] Z. H. Fang, J. J. Shang, Y. X. Huang, J. Wang, D. Q. Li, Z. Y. Liu. Preparation and characterization of the heat-resistant UV curable waterborne polyurethane coating modified by bisphenol A [J]. eXPRESS Polymer Letters, 2010, 4(11): 704-711

## curriculum vitae

**Yung-Chi Yang** is currently the assistant manager of technical group of Everlight Chemical Industrial Corporation in Taiwan.

He specializes in developing for coatings industries using DOE (Design of Experiment) technique.

Mr. Yang has joined Everlight Industrial Chemical Corporation in 2003 after receiving his Master degree. He worked on application of light stabilizers.

His expertise focuses on additives for plastics, automotive, waterborne, UV Curable, wood and performance products.

He is actively participating in the release of technical papers and lectures in technical conference.

**Yung-Chi Yang** riveste attualmente la carica di assistant manager del team tecnico di Everlight Chemical Industrial Corporation a Taiwan.

È specialista delle attività di sviluppo per le industrie produttrici di rivestimenti con l'uso della tecnica DOE (Design of Experiment).

Mr. Yang ha iniziato a lavorare per Everlight Industrial Chemical Corporation nel 2003 dopo aver conseguito il Master. Si è occupato delle applicazioni dei fotostabilizzanti.

La sua competenza riguarda in particolare gli additivi per plastica, per il settore automotive, prodotti a base acquosa, reticolabili a UV, per legno e di alta prestazione.

Allo stato attuale partecipa attivamente alla redazione di articoli tecnici e di presentazioni in occasione di conferenze tecniche.