

Next generation high efficient matting agents for UV Coatings

La futura generazione di efficaci agenti opacizzanti per rivestimenti a UV



Björn Tiede - Lubrizol Deutschland GmbH, Germany

B. Tiede

INTRODUCTION

Today's demands on coating materials in terms of cost efficiency, optimized cycle times and emission of volatile organic compounds (VOC) changed significantly during the last ten years. There are several solutions given by the industry to match today's needs on new coating materials. Especially in terms of short cycle times, reduced VOC emissions and outstanding film properties the radiation curable coatings show great potential. This technology offers coating manufacturers the possibility to formulate highly versatile coatings for nearly every field of application.

Compared to conventional coatings (i.e. water borne 1pack or 2pack systems) the field of radiation curable coatings holds different challenges on the formulation and curing side. Many of these challenges are caused by the curing mechanism. Especially the formulation of matted clear coats can become an extremely tough challenge to the formulator. In case of 100% solid coatings it can be complicated finding the balance between:

- Acceptable viscosity for the targeted application method
- Targeted gloss level
- Desired film properties (e.g. scratch resistance, hardness, chem. resistance, etc.)

THE MATTING MECHANISM

To understand the complicacy of matting 100% UV coatings we need to take a look on the classic matting process and compare it to conventional coatings containing volatile compounds.

Due to solvent evaporation conventional coatings start to orientate and "concentrate" the matting agent while the physical drying. Caused by the evaporation of volatile compounds the applied film starts to shrink. This shrinkage can vary between 30% up to 60% of the wet films volume depending on volume solids. Compared to this, 100% UV coatings show film shrinkage between 3% and 8% (depends on the used resins and monomers).

In case of 100% UV coatings the absence of volatile solvents leads to various problems for the formulator. For lowering the viscosity of the resin and especially in case of higher amounts of matting agents, the use of low viscous monomers is unavoidable. As these monomers will crosslink with the resin they will also influence the final film properties. The lower the gloss level of the final coating the more monomer is needed to obtain an acceptable viscosity. This can lead to reduced film properties, flow and levelling issues, reduced reactivity and other problems. Solvent based systems can overcome this problem due to the thinning ability of the volatile solvents.

INTRODUZIONE

La domanda attuale di materiali per rivestimenti, in termini di efficacia di costi, di durate di ciclo ottimizzate e di emissioni di composti organici volatili (VOC) è cambiata in modo significativo nel corso di questi ultimi dieci anni. Esistono diverse soluzioni offerte dall'industria per soddisfare le esigenze attuali in materia di materiali di rivestimento. In particolare per quanto riguarda le durate brevi dei cicli, le emissioni VOC ridotte e le ottime proprietà del film, i rivestimenti fotoreticolati presentano notevoli potenzialità. Questa tecnologia offre ai produttori di rivestimenti l'opportunità di formulare rivestimenti molto versatili per quasi tutti i campi di applicazione.

Nell'analisi comparata con i rivestimenti convenzionali (i sistemi a base acquosa mono o bicomponenti) l'area dei rivestimenti fotoreticolabili deve affrontare diverse sfide relativamente alla formulazione e all'aspetto della reticolazione. Molte di queste sfide hanno origine nel meccanismo della reticolazione.

In particolare, la formulazione dei rivestimenti trasparenti opacizzati può creare diversi problemi al formatore. Nel caso dei rivestimenti solidi al 100%, infatti, può diventare difficile trovare il giusto equilibrio fra:

- un grado di viscosità accettabile per la tecnica applicativa scelta
- grado di brillantezza desiderato
- proprietà del film desiderate (ad es. la resistenza alla scalfittura, la durezza, la resistenza chimica ecc.)

MECCANISMO OPACIZZANTE

Per capire le aree problematiche dell'opacizzazione al 100% dei rivestimenti a UV è indispensabile considerare il processo di opacizzazione classico e confrontarlo con i rivestimenti convenzionali contenenti composti volatili. A causa dell'evaporazione dei solventi, i rivestimenti convenzionali iniziano ad orientare e a "concentrare" l'agente opacizzante durante la fase di essiccazione. Per via dell'evaporazione dei composti volatili il film applicato comincia a ridursi. Questo restringimento può variare fra il 30% e il 60% del volume dei film bagnati sul contenuto solido. Per contro, i rivestimenti 100% a UV presentano una riduzione del film variabile dal 3% all'8% (dipende dalle resine e dai monomeri utilizzati). Nel caso dei rivestimenti a UV 100%, l'assenza dei solventi volatili causa vari problemi al formatore. Per ridurre la viscosità della resina e in particolare nel caso di alte quantità di agenti opacizzanti, l'utilizzo di monomeri a bassa viscosità è inevitabile. Poiché questi monomeri reticolano con la resina, essi influiscono anche sulle proprietà finali del film. Quanto più basso è il grado di viscosità del rivestimento finale, tanto maggiore sarà la quantità di monomero richiesta per ottenere una viscosità accettabile. Tutto questo può compromettere le proprietà

del film, lo scorrimento e il livellamento riducendo anche la reattività e causando altri problemi. I sistemi a base solvente possono superare questo inconveniente grazie alla funzione diluente dei solventi volatili.

Un altro importante aspetto è la velocità di reticolazione. I rivestimenti convenzionali hanno tempi di ripresa variabili fra i 5 e i 30 minuti, mentre il processo di reticolazione dei rivestimenti a UV ha luogo in pochi secondi. I cicli brevi di reticolazione dei rivestimenti a UV prevengono l'orientamento/affioramento adeguato degli agenti opacizzanti riducendone l'efficacia. Ne consegue una minore efficacia degli opacizzanti utilizzati che deve essere compensata da quantità superiori in aggiunta.

In questo articolo si considera l'analisi comparata fra vari agenti opacizzanti convenzionali (a base di silice e cera) e le nuove tecniche di opacizzazione dei rivestimenti reticolabili a UV. L'articolo si incentra in particolare sul confronto di diverse tecniche opacizzanti (disponibili e sperimentali) mettendone in luce i punti di forza e i punti deboli.

LA TECNICA OPACIZZANTE CLASSICA

Strutturazione superficiale delle particelle

La modalità tradizionale per ridurre la brillantezza di un rivestimento si basa sull'uso di agenti opacizzanti solidi. In generale, questi agenti opacizzanti sono la silice o le polveri di cera (in molte applicazioni si preferisce la silice per la sua elevata efficacia). Usare la silice convenzionale o la cera come agenti opacizzanti significa utilizzare una particella per intensificare la diffusione della luce nel film finale. Con questa tecnica le particelle di opacizzante forniscono un rivestimento superficiale strutturato che non riflette più la luce in modo direzionale. La struttura finale può variare fra una struttura a grana fine e una ad effetto e ciò dipende dalla dimensione della particella, dalla porosità e dalla natura chimica dell'opacizzante utilizzato.

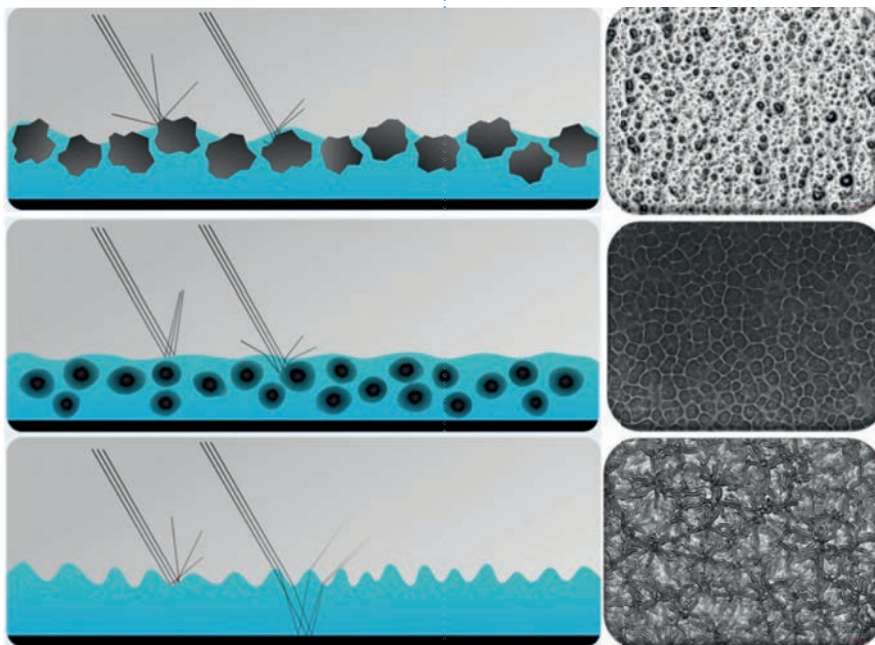
NUOVE TECNICHE PER OTTENERE L'OPACITÀ

Discostarsi dalla tecnica dell'opacizzazione basata sulle particelle convenzionali significa prendere in considerazione meccanismi alternativi di diffusione della luce in un film di rivestimento.

In questo articolo ci si concentra su due nuove modalità di propagazione della luce.

a) Propagazione della luce interna

Per ottenere valori di brillantezza bassi è necessario propagare la luce riflessa dal film. La maggior parte delle tecniche opacizzanti si basano sulla propagazione della luce sulla superficie del rivestimento. Nel caso di rivestimenti trasparenti, quantità significative di luce visibile filtrano nel film di rivestimento per poi essere assorbite e riflesse dal substrato. Creando strutture che diffondono la luce come le strutture cristalline definite all'interno



Another important factor is the curing speed. Conventional coatings usually show open times between 5 and 30 minutes whereas the curing process of UV coatings takes place in seconds. This small timeframe for cure time in UV coatings prevents an adequate orientation/floating of the matting agents and lowers their efficiency. The result is a much lower efficiency of the used matting agents which needs to be compensated by higher addition rates.

In the following article we have considered a comparison between different classic matting agents (silica and wax based) vs. new approaches for matting UV curable coatings. The main focus of this article is to compare different matting technologies (available and experimental ones) and show up individual strengths and weaknesses of the different technologies.

THE CLASSIC MATTING APPROACH

Surface Structuring by Particles

The traditional way of reducing the gloss of a coating is the use of a solid matting agent. In general these matting agents are silica or wax powders. (In many applications silica is preferred due to its higher efficiency.) Using a classic silica or wax as matting agents means to utilize a particle to add light scattering to the final film. In this approach the matting agent particles lead to a structured coating surface that does not reflect light directionally anymore. The final structure can vary between fine grain structure and a texture like effect and is influenced by particle size, porosity and chemical nature of the used matting agent.

NEW APPROACHES TO ACHIEVE MATTING

Moving away from the classic particle based matting approach means looking for alternative mechanisms how to scatter light in a coating film. In this abstract we will focus on two novel ways to achieve light scattering:

a) Internal Light Scattering

To obtain low gloss values it is necessary to scatter the light reflected by the film. Most matting approaches focus on scattering the light on the coatings surface. In case of clear coats significant amounts of visible light will pass

through the coating film and will be absorbed and reflected by the substrate. By creating light scattering structures such as defined crystal structures inside the coating film, the light that passes into the film will be scattered inside and the film appears matte. In case of this new matting additive the matting performance is achieved via a controlled crystallization during the curing process. This new additive technology is based on the synergistic effect between an acrylic functional carrier and a special polymeric solid phase. The internal light scattering behaviour can be seen by looking inside the coating with a laser microscope. Inside the coating a refractive pattern

similar to caustics in a swimming pool becomes visible. Each of these structures corresponds to a crystalline border in the film. Due to the interaction of the crystals with light the film becomes matte.

b) Surface Structuring (without particles)

By influencing the surface curing of a radiation curable coating the final film can be forced to form a heavily structured layer. This highly “wrinkled” surface scatters the incoming light which can lead to very low gloss values.

In general this effect can be obtained by utilizing special curing equipment such as “Excimer” devices in combination with specially formulated coatings.

In this abstract we will not discuss this processing equipment but we will focus on a different way to achieve comparable structuring pattern. Basically the structuring effect can be caused by influencing the surface flow of a coating while the curing process. In case of the used chemistry the single particles cause the coating to flow away from the particles. This flow process is related to polarity changes of the coating while the curing process and generates micro scale waves that appear while the curing process.

OVERVIEW OF THE COMPARISONS

In this study we would like to compare the above mentioned matting processes to show specific advantages and disadvantages of each matting process. Emphasis lies on:

- a) General efficiency at different use levels
- b) Stability of matting effect at various film thicknesses
- c) Compatibility with various oligomers.

For performing these specific comparisons the following materials were used (see Tab. 1)

Due to its high reproducibility and the ease to use all application tests were carried out by using a draw down application on contrast charts. The film thickness is indicated in the different segments individually.

For all microscopic pictures a KEYENCE VK-X210 laser scanning microscope was used. The confocal laser scanning microscopy is suited to analyse surface structure effects at a very high resolution. In addition the technology is able to virtually look into a coating film to determine the internal light scattering behaviour of a coating.

del film di rivestimento, la luce filtrata nel film si propaga all'interno rendendo il film opaco. Nel caso di questo nuovo additivo opacizzante, la prestazione opacizzante è possibile grazie ad un processo di cristallizzazione controllato durante la reticolazione. Questa nuova tecnologia dell'additivo si basa sull'effetto sinergico fra un veicolo acrilico funzionale e una speciale fase solida polimerica. La diffusione interna della luce è visibile osservando l'interno del rivestimento con un microscopio al laser. All'interno del rivestimento si vede un modello simile a quello di una sostanza caustica in una piscina. Ciascuna di queste strutture corrisponde al contorno cristallino del film. Per via dell'interazione dei cristalli con la luce il film diventa opaco.

b) Strutturazione superficiale (senza particelle)

Intervenendo sulla reticolazione della superficie di un rivestimento fotoreticolabile il film finale può essere indotto artificialmente a formare uno strato molto strutturato. Questa superficie molto “corrugata” diffonde la luce in ingresso dando un ridotto livello di brillantezza. In generale questo effetto è ottenibile utilizzando attrezzature per la reticolazione speciali come i dispositivi “Excimer” in combinazione con rivestimenti formulati in modo speciale.

In questo articolo non si prendono in considerazione queste attrezzature di processo, ma le varie modalità per ottenere modelli strutturati simili. Fondamentalmente l'effetto strutturato può essere determinato dall'intervento sulla distensione superficiale di un rivestimento durante il processo di reticolazione. Nel caso di questo processo chimico le particelle singole determinano lo scorrimento del rivestimento lontano dalle particelle e questo fenomeno è correlato alle variazioni della polarità del rivestimento durante la reticolazione generando onde di microscaglie che prendono forma durante la reticolazione.

QUADRO PROSPETTICO DELL'ANALISI COMPARATA

In questo studio ci si sofferma sul confronto fra i processi opacizzanti sopra-mentzionati per dimostrare i vantaggi e gli svantaggi specifici di ogni processo opacizzante. Si dà particolare importanza a:

- a) efficacia generale con varie quantità in uso*
- b) stabilità dell'effetto opacizzante con vari spessori del film*
- c) compatibilità con vari oligomeri.*

Per eseguire questa analisi comparata sono stati usati i materiali riportati in tab. 1.

Matting Agent A Proprietary blend of polymers <i>Agente opacizzante A</i> <i>Miscela brevettata di polimeri</i>	Matting Agent B Proprietary blend of polymers <i>Agente opacizzante B</i> <i>Miscela brevettata di polimeri</i>	Matting Agent C Untreated silica (represents the classic matting approach – can be obtained by wax or silica) <i>Agente opacizzante C</i> <i>Silice non trattata (è la tecnica convenzionale di opacizzazione ottenuta con cera o silice)</i>
Main matting mechanism: Internal light scattering <i>Principale meccanismo opacizzante:</i> <i>Propagazione della luce interna</i>	Main matting mechanism: Internal light scattering Surface structuring (without particles) <i>Principale meccanismo opacizzante:</i> <i>Propagazione della luce interna</i> <i>Struttura superficiale (senza particelle)</i>	Main matting mechanism: Surface structuring (particles) <i>Principale meccanismo opacizzante:</i> <i>Struttura superficiale (particelle)</i>
Mean Particle Size: 6 µm <i>Granulometria media: 6 µm</i>	Mean Particle Size: 9 µm <i>Granulometria media: 9 µm</i>	Mean Particle Size: 9 µm <i>Granulometria media: 9 µm</i>

Tab. 1
Detailed overview of used matting agents
Prospetto generale degli agenti opacizzanti usati

Grazie alla sua elevata riproducibilità e facilità d'uso, tutti i test applicativi sono stati eseguiti usando un'applicazione per distensione su carte di contrasto. Lo spessore del film è indicato nei diversi segmenti individuali.

Per tutte le immagini microscopiche è stato utilizzato il microscopio a scansione laser Keyence VK-210. La microscopia a scansione confocale laser è adatta all'analisi degli effetti della struttura superficiale ad altissima risoluzione. Inoltre, questa tecnologia può analizzare l'interno del film di rivestimento per determinare la risposta alla diffusione interna della luce.

a) EFFICACIA GENERALE CON VARIE QUANTITÀ IN USO

Poiché i costi della formulazione e la viscosità del rivestimento sono aspetti determinanti nella scelta dell'opacizzante adeguato e nell'impostazione della formulazione finale, gli opacizzanti usati devono fornire la massima efficacia per ridurre al minimo le quantità in aggiunta.

Per verificare l'efficacia delle varie tecniche opacizzanti sono stati incorporati in comuni rivestimenti reticolati a UV a base di acrilate poliesteri ed epossidiche gli opacizzanti riportati in tab. 1 in varie quantità. Per compiere questo test le quantità di opacizzante variavano fra l'1% e il 15% (in base al peso totale della formulazione).

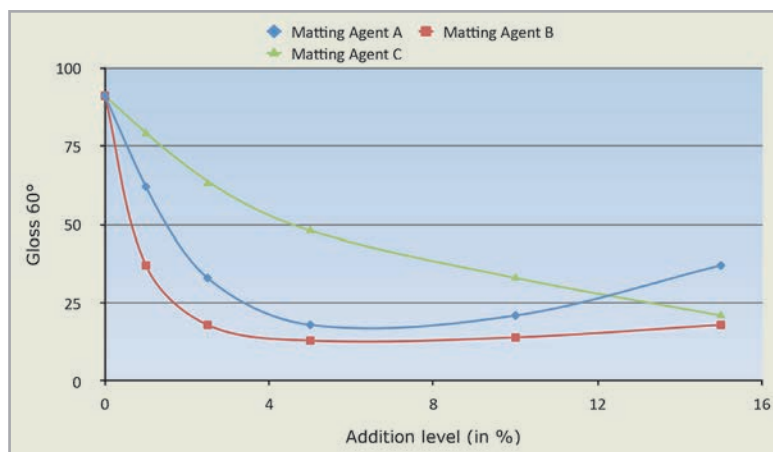
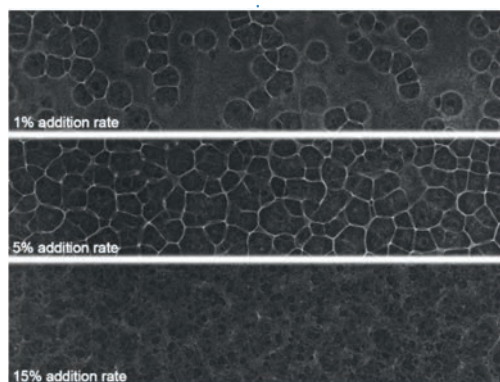


Fig. 1
Gloss development at different addition rates
Sviluppo della brillantezza con varie quantità in aggiunta

Agente opacizzante A:

Anche con quantità ridotte la diffusione interna della luce presenta una inferiore brillantezza rispetto alla tecnica basata sulla particella. È interessante notare che l'efficacia opacizzante mostra un livello massimo con l'aggiunta del 5%. Dopo aver raggiunto questo livello massimo di efficienza la prestazione peggiora aumentando il contenuto di opacizzante.

Il fenomeno dipende dalla tecnica opacizzante stessa. La diffusione interna della luce è causata dalla formazione controllata di cristalli nel film di rivestimento. Aumentando la quantità di additivo opacizzante il numero di cristalli aumenta migliorando l'effetto opacizzante. Ad un certo punto si raggiunge la densità massima di contorni cristallini nel film. In questo sistema specifico questo stato



a) GENERAL EFFICIENCY AT DIFFERENT USE LEVELS

As coating viscosity and formulation costs are important drivers for choosing the right matting agent and setting up the final formulation the used matting agents should show a maximum efficiency to keep addition rates at a minimum. To check the efficiency development of the different matting approaches the above mentioned matting agents were incorporated with varying addition rates into a common UV curable coating system based on epoxy- and polyester acrylates (Tab. 1). For this test the addition rates varied between 1% and 15% matting agent (supply form based on total formulation weight).

Raw material <i>Materia prima</i>	Addition level <i>Livello di agg.</i>	Description <i>Descrizione</i>
Laromer® 2 LR 9004	40,0	Polyester acrylic <i>Acrilate Poliesteri</i>
Laromer® 2 LR 8986	31,0	Epoxy acrylic <i>Acrilate epossidiche</i>
Laromer® 2 DPGDA	24,5	Thinning monomer <i>Monomero diluente</i>
BYK® 3 A-530	0,5	Air release agent <i>Agente di rilascio aria</i>
Irgacure® 1 186	4,0	Photo initiator <i>Fotoiniziatore</i>

¹ Irgacure® is a registered trademark of the BASF Group
Irgacure® è un marchio registrato di BASF Group
² Laromer® is a registered trademark of the BASF Group
Laromer® è un marchio registrato di BASF Group
³ BYK® is a registered trademark of the BYK Chemie
BYK® è un marchio registrato di BYK Chemie

Tab. 2
Coating formulation "Polyester/Epoxy Acrylic"
Formulazione del coating "Acrilato/poliesteri/epossidico"

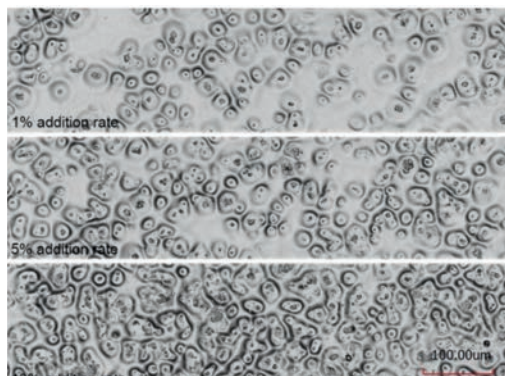
Matting Agent A:

Even at low addition rates the internal light scattering shows a significant lower gloss compared to a particle based approach. Interestingly the matting efficiency shows a maximum at approximately 5% addition level. After reaching this "maximum efficiency" the matting performance gets worse by increasing the matting agent content.

This phenomenon is related to the matting approach itself. The internal light scattering is caused by controlled crystal formation in the coating film. By increasing the addition level of matting additive the number of crystals increases and in conjunction the matting performance gets better. At a certain point a maximum density of crystalline borders in the film is reached. In this specific system this point is reached at 5% matting agent content. Adding more matting agent to the system forces the crystalline borders to overlap and finally to disturb each other which results in less efficient light scattering – the gloss goes up.

Matting agent B:

This matting agent utilizes a multipurpose approach to reduce the gloss of the final film. The gloss

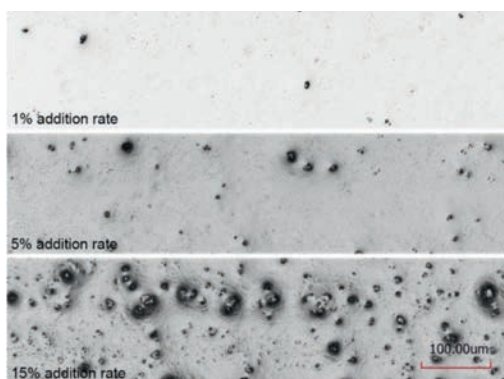


development is comparable to Matting Agent A but the overall efficiency is higher. This similarity in the low addition matting between Matting Agents A and B is related to the internal light scattering. Due to the multifunctional approach by using more than one matting mechanism the gloss increase at higher addition rates is significantly lower compared to Matting Agent

A. (The loss of performance caused by overlaying crystals can be compensated by surface structuring.) On the microscopic pictures it is visible that at 1% addition level the formation of microscopic "craters" around each particle occurs. This texture effect is related to flow effects that occur while the curing process. The coating around each particle moves away and leaves a small dent with the particle in the center. The size of these dents is approx. 20 - 30µm in diameter and 3-4µm deep. By increasing the amount of matting agent the texture comes closer till it starts to interconnect and form a uniform texture comparable to an Excimer pattern.

Matting agent C:

The particle based approach leads to an almost linear matting curve. The more silica is added to the coating the rougher the surface becomes. This can also be seen by looking at the microscopic pictures taken from the coatings surface. In addition the surface structures obtained with silica tend to be more "rough" with less uniformity and a more irregular height profile compared to the texture obtained by Matting Agent B.



b) STABILITY OF MATTING EFFECT AT VARIOUS FILM THICKNESSES

In the field of UV curable coatings, film thickness is another important topic for discussion. Usually the matting efficiency highly depends on the particle size of the used matting agents. In general this means by increasing the particle size of silica the matting efficiency will be better. This also means that changing the applied film thickness might have a significant influence on the final matting performance.

In this comparison the influence of film thickness on the efficiency of the different matting mechanisms will be tested. Therefore the same coating was applied at different film thicknesses.

As expected the pure particle approach shows an almost linear correlation between film thickness and gloss. By exceeding the mean particle size of

viene raggiunto con un contenuto di opacizzante pari al 5%. Se si aggiunge una quantità superiore di opacizzante nel sistema, i contorni cristallini si sovrappongono interferendo gli uni sugli altri ostacolando la diffusione della luce. In questo modo aumenta la brillantezza.

Agente opacizzante B:

Questo agente opacizzante utilizza una tecnica polifunzionale per ridurre la brillantezza del film finale. Lo sviluppo della brillantezza è comparabile a quella dell'agente opacizzante A, ma l'efficacia risulta essere superiore. Questa rassomiglianza delle quantità ridotte in aggiunta fra l'agente opacizzante A e B è correlata alla diffusione interna della luce. Grazie alla tecnica polifunzionale usando un numero superiore a uno di meccanismi opacizzanti, l'aumento della brillantezza con quantità in aggiunta superiori è meno significativa rispetto al caso dell'agente A. (la perdita prestazionale causata dai cristalli sovrapposti può essere compensata dalla strutturazione superficiale). Nelle figure al microscopio si vede che con una quantità dell'1% in aggiunta si formano crateri microscopici attorno ad ogni particella. Questo effetto è legato agli effetti di distensione che hanno luogo durante il processo di reticolazione. Il rivestimento attorno ad ogni particella si allontana lasciando un piccolo punto scoperto con la particella al centro. La dimensione di questi punti è pari a circa 20-30 µm di diametro e 3-4 µm di profondità. Aumentando la quantità di opacizzante si ottiene una superiore interconnessione che produce un effetto uniforme, comparabile al modello Excimer.

Agente opacizzante C:

La tecnica basata sulla particella dà una curva dell'opacità simile. Quanta più silice si aggiunge tanto maggiore è l'effetto grezzo della superficie. Ciò è visibile anche osservando le figure al microscopio della superficie del rivestimento. Inoltre, le strutture superficiali ottenute con la silice tendono ad essere più ruvide con meno uniformità e punti più irregolari rispetto all'effetto ottenuto con l'agente opacizzante B.

b) STABILITÀ DELL'EFFETTO OPACIZZANTE CON VARI SPESSORI DEL FILM

Nell'area dei rivestimenti reticolabili a UV, lo spessore del film è un altro importante argomento di discussione. Solitamente, l'efficacia opacizzante dipende dalla granulometria dell'opacizzante utilizzato. In generale questo significa

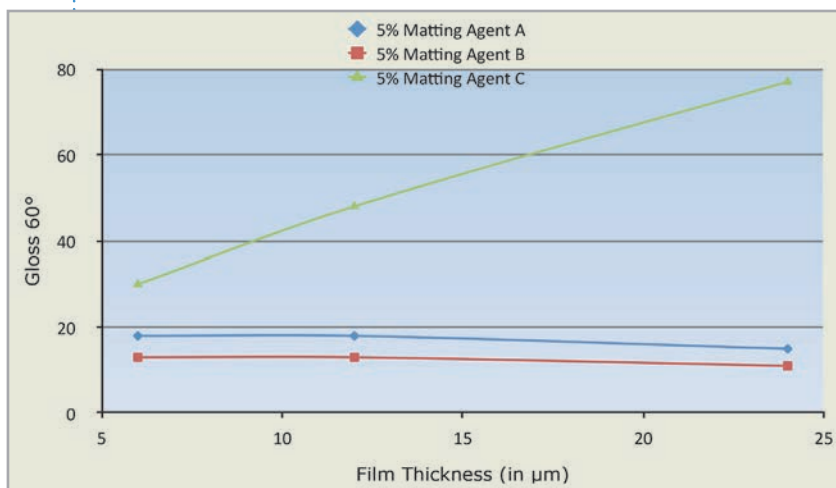


Fig. 2
Gloss development at different film thickness
Sviluppo della brillantezza con vari spessori

che aumentando la granulometria della silice l'efficacia opacizzante aumenta di conseguenza. Ciò significa anche che la variazione dello spessore del film potrebbe influire in modo significativo sulla prestazione finale opacizzante. In questa analisi comparata, viene esaminato l'influsso esercitato dallo spessore del film sull'efficacia dei vari meccanismi opacizzanti. Quindi, lo stesso rivestimento è stato applicato con differenti spessori del film.

Come previsto, la tecnica della particella mostra una correlazione lineare fra lo spessore del film e la brillantezza. Aumentando la granulometria della silice usata (9 µm) la brillantezza aumenta in modo significativo.

Al contrario, la tecnica della particella con l'agente A e B dà una prestazione piuttosto stabile su tutti gli spessori dei film analizzati. Una volta raggiunto lo spessore sufficiente per la diffusione interna della luce, non importa se lo spessore del film cambia. Ciò determina una prestazione adeguata su una vasta serie di spessori.

TEST DELLA COMPATIBILITÀ IN VARI OLIGOMERI

Oltre all'efficacia della preparazione, l'ampia compatibilità è un criterio chiave per un additivo opacizzante. Per confrontare l'efficacia delle nuove tecniche opacizzanti è stata predisposta una serie di test includendo diversi oligomeri acrilici. L'idea ispiratrice di questi test è la formulazione di un rivestimento quanto più semplice possibile controllando i vari additivi contenuti.

Formulazione di base:

Oligomero	65.0%
Irgacure® 1 500	5.0%
Prototipo opacizzante a UV	5.0%
DPGDA	25.0%

Agente opacizzante A:

La prestazione dell'agente opacizzante A è correlata alla reattività degli oligomeri analizzati. Dal momento che la diffusione della luce interna si basa sulla precipitazione che avviene durante il processo di reticolazione, tutto il meccanismo opacizzante è influenzato dalla velocità di reticolazione e, ancora più importante, dal tempo di gelificazione. Si osserva chiaramente che i sistemi altamente reattivi con tempi di gelificazione brevi prevengono la formazione coordinata di cristalli opacizzanti.

Agente opacizzante B:

La combinazione di vari meccanismi opacizzanti offre due vantaggi principali: 1) ampia compatibilità con influsso inferiore da

the used silica (9µm) the gloss significantly goes up.

On the contrary the particle approach matting agent A and B show an almost stable performance over all tested film thicknesses. Once a sufficient film thickness is reached for the internal light scattering it does not matter if the film thickness changes. This leads to a very consistent performance over a wide film thickness range.

COMPATIBILITY TESTS IN VARIOUS OLIGOMERS

Besides the efficiency of a preparation, a broad compatibility is a key criterion for a matting additive. To compare the efficiency of the new matting approaches a broad test series was set up including several acrylic oligomers. Main idea behind these trials is to formulate a coating as simple as possible and check different additives in it.

Basic formulation scheme:

Oligomer	65.0%
Irgacure® 1 500	5.0%
UV Matting Prototype	5.0%
DPGDA	25.0%

Matting Agent A:

The performance of Matting Agent A correlates with the reactivity of the tested oligomers. As the internal light scattering is based on precipitation processes that occurs while the curing process, the whole matting mechanism is influenced by curing speed and most importantly on the gel time. It is clearly observable that high reactive systems with short gel times prevent the coordinated formation of the matting crystals.

Matting Agent B:

The combination of different matting mechanisms results in two major advantages: (I) broad compatibility with lower influence by the oligomers reactivity and (II) higher efficiency than pure internal and pure surface light scattering. As a significant portion of the matting performance is still linked to structural and crystalline formations, the oligomers reactivity influences the final matting performance.

Matting Agent C:

The silica shows a consistent performance throughout most of the tested oligomers. Reactivity is slightly influencing the final matting performance but not as significant compared to Matting Agent A and B.

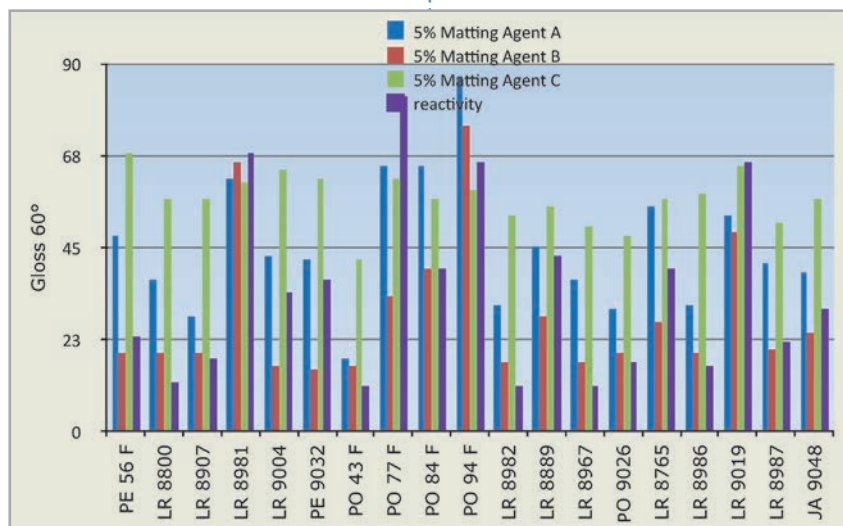


Fig. 3 Comparison data in different oligomers
Dati dell'analisi comparata in vari oligomeri

The matting efficiency of the silica particles is more influenced by wetting and flow properties of the used oligomers. The final surface roughness that gives the matting efficiency is in most cases almost identical and so is the gloss.

CONCLUSION

Utilizing other mechanisms that the traditional ones often means changing the way a formulation is set up to get optimum results. The discussed matting agents are a first step into developing new ways of controlling the light scattering properties of radiation curable coatings.

The herein shown additives are the first and second generation of this approach and show that the basic principles already work fine but still need further tweaking. In general it can be said that a combination of different matting mechanisms show superior performance whereas it looks like surface scattering still gives more consistent and stable matting results.

parte della reattività degli oligomeri e (2) superiore efficacia rispetto alla diffusione della luce superficiale e interna.

Dal momento che una parte significativa della prestazione opacizzante è ancora legata alle formazioni strutturali e cristalline, la reattività degli oligomeri influisce sulla prestazione opacizzante finale.

Agente opacizzante C:

La silice dà una prestazione notevole in tutti gli oligomeri analizzati. La reattività è influenzata leggermente dalla prestazione opacizzante finale ma non tanto quanto gli agenti opacizzanti A e B. L'efficacia opacizzante delle particelle di silice è più influenzata dalle proprietà di bagnabilità e di scorrimento degli oligomeri utilizzati. La rugosità superficiale finale che fornisce l'efficacia opacizzante è in molti casi quasi identica così come la brillantezza.

CONCLUSIONI

L'uso di altri meccanismi rispetto a quelli tradizionali spesso significa cambiare il modo di formulare per ottenere risultati migliori. Gli agenti opacizzanti presi in esame rappresentano il primo passo per lo sviluppo di nuove modalità di controllo delle proprietà di diffusione della luce nei rivestimenti fotoreticolabili. Questi additivi rappresentano la prima e la seconda generazione di questa tecnologia e mostrano che i principi basilari agiscono già con efficacia pur essendo suscettibili di ulteriori migliorie. In generale si può affermare che la sinergia fra vari meccanismi opacizzanti offre prestazioni superiori mentre la diffusione superficiale fornisce ancora un'opacizzazione stabile e soddisfacente.

ABOUT THE AUTHOR

Björn Tiede joined the Lubrizol Corporation (Lubrizol Deutschland GmbH in Ritterhude) in March 2007 in the wood coatings laboratory. As part of the technical team he focused mainly on the development of wax based surface modification additives for water borne and UV curable coatings. In July 2009 he changed to the research and synthesis group with a major focus on the development of novel wax additives for radiation curable coatings. Since August 2013 Björn acts as technical product manager for the "Surface Modifier" product platform of Lubrizol.

Björn Tiede è in Lubrizol Corporation (Lubrizol Deutschland GmbH in Ritterhude) dal marzo 2007 nel laboratorio di vernici per legno. Come parte del team tecnico si è concentrato principalmente sullo sviluppo di additivi a base di cera per la modifica delle superfici per coatings all'acqua e reticolati a UV. Dal luglio 2009 è nel gruppo di ricerca e di sintesi per lo sviluppo di additivi innovativi a base di cera per rivestimenti reticolati con radiazioni. Da agosto 2013 Björn è un manager tecnico di prodotto per il "modificatore di superficie" dei prodotti Lubrizol.