

A perfect match: High performance and potential for cost optimisation at the same time

Un'unione
perfetta:
alte prestazioni
e ottimizzazione
potenziale
dei costi

Jan Pilger, Thomas Bernhofer - SYNTHOMER

Synthomer has developed a novel styrene acrylic binder with excellent water-resistance, scrub resistance and hiding power, which potentially enables the paint and coatings industry to optimise in binder and pigment dosage, resulting in paint property, carbon footprint and cost improvement. Formulations based on this new binder can also meet the 2018 criteria for the RAL UZ 102 label ("Blue Angel") in the category „Low Emission Interior Wall Paints“. In the following article, we detail our internal studies that enable the aforementioned savings by showing test results of paint formulations with a high pigment volume concentration (PVC) and within the gloss range of mat (<10 GU 85°) and dead mat (<5 GU 85°), which are popular in the DACH market. We will also elaborate results from formulations for mid-sheen gloss >10 GU 85° wall paint, often encountered in other European countries such as France and UK. A market standard styrene acrylic polymer was used as benchmark in this study.

LOWER BINDER DOSAGE: A GAIN IN FORMULATION COST, NO COMPROMISE IN PERFORMANCE

Paint formulations developed in the Synthomer's laboratory with the new styrene acrylic polymer have shown an excellent wet scrub resistance and opacity, fulfilling class 1 – EN 13300. We then further investigated the possibility to optimise the paint formulations towards lower binder content while still meeting the requirements of the class 1 – EN 13300. A series of paint samples was compounded with the binder content reduced in increments of 1% from 17% to 7%. Pigment and fillers were adjusted accordingly to ensure all paint samples had the same solid content, and all paint samples went through the full application test cycle including both liquid and dry film properties.

Test result showed that with the new polymer, paint formulations with 8% binder content (reduced from 17%) can still meet the EN13300 class 1 wet scrub resistance and opacity requirements (Fig. 1). Consequently, PVC of the paint formulation increased

Synthomer ha messo a punto un nuovo legante stirene acrilico dotato di eccellente resistenza all'acqua, allo sfregamento e di elevato potere coprente, che permette ai produttori di pitture e rivestimenti di ottimizzare il dosaggio di legante e pigmento ottenendo migliorie nelle proprietà della pittura, nell'impronta al carbonio e dei costi. Le formulazioni a base di questo nuovo legante possono soddisfare anche i criteri del 2018 per l'etichettatura e RAL UZ 102 ("Blue Angel") nella categoria delle "Pitture murali per interni a bassa emissione". In questo articolo sono descritti gli studi sui temi sopra riportati con i risultati dei test eseguiti sulle formulazioni di pitture con un'elevata concentrazione di pigmento in volume (PVC) e nel range della brillantezza di opaco (<10 GU 85°) e opaco intenso (<5 GU 85°), molto diffusi sul mercato DACH. Vengono elaborati anche i risultati delle formulazioni di pitture murali brillanti a luminosità media >10 GU 85°, spesso presenti in altri paesi europei come la Francia e la Gran Bretagna. Come campione di riferimento per questo studio è stato scelto un polimero stirene acrilico standard sul mercato.

DOSAGGIO INFERIORE DI LEGANTE: UN VANTAGGIO PER I COSTI DELLA FORMULAZIONE SENZA COMPROMESSI PER LA PRESTAZIONE

Le formulazioni di pitture sviluppate nei laboratori di Synthomer con il nuovo polimero stirene acrilico hanno dato prova di un'eccellente resistenza allo sfregamento su bagnato e di un'altrettanta soddisfacente opacità, conformemente alla classe 1 – EN 13300. E' stata poi presa in esame la possibilità di ottimizzare le formulazioni di pittura tendendo verso un contenuto di legante inferiore ma compatibile con i requisiti della classe 1 – EN 13300.

E' stata formulata una serie di campioni di pittura con contenuto di legante ridotto ad incrementi dell'1%, dal 17% al 7%. I pigmenti e i riempitivi sono stati regolati di conseguenza per

from 67% to 81%. At 7% binder content, the Revacryl Ultragreen™ performed better than the benchmark, albeit both only met EN13300 class 2 wet scrub resistance.

LOWER TITANIUM DIOXIDE (TiO₂) CONTENT FOR LOWER COST AND LEANER CARBON FOOTPRINT

The high refractive index (n 20 D = 2.609) of TiO₂ is a major contributing factor to the hiding power of a wall paint formulation. However, TiO₂ represents a costly ingredient and may represent up to 25% to 30% of raw material costs in a class 1 – EN 13300 formulation. Furthermore, the high amount of energy for TiO₂ production (5.3 t CO₂ per ton TiO₂ [1]) contributes substantially to the carbon footprint of the total paint formulation.

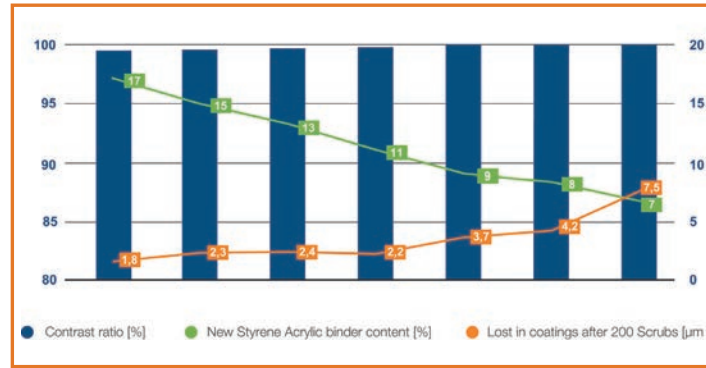


Fig. 1 Wet scrub resistance in relation to the binder content of the new binder
Resistenza allo sfregamento su bagnato in relazione al contenuto del nuovo legante

garantire che tutti i campioni di pittura avessero lo stesso contenuto solido e che fossero sottoposti al ciclo di test dell'applicazione, comprese le proprietà del film liquido ed essiccato. I risultati del test hanno dimostrato che con il nuovo polimero, le formulazioni di pittura con l'8% di contenuto di legante (ridotto dal 17%) può ancora soddisfare i requisiti di opacità e di resistenza allo sfregamento su bagnato di classe 1 EN 13300 (Fig. 1). Di conseguenza, la PVC della formulazione di pittura è aumentata dal 67% all'81%. Con un contenuto di legante al 7%, Revacryl Ultragreen™ ha offerto una prestazione migliore di quella del campione, nonostante entrambi fossero conformi alla normativa EN 13300 classe 2 della resistenza allo sfregamento su bagnato.

Also, TiO_2 has been reclassified by the European Commission to H351 carcinogen 2, suspected of causing cancer through inhalation in powder mixture, and the updated classification will be implemented on the 1st of October 2021 ^[2].

Therefore, the industry is constantly looking for opportunity to reduce TiO_2 content in a formulation without significantly affecting its performance especially in paint opacity. Similar to

CONTENUTO INFERIORE DI BISSIDO DI TITANIO (TiO_2) PER RIDURRE I COSTI E L'IMPRONTA AL CARBONIO

L'alto indice di rifrazione ($n_{20 D} = 2.609$) di TiO_2 è uno dei principali fattori che contribuiscono al potere coprente di una formulazione di pittura murale. Tuttavia, il TiO_2 è un componente costoso e potrebbe rappresentare il 25-30% dei costi delle materie prime nella formulazione di classe 1 EN 13300.

Inoltre, l'elevata quantità di energie richiesta per produrre il TiO_2 (5,3 t CO_2 per tonnellata di TiO_2 ^[1]) contribuisce sostanzialmente all'impronta al carbonio di tutta la formulazione di pittura.

Inoltre, il TiO_2 è stato riclassificato dalla Commissione europea come cancerogeno H351 2, materiale sospettato di causare il cancro per inalazione nella miscela in polvere; l'aggiornamento della classificazione sarà applicato il 1 ottobre 2021 ^[2].

Di conseguenza, l'industria è costantemente alla ricerca di nuove opportunità per ridurre il contenuto di TiO_2 in una formulazione senza intaccarne in modo significativo la prestazione, in particolare al riguardo dell'opacità della pittura. Simile allo studio sull'ottimizzazione del contenuto di legante, è stata realizzata una serie di campioni di pittura con contenuto di TiO_2 differente, a partire dal 20% e ridotto con incrementi dell'1% lasciando il conte-

nuto di legante costante all'8%. Il contenuto solido dei campioni di pittura è stato tenuto sotto controllo regolando di conseguenza i riempitivi come l'argilla e il carbonato di calcio (Tab. 1); i campioni di pittura sono stati sottoposti a test applicativi selettivi, precisamente dell'opacità, della resistenza allo sfregamento e della stabilità allo stoccaggio (Tab. 2). I risultati

	Synonym Sinonimo	Function Funzione	Standard	Optimised Ottimizzato
1	Water	Diluent	362	401
2	Thickener MHEC 6000	Thickener	5	5,5
3	NaOH (10 %)	pH buffer	1	1
4	Sodium Hexametaphosphate	Dispersing aid	1	1
5	Polyacrylate Sodium Salt	Dispersant	4	4,5
6	Defoamer (oilbased)	Defoamer	2	2
7	Biocide	Biocide	3	3
8	Titanium dioxide	Pigment	200	178
9	Calcium carbonate Filler (2 μm)	Filler	55	71
10	Calcium carbonate Filler (5 μm)	Filler	55	71
11	Calcined Kaolin (1 μm)	Filler	50	64
12	Calcined Kaolin (3 μm)	Filler	90	116
13	Defoamer (oilbased)	Defoamer	2	2
14	Polymer dispersion	Binder	170	80
	Total		1000	1000

Tab. 1 - Optimised wall paint with 8% binder content and reduced TiO_2 content
Pittura murale ottimizzata con l'8% di contenuto di legante e ridotta quantità di TiO_2

the binder content optimisation study, a series of paint samples was compounded with different TiO_2 content starting from 20% and reduced in increments of 1% while binder content remained constant at 8%. Solid content of paint samples was controlled by adjusting the fillers such as clay and calcium carbonate accordingly (Tab. 1), and the paint samples were subjected to

selective application test namely opacity, wet scrub resistance and storage stability (Tab. 2).

Results indicate that a 10-11% reduction of TiO₂ (from 20% to 17.8%) is viable while keeping the paint contrast ratio above 99.5%. Wet scrub resistance of the paint was not affected, therefore the optimised formulation still meets the EN13300 class 1 requirements. Paint samples remain stable after four weeks at both room temperature and 40°C. With the optimised paint formulation where both binder and TiO₂ content are reduced, we estimate a potential saving of 14% in formulation cost and an improved carbon footprint by 12% (117 kg/t) based on theoretical calculation.

ROBUST POLYMER DESIGN TO FIT A BROAD RANGE OF FORMULATIONS

To further validate the performance of the newly developed styrene acrylic polymer, additional laboratory studies were carried out in three mid-sheen paint formulations which are commonly seen in the European market outside of DACH. Using the same methodology as before, three in-house formulations were selected and binder content optimisation study was carried out. A reduction of 7-12% in binder content was achieved while maintaining similar paint properties. The targeted gloss unit was achieved across all three paint formulations, despite lower binder content and higher PVC. All three samples showed excellent wet scrub resistance meeting the EN13300 class 1 requirement, while opacity was between class 1 and class 2 depending on formulation, the type and amount of extenders used (Tab. 3). Blocking resistance of the paints was tested according to an internal method where each paint was applied at 150 µm wet thickness, dried for 24 hours at room temperature and subsequently tested at room temperature for 30 minutes with a 1 kg weight using a blocking tester (R&H ECA 7038-6). Results in Table 3 show that all samples reach acceptable blocking resistance, with a force value ranging from 0.5 – 0.8 N/cm². The paint stability tested after four weeks at room temperature (RT) and four weeks at 40°C storage, measured with

Parameter Parametro	Method Metodo	Novel Styrene Acrylic Polymer Nuovo polimero stirene acrilico	
		Standard	Optimised
TiO ₂ Content [%]		20	17,8
Binder Content [%]		17	8
Contrast Ratio [%]	300 µm wet on Leneta	100	99,6
Hiding Power [Class]	EN 13300	1	1
Wet scrub resistance [µm]	DIN EN ISO 11998	4,2	4,3
Wet scrub resistance [Class]	EN 13300	1	1
Raw Material Price Index [%]		100	86

Tab. 2 - Performance summary of the optimised formulation with lower binder and TiO₂ content
Dati prestazionali della formulazione ottimizzata con contenuto inferiore di legante e di TiO₂

indicano che è possibile una riduzione del 10-11% di TiO₂ (dal 20% al 17,8%) mantenendo il rapporto di contrasto al di sopra del 99,5%. La resistenza allo sfregamento su bagnato della pittura non è stata intaccata, quindi la formulazione ottimizzata continua ad essere conforme ai requisiti di classe 1 EN 13300. I campioni di pittura rimangono stabili dopo quattro settimane sia a temperatura ambiente che a 40°C. Con la formulazione di pittura ottimizzata in cui sia il contenuto di legante che quello di TiO₂ diminuiscono, si stima un risparmio potenziale dei costi della formulazione pari al 14% e una migliore impronta al carbonio del 12% (117 kg/t), in base ai calcoli teorici.

STRUTTURA RESISTENTE DEL POLIMERO ADEGUATA AD UNA VASTA SERIE DI FORMULAZIONI

Per confermare la prestazione del nuovo polimero stirene acrilico, sono stati compiuti ulteriori studi di laboratorio su tre formulazioni di pittura a luminosità media, diffuse sui mercati europei esterni a DACH (Germania, Austria, Svizzera). Adottando la stessa metodologia, sono state selezionate tre formulazioni interne compiendo uno studio sull'ottimizzazione del contenuto di legante. È stata raggiunta una riduzione del contenuto di legante pari al 7-12% conservando proprietà simili della pittura. In tutte e tre le formulazioni della pittura si è ottenuta l'unità di brillantezza desiderata, nonostante il contenuto di legante fosse inferiore e la PVC maggiore. Tutti e tre i campioni hanno presentato un'eccellente resistenza allo sfregamento su bagnato, compatibilmente con i requisiti

Test-Parameter <i>Test-Parametro</i>	Method <i>Metodo</i>	20 GU	25 GU	30 GU
PVC [%]		32,4	42,8	31,5
Binder-Content [%]		38	35	37
Gloss [GU]	60°	20	26	29
Viscosity [mPas]	Haake D= 44s-1			
Initial		1520	750	1120
After 28d @ RT		1480	692	1065
After 28d @ 40°C		1680	783	1369
Contrast-Ratio [%]	Gap Height 300 µm	99,3	99,6	98,9
Hiding [Class]	EN 13300	2	1	2
Wet scrub-resistance [µm]	200 scrubs 28 d RT DIN EN ISO 11998	4,8	2,5	3,1
Wet scrub-resistance [Class]	EN 13300	1	1	1
Blocking Resistance [N/cm ²]	1 kg, 30 min RT	0,6	0,5	0,8

Tab. 3 - Test results mid-sheen wall paints
Risultati del test delle pitture murali a luminosità media

a Haake-Rheometer at shear-rate $D = 44 \text{ s}^{-1}$ showed a good storage stability with only slight viscosity increase.

PASSING THE VOLATILE ORGANIC COMPOUND (VOC) REQUIREMENTS FOR RAL UZ 102 LABELLING

With an optimised post-activation process, residual monomers of the new styrene acrylic polymer were reduced and the formaldehyde content (according to VdL-RL 03) is below detection limit. The total VOC content can be further reduced by steam-stripping on demand. However, based on the optimised formulation used in this study, the requirements for environmental labels e.g. RAL UZ 102 (VOC $\leq 700 \text{ ppm}$) can be achieved.

A NEXT GENERATION POLYMER DISPERSION FOR A MORE SUSTAINABLE FUTURE

The findings and results presented in this study confirm that the newly developed styrene acrylic polymer does show a significant improvement in wet scrub resistance over current benchmark. This indicates that wall paints made using this polymer can have better durability and will last longer. Thanks

EN 13300 classe 1, mentre l'opacità è stata registrata fra la classe 1 e 2 in base alla formulazione, alla tipologia e alla quantità di cariche usate (Tab. 3). La resistenza al blocking delle pitture è stata esaminata con un metodo interno in base al quale ogni pittura è stata applicata con uno spessore di 150 µm bagnato, essiccata per 24 ore a temperatura ambiente e in seguito analizzata a temperatura ambiente per 30 minuti con un peso di 1 kg e l'ausilio di un tester del blocking (R&H ECA 7038-6).

I risultati riportati in Tabella 3 mostrano che tutti i campioni raggiungono una resistenza al blocking accettabile, con valori variabili da 0,5 a 0,8 N/cm². La stabilità della pittura, esaminata dopo quattro

settimane a temperatura ambiente (RT) e lo stoccaggio per quattro settimane a 40°C, misurati con un reometro Haake a forze di taglio $D = 44 \text{ s}^{-1}$ hanno dato risultati soddisfacenti con un leggero incremento della viscosità.

CONFORMITÀ AI REQUISITI RELATIVI AI COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (VOC) PER LA CLASSIFICAZIONE RAL UZ 102

Grazie ad un processo di post-attivazione ottimizzato, sono diminuiti i monomeri residui del nuovo polimero stirene acrilico e il contenuto di formaldeide (secondo VdL-RL 03) è risultato inferiore al limite. Il contenuto totale di VOC può essere ulteriormente ridotto mediante strippaggio a vapore, su richiesta. Tuttavia, in base alla formulazione ottimizzata, utilizzata in questo studio, è possibile soddisfare i requisiti dell'etichettatura ecologica, ad es. RAL UZ 102 (VOC $\leq 700 \text{ ppm}$).

DISPERSIONE POLIMERICA DI NUOVA GENERAZIONE PER UN FUTURO PIÙ SOSTENIBILE

I dati e i risultati presentati in questo studio confermano che il nuovo polimero stirene acrilico recentemente svilup-

to its excellent pigment binding capability, the polymer enables paint formulators to optimise their existing formulations to potentially reduce both the binder and TiO₂ content while still meeting the stringent EN13300 class 1 standard, delivering a more sustainable solution to the consumers. The new polymer is tested in a broad range of formulations at different PVC and gloss. In all tested formulations, the polymer exhibits a consistent performance in the key parameters including wet scrub resistance, opacity and storage stability at both room temperature and 40°C.

The robustness of a polymer remains crucial in complexity reduction for procurement and raw material inventory management. A few considerations were taken into account during the development of the product, to limit the use of any known hazardous substance.

The polymer is therefore free from alkylphenol ethoxylate (APEO) surfactant, formaldehyde and ammonia. Optimisation in polymerisation and post-activation helped to reduce the residual monomers hence also lowering the total VOC of the product, allowing formulators to design a paint formulation that can meet even the demanding requirement of Blue Angel eco-label for low emission wall paints.

REFERENCES

- [1]: TDMA-Info (December 2013): The Carbon Footprint of Titanium Dioxide Pigment
 [2]: <https://echa.europa.eu/de/brief-profile/-/briefprofile/100.033.327>

pato mostra un chiaro miglioramento della resistenza allo sfregamento su bagnato rispetto al campione di riferimento. Ciò indica che le pitture murali realizzate con questo polimero possono essere caratterizzate da una superiore durabilità e vita utile. Grazie all'eccellente capacità legante del pigmento, il polimero permette ai formulatori della pittura di ottimizzare le loro formulazioni esistenti riducendo potenzialmente sia il contenuto di legante che di TiO₂ conformemente allo standard di classe 1 di EN 13300 e fornendo agli utilizzatori una soluzione più sostenibile. Il nuovo polimero è stato testato in un'ampia serie di formulazioni con vari PVC e brillantezza. In tutte le formulazioni analizzate, il polimero offre una prestazione coerente con i parametri chiave, fra cui quello della resistenza allo sfregamento, dell'opacità e della stabilità allo stoccaggio sia a temperatura ambiente che a 40°C. La tenacità del polimero rimane essenziale ai fini della riduzione della complessità nella gestione dell'inventario della materia prima e delle forniture.

Sono stati inoltre presi in considerazione alcuni aspetti durante le attività di sviluppo del prodotto, per limitare l'uso di qualsiasi sostanza pericolosa. Il polimero è quindi esente da tensioattivi alchil fenol etossilati (APEO), da formaldeide e ammoniaca. L'ottimizzazione della polimerizzazione e post attivazione ha contribuito a ridurre i monomeri residui diminuendo anche i VOC del prodotto, e consentendo ai formulatori di sviluppare una formulazione di pittura in grado di soddisfare i requisiti più severi dell'ecolabel Blue Angel per pitture murali a bassa emissione.