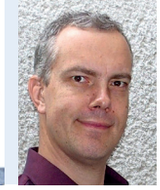
Authors/Autori
Frank J. Maile - **SCHLENK**
Jiri Filip - **SIGHTTEX**



Innovative ternary system (ZTS) based on ultra-thin effect pigments. The realisation and characterisation of gold alloy shades

Sistema ternario innovativo (ZTS) a base di pigmenti ultrasottili ad effetto. Realizzazione e caratterizzazione delle tonalità della lega dell'oro

REALISATION OF GOLD-ALLOY SHADES USING EFFECT PIGMENTS

Various effect pigments like pearlescents and metal pigments made of gold or copper-zinc alloys have long been used to decorate surfaces in a wide variety of applications, although there is a difference in color formation. Colors in metallic elements and their alloys can be explained using band theory whereas the formation of (interference) colors in pearlescent pigments occurs through thin layers of higher refractive index deposited on semi-transparent substrates with platelet-like morphology[3]. Furthermore, compared to the physics of the gold-silver-copper alloys and their object surfaces, particle properties such as scattering at pigment edges and particle orientation must be taken into account when processing effect pigments in coatings, printing and plastics applications to achieve gold color shades on objects, since these significantly influence the final appearance [4].

All pigments used in the innovative ternary system (ZTS) presented in this paper are based on ultra-thin pigment technology. At the heart of this UTP (Ultra-Thin Pigment) technology is

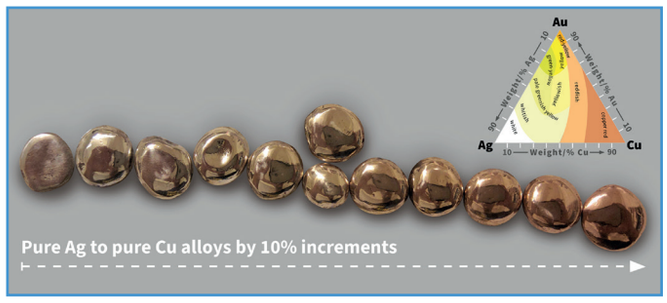


Fig. 1 - Visualisation of the relationship between color and composition (for Ag-Cu) in the ternary Au-Ag-Cu shown on the right[2]. The picture exhibits that the addition of copper (by 10%/w) increments gives the alloy a reddish hue[6]

Visualizzazione della relazione fra colore e composizione (per Ag-Cu) nel sistema ternario Au-Ag-Cu mostrato a destra[2] La figura illustra che l'aggiunta del rame (del 10% in peso) in incremento dà alla lega una tonalità rossastra[6]

REALIZZAZIONE DELLE TONALITÀ DELLA LEGA DELL'ORO CON I PIGMENTI AD EFFETTO

Vari pigmenti ad effetto come i madreperlacei e i metallici realizzati con leghe d'oro o di rame-zinco vengono usati da molto tempo per decorare le superfici in una vasta gamma di applicazioni, sebbene esistano differenze nella formazione del colore. Le tinte degli elementi metallici e loro leghe possono essere spiegate con la teoria della banda di frequenza mentre la formazione dei colori di interferenza nei pigmenti madreperlacei ha luogo con strati di basso spessore con indice di rifrazione maggiore che si depositano su substrati semitrasparenti con morfologia simile a piccole scaglie[3]. Inoltre, rispetto alla fisica delle leghe di oro-argento-rame e relative superfici degli oggetti, le proprietà della particella come la propagazione ai lati del pigmento e l'orientamento della particella devono essere analizzate con attenzione quando vengono trattati i pigmenti ad effetto nelle applicazioni di rivestimenti, di stampa e plastica, al fine di ottenere sugli oggetti le tonalità del colore oro, dal momento che questi aspetti influiscono in modo considerevole sulle proprietà estetiche finali[4].

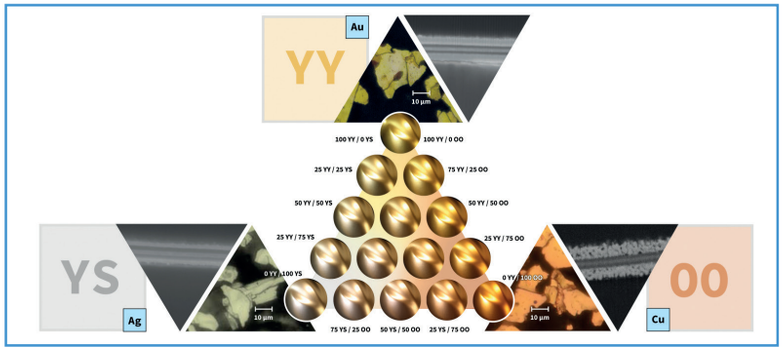


Fig. 2 - The new ternary system based on UTP pigments realized in waterborne coatings (ZTS CO): the (semi-) precious metals gold, silver, copper (Au-Ag-Cu) were replaced at the corners by the respective effect pigments (YY-YS-OO). Electron (cross-cut through individual pigment structure) and light microscopy (top view, BF, 1000x) of the three cornerstone UTP pigments

Il nuovo sistema ternario basato sui pigmenti UTP realizzato nei rivestimenti a base acquosa (ZTS CO): i metalli semipreziosi oro, argento, rame (Au-Ag-Cu) sono stati sostituiti agli angoli dai rispettivi pigmenti ad effetto (YY-YS-OO). La microscopia elettronica e alla luce (trasversale attraverso la singola struttura del pigmento) (visione dall'alto, BF, 1000x) dei tre pigmenti UTP di punta

the pigment design. The core of the pigments is an ultra-thin, monolithic aluminum substrate with a typical particle size of 21 µm (D50) and a thickness less than 30 nm, resulting in an unprecedented aspect ratio (the ratio of the largest dimension to the smallest), which is a prerequisite for a good flop. This aluminum substrate is then coated first with a low refractive index metal oxide and then with iron oxide to obtain the desired interference color. While silica and iron oxide layers can be deposited in precise thicknesses during pigment synthesis, conventional aluminum substrates cannot be produced in a very narrow thickness distribution.

With the new UTP technology, on the other hand, the thickness of the aluminum substrates is negligible in relation to the overall thickness of the pigment, so that variations in the thickness of the substrate do not play a role - the pigments therefore all have the same thickness[1].

INTRODUCING THE ZTS TERNARY SYSTEM

The idea for the ZTS was to exploit the extraordinary optical properties of the effect pigments based on UTP and to generate a mixing system, but the inspiration came from the well known Au-Ag-Cu ternary system[2] which is the basis of

Tutti i pigmenti utilizzati nell'innovativo sistema ternario (ZTS), presentato in questo articolo, si basano sulla tecnologia ultrasottile, al centro della quale c'è la struttura del pigmento. Il nucleo del pigmento è un substrato di alluminio, monolitico e ultrasottile con granulometria tipica di 21 µm (D50) e spessore inferiore a 30 nm, da cui deriva un rapporto dimensionale unico (rapporto fra massima e minima dimensione), prerequisito di un buon flop. Questo substrato di alluminio viene prima rivestito con un ossido di metallo a basso indice di rifrazione e poi con ossido di ferro per ottenere il colore d'interferenza desiderato. Se è vero che gli strati di silice e di ossido di ferro possono essere depositati con spessori precisi durante il processo di sintesi del pigmento, i substrati di alluminio convenzionali non possono essere prodotti con distribuzione molto stretta dello spessore.

D'altra parte, con la nuova tecnologia UTP (Ultra-Thin Pigment), lo spessore dei substrati di alluminio è trascurabile in relazione allo spessore globale del pigmento, e le variazioni di spessore del substrato non giocano un ruolo importante; quindi, i pigmenti hanno tutti lo stesso spessore[1].

IL SISTEMA TERNARIO ZTS

Il sistema ZTS è partito dall'idea di sfruttare le straordinarie proprietà ottiche dei pigmenti ad effetto basate su UTP per dar luogo a un sistema misto, ma l'ispirazione è nata dal ben noto sistema ternario Au-Ag-Cu[2], che rappresenta la base delle leghe più comunemente usate attualmente in campo odontoiatrico e della gioielleria artigianale.

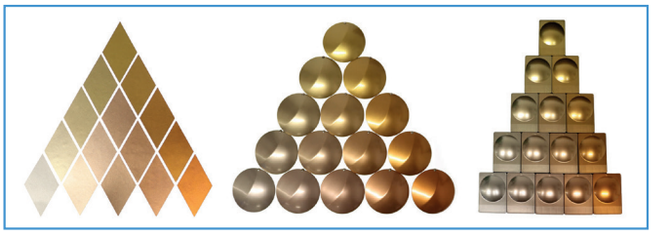


Fig. 3 - The new ternary system (YY-YS-OO) based on UTP pigments realized in other applications: screen printing (ZTS PR, left), powder coatings (ZTS PC, middle) and plastics injection molding (ZTS P, right)

Il nuovo sistema ternario (YY-YS-OO) basato sui pigmenti UTP, realizzati in altre applicazioni: stampa serigrafica (ZTS PR, a sinistra), rivestimenti in polvere (ZTS PC, in mezzo) e stampo per iniezione plastica (ZTS P, a destra)

Variando la composizione del sistema Au-Ag-Cu, è possibile ottenere una varietà di tinte e di tonalità, come mostrato dal diagramma della fase ternaria di figura 1. Nella figura si osserva che l'aggiunta del rame dà alla lega una sfumatura rossastra, mentre l'aggiunta dell'argento rende la lega verdastra. Quanto detto è coerente con la teoria della banda di frequenza perché l'aggiunta dell'argento causa un incremento del gap energetico che gli elettroni devono colmare per raggiungere lo stato energetico superiore al livello Fermi[5].

Utilizzando lo schema ternario Au-Ag-Cu, sono stati sintetizzati tre pigmenti con la tecnologia del pigmento ultrafine (UTP). Le proprietà ottiche dei tre pigmenti angolari basati sulla tecnologia UTP, utilizzata in ZTS (YY-YS-OO) sono già stati discussi in altri articoli [1] e in questo si passano in

the most commonly used gold jewelry and dental alloys today. By varying the composition of the Au-Ag-Cu system, a variety of hues and colors can be obtained, as shown in the ternary phase diagram in Figure 1. In this figure it can be seen, that the addition of copper gives the alloy a reddish hue, while the addition of silver makes the alloy greenish. This is consistent with band theory as the addition of silver causes an increase in the energy gap that the electrons must overcome to reach an energy state above the Fermi level[5].

Using the Au-Ag-Cu ternary plot, three pigments were synthesized using the ultra-thin pigment (UTP) technology. The optical properties of the three corner pigments based on UTP-technology used in the ZTS (YY-YS-OO) have already been discussed in detail elsewhere [1], here´s a quick review of the most important pigment benefits. The thickness of the aluminum substrate was reduced to a minimum and the weight percentage of aluminum in the pigment is in each case pigment is less than 15%. For this reason, too, the pigment can be handled as a dry powder and, as confirmed by the German Federal Institute for Materials Testing, is neither flammable nor does it lead to dust explosions. Metal interference pigments can therefore be marketed as a powder without the need for solvents or hazardous goods labels. So, apart from the safety benefits, users also benefit from being able to use a 100% powder product, which in turn allows more accurate dosing and easier formulation of waterborne coatings and sensitive coatings with high solid content.

Therefore the properties of effect pigments based on UTP technology, both in terms of their colorimetric and physical properties, represent perfect starting conditions for a mixing concept. This is also because the pigments can be processed in various applications like powder coatings, water- and solventborne coatings, printing inks and in plastics applications, where they can develop their coloristic properties.

Mixing of the three UTP types YY-YS-OO is trouble-free due to similar physical properties of the particles, and in the final application brings, among others, the advantage of no segregation (e.g. in dry-blend applications resulting in highly chromatic powder coatings) and intrinsic laser marking properties resulting in not haptically perceptible markings and

Fig. 4 - The new Sighttex Q device: (left) demonstration of flatbed acquisition of sprayed coating samples for visualization and analysis purposes, (right) available in-plane geometries (bold arrows represent viewing geometries)

Nuovo dispositivo Sighttex Q: (a sinistra) dimostrazione dell'acquisizione piana dei campioni di rivestimento verniciati a spruzzo a scopo di visualizzazione e di analisi, (a destra) geometrie in piano disponibili (le frecce in neretto rappresentano le geometrie di visione

rassegna i vantaggi principali offerti dal pigmento. Lo spessore del substrato di alluminio è stato ridotto a un minimo e il peso percentuale dell'alluminio nel pigmento è in ogni pigmento inferiore al 15%. Anche per questo motivo, il pigmento può essere gestito come polvere essiccata e, come confermato dall'Istituto Federale Tedesco per l'analisi dei Materiali, non è né infiammabile né causa l'esplosione della polvere. I pigmenti metallici di interferenza possono essere quindi comercializzati come polveri senza dover utilizzare etichette che segnalino la presenza di solventi o di merci pericolose. Di conseguenza, a parte i vantaggi riferiti alla sicurezza, gli utilizzatori possono trarre beneficio dalla possibilità di utilizzare il prodotto 100% in polvere, che a sua volta consente di dosare e di formulare in modo più accurato e facile i rivestimenti a base acquosa e i rivestimenti sensibili con alto contenuto solido.

Ne consegue che le proprietà dei pigmenti ad effetto basati sulla tecnologia UTP, colorimetriche e fisiche rappresentano le condizioni iniziali perfette per una tecnologia di miscelazione. Ciò anche perché i pigmenti possono essere trattati in varie applicazioni, fra cui i rivestimenti in polvere, a base acquosa e solvente, gli inchiostri da stampa e le applicazioni della plastica in cui sviluppare le loro proprietà coloristiche.

La miscela delle tre tipologie UTP YY-YS-OO è semplice perché le proprietà fisiche delle particelle sono simili e l'applicazione finale arreca, fra l'altro, il vantaggio dell'assenza di segregazione (ad esempio nelle applicazioni di miscela secca che forniscono rivestimenti in polvere ad alto potere coloristico) e le proprietà di marcatura laser intrinseche che danno marcature non percettibili al tatto e che possono essere trasferite a tutte le applicazioni, come rappresentato nelle Figure 2 e 3.

Dal momento che, come detto sopra, la distribuzione è semplice, le sfumature dorate desiderate in ZTS possono essere pigmentate oppure elaborate accuratamente.

In Figura 2 è rappresentato il nuovo sistema ternario (YY-YS-OO) costituito dai pigmenti UTP, dove i metalli semipreziosi oro, argento e rame (Au-Ag-Cu) sono stati sostituiti

can be transferred to all applications as shown in Figures 2 and 3.
Since, as mentioned above, dispensing is easy, the desired golden shades in the ZTS can be pigmented or worked out accurately.
Figure. 2 presents the new ternary system (YY-YS-OO) based on UTP pigments, where the (semi-) precious metals gold, silver, copper (Au-Ag-Cu) were replaced at the corners by the respective effect pigments. Here, the ZTS system is based on an aqueous automotive basecoat and has been sprayed pneumatically using a HVLP gun ad a spraying robot onto small ABS speed shapes for better visualization of color and flop. In order to define the samples used and their designation in the further course of this publication, we will refer to ZTS Coatings (ZTS CO) in the future.
As mentioned, the UTP pigments can be used in many other applications, which is why it was decided to present them here not only in waterborne, but also powder coatings, (screen) printing and plastics application, the result of which can be seen in Figure 4. Without listing the exact technical application parameters here, these samples are called ZTS PC (powder coating), ZTS PR (screen printing), ZTS P (plastic injection molding) and can thus be clearly assigned in the further course.
Based on these pictures, it can be understood that the ZTS approach works excellently in the individual applications. It should be noted, however, that the color shades in the positions in the respective ZTS for one application must not be compared with the other on a colorimetric level. Even if the percentage composition is identical from application to application in one position in the ZTS, other factors contribute to the fact that the realized shade differs in color and on a colorimetric level. The respective ZTS should therefore be considered as a starting point and formulation aid for the elaboration of golden shades similar to Leuser's (Au-Ag-Cu) ternary system, in which the desired target shade can be decided and then - within an application - this shade can be realized by mixing the respective, pure starting components (YY-YS-OO). The final pigmentation level is then also taken into account, depending on the respective application and the customer's system. Further fine-tuning to achieve the desired gold shade can then be done by the customer himself and leads to know-how protection on the formulation side, since the final composition is known only to him.

COLORISTIC EVALUATION

However, regardless of the known differences in the applications studied, it was necessary to characterize and compare the individual ZTS samples (PC, CO, P, PR) from Figures 2 and 3, which will now be done below. As an example, one color shade containing all three UTP pigments was selected from the ZTS, it contained 50% OO, 25%

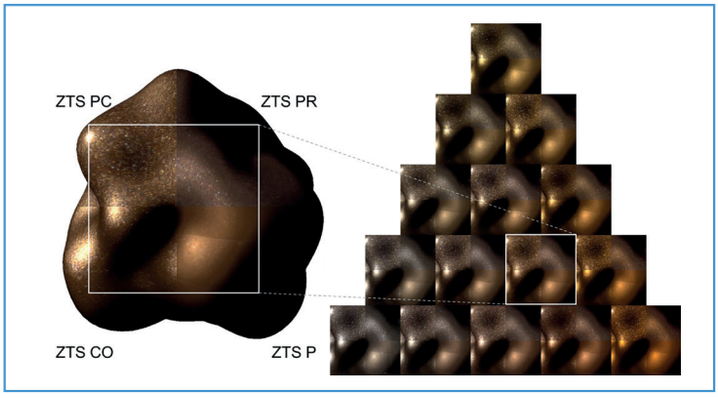


Fig. 5 - Visualization of all captured ZTS color shades for the different applications from Fig. 2 and Fig. 3
Visualizzazione di tutte le tonalità cromatiche dei colori ZTS catturati per differenti applicazioni da fig. 2 e fig. 3

agli angoli dai rispettivi pigmenti ad effetto. In questo caso, il sistema ZTS è costituito da una base acquosa per automotive ed è stata applicata a spuzzo ad aria compressa con l'ausilio di una pistola HVLP e un robot di spruzzatura in piccole forme a velocità ABS per visualizzare meglio il colore e il flop. Per definire i campioni usati e la loro designazione in questa relazione, da questo momento ci si riferirà ai Coating ZTS (ZTS CO).
Come detto sopra, i pigmenti UTP possono essere utilizzati in molte altre applicazioni, questo è il motivo per cui si è deciso di presentarli non solo per applicazioni a base acquosa, ma anche per applicazioni di rivestimenti in polvere, di stampa serigrafica e di plastiche, di cui si vedono i risultati in Figura 4. Senza elencare i parametri tecnici esatti di applicazione, questi campioni sono denominati ZTS PC (rivestimenti in polvere), ZTS PR (stampa serigrafica), ZTS P (stampo ad iniezione di plastica), come verranno definiti in seguito in questo articolo.
In base alle figure presentate, si comprende che la tecnica ZTS funziona in modo eccellente nelle singole applicazioni. Si deve notare, tuttavia, che le sfumature di colore nelle posizioni degli ZTS rispettivi per un'applicazione non devono essere comparate fra loro sul livello colorimetrico. Anche se la composizione percentuale è identica passando da un'applicazione all'altra, in una posizione in ZTS, vi sono altri aspetti che contribuiscono al fatto che le sfumature realizzate differiscono in quanto a colore e grado colorimetrico. Gli ZTS rispettivi devono quindi essere considerati come punto di partenza e supporto alla formulazione per l'elaborazione delle sfumature dorate simili al sistema ternario Leuser (Au-Ag-Cu), in cui può essere stabilita la sfumatura desiderata e poi, durante l'applicazione, dove questa sfumatura può essere realizzata miscelando i rispettivi componenti puri iniziali (YY-YS-OO).
Viene poi preso in considerazione il grado di pigmentazione finale, a seconda della rispettiva applicazione e

each of YY and YS. This color shade was now produced in different applications as shown in Fig. 2 and 3. In order to better understand and characterize the ZTS of the individual applications, a completely new device was used, which allows both the characterization of the appearance and the visual display of the measured data.

INTRODUCTION OF A NEW MEASURING DEVICE

The SIGHTTEX Q[7] is a new device for sensing the appearance of materials, resulting from decades of academic research[8] and years of technical development. It consists of 5 high-resolution industrial RGB cameras mounted in-plane at angles of 15°, 30°, 45°, 60°, and 75° and 28 LED point lights mounted in-plane at 3° increments between 0° and 81°. Cameras and lights allow independent adjustment of any azimuthal (out-of-plane) angle from 0-360° with 0.1° repeatability. The instrument can capture the appearance of the material with a resolution of up to 1500 DPI, which corresponds to a pixel-size of 17 m (59 pixels/mm). This configuration provides a wide variation of geometries that can be captured, giving the device versatile capabilities.

The device is used as a standard flatbed scanner with the material sample positioned over a 40 mm aperture at the top of the device, as shown in Figure 4. Because of this design, also nearly flat parts of non-flat objects can be analyzed.

The device can capture visualization data in several material-specific modes, which allows interactive viewing and illumination on a user-defined geometry. It also captures detailed statistical and texture data for quality control and other applications. Accompanying software offers color, reflectance and texture analysis. Coating-specific tools allow analysis of gloss, sparkle, and graininess, comparison of textures and statistics for inplane geometries. Particle distribution tool estimates particles inclination and anisotropy distributions. The photometric tool provides an estimate of the normal, albedo, and elevation maps of the material per pixel. The versatility of the instrument allows data for the above analyses to be collected in a single scan that takes between 2 and 40 minutes, minimizing the need for sample manipulation on different analysis platforms.

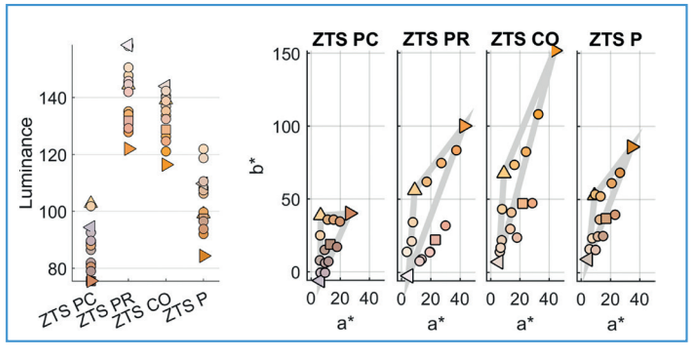


Fig. 6 - Color analysis for all applications shown in Fig. 3 and Fig. 4. in CIE Lab colorspace for the near-specular geometry 45°/30° (45°/as15°). The selected color shade is denoted by a square marker; pure UTP cornerstone pigments (YY-YS-OO) are denoted as triangles

Analisi del colore per tutte le applicazioni mostrate in fig. 3 e 4 nello spazio colore CIE Lab per la geometria quasi speculare 45°/30° (45°/15°). La tonaltà cromatica selezionata è presentata da un quadrato: i pigmeti UTP (YY-YS-OO) da un triangolo

del sistema del cliente. In un secondo momento il cliente può passare alla regolazione fine della sfumatura dorata desiderata e al know-how della protezione dal punto di vista della formulazione, dal momento che la composizione finale è nota soltanto a lui.

VALUTAZIONE DELLA TINTA

Nonostante tutto, indipendentemente dalle differenze note fra le applicazioni studiate, si è rivelato necessario caratterizzare e confrontare i singoli campioni ZTS (PC, CO, P, PR) delle Figure 2 e 3, come qui di seguito riportato. Ad esempio, è stata selezionata da ZTS una tonalità cromatica contenente tutti e tre i pigmenti UTP, con il 50% di OO e il 25% ciascuno di YY e YS. Questa tonalità cromatica è stata prodotta in varie applicazioni come rappresentato nelle Figure 2 e 3. Per comprendere meglio e caratterizzare lo ZTS della singola applicazione, è stato utilizzato un nuovo dispositivo, che permette di caratterizzare sia l'aspetto che la forma visibile dei dati misurati.

INTRODUZIONE A UN NUOVO DISPOSITIVO DI MISURA

SIGHTTEX Q[7] è un nuovo dispositivo per comprendere la forma dei materiali, risultato di decenni di ricerca accademica[8] e anni di sviluppo tecnico. Consiste di 5 fotocamere RGB ad alta risoluzione d'uso industriale, montate in piano ad angoli di 15°, 30°, 45°, 60° e 75° e di 28 punti luce LED montati in piano con incrementi di 3° fra 0° e 81°. Le fotocamere e le luci permettono regolazioni indipendenti di qualsiasi angolo azimutale (fuori asse) da 0-360° con ripetibilità di 0,1°. Lo strumento può catturare la forma del materiale con una risoluzione fino a 1500 DPI, che corrisponde a una dimensione pixel di 17 m (59 pixel/mm). Questa configurazione fornisce un'ampia variazione delle geometrie che possono essere catturate, offrendo allo strumento una grande versatilità. Il dispositivo è utilizzato come scanner piano standard con il campione di materiale che viene posizionato su un'apertura di 40 mm nella parte superiore dello strumento, come mostrato in Figura 4. Grazie a questa configurazione, è possibile analizzare solo le parti quasi piane degli oggetti non piani.

Il dispositivo può catturare i dati di visualizzazione in diverse modalità specifiche del materiale, permettendo anche

A COMPARISON OF THE ZTS APPLIED TO DIFFERENT APPLICATIONS

First, all samples of 15 ZTS color shades were captured for four different applications (PC, PR, CO, P), then collected and visualized on a blob shape as shown in Figure 5. As the data collected include the behavior of the coatings under different illumination and viewing geometries, it is possible to display a 'virtual layer' on literally any 3D object shape.

Color analysis of the acquired samples in the CIE Lab color space revealed, as expected, significant differences in luminance and chromatic behavior between the tested application methods, as shown in Figure 6 for the 45°/30° (45°/15°) near-specular geometry. When comparing the luminance values, we observe higher values for ZTS Printing and ZTS Coatings. The same behavior can be observed with respect to the color scale, with ZTS Printing and ZTS Coatings showing significantly higher values, especially in the b* channel.

While the analysis of color, gloss, sparkle, and graininess has become the industry standard, the instrument also allows the characterization of particle orientation which is not presented here.

In conclusion, it can be said that the combination of both innovations creates customer benefits because, on the one hand, the new ternary system (ZTS) based on the three basic pigments (YY-YS-OO) enables the rapid formulation of gold color shades in a wide range of applications, and, on the other hand, the new measuring instrument enables rapid and comprehensive characterization of the surfaces produced, so that experience has shown that laboratory processes are simplified, thus enabling cost savings.

"The original paper has been published in ECJ 12/2022".

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank Dr. Adalbert Huber (Schlenk Metallic Pigments GmbH) and Dr. Radomir Vavra (SightTex s.r.o.).

REFERENCES

[1] Huber, A, Maile, F.J. European Coatings Journal, 03 2021
[2] J. Leuser, Metall., 1949, 3, 105
[3] K. Nassau, Colour Res. and Appl., 1987, 12, 4
[4] Maile, F.J., Reynders, P., Pfaff, G., Progr. Org. Coat. 54 (2005) 150–163
[5] S. Watanabe, in 'Precious Metals Science and Technology', eds. L.S. Benner, T. Suzuki, K.Meguro and S. Tanaka, International Precious Metals Institute, Allentown, 1991, 1,
[6] https://www.reddit.com/r/metalcasting
[7] https://www.sighttex.com/
[8] Filip, Jiří, Radomír Vávra, and Mikuláš Krupička. 2014. "Rapid Material Appearance Acquisition Using Consumer Hardware" Sensors 14, no. 10: 19785-19805. https://doi.org/10.3390/s141019785

la visione interattiva e l'illuminazione su una geometria definita dall'utilizzatore. È possibile ottenere anche dati dettagliati statistici e strutturali per il controllo della qualità e altre applicazioni. Il software di supporto fornisce l'analisi del colore, della riflettanza e della struttura. Gli strumenti specifici del rivestimento permettono l'analisi della brillantezza, della luminosità e della granulosità, il confronto delle strutture e delle statistiche per le geometrie in piano. Il misuratore della distribuzione granulometrica stima l'inclinazione della particella e le distribuzioni anisotropiche. Il dispositivo fotometrico dà la stima. La versatilità del dispositivo fornisce dati delle suddette analisi da raccogliere in un'unica scansione che impiega dai 2 ai 40 minuti, riducendo il bisogno di ampie manipolazioni su differenti piattaforme di analisi.

CONFRONTO FRA ZTS PER APPLICAZIONI DIFFERENTI

In primo luogo, tutti i campioni delle 15 tonalità cromatiche ZTS sono stati catturati per quattro differenti applicazioni (PC, PR, CO, P) poi raccolti e visualizzati su una forma a bolla, come si osserva in Figura 5. Dal momento che i dati raccolti includono anche la risposta dei rivestimenti sottoposti a diverse illuminazioni e geometrie di visione, è possibile mostrare uno 'strato virtuale' letteralmente su qualsiasi oggetto in forma 3D.

L'analisi del colore dei campioni acquisiti nello spazio colore CIE Lab ha rivelato, come previsto, differenze significative nella luminanza e nella risposta cromatica fra i metodi di applicazione testati come indicato in Figura 6 per la geometria quasi speculare di 45°/30° (45°/15°). Quando si confrontano i valori di luminanza, si osservano valori superiori per la Stampa ZTS e Rivestimenti ZTS. Lo stesso comportamento è stato osservato in riferimento alla scala colore, dove ZTS Stampa e ZTS Rivestimenti mostrano valori molto più alti, in particolare nel canale b.*

Mentre l'analisi di colore, brillantezza, luminosità e granulosità è diventato lo standard industriale, lo strumento consente anche di caratterizzare l'orientamento della particella, che per motivi di spazio, qui non è presentata.

Per concludere, si può dire che la combinazione di entrambe queste innovazioni arreca un vantaggio al cliente perché, da una parte, il nuovo sistema ternario (ZTS) costituito dai tre pigmenti di base (YY-YS-OO) consente di formulare velocemente le tonalità del colore oro per una vasta serie di applicazioni, e, dall'altra, il nuovo strumento di misura consente la rapida e completa caratterizzazione delle superfici prodotte, quindi l'esperienza ha dimostrato che i processi di laboratorio sono semplificati, tali da permettere un risparmio dei costi.

"L'articolo originale è stato pubblicato in ECJ 12/2022".

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano Dr. Adalbert Huber (Schlenk Metallic Pigments GmbH) e Dr. Radomir Vavra (SightTex s.r.o).