

A close-up photograph of a mechanical assembly. In the foreground, a series of interlocking metal gears are visible, with a prominent gear having a serrated edge. Above the gears, two orange tool bits, likely part of a robotic or automated assembly line, are positioned. The background shows a complex metal structure, possibly a housing or part of a machine, with various bolts and components. The lighting is dramatic, highlighting the metallic textures and the vibrant orange of the tool bits.

Rivestimenti  
per la trasmissione  
del moto  
**spessori minimi,  
prestazioni  
massime**

Gianandrea Mazzola

GRAZIE A TECNOLOGIE  
DI DEPOSIZIONE  
MICROMETRICHE  
EVOLUTE,  
OERLIKON BALZERS  
PROPONE SOLUZIONI  
IN GRADO DI  
MIGLIORARE  
DUREZZA,  
SCORREVOLEZZA  
E RESISTENZA  
ALL'USURA  
DI UTENSILI  
E COMPONENTI

In ambito industriale, sono spesso i dettagli invisibili a determinare la differenza tra efficienza e inefficienza, durata e obsolescenza, continuità operativa e fermo macchina. È questo il caso dei rivestimenti superficiali a film sottili: tecnologie che, pur misurandosi in pochi micron, meno dello spessore di un capello umano (che misura circa  $70\ \mu\text{m}$ ), incidono in modo sostanziale sul comportamento meccanico, tribologico e termico di utensili e componenti. Non si tratta di un semplice rivestimento protettivo, ma di un intervento che agisce a livello micrometrico, creando una nuova superficie con proprietà chimico-fisiche specifiche e uniche. Nei sistemi di trasmissione, dove le sollecitazioni sono continue e le condizioni operative critiche, l'applicazione di rivestimenti funzionali determina un salto prestazionale rilevante. Durezza superiore, attrito ridotto, maggiore resistenza all'usura, alla corrosione e alle alte temperature: caratteristiche che consentono di ripensare la funzione del componente in chiave sostenibile ed efficiente. In quest'ambito operano le tecnologie di deposizione sviluppate internamente da Oerlikon Balzers e applicate su scala industriale in numerosi settori. In Italia, l'azienda gestisce 4 centri produttivi specializzati nel rivestimento di utensili e componenti ad alta criticità,

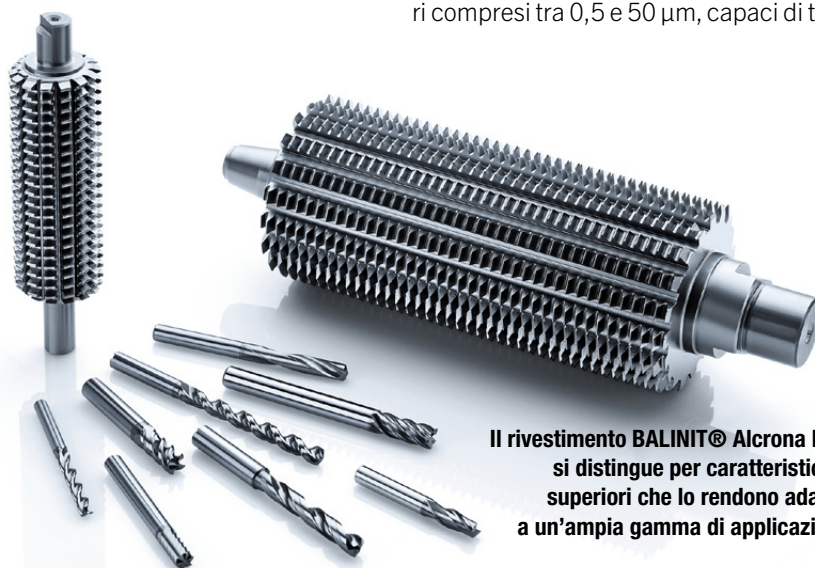


**Paola Recanati**  
Head of Sales and Marketing  
di Oerlikon Balzers Coating Italy

tra cui quelli destinati alla generazione di ingranaggi. Con Paola Recanati, Head of Sales and Marketing di Oerlikon Balzers Coating Italy, ne abbiamo approfondito il ruolo nella ridefinizione degli standard prestazionali applicati alla generazione di ingranaggi e alla trasmissione del moto.

### Famiglie di rivestimenti e funzionalità operative

Oerlikon Balzers rende disponibili diverse soluzioni di rivestimento e, tra queste, un ruolo centrale è affidato alle tecnologie PVD e PA-CVD, basate sulla deposizione in fase vapore. Si tratta di processi fisici e chimici che permettono di ottenere strati funzionali molto sottili, con spessori compresi tra  $0,5$  e  $50\ \mu\text{m}$ , capaci di tra-



**Il rivestimento BALINIT® Alcrona Evo si distingue per caratteristiche superiori che lo rendono adatto a un'ampia gamma di applicazioni**

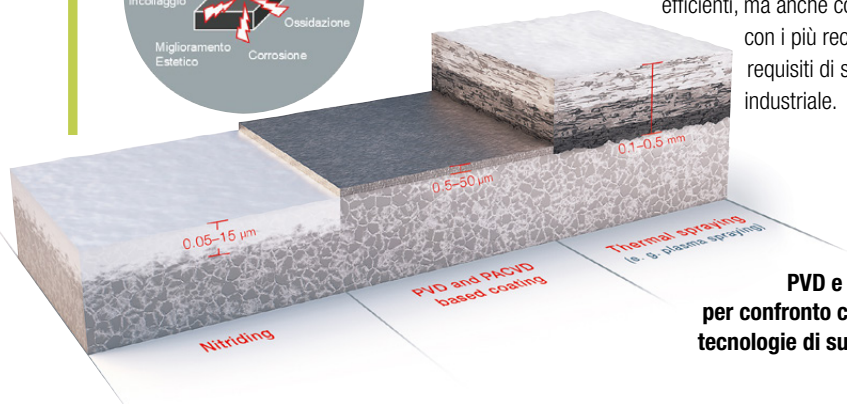
## PVD e PA-CVD: due processi, una logica funzionale

Le tecnologie di rivestimento PVD (Physical Vapor Deposition) e PA-CVD (Plasma Assisted Chemical Vapor Deposition) condividono l'obiettivo di creare film sottili ad alte prestazioni sulla superficie di un componente, ma si basano su principi fisici differenti. Nel PVD, il materiale da depositare (tipicamente un metallo o una lega) viene sublimato in condizioni di alto vuoto, fatto reagire con opportuni gas reattivi, accelerato e condensato sulla superficie del pezzo. Il processo è prevalentemente fisico, guidato da meccanismi di evaporazione e ionizzazione controllata.

È particolarmente adatto per rivestimenti duri a base di nitruri, carburi o carbonitridi di metalli, utilizzati per rivestire utensili. Nel PA-CVD, invece, la deposizione avviene attraverso reazioni chimiche di precursori gassosi, attivate da un plasma a bassa temperatura. Il risultato è una pellicola omogenea, anche su geometrie complesse, spesso a base di carbonio o composti organici, con eccellenti proprietà tribologiche. È una soluzione ideale per componenti di trasmissione che

richiedono riduzione degli attriti, resistenza al grippaggio e ottima scorrevolezza. Entrambi i processi producono strati di spessore da 0,5 a 50 micron, fortemente adesi, in grado di migliorare durezza, stabilità termica, resistenza chimica e comportamento tribologico, senza alterare le dimensioni del componente. La deposizione avviene in vuoto spinto, senza liquidi o agenti chimici inquinanti, rendendo queste tecnologie non solo

efficienti, ma anche compatibili con i più recenti requisiti di sostenibilità industriale.



**PVD e PA-CVD per confronto con altre tecnologie di superficie**

sformare radicalmente le proprietà superficiali di utensili e componenti, senza alterarne le dimensioni o le caratteristiche meccaniche di base.

«Le nostre tecnologie – spiega Paola Recanati – aiutano i clienti a ottenere di più con meno. Miglioriamo la superficie di un utensile con pochi micron di rivestimento per aumentare la velocità di taglio, abbassare i tempi ciclo, minimizzare gli attriti, prolungarne la durata, creare una barriera termica e aumentare la possibilità di successive riaffilature, riducendo l'impiego di risorse preziose».

I rivestimenti si suddividono in due categorie principali, sviluppate per applicazioni con requisiti funzionali differenti. I rivestimenti a base di nitruro, ottenuti combinando metalli come titanio, cromo o alluminio, garantiscono elevata durezza e resistenza all'ossidazione. Trovano impiego soprattutto nel campo dell'utensileria: frese, creatori, coltelli e alesatori utilizzati nella lavorazione di acciai e leghe ne beneficiano direttamente in termini di durata del tagliente e riduzione delle riaffilature.

«I rivestimenti a base carbonio – precisa Paola Recanati – sono invece progettati per ridurre gli attriti ed evitare fenomeni di grippaggio. La struttura del carbonio conferisce durezza superficiale e basso coefficiente d'attrito, migliorando la scorrevolezza dei sistemi meccanici e aumentando l'efficienza energetica dei componenti in movimento».

Entrambe le famiglie condividono un principio operativo comune: depositare un materiale con specifica composizione chimica sulla superficie del componente. Questi strati, fortemente adesi, aumentano in modo significativo la durezza e la resistenza all'abrasione, all'erosione, alla corrosione. In specifiche applicazioni fungono anche da barriera termica.



**BALINIT® Optura di Oerlikon Balzers, rivestimento altamente resistente all'usura, specificamente progettato per la foratura e l'alesatura ad alta performance dell'acciaio e della ghisa**

## Applicazioni nel settore gear cutting

Il taglio di ingranaggi rappresenta una delle applicazioni più esigenti nell'ambito della trasmissione del moto, con utensili sottoposti a condizioni operative estreme. Creatori, coltelli, frese e alesatori lavorano acciai ad alta resistenza con velocità elevate, cicli prolungati e tolleranze stringenti. In questi contesti, i rivestimenti PVD si rivelano determinanti per prolungare la durata del tagliente e incrementare la produttività.

«All'interno della categoria gear cutting – dichiara Paola Recanati – la nostra proposta si articola in più soluzioni, studiate in funzione del tipo di materiale da lavorare e delle condizioni operative. Non esiste un'unica esecuzione valida per ogni esigenza, ma una gamma di rivestimenti ottimizzati per le diverse applicazioni».

Tra le proposte di punta si colloca BALINIT® Alcrona Evo, rivestimento di terza generazione ed evoluzione di una tecnologia sviluppata oltre vent'anni fa. Si tratta di una soluzione universale per operazioni come fresatura, alesatura, foratura e tornitura. Il confronto con le versioni precedenti e con i prodotti disponibili sul mercato evidenzia miglioramenti concreti: maggiore durezza, superiore duttilità e resistenza a temperature più elevate. «Queste caratteristiche – conferma Paola Recanati – si traducono in un incremento dal 20% al 60% nel numero di pezzi lavorati, a seconda dell'applicazione, oppure in una riduzione dell'asportazione di materiale durante l'affilatura, che consente un maggior numero di riaffilature nella vita dell'utensile.»

Il BALINIT® Alcrona Evo rappresenta oggi il riferimento principale dell'azienda per la generazione di ingranaggi. Soluzione evoluta del consolidato BALINIT® Alcrona, si distingue per caratteristiche migliorate che lo

rendono adatto a un'ampia gamma di applicazioni. La sua adozione risulta particolarmente indicata nei contesti in cui produttività e durata dell'utensile costituiscono fattori strategici.

## Rivestimenti per componenti di trasmissione

Se negli utensili il rivestimento ha la funzione primaria di estendere la durata del tagliente o aumentare la velocità di lavorazione, nei componenti di trasmissione l'obiettivo principale è la riduzione degli attriti e l'incremento dell'efficienza meccanica. In settori ad alte prestazioni come l'automotive o il motorsport, dove gli organi meccanici operano in condizioni estreme, anche un lieve miglioramento delle proprietà tribologiche può fare la differenza tra una prestazione stabile e un'usura prematura.

«Oltre agli utensili per la generazione dell'ingranaggio – dichiara Paola Recanati – rivestiamo anche gli ingranaggi stessi. In questi componenti, soprattutto nei settori in cui le sollecitazioni sono spinte al limite è importante migliorare la resistenza superficiale. In questi casi, si impiegano rivestimenti specifici come il BALINIT® DLC Star (CrN/a-C:H) o il BALINIT® C (WC/C), appartenenti alla famiglia dei rivestimenti a base di carbonio, che svolgono la funzione di lubrificanti duri fortemente adesi alla superficie dell'ingranaggio. Stabilmente adesi

al componente, riducono il coefficiente di attrito, abbassano il tasso di usura e aumentano la vita utile del componente».

Questo tipo di trattamento permette agli ingranaggi di operare in modo più fluido, con minori dispersioni energetiche, e di mantenere prestazioni costanti per l'intero ciclo operativo, anche in presenza di carichi elevati, cicli termici intensi o temporanee riduzioni della lubrificazione.

## Dal cuscinetto alle camme, ambiti applicativi e vantaggi

«Oltre agli ingranaggi – continua Paola Recanati – trattiamo anche altri elementi della trasmissione del moto, come cuscinetti, alberi, camme e pistoni. I rivestimenti trovano impiego in motori diesel navali e sistemi idraulici complessi, comprese pompe a pistoni assiali o radiali. La logica è sempre la stessa: ridurre gli attriti e migliorare la scorrevolezza per aumentare l'efficienza meccanica e limitare le dispersioni energetiche».

Un ulteriore vantaggio è legato alla conformità ai requisiti FDA, che consente l'impiego dei rivestimenti anche in ambiti regolati, come quello medicale e alimentare. In questi casi, le superfici trattate devono superare test di citotossicità e biocompatibilità, garantendo la massima sicurezza d'uso.

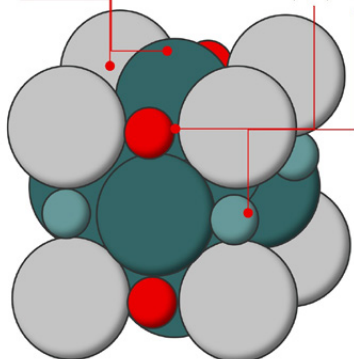


**In settori ad alte prestazioni come l'automotive o il motorsport, anche un lieve miglioramento delle proprietà tribologiche può fare la differenza tra una prestazione stabile e un'usura prematura**

## Nitruri / Carburi / Ossidi

Ioni metallici: Ti, Cr, Al, ...

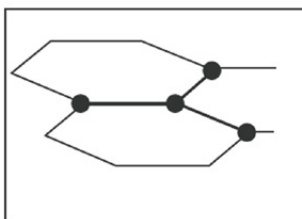
Ioni non-metallici:  
C, N, O, B



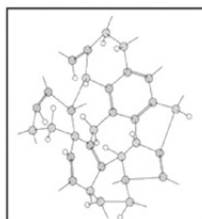
**Elevata durezza, resistenza a usura e ossidazione.**

**I rivestimenti a base di nitruro, ottenuti combinando metalli come titanio, cromo o alluminio, garantiscono elevata durezza e resistenza all'ossidazione**

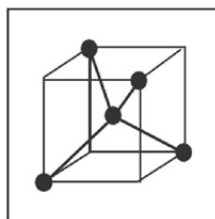
## Rivestimenti a base di carbonio (DLC)



**Grafite  $sp^2$**



**DLC  $sp^2$  e  $sp^3$**



**Diamante  $sp^3$**

**I rivestimenti a base carbonio sono progettati per ridurre gli attriti ed evitare fenomeni di grippaggio**

«I processi PVD e PA-CVD – precisa Paola Recanati – offrono anche un profilo ambientale favorevole: la deposizione avviene in alto vuoto, a basse temperature e senza l'impiego di liquidi inquinanti, rappresentando una valida alternativa ecologica alla cromatura».

L'intervento si affianca ai trattamenti termici convenzionali, come cementazione o nitrurazione, completandoli con una pellicola protettiva che funge da scudo protettivo o lubrificante solido. Anche in assenza di problematiche evidenti, l'applicazione del rivestimento consente di migliorare

l'efficienza e, in taluni casi, di ridurre la potenza necessaria al funzionamento del sistema.

### **Il valore del supporto orientato allo sviluppo di soluzioni personalizzate**

L'applicazione efficace dei rivestimenti superficiali richiede una chiara comprensione delle condizioni operative e delle esigenze specifiche di ciascun cliente. Le prestazioni ottenibili dipendono infatti da numerosi fattori: geometria del pez-

zo, materiale di base, condizioni di esercizio, tipologia di carico e ambiente applicativo. Per affrontare in modo mirato questa complessità, Oerlikon Balzers ha strutturato un team commerciale composto da personale tecnico interno, con competenze verticali nei settori di riferimento, che affianca direttamente i reparti qualità e industrializzazione.

«Il nostro obiettivo – dichiara Paola Recanati – non è limitato alla fornitura di prodotti, ma orientato allo sviluppo di soluzioni personalizzate. Per poter offrire soluzioni efficaci è fondamentale che chi si interfaccia con il mercato posseda la competenza tecnica necessaria ad affrontare in modo approfondito le esigenze dei clienti».

Il confronto tecnico con clienti e partner consente di costruire soluzioni su misura, partendo dall'applicazione reale e dai vincoli progettuali del sistema. La sfida non è solo realizzare un ingranaggio con buone caratteristiche superficiali, ma ottimizzare l'intero sistema di produzione e utilizzo, aumentando l'efficienza complessiva e riducendo i costi indiretti. Il flusso di feedback proveniente dai costruttori di utensili e dagli utilizzatori finali alimenta in modo continuativo l'attività di sviluppo, garantendo un allineamento costante tra le soluzioni proposte e le reali esigenze del mercato.

### **Innovazione guidata dal mercato**

«Ogni anno – rileva Paola Recanati – vengono lanciati nuovi rivestimenti nati da miglioramenti tecnici concreti, sviluppati in risposta a sfide emergenti: la crescente domanda di ottimizzazione dei cicli produttivi e l'introduzione di nuove leghe metalliche ad alta resistenza impongono soluzioni sempre più avanzate».

Tra le innovazioni recenti figurano BALINIT® Optura, rivestimento pensato per ottimizzare i processi di foratura, e BALDIA® Varia, soluzione al dia-

## Presenza globale e competenze locali

Oerlikon Balzers Coating Italy S.p.A. è parte della divisione Surface Solutions del gruppo svizzero Oerlikon, riferimento globale nelle tecnologie avanzate di superficie. Oerlikon Surface Solutions impiega oltre 8.200 persone e gestisce 165 siti produttivi in tutto il mondo, con un fatturato annuo di circa 1,5 miliardi di franchi svizzeri e, nel 2024, ha convogliato 75 milioni di franchi svizzeri alla ricerca e sviluppo di nuove soluzioni tecnologiche. Le soluzioni proposte comprendono rivestimenti, servizi applicativi e sistemi completi per numerosi settori industriali, tra cui automotive, general industry, aerospace e difesa. Oerlikon Balzers Coating Italy S.p.A. opera attraverso quattro siti: due in modalità conto terzi, che rivestono componenti e utensili per clienti esterni, e due integrati presso grandi costruttori di utensili, con macchinari e personale direttamente on-site. Questa doppia configurazione consente di ottimizzare i tempi di risposta, aumentare l'efficienza logistica e offrire un supporto tecnico continuo. Un elemento distintivo è la produzione di sistemi completi per il rivestimento, progettati e realizzati interamente all'interno del gruppo. Anche se il core business è il servizio di rivestimento, l'azienda è disponibile a vendere i sistemi di rivestimento ai clienti che intendono internalizzare il processo. L'intera filiera tecnologica, dalla ricerca dei materiali alla gestione applicativa, è sviluppata e controllata internamente, garantendo coerenza, affidabilità e innovazione continua. La sede italiana gestisce un fatturato annuo di circa 20 milioni di euro, con 99 dipendenti specializzati e una gamma completa di rivestimenti per applicazioni ad alta criticità.

mante per lavorazioni di materiali particolarmente abrasivi. Le proposte si articolano nelle tre famiglie BALINIT®, BALIQ® e BALDIA®, ciascuna destinata a specifici ambiti applicativi.

«Molte aziende – conclude Paola Recanati – quando si avvicinano per la prima volta a questa tecnologia, tendono a chiedere quale sia il nostro supporto al mercato, ai settori serviti. In realtà, la domanda da porsi dovrebbe essere quella di capire cosa possa fare e come possa essere utile questa tecnologia per loro. Ogni sistema può essere ottimizzato senza essere vincolato a soluzioni preesistenti, evitando così di limitare l'innovazione a un semplice adeguamento delle soluzioni già esistenti».

L'approccio tecnico orientato al mercato e la costante attività di ricerca e sviluppo consentono a Oerlikon Balzers di non limitarsi a fornire un prodotto performante, ma di contribuire a ripensare l'intero sistema in cui quel prodotto è inserito. Ogni progetto rappresenta un'opportunità per costruire una soluzione su misura, capace di trasformare il rivestimento superficiale in un vantaggio competitivo concreto. È in questa capacità di integrare competenze, tecnologie e visione che si manifesta il vero valore aggiunto dei rivestimenti di nuova generazione. ●