

# Material-Storming: Settore metalmeccanica

Udine – 4 aprile 2013

Relatore Ing. Valeria Adriani, MaTech – PST Galileo

Per molte aziende della filiera della metalmeccanica la protezione alla corrosione, l'incremento della resistenza all'usura e la riduzione dell'attrito sono temi di assoluta priorità. Tra le soluzioni che il mercato offre per risolvere o comunque migliorare tali aspetti si evidenziano:

- i rivestimenti ceramici applicati via HVOF: si tratta di una tecnologia di deposizione a spruzzo di polveri ceramiche, sparate ad elevatissima velocità (1000 m/sec) attraverso una fiamma ad alta temperatura (attorno ai 3000°C). A seconda del tipo di polvere depositata (soprattutto carburi di tungsteno o di cromo), si garantisce resistenza all'usura e all'abrasione (durezza fino a 1200-1400 HV) oppure maggiore resistenza alla corrosione, anche in presenza di temperature elevate;

- i rivestimenti ceramici applicati ad alluminio attraverso un particolare processo simile all'anodizzazione dura a spessore. Offre resistenza all'ossidazione e all'usura e, rispetto a quello tradizionale, non modifica le dimensioni originali del pezzo, dato che il suo spessore penetra per il 90% (contro il 50% tradizionale) all'interno della superficie. E' stato inoltre possibile ottenere effetti cromatici (es. giallo, rosso, blu);

- i rivestimenti per la lubrificazione a secco a base di Bisolfuro di Tungsteno, utilizzati soprattutto per applicazioni sottovuoto. Con un particolare processo a spruzzo che avviene in aria e a temperatura ambiente, si ottiene un sottile strato (0,5 micron massimo) autolubrificante (coefficiente d'attrito 0.03) ancorato saldamente al substrato, rimuovibile solo con mezzi abrasivi. Dotato di buona conducibilità (termica ed elettrica) e resistenza termica (tra -188°C e +538°C), non migra, non è tossico ed è compatibile con olii e grassi;

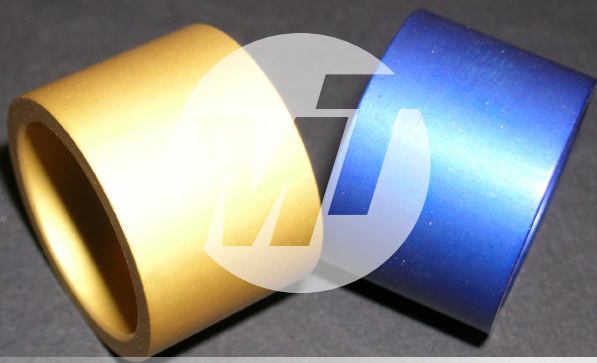
- il rivestimento polimerico a base PEEK, con spessori tra 75 e 1000 micron, permette a substrati metallici o ceramici di raggiungere coefficienti d'attrito di 0.15-0.3 e ottima resistenza all'abrasione, di gran lunga superiore a quella di rivestimenti fluorurati (dal 50% al 200%). Grazie alla sua composizione chimica, è resistente a sostanze aggressive come sali, acqua e vapore, prodotti alcalini, acidi, o idrocarburi aromatici;

- rivestimento con microsfele di lubrificante che, asciutto al tatto, rilascia l'olio solo in caso di sfregamento. Dato che la sua applicazione ed essiccazione avvengono a temperatura ambiente, è adatto anche per substrati plastici oltre che metallici;

- rivestimento autolubrificante nanocomposito che combina un trattamento di finitura isotropica (che elimina i picchi di rugosità superficiale) con un deposito di bisolfuro di tungsteno. Offre ottima resistenza al graffio e alla delaminazione, oltre che un buon effetto lubrificante (coefficiente 0.04).

Un altro tema che interessa trasversalmente tutti i settori merceologici e nello specifico quello metalmeccanico è la riduzione del rapporto peso/resistenza meccanica.

In questo ambito la sostituzione del tradizionale metallo, che garantisce ottime prestazioni ma risulta pesante, deve essere accuratamente studiata e valutata tenendo in considerazione diversi aspetti legati alle proprietà richieste necessarie, alle condizioni operative, ai volumi produttivi, alla durata accettabile e ai costi sostenibili.



Rivestimento ceramico per alluminio



Sandwich leggero in alluminio e cuore polimerico

Spesso i casi di successo più frequenti sono legati alla sostituzione del metallo con polimeri tecnici che, pur offrendo prestazioni inferiori (ma talvolta sufficienti) e durata più breve, sono estremamente più leggeri, non si ossidano, sono spesso intrinsecamente autolubrificanti e infine permettono forme complesse ed economicità per alti volumi di produzione.

Tra queste soluzioni polimeriche si evidenziano:

- le poliammidi (o nylon – PA) di cui esistono moltissime tipologie (rinforzate e non) e varietà di prestazioni. Ottime per quanto riguarda la resistenza chimica e la resistenza a fatica, offrono moduli elastici variabili tra 15 e 28 GPa. La loro caratteristica di assorbire l'umidità porta a delle variazioni dimensionali, di cui tener conto nella progettazione, oltre che ad una diminuzione del modulo elastico, che spesso però si traduce in un aumento della resistenza all'urto. Sono adatte per applicazioni sottoposte a temperature inferiori ai 120°C;
- il PPS (polifenilsolfuro) che può lavorare in continuo fino a 240°C e resiste anche a picchi di 270°C. Resistente all'attacco chimico, è ritardante di fiamma (V0 secondo la UL94) e, rispetto alle poliammidi, è poco igroscopico. Molto rigido, è disponibile per lo più nella versione rinforzata;
- il PEEK che gode di buone proprietà di scorrimento e di resistenza ad usura, oltre che di ottimo comportamento alle alte temperature (fino a 315°C). Molto resistente chimicamente, biocompatibile e idoneo al contatto alimentare, presenta buon isolamento elettrico. Noto soprattutto come polimero da iniezione, estrusione o stampaggio a compressione, è oggi impiegato anche come matrice termoplastica in compositi (viti per impianti biomedicali);
- le soluzioni termo-conduttive, che possono essere a diversa base termoplastica (PP, PA, PPA, PPS, PC e PC/ABS). La loro conducibilità termica, che può variare tra 1 a 20 W/mK, non è sicuramente comparabile a quella dei metalli ma permette loro di essere impiegate efficacemente in dissipatori di luci a LED o in altri sistemi dissipativi dalle geometrie complesse.

Si segnala inoltre una tecnologia che permette di sostituire il metallo con polimeri tecnici grazie ad un rivestimento nanocristallino di spessore 25 – 200 micron in grado di rafforzare meccanicamente (resistenza a fatica) e termicamente il polimero.

Si tratta di un trattamento galvanico speciale che può essere realizzato sull'intero pezzo o solo sull'area interessata.

Oltre alle soluzioni polimeriche si riportano alcuni esempi di materiali compositi, tra cui:

- i pultrusi, che, grazie alla presenza della fibra lunga continua lungo tutto il profilo, sono caratterizzati da elevata resistenza a trazione e flessione. Grazie alle possibili combinazioni di resina e di rinforzo, offrono una vasta gamma di pesi e di prestazioni, legate alla resistenza alla corrosione, all'isolamento elettrico, alla rigidità o all'assorbimento d'acqua;
- sandwich con pelli in alluminio e cuore polimerico caratterizzati da un elevato rapporto rigidità/peso, facile lavorabilità, capacità di smorzare vibrazioni, resistenza a raggi UV e totale riciclabilità;
- sandwich strutturali con pelli in acciaio inox e cuore in fibre microscopiche d'acciaio inox. Grazie a spessori totali sottili (da 0.7 fino a 2 mm al massimo), a parità di resistenza a flessione offrono pesi inferiori (da 1,5 a 4,2 kg/mq). Resistono al fuoco, alla corrosione, al graffio, all'umidità e al calore, sono atossici e riciclabili. Possono essere infine lavorati come l'acciaio inox puro;
- composito metallico a base alluminio e carica di nanotubi di carbonio; presenta caratteristiche simili all'acciaio (stessa resistenza a trazione, 700 MPa) ma è tre volte più leggero. La presenza di nanotubi in carbonio stabilizza termicamente il composito fino a temperature prossime ai 240°C. E' disponibile attualmente sottoforma di semilavorato, ovvero barre, tubi e tondi.



Sandwich in acciaio



Composito in alluminio e nanotubi di carbonio



Spesso nell'industria metalmeccanica i processi produttivi impiegati avvengono in condizioni di elevata temperatura; serve dunque un buon sistema d'isolamento termico o di protezione individuale. Tra le molteplici soluzioni che il mercato offre in questo ambito si segnalano le seguenti tecnologie:

- compositi a matrice ceramica che offrono un'elevata resistenza meccanica e resistenza alla frattura anche a temperature altissime (fino a 2000°- 2200°C). Sono inoltre stabili all'ossidazione e applicabili per pezzi a geometria anche complessa. Si tratta per lo più di carburi di Silicio, Zirconio o Afnio rinforzati con fibre di carbonio;
- tessuti e feltri in fibra di basalto. Presentano elevate proprietà di isolamento termico e acustico e possiedono caratteristiche più performanti rispetto alle fibre di vetro, soprattutto a temperature comprese tra i 300° e i 500°C. Le fibre in basalto sono inerti, non inalabili e ignifughe, resistenti alla corrosione e ai raggi ultravioletti. I tessuti possono essere trattati superficialmente ottenendo così prodotti resistenti agli acidi, ai solventi e agli oli, resistenti all'abrasione, all'acqua, con proprietà antiscivolo e fluorescenti;
- feltri e tessuti realizzati con fibre ottenute da resine fenolo-aldeiche attraverso il processo di melt-spinning. Dato che la fibra è costituita solamente da carbonio, ossigeno e idrogeno, questi prodotti sono infusibili e insolubili. Sono buoni isolanti termici, elettrici ed acustici;
- pannelli rigidi e semi-flessibili autoportanti costituiti al 100% da fibra poliimide senza alcun legante. Offrono leggerezza e, contemporaneamente, proprietà di isolamento termico, resistenza alla compressione, durabilità e facilità di assemblaggio. Non sono fragili e non si rompono anche se sottoposti a forze di compressione, espansioni termiche o shock termici;

• ceramica flessibile colorata realizzata grazie alla deposizione di uno strato ceramico su un substrato polimerico non-tessuto flessibile. Grazie al supporto flessibile, è fornita in rotoli ed è adatta a rivestire qualsiasi superficie, anche curva. Grazie al materiale di base in ceramica, risulta resistente al graffio e all'impatto, agli agenti chimici e al fuoco, impermeabile ma traspirante e stabile agli UV, non contiene metalli pesanti, plastificanti e stabilizzanti;

• inchiostri termocromici il cui cambiamento di colore, reversibile o irreversibile, fornisce utili informazioni relative alla temperatura raggiunta su un certo substrato, risultando uno strumento semplice ed efficace per la sicurezza dell'operatore. Sono presenti numerose tipologie di questo materiale, in base alla temperatura e all'effetto cromatico.

Infine sono riportati alcuni esempi di materiali impiegati nel settore industriale per ridurre il rumore prodotto da motori o macchinari in funzione oppure legato a fenomeni di vibrazione:

- lastre flessibili ottenute dalla combinazione di gomma riciclata e di sughero. Sono attualmente utilizzate nel settore dell'edilizia come sotto-pavimento;
- compound costituito al 100% di polinorbonene con caratteristiche di assorbimento dell'energia cinetica e dissipazione delle vibrazioni. Il materiale è disponibile in diverse durezze a seconda dell'utilizzo finale a cui è destinato e può essere fornito in lastre o in parti o elementi stampati;
- gomma vulcanizzata viscoelastica con proprietà vibroassorbenti. Grazie alla sua formula speciale, è in grado di fornire un elevato smorzamento per un'ampia gamma di frequenze; risulta quindi adatto per applicazioni dove è richiesto lo smorzamento di urti, di vibrazioni e di onde acustiche.



Rivestimento flessibile in ceramica



Lastre in gomma riciclata e sughero