

# Il futuro è dei sinterizzati



**Oreste Morandi, segretario di Assinter,** l'associazione che riunisce aziende, enti e professionisti nel campo della metallurgia delle polveri.

**F**iltri, boccole autolubrificanti, pattini per freni, frizioni, utensili diamantati. Il campionario dei prodotti per i quali la metallurgia delle polveri si dimostra vincente è quanto mai ricco e variegato. E in continuo ampliamento. A conferma dell'evoluzione che la tecnologia sta mostrando sia dal punto di vista delle materie prime che dei mezzi di produzione. Abbiamo fatto il punto con Oreste Morandi, segretario di Assinter, l'associazione che riunisce aziende, enti e professionisti del settore.

**Progettare:** Dottor Morandi, per incominciare le chiederei di definire che cosa si intende per metallurgia delle polveri?

**Morandi:** La metallurgia delle polveri è un processo industriale con cui si producono in media o grande serie componenti metallici di forma definita, con proprietà fisico-meccaniche e tolleranze dimensionali tali da permetter-

La metallurgia delle polveri comprende una vasta gamma di tecnologie, materiali e prodotti anche molto differenti tra loro, che rappresentano la soluzione ottimale di problemi nei settori più diversi. Il presente e il futuro, i limiti e i criteri di scelta, gli esempi di successo, secondo Oreste Morandi, segretario di Assinter

ne l'impiego immediato, senza ulteriori lavorazioni. In questo senso essa rappresenta un processo integrale: partendo da una materia prima sotto forma di polvere si ottengono dei componenti, chiamati sinterizzati per antonomasia, la cui forma, finitura superficiale e proprietà sono quelle richieste dall'applicazione.

**Progettare:** Perché un progettista deve scegliere la metallurgia delle polveri?

**Morandi:** Considerando sempre la componentistica meccanica, la scelta di una tecnologia da parte di un progettista deve passare attraverso un percorso che, a partire dalla funzione del componente, metta in relazione i diversi materiali con le relative possibili tecnologie di formatura. Per ogni tecnologia di formatura vanno presi in considerazione molteplici aspetti come:

libertà di forma, dimensioni e pesi, tolleranze ottenibili, finitura superficiale, serie economiche, durata degli utensili, ecc. Se le caratteristiche del particolare da produrre rientrano tra quelle in grado di essere soddisfatte dalla metallurgia delle polveri, essa va presa in seria considerazione in quanto, nella maggior parte dei casi, risulta essere la più economica tra le diverse alternative. Si può tranquillamente affermare che qualora un componente meccanico sia producibile con la metallurgia delle polveri, la ragione della sua scelta è di carattere prettamente economico. Il vincolo principale è la serie economica: in linea di massima la metallurgia delle polveri è da considerare per produzioni superiori a 10.000 pezzi/anno. Una volta verificata l'applicabilità della tecnologia e la serie minima, nel campo delle leghe base ferro, solo lo stampaggio a freddo, qualora sia applicabile, può reggerne la competitività.

**Progettare:** Rispetto a quali tecnologie è preferibile in termini di prestazioni?

**Morandi:** Occorre prima precisare che cosa si vuole intendere per prestazioni. Nel caso si intenda quale tecnologia fornisca le prestazioni più elevate a parità di composizione chimica del materiale, i materiali sinterizzati sono penalizzati dalla presenza della porosità (dal 5% al 15% secondo le necessità) che ne riduce le proprietà meccaniche in ragione della percentuale di porosità. Pertanto generalmente le prestazioni intese in questo modo non sono motivo di scelta della tecnologia.

Nel caso invece si intenda modulare le prestazioni in funzione dell'applicazione, in molti casi la metallurgia delle polveri è la soluzione vincente. Infatti sovente ci si trova di fronte a casi in cui non è richiesto il massimo delle prestazioni del materiale utilizzato, in questo caso la possibilità di modulare la porosità, e quindi le caratteristiche del materiale, è possibile realizzare forti risparmi sul ciclo di produzione che rendono competitiva la scelta del sinterizzato.

**Progettare:** Dottor Morandi, ci sono esempi in cui la metallurgia delle polveri rappresenta in assoluto la soluzione tecnicamente migliore?

**Morandi:** Rimanendo nel campo della componentistica meccanica, il caso delle boccole autolubrificanti è eclatante: viene sfruttata la porosità (almeno 25%) che funge da serbatoio dell'olio per la lubrificazione a vita dell'accoppiamento albero/boccola. Questa soluzione non è realizzabile con nessuna altra tecnologia.

Sfruttando questo principio è possibile produrre componenti meccanici che oltre alle normali funzioni meccaniche possono realizzare anche la funzione di autolubrificazione in una o più zone del pezzo, dove la porosità è adeguatamente controllata nel processo di produzione.

## Punto di riferimento

L'Assinter nasce nel 1983 quando i responsabili di vertice di sei fra le principali aziende italiane produttrici di particolari sinterizzati e cuscinetti autolubrificanti decisero di formare un'associazione senza scopo di lucro, con l'obiettivo di promuovere nel paese la consapevolezza della metallurgia delle polveri e di offrire agli utilizzatori dei prodotti e dei servizi di eccellente qualità e affidabilità. Nel 2001 l'associazione modifica il suo Statuto aprendo ad altre categorie la possibilità di aderire all'Associazione. Quindi non solo i produttori di particolari sinterizzati, ma oggi aderiscono all'Associazione produttori di metalli duri ed altri materiali sinterizzati, produttori di materie prime (polveri), produttori di macchine, attrezzature, impianti o che eseguono lavorazioni o trattamenti destinati alla tecnologia della sinterizzazione. Possono aderire anche aziende commerciali che distribuiscono i prodotti di cui sopra, siano essi di produzione nazionale o di importazione. Inoltre aderiscono professionisti o docenti, scuole tecniche, università ed altre associazioni che perseguono obiettivi affini.

Le principali iniziative di Assinter riguardavano le seguenti attività:

- normativa di settore e confronto fra procedure di prova;
- organizzazione di progetti congiunti di ricerca con esperti universitari;
- preparazione e distribuzione di pubblicazioni tecniche, al fine di promuovere la tecnologia presso gli utilizzatori.

Assinter ha pubblicato 4 guide che distribuisce, a titolo gratuito, sia agli utilizzatori dei prodotti sinterizzati che nelle facoltà di ingegneria delle università e negli istituti tecnici industriali:

"Guida all'utilizzo dei componenti sinterizzati" (1989)

Poster "Componenti sinterizzati - ciclo di produzione" (1991)

"Competitività dei componenti sinterizzati. Guida alle alternative tecnologiche" (1995)

"Guida alla progettazione dei componenti sinterizzati" (1996)

"Guida alla Assicurazione Qualità dei componenti sinterizzati" (2000).

Assinter coopera con l'AIM (Associazione italiana di metallurgia) e con l'EPMA (European Powder Metallurgy Association) per la preparazione congiunta di giornate di studio, corsi e seminari. A livello internazionale esistono tre grandi Associazioni: una europea (EPMA - European Powder Metallurgy Association), una americana (MPIF - Metal Powder Industry Federation) e una Giapponese (JPMA - Japan Powder Metallurgy Association) ognuna delle quali nel proprio ambito organizza una moltitudine di attività promozionali, divulgative e di formazione. Ogni associazione organizza, con cadenza annuale, nel proprio continente, una conferenza internazionale della durata di 3-4 giorni, dove vengono presentati alcune centinaia di lavori scientifici sulla metallurgia delle polveri. La prossima, dal 15 al 17 ottobre 2007, a Toulouse - Francia. Inoltre, ogni associazione organizza, a intervalli di 6 anni, nel proprio continente, un congresso mondiale sulla metallurgia delle polveri. Il prossimo, nel 2008, sarà organizzato dalla MPIF e si terrà a Washington. Il successivo, nel 2010, sarà organizzato dalla EPMA e si terrà a Firenze. I congressi mondiali durano una settimana e vi vengono presentate diverse centinaia di lavori scientifici, suddivisi per temi, in numerose sessioni separate. Il numero di partecipanti normalmente supera le 2000 persone.



**Esempi di realizzazione con la metallurgia delle polveri:** ingranaggi per applicazioni varie.

La porosità del materiale lo rende adatto a smorzare le vibrazioni: sono numerose le applicazioni che utilizzano questa proprietà per diminuire la rumorosità di gruppi meccanici.

È possibile modificare e controllare il coefficiente di attrito del materiale introducendo, a livello di miscelazione delle polveri, materiali duri in una matrice di materiale malleabile.

Nel campo delle geometrie sovente la metallurgia delle polveri consente di realizzare particolari monolitici là dove le altre tecnologie costringono all'assemblaggio di due o più pezzi. In questi casi, oltre alla competitività economica, il vantaggio è di fornire pezzi pronti per il montaggio semplificando i processi produttivi a valle.

Nel campo dei materiali con proprietà magnetiche dolci (base ferro) è possibile realizzare componenti di forma complessa che oltre alle funzioni magnetiche assolvono anche quelle meccaniche (componenti plurifunzionali). Sempre nel campo dei materiali magnetici dolci, base ferro, esistono polveri rivestite con un film isolante, che consentono di produrre componenti per impieghi magnetici ad altissima resistività elettrica, che riducendo drasticamente le perdite per correnti parassite, consentono l'applicazione su dispositivi che lavorano in campi magnetici ad alta frequenza, con disposizione e variabilità tridimensionale del campo magnetico. Per contro i normali nuclei magnetici, realizzati con pacchi di lamierini (usati ad es. nei motori elettrici), sono adatti solo per campi magnetici bidimensionali. Questi materiali sono piuttosto recenti e stanno aprendo la strada ad applicazioni assolutamente innovative, fuori dai normali schemi di progettazione dei dispositivi elettromagnetici. Al di fuori della componentistica meccanica, la metallurgia delle polveri è generalmente applicata per l'unicità delle caratteristiche che conferisce ai materiali. Basti pensare ai metalli duri, ai contatti elettrici, alle spazzole per motori elettrici, ai filtri metallici, agli acciai rapidi da polveri, ecc.

**Progettare:** Quali sono, se ci sono, i limiti di questa tecnologia?

**Morandi:** Sempre rimanendo nel campo dei componenti meccanici, alcuni limiti si sono già intravisti, come la minor resistenza meccanica rispetto al materiale tradizionale, a parità di composizione chimica, dovuta alla presenza della porosità. A questo limite si può far fronte, in una certa misura, compensando con un maggior contenuto di elementi di lega. Oppure adeguando il progetto laddove altre caratteristiche sono in grado di mantenere la competitività del sinterizzato.

Un altro limite è la dimensione massima dei pezzi sinterizzati. Siccome le pressioni di pressatura sono dell'ordine di 500 - 600 MPa è chiaro che la grandezza dell'area di pressatura è limitata dal tonnellaggio delle presse, che normalmente non superano le 1000 tonnellate di forza di pressatura, per motivi economici e di complessità costruttiva. In pratica sono molto poche le presse che superano le 600 tonnellate. Pertanto la superficie massima pressabile è inferiore a 200 cm<sup>2</sup>. Abbiamo già visto il limite inferiore della serie economica: 10.000 pezzi/anno, in casi di particolare complessità e/o valore dei pezzi è possibile ridurre questo valore: non è possibile generalizzare, ogni caso deve essere valutato a sé.

**Progettare:** Quali sono i settori dove la metallurgia delle polveri trova maggiore sbocco?

**Morandi:** In tutti i continenti il maggior sbocco dei componenti sinterizzati è il settore automotive. Sia come componenti utilizzati direttamente dalle case automobilistiche (motore, trasmissione e telaio) sia dai produttori di gruppi (sistemi di distribuzione, accensione, frizioni, cambi, pompe, accessori vari, ecc.).

In Europa il settore automotive assorbe l'80% della produzione di sinterizzati. Negli Usa rappresenta il 70% del mercato, mentre in Giappone supera l'80%. L'Italia rappresenta un caso particolare, infatti le applicazioni automotive sono il 54% del mercato dei sinterizzati. Questo fatto è dovuto principalmente al mercato dell'offerta che è costituito, salvo alcune eccezioni, da numerose aziende di piccole - medie dimensioni che con la loro flessibilità sono riuscite a penetrare in molti mercati diversificati, sia in Italia che all'estero (l'esportazione rappresenta il 58% della produzione). Sempre in Italia gli altri settori di applicazione sono, in ordine di importanza, gli elettro-utensili (13%): ormai la quasi totalità dei produttori, in tutti i continenti, utilizza ingranaggi sinterizzati per gli elettro-utensili dedicati all'hobbistica. Segue il settore degli elettrodomestici con circa l'8% sul mercato italiano: anche in questo caso tutti i produttori di compressori per frigoriferi utilizzano componenti sinterizzati: piastra valvole, pistoni e bielle. Il rimanente 20% del mercato italiano dell'offerta trova applicazioni nei più differenti settori: dai cambi per biciclette alle macchine tessili, dagli attuatori per persiane av-



**Boccole**  
autolubrificanti.

volgibili ai bruciatori per il riscaldamento, ecc.

**Progettare:** Come si posiziona l'industria italiana del settore rispetto a quelle delle altre nazioni europee dal punto di vista dell'offerta?

**Morandi:** Nell'Unione europea a 27 più Turchia e Russia, l'Italia con il 13,5% del mercato dell'offerta si colloca al terzo posto, in termini di volume di produzione, dopo Germania 21,5% e Spagna 17,5%; seguono Francia e Regno Unito con l'8%, Russia con il 7,5%, Austria con il 6,5% e gli altri paesi con quote sotto il 4%. Nel 2006 il volume complessivo della produzione di componenti meccanici sinterizzati, base ferro e base rame, in Italia è stato di 28.952 tonnellate, con un fatturato complessivo di circa 224 milioni di euro.

**Progettare:** Quali sono i plus della nostra industria?

**Morandi:** Il livello tecnologico e la qualità delle produzioni della nostra industria sono allineati a quelli dei Paesi più avanzati. In particolare nel campo automotive non ci sono differenze rispetto ai Paesi più avanzati. Abbiamo appena visto la sostanziale differenza nella distribuzione del mercato italiano dell'offerta (46% non automotive contro il 20% della media europea), che sta a indicare una particolare propensione della nostra industria a diversificare e ricercare applicazioni nei settori merceologici più diversi, sia sul mercato italiano che su quello europeo. Questa attitudine ha sviluppato, presso i tecnici delle aziende italiane, una grande capacità a valutare le alternative tecnologiche e una grande capacità propositiva nell'individuare soluzioni innovative che favoriscano l'applicabilità dei componenti sinterizzati, con vantaggi per tutti: dal consumatore, al produttore del bene e a tutta la catena della subfornitura. Questa attitudine è riconosciuta in tutto il mercato europeo, dove le nostre aziende esportano il 58% della loro produzione.

**Progettare:** Nel 2006 il settore ha registrato risultati economici positivi. Si prevede che il trend possa continuare anche nel 2007?

**Morandi:** Per rispondere compiutamente a questa domanda occorre fare una premessa importante che tira in ballo la storia della metallurgia delle polveri in Italia negli ultimi 30 anni. Dal 1975 al 2000 la crescita media, anno su anno, è stata del 6,8% in termini reali (tonnellate di componenti sinterizzati prodotti). Mediamente la crescita è stata superiore di circa 4-5 punti percentuali rispetto alla crescita dell'economia. Questo fatto si spiega con l'erosione che la metallurgia delle polveri ha operato e continua tuttora a operare nei confronti delle tecnologie concorrenti: in pratica molti particolari prodotti inizialmente con altre tecnologie vengono poi convertiti alla metallurgia delle polveri. Questa situazione da una parte dimostra le potenzialità della tecnologia e dall'altra, purtroppo, la scarsa conoscenza della tecnologia da parte dei progettisti che adottano tecnologie che, alla prova dei fatti, si dimostrano poi non competitive con la metallurgia delle polveri. Dal 2001 al 2005 sappiamo tutti quali siano state le turbative dei mercati internazionali e in particolare la crisi di crescita del mercato europeo. In questa situazione che vedeva una stagnazione dell'economia, ancora sostenuta dallo sviluppo dei servizi, ma afflitta da una recessione del comparto industriale, i prodotti sinterizzati hanno mantenuto il livello raggiunto nel 2000, a fronte di un arretramento generale dell'industria. Nel 2006 la crescita è stata robusta (+10%), i segnali giunti finora fanno prevedere un 2007 ancora in forte ripresa.

**Progettare:** Quali sono le tendenze evolutive possibili di questa tecnologia?

**Morandi:** La metallurgia delle polveri è una tecnologia a elevato contenuto tecnico - scientifico (basti pensare che le ricerche più avanzate sui materiali del futuro sono realizzate attraverso la metallurgia delle polveri). Pertanto anche la metallurgia delle polveri per la produzione di componenti meccanici è continuamente oggetto di attività di ricerca. I principali obiettivi riguardano l'incremento delle proprietà fisico - meccaniche dei materiali sinterizzati, che possiamo dividere in due grandi capitoli: il primo il miglioramento delle proprietà delle polveri in termini di composizione, microstruttura, comprimibilità, stabilità dimensionale (nel seguente processo di sinterizzazione); il secondo il miglioramento dei parametri del ciclo produttivo dei componenti sinterizzati.

Una delle principali tendenze evolutive riguarda il raggiungimento di densità sempre più elevate dei materiali sinterizzati, mantenendo la competitività del processo produttivo. Molta strada è già stata fatta, infatti molte delle attuali applicazioni sono possibili solo grazie ai risultati raggiunti. Nel settore automotive sono molti gli esempi di componenti altamente sollecitati: uno per tutti, le camme degli "alberi a camme" per il comando delle valvole.



**Pulegge della distribuzione**  
per motore auto.

Nel campo degli ingranaggi sia per automotive che per gli elettrodomestici si è verificata una enorme diffusione delle applicazioni a seguito dell'aumento della densità dei materiali sinterizzati.

Le tecniche sviluppate per raggiungere densità elevate sono numerose e vengono scelte in base alle caratteristiche del particolare da produrre e al livello di risultato che si vuole conseguire. In questo campo la ricerca continua e si prevedono nuove applicazioni man mano che risultati significativi verranno raggiunti.

Un'altra tendenza evolutiva riguarda il miglioramento della stabilità dimensionale dei particolari durante il processo produttivo, al fine di migliorare il grado di precisione ottenibile. I benefici di questo sviluppo sono enormi, basti pensare alla grande quantità di ingranaggi sinterizzati che oggi è possibile realizzare grazie alle precisioni raggiunte.

Numerose famiglie di ingranaggi e di altri particolari precisi, ora prodotti con le tecnologie tradizionali, sono in attesa di un incremento di precisione della metallurgia delle polveri.

Un'altra tendenza evolutiva importante riguarda i trattamenti termici dei sinterizzati. La maggior parte dei trattamenti termici utilizzati sui materiali tradizionali vengono applicati anche sui materiali sinterizzati, quindi l'evoluzione in generale dei trattamenti termici va a beneficio anche di questi ultimi. Ma questa equazione non è lineare, come può sembrare, infatti ogni trattamento termico va adeguato alla peculiarità dei materiali sinterizzati, che soffrono della presenza della porosità. Perciò qualsiasi evoluzione dei trattamenti termici richiede un lavoro di ricerca per poter essere applicato vantaggiosamente sui materiali sinterizzati. Inoltre vengono studiati trattamenti termici ad hoc, per ottenere proprietà particolari o semplicemente per superare problemi specifici.

Nel campo dello sviluppo di materiali innovativi è da segnalare il recente ingresso sul mercato dei materiali magnetici dolci a elevata resistività, di cui ab-

biamo già parlato. L'utilizzo di questi materiali, appena iniziato, ha aperto la strada a progetti innovativi, sia in campo automotive come in moltissimi altri campi. È possibile per la prima volta progettare dispositivi elettromagnetici, compresi i motori elettrici che prevedano una distribuzione tridimensionale del flusso magnetico. In questo caso l'innovazione dei materiali permette di progettare prodotti non solo più performanti, ma assolutamente inediti.

**Progettare:** E per quanto riguarda i mezzi di produzione quali sono gli scenari futuri?

**Morandi:** I mezzi di produzione, che sono essenzialmente le presse di formatura e i forni di sinterizzazione, hanno raggiunto livelli di eccellenza, in linea con l'evoluzione e le relative esigenze della metallurgia delle polveri. Le presse sono a controllo numerico, fino a 9 assi controllati con retroazione della posizione raggiunta e misura in continuo delle forze applicate, con compensazione dei cedimenti elastici della macchina e dello stampo. Queste macchine, oltre a consentire la realizzazione di geometrie complesse, sono in grado di controllare l'intero ciclo di pressatura in ogni sua fase, in modo dinamico. Tutto ciò consente di mettere in pratica i risultati della ricerca sui materiali e di governare il processo di produzione per ottenere la massima riproducibilità dei risultati.

Le tendenze evolutive riguardano essenzialmente il miglioramento qualitativo e l'affidabilità dei sistemi di controllo.

Su un altro fronte si lavora per aumentare la produttività delle presse. Per aumentare la cadenza produttiva è necessario affrontare problemi connessi con il comportamento reologico delle polveri. Risultati recenti hanno mostrato un aumento della produttività connessa con un miglioramento della qualità dei pezzi prodotti.

Per quanto riguarda i forni di sinterizzazione in atmosfera controllata, si tratta di forni continui caratterizzati dal sistema di trasporto dei pezzi (a nastro, a passo di pellegrino, a spinta, ecc.), le tendenze evolutive sono distribuite su più fronti: miglioramento dei sistemi di controllo dei parametri di processo (temperature e composizione delle atmosfere controllate); miglioramento delle caratteristiche dei materiali di costruzione delle parti del forno che lavorano ad alta temperatura, per aumentare l'affidabilità e la produttività degli impianti; introduzione di moduli innovativi per aumentare la libertà di governo del processo di sinterizzazione: un esempio è l'introduzione di una sezione di forno che consente di effettuare la tempra dei pezzi sinterizzati direttamente dopo la fase di sinterizzazione, sfruttando la temperatura che essi posseggono. In questo modo viene risparmiato il successivo trattamento termico in un altro forno.

**readerservice.it n. 51**