Vittorio Pesce

SCOPRIAMO IN CHE MODO VENGONO PROGETTATI E COSTRUITI GLI ELETTROMANDRINI D'ALTA QUALITÀ DELLA OMLAT, UN'IMPRESA ITALIANA DI CARATURA INTERNAZIONALE.

Ecco il «cuore» della macchina utensile

L'elettromandrino di una macchina utensile ad asportazione di truciolo è un albero rotante la cui funzione principale è quella di mettere in rotazione l'utensile che deve generare il «moto di lavoro»; tale funzione deve essere svolta in modo da assicurare la minima deformazione del sistema e la capacità di asportazione del materiale.

Per entrare nel dettaglio tecnico della questione, che è ovviamente di grande importanza per una rivista come la nostra, siamo andati a visitare il sito produttivo di Ceresole d'Alba (CN) della Omlat S.r.l., impresa di respiro internazionale che da oltre 70 anni progetta e realizza, elettromandrini e teste birotative di alta precisione e qualità.

A partire dalle richieste del cliente

«L'elettromandrino è il cuore della macchina utensile ed è l'elemento che maggiormente contribuisce alla sua precisione e alla sua capacità di lavorazione». Con queste parole esordisce Franco Galvagno, direttore tecnico della società piemontese, il quale continua: «Gli elettromandrini possono essere

Dal mandrino all'elettromandrino

Fino agli anni '90 le macchine utensili adoperavano prevalentemente mandrini meccanici, cioè dotati di trasmissioni a cinghia e puleggia al fine di trasmettere il moto rotatorio di un motore esterno all'utensile. Con l'introduzione di utensili sempre più performanti, capaci cioè di lavorare a velocità molto più sostenute rispetto al passato, i costruttori di macchine utensili si resero conto che un dispositivo puramente meccanico non avrebbe consentito alle macchine di supportare, in termini di velocità, le nuove capacità degli utensili. «Fu così – spiega Franco Galvagno – che vennero sviluppati gli elettromandrini, mandrini cioè dotati di pacchi rotostatorici interni, con rotore direttamente calettato sull'albero tra banco di cuscinetti anteriore e banco posteriore, capaci di garantire velocità di rotazione molto più elevate. Si trattava di prodotti che erano già conosciuti, ma non ancora presenti in modo massivo sul mercato delle macchine utensili». Anche il montaggio dei cuscinetti all'interno degli elettromandrini passò inesorabilmente dal vecchio modello «rigido» a quello «elastico» (precarico mezzo molle), soluzione quest'ultima che permette di ottenere velocità più elevate in quanto al variare delle temperature il precarico rimane pressoché invariato
Possiamo dunque dire che il passaggio dai mandrini agli elettromandrini fu in qualche modo accelerato dagli utensilieri.
«Esatto. E il trend di supportare potenze e coppie sempre più elevate continua ancora oggi». Per esempio, nel settore aeronautico sono sempre più richiesti elettromandrini capaci di operare a 100 kW di potenza, velocità fino a 30.000 giri/minuto e cuscinetti con fattore di velocità di 2.700.000 nDm, dove l'nDm è il «fattore di velocità», cioè il diametro medio del cuscinetto (in mm) per la velocità di rotazione (giri/min).

Elettromandrino mentre lavora

classificati a seconda della loro tipologia di costruzione e del loro utilizzo. Nel caso dell'asportazione di truciolo per fresatura noi proponiamo tre «forme base» in modo da garantire il montaggio su qualsiasi tipo di macchina utensile». Ad ogni forma corrisponde un principio costruttivo diverso, al fine di permettere il corretto passaggio dei diversi fluidi di lavoro (aria,

Elettromandrino HSK-A63 – 100 kW – 100 Nm – 30.000 rpm.

Utensili all'avanguardia adoperati per la produzione degli elettromandrini.

lubrorefrigerante utensile e motore, lubrorefrigerante minimale e utensile, miscela aria/olio per lubrificazione cuscinetti), oltre che il corretto posizionamento delle utenze elettriche e dei sensori per il controllo della posizione del tirante, dell'encoder (cioè del dispositivo che controlla la posizione angolare) e di altre parti.
Gli elettromandrini della Omlat sono tutti «customizzati», costruiti a partire da precise richieste del cliente, che normalmente è il costruttore di macchine utensili, in termini di coppia, potenza, velocità, tipo di attacco (HSK, ISO, BT, ecc), forma e dimensioni. Franco Galvagno precisa: «Oltre alle caratteristiche prestazionali, il cliente pretende che l'elettromandrino abbia una forma tale da poter essere alloggiato in una determinata posizione, per esempio montato su un RAM oppure sugli assi rotanti A, B o C della macchina utensile. Altre richieste riguardano poi il tipo di attacco e l'eventuale passaggio di liquido lubrorefrigerante «via centro», cioè attraverso l'albero».
Tali richieste, una volta recepite, definiscono i vincoli su cui lavorare al fine di sviluppare il nuovo componente. Vengono dunque raccolte le idee ed effettuati, se necessario, i calcoli strutturali mediante software agli elementi finiti. «In questa fase – precisa Galvagno – definiamo anche il sistema di cuscinetti che devono supportare le coppie, potenze e velocità richieste, utilizzando software dedicati, ed effettuiamo soprattutto il calcolo della prima velocità critica flessionale dell'albero in modo che l'elettromandrino lavori «lontano» almeno del 20% rispetto a tale soglia. Grazie a tali calcoli siamo in grado di fornire al cliente dati quali rigidezze e capacità di carico limite alle varie velocità e aspettative di vita in base ai cicli di lavoro».
A seguito di questa prima analisi, viene offerta al cliente una sorta di bozza, o «avan-progetto di fattibilità», comprensiva di offerta economica e tempi di consegna. Galvagno: «Qualora il cliente accetti la nostra proposta e finalizza l'ordine, il nostro ufficio tecnico passa allo sviluppo vero e proprio del progetto, con realizzazione del disegno definitivo completo di tutti i particolari che lo compongono e l'ingegnerizzazione del nuovo prodotto».

Soluzioni progettuali d'eccellenza

A prescindere dalle specifiche richieste dei clienti, tutti gli elettromandrini Omlat presentano soluzioni costruttive «comuni» di altissimo livello.
Per esempio, sono realizzati in struttura monoblocco con lavorazioni dal pieno, così da →

Macchina di misurazione 3D.

assicurare maggiore rigidezza alle sollecitazioni dei supporti dei cuscinetti.
Il sistema di «controllo cambio utensile», sicuro, veloce e di grande affidabilità, viene dotato di microinterruttori di prossimità (con registrazione dall'esterno per una rapida regolazione o sostituzione), oppure di sensore analogico con uscita in tensione o in corrente e con possibilità di regolazioni direttamente da CNC.
Quanto ai cuscinetti, Galvagno osserva: «Vengono utilizzati componenti di altissima precisione al fine di garantire la massima affidabilità; possono essere di diverso tipo a seconda delle dimensioni e del tipo di sollecitazioni».

Inoltre, la necessità di conferire una stabilità termica all'elettromandrino richiede di utilizzare un sistema di raffreddamento che coinvolge sia l'area del motore e talvolta anche le zone dei cuscinetti.
In merito alla motorizzazione, Galvagno racconta: «I nostri elettromandrini possono essere realizzati con motori sia asincroni che sincroni. I motori asincroni, progettati con l'ausilio di software a elementi finiti e costruiti internamente, danno la possibilità di presentare al cliente motorizzazioni perfettamente rispondenti alle richieste. Tali motori presentano lamierini magnetici a basso spessore e limitata dispersione, il che determina coppie e rendimenti elevati; il rotore, a gabbia di scoiattolo, è realizzato con barre di rame o alluminio per ridurre le perdite elettriche mentre l'avvolgimento dello statore è impregnato sottovuoto mediante resine per una maggior compattezza e stabilità meccanica».

I motori sincroni, invece, sono caratterizzati dall'impiego di magneti permanenti all'interno del rotore e consentono, rispetto ai motori asincroni, coppie più elevate a parità di ingombro.
La sicurezza dei motori è garantita da opportune sonde termiche inserite nell'avvolgimento, le quali segnalano eventuali sovratemperature dello statore.

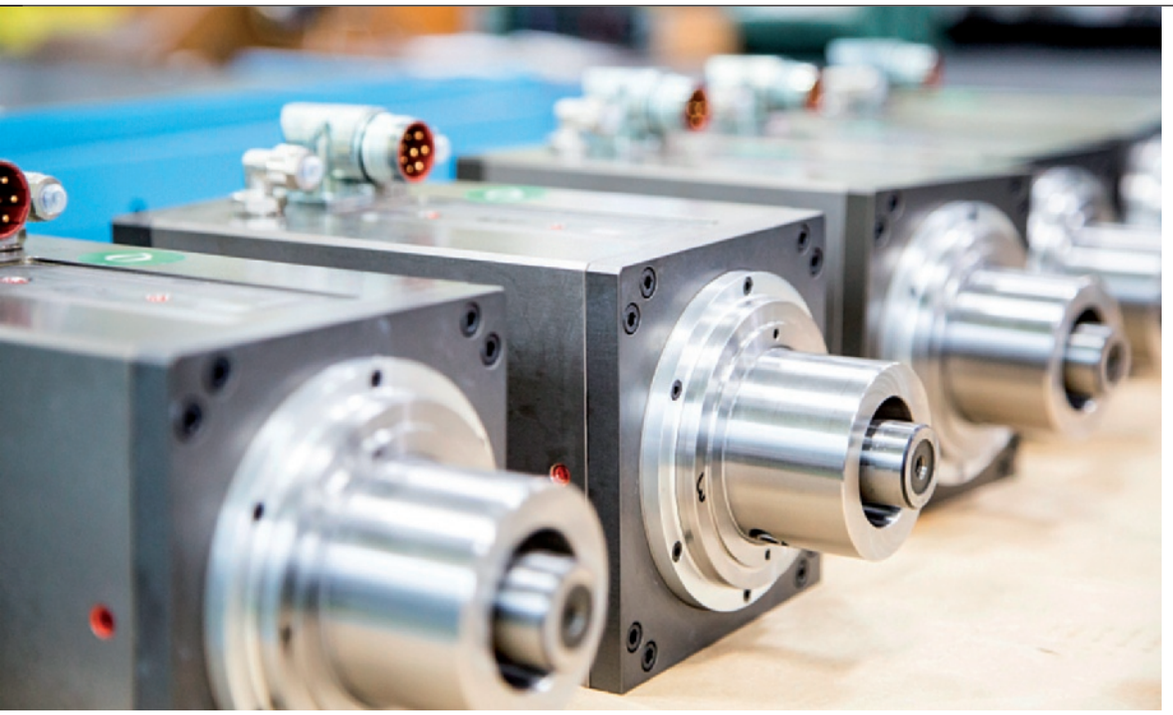
Encoder e dilatazioni termiche

Un elemento fondamentale è l'impiego di un «encoder», il quale garantisce il perfetto controllo della posizione del rotore. «La presenza dell'encoder – sottolinea Galvagno – assicura un assai preciso posizionamento del rotore, cioè dell'albero rotante, che è un vero e proprio «asse in più» della macchina utensile, e come tale può essere interpolato con gli altri assi». L'encoder consente anche di appurare la velocità e posizione angolare dell'asse rotante, necessaria per l'esecuzione di maschiature rigide e di cambi utensili, e di controllare

Più di 70 anni di esperienza

Fu nel 1940, all'inizio del secondo conflitto mondiale, che il giovane Salvatore Munnia fondò a Torino la Omlat, piccola impresa meccanica volta alla produzione di mandrini per macchine utensili. L'azienda è divenuta nel corso dei decenni uno dei gruppi industriali più prestigiosi al mondo nel settore dei mandrini e degli elettromandrini, la cui eccellenza «made in Italy» è ovunque riconosciuta dal mercato.
Punto di forza del gruppo Omlat è la società Comett: si tratta di un'officina meccanica che dispone di quasi 30 macchine utensili, la maggior parte delle quali sono torni e centri di lavoro a controllo numerico multiassi e multitasking. Comett, essendo parte integrante del gruppo, garantisce la piena autonomia produttiva sui particolari costruttivi degli elettromandrini firmati Omlat.

Strumenti di misura di precisione, necessari per la costruzione dei mandrini



Elettromandini Omlat.

il funzionamento mediante l'analisi di segnali di «feedback»; grazie a questa retroazione di segnali l'elettromandrino può essere considerato come alimentato elettricamente «ad anello chiuso». Un'altra caratteristica notevole è rappresentata dalla presenza di «sonde termiche» che permettono di rilevare, attraverso il CNC della macchina utensile, la temperatura dell'elettromandrino in fase di lavoro. Galvagno: «Questa soluzione consente di monitorare in tempo reale il funzionamento dell'elettromandrino valutando gli effetti di eventuali dilatazioni termiche». L'utilizzo di un sensore di controllo dell'allungamento dell'asse permette di rilevare la variazione della posizione del naso mandrino rispetto alla flangia di bloccaggio dei cuscinetti. Galvagno: «Poiché sia il motore sia i cuscinetti generano calore, all'albero deve essere concesso un allungamento assiale «controllato», il che avviene mediante una gabbia a rulli precaricata sul banco posteriore cuscinetti. Tale sistema garantisce grande precisione e rigidezze decisamente elevate». Gli elettromandrini Omlat sono dotati anche di sensori per il rilievo delle vibrazioni, i quali consentono di rilevare eventuali contatti o sbilanciamenti dell'utensile e lo stato di usura dei cuscinetti; dati di questo tipo permettono di aumentare la vita dell'elettromandrino e dell'utensile, e di migliorare la qualità delle lavorazioni.

Autonomia nella costruzione dei motori elettrici.

Produzione: qualità «certosina»

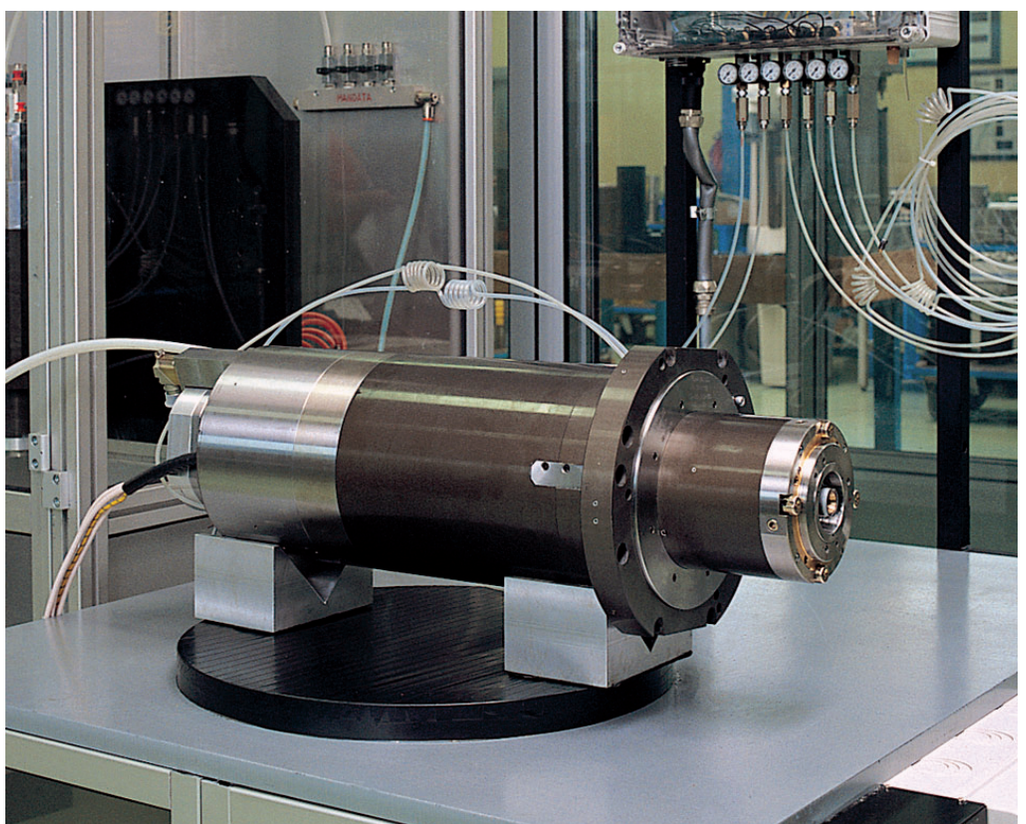
Una volta precisati i parametri del progetto e definita la distinta base, viene avviata la produzione dell'elettromandrino. Molti dei componenti sono realizzati internamente, come per esempio l'albero, il tirante o l'intero «pacco rotostatorico» nel caso dei motori asincroni; altri pezzi (i motori sincroni, i cuscinetti, gli encoder, gli accelerometri, le sonde termiche, i sensori, le pinze, ecc.) sono invece acquistati presso fornitori terzi selezionati in maniera rigorosa nel corso degli anni. Franco Galvagno entra nel dettaglio: «I pezzi che realizziamo «in casa» vengono prodotti per asportazione di truciolo dalla nostra società Comett, nella cui officina di Corneliano d'Alba, in provincia di Cuneo, sono installati centri di lavoro a 5 assi, torni multitasking con asse B per fresature e forature inclinate, oltre a foratrici per foratura profonda fino a 1.200 mm di lunghezza. L'alta specializzazione del personale e la tecnologia all'avanguardia permette la lavorazione di materiali quali il titanio, l'acciaio, la ghisa, l'alluminio, ecc., in forme anche molto complesse». Successivamente, alcuni dei pezzi

Mercato: c'è ottimismo

L'incontro con il direttore tecnico della Omlat è anche l'occasione per fare il punto sull'attuale situazione di mercato nel settore delle macchine utensili. Franco Galvagno spiega il suo punto di vista: «Il mercato, anche se non ancora stabile, segue comunque un «trend medio» che si può definire in crescita; il lavoro non manca, le offerte sono aumentate e i nostri clienti, costruttori di macchine utensili, specialmente quelli più importanti, ci trasmetto fiducia e hanno un portafogli ordine notevole. Questo ci fa essere ottimisti e ci fa ben sperare per il futuro».
In merito al mercato italiano, Galvagno puntualizza: «L'Italia è per noi un mercato molto importante anche perché la maggior parte dei nostri clienti esporta verso il resto d'Europa, i Paesi asiatici e del Nord America; è anch'esso in risalita, con prospettive buone».

Il montaggio degli elettromandrini Omlat

realizzati, e in particolare quelli che saranno poi a contatto con i cuscinetti, vengono inviati ad aziende esterne per il trattamento di cementazione e tempra al fine di aumentare la loro durezza superficiale e la resistenza all'usura.
Una volta trattati tali elementi vengono riconsegnati alla Omlat per la successiva rettifica, operazione alla quale sono sottoposte tutte le parti rotanti e alcune statiche (particolari con alloggiamento cuscinetti, ecc..) e che permette di raggiungere precisioni elevatissime e tolleranze dimensionali e di forma davvero strette, dell'ordine del millesimo di millimetro. « Segue quindi – continua Galvagno – l'equilibratura di ogni singolo pezzo rotante che consente di ridurre gli stress meccanici, vibrazioni, e di migliorare le prestazioni durante il funzionamento».
A questo punto tutto è pronto per la fase di montaggio in cui vengono assemblati sia i pezzi prodotti internamente, sia quelli acquistati da fornitori esterni.
Galvagno: «È questa una fase delicatissima e fondamentale: gli operatori non solo devono rispettare rigidissime tolleranze di alloggiamento, ma anche eseguire ulteriori operazioni «di sicurezza», come per esempio verificare la concentricità tra le diverse sedi dei cuscinetti». Insomma, la mano e l'esperienza dell'operatore sono parte integrante del processo di produzione, e contribuiscono in maniera certosina alla realizzazione dell'elettromandrino.
Riprende Franco Galvagno: «A montaggio eseguito dell'intero elettromandrino, segue poi la fase di collaudo ed equilibratura finale, in cui viene verificato il rispetto dei dati di targa, cioè che il prodotto risponda alle richieste del cliente in termini di valori vibrazionali, di coppia, di potenza e di numero di giri al minuto. Tale verifica avviene mediante un banco prova «a freno» che permette di controllare le prestazioni dell'elettromandrino in S1, cioè in «servizio continuativo»».
Nelle stesse condizioni viene anche verificata la stabilità termica di tutte le parti che generano calore, come il motore e i cuscinetti, e ciò per garantire la costanza dei risultati nel tempo. Dall'accettazione dell'ordine sino alla consegna al cliente passano mediamente dalle 6 alle 12 settimane.
Franco Galvagno conclude: «Per noi avviare il progetto di un nuovo elettromandrino significa ogni volta affrontare una vera e propria sfida: il nostro solo obiettivo è quello di soddisfare al 100% le richieste dei nostri clienti».



Un elettromandrino Omlat in fase di rodaggio.

© RIPRODUZIONE RISERVATA