



La nascita di una nuova macchina

di Mark W. Barry, Luca Bianchini

L'utilizzo dei sistemi laser nell'industria aeronautica è avvenuto gradualmente. Inizialmente il processo di taglio laser si rivelava vantaggioso rispetto alle lavorazioni convenzionali, ovvero l'utilizzo di utensili duri e taglio e finitura manuali. Successivamente, i progettisti hanno iniziato a comprendere e a sfruttare le potenzialità delle lavorazioni laser (taglio, foratura e saldatura) anche per aumentare le funzionalità dei loro prodotti: l'applicazione delle macchine Prima Power

I cambiamenti nella filosofia di progettazione e nelle tendenze di prodotto nell'industria spesso comportano che gli enti produttivi si trovino impreparati nel realizzare i nuovi progetti. Di solito questi cambiamenti sono lenti e impercettibili, tuttavia a volte capita che siano spiccati ed eclatanti: proprio quanto è successo di recente nelle lavorazioni industriali.

L'utilizzo dei sistemi laser nell'industria aeronautica è avvenuto gradualmente. Inizialmente il processo di taglio laser si è rivelato vantaggioso rispetto alle lavorazioni convenzionali, ovvero l'utilizzo di utensili duri e taglio e finitura manuali. Successivamente, a partire dalla metà degli anni 90, i progettisti iniziarono a comprendere e

sfruttare le potenzialità delle lavorazioni laser (taglio, foratura e saldatura) per aumentare le funzionalità dei loro prodotti.

Negli ultimi due decenni quindi, sono state sviluppate sia le funzionalità dei sistemi laser, sia le complessità dei componenti, attraverso numerose iterazioni; di conseguenza è aumentata l'abilità dei sistemi laser nel realizzare componenti in modo efficiente e con elevata qualità.

Uno dei campi di applicazione che ha stimolato lo sviluppo dei sistemi e delle tecnologie laser è quello dei fori di raffreddamento 'effusion cooling', presenti a migliaia nei componenti dei motori a turbina più avanzati.

I fori di raffreddamento sono piccoli (tipicamente il diametro è di 0,5-0,75 mm) e sono posizionati ad angoli composti e acuti (fino a 10 gradi) rispetto alla superficie del componente. Lo sviluppo della tecnologia di raffreddamento dei motori continua a mettere alla prova le lavorazioni laser, sia dal punto di vista tecnologico (processo di foratura) sia per quanto riguarda le funzionalità del sistema laser a 360°. Analogamente, i progetti dei componenti hanno richiesto crescenti livelli di precisione.

Ambiente ed efficienza. L'attenzione per l'ambiente è un fattore importante nella progettazione dei motori aeronautici e dei sistemi laser. La tecnologia laser dei giorni nostri è ormai consolidata e costituisce la base per la prossima generazione di aeromobili e dei relativi motori. L'attenzione del settore aeronautico verso il rispetto dell'ambiente, ha contribuito alla tendenza di aumentare l'efficienza dei motori (minor consumo di carburante) e di ridurre le emissioni inquinanti e il rumore.

Secondo l'International air transport association, "gli aeromobili moderni sono il 70% più efficienti rispetto a 40 anni fa e il 20% più efficienti rispetto a 10 anni fa [...]". L'obiettivo della prossima generazione di aeromobili è [...] essere un altro 25% più efficienti entro il 2020".

Le emissioni dei motori degli aeromobili sono direttamente correlate al consumo di carburante: ogni chilogrammo di carburante risparmiato riduce le emissioni di anidride carbonica (CO₂) di 3,16 kg. Pertanto, per le compagnie aeree la chiave per ridurre al minimo il proprio impatto ambientale è usare il carburante in maniera più efficiente.

Sin dai primi utilizzi dei sistemi laser per la produzione aeronautica, il numero di applicazioni è stato molto vario. Spesso i costruttori hanno investito nei sistemi laser basandosi sull'ipotesi di poter estendere i benefici ottenuti su uno o più componenti di prova a quelli più difficili da lavorare. Ciò ha orientato lo sviluppo dei sistemi laser verso la polivalenza, in altri termini la capacità di un sistema di gestire pezzi in un'ampia gamma di dimensioni, forme, spessori e dimensioni dei lotti produttivi.

Per soddisfare queste esigenze, sono state sviluppate macchine di grandi dimensioni, come il sistema Laserdyne

795XL; questi laser hanno consentito di lavorare pezzi tridimensionali mantenendoli stazionari e di ridurre i tempi di cambio lotto, potendo accomodare contemporaneamente configurazioni diverse a bordo macchina.

Componenti più piccoli. Le lavorazioni laser sono fondamentali per ottenere l'aumento delle prestazioni dei motori, e quindi la loro efficienza e la riduzione delle emissioni. Affinché le lavorazioni laser risultino economicamente convenienti, compatibilmente con i volumi di produzione dei nuovi motori, devono essere applicate ai componenti più piccoli che comporranno i motori di prossima generazione.

Un elemento chiave per aumentare l'efficienza nei motori aeronautici consiste nell'utilizzare, per il raffreddamento, solo la quantità minima necessaria di aria che attraversa il motore, utilizzando la restante per la combustione e la spinta.

Ciò esige crescente precisione sia nei fori di raffreddamento effettuati tramite foratura laser sia nelle altre lavorazioni laser (rifilatura) e si è riflesso nella progettazione di nuovi sistemi laser: dalla aumentata precisione volumetrica degli assi di movimento, all'anello di controllo che assicura precisione dinamica e movimenti uniformi.

Tenendo conto del crescente numero di fori e dei volumi previsti di motori, i sistemi laser di grandi dimensioni che hanno a lungo dominato il mercato non sono più la soluzione migliore per tutte le situazioni.

In risposta a queste esigenze, Prima Power Laserdyne ha introdotto Laserdyne 430 BeamDirector, un sistema che incorpora le caratteristiche esclusive della testa di lavorazione laser BeamDirector, dotata di assi di rotazione e tilt per realizzare fori di raffreddamento precisi e con angoli acuti e composti, con una piattaforma di sistema più compatta.

Un moderno sistema laser 3D deve avere un controllo veloce, evoluto e in grado di supportare velocità di lavorazione più rapide, nonché schemi di fori più complessi. La struttura deve essere robusta e assicurare elevata rigidità per mantenere la precisione nell'esecuzione di



Il sistema Laserdyne 430 BeamDirector incorpora l'esclusiva testa di lavorazione laser BeamDirector con assi di rotazione e tilt per la realizzazione automatizzata di fori di raffreddamento 'effusion cooling'.

profili complessi, dove i singoli assi della macchina accelerano/decelerano in un range di velocità più elevate.

Maggiore precisione. La maggiore precisione del sistema Laserdyne 430 BeamDirector si deduce anche dalle aumentate funzioni di controllo del processo, che garantiscono un processo laser robusto e ripetibile, contrariamente a quei processi dove la qualità del pezzo finito dipende dall'operatore. Ciò si ottiene tramite le peculiari funzionalità del controllo numerico Laserdyne S94P, il cuore del sistema laser. Vediamole: Automatic focus control (AFC) per il rilevamento tramite sensore capacitivo della posizione del pezzo (particolari in metallo) e che garantisce che la posizione del fuoco del fascio laser

sia mantenuta nel punto appropriato rispetto alla superficie; Optical focus control (OFC) per rilevare e mantenere la corretta posizione del fuoco del fascio laser rispetto alle superfici rivestite con barriera termica (TBC); Breakthrough Detection (BTD) per eseguire fori di qualità utilizzando il minor numero di impulsi; Feature finding per rilevare automaticamente la posizione di alcuni particolari del pezzo, tra cui sporgenze e fori.

Poiché il part program (genericamente indicato come programma NC) che

pilota il sistema laser è un ulteriore fattore che influenza la precisione effettivamente ottenuta, Laserdyne ha sviluppato funzionalità di programmazione dedicate: esse realizzano un controllo integrato del laser e del movimento, ottimizzato per lo specifico sistema laser. Tra queste figurano ShapeSoft per programmare fori sagomati e CylPerf per la programmazione semplificata di linee di fori su pezzi cilindrici effettuati mediante orbitazione, percussione e foratura al volo.

L'utente del sistema deve solo fornire informazioni sul pezzo da forare, perché in queste macro sono integrate le funzioni del sistema per ottimizzare la qualità e la ripetibilità del processo. Un obiettivo chiave nella progettazione di Laserdyne 430 BeamDirector è stato rendere il sistema 'user friendly' e le prestazioni indipendenti dalle abilità e dalla conoscenza approfondita del sistema da parte dell'operatore (e del programmatore).

Controllo e sviluppo del processo. Il controllo e la verifica del processo sono requisiti importanti nei moderni siti produttivi; 'SPC (statistical process control) data acquisition' fornisce uno strumento per monitorare e registrare informazioni sul processo e sul sistema stesso durante l'esecuzione del programma di lavorazione. Il part program contiene stringhe di codice specificanti i dati che la funzione 'SPC data acquisition' deve campionare.

Il sistema monitora i parametri (tempo, data, temperatura, posizione, potenza del laser comandata e/o reale, condizioni degli impulsi ecc.) e memorizza i dati in un file di testo. I dati contenuti nel file di testo sono facilmente accessibili per ulteriori analisi e/o archiviati per fornire un record permanente del processo.

Come accennato in precedenza, se si vogliono ottenere dal sistema le massime prestazioni e qualità non bisogna trascurare lo sviluppo del processo. I nuovi modelli di componenti aeronautici portano nuove sfide. Lo sviluppo del processo laser e del programma di lavorazione è sempre più spesso fornito dal produttore del sistema: è una tendenza che va oltre il desiderio di dimostrare la valenza del sistema stesso.

In parte, ciò è dovuto agli innovativi tipi di laser utilizzati, poiché, sebbene offrano vantaggi in termini di costi di esercizio e di potenzialità, l'utente non ha familiarità con le lavorazioni eseguite da queste nuove tecnologie laser. Di conseguenza, il costruttore del sistema deve essere in grado di guidare il processo di sviluppo del cliente utilizzando funzionalità hardware e software di ultima generazione, e di supervisionare tutti gli aspetti relativi all'uso del sistema per svolgere la formazione e per ottenere la massima produttività.

Questo duplice approccio - fornire un sistema laser innovativo assieme allo sviluppo completo del processo - assicura che gli utenti del sistema sfruttino appieno la produttività e l'affidabilità dei loro nuovi sistemi.

I sistemi laser di grandi dimensioni, adeguati alla produzione di componenti di medie e grandi dimensioni in piccoli lotti, continueranno a essere acquistati e utilizzati; i sistemi più recenti, come Laserdyne 430 BeamDirector, ricopriranno una quota maggiore delle installazioni.

La naturale evoluzione della progettazione dei componenti ha favorito la realizzazione di sistemi più compatti che sfruttano in modo più efficiente gli spazi in officina, garantendo al contempo una maggiore compatibilità. Questa è la vera definizione e il significato di valore aggiunto.

Mark W. Barry - Vice President Sales & Marketing Prima Power Laserdyne.

Luca Bianchini - Sales Manager Aerospace Prima Power



Laserdyne 795XL permette di estendere le capacità di lavorazione laser a componenti aeronautici di grandi dimensioni in più configurazioni.