

ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO

GLI ULTRASUONI PER LAVORARE I MATERIALI DURI

Con la tecnologia a ultrasuoni, Sauer, del Gruppo Gildemeister, presenta un metodo per la lavorazione ad alto rendimento di materiali duri e fragili, che possono essere lavorati con forze di contatto ridotte ma elevata potenza nell'avanzamento. Per comprendere da vicino questa tecnologia siamo andati nella sede di Stipshausen, in Germania

di Luca Rossi

A sinistra **Andrea Rosetti**, marketing manager di DMG Italia, e a destra **Alexander Wolff**, Technical sales di Sauer.

Materiali come la ceramica, il vetro e la stellite, ma anche il silicio, la grafite e le pietre preziose sono molto utilizzati nelle applicazioni nel settore ottico e delle tecnologie medicali, ma anche nel campo dei semiconduttori, della produzione di stampi e di utensili oltre che nell'industria automobilistica, per le loro caratteristiche di limitatezza di peso, resistenza alle alte temperature, alle aggressioni chimiche e



all'usura. La durezza e la friabilità che li contraddistinguono sono però dei grossi ostacoli alla loro lavorazione con procedimenti tradizionali. Ecco perché la tecnologia a ultrasuoni rappresenta un'innovazione per la lavorazione ad alto rendimento di questa tipologia di materiali. Sauer, del Gruppo Gildemeister, (www.gildemeister.com) è specializzata nella costruzione di macchine che adottano questa metodologia: l'utensile diamantato per fresare, alesare o rettificare, eccitato dagli ultrasuoni, si dilata ed effettua delle pulsazioni sul pezzo da lavorare a una frequenza che arriva fino a 20 kHz o 20.000 pulsazioni/s. In questo modo, anche i materiali più duri possono essere lavorati con forze di contatto ridotte ma elevata potenza nell'avanzamento. Siamo andati nella sede di Stipshausen, in Germania, per comprendere da vicino questa tecnologia. Ad accompagnarci in questo viaggio, Andrea Rosetti, marketing manager di DMG Italia (www.dmgitalia.com).

UNA TECNOLOGIA CON POTENZIALITÀ

“È negli anni Settanta che si inizia a parlare di lavorazione meccanica attraverso l'utilizzo degli ultrasuoni - ci introduce in



La lavorazione con ultrasuoni di un particolare in cristallo, del diametro di 9 mm e 35 mm di altezza, avviene in 50 s.



azienda Alexander Wolff, Technical sales di Sauer -. Allora svilupparammo un sistema in cui il mandrino era in grado di ruotare e contemporaneamente di produrre un movimento in direzione verticale”.

Nel 1981 nasce la Sauer, un'azienda specializzata nella produzione di macchine speciali per il settore ottico, medicale e in particolare per il comparto delle pietre preziose. Il fondatore della società, Hermann Sauer, è proprio colui che aveva sviluppato la tecnologia a ultrasuoni per l'asportazione di truciolo, progettando e brevettandone i componenti principali. Due anni e mezzo fa, la Sauer è entrata a far parte del gruppo Gildemeister. “Da quel momento - continua Wolff - l'azienda ha assunto un'impronta industriale, cominciando la produzione in serie delle macchine”. Oggi, nella sede di Stipshausen, in Germania,

La contornatura di un pezzo in ossido di zirconio. Il tasso di asportazione misura 40 mm³/min.



lavorano 42 persone. Quando è nata Sauer, erano 18. In due anni è mezzo, dall'ingresso nel Gruppo Gildemeister, sono aumentati i dipendenti e lo stabilimento ha subito un ampliamento. La vecchia struttura originaria, con un design particolare di forma ottagonale, è la parte dove vengono prodotti gli utensili diamantati e i componenti, i generatori e i mandrini della serie Ultrasonic. Ossia, tutta quella parte brevettata che viene poi montata sulle macchine. La nuova struttura dell'azienda è invece riservata per le altre funzioni.

“Negli ultimi due anni sono state vendute circa 60 macchine che adottano la tecnologia a ultrasuoni - aggiunge Andrea Rosetti -, e quest'anno ne sono previste dalle 80 alle 100. Oggi, gli sviluppi che il nostro Gruppo ha impresso a questa tipologia di lavorazione sono notevoli. Perché tali sono le sue potenzialità. Anche in Italia abbiamo individuato opportunità di introduzione nel settore ottico,

La sede Sauer a Stipshausen, in Germania. A sinistra il nuovo centro tecnologico e di montaggio e a destra s' intravede la vecchia struttura ottagonale adibita alla produzione dei componenti.



automotive e medicale. L'operazione dovrà però essere supportata da uno sforzo di marketing per guadagnare la fiducia del cliente in questa nuova tecnologia che, come ogni innovazione, viene inizialmente vissuta con un certo scetticismo”.

LA TECNOLOGIA A ULTRASUONI

Nelle lavorazioni di materiali fragili con i metodi tradizionali è necessario seguire procedure particolarmente costose che richiedono tempi lunghi, dovuti all'usura dell'utensile e del materiale. La lavorazione a ultrasuoni offre, invece, numerosi vantaggi. Rispetto alle lavorazioni tradizionali, quest'ultima garantisce un aumento della produttività fino a cinque volte superiore. La qualità della superficie presenta una rugosità che arriva fino a $Ra < 0,2 \mu m$. Altro plus della lavorazione a ultrasuoni è nella sicurezza del processo, mediante gli algoritmi di controllo intelligenti ADR (Adaptive

Una lavorazione a ultrasuoni di un pezzo in Cerodur con uno spessore minore di 1 mm.



L'esecuzione di fori di piccole dimensioni nel quarzo. Il tempo ciclo è di 25 s.



Control - comando adattivo) e ACC (Acoustic Control), anche per perforazioni di precisione fino a 0,3 mm di diametro. Grazie alle forze di contatto ridotte e al minore stress termico, infine, il pezzo da lavorare e l'utensile godono di una maggiore salvaguardia, mentre l'utensile diamantato autoaffilante garantisce un alto tasso di rimozione.

Il processo a ultrasuoni inizia con la generazione di un segnale elettrico ad alta frequenza, che viene trasferito al movimento meccanico. Un booster ne amplifica poi l'ampiezza dell'oscillazione. Investito da queste oscillazioni, l'utensile diamantato si restringe e si espande, pulsando mediamente a una frequenza di 20 kHz, ossia 20.000 pulsazioni/s. Al più alto punto di espansione, il kernel del diamante fissato all'utensile entra in contatto con la superficie del pezzo. Il simultaneo movimento dell'utensile di rotazione, con una velocità compresa tra i 30.000 e 40.000 giri/min, e di traslazione

verticale raggiunge con precisione le parti del pezzo e allo stesso tempo rimuove le particelle in eccesso dalla zona di lavoro. Il materiale viene così inciso.

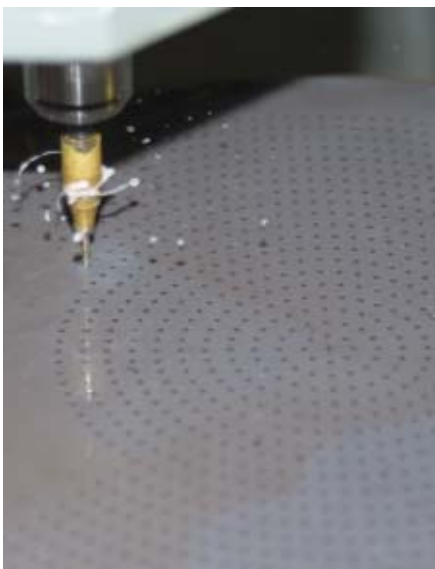
La parte da asportare viene spezzata in particelle minuscole che possono anche essere eliminate con acqua secondo il processo selezionato: le operazioni di inondazione/risciacquatura avvengono durante la rettifica, mentre la risciacquatura e il raffreddamento rispettivamente durante la fresatura e la perforazione mediante il mandrino. "Per meglio spiegare la tecnologia a ultrasuoni si potrebbe immaginare una trasmissione di energia nell'utensile, che si espande così da portare la testa diamantata a toccare la superficie del pezzo da lavorare, erodendola - esemplifica Wolff -. A questo punto, vi è un altro rilascio di energia e l'utensile ritorna a restringersi. Il contatto non è meccanico come nel caso del mandrino. La punta diamantata va a toccare il materiale nel momento di massima espansione".

MANDRINI E STRUTTURA SENZA VIBRAZIONI

Nella macchine Ultrasonic, la possibilità della propagazione delle vibrazioni sia al mandrino sia alla struttura della macchina stessa è totalmente eliminata. Il meccanismo è brevettato dalla stessa Sauer, e dipende dalla modalità con la quale è costruito il mandrino che alloggia l'utensile nel quale vengono generate le oscillazioni.

La tecnologia a ultrasuoni permette, grazie alla propagazione delle vibrazioni, la continua e costante interruzione del contatto tra utensile e materiale durante la lavorazione.

Il contesto in cui si opera è differente da



La perforazione con la tecnologia a ultrasuoni di un disco wafer di silicio garantisce aumento nella rimozione del metallo, migliore qualità della superficie e notevole riduzione della rottura di bordi.

UN'UNICA SERIE IN QUATTRO MODELLI

Sono quattro i modelli di macchine costruite dalla Sauer. Ovviamente tutte lavorano utilizzando la tecnologia a ultrasuoni. La serie DMS Ultrasonic, questo il nome della gamma di macchine Sauer, si presenta in due varianti: a 3 e a 5 assi. Nel primo caso si parla della DMS 35 Ultrasonic e della DMS 50 Ultrasonic mentre nel secondo caso si parla della DMS 50-5 Ultrasonic e della DMS 70-5 Ultrasonic. I due modelli a 5 assi sono entrati nella produzione della Sauer dopo l'ingresso dell'azienda nel Gruppo Gildemeister. Deckel-Maho fornisce a Sauer le macchine nella loro configurazione base, le quali vengono poi equipaggiate all'interno dello stabilimento di Stipshausen con i componenti necessari per predisporle all'utilizzo della tecnologia a ultrasuoni (mandrini, generatore, sensori e utensile diamantato), progettati e brevettati dall'azienda.



La DMS 35 Ultrasonic. Le macchine Sauer offrono una produttività cinque volte superiore rispetto alle lavorazioni con metodi tradizionali.

quello delle macchine tradizionali, dove lo sforzo di taglio è sempre molto alto. Nel caso dell'Ultrasonic, invece, lo sforzo di taglio è molto basso.

La frequenza con la quale ruota il mandrino va da un minimo di 17 kHz a un massimo di 21 kHz. La dimensione dell'ampiezza delle oscillazioni può essere regolata secondo il tipo di lavorazione: per una lavorazione di sgrossatura, dove si

deve rimuovere molto materiale, l'ampiezza del movimento sarà aumentata mentre nel caso di finiture l'ampiezza sarà molto piccola. L'asportazione di materiale va da un minimo di 1 μm a un massimo valore di 17 μm .

Maggiore potenza viene data alla lavorazione a ultrasuoni maggiore sarà l'ampiezza delle oscillazioni, che dipendono dall'impulso del generatore a ultrasuoni.

Il controllo CNC delle DMS Ultrasonic garantisce sicurezza nei processi mediante algoritmi di controllo intelligenti ADR e ACC.



La temperatura alla quale avviene la lavorazione è sempre molto bassa e per questo è possibile utilizzare acqua con liquido anticorrosivo.

Un'applicazione delle macchine Ultrasonic è nel settore ottico, dove la tecnologia a ultrasuoni risulta di grande interesse quando si devono lavorare lenti convesse o concave. "In sole due ore di lavorazione, la macchina Ultrasonic offre una buona velocità di sgrossatura del materiale, si ottiene superficie di finitura estremamente levigata - spiega Wolff -. Per effettuare una lavorazione di questo tipo il cliente utilizzava macchine differenti tra loro. Con la macchina a ultrasuoni usa una sola macchina con due utensili, uno per la sgrossatura e uno per la finitura".

COMPONENTI BREVETTATI E UTENSILE DIAMANTATO

L'efficienza e la qualità del processo a ultrasuoni sono influenzati anche dagli utensili diamantati utilizzati: per la durezza e la dimensione del diamante, ma anche per l'accoppiamento chimico e meccanico dell'utensile con il materiale da tagliare. L'adozione del diamante è giustificata dal fatto di essere il materiale più duro in natura.

Nel corso della lavorazione, però, è necessaria una buona flessibilità per non causare rotture quando la punta del diamante entra in contatto con il pezzo da lavorare e avviene la scomposizione del materiale da erodere. Nel corso delle operazioni, inoltre, l'utensile diamantato si autoaffila.

Ogni volta, il materiale rimosso viene automaticamente eliminato dall'area nella quale l'utensile sta operando.

Un altro importante componente del processo a ultrasuoni è rappresentato dal supporto dell'utensile, appositamente

sviluppato e brevettato dalla Sauer. La sua filettatura conica fornisce una perfetta combinazione all'accoppiamento a chiusura della forma e all'accoppiamento bloccato alla pressa. La particolare costruzione del mandrino, dalla forma simile a quella di una valvola a capillare autoregolante, assicura che l'oscillazione longitudinale non possa riflettersi sul supporto del mandrino e da lì sulla macchina.

LA SICUREZZA DELLA LAVORAZIONE

La tecnologia a ultrasuoni si distingue anche per la sicurezza assoluta della lavorazione. Le macchine Ultrasonic sono monitorate continuamente mediante algoritmi di controllo intelligente per il funzionamento regolare e la regolazione delle funzioni variabili, come ampiezza, avanzamento e velocità di rotazione. Le eventuali divergenze dai parametri di riferimento vengono immediatamente individuate, rendendo praticamente impossibile una rottura dell'utensile. I controlli impiegati sono di due tipologie. Il controllo adattativo, ADR - adaptive control, svolge le funzioni di controllo sull'utensile assicurandone un avanzamento ottimale. Il controllo acustico ACC controlla i segnali acustici emessi dal pezzo durante la lavorazione, e viene utilizzato nei casi in cui è richiesta una superficie di finitura ottimale.

Entrambi i tipi di controllo misurano i parametri fisici e possono essere usati in combinazione. Un esempio di questa flessibilità di utilizzo è nella possibilità di impiegare il controllo ADR all'inizio della lavorazione, quando è necessaria la massima potenza di avanzamento, mentre durante la finitura delle superfici il controllo cambia automaticamente in ACC. Un altro esempio di speciale controllo dei processi con l'ADR riguarda il movimento torcente del mandrino, e quindi il suo sforzo di taglio in lavorazione. In questo caso, il massimo valore della forza viene inserito nel programma NC: se questa supera il limite massimo inserito, la macchina riduce l'avanzamento evitando la rottura dell'utensile e il danneggiamento del materiale. Il movimento torcente dipende dal materiale e dal tipo di lavorazione. In caso di lavorazioni come la sgrossatura, il movimento torcente sarà più alto rispetto a quello presente nella finitura dove è richiesta la rimozione di meno materiale.

Altra caratteristica è la riduzione dell'avanzamento per mantenere il movimento torcente: per non danneggiare materiali costosi, la macchina si stacca dal materiale stesso dopo tre tentativi (quindi al quarto) per non superare lo sforzo.