

LAVORAZIONI IN ECM PER RISULTATI DI PRECISIONE

VMB esegue la lavorazione dei contorni di pezzi meccanici e la loro sbavatura attraverso la tecnica di Electro Chemical Machining (ECM) in modo veloce e senza alterare le caratteristiche chimiche e fisiche dei materiali. Analisi di una tecnologia che rappresenta una valida alternativa di processo là dove tecniche tradizionali non sono utilizzabili

di Matteo Marino

L'azienda tedesca VMB realizza impianti e attrezzature destinati alla sbavatura e alla lavorazione dei contorni di pezzi meccanici di precisione attraverso processi di tipo elettrolitico. VMB produce apparecchiature standard ma anche linee completamente automatiche con sistemi di movimentazione robotizzati per produzioni di grande serie.

Tali sistemi sono utilizzati efficacemente nel settore automobilistico, idraulico, pneumatico, nella tecnica di azionamento e trasmissione, nell'elettrotecnica e nella meccanica in generale ove i consueti trattamenti di asportazione di truciolo o di tipo erosivo EDM non siano applicabili. Altre prestazioni fornite sono: arrotondamento dei bordi, formatura dei contorni, forature speciali con punte a corona, lavorazioni di scanalature e applicazioni di contrassegni sia durante la fase iniziale dei processi di lavorazione sia in fase di produzione.

IL PRINCIPIO ELETTROLITICO ECM

Il processo di lavorazione elettrolitico chiamato ECM (Electro Chemical Machining) si fonda sul principio secondo cui due elettrodi collegati galvanicamente immersi in una soluzione elettrolitica nei quali è fatta scorrere corrente continua generano uno scambio elettronico all'interno della soluzione stessa determinando una migrazione di cariche elettriche dall'anodo (pezzo) al catodo (utensile). La circolazione della corrente nel sistema elettrolitico determina la dissoluzione dell'anodo nella soluzione salina e la gestione del processo è determinata attraverso il controllo dei parametri caratteristici di



Figura 1
Impianto di sbavatura automatico ECM con due stazioni di lavorazione e robot industriale

lavorazione. La asportazione elettrolitica ECM può essere paragonata a un processo di corrosione accelerato mediante il passaggio forzato di corrente elettrica nella cella e gestito mediante il controllo del flusso delle cariche elettriche attraverso gli elementi consistenti il sistema. I parametri caratteristici principali che incidono sulle condizioni di lavorazione della superficie del pezzo sono l'intensità della corrente nella cella, la distanza tra il pezzo in lavorazione e l'anodo (gap), la velocità di avanzamento dell'utensile e le caratteristiche della soluzione elettrolitica.

Il processo di lavorazione elettrolitico determina la generazione di calore che deve essere dissipato costantemente per mantenere inalterato il sistema di scambio delle cariche. La soluzione elettrolitica, oltre a garantire la conduzione elettrica tra catodo e anodo, mantiene la temperatura del sistema entro limiti prestabiliti grazie al flusso forzato e in pressione che contribuisce, inoltre, all'asportazione del materiale disciolto nella soluzione.

L'utensile, caricato negativamente, può essere costruito con differenti materiali come rame, acciaio e ottone e il gap tra anodo e catodo è costantemente controllato in funzione della velocità di erosione della superficie del pezzo. L'eventuale contatto tra il pezzo e l'utensile genererebbe, infatti, un arco voltaico

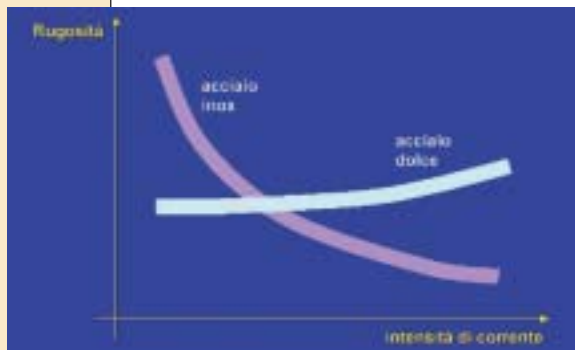


Figura 3
Relazione tra intensità di corrente e livello di rugosità di un processo ECM in funzione del materiale sottoposto alla lavorazione.

incontrollato dannoso per l'elettrodo e per la parte del pezzo sottoposta a erosione elettrolitica.

L'asportazione del materiale dal pezzo, attraverso la reazione elettrochimica che si genera per il passaggio delle cariche nella soluzione salina, è proporzionale all'intensità di corrente circolante nel circuito della cella e le superfici sottoposte all'asportazione ECM possono raggiungere un ottimo livello di rugosità superficiale e una buona precisione. I parametri caratteristici del processo quali la velocità di avanzamento, il gap tra anodo e catodo, la rugosità superficiale, il tasso di asportazione e l'intensità della corrente sono legati da leggi di proporzionalità specifiche sia in funzione delle caratteristiche operative della cella sia in relazione ai materiali utilizzati per la realizzazione del catodo e dell'anodo. La velocità di avanzamento dell'utensile influisce in maniera direttamente proporzionale sulla

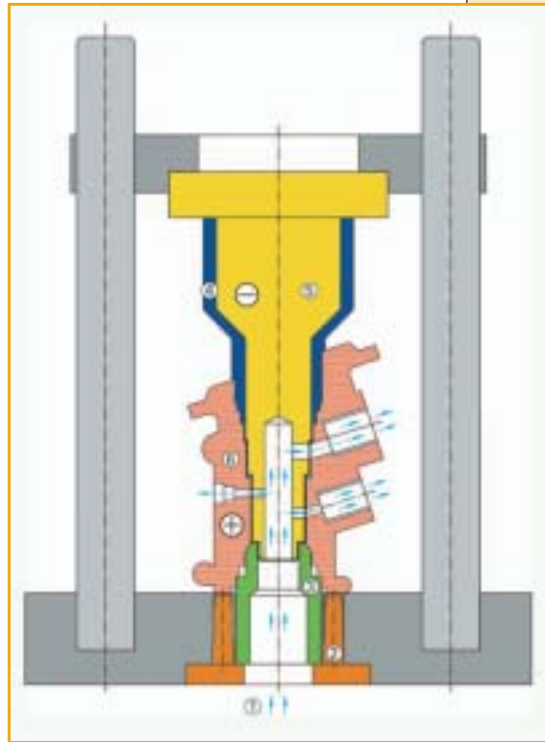


Figura 2
Sezione dell'attrezzatura di lavorazione elettrolitica di una macchina VMB in cui si evidenziano il flusso elettrolitico (1), l'anodo (2), il supporto del pezzo (3), l'isolamento (4), il catodo (5) e il pezzo in lavorazione (6).

rugosità superficiale ottenibile e il sistema di controllo, per garantire velocità di avanzamento elevate, deve poter gestire gap ridotti fino a pochi millesimi di millimetro. L'intensità della corrente elettrica di cella influisce sul tasso di asportazione del materiale in modo proporzionale mentre il rendimento di cella è tanto più elevato quanto più bassa è l'intensità della corrente utilizzata. I parametri della lavorazione ECM sono influenzati in modo sostanziale anche dal tipo di materiale del pezzo in lavorazione. A titolo esemplificativo la figura 3 riporta la relazione che lega l'intensità di corrente al livello di rugosità ottenibile attraverso un processo di erosione di tipo ECM in funzione del materiale sottoposto alla lavorazione. Come espresso dal grafico il risultato della lavorazione, dal punto di vista della finitura superficiale, è opposto in funzione del livello della corrente circolante nella cella elettrolitica. Il grafico mostra, inoltre, come esistano limiti differenti nei livelli di rugosità superficiale ottenibile in relazione ai materiali di processo.

VANTAGGI E SVANTAGGI

La lavorazione di tipo ECM presenta sensibili vantaggi rispetto ai processi tradizionali soprattutto per ciò che concerne la finitura superficiale e la versatilità nell'ottenimento di forme geometriche complesse anche se presenta inconvenienti soprattutto di tipo economico.

La finitura superficiale ottenibile attraverso macchine ECM raggiunge livelli elevati fino a valori di 0,1 µm indipendentemente dalla durezza superficiale dei pezzi. Il processo elettrolitico di asportazione non è, infatti, legato alla durezza superficiale dei materiali, il



che elimina gli inconvenienti dei metodi tradizionali condizionati dalla durezza superficiale dei manufatti. La velocità di asportazione rappresenta un ulteriore punto a favore dell'ECM e tale proprietà è particolarmente apprezzabile in occasione di pezzi fragili e facilmente deformabili. I vantaggi elencati, oltre all'assenza di tensioni residue nei pezzi sottoposti al processo erosivo e alla mancanza di usura dell'utensile conseguentemente al principio di dissoluzione del pezzo nel bagno elettrolitico, hanno contribuito a favorire lo sviluppo della lavorazione elettrochimica in svariati settori della meccanica anche se il costo elevato delle attrezzature ECM, nei casi di pezzi complessi e lotti ridotti, frena la massiccia diffusione della tecnica. Nonostante le tolleranze dimensionali ottenute con i processi ECM non raggiungano livelli particolarmente elevati e i materiali di processo (anodo e catodo) debbano essere esclusivamente conduttori, l'ostacolo maggiore alla diffusione dell'ECM deriva, infatti, come accennato, dai costi elevati sia delle attrezzature di supporto alle lavorazioni, rispetto alle altre tecniche elettrochimiche, sia dei processi produttivi degli elettrodi. Un ulteriore elemento sfavorevole alla tecnica ECM è dettato dalla possibile corrosione cui i materiali sono sottoposti in conseguenza delle soluzioni elettrochimiche utilizzate durante la lavorazione.

QUANDO UTILIZZARE L'ECM

Le macchine prodotte da VMB costituiscono un'alternativa alle lavorazioni tradizionali in tutte le occasioni nelle quali i processi meccanici, termici, manuali o di altro genere non siano applicabili o si dimostrino critici in termini qualitativi, produttivi o economici. La tecnica elettroerosiva per dissoluzione anodica è utilizzabile, infatti, su tutti i materiali caratterizzati da conduttività elettrica come l'acciaio, l'acciaio inossidabile, l'alluminio, i metalli non ferrosi, ecc. Il metodo utilizzato nelle macchine e negli impianti di VMB permette di lavorare in modo razionale anche pezzi a elevata complessità geometrica in pochi secondi (5 ÷ 20 s) con bave e contorni interni, senza sollecitazioni meccaniche o termiche e senza modificarne le proprietà chimiche e fisiche.



La tecnica ECM è utile ogni qual volta l'adozione di processi tradizionali sia rischiosa a causa delle specifiche proprietà del pezzo o del materiale utilizzato come in occasione di scarsa stabilità, di limitata truciolabilità, di superfici temprate o nitrate con durezza particolarmente elevata o di difficile accessibilità.

La dissoluzione elettrochimica è utile, inoltre, in tutte le fasi di lavoro ove sia necessario un asporto limitato ma localizzato di materiale, quando siano richieste lavorazioni in serie economica con alta produttività (attraverso l'impiego di attrezzature con utensili multipli), quando si richiedano lavorazioni precise senza sbavature secondarie e in occasione di esigenze particolarmente stringenti dal punto di vista della tempistica.

GLI IMPIANTI VMB

Tra i manufatti tipicamente trattati dagli impianti della VMB si annoverano sia articoli complessi di serie sia prodotti ricchi di contorni come sistemi frenanti antibloccaggio (ABS), componenti per pompe a iniezione, raccordi idraulici o pneumatici e ruote dentate. Il programma standard di realizzazione di VMB comprende impianti con prestazioni comprese tra 40 e 3.000 A con una o più stazioni di lavorazione. Oltre ai grandi sistemi di asportazione, VMB realizza anche impianti della serie Economy con i quali ha fatto sposare le caratteristiche della lavorazione ECM con l'economicità e gli ingombri limitati. VMB, grazie all'esperienza acquisita come produttore e utilizzatore della tecnica ECM, è in grado di ottimizzare il processo in base ad esigenze specifiche attraverso l'applicazione di tavole rotanti sulle macchine monostazione per accrescerne la produttività, di controlli continui di processo, di sistemi di raffreddamento dell'elettrolito, di sistemi di risciacquo, lavaggio e protezione. Il servizio al cliente è garantito, inoltre, dalla possibilità di teleassistenza per la riduzione dei fermi macchina.

VMB è attrezzata per fornire sistemi completamente automatizzati per il governo dell'intero processo di lavorazione, dal pretrattamento all'imballaggio dei pezzi finiti, oltre ai sistemi di pulitura con lavaggio a iniezione in continuo, a ultrasuoni o a pressione.

Figura 4
Attraverso la tecnica elettrochimica ECM la tedesca VMB è in grado di smussare velocemente e con accuratezza gli spigoli dei particolari meccanici di precisione senza alterarne le proprietà fisiche e chimiche: a sinistra un pezzo non lavorato e a destra un pezzo lavorato.