

1 Elettroerosione

In questo processo, l'azione chimica viene abbandonata e il metallo viene rimosso dal calore prodotto da scintille. Ci sono diversi processi, tutti condividono lo stesso meccanismo.

Il pezzo e il catodo (utensile), in metallo o grafite, sono immersi in un fluido dielettrico. Viene applicata una corrente continua ad un potenziale fino a 300 V; se viene utilizzato un alimentatore non allo stato solido, un condensatore è incluso in parallelo con lo spazio in cui scocca la scintilla.

A basse tensioni il fluido agisce come isolante; quando la tensione aumenta, il fluido subisce la rottura dielettrica e una scintilla lo attraversa.

2 Le temperature aumentano al punto da vaporizzare localmente un po' di materiale del pezzo.

Dopo una scarica di durata controllata, la tensione scende a un valore basso per un breve tempo (tempo di attesa) per ristabilire la pellicola isolante mediante deionizzazione del dielettrico. I generatori di impulsi ripetono il ciclo controllato a una frequenza compresa tra 200 e 500 000 Hz.

Il dielettrico deve soddisfare funzioni aggiuntive: viene alimentato all'interfaccia utensile-pezzo per fornire raffreddamento e allontanare i detriti.

3 Deve essere filtrato continuamente per rimuovere i detriti che causerebbero cortocircuiti.

La scarica avviene sempre in corrispondenza della minima distanza, pertanto l'elettrodo ad ogni ciclo avanza di un po' per ottenere la forma desiderata.

Le condizioni ottimali e le scintille sono gestite dal servocontrollo.

Il controllo complessivo del processo è normalmente eseguito dal CNC.

4 La velocità di rimozione del materiale è funzione della densità di corrente.

La finitura superficiale è determinata da vari fattori e peggiora con maggiori densità di corrente (che determinano scariche con maggiore contenuto energetico), dielettrici più viscosi e frequenze inferiori.

Gli stessi fattori che portano a una maggiore rugosità determinano anche un maggiore overcut (tipicamente, 0.005-0.5 mm/lato) e una zona termicamente alterata più profonda (di solito profonda tra 2 e 400 micron).

Parte del metallo fuso è ridepositato e si può avere anche addolcimento. Di conseguenza normalmente si conclude il taglio con una corrente a bassa densità o si finisce la superficie con altre tecniche.

5 Questo aspetto è particolarmente importante per i componenti sollecitati a fatica meccanica.

La rimozione del materiale non riguarda solo il pezzo lavorato, anche l'utensile viene eroso. In condizioni ottimali il rapporto di usura (rapporto tra volume rimosso sul pezzo e volume perso dall'utensile) è 3:1 con elettrodi metallici e da 3:1 a 100:1 con elettrodi in grafite.

Il processo non è influenzato dalla durezza del materiale, perciò viene applicato spesso per ricavare stampi per forgiatura, estrusione, lavorazioni su lamiera, pressocolata e stampaggio ad iniezione a partire da blocchi di acciaio indurito.

6 Esistono varie tecniche

1. EDM a tuffo

Cavità complesse sono formate dalla penetrazione controllata di un elettrodo sagomato nel materiale da lavorare. L'elettrolita è olio a bassa viscosità. L'utilizzo dell'elettrodo è migliore usando gli elettrodi nuovi per la finitura e quelli usurati per sgrossare i pezzi successivi.

7 La sgrossatura viene talvolta eseguita con un processo EDM senza usura in cui la polarità è invertita e l'anodo di grafite non subisce perdita di peso.

Con l'ausilio di CNC, il pezzo può essere dotato di movimento laterale controllato (moto planetario con ampiezza da 10 -100 micron) per migliorare la precisione e la finitura superficiale e aumentare la velocità di rimozione del metallo.

È possibile anche lavorare forme complesse con elettrodi semplici mossi lungo un percorso complesso, come la fresatura per contornatura multiassiale, a condizione che le velocità di rimozione rimangano sufficientemente alte.

8 Anche se il processo è abbastanza lento, viene generalmente utilizzata la retroazione del controllo CNC e si può avere anche la sostituzione automatica di elettrodi e pezzi così il processo si presta ad essere usato senza supervisione.

Gli elettrodi sono realizzati con copiatura o CNC.

Sono stati sviluppati anche processi abrasivi speciali per la realizzazione di elettrodi di grafite.

9 2. Elettroerosione a filo (EDWC o EDM a filo). È diventata un importante processo produttivo.

L'elettrodo è ora un filo di ottone, rame, tungsteno o molibdeno con diametro compreso tra 0,08 e 0,3 mm.

Il filo agisce come una sega a nastro, ma il taglio è provocato dalle scintille invece che dai denti.

Lo slot (kerf) formato è più ampio di circa 25 micron rispetto al filo.

Con questa tecnica si ottengono direttamente sia la matrice che il punzone per operazioni di taglio di lamiera.

10 Il filo è alimentato con continuità dalla spoletta sotto una tensione controllata (circa il 60% della resistenza a trazione) a una velocità tra 2.5-150 mm/s. Per aiutare l'espulsione del materiale dalla scanalatura si usano fili stratificati: i fili di ottone sono rivestiti con Zn oppure ottone ricco in Zn, che si consuma prima che l'anima si indebolisca. In questo modo si possono usare densità di corrente maggiori.

La pressione del gas piega il filo ed obbliga ad usare velocità ridotte, specialmente negli angoli, se è richiesto un taglio diritto attraverso lo spessore.

11 Come è stato detto, il taglio può essere più rapido con i metalli bassofondenti.

L'elettrolita è olio o acqua con additivi; la formazione di batteri viene evitata con ozono perché i battericidi annullerebbero le proprietà dielettriche.

Possono essere impiegati uno o più tagli leggeri (tipicamente 0,04 mm) con corrente alternata ad alta frequenza per rimuovere la superficie danneggiata.

12 I controlli multiassiali consentono di tagliare forme 3D, per esempio, stampi di estrusione con entrata conica.

I controlli CNC con retroazione vengono utilizzati per monitorare l'entità del meato, regolare le velocità di taglio e preparare il filo in caso di rottura.

Molti componenti hanno fori per i quali deve essere realizzato un foro pilota con un altro processo; il filo viene quindi infilato e la parte interna viene rimossa manualmente o automaticamente.

I raccordi molto piccoli e la qualità del taglio sono adeguati per molte matrici per la lavorazione della lamiera e altre applicazioni, tra cui gli stampi in carburo di tungsteno.

Sono stati tagliati spessori fino a 400 mm.

13 3. Foratura mediante elettroerosione

Un filo di tungsteno viene utilizzato come elettrodo in combinazione con un dielettrico acquoso per realizzare fori di piccolo diametro (tra 0,05 e 1 mm) a grandi profondità, come per i fori di raffreddamento in pale a turbina realizzate in superleghe.

Pompare l'elettrolita attraverso un elettrodo rotante aumenta la velocità di rimozione, ma a scapito delle tolleranze.

4. Rettifica mediante elettroerosione

La rimozione del materiale avviene mediante scariche tra una ruota di grafite rotante e il pezzo.