

1 Introduzione, abrasivi

Il termine lavorazione abrasiva di solito descrive i processi in cui il materiale viene rimosso mediante una moltitudine di particelle abrasive dure e spigolose o grani che possono essere legati per formare un utensile con una specifica forma geometrica oppure possono essere liberi.

Fin dai tempi più antichi, i processi abrasivi hanno avuto la massima importanza perché sono in grado di produrre superfici molto ben controllate e, se richiesto, lisce e, se il processo viene eseguito correttamente, anche con tolleranze molto strette.

Inoltre, la durezza dei grani abrasivi rende possibile la lavorazione di materiali duri e, fino allo sviluppo di processi di lavorazione non tradizionali, le lavorazioni abrasive erano spesso l'unico processo per la fabbricazione di prodotti in determinati materiali.

Il piano di classificazione delle lavorazioni abrasive, nella slide, distingue tra particelle legate (bonded), libere (loose) e sparate sul materiale da lavorare (impact).

2 Se eseguita correttamente, una lavorazione abrasiva può produrre una superficie di alta qualità, con una rugosità superficiale controllata combinata con una distribuzione desiderabile di tensioni residue e uno strato superficiale esente da difetti. Pertanto, la lavorazione abrasiva è spesso il processo di finitura per gli acciai trattati termicamente e altri materiali duri.

Il numero dei processi è cresciuto, in particolare negli ultimi 50 anni.

Alcuni principi di base sono comuni alle varie lavorazioni e prima di tutto li analizzeremo con riferimento ai metalli.

3 A differenza dell'asportazione di truciolo sui metalli, nelle lavorazioni abrasive i singoli spigoli di taglio sono distribuiti in modo casuale e orientati in modo più o meno casuale e la profondità di passata (lo spessore del truciolo indeformato) è piccola e non uguale per tutti i grani abrasivi che sono contemporaneamente in contatto con il pezzo.

Questi fattori cambiano sostanzialmente le caratteristiche del processo. I grani abrasivi sono prodotti in modo che abbiano bordi taglienti; tuttavia, l'orientamento dei singoli grani è principalmente una questione probabilistica e un grano può incontrare la superficie del pezzo a volte con un angolo di spoglia positivo, nullo o, in molti casi, negativo.

Non c'è quindi alcuna garanzia che il taglio avrà effettivamente luogo:

4 1. Con una profondità di passata minima si verifica solo la deformazione elastica del pezzo, del grano e, se presente, del legante. Non viene rimosso materiale, ma è generato molto calore dalla deformazione elastica e dall'attrito (fig. a).

2. Con una maggiore profondità di passata, gli eventi dipendono dalle condizioni di processo.

Con angoli di spoglia fortemente negativi, il grano può semplicemente arare la superficie del pezzo, spostando il materiale di lato e davanti al grano come se fosse una prua.

Occasionalmente del materiale viene rimosso, ma il processo è inefficiente. L'attrito sul grano è significativo. (fig. b)

5 3. Solo con angoli di spoglia meno negativi, velocità più elevate e con materiali del pezzo meno duttili si avrà la formazione di truciolo.

L'angolo di spoglia inferiore è spesso nullo e può anche essere negativo, provocando quindi grandi perdite di energia per vincere l'attrito e a causa della deformazione elastica.

4. Molto lavoro è concentrato in un piccolo spazio, quindi le temperature aumentano di molto. Quando materiali come l'acciaio vengono lavorati in aria, si verifica combustione e si formano scintille.

6 Poiché solo una frazione dei contatti tra materiale e grani provoca una rimozione effettiva del materiale e poiché ci sono molte fonti di attrito, le lavorazioni abrasive sono inefficienti; l'energia necessaria per rimuovere un volume unitario può essere oltre 10 volte maggiore rispetto all'asportazione di truciolo.

La maggior parte dell'energia viene convertita in calore, solo una parte del quale viene rimosso con i trucioli; molto calore rimane nel pezzo con una serie di conseguenze indesiderate. La variazione di colore della superficie è dovuta all'ossidazione e il colore è indicativo delle temperature raggiunte.

La superficie degli acciai trattati termicamente può raggiungere temperature elevate sufficienti per causare una trasformazione in austenite.

7 Dopo che è passato il grano, l'improvviso raffreddamento provoca la formazione di martensite e le cricche associate. Un colore blu intenso è indicativo di tale "bruciatura".

Il ciclo termico porta a tensioni residue di trazione; queste sono sovrapposte alle sollecitazioni di compressione residue generate dalla deformazione locale a causa dell'aratura e del taglio con angolo di spoglia fortemente negativo. Di conseguenza, un processo abrasivo controllato correttamente può garantire una rugosità superficiale controllata combinata con un'elevata integrità della superficie, mentre un processo controllato in modo improprio può causare danni sostanziali.

8 I grani abrasivi devono soddisfare una serie di requisiti spesso contraddittori.

1. L'elevata durezza sia a temperatura ambiente che a temperatura elevata aiuta a resistere all'abrasione da parte di particelle dure nel pezzo.

2. La tenacità controllata o, piuttosto, la facilità di frattura (friabilità) permette alla frattura di verificarsi a seguito delle sollecitazioni meccaniche e termiche imposte.

9 Pertanto su un grano usurato vengono generati nuovi spigoli di taglio, ma a scapito di una perdita di materiale abrasivo.

3. La bassa aderenza al materiale del pezzo minimizza la formazione di tagliente di riporto, la rideposizione sul pezzo del materiale asportato e la rimozione dei grani da una struttura legata. Allo stesso tempo, l'adesione al legante garantisce la resistenza di un abrasivo legato.

10 4. La stabilità chimica aumenta la resistenza all'usura e alla corrosione da parte dell'ossigeno e dei fluidi da taglio.

5. Il grano deve avere una forma che presenti diversi spigoli taglienti.

Poiché le velocità di avanzamento sono basse, la dimensione del grano è diverse volte superiore alla profondità di passata. La dimensione dei grani è specificata come per gli altri particolari.

11 Solo pochi abrasivi naturali, principalmente varie forme di SiO_2 e Al_2O_3 , trovano impiego e quindi solo per lavorare i materiali più teneri o nei processi di finitura. La maggior parte degli abrasivi industriali sono artificiali.

L'allumina (Al_2O_3) è realizzato in gradi di diversa durezza; i gradi più duri sono friabili, adatti per operazioni di precisione e finitura leggera, mentre i gradi meno duri e resistenti (ad esempio l'alluminio sinterizzato e gli abrasivi allumina-zirconia) sono adatti per operazioni pesanti.

12 Il carburo di silicio (SiC) è più duro dell'allumina ma si usura rapidamente su acciai a basso tenore di carbonio in cui il carbonio si dissolve.

I grani più duri sono in CBN e diamante, e sono chiamati collettivamente superabrasivi.

Il CBN è preferito con gli acciai temprati, le superleghe e la ghisa.

Il diamante si dissolverebbe nel ferro a temperature elevate, quindi viene utilizzato principalmente per lavorare utensili in carburo cementato, materiali ceramici e vetro.

Come con altri abrasivi, i grani più friabili si frantumano producendo taglienti affilati e nel corso della lavorazione si raggiungono temperature inferiori.