

1 Altre lavorazioni abrasive

Oltre alla rettifica, ci sono altri processi che utilizzano grani abrasivi legati.

Abrasivi rivestiti

Tradizionalmente, i grani abrasivi attaccati ad un supporto flessibile come carta o panno sono stati utilizzati per la finitura a bassa velocità di superfici. Tuttavia, con lo sviluppo di adesivi e supporti più forti, i nastri rivestiti in grado di lavorare ad alta velocità (tipicamente 15-30 ma fino a 70 m/s) sono diventati importanti strumenti produttivi, capaci di alte velocità di rimozione del metallo.

Fino a 6 mm di materiale può essere rimosso in un solo passaggio, a velocità di asportazione di 200 cm³/min, sostituendo la tornitura, la piallatura o la fresatura nella produzione di massa (ad esempio nella lavorazione delle superfici di guarnizioni dei basamenti e delle testate dei motori)

2 I grani vengono depositati su uno strato di adesivo applicato al supporto e vengono tenuti in posizione da un secondo strato. La forza di legame è tale da evitare la rimozione dei grani nuovi consentendo il rilascio dei grani consumati.

I grani con bordi affilati e di forma allungata sono allineati elettrostaticamente per ottenere un angolo di spoglia leggermente negativo, distanziati circa 10 volte di più rispetto alle mole. Alcuni nastri hanno più strati di grani per una maggiore durata.

La formazione di truciolo è la modalità principale di rimozione del metallo e l'energia specifica e le temperature superficiali sono relativamente basse.

3 I fluidi da rettifica servono per lubrificare, raffreddare, allontanare il materiale rimosso e ridurre gli intasamenti. La cinghia è sostenuta da una ruota o da una piastra scanalata, di conseguenza il taglio è intermittente; il calore può fluire nel pezzo quando non si taglia, consentendo elevate velocità di rimozione senza provocare bruciature. Con un disco di supporto il taglio è anche più aggressivo.

Il taglio a filo abrasivo utilizza grani di CBN o di diamante legati alla superficie di un filo. Un esempio di filo abrasivo è mostrato nella foto.

4 Levigatura

Nella levigatura l'abrasivo si presenta come un blocco. Nell'applicazione più frequente, viene terminata una superficie cilindrica interna con un certo numero di settori di levigatura collegati ad una testa espandibile oscillante in direzione assiale (con velocità assiale di 2-4 m/s) mentre il pezzo viene ruotato a 2-15 m/s. in questo modo si genera una tessitura incrociata.

Un fluido da levigatura, di solito un olio, viene applicato per allontanare le particelle abrasive. Sono usati anche liquidi a base acquosa, soprattutto con i superabrasivi. Il filtraggio è essenziale in tutti i casi.

5 La superfinitura è una variante della levigatura in cui un movimento oscillante viene impartito ad una pietra abbastanza grande e la pressione superficiale è mantenuta molto

bassa. Così, quando la superficie diventa piatta, costruisce una propria pellicola lubrificante idrodinamica che termina l'azione dell'abrasivo.

La lavorazione a flusso abrasivo è un processo di finitura che rappresenta una transizione verso gli abrasivi non vincolati. Un mezzo semisolido e abrasivo viene forzato attraverso un foro o attraverso una superficie; è particolarmente efficace nella rimozione delle bave dalle superfici interne.

6 In un gran numero di processi, l'abrasivo non è legato ma viene fornito come polvere.

Lappatura

Il processo si basa su una forma di usura abrasiva dei tre corpi. L'abrasivo viene introdotto come una sospensione a base oleosa tra il pezzo e una superficie che è il negativo della superficie da lavorare.

7 Nella forma più nota, il piatto è un tavolo relativamente morbido, un po' poroso (ad esempio ghisa), ruotato in un piano orizzontale. I pezzi vengono caricati sulla superficie (talvolta in gabbie azionate da un ingranaggio dal centro della tavola rotante). Il pezzo descrive un movimento planetario e acquisisce una finitura casuale lavorata in modo molto uniforme e di ottima planarità

8 Quando l'utensile ha forma tridimensionale, possono essere lappate superfici curve (ad es. lenti di vetro).

La lappatura è anche un processo molto veloce per rodare gli ingranaggi di accoppiamento o a vite senza fine (eliminando così la necessità di un periodo di rodaggio, ad esempio, per gli ingranaggi ipoidi di un asse posteriore automobilistico) e per la rimozione delle protuberanze superficiali dagli anelli cromati dei pistoni.

Spesso l'utensile è costituito da un abrasivo legato e il processo è quindi simile alla rettifica di finitura ma a bassa velocità.

9 Lavorazione ad ultrasuoni

Un trasduttore piezoelettrico viene utilizzato per generare vibrazioni ad ultrasuoni (circa 20000 Hz) di ampiezza piccola (circa 0,04-0,08 mm) che guidano l'utensile di forma, chiamato sonotrodo, realizzato in un materiale ragionevolmente duttile come il ferro dolce. Il grano abrasivo viene fornito sotto forma di sospensione all'interfaccia e il pezzo viene gradualmente eroso.

Il processo è particolarmente adatto per la lavorazione di materiali poco duttili.

10 Spazzolatura

L'utensile è ora una spazzola composta da fili flessibili, solitamente ruotata ad alta velocità (15-30 m/s) applicando una forza controllata, con una profondità di 0,5-0,8 mm

Molto spesso, l'obiettivo è creare una finitura superficiale specifica, per scopi estetici o tecnici.

Se l'operazione non è eseguita correttamente, le superfici si imbrattano e si caricano di particelle riattaccate o frammenti persi dai fili.

11 In ogni caso, i fil devono essere di un materiale che non provochi corrosione galvanica se vengono lasciati frammenti di filo sulla superficie.

Le spazzole in plastica (nylon o PP) caricate con abrasivi legati (Al_2O_3 , SiC o talvolta CBN o diamante) possono essere molto efficaci.

Il processo è ampiamente utilizzato per la rimozione delle bave.

12 Burattatura

Il contatto con un utensile viene sostituito dal contatto tra pezzi in lavorazione nella burattatura.

In linea di principio, i pezzi in lavorazione vengono inseriti in un contenitore la cui superficie laterale ha molti lati, in modo che i pezzi in lavorazione cadano quando il contenitore viene ruotato. L'impatto tra i pezzi rimuove le protuberanze superficiali.

Si ottiene una finitura molto migliore quando si aggiunge un mezzo di burattatura, liquido o solido.

13 Il mezzo viene scelto in base allo scopo previsto e può variare da materiali morbidi come gusci di noci a sfere metalliche o non metalliche, trucioli, pietre e abrasivi convenzionali

Risultati simili si ottengono nella vibrofinitura, con il contenitore messo in vibrazione con mezzi meccanici.

Questi processi abrasivi completamente casuali sono di grande valore per rimuovere bave e alette dai pezzi e, in generale, per migliorare il loro aspetto superficiale.

La foto mostra una fase di burattatura a secco nella quale i coni, detti buratti, sono il mezzo solido con cui si sbavano i componenti metallici.

14 Lucidatura con pelle scamosciata, lucidatura con cera

Non si fa uso di superfici dure e l'abrasivo viene applicato su una superficie morbida, ad esempio la superficie cilindrica di un disco in feltro o altro tessuto.

In qualche caso l'abrasivo è in un legante tenero, in altri casi l'abrasivo può essere utilizzato a secco o in olio o in altro supporto/lubrificante.

La lucidatura con o senza pelle scamosciata è in grado di produrre superfici che sono altamente riflettenti non per il fatto di essere più lisce ma piuttosto a causa della deformazione plastica degli strati superficiali.

La deformazione localizzata della superficie provoca tensioni residue di compressione e migliora la resistenza a fatica dei componenti.

15 In questi processi viene eliminato ogni contatto tra utensile e pezzo in lavorazione

1. Nella sabbiatura, particelle di abrasivi o di altro materiale vengono scagliate sulla superficie del pezzo a velocità così elevate che le pellicole superficiali, come gli ossidi, vengono rimosse e alla superficie viene conferito un aspetto uniformemente opaco.

Velocità di impatto eccessive potrebbero causare danni, ma la sabbiatura adeguatamente controllata favorisce una leggera deformazione della superficie plastica e sollecitazioni di compressione residue che migliorano la resistenza a fatica.

Le velocità richieste possono essere prodotte da aria compressa o facendo cadere i granelli sulla superficie di una ruota che gira a velocità molto elevata. La ruota può avere alette; il contatto con la ruota accelera le particelle di sabbia. La foto mostra una fase di sabbiatura di un ingranaggio.

16 2. Una forma speciale di sabbiatura è l'idrolevigatura. Il mezzo abrasivo viene sospeso in un liquido che viene poi diretto sulla superficie sotto forma di getto ad alta pressione
3. Nelle lavorazioni a getto abrasivo, un getto d'aria o di gas CO₂ ben controllato, caricato con abrasivi secchi, viene applicato a pressioni di 0,5-0,8 MPa attraverso ugelli in zaffiro o carburo di tungsteno.

Colpendo a una velocità di 150-300 m/s, taglia fessure o fori in materiali molto duri.

17 4. I materiali più teneri ($Y_s < 80$ Mpa) possono essere tagliati con un getto d'acqua ad alta pressione.

La corrente a getto è pressurizzata tra 28 e 440 Mpa.

Il getto ad alta velocità (da 600 a 900 m/s) che emerge da un ugello in zaffiro o diamante con diametro di 0,08-0,4 mm produce una superficie di taglio pulita e priva di cricche

Il processo è particolarmente vantaggioso quando si voglia evitare il riscaldamento del materiale.

18 5. I materiali duri possono essere tagliati introducendo abrasivi nel flusso d'acqua.

Tale taglio a getto d'acqua abrasivo è molto adatto per tagliare materiali molto sensibili al calore poiché non vi riscaldamento.

Le installazioni con controllo multiasse o integrate con un robot possono eseguire tagli su lamiere, piatti e parti tridimensionali

La maggior parte è dotata di software di controllo che seleziona (o aiuta a selezionare) i parametri di lavorazione ottimali, come la velocità di spostamento e la quantità di abrasivo.

Questa tecnica è adatta anche per tagliare materiali fragili. La figura mostra uno schema di impianto.

19 Tutti questi processi sono ampiamente utilizzati anche per la sbavatura.

Le bave si formano in molte operazioni, tra cui pressocolata, forgiatura, tranciatura, stampaggio a iniezione e asportazione di truciolo, e la loro rimozione rappresenta una fase di lavorazione costosa.