

1 Materiali per utensili

Le caratteristiche specifiche degli utensili da taglio vengono modificate per adattarle allo specifico processo produttivo, ma alcune caratteristiche di base sono comuni a tutti.

Ci sono stati miglioramenti nella lavorabilità dei metalli, ma la principale fonte dei progressi recenti nell'asportazione di truciolo è stato lo sviluppo nel settore dei materiali per utensili. Questi non solo hanno consentito una più rapida asportazione di materiale ma hanno anche facilitato i progressi nel progetto e nel controllo delle macchine utensili.

Ci si può aspettare che un materiale per utensili dovrebbe avere proprio caratteristiche opposte rispetto a quelle auspicabili nel materiale del pezzo.

2 1. L'utensile dovrebbe essere più duro del componente più duro nel materiale del pezzo, non solo a temperatura ambiente ma anche alle temperature raggiunte nel corso della lavorazione.

Una elevata durezza a caldo previene la deformazione plastica, assicura che la geometria dell'utensile venga mantenuta sotto le condizioni estreme raggiunte dal processo di formazione del truciolo e anche aiuta nel resistere all'usura.

La tabella consente di confrontare la durezza di vari materiali usati nella realizzazione di utensili da taglio. Presumibilmente si tratta della durezza a temperatura ambiente, di limitato interesse in quest'ambito.

3 2. La resilienza è necessaria per sopportare gli shock meccanici nelle operazioni di taglio interrotto.

Gli shock hanno luogo anche nei processi con formazione di truciolo continuo quando l'utensile incontra un punto duro nel materiale lavorato.

3. La resistenza agli shock termici è necessaria quando si verificano rapidi riscaldamenti e raffreddamenti nelle operazioni con taglio interrotto. Una elevata conducibilità termica è preferibile perché mantiene più basse le temperature nella zona di contatto.

4 4. Una bassa adesione al materiale del pezzo contribuisce ad evitare saldature localizzate. Paradossalmente si desidera una adesione elevata nel caso si voglia stabilizzare una zona di taglio secondaria; tuttavia in questo caso diventa necessaria una barriera alla diffusione.

5. La diffusione di costituenti dell'utensile nel materiale del pezzo porta ad una accelerazione dell'usura; di conseguenza la solubilità dell'utensile nel materiale del pezzo deve essere bassa.

Abbiamo visto che la proprietà più importante che deve possedere il materiale dell'utensile è un'elevata durezza a caldo. Il grafico mostra l'andamento per alcune categorie di materiali al variare della temperatura. Si vede che la durezza degli acciai cala rapidamente oltre una certa gamma di temperature, mentre per le altre categorie presenti il calo di durezza è molto più graduale.

5 Bassa durezza ed elevata adesione sono indesiderabili perché permettono la distorsione del profilo dell'utensile, l'arrotondamento del suo naso, favoriscono una graduale usura del dorso e, combinata con la diffusione, la formazione di craterizzazione.

Se la resilienza e la resistenza a shock termici sono inadeguate, facilmente si può verificare frammentazione del tagliente ed anche una sua frattura. Sfortunatamente la durezza e la resistenza termica dei materiali possono in generale essere aumentate solo a spese della resilienza; di conseguenza non esiste in assoluto un materiale migliore degli altri.

I recenti sviluppi sono spesso basati sulla combinazione di proprietà desiderabili di un substrato e del suo rivestimento. Nel seguito verranno discussi i principali materiali per utensili ordinati in base alla resistenza meccanica ad alta temperatura.

Anche in questa slide è presentato un grafico che mette in relazione durezza e temperatura. Lo presento perché è presente anche il CBN, il secondo materiale più duro dopo il diamante.

6 Acciai al carbonio. Gli acciai al carbonio derivano la loro durezza dalla trasformazione martensitica. La martensite rammollisce oltre i 250°C, perciò gli acciai al carbonio sono adatti solo per lavorare materiali teneri come il legno e solo a basse velocità.

In compenso sono duri ed è possibile realizzare taglienti affilati, perciò acciai ad alto tenore di carbonio sono usati qualche volta per realizzare alesatori a mano per il taglio dei metalli.

Acciai rapidi (HSS). la maggior parte degli acciai per utensili rientra in questa categoria. I due gruppi principali sono uno a base di molibdeno (M1, M2, etc., tipicamente con 0.8% C, 4% Cr, 5-8% Mo, 0-6% W, e 1-2% V), il secondo a base di tungsteno (come il T1, con 0.7C-4Cr-18W-1V)

7 Negli acciai rapidi, i carburi formati dagli elementi in lega costituiscono circa il 10- 20% del volume e permettono riscaldamenti e raffreddamenti ripetuti fino a 550°C senza perdite in durezza.

Si possono raggiungere temperature anche maggiori con l'aggiunta del 5-8% di cobalto spesso accoppiato con un maggior contenuto di carbonio (tipi M40 e T15).

Tutti questi acciai sono laminati o forgiati a caldo fino a una dimensione dalla quale l'utensile può essere rapidamente lavorato allo stato ricotto, mediante tecniche di lavorazione convenzionali.

Prima della rettifica finale vengono sottoposti a trattamento termico che impartisce grande resistenza e durezza (anche oltre 63 HRC), accoppiate con una resilienza accettabile.

8 Possono essere riaffilati varie volte.

Rimangono importanti nel settore dell'asportazione di truciolo, soprattutto per realizzare punte da trapano, alesatori, brocche ed altri utensili di forma.

I progressi nel settore della fusione e della colata hanno migliorato notevolmente la loro qualità; alcuni derivano dalla compattazione di polveri prelegate garantendo una distribuzione maggiormente uniforme di carburi di piccole dimensioni e permettendo una concentrazione maggiore di elementi alliganti.

La foto mostra alcuni utensili in acciaio rapido. Si tratta per lo più di frese, qualche utensile per trapano (f), (g), (h), un maschio (k) e una filiera (l).

I rivestimenti superficiali svolgono un ruolo importante. La tempra in vapore crea uno strato di ossido Fe_3O_4 duro e poroso che allunga la durata dell'utensile.

9 Più efficace è la nitrurazione e, soprattutto, il rivestimento in TiN di colore dorato, depositato mediante PVD, che riduce l'attrito e minimizza la formazione del tagliente di riporto.

Il rivestimento in TiC di colore nero viene depositato ad alta temperatura mediante CVD, dopo la quale l'utensile deve essere nuovamente trattato termicamente.

Rivestimenti in carburo di cromo sono adatti per lavorare il titanio ed anche l'alluminio. I rivestimenti aumentano la durata dell'utensile da 2 a 6 volte.

10 Carburi colati. Quando i carburi raggiungono percentuali molto alte il materiale non è più lavorabile ad alta temperatura e deve essere colato nella forma voluta.

La matrice di carburi, attorno al 45%, è di solito una lega a base di cobalto nella quale sono annegati carburi di cromo e tungsteno al 2-3%.

Il rammollimento è graduale e si possono raggiungere velocità di taglio maggiori, ma la duttilità e la resilienza risultano molto minori.