

1 Carburi cementati. i carburi cementati prodotti mediante sinterizzazione sono diventati una categoria molto importante di materiali.

La matrice è normalmente a base di cobalto, al 3-6% quando si vuole favorire la durezza, al 6-15% per avere una maggiore resilienza.

Le categorie di carburi sono classificate sulla base di codici sviluppati in varie nazioni e dall'ISO.

La fase di carburo può essere costituita completamente da carburo di tungsteno per tagliare leghe non ferrose e ghise grigie (gruppo ISO K), ma la diffusione porterebbe a una rapida craterizzazione nel taglio degli acciai.

2 Di conseguenza per la lavorazione degli acciai (gruppo ISO P) sono presenti dal 10 al 40% carburo di titanio o carburo di tantalio o entrambi che formano un'interfaccia ricca di carburo resistente alla diffusione.

Le ghise malleabili e sferoidali presentano gli stessi rischi di diffusione e sono lavorate con carburi adatti per gli acciai.

I carburi general purpose (gruppo ISO M) contengono quantità inferiori di carburi miscelati. I carburi cementati rammolliscono solo gradualmente e lavorano meglio a temperature oltre i 600°C.

3 Sono state aggiunte altre categorie di carburi adatte a lavorare leghe in precedenza non prese in considerazione

4 Carburi rivestiti. In teoria l'utensile dovrebbe avere una superficie molto dura e non reattiva in grado di comportarsi anche come una barriera contro la diffusione, invece dovrebbe avere un substrato con una sufficiente capacità di resistere alla frattura per consentire tagli interrotti.

I carburi rivestiti raggiungono questo obiettivo combinando le caratteristiche di un substrato di carburo di tungsteno con quelle di un rivestimento sottile, normalmente di 5 mm, di materiale ceramico.

Il carburo di titanio aumenta la resistenza meccanica, il nitrato di titanio riduce l'attrito e l'adesione, l'allumina impartisce resistenza all'ossidazione e alla trazione, il nitrato di titanio e alluminio invece è caratterizzato da grande resistenza all'impatto e durezza a caldo.

La deposizione avviene mediante la tecnica PVD a temperature abbastanza basse; la tecnica CVD garantisce un legame più forte al substrato ma le elevate temperature provocano anche la formazione di una fase fragile che riduce la resistenza alle cricche trasversali.

5 Alcuni strati sono spesso depositati uno sull'altro per soddisfare le varie funzioni, per esempio uno strato base di carburo di titanio seguito da allumina e nitrato di titanio.

Strati multipli alternati di 2 o più tipi di rivestimento aumentano la durata alle alte velocità. I carburi rivestiti rappresentano oltre l'80% del mercato e vengono usati molto spesso nelle lavorazioni di tornitura e fresatura di acciai e ghise.

Il grafico permette di farsi un'idea di quanto l'evoluzione dei materiali per utensili abbia contribuito all'affermazione delle lavorazioni per asportazione di truciolo. È presa in considerazione una certa lavorazione eseguita con diversi materiali per utensili. In ascissa troviamo i decenni, a partire dal 1900 fino al 1990. In ordinata la durata della lavorazione. Per eseguire la lavorazione occorre 100 minuti all'inizio del ventesimo secolo, mentre erano sufficienti 42 secondi nel 1990. Peccato non avere nel grafico anche le prestazioni del CBN, probabilmente quei 42 secondi sarebbero almeno dimezzati.

6 Cermet. i carburi cementati sono una sottoclasse dei cermet, ceramici legati con una fase metallica.

Nel taglio di acciai e dell'acciaio inossidabile si è affermato il carburo di titanio legato con nichel e molibdeno.

Il ceramico misto carburo di titanio e nitruro di titanio si caratterizza per una migliore conducibilità termica e possibilità di lavorare a velocità più alte, spesso è usato per finiture ad alta velocità e nella lavorazione di componenti near-net-shape.

7 Utensili in ceramico. Ceramiche come l'allumina possono essere usate per realizzare inserti oltre che come rivestimenti; vengono prodotti per sinterizzazione o pressatura a caldo.

Poiché non hanno bisogno di un metallo che funga da legante sono adatti per velocità molto alte, ma solo con carichi leggeri e continui.

Sono stati fatti grandi progressi nel miglioramento dell'affidabilità di questi materiali e la loro gamma di applicazioni è in crescita.

Gli utensili in allumina rinforzata con il 25-40% di whisker in SiC, e quelli fatti in nitruro di silicio e Si-Al-O-N, sono più tenaci e resistenti all'usura e possono essere usati nei tagli interrotti. Sono usati spesso nella lavorazione di superleghe, ghise grigie e il sialon anche con gli acciai.

8 Nitruro cubico di boro policristallino (PCBN). prodotto ad alta temperatura ed alta pressione, con tecniche simili a quelle usate per i diamanti sintetici, il CBN ha una durezza seconda solo a quella del diamante.

Il suo grande vantaggio è che non soffre dell'usura diffusiva nel taglio delle leghe ferrose.

Può essere sintetizzato fino a spessore di mezzo millimetro su una base di carburo cementato, oppure essere prodotto come inserto con o senza un legante ceramico (per esempio nitruro di titanio per migliorare la resistenza alle alte temperature).

Gli inserti con un'alta percentuale di CBN (>70%) sono duri ed hanno una elevata conducibilità termica, perciò sono adatti per lavorare ghise e super leghe.

9 Maggiori percentuali di legante aumentano la resilienza e riducono la conducibilità termica, un vantaggio nella tornitura di acciai trattati termicamente nella quale, se è condotta in modo appropriato, il calore viene rimosso dal truciolo.

È possibile sostituire la rettifica producendo una finitura superficiale anche migliore di $R_a = 0,4$.

Normalmente non si fa uso di fluidi da taglio, soprattutto nel caso di tagli interrotti in cui lo shock termico ridurrebbe la durata dell'utensile.

Viene utilizzato sempre più spesso per lavorare componenti near-net-shape; poiché la profondità di passata è piccola, l'avanzamento deve essere aumentato perché i trucioli troppo sottili non sarebbero sufficientemente efficaci nell'asportazione del calore e non si romperebbero in segmenti sufficientemente piccoli.

10 Diamante policristallino. Il materiale più duro, il diamante è stato spesso usato sotto forma di cristallo naturale per finiture ad alta velocità di alluminio e in altre leghe non ferrose. Il diamante naturale è caratterizzato da frattura precoce non prevedibile, i monocristalli sintetici forniscono prestazioni molto più affidabili.

11 Sono disponibili inserti costituiti integralmente di diamante policristallino oppure il materiale può essere usato come un rivestimento spesso mezzo millimetro su una base di carburo.

Il diamante garantisce prestazioni superiori a tutti gli altri materiali nella lavorazione di materiali molto abrasivi come le leghe ipereutettiche alluminio silicio. Tuttavia ad alta temperatura può trasformarsi in grafite che diffonde nel ferro, perciò non è adatto per il taglio di acciaio.

12 La figura mostra un confronto tra le varie categorie di materiali per utensili con riferimento alla durezza a caldo ed alla resilienza. In questo caso sono presenti anche i materiali più evoluti fra quelli usati e sono stati tolti i materiali ottenuti per colata, ormai caduti in disuso. Si vede che i carburi hanno una resilienza discreta

13 Questo grafico invece fornisce indicazioni sulle velocità di taglio e velocità di avanzamento che possono essere utilizzati con alcune categorie di materiali per utensili.