

## Le frese cilindrico-frontali in metallo duro

Le frese cilindrico-frontali fanno parte di una vastissima categoria di utensili impiegati diffusamente in ogni tipo di lavorazione meccanica.

Questi utensili sono impiegati prevalentemente nella costruzione di stampi di ogni genere e vengono montati normalmente su macchine fresatrici a controllo numerico che sono in grado di far percorrere alle frese traiettorie tridimensionali riproducendo esattamente sagome anche molto complesse.

Ma quello degli stampi non è l'unico campo di utilizzo. Nelle lavorazioni meccaniche esiste una varietà enorme di operazioni che richiedono l'impiego delle frese frontali o comunque di frese cilindriche, dette talvolta anche "frese a candela".

Si pensi per esempio all'esecuzione di scanalature, di sedi per chiavette, di con tornature, di spianatura di piccole superfici, ecc.

Come si può già intuire anche in questo caso la varietà di frese è enorme, considerate le varie tipologie di lavorazione, i vari tipi di materiale e di ricoprimenti, le varie dimensioni ed i vari tipi di codolo.

Si tratta di migliaia di utensili diversi che in genere devono essere pronti a magazzino, il che comporta una raffinata organizzazione della produzione, della distribuzione e della gestione delle scorte.

Alcuni tipi di frese cilindriche frontali sono oggetto di normalizzazione DIN con le tabelle 6527 e 6528, mentre i codoli sono normalizzati con le tabelle DIN 6535.



**Figura N°1** – Insieme di frese cilindrico frontali in metallo duro (cortesia CERIN)

### *Il materiale tagliente*

In relazione ai vari materiali lavorati ed alle condizioni di lavoro previste si deve adottare un determinato materiale tagliente. In generale il metallo duro utilizzato è delle classi K10 – K20 – K30 con una struttura a micrograna.

Il metallo duro della classe K10 è il più duro ma anche il più fragile, mentre la classe K30 prevede un metallo duro meno duro ma più tenace contenendo una maggiore percentuale di cobalto che costituisce il legante dei carburi.

La struttura a micrograna conferisce al metallo duro una maggiore tenacità ed una maggiore resistenza all'usura. I granuli di carburi, tenuti insieme dalla matrice di cobalto hanno una dimensione che può essere anche di 0,5 micrometri.

I ricoprimenti normalmente usati sono il TiN, il TiCN, il TiAlN e il CrN.

Si possono solo accennare alle principali caratteristiche dei vari ricoprimenti, ricordando anche che questo è un settore in rapida evoluzione.

- TiAlN : Materiale durissimo (3300 HV) con bassa conducibilità termica ed un buon coefficiente d'attrito. Sopporta temperature di lavorazione molto elevate. E' consigliato anche su lavorazioni dove non è possibile l'uso di refrigerante. Può essere usato ad alte velocità ed è indicato per materiali abrasivi.
- TiN : Rivestimento tenace e fortemente adesivo e con una bassa conducibilità termica. Ha una durezza di 2500 HV ed è idoneo per utensili a media velocità di taglio.
- TiCN : Rivestimento multistrato particolarmente tenace e forte. Ha una durezza molto elevata (3250 HV) ed un basso coefficiente d'attrito. Indicato nelle lavorazioni di acciai a media velocità di taglio con refrigerante.
- CrN : Rivestimento molto tenace. Durezza 1800 HV. Ha un basso coefficiente d'attrito ed una buona resistenza a temperature di lavorazione elevate. Buona resistenza all'abrasione.

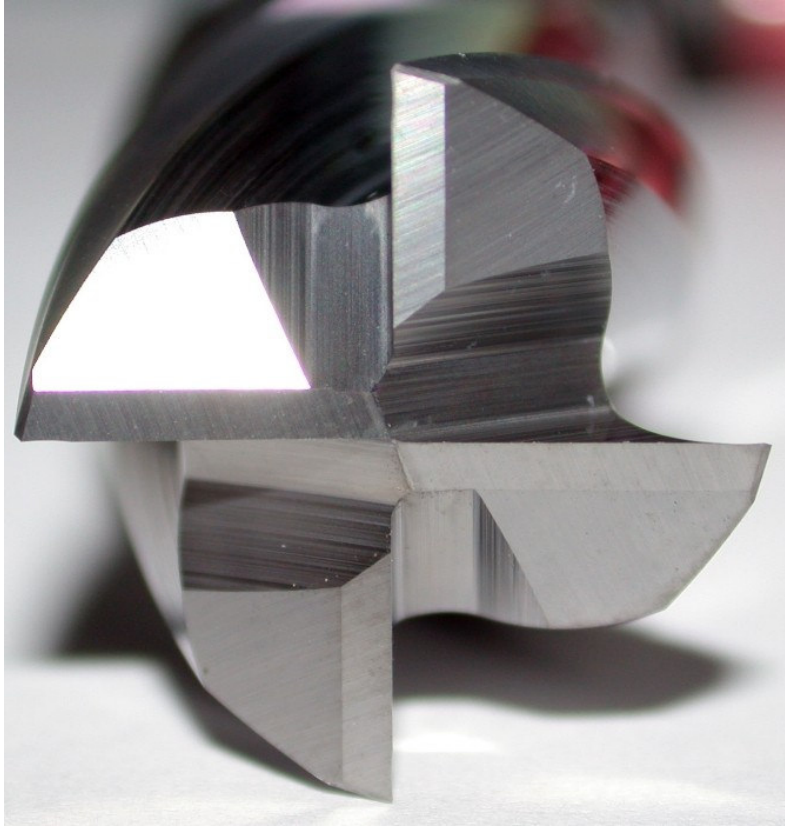
#### *Caratteristiche geometriche fondamentali*

La geometria delle frese cilindriche è quanto mai varia. Oltre alle ovvie differenziazioni sulla lunghezza, sul diametro e sul tipo di codolo, bisogna porre attenzione su qualche altra caratteristica geometrica che rende la fresa idonea ad una certa lavorazione piuttosto che ad un'altra. Le più importanti sono:

- *Numero di taglienti*
- *Presenza o meno dei rompitruccioli*
- *Angolo dell'elica (e senso dell'elica)*
- *Sagoma della testa*

Il numero di taglienti può andare da 2 a 6, non escludendo però esecuzioni speciali con un numero di denti maggiore.

A questo proposito vengono costruite delle frese con caratteristiche particolari che sono adatte alla lavorazione ad alta velocità e che consentono asportazioni molto superiori del normale. Un esempio di queste frese è rappresentato in figura N°2.



**Figura N°2** – Taglienti frontali di una fresa in metallo duro (cortesia CERIN)

*Dal numero di denti* dipende la velocità di asportazione del materiale, nel senso che a parità di velocità di avanzamento per dente, che definisce lo sforzo di taglio su ogni singolo tagliente, più alto è il numero di denti maggiore sarà l'asportazione per giro.

E' evidente però che dove l'asportazione è molto forte ci sarà bisogno di un vano tra dente e dente di più ampia capacità per contenere il truciolo asportato e quindi in operazioni di sgrossatura pesante su materiali leggeri (es. leghe di alluminio) a volte è più utile utilizzare frese a due taglienti.

Per esempio una fresa a 2 taglienti con angolo di elica di  $45^\circ$  può essere impiegata con buoni risultati nella fresatura di leghe d'alluminio, rame e fibre plastiche.

In ogni caso se la fresa deve lavorare anche frontalmente, come succede nella grande maggioranza dei casi, i taglienti frontali devono arrivare fino al centro.

Se ciò non è, la fresa non sarebbe in grado di lavorare correttamente.

Le frese destinate ad asportare una notevole quantità di materiale a truciolo lungo, sono dotate, lungo i taglienti diametrali, di *rompitrucioli* che frantumano la spirale del truciolo rendendone più agevole l'evacuazione.

L'angolo dell'elica può essere di  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  ed in alcuni casi anche di  $55^\circ$ .

In genere per la lavorazione di materiali teneri e forti asportazioni si usano frese con forte angolo dell'elica e pochi taglienti, ma in molti casi, se si lavora con i taglienti diametrali (non frontalmente), su acciaio indurito ( $HRC < 48$ ) si ottengono delle buone finiture con forti angoli di elica e molti taglienti.

Dal senso dell'elica dipende la direzione della forza di taglio sul pezzo. Se esaminiamo una fresa che tagli con i taglienti diametrali e supponendo sempre il senso di taglio destro, la forza di taglio su pezzo è diretta verso il codolo dell'utensile, mentre con l'elica sinistra la forza sul pezzo è diretta verso la testa dell'utensile.

Queste considerazioni sono molto importanti quando si devono contornare dei pezzi sottili soggetti a vibrazioni.

In questo caso è importante che la forza di taglio spinga sempre il pezzo verso il suo supporto. Il senso di taglio ed il senso dell'elica devono essere, in questi casi, discordi.

La *forma della testa* dell'utensile, nelle frese standard è piatta o sferica, ma sono abbastanza frequenti esecuzioni speciali, con smussi, raggi o conicità particolari in relazioni alle specifiche esigenze della lavorazione.

### Condizioni di lavoro

In questa sede non è possibile dilungarsi in analisi delle più convenienti condizioni di lavoro e quindi riportiamo una tabella riepilogativa delle velocità di taglio e degli avanzamenti consigliati in relazione ai vari materiali lavorati per le sole frese ricoperte.

Nelle frese non ricoperte le velocità di taglio sono sensibilmente inferiori, in alcuni casi anche la metà di quelle riportate nella tabella N°1.

Materiale da lavorare	Rivest. con TiAlN		Rivest. con TiN		Rivest. con TiCN		Rivest. con CrN	
	Velocità in m/min.	Avanz. per dente diam. 2 - 4 - 6	Velocità in m/min.	Avanz. per dente diam. 8 - 10 - 12	Velocità in m/min.	Avanz. per dente diam. 16 - 18 - 20	Velocità in m/min.	Refrigerante
Acciaio fino a 500 N/mm2	120	0,02 - 0,04	100	0,06 - 0,08	110	0,10 - 0,12		emulsione
Acciaio legato oltre 500 N/mm2	100	0,02 - 0,03	80	0,04 - 0,05	90	0,06 - 0,08		olio da taglio emulsione
Acciaio per utensili	80	0,01 - 0,03	60	0,04 - 0,06	70	0,07 - 0,08		olio da taglio
Acciaio temprato	80	0,01 - 0,02	60	0,03 - 0,04	70	0,05 - 0,06		olio da taglio
Acciaio per molle (lamina)	70	0,01 - 0,02	50	0,03 - 0,04	60	0,05 - 0,06		olio da taglio emulsione
Ghisa fino a 200 HB	90	0,03 - 0,05		0,06 - 0,08		0,10 - 0,15		emulsione
Ghisa oltre 200 HB	90	0,02 - 0,04		0,05 - 0,07		0,08 - 0,10		emulsione
Ghisa fino a 500 HB	80	0,02 - 0,05		0,06 - 0,08		0,10 - 0,12		emulsione
Ghisa oltre 500 HB	80	0,01 - 0,04		0,05 - 0,06		0,08 - 0,10		emulsione
Leghe alluminio fino 11% di Si	250	0,03 - 0,08	200	0,10 - 0,12		0,15 - 0,20		a secco emulsione
Leghe alluminio oltre 11% di Si	200	0,02 - 0,07	150	0,08 - 0,10		0,15 - 0,20		a secco emulsione
Fusioni di alluminio	200	0,02 - 0,05	150	0,06 - 0,08	200	0,10 - 0,15		emulsione
Rame	230	0,02 - 0,04		0,06 - 0,08		0,10 - 0,15	180	emulsione
Bronzo -- argento	250	0,02 - 0,08		0,10 - 0,12	200	0,15 - 0,25		a secco emulsione
Ottone -- zinco -- nichel	200	0,02 - 0,04		0,06 - 0,08		0,10 - 0,20	150	emulsione
Titanio	40	0,01 - 0,02		0,03 - 0,05		0,06 - 0,08	30	emulsione

**Tabella N°1**

Può essere utile riepilogare i vari problemi che si possono presentare durante l'impiego delle frese cilindrico-frontali. La tabella N°2 indica le problematiche più frequenti ed i rimedi applicabili.

Bisogna tenere presente che con un appropriato rivestimento si riduce notevolmente la possibilità della formazione del tagliente di riporto e viene ritardata la formazione del cratere.

Tab. N°2 – Anomalie e rimedi nell'impiego delle frese cilindrico-frontali

Problema	Rimedio	
	Parametro da diminuire	Parametro da aumentare
Scheggiatura del tagliente	Avanzamento per dente	Velocità di taglio Tenacità del metallo duro Fase del tagliente Stabilità della macchina
Usura del tagliente	Velocità di taglio	Avanzamento per dente Resistenza all'usura del M.D. Fase del tagliente
Craterizzazione del tagliente	Velocità di taglio	Resistenza all'usura del M.D.

	Avanzamento per dente	Pressione del refrigerante
Tagliente di riporto	Profondità di passata	Velocità di taglio Avanzamento per dente Pressione di refrigerante
Cattiva superficie del pezzo	Avanzamento per dente Fase del tagliente Profondità di passata	Velocità di taglio Stabilità della macchina Angolo dell'elica Concentricità della fresa Numero dei taglienti
Vibrazioni	Profondità di passata Velocità di taglio	Stabilità della macchina Stabilità del pezzo Densità del refrigerante
Scheggiatura del pezzo	Avanzamento per dente Fase del tagliente Profondità di passata	
Sovraccarico della macchina	Velocità di taglio Avanzamento per dente Profondità di passata	

Si ringrazia la ditta CERIN di Affi (Verona) che ha gentilmente fornito il materiale tecnico e le illustrazioni.