

4)- Elementi di base della fresatura

➤ *Fresatura periferica*

La spianatura di superfici con le frese può essere eseguita in due modi che differiscono tra loro moltissimo negli elementi tecnici e cioè: fresatura periferica con l'impiego di frese cilindriche a dentatura elicoidale semplici o accoppiate, e fresatura frontale con l'impiego di frese cilindrico-frontali costruite integralmente in acciaio rapido o nel caso di fresatura di superfici notevolmente ampie con frese a lame riportate o ad inserti in metallo duro (carbide).

La fresatura periferica è così detta perché la superficie viene intaccata in tutta la sua ampiezza dai denti periferici della fresa che vengono così fortemente sollecitati. Si è già detto che se la superficie è molto estesa, con l'impiego di frese elicoidali si generano forti spinte assiali che possono essere annullate con l'impiego di frese elicoidali accoppiate aventi eliche contrarie.

A questo tipo di fresatura può essere associata anche la dentatura con creatore. In questo caso ai due moti di rotazione della fresa e di avanzamento del pezzo va aggiunto il movimento di generazione del profilo del dente dell'ingranaggio che introduce un ulteriore elemento di variazione dello spessore del truciolo e delle direzioni ed intensità delle varie forze in gioco.

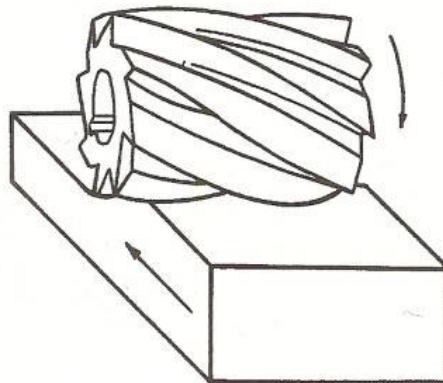


Fig. N°1- *Fresatura periferica*

La fresatura periferica può avvenire in due modi nettamente distinti: fresatura in opposizione (bidirezionale) e fresatura in concordanza (unidirezionale).

La fresatura in opposizione è caratterizzata dall'aver il senso dell'avanzamento contrario al senso di rotazione della fresa. Cioè il pezzo si dirige verso i taglienti della fresa (Figura N°2).

In questo modo lo spigolo tagliente inizia a lavorare in condizioni molto sfavorevoli in quanto la sezione del truciolo nel punto di primo contatto è nulla. Il tagliente quindi striscia sulla superficie in precedenza lavorata e comprime, incrudendolo, il materiale fino a che la sezione del truciolo non è sufficientemente grande da poter essere intaccato. Il tagliente si userà molto velocemente. Inoltre il distacco del truciolo avviene nella sezione massima con notevole difficoltà e violenza.

Analizzando la disposizione delle forze di taglio si può osservare che una componente si oppone all'avanzamento del pezzo annullando quindi tutti i giochi fra vite di comando della tavola e chiocciola; in altre parole la vite di comando è sempre "in tiro". In tal modo si evita il pericolo di impuntamento e di rottura dei denti. Questo sistema è l'unico che si può adottare su fresatrici di vecchia costruzione, sprovviste di dispositivi per la ripresa automatica dei giochi nella catena cinematica di alimentazione.

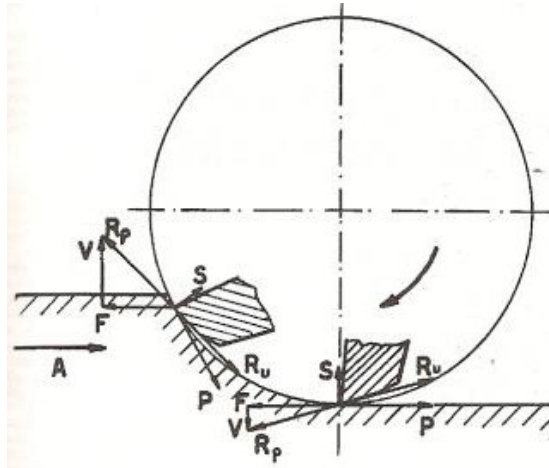


Fig. N°2- *Fresatura in opposizione*

R_p = Risultante sul pezzo
 F = Componente orizzontale
 V = Componente verticale
 S = Forza periferica e reazione sull'albero portafresa
 R_u = Risultante sulla fresa

La componente verticale V che nel primo istante di contatto è diretta verso il basso ad un certo punto si orienta verso l'alto cercando di sollevare il pezzo; il mandrino quindi è sollecitato da forze alternative ed è soggetto a vibrare.

Questo andamento alternativo delle forze tende a far vibrare anche il pezzo. Da ciò derivano limitazioni della velocità di taglio e di avanzamento e la pessima qualità della superficie ottenuta con tale metodo di fresatura. Riepilogando, contro l'unico vantaggio della ripresa spontanea dei giochi si hanno i seguenti svantaggi:

- *minor durata delle frese per il metodo con cui il tagliente attacca il pezzo;*
- *limitazioni della velocità di taglio e dell'avanzamento per le vibrazioni provocate dalla componente verticale della forza di taglio;*
- *scadente qualità della superficie lavorata.*

La fresatura in concordanza quindi è molto più conveniente ed infatti tutte le fresatrici moderne sono corredate di dispositivi per la ripresa automatica dei giochi. Tale dispositivo è qui indispensabile perché la componente orizzontale della forza di taglio si somma alla forza che produce l'avanzamento della tavola e potrebbe trascinare il pezzo sotto la fresa presentando ai taglienti una eccessiva sezione di materiale da asportare con conseguente rottura dei denti.

Naturalmente nelle moderne fresatrici a Controllo Numerico sono i motori stessi che si incaricano del recupero automatico dei giochi.

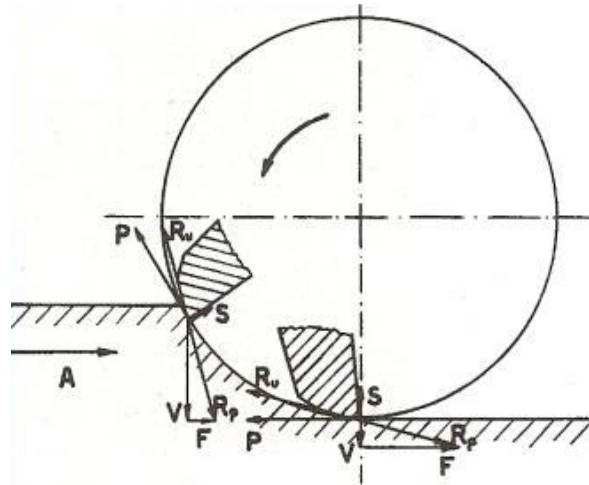


Fig.N°3- Fresatura in concordanza

R_p = Risultante sul pezzo
 F = Componente orizzontale
 V = Componente verticale
 S = Forza periferica e reazione sull'albero portafresa
 R_f = Risultante sulla fresa

La componente verticale della forza di taglio è costantemente rivolta verso il basso contribuendo a mantenere saldamente bloccato il pezzo contro la tavola. Questa caratteristica è particolarmente utile nella fresatura di pezzi sottili e facilmente deformabili. Con questo metodo perciò vengono ridotte le cause di vibrazione del mandrino e del pezzo con vantaggio della qualità della superficie lavorata.

Dal punto di vista del rendimento della fresa si ha ancora il vantaggio, forse il maggiore, che i taglienti iniziano la presa nel punto di massima sezione del truciolo; non si verifica perciò nessuno strisciamento perché il tagliente entra nettamente nel materiale. Inoltre il distacco avviene gradualmente.

In queste condizioni la vita del tagliente è massima.

Forme del truciolo nella fresatura periferica

Il truciolo staccato nella fresatura periferica ha la forma di una virgola più o meno allungata; le sue dimensioni dipendono da quattro elementi:

- profondità di taglio "a";
- diametro della fresa "D";
- avanzamento per dente " S_z ";
- senso di avanzamento rispetto al senso di rotazione.

nella fresatura in opposizione il truciolo risulta più allungato perché, come illustra la fig. N°4, la forma del truciolo è definita dalla traiettoria che il tagliente percorrerebbe nel caso ideale in cui i moti di rotazione e di avanzamento fossero posseduti dalla fresa. La traiettoria è una cicloide allungata: ma mentre nella fresatura in opposizione l'arco della cicloide che interessa il truciolo ha la curvatura minore, nella fresatura in concordanza l'arco ha la curvatura maggiore; per cui nel primo caso il truciolo sarà più lungo mentre nel secondo sarà più corto

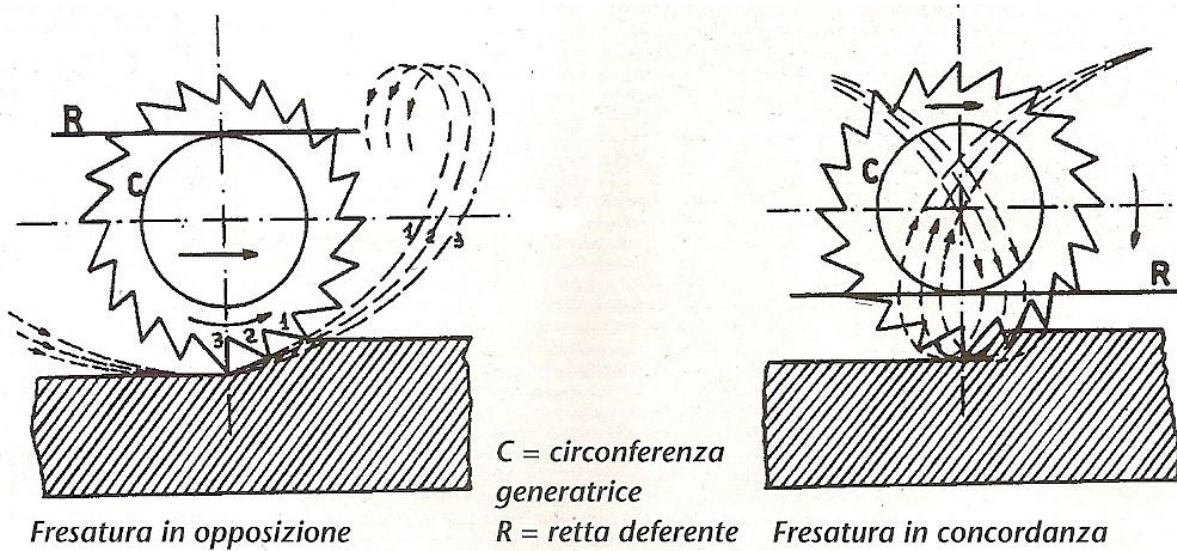


Fig. N°4- Definizione traiettorie dei taglienti (linee tratteggiate)

Il calcolo dello spessore del truciolo che ha molta importanza per la determinazione degli sforzi di fresatura, può essere condotto in maniera semplificata ma che tuttavia fornisce risultati abbastanza vicini alla realtà.

L'approssimazione consiste nel supporre che la fresa sia dotata di un moto di avanzamento discontinuo anziché continuo; in altre parole le due curve che delimitano la sezione del truciolo vengono considerate come due archi di cerchio mentre in effetti sono due archi di cicloidi.

Facendo riferimento alla figura N°5, si hanno le seguenti espressioni.

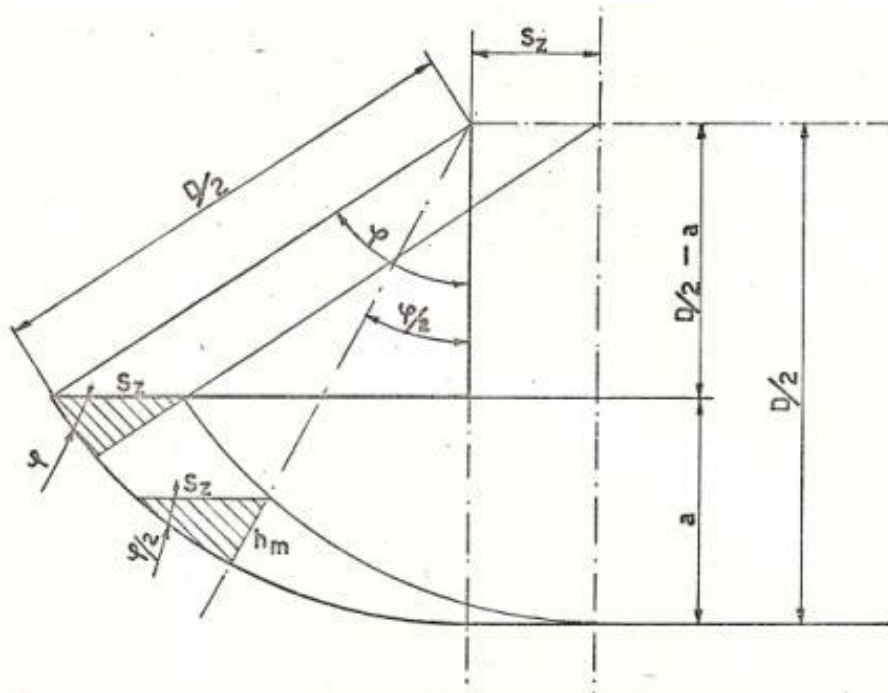


Fig.N°5 – determinazione della forma e sezione del truciolo.

$$\cos \varphi = \frac{\frac{D}{2} - a}{\frac{D}{2}} = 1 - \frac{2 \cdot a}{D}$$

Ma poiché si ha che:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \varphi}{2}}$$

risulta:

$$h_m = S_z \cdot \sin \frac{\varphi}{2} = S_z \cdot \sqrt{\frac{1 - \cos \varphi}{2}} = S_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}}$$

Il diagramma di figura N°6 dà lo spessore medio del truciolo in funzione del diametro della fresa, dell'avanzamento per dente e della profondità di passata.

Inversamente è possibile ricavare da questo diagramma l'avanzamento minimo per dente necessario per ottenere un determinato spessore minimo di truciolo.

Si ritiene che 0,01 mm sia il valore minimo al di sotto del quale il dente della fresa (ben affilata) non riesce più ad intaccare il materiale a causa della compressione del materiale e della flessione del mandrino portafresa.

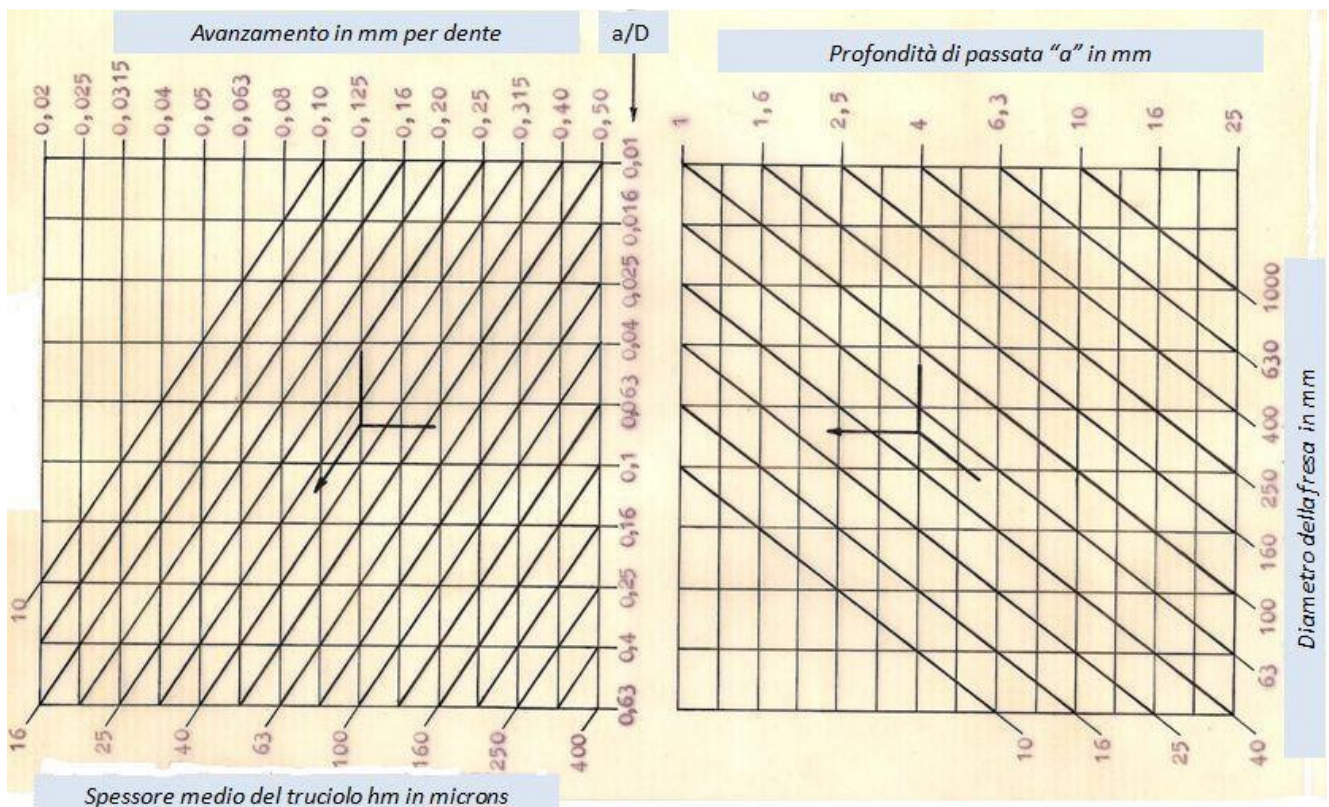


Fig. N°6- Diagramma per la determinazione dello spessore del truciolo