

Il tempo di taglio e creatore “usa e getta”

Un'importante componente del tempo totale del ciclo di dentatura è costituita dalla effettiva operazione di taglio dei denti, cioè dal tempo in cui il creatore resta in contatto con il pezzo.

Quando si imposta una certa operazione di dentatura bisogna in primo luogo decidere quale tipo di ciclo adottare tra le diverse opzioni possibili.

Il creatore deve essere portato in primo luogo all'interasse finale (corsa radiale) e poi deve percorrere tutta la lunghezza della fascia del dente (corsa assiale).

La prima scelta da fare è se la corsa radiale è fatta fuori dal pezzo oppure se in questa fase il creatore deve cominciare a tagliare la dentatura.

Nel primo caso la corsa assiale sarebbe più lunga, ma la corsa radiale di avvicinamento sarebbe fatta con un avanzamento rapido.

Nel secondo caso la corsa radiale di penetrazione deve essere fatta con un avanzamento notevolmente inferiore all'avanzamento assiale, perché il creatore in questa fase è molto sollecitato.

La questione non è di soluzione immediata, perché la lunghezza delle corse dipende dal diametro del creatore, dalla profondità di taglio e quindi dal modulo, dall'inclinazione δ del creatore rispetto al pezzo ed, in misura minore, dall'angolo di pressione della dentatura.

Con riferimento alla figura N°1 si vede che la corsa L_a è maggiore della corsa L'_a e che questa maggiorazione dipende dal diametro del creatore e dalla profondità di taglio.

Poiché l'avanzamento radiale nel caso di penetrazione sul pezzo dovrebbe essere circa $1/3$ dell'avanzamento assiale, e poiché, nella dentatura di ingranaggi usati nelle trasmissioni medio – piccole, i creatori hanno un diametro ridotto rispetto il passato, si preferisce, quasi sempre fare un accostamento rapido fuori dal pezzo e tagliare solo con l'avanzamento assiale.

Con riferimento alla figura N°1 si può scrivere:

$L_a = l + x_1 + x_2$ dove x_1 e x_2 sono calcolati con le seguenti espressioni.

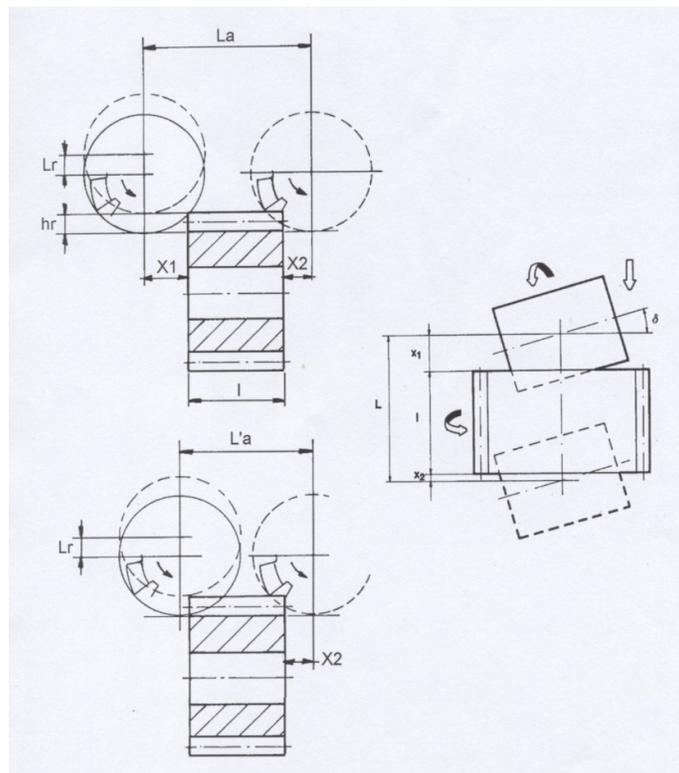


Fig. N°1

$$x_1 = \operatorname{tg} \delta \cdot \sqrt{\left(h_r \frac{d_1}{\operatorname{sen}^2 \delta} + d_2 - h_r \right)} \quad \text{in cui} \quad \delta = \beta_2 \pm \gamma_1$$

$$x_2 = \frac{h_{k1}}{\operatorname{tg} \alpha_2} \cdot \operatorname{sen} \delta$$

δ = angolo di inclinazione del creatore

β_2 = angolo dell'elica dell'ingranaggio

γ_1 = angolo dell'elica del creatore

d_1 = diametro esterno del creatore

d_2 = diametro esterno dell'ingranaggio

h_r = profondità di taglio

h_{k1} = addendum del creatore

α_2 = angolo di pressione dell'ingranaggio

A questo punto, ricordando che l'avanzamento per giro pezzo è f_a , l'avanzamento al minuto è: $A' = N_g \cdot f_a$ in cui il numero di giri al minuto del pezzo è:

$$N_g = \frac{N \cdot Z_0}{Z_2} \quad \text{quindi si ottiene} \quad A' = \frac{N \cdot Z_0 \cdot f_a}{Z_2}$$

Il tempo di taglio è quindi:

$$t = \frac{L_a}{A'} = \frac{L_a \cdot Z}{N \cdot Z_0 \cdot f_a}$$

Se si ricorda che la velocità di taglio è data da:

$$V_t = \frac{N \cdot d_1 \cdot \Pi}{1000} \quad \text{si ricava} \quad N = \frac{V_t \cdot 1000}{d_1 \cdot \Pi} \quad \text{e quindi:}$$

$$t = \frac{L_a \cdot Z \cdot d_1 \cdot \Pi}{1000 \cdot V_t \cdot Z_0 \cdot f_a}$$

Questa espressione si presta ad interessanti considerazioni.

Intanto risulta immediatamente evidente che per ridurre il tempo di dentatura si può agire su tre elementi:

- *Ridurre il diametro del creatore d_1*
- *Aumentare l'avanzamento per giro f_a*
- *Aumentare la velocità di taglio V_t*

La velocità di taglio è una caratteristica che, come si è visto, dipende da molti fattori, ma essenzialmente dal tipo del materiale costituente l'utensile e dal tipo di materiale lavorato. Si è anche visto che gli attuali limiti per gli acciai superlegati e ricoperti sono compresi tra 120 e 170 m/min.

Oltre questo limite le usure diventano troppo rapide ed un po' imprevedibili, per cui si perde il controllo dell'operazione.

Assunto questo come dato acquisito, resta da giocare sugli altri due elementi: il diametro del creatore e l'avanzamento per giro.

Si vede subito però che le variazioni che si dovrebbero fare sono in contrasto l'una con l'altra.

Infatti, se si riduce il diametro d_1 del creatore, a parità di altre condizioni si dovrebbe ridurre il numero di taglienti e quindi, per avere uno stesso spessore del truciolo, si dovrebbe ridurre l'avanzamento.

Se si decidesse invece di aumentare l'avanzamento per giro pezzo, si avrebbe bisogno di più taglienti e quindi di un diametro maggiore.

Però questo è vero solo se si vuole avere una uguale utilizzazione del creatore.

Se invece si rinuncia ad un elevato rendimento meccanico del creatore, cioè ci si accontenta di un minor numero di pezzi eseguibili in totale, il discorso cambia.

In sostanza si arriva all'idea di ridurre al minimo il diametro e di aumentare al massimo il numero dei taglienti.

Portando al limite questo concetto, si giunge appunto al *creatore usa e getta*, cioè ad un creatore di un diametro intorno ai 50 mm (e anche meno), con un numero di taglienti tale che si possa impiegarlo una volta sola, senza possibilità di affilature.

Il diametro esterno intorno ai 50 mm richiede l'abolizione del foro di centraggio; quindi il creatore sarà del tipo a gambo integrale.

Esso quindi non potrà essere impiegato su tutte le dentatrici, ma solo su quelle che prevedono questo tipo di attacco.

Il numero di taglienti, in pratica, potrà essere di 20 – 22 permettendo un dente di 3,5 – 4 mm, sufficiente per resistere alle sollecitazioni di taglio.

Un punto a sfavore di questo tipo di creatore è la necessità di ridurre la sua lunghezza utile. Non si può, per un diametro di 50 mm arrivare oltre i 200 mm di lunghezza.

Un rapporto di 1:4 tra diametro e lunghezza è considerato il massimo.

I creatori tradizionali, di diametro 90 – 100 mm possono arrivare invece fino a 250 mm di lunghezza.

Il costo dei creatori *usa e getta* non è molto inferiore a quelli finora usati anche se nel processo di costruzione ci siano i seguenti vantaggi.

- *Minore quantità di acciaio impiegato*
- *Non si esegue né il foro né la chiavetta*
- *Il percorso dell'utensile spogliatore e della mola è molto più breve ed i tempi di queste operazioni sono molto corti.*
- *Si costruiscono più pezzi per ogni commessa in quanto la produttività è inferiore essendo eliminata l'affilatura.*

Questo è dovuto alla bassa incidenza di questi tempi sul tempo totale ed anche al maggior tempo necessario ad eseguire il maggior numero di solchi di affilatura e nel maggior tempo dell'affilatura stessa.

Tra gli altri vantaggi si potrebbe citare anche che questo tipo di creatore, essendo di peso inferiore è più facilmente maneggiabile.

Ciò facilita il montaggio e lo smontaggio in macchina, cosa che avviene, lo si è già detto, con maggiore precisione ed in un tempo inferiore.

Un'ultima considerazione: in caso di incidente dovuto a guasto macchina o ad un ingranaggio da lavorare difettoso, il danno economico che provoca la rottura di un creatore *usa e getta* è minore che nel caso di un creatore tradizionale.

Come si è già detto però, questo tipo di creatore non ha avuto molta fortuna, anche perché se si riduce il diametro e si aumenta l'avanzamento si aumenta di molto l'errore di elica dovuto alla solcatura. Inoltre con piccole modifiche si può aumentare la larghezza del dente in modo da rendere possibile qualche affilatura.

Resta comunque valido il concetto fondamentale che si debbano adottare diametri del creatore il più piccoli possibile ed aumentare il più possibile il numero di taglienti.

Questo infatti, è stato il cambiamento effettivo avvenuto nella progettazione dei creatori negli ultimi anni.