

I creatori con grandissimo numero di principi

E' già una nozione comune che l'impiego di un creatore a più principi, nella dentatura di ingranaggi, fa risparmiare tempo, cioè consente un avanzamento al giro maggiore.

La domanda che bisognerebbe porsi è: *perché non si denta con creatori aventi un numero di principi molto più grande di quello che si vede normalmente?*

Infatti nella stragrande maggioranza dei casi il numero di filetti è 2 – 3 o al massimo 6 – 7. Discuteremo qui la possibilità, peraltro già realizzata in alcuni casi, di usare creatori con un numero di principi di 15 – 16 e anche più per ingranaggi con pochissimi denti, esempio $Z = 5 - 7$.

Si usano cioè creatori con un numero di principi molto maggiore del numero di denti dell'ingranaggio!

Cominciamo con il richiamare alcune formule basilari.

Detto:

Z = numero di denti dell'ingranaggio

f = numero di principi (o di filetti) del creatore

i = numero di taglienti del creatore

N = numero di giri al minuto del creatore

N_p = numero di giri al minuto del pezzo

A_g = avanzamento del creatore in mm per giro del pezzo

A' = avanzamento del creatore in mm al minuto,

si può scrivere:

$$N_p = \frac{N \cdot f}{Z} \quad ; \quad A' = A_g \cdot N_p = \frac{A_g \cdot N \cdot f}{Z}$$

Poiché la velocità di taglio V_t , per un creatore di diametro D è: $V_t = \frac{N \cdot D \cdot \Pi}{1000}$ da cui

$$N = \frac{V_t \cdot 1000}{D \cdot \Pi} \quad \text{si ottiene :} \quad A' = \frac{A_g \cdot V_t \cdot 1000 \cdot f}{Z \cdot D \cdot \Pi}$$

Da questa formula si vede subito che il tempo di taglio, a parità di velocità di taglio, è direttamente proporzionale al diametro del creatore ed inversamente proporzionale al numero di principi.

La conseguenza sarebbe ovvia: aumentiamo il numero di principi e diminuiamo il diametro del creatore. Va tutto bene, ma fino a quale limite?

Intanto bisogna fare alcune considerazioni.

Se si riduce troppo il diametro del creatore si deve ridurre anche il numero dei taglienti e se si aumenta di molto il numero di principi bisognerebbe aumentare il numero dei taglienti altrimenti lo spessore del truciolo diverrebbe troppo grande. Sono quindi due esigenze opposte, ma si possono trovare dei buoni e convenienti compromessi che hanno degli indiscutibili vantaggi.

A mano a mano che si aumenta il numero dei principi, a parità di solchi di affilatura, si riducono i taglienti interessati alla formazione di ogni singolo dente.

Il profilo ad evolvente sarà quindi formato solo da 2 – 3 (o anche meno) segmenti tangenti al profilo teorico.

Se il creatore avesse un avanzamento di qualche mm per giro il profilo risulterebbe sfaccettato in modo intollerabile.

Ma se l'avanzamento per giro pezzo fosse molto piccolo, cioè dell'ordine di qualche decimo di millimetro per giro, e se si avesse la possibilità di gestire la posizione delle

sfaccettature che si succedono nel corso di ogni singolo giro, il risultato finale sarebbe buono e perfino migliore di quello ottenuto con i metodi tradizionali.

Per avere le idee più chiare devo riportare ancora la classica, ed oramai abusata, figura N°1, dove ε_1 indica l'errore di sfaccettatura ed ε_2 l'errore di solcatura.

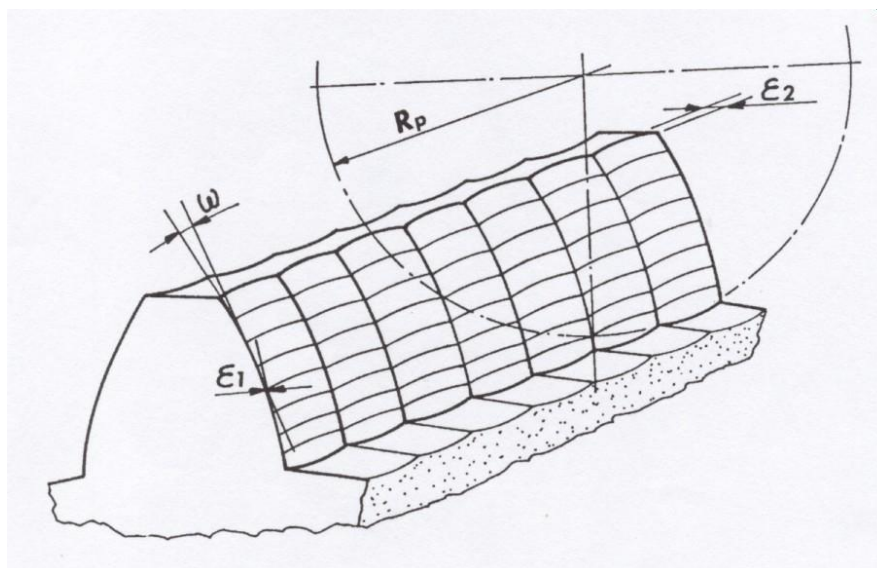


Figura N°1

Se oltre alle notazioni di cui sopra indichiamo con:

α = angolo di pressione

β = angolo dell'elica del filetto del creatore

Gli errori si possono calcolare con le seguenti formule:

$$\varepsilon_1 = \frac{D}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \left(1 - \cos \frac{\eta}{2} \right) \quad \text{in cui} \quad \eta = \frac{360 \cdot f}{Z \cdot i}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{A_g^2 \cdot \cos^2 \beta \cdot \operatorname{tg} \alpha}{4 \cdot D}$$

Questa figura è suscettibile di qualche considerazione riguardo la distribuzione delle tracce lasciate dal creatore.

E' interessante notare la differenza tra le tracce lasciate da un creatore ad un principio ed un creatore a due principi, con lo stesso numero di taglienti che tagliano un ingranaggio nello stesso tempo.

Nella figura N°2 si vede appunto che la larghezza delle tracce assiali (solcatura) si riducono della metà perché l'avanzamento per giro diventa la metà, mentre si raddoppia l'estensione delle tracce radiali (involuppo) perché il numero di taglienti coinvolti nella formazione del dente è la metà.

Questo però non significa che l'errore del profilo ε_1 aumenta del doppio, come si può capire dalla formula per il suo calcolo.

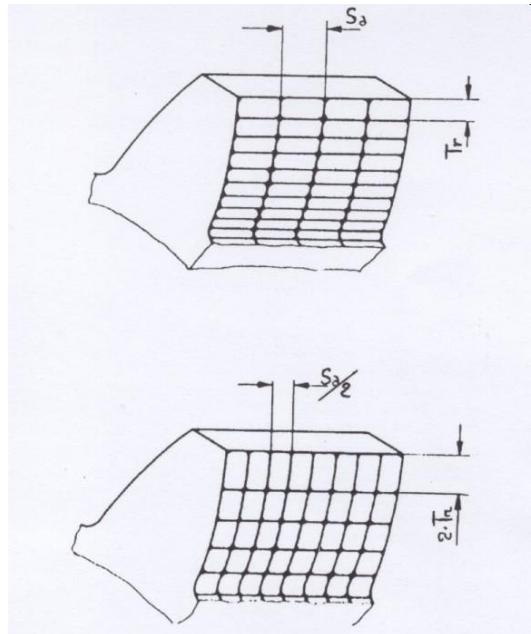


Figura N°2

Nella distribuzione delle tracce di lavorazione però è importante anche il numero di taglienti. Nel caso di un creatore ad 1 principio tutte le solcature sono allineate, come in figura N°1, ma nel caso di creatori a più principi, questo allineamento si verifica solo quando il numero di principi divide esattamente il numero di taglienti.

Se il numero di principi ed il numero di taglienti sono primi tra loro, o comunque non sono divisibili, la distribuzione delle tracce è "sfalsata", un giro rispetto l'altro, e si presenta come in figura N°3.

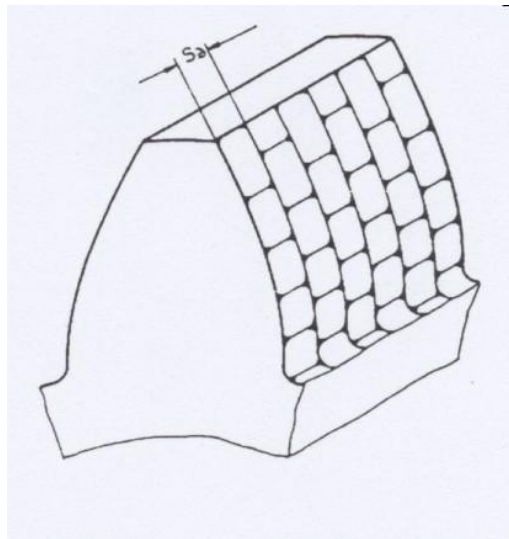


Figura N°3

Supponiamo ora di esasperare il concetto e di aumentare al massimo il numero di principi, aumentare per quanto possibile il numero di taglienti ed il diametro e riducendo contemporaneamente il valore dell'avanzamento per giro pezzo e quindi il valore della solcatura S_a .

Il risultato sarà una superficie topograficamente corretta e che al limite non necessita di ulteriori finiture, ottenuta con tempi pari od inferiori a quelli del taglio convenzionale.

Naturalmente questo tipo di lavorazione è possibile solo con macchine moderne che consentono elevatissime velocità della tavola porta pezzo.

Prima di parlare delle controindicazioni, vediamo un paio di esempi pratici.

Nella tabella seguente, sono riportati due casi un po' insoliti ed estremamente interessanti.

Si tratta di dentature con un piccolissimo numero di denti che vengono eseguite con creatori aventi un numero di principi dalle due alle tre volte maggiore del numero di denti dell'ingranaggio.

Queste due lavorazioni sono eseguite realmente con ottimi risultati.

		<i>Esempio N°1</i>	<i>Esempio N°2</i>
<i>Modulo dell'ingranaggio</i>	<i>mm</i>	2,5	2,5
<i>Angolo di pressione</i>	<i>gradi</i>	30	30
<i>Numero di denti dell'ingranaggio</i>		7	5
<i>Diametro del creatore</i>	<i>mm</i>	101	100
<i>Numero di taglienti (solchi d'affilatura)</i>		35	38
<i>Numero di principi del creatore</i>		16	15
<i>Velocità di taglio</i>	<i>m/min</i>	110	100
<i>Numero di giri al minuto del creatore</i>		347	318
<i>Numero di giri al minuto del pezzo</i>		793	954
<i>Avanzamento in mm per giro pezzo</i>		0,30	0,30
<i>Avanzamento in mm al minuto</i>		237,9	286,2

Si può notare intanto la grandissima velocità della tavola porta pezzo che è possibile solo con le moderne dentatrici. Poi si nota l'altissimo numero di taglienti dei creatori, non divisibili per il numero di principi.

La velocità di avanzamento (mm/min) è equivalente a quella che sarebbe ottenibile con un creatore ad un principio ed avanzamento per giro di 4,8 e 4,5 mm rispettivamente.

Però con il vantaggio di avere una solcatura d'avanzamento di profondità estremamente ridotta, tanto che il pezzo non ha bisogno di ulteriori operazioni di finitura.

A questo punto sembrerebbe che ci siano tutti gli elementi per l'impiego generalizzato di questo tipo di creatore, ma invece c'è qualche difficoltà.

Il creatore con un così alto numero di principi ha necessariamente un forte angolo di elica del filetto.

Il grande angolo di elica del filetto, porta tra l'altro, come conseguenza indiretta, una riduzione notevole della profondità delle solcature d'avanzamento, cioè ad una riduzione dell'errore ε_2 .

Negli esempi di cui sopra si arriva a 25 – 26 gradi e naturalmente anche i solchi di affilatura devono obbligatoriamente essere elicoidali.

La prima difficoltà per l'utilizzatore è l'affilatura.

Si deve disporre di una moderna affilatrice che possa affilare creatori con questi angoli di elica e soprattutto che permetta di eseguire con una certa precisione la modifica del profilo della mola in accordo con l'angolo dell'elica, il diametro effettivo del creatore ed il diametro effettivo della mola.

Ma anche il costo del creatore nuovo è più elevato, perché un così alto valore dell'angolo di elica, unito ad un grande numero di taglienti, genera dei problemi di rettifica del dente, che necessariamente sarà poco utilizzabile: in altre parole si potranno eseguire poche affilature.

Il costo di questo creatore, che non tutti i costruttori riescono a fare, sarà più elevato di quello tradizionale.

Infine l'elevato angolo di elica del creatore fa sì che l'impatto del tagliente sul pezzo sia fortemente sbilanciato, nel senso che un fianco del dente del creatore penetra nel pezzo con angoli di taglio molto diversi rispetto il fianco opposto.

Questo fatto può generare delle usure anomale su un fianco del dente rispetto all'altro.

Tuttavia, nonostante queste difficoltà, l'impiego di creatori con altissimo numero di principi è realizzato in qualche caso con buoni risultati, facendo risparmiare anche l'operazione di rasatura o di rettifica.