

Power Skiving

Dopo molti anni di sostanziale assenza di novità nel settore della dentatura degli ingranaggi, finalmente un qualcosa di nuovo è apparso sul mercato, anzi d'antico.

Si tratta di un sistema che ai tecnici d'oggi sembra rivoluzionario, ma che è già stato brevettato giusto un secolo fa: il 1 marzo 1910.

Il suo nome moderno è Power Skiving ed è destinato a far concorrenza agli attuali metodi di dentatura con creatore, ma specialmente alla stozzatura e alla brocciatura.

A dire il vero è già da alcuni anni che questo metodo si è affacciato nell'industria dell'ingranaggio, usando utensili integrali (cioè monoblocco) simili ai coltelli stozzatori, ma questi utensili presentano alcune gravi limitazioni che non hanno permesso un rapido incremento degli impieghi.

La Klingelnberg oggi ha studiato e messo a punto un sofisticato software per la realizzazione di un utensile veramente innovativo che ha risolto i problemi che erano sul tappeto.

La dentatura con il coltello stozzatore, sia per ingranaggi esterni che per quelli interni, è sempre stata un'operazione con grandi limiti funzionali. In primo luogo l'operazione è meno precisa rispetto alla dentatura con creatore ed alla brocciatura, poi ci sono dei limiti alla velocità di taglio, perché il numero di corse massimo che la dentatrice può fare è ora intorno a 2000 corse/min, infine è difficile e costoso produrre coltelli stozzatori in metallo duro e anche se ciò fosse possibile in modo conveniente, sarebbe pur sempre un'operazione discontinua che solleciterebbe l'utensile a ripetuti forti urti, cosa questa non tanto "gradita" al metallo duro.

Con il metodo Power Skiving l'azione di taglio è praticamente continua e la coppia pezzo-utensile ruota ad alta velocità.

L'utensile avanza in modo uniforme in senso assiale e genera il profilo dei denti in modo graduale lungo tutta la fascia dell'ingranaggio, sia questi esterno o interno (figura N°1).

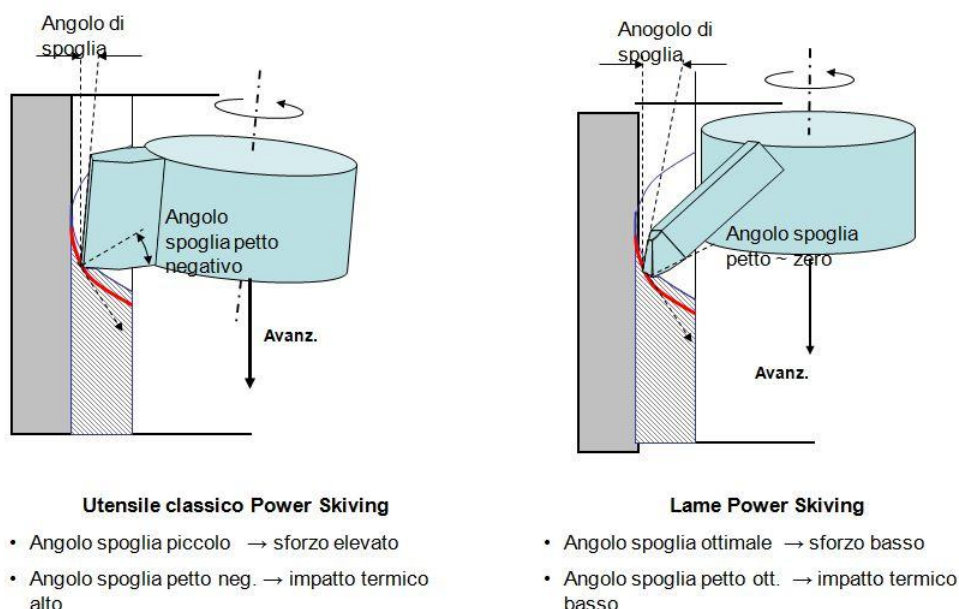


Figura N°1

Nella figura N°1 è necessario notare che il vettore della velocità di taglio effettiva è inclinato ed è tangente alla spirale che percorre il tagliente, spirale che deriva dalla composizione della rotazione e dalla velocità di avanzamento assiale, ma in pratica poi bisognerebbe considerare anche le componenti dovute allo strisciamento causato dall'incrocio d'assi e dal moto di generazione dell'evolvente. Insomma la determinazione della esatta velocità di taglio è una questione piuttosto difficile e questo a causa del

complesso posizionamento dell'utensile rispetto il pezzo, che a sua volta causa un complicato cinematismo dell'insieme (figura N°2).

Nella figura N°1 è evidenziato inoltre il vantaggio di usare le lame anziché un utensile monoblocco.

Con le lame infatti si possono scegliere gli angoli di taglio e di spoglia in modo ottimale, riducendo gli sforzi di taglio e la generazione di calore.

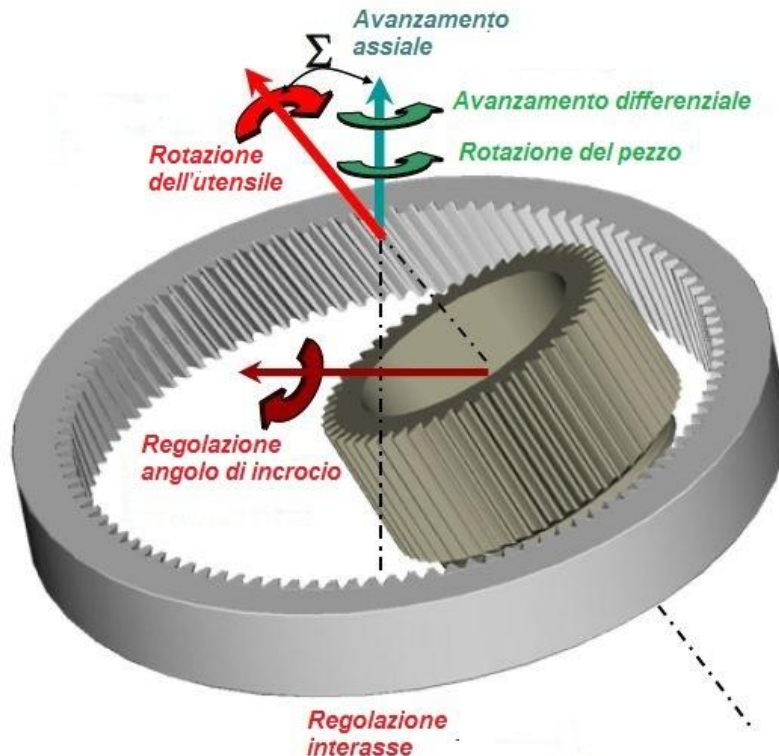


Figura N°2

L'utensile è costituito da un corpo porta lame su cui sono fissate delle barrette in metallo duro opportunamente sagomate ad un'estremità.

L'utilizzo di barrette riportate sul corpo, fissate meccanicamente, consente di dare ai taglienti la forma e gli angoli di spoglia e di taglio ottimali agli effetti della capacità di taglio e del profilo, cosa questa che non è possibile negli utensili monoblocco.

Inoltre queste barrette possono essere in metallo duro in quanto possono essere facilmente sagomate a piacere e non hanno un costo proibitivo come potrebbe essere per i coltelli stozzatori o i creatori integrali in metallo duro.

Il metallo duro utilizzato per questo utensile ha un grado K20 – K40 ed è prodotto dalla Boehlerit sotto la sigla HB44UF. Si tratta di un metallo duro a micrograna con forte resistenza all'usura ed alta tenacità. E' particolarmente studiato per utensili rotanti che lavorano anche su materiali particolarmente duri.

La testa portalamme, completa di lame, risulta un insieme estremamente rigido e compatto che assicura l'assenza di flessioni e di vibrazioni (figura N°3).

Nello "spaccato" di figura N°4 si possono vedere le barrette in metallo duro (colore rosso) che sono sistemate in posizione assiale su apposite sedi ricavate sul corpo e bloccate meccanicamente in modo analogo a quanto si fa normalmente nelle frese per la dentatura di ingranaggi conici.

E' un sistema di bloccaggio che conferisce al gruppo il massimo di rigidità ed una assoluta assenza di vibrazioni, con in più il vantaggio di poter eseguire un numero molto elevato di affilature



Figura N°3

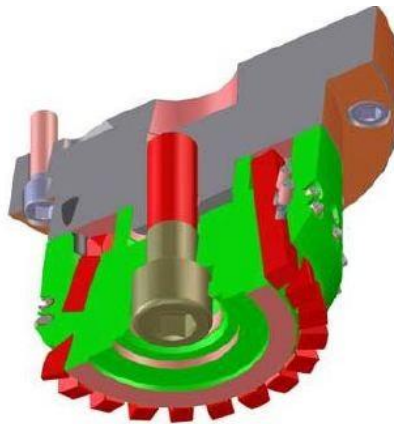


Figura N°4

Questa comunque non è l'unica disposizione possibile delle lame; c'è anche la possibilità di realizzare utensili simili a corone circolari, con le lame posizionate in direzione radiale. Questo tipo di utensile con i taglienti all'interno della corona possono evidentemente dentare solo ingranaggi esterni.

Uno dei vantaggi principali di questo metodo è che il profilo è generato da un numero elevato di passaggi elementari. Ciò significa che i punti di contatto tra tagliente e pezzo avvengono con frequenza molto elevata riducendo in modo considerevole la profondità delle tracce di lavorazione.

La frequenza di taglio, cioè il numero di volte che il tagliente passa su una determinata area del pezzo può essere anche di dieci volte superiore a quella che si ha con il creatore. Questo produce una finitura superficiale migliore che non necessita di ulteriori processi di finitura (rasatura, rettifica, levigatura), anche perché la "texture" superficiale, cioè la distribuzione e direzione delle tracce di lavorazione è completamente diversa da quella che si ottiene in dentatura con creatore o con coltello stozzatore.

La precisione degli ingranaggi prodotti con il metodo Power Skiving è di DIN 6 (DIN 3962), cioè equiparabile a quella ottenibile con la rasatura, inoltre la rugosità superficiale è intorno a $R_z = 0,7 \mu\text{m}$, come quella di una buona rettifica.

A questo proposito è interessante confrontare alcuni dati caratteristici nei due diversi tipi di dentatura : quella con creatore e quella con il metodo Power Skiving. (tab. N°1).

Tab. N°1

		Creatore	Power Skiving
Velocità di taglio	m/min	200	200
L : Lunghezza della zona di contatto utensile-pezzo	mm	21,4	9,4
Numero di giri dell'utensile	giri/min	650	1700

Numero di taglienti attivi	12 x 2	64
E: Numero di asportazioni elementari di truciolo N/min	15.600	42.650
Produttività L x E	333.840	400.910 (+20%)

Il processo di dentatura Power Skiving viene realizzato con le dentatrici per conici Oerlikon C29 e C50 che oltre a possedere tutti gli assi gestiti dal CNC atti a soddisfare i movimenti richiesti dal processo, offrono anche una disposizione verticale degli assi del pezzo e dell'utensile che favoriscono l'evacuazione dei trucioli.

La Klingelberg ha messo a punto un software per l'ottimizzazione della formazione del truciolo. Questo software fornisce i dati per l'esecuzione degli angoli e del profilo sull'utensile e i dati di set-up della macchina in modo da avere una più uniforme distribuzione delle forze di taglio con conseguente minor velocità di formazione dell'usura e quindi una vita più lunga dell'utensile.

A questo proposito è interessante esaminare i dati di una prova di confronto tra la lavorazione con un coltello stozzatore tradizionale ed un utensile Power Skiving.

I dati si riferiscono ad una dentatura interna con $Z=83$; $m=2,12$ mm ; fascia 70 mm.

Tab. N°2

	<i>Power Skiving</i>	<i>Stozzatura</i>
<i>Tempo macchina</i>	<i>147 sec</i>	<i>920 sec</i>
<i>Pezzi eseguiti</i>	<i>300</i>	<i>40</i>
<i>Variazione spessore dente</i>	<i>0,044 mm</i>	<i>0,15 mm</i>
<i>Fp</i>	<i>DIN 1 --- 4</i>	<i>DIN 6 --- 8</i>
<i>Fr</i>	<i>DIN 3 --- 4</i>	<i>DIN 6 --- 8</i>

Un altro vantaggio che questo metodo offre è che, per la costruzione di ingranaggi prototipi, è possibile utilizzare un corpo portalamme semplificato in cui è inserito un ridottissimo numero di lame (es. 4-5). Il costo di esecuzione è molto limitato anche perché sulle lame è possibile eseguire tutta una serie di modifiche di profili e di angoli fino ad ottenere il prototipo con le caratteristiche volute.

Resta da puntualizzare anche che oltre alla larga flessibilità nella progettazione e realizzazione del profilo della lama, esiste anche la possibilità, con le macchine citate in precedenza, di assegnare movimenti supplementari all'utensile in modo da modificare sia il profilo che l'elica del dente dell'ingranaggio e questo ovviamente è un grande vantaggio rispetto ai creatori, ai coltelli stozzatori e alle brocche.

Attualmente con la tecnologia Power Skiving si possono dentare ingranaggi con un modulo che va da 0,2 a 7 mm, ma sicuramente gli sviluppi del processo permetteranno di dentare ingranaggi con modulo superiore a 10 mm. Infatti sono già stati eseguiti test positivi su ingranaggi di modulo 13 mm.

Infine non ci sono problemi ad eseguire una dentatura già smussata in testa, analogamente a come eseguito con gli utensili semitopping.