

I creatori di grande modulo a doppia dentatura

In questo articolo vengono illustrati alcuni dati relativi ai creatori impiegati nella produzione di grossi ingranaggi.

La scelta dell'utensile corretto, in funzione della valutazione dei costi di produzione, deve essere realizzata analizzando molti elementi, in campo progettuale e di produzione.

Un creatore di modulo grande, ovvero un creatore con modulo superiore a 12mm, è un utensile di difficile costruzione e conseguentemente anche molto costoso.

Pertanto, una delle qualità più importanti che il creatore dovrà avere, è un grado di affidabilità molto elevato, in quanto un'usura abnorme o una rottura durante la dentatura causerebbe un danno economico notevole per il cliente.



Figura N°1- *Creatore di grande modulo in acciaio HSS ricoperto con TiN*

Per la produzione di questi creatori di grandi dimensioni sono necessarie specifiche macchine appositamente concepite, diverse dalle macchine convenzionali utilizzate per la realizzazione di creatori per il settore automotive. Questo è il sostanziale motivo che ha spinto diversi grandi produttori di utensili a rinunciare a questi onerosi investimenti.

Si tratta quindi di una produzione fortemente specializzata, che costituisce una nicchia del mercato globale dei creatori, ma allo stesso tempo molto importante per l'alto valore tecnologico del prodotto. La società Fubri (Viganò – Lecco) è in prima linea su questa tipologia di prodotti, grazie alla grande capacità di sviluppo interno ed autonomo di software innovativi, macchinari ad hoc di ultima generazione ed allo studio di cicli di produzione ottimizzati, caratterizzati da standard di precisione elevati.

Vediamo nello specifico di cosa si tratta...

Il punto di partenza è stata l'esigenza, in un mercato dinamico come quello odierno, di ridurre i tempi di consegna dell'utensile, andando incontro quindi alle esigenze dei clienti. Il focus è stato quello di ridurre in maniera drastica i tempi di movimentazione di questi pezzi pesanti e poco maneggevoli. Sono stati quindi sviluppati innovativi centri di lavoro che, raggruppando una parte considerevole delle operazioni, hanno permesso di ridurre questi tempi di attesa.

I dati geometrici, integrati con i dati relativi alle condizioni di lavoro, vengono trasferiti direttamente dal computer dell'ufficio tecnico al computer del centro di lavoro e le operazioni possono iniziare in tempi rapidissimi.

Flessibilità e rapidità sono le parole chiave che caratterizzano la produzione della Fubri.

La possibilità di concentrare il maggior numero possibile di operazioni su un'unica macchina è quindi un vantaggio determinante che si riflette in modo positivo sui tempi di consegna, ridotti mediamente del 50%.

Questo consente alla Fubri di far fronte a richieste di consegna urgenti da parte dei clienti in situazioni d'emergenza, riducendo la consegna a sole 4 settimane; un risultato eccezionale che pone la Fubri in una posizione di assoluta preminenza sul mercato.

Oltre alla riduzione dei tempi totali, i moderni macchinari ed i cicli produttivi accurati, consentono la realizzazione del pezzo sgrossato con miglior precisione (profilo, eccentricità, elica del filetto ecc.), consentendo di ridurre il sovrametallo di rettifica ed ottenendo un ulteriore taglio dei tempi in quest'ultima operazione.

La precisione e la qualità finale dell'utensile è garantita quindi da una rettifica del profilo su macchine a controllo numerico costruite internamente dalla stessa Fubri, impiegando anche in questo caso le migliori tecnologie disponibili per le specifiche esigenze di produzione.

Il vantaggio in termini di tempi e accuratezza è particolarmente alto nel caso di creatori complessi, come ad esempio il creatore con denti doppi, sgrossatori e finitori.



Figura N°2- *Creatore con doppi denti: denti sgrossatori e denti finitori*

Come è noto, e come è illustrato in figura N°2, questi creatori hanno file di denti con profilo diverso. Il concetto chiave in funzione del quale questo creatore viene progettato, riguarda prevalentemente il problema dell'usura del dente, che si concentra in prossimità della testa. Per risolvere questa situazione viene realizzato un dente con tutto il profilo completo, mentre il dente successivo avrà il profilo corretto solo verso la sommità del dente, mentre sarà scaricato alla base.

In questo modo, la gola tra i due denti potrà essere più stretta e meno profonda, perché il secondo dente produrrà poco truciolo, ed il materiale totale da asportare sarà suddiviso in molti più taglienti, offrendo la possibilità di incrementare le condizioni di lavoro.

Occorre precisare che il minor carico sui denti si ha solo sulla sommità dei denti stessi, cioè nella parte dove si concentra la sollecitazione di taglio e dove l'usura, in condizioni normali, è più forte.

Nello schema di figura N°3, è rappresentato un esempio di un creatore modulo 12mm di questa tipologia, dove si può osservare lo scarico sul secondo dente (vista B) e la ridotta profondità della gola (circa la metà) tra il primo e il secondo dente. Rinforzando quindi la base del primo dente, la resistenza alle rotture è particolarmente elevata.

L'altezza del profilo teorico sul secondo dente è circa un terzo della altezza totale del dente. Le dimensioni massime dei creatori prodotti dalla Fubri sono: diametro 300 mm , modulo 30 mm.

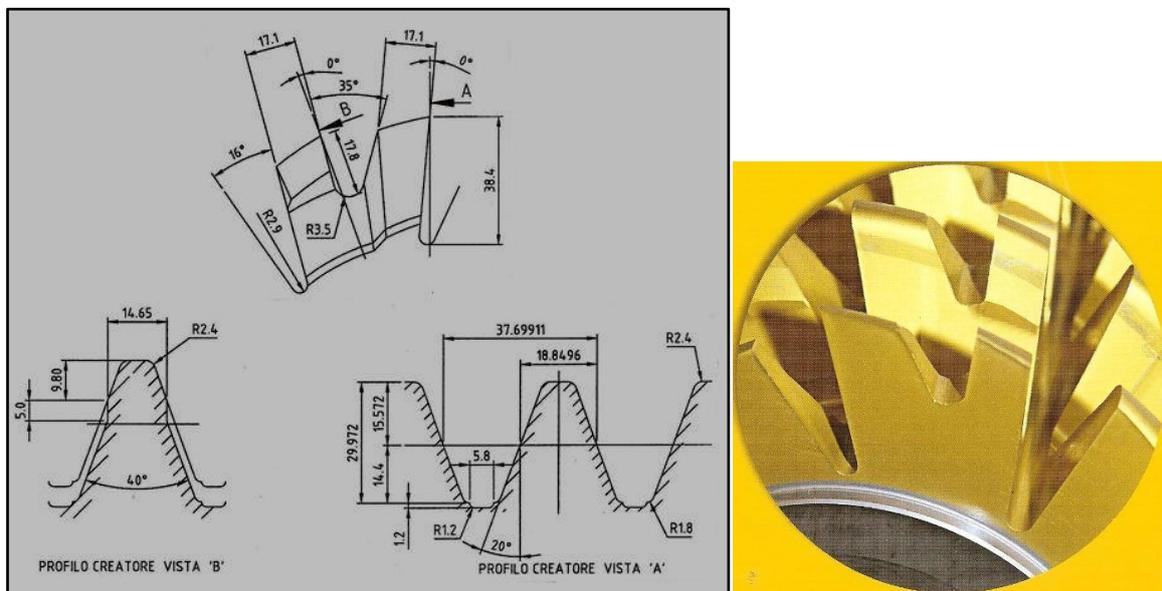


Figura N°3- Schema di denti differenziati.

Quale creatore scegliere?

Già da molti anni sono in commercio i creatori ad inserti (vedere figura N° 4).

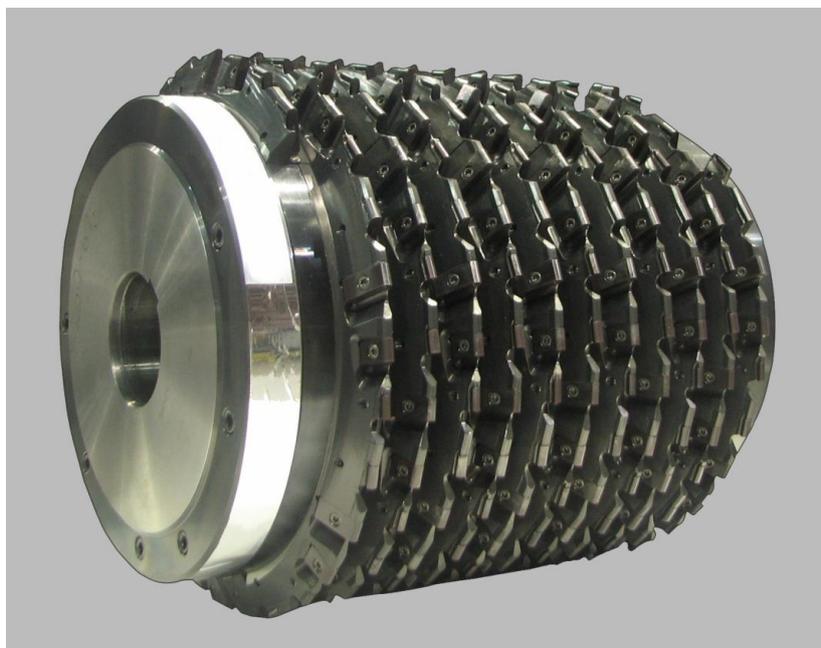


Figura N°4 -Esempio di creatore ad inserti

Su un corpo in acciaio vengono fissati meccanicamente degli inserti in carburo di tungsteno che consentono di utilizzare velocità di taglio molto elevate, con conseguente notevole riduzione dei tempi di lavorazione.

Questa tipologia di utensile per il taglio di ingranaggi di grande modulo si aggiunge a quelli tradizionali; le diverse tecniche ed i molteplici elementi da considerare rendono pertanto la scelta da parte del cliente particolarmente complicata.

In primo luogo bisogna considerare il parco macchine disponibile: se si dispone soltanto di fresatrici evidentemente non si possono usare utensili complessi.

Successivamente bisogna mettere in conto la quantità di ingranaggi da produrre e infine il costo dell'utensileria che, per ingranaggi di grandi dimensioni, spesso può essere molto elevato.

Se invece si dispone di una moderna dentatrice, una delle opzioni è quella di utilizzare un creatore ad inserti che, come detto in precedenza, consente di utilizzare velocità di taglio molto elevate ed ottenere tempi ciclo che possono risultare anche pari alla metà rispetto a quelli ottenibili con i creatori in HSS integrali.

Questo tipo di creatore però, a fronte di un vantaggio sui tempi di produzione, presenta caratteristiche che lo rendono, il più delle volte, poco conveniente.

Un primo problema è il suo costo, che può essere più del doppio rispetto ad un creatore in HSS delle stesse dimensioni, raggiungendo anche 40.000 euro circa ($\varnothing 300 \times 300 \text{mm}$).

L'investimento iniziale è quindi molto elevato e l'ammortamento in tempi brevi può quindi risultare problematico.

Nella dentatura di grandi ingranaggi non è rara qualche disomogeneità del materiale lavorato, come ad esempio qualche inclusione o concentrazione di carburi che durante la dentatura possono danneggiare il creatore.

Il danneggiamento di un creatore ad inserti può quindi risultare estremamente oneroso, al contrario di un creatore integrale in HSS con il quale si hanno meno rischi di danni economici dovuti ad incidenti.

Questo utensile ad inserti inoltre, non viene affilato ma vengono esclusivamente girati o sostituiti gli inserti (ed in questo caso si parla di circa 100 placchette).

Questa è un'operazione cruciale che deve essere eseguita in modo accurato e professionale se si vogliono ottenere le precisioni iniziali, che risultano comunque sempre inferiori a quelle ottenibili con un creatore integrale in HSS.

Basta a questo proposito considerare la figura N°5, per rendersi conto della complessità del creatore ad inserti ed all'alto numero dei suoi componenti.

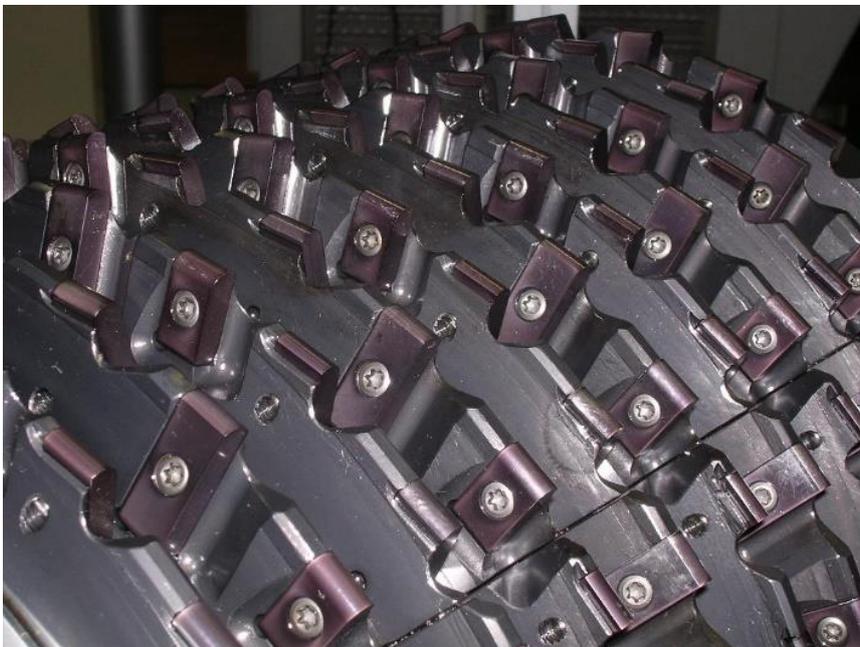


Figura N°5 – Dettaglio di un creatore ad inserti.

Bisogna anche considerare che si parla di operazioni di sgrossatura, alle quali fanno seguito operazioni di finitura con rettifica o con skiving, ma è importantissimo considerare che, con un creatore più preciso è possibile adottare sovrametalli inferiori, ottenendo grandi vantaggi sui tempi di finitura.

Alle considerazioni sopra illustrate, occorre aggiungere ed evidenziare ancora una volta il grande vantaggio offerto dai creatori integrali prodotti dalla Fubri, con una consegna estremamente rapida, che in caso di necessità può arrivare anche a 4 settimane; questa condizione non può neanche lontanamente essere presa in considerazione parlando di creatori ad inserti in quanto, per questi utensili, i tempi di consegna risultano ben più lunghi. Nella quasi totalità dei casi, il sistema di dentatura che dimostra di essere un buon compromesso tra tempi di produzione e costi dell'utensileria, è quello che prevede il montaggio sulla macchina dentatrice di una fresa ad inserti per un'approssimativa sgrossatura e, sullo stesso mandrino, un creatore integrale in HSS a doppia tagliente, come indicato schematicamente nella figura N°6.

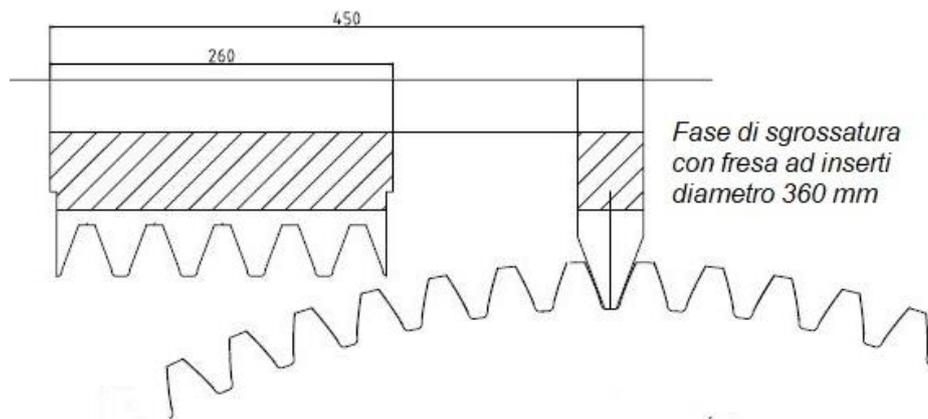


Figura N°6 – Schema di montaggio di fresa a sgrossare e di creatore integrale in HSS per la finitura

Nella figura N°7 è rappresentato un allestimento come quello schematizzato nella figura N°6

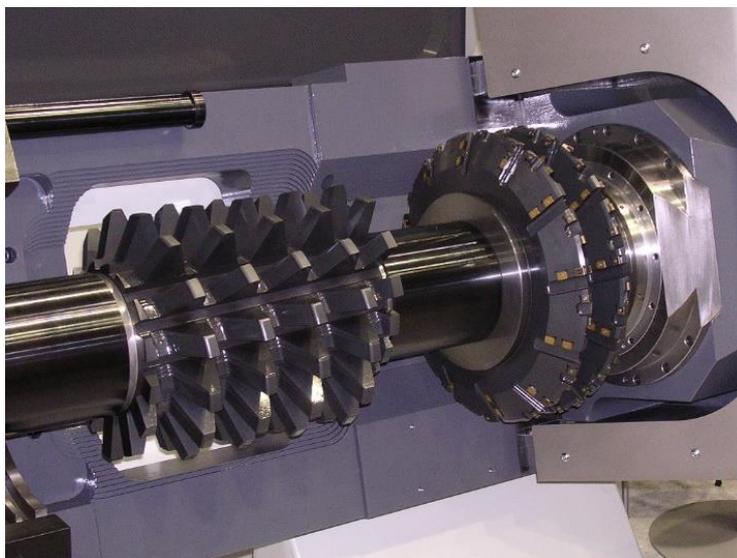


Figura N°7- Esempio di lavorazione con fresa ad inserti per sgrossatura e creatore integrale in HSS per finitura.

Nella tabella N°1 sono riportati alcuni esempi di possibili condizioni di lavoro con i risultati ottenibili. Il creatore ha un diametro di 300 mm, lunghezza 260 mm e 1 principio.

Tabella N°1

Modulo normale (mm)	16	16	16	16
Numero di denti	20	31	52	89
Angolo di pressione	20°	20°	20°	20°
Angolo di elica	10°	13°	10,5°	12°
Diametro esterno (mm)	368	551	877	1480
Larghezza fascia (mm)	440	250	300	280
Velocità di taglio (m/min)	55	55	55	55
Avanzamento (mm/giro pezzo)	5	5	5	5
N° pezzi tra due affilature	7	7	4	2
Tempo di taglio (min)	45	52	95	150