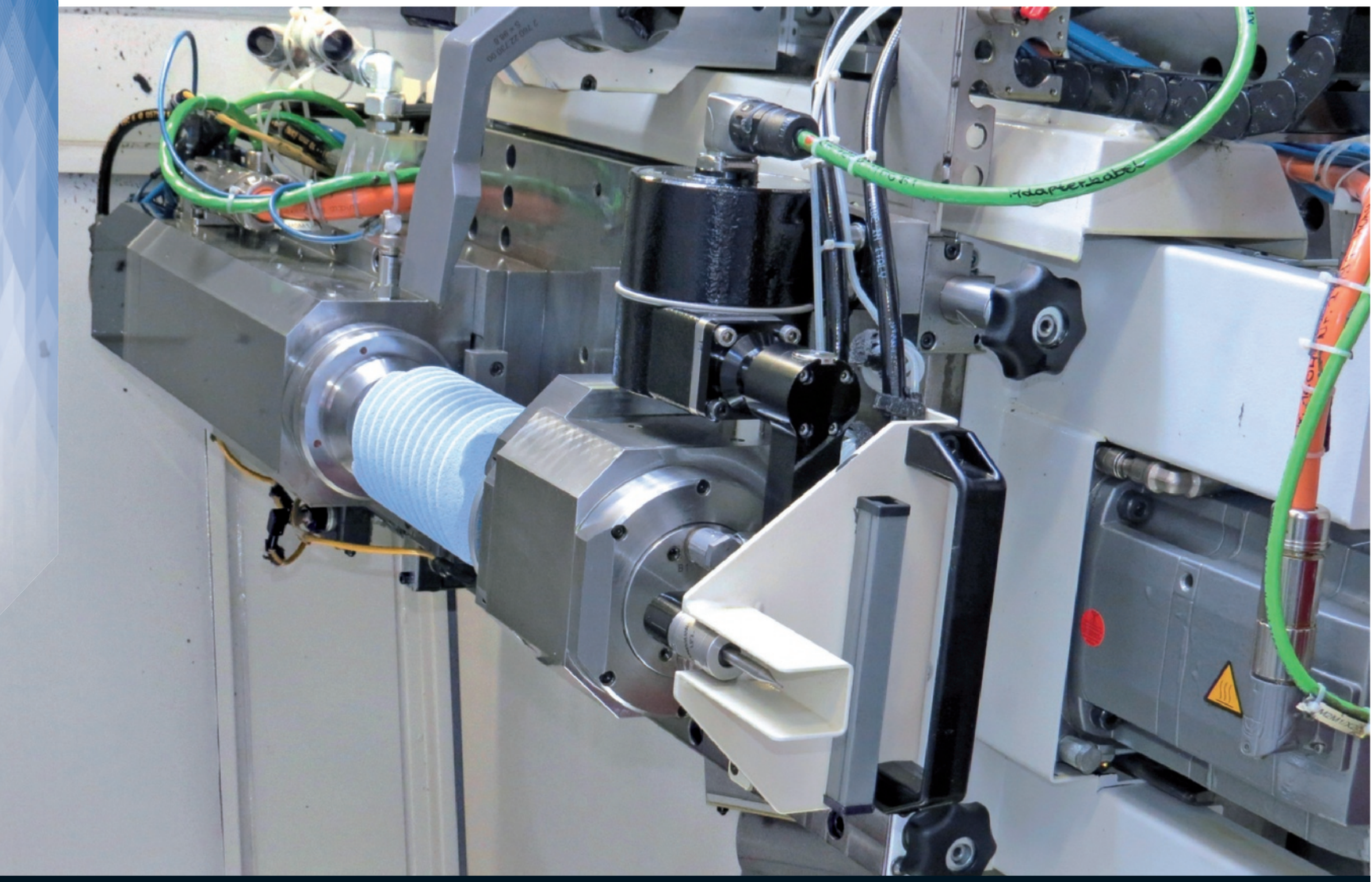

RETTIFICA PER GENERAZIONE CON MOLE A VITE nuove possibilità

IL SETTORE DELLA RETTIFICA DEGLI INGRANAGGI È IN CONTINUO SVILUPPO ED IL COSTRUTTORE KAPP-NILES OFFRE ORA NUOVE TECNOLOGIE CHE RENDONO QUESTA OPERAZIONE SEMPRE PIÙ FLESSIBILE, PRECISA E VELOCE.

Gianfranco Bianco

Per molti anni una limitazione delle rettificatrici per generazione con mole a vite era l'impossibilità di rettificare ingranaggi vicini a uno spallamento, a causa del diametro della mola relativamente grande.
Era questo uno svantaggio rispetto alla rettifica di forma, che poteva invece utilizzare mole con diametri fino a 50 mm con mole ravvivabili o fino a 30 mm con mole in CBN non ravvivabile e quindi rendere possibili finiture di alta qualità dove prima si poteva finire solo con la rasatura sul tenero, con tutti i problemi che ciò comporta, oppure con la più costosa operazione di honing interno.

Mole a vite ravvivabili di piccolo diametro

Ora Kapp-Niles, rappresentata in Italia da Bitek (Gallarate, Varese), ha immesso sul mercato macchine (mod. KX160 Twin e KX260 Twin) che permettono l'uso di mole a vite ravvivabili di piccolo diametro e quindi permettono di rettificare ingranaggi molto vicini a spallamenti o ad altri ingranaggi o senza uscita del creatore.

Le mole ceramiche utilizzabili sulle macchine Kapp-Niles di cui sopra, possono avere diametri anche di 55 - 60 mm e un numero di principi normalmente utilizzabili da 3 a 7. Naturalmente l'effettiva distanza dell'ingranaggio con l'ostacolo, sia questo un altro ingranaggio o uno spallamento, dipende - oltre che dal diametro della mola - anche da molti altri fattori, quali: le caratteristiche dell'ingranaggio (modulo e angolo di elica); il diametro dell'ostacolo, l'angolo di elica della mola che a sua volta dipende dal numero di principi. L'uso di mole di piccolo diametro comporta l'utilizzo di mandrini ad alta velocità.

La velocità di taglio con i moderni abrasivi può essere anche di 80 m/sec, per cui le rettifiche KX160 Twin e KX260 Twin hanno il mandrino portamola che raggiunge i 23.000 giri/min e il mandrino portapezzo che arriva a 5.000 giri/min. Queste macchine possono rettificare ingranaggi con diametri rispettivamente di 160 e 260 mm e moduli da 0,5 a 4,5 mm.

Si possono rettificare anche ingranaggi di modulo 5 mm adattando i parametri di lavoro e attrezzature a ogni specifico caso. Le mole ceramiche di piccolo diametro hanno anche il grande vantaggio di essere ravvivabili. Ciò consente, tra l'altro, di variare il profilo e, con un'opportuna variazione della forma dell'elica, definire topologicamente la superficie del fianco del dente. La possibilità di generare superfici secondo una forma topologicamente definita non è una prerogativa delle sole macchine citate, ma è presente in tutte le rettifiche della gamma KX prodotte da Kapp-Niles.

Rettifica topologica a generazione a vite

Per la rettifica topologica a generazione a vite le modifiche vengono realizzate in parte con la geometria della mola e in parte con il movimento del processo di rettifica. Con una interpolazione multi-assi tra ravvivatore e la mola viene modificata un'area della mola durante la ravvivatura a fianco doppio. Dopo aver immesso i dati della dentatura, possono essere inseriti graficamente i valori del profilo, dell'elica e degli svergolamenti utilizzando un programma editor. Il controllo numerico della macchina mette a disposizione menù per l'inserimento dei dati necessari e un apposito software calcola il percorsi di ravvivatura e di rettifica. L'operatore può verificare i risultati previsti con la simulazione grafica sul display del controllo numerico della macchina. Durante il movimento di rettifica della fascia del dente questa area della mola a vite viene anche mossa in direzione del proprio asse di rotazione per ottenere la bombatura dell'elica e i valori dello svergolamento richiesti sulla dentatura.

Rettifica topologica con mole di forma

La rettifica topologica con mole di forma può essere realizzata con una interpolazione di tre, quattro o cinque assi. Il numero degli assi coinvolti può essere gestita dall'operatore. Si possono utilizzare i metodi di rettifica a fianco singolo o a fianco doppio accrescendo in questo modo il range delle correzioni possibili. La rettifica topologica, cioè la modifica della superficie del fianco del dente che si discosta da quella teorica, è richiesta dove si vuole migliorare il rendimento dell'ingranaggio, dal punto di vista della sua resistenza all'usura.

Qualcuno si domanderà perché due ingranaggi con profili ed eliche teoriche non hanno buoni rendimenti e talvolta si usurano velocemente. La risposta è che la forma teorica del dente va bene se non c'è carico, ma se il dente è sottoposto ad una cer-

Fig. 1- Mole a vite in abrasivo ceramico utilizzate sulle rettifiche Kapp-Niles.

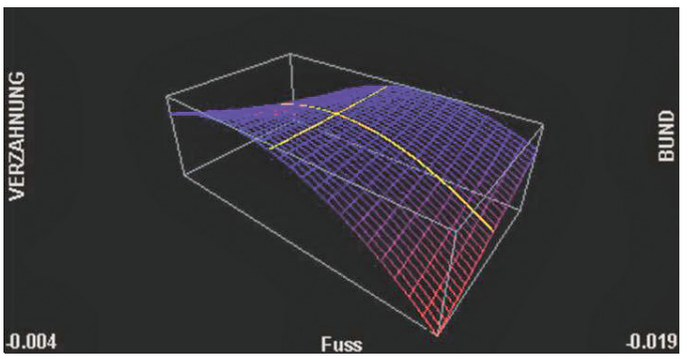

Fig. 2 - Superficie in rappresentazione topologica.

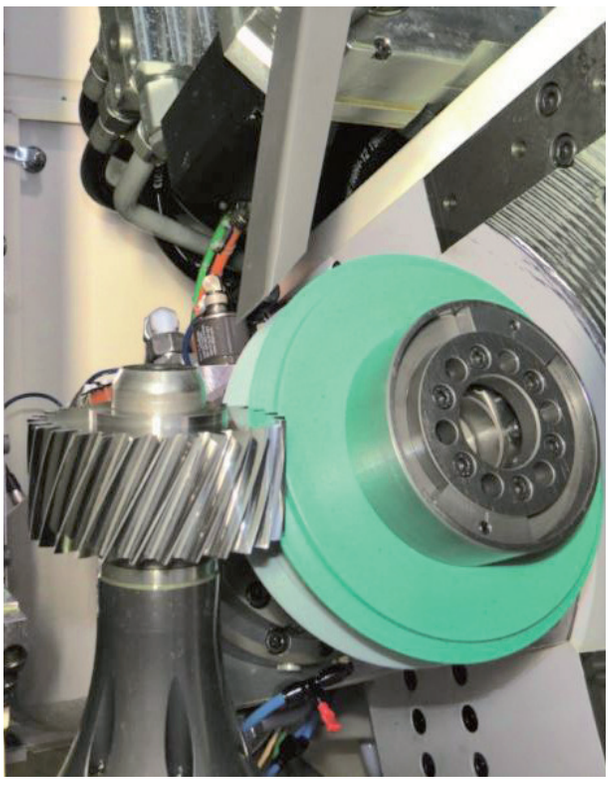

Fig. 3 - Coppia di mole di forma per rettifica normale e di superfinitura.

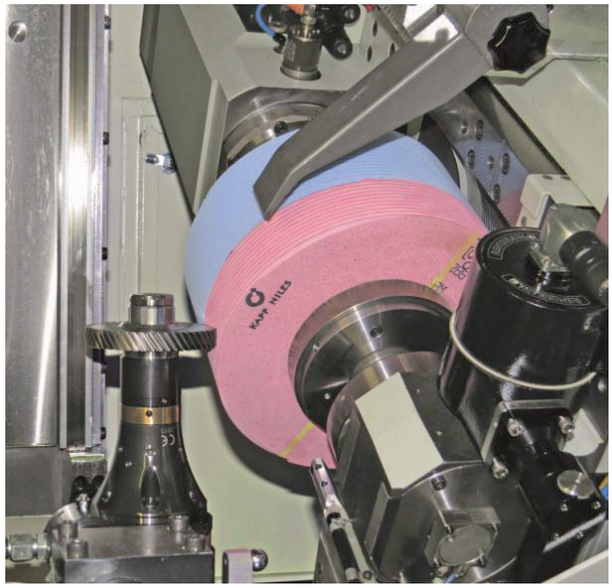

Fig. 4 - Coppia di mole a vite per rettifica normale e di superfinitura.

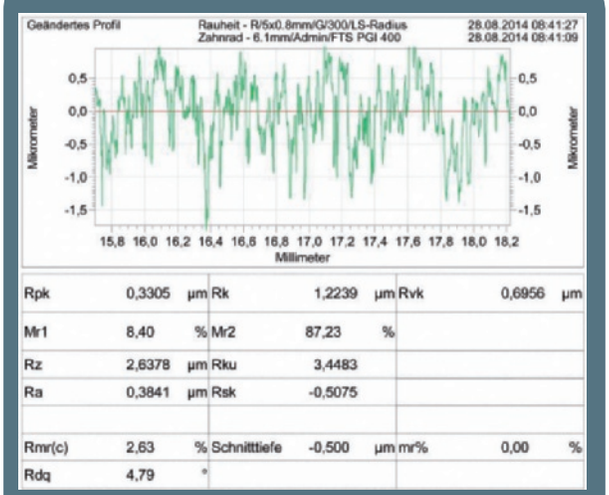

Fig. 5 - Grafico della rugosità dopo la rettifica convenzionale con mola a vite.

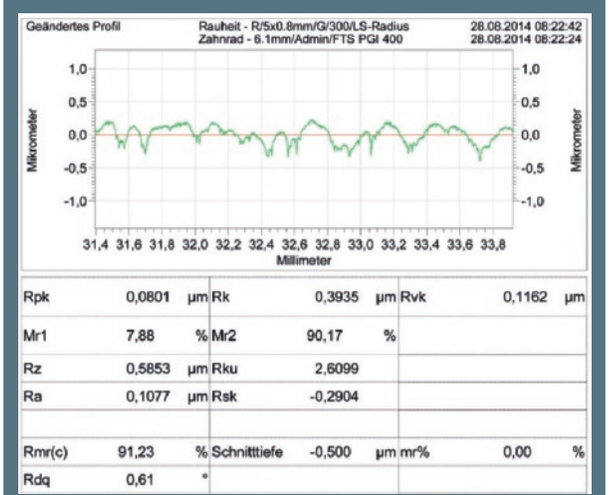

Fig. 6 - Grafico della rugosità dopo la rettifica superfinitura con mola a vite.

ta forza esso si deforma e quindi il contatto tra le superfici della ruota conduttrice e quella condotta non è più quello ottimale. L'area di contatto sotto carico si ridurrà e quindi, a parità di forza trasmessa, aumenterà la pressione in una determinata area dove si avrà quindi una usura più veloce. Il problema è che in una coppia di ingranaggi il carico è, in genere, continuamente variabile e le deformazioni del dente non sono facilmente individuabili.

Esistono dei software che approssimano più o meno bene gli effetti di un determinato carico e in base a questi si possono definire in qualche modo le modifiche topologiche ottimali delle superfici interessate alla trasmissione del moto. Modifiche che possono poi essere affinate sperimentalmente.

È per questo motivo che è molto utile avere a disposizione una rettificatrice che permette all'operatore di gestire queste modifiche direttamente sul monitor del CNC.

Un'altra caratteristica legata al rendimento degli ingranaggi e anche alla rumorosità dell'accoppiamento e lo stato delle superfici dei fianchi dei denti.

Se la rugosità delle superfici forma dei solchi e dei picchi che, sotto il carico possono rompere il film di lubrificante, portando a contatto acciaio con acciaio e facilitando il fenomeno di piccole grippature che possono via via estendersi e usurare velocemente il dente.

Inoltre due superfici che presentano una certa rugosità, durante l'ingranamento, saranno più rumorose di denti con rugosità molto bassa.

Le ricerche condotte in questo campo hanno ampiamente dimostrato che il rendimento dei cambi aumenta se si riduce la rugosità dei fianchi dei denti e se si usano oli a bassa viscosità.

I processi di lucidatura delle superfici attualmente in uso, non si adattano molto bene alle linee di lavorazione automatiche.

Le moderne rettificatrici Kapp-Niles offrono oggi la possibilità di utilizzare la tecnologia della superfinitura sia utilizzando mole di forma sia mole a vite a generazione continua. È possibile raggiungere valori di Rz ≤ 1 µm.

Nella rettifica di forma vengono utilizzate, in aggiunta alle mole convenzionali (ravvivabili o elettrodeposte), delle mole di superfinitura ravvivabili. Entrambe le mole vengono montate su uno stesso mandrino porta mole. Alla fine del processo di rettifica convenzionale viene eseguito un ulteriore ciclo con la mola di superfinitura durante la stessa presa pezzo per ottenere la rugosità desiderata (fig. 3).

Nel campo della produzione di serie di ruote dentate, specie nel settore auto motive, oggi si utilizza in prevalenza il metodo di rettifica con mola a vite grazie alla maggiore produttività.

Con l'uso di mole combinate c'è la possibilità di realizzare, con la stessa presa pezzo, una rugosità di Rz = 0,5 - 1 µm. L'ulteriore necessario ciclo si superfinitura richiede meno del 50% del tempo di una operazione convenzionale (fig. 4).

Nella figura 5 è rappresentato il grafico della rugosità dopo la rettifica convenzionale per generazione con mola a vite.

Si può notare che si hanno i seguenti valori di rugosità: Rz = 2,6378 µm e Ra = 0,3841 µm.

Sono valori di per sé già buoni, ma dopo la superfinitura sono drasticamente migliorati (fig.6), con Rz = 0,5853 µm e Ra = 0,1077 µm

Conclusioni

Kapp-Niles mette a disposizione dei produttori di ingranaggi tutta una serie di opzioni che permettono una maggiore flessibilità. Si possono ora rettificare ingranaggi che prima potevano essere finiti solo con altre operazioni; sono eseguibili profili ed eliche che migliorano le condizioni di ingranamento; infine, si possono ottenere superfici con finiture praticamente speculari che elevano di molto lo standard qualitativo delle trasmissioni.

© RIPRODUZIONE RISERVATA