

Approfondimento

Il taglio della dentatura

Diversi sono i procedimenti per la fabbricazione delle ruote dentate: fusione in terra, formatura a guscio, microfusione, fusione in forma permanente, pressofusione, colata centrifuga, sinterizzazione, estrusione. Si sta diffondendo la lavorazione con formatura a freddo mediante rullatura, in cui matrici di durezza opportuna sono rullate contro le ruote grezze per formare i denti.

Per ruote costruite in acciaio, destinate a sopportare elevati rapporti tra carico trasmesso e dimensioni della ruota, il procedimento tipico prevede il taglio della dentatura secondo due procedimenti diversi:

- **taglio diretto con utensile di forma**, eseguito con macchina fresatrice o limatrice;
- **taglio indiretto** o **generazione per involuppo**, mediante dentatrici che utilizzano utensili di diversa forma.

Nel primo caso il vano del dente assume la forma dell'utensile utilizzato, mentre nel secondo caso l'utensile ha una forma diversa dal profilo del dente da realizzare e la definizione della forma corretta si ottiene con un movimento opportuno dell'utensile rispetto alla ruota grezza da tagliare.

Al taglio fanno seguito le operazioni di finitura, lucidatura, sbavatura, rettifica o lappatura.

Taglio diretto con fresatrice

Il taglio diretto si effettua con fresatrice universale, munita di divisore e di un corredo di frese a disco modulari, tra cui si sceglie quella adatta in base al modulo e al numero di denti della ruota da costruire.

Il profilo tagliente coincide con quello dei vani della ruota da produrre; dente per dente avviene il taglio e il passaggio da un dente al successivo è preceduto da una rotazione della ruota di un angolo di $360^\circ/z$, dove z è il numero dei denti da realizzare.

Per moduli superiori a 2 sono necessarie due passate, una di sgrossatura e una di finitura.

Può essere realizzato il taglio di una singola ruota o di una pila di ruote; in ogni caso la lavorazione è adatta solo per produzioni limitate e risulta molto lunga perché ogni dente va lavorato singolarmente.

La precisione non è elevata; il profilo della fresa infatti è esatto solo per ruote con pari raggio del cerchio di base, che dipende da z per cui l'utensile può risultare inutilizzabile anche su ruote con uguali m e α , ma con diverso numero di denti. In pratica si ammette una tolleranza in modo da poter usare un unico utensile su ruote con numeri di denti poco diversi (per esempio $19 \div 21$; $22 \div 25$).



Taglio indiretto per inviluppo

Il procedimento largamente usato oggi per produzioni in serie è quello denominato per inviluppo: la forma del profilo del dente non coincide con quella del dente dell'utensile, ma è a essa coniugata. Una ruota-utensile, con modulo e angolo di pressione unificati, ruotando sulla primitiva di accoppiamento può tagliare ruote con le sue stesse caratteristiche ma con un numero qualsiasi di denti, cambiando solo il rapporto di trasmissione.

Un *profilo di riferimento*, definito da una norma UNI, costituisce la base per il profilo dell'utensile e della ruota generata; è a esso che si fa riferimento per determinare le dimensioni modulari:

- angolo di pressione: 20° ;
- altezza: 2,25 m;
- addendum: m;
- dedendum: 1,25 m;
- gioco di fondo: 0,25 m;
- raggio massimo di raccordo sul fondo del dente: 0,37 m.

Nel procedimento per inviluppo il profilo è generato nel moto relativo di rotolamento delle primitive dell'utensile e della ruota dentata. Il moto di taglio, alternato o circolare, è usualmente fornito all'utensile; il moto di avanzamento può essere posseduto dall'utensile, dalla ruota o da entrambi.

Il passaggio dal taglio diretto al taglio indiretto è vantaggioso in termini sia di tempo sia di precisione.

Le dentatrici si distinguono in base alla forma dell'utensile:

- 1 a dentiera (o a pettine);
- 2 a creatore (o a vite utensile);
- 3 a coltello-ruota.

Dentiera utensile

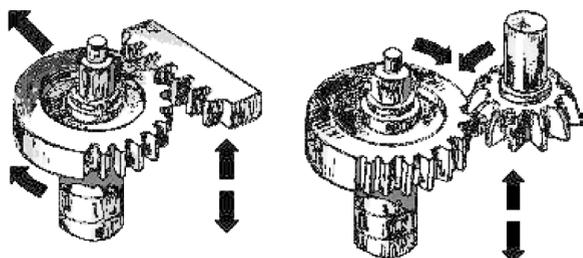
Nella dentatrice con utensile lineare (*sistema Maag*) la ruota rotola su una dentiera di lunghezza variabile ($4 \div 12$ denti) a seconda del modulo, montata su uno slittone dotato di moto di taglio rettilineo alternato; al termine della corsa di rotolamento sulla dentiera la ruota viene riportata nella posizione iniziale mentre l'utensile resta fermo. Gli utensili sono in acciaio rapido, accuratamente rettificati.

I denti della dentiera-utensile sono taglienti tridimensionali con vista frontale coincidente con il profilo teorico e tre angoli di spoglia (frontale, dorsale, laterale) dovuti al fatto che il taglio avviene sia sulla testa del dente sia sui suoi fianchi. Si distinguono:

- il moto di taglio, moto relativo alternato in direzione parallela all'asse del tondino; si ha una corsa di taglio e una di ritorno. Il moto è indispensabile perché è impossibile ottenere il taglio della ruota in acciaio solo con l'ingranamento;

- il moto di avanzamento, che inizialmente porta l'utensile a contatto con la superficie del tondino e successivamente lo fa progressivamente penetrare durante la corsa di taglio;
- il moto di generazione, moto relativo di normale accoppiamento necessario perché si verifichi la condizione cinematica che consente la generazione per involuppo del profilo a evolvente.

Inclinando lo slittone portautensile di un angolo pari all'angolo dell'elica può essere realizzato il taglio di dentatura elicoidale su una ruota cilindrica.

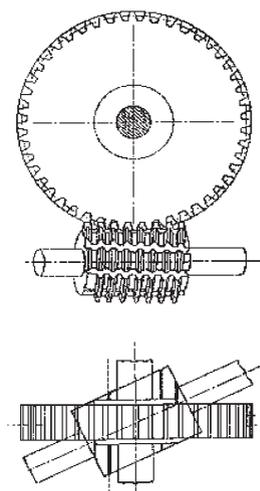


Creatore

Per tagliare ruote con numero anche non elevato di denti una dentiera dovrebbe essere molto lunga; una soluzione possibile è quella di utilizzare una dentiera corta e tagliare un piccolo numero di denti alla volta, ma in alternativa si può utilizzare il criterio della vite senza fine.

Nella dentatrice a creatore (*sistema Pfauter*) l'utensile ha la forma di una vite: la dentiera è avvolta a elica su un rocchetto e il filetto è interrotto da intagli assiali che delimitano i denti.

Si ottengono quindi tanti taglienti orientati ortogonalmente al profilo dell'elica in modo che, ponendo in rotazione il sistema sul suo asse opportunamente inclinato rispetto all'asse del tondino, si ottiene nel piano di taglio un moto apparente di traslazione del tagliente in direzione trasversale con una velocità pari al prodotto tra il passo dell'elica e la frequenza di rotazione della ruota.



Coltello-ruota

Nella dentatrice a coltello (*sistema Fellows*) l'utensile è circolare con le caratteristiche di una ruota.

La piattaforma che porta il pezzo da tagliare è dotata, oltre che di moto rotatorio uniforme, anche di moto rettilineo alternato per allontanare la ruota dal mandrino nella corsa di ritorno. L'utensile è dotato di moto rotatorio uniforme (avanzamento) e di moto rettilineo alternato (taglio).

Per moduli superiori a 3 la lavorazione viene effettuata in più passate.

Con questo procedimento può essere ottenuta anche la dentatura interna di una ruota dentata.

Per ottenere una dentatura elicoidale l'utensile deve assumere anche un

moto elicoidale alterno e deve essere dotato di denti inclinati con angolo pari all'inclinazione dell'elica della ruota.

Altre dentatrici consentono il taglio delle dentature di ruote coniche:

- *Bilgram*, per ingranaggi a denti diritti;
- *Gleason, Klingelberg*, per dentature elicoidali o a spirale.