

1 Produzione di ingranaggi

Gli ingranaggi sono tra i componenti più importanti delle macchine e la loro importanza non è diminuita negli ultimi tempi. Per la realizzazione di ingranaggi possono essere usate quasi tutte le tecniche produttive conosciute.

1. molti ingranaggi usati nelle applicazioni più critiche sono ancora realizzati mediante operazioni per asportazione di truciolo.

2 a. La lavorazione di forma viene realizzata con un utensile avente la forma del cavo compreso fra due denti consecutivi. Può essere usato un utensile di forma adoperato con moto alternativo oppure una fresa di forma su una fresatrice orizzontale. Esistono macchine specifiche per la realizzazione di ingranaggi basate su entrambi i principi. Quando l'asse dell'ingranaggio è fissato ad un angolo rispetto al movimento dell'utensile si producono ingranaggi a denti elicoidali.

3 b. Una molteplicità di taglienti opera contemporaneamente nella lavorazione mediante creatore (figura d). L'utensile assomiglia ad un ingranaggio elicoidale la filettatura del quale è interrotta per ottenere vari taglienti. Nel taglio di ingranaggi cilindrici a denti dritti l'asse del creatore viene inclinato relativamente all'asse dell'ingranaggio di un angolo uguale a quello dell'elica del creatore. Nel taglio di ingranaggi a denti elicoidali l'angolo dell'ingranaggio viene sommato all'angolo dell'elica del creatore. In (a) e (b) è mostrata la lavorazione di un ingranaggio cilindrico con utensile a pignone, in (c) invece è usato un utensile a pettine o a cremagliera.

4 c. La realizzazione di ingranaggi conici con denti dritti ed elicoidali richiede la combinazione di lavorazioni di forma e generica e viene realizzata su macchine specifiche che incorporano meccanismi ingegnosi per sviluppare il moto relativo richiesto tra utensile e materiale in lavorazione.

d. Ingranaggi a denti dritti o elicoidali possono essere realizzati mediante brocciatura, con lo sbozzato che viene spinto o tirato sulla broccia.

5 2. Ingranaggi più economici e con denti in grado di sopportare meglio sollecitazioni a fatica sono spesso realizzati mediante lavorazioni per deformazione plastica.

a. Ingranaggi cilindrici possono essere prodotti tagliando una barra trafilata avente la sezione trasversale richiesta.

b. Ingranaggi cilindrici a denti dritti ed elicoidali possono essere estrusi a freddo.

c. Ingranaggi cilindrici e conici a denti dritti oppure, con l'uso di utensili rotanti di forma più complessa, anche ingranaggi conici a denti a spirale possono essere forgiati a caldo fino ad una situazione di near-net shape.

d. Tutti i tipi di ingranaggio possono essere laminati

In effetti, la laminazione trasversale è il metodo standard di produzione di denti elicoidali, così come di molti ingranaggi cilindrici.

3. Produzioni in grande serie di ingranaggi cilindrici vengono realizzati tramite vari tipi di trancitura, inclusa la trancitura fine.

4. Molti ingranaggi sono realizzati per sinterizzazione, con o senza ricompattazione e risinterizzazione.

Finitura

gli ingranaggi prodotti mediante le tecniche elencate sono spesso idonei per l'uso immediato in molte applicazioni. Nel caso sia richiesto un ingranamento dolce e silenzioso ad alta velocità, oppure per eliminare i difetti superficiali che ridurrebbero la resistenza a fatica, molti ingranaggi usati nelle applicazioni più critiche sono sottoposti ad operazioni di finitura per ottenere tolleranze strette e migliorare la finitura superficiale.

1. la sbavatura è assimilabile per certi versi alla brocciatura. L'utensile sbavatore è un ingranaggio nel quale sono state tagliate scanalature circonferenziali per trasformare ogni dente in una broccia. L'utensile e la ruota da produrre vengono messi in movimento in contatto, leggermente inclinati tra loro, e imponendo un moto di oscillazione assiale che rimuove trucioli sottili. Si asporta un totale di soli 25- 100 micron. Questa è la tecnica più usata.

2. La laminazione a freddo fra ingranaggi induriti impartisce una buona finitura superficiale e induce tensioni residue di compressione sulla superficie. Questa è una tecnica produttiva molto efficiente, adatta per produzione di grande serie.

3. ingranaggi induriti vengono finiti mediante rettifica di forma, usando una mola avente la forma delle cave comprese tra denti adiacenti, oppure generando il profilo del dente su macchine speciali con mole semplicemente cilindriche. Gli ingranaggi rettificati sono accurati ma molto costosi.

4. Gli ingranaggi induriti possono essere trattati mediante ingranaggi da lappatura in ghisa. In alcune catene cinematiche come i treni di ingranaggi ipoidi degli sterzi delle automobili, tutto l'assemblaggio viene lappato contemporaneamente con un olio da lappatura, contenente particelle molto piccole abrasive, in condizioni controllate.