

## Giunti con dentature bombate

Un giunto con dentatura bombata ad evolvente permette di trasmettere un momento torcente elevato, è rigido e può compensare bene un disallineamento degli alberi che collega. La parte con dentatura esterna è fortemente bombata, con un raggio che è funzione del disallineamento angolare da compensare. La dentatura interna normalmente è diritta. La geometria ad evolvente tipo 'spline' è definito secondo DIN5480, ISO4156, ANSI92.1 o simili.

È un organo di macchina ben conosciuto, con tante applicazioni ben funzionanti. Non so come mai, però, nei ultimi mesi da molte parti mi è stato chiesto come si può dimensionarlo; l'ultima volta la settimana scorsa, durante un seminario a Milano. Non esiste un procedimento di calcolo conosciuto per questo collegamento. Il metodo usato (come quello nel libro di Niemann "Maschinenelemente", vedi anche la traduzione italiana "Manuale degli organi delle macchine", Tecniche Nuove) per uno scanalato normale non tiene conto della bombatura.

La parte attiva della dentatura esterna è un ellissoide (superficie simile a una sfera con due raggi diversi). La dentatura interna è simile ad un cilindro cavo. La curvatura in direzione altezza dente sulla parte esterna e sulla parte interna è identica; quindi il contatto tra le due parti è dunque analogo il contatto tra un cilindro (parte esterna, raggio  $r_{bomb}$ ) ed un piano di lunghezza  $h_{dent}$  uguale all'altezza portante della dente.

È possibile dunque di applicare la legge di Hertz per calcolare la pressione di contatto. Manca però la conoscenza della forza normale che agisce nel contatto. In un accoppiamento come questo, non si può assumere che tutti denti siano in contatto con uguale forza. Nel calcolo proposto dal Niemann per gli scanalati si aggiunge un "Fattore di partecipazione  $k_{\phi b}$ " che tiene conto del fatto che non tutti denti sono in presa.

Questo fattore dipende dalla qualità di fabbricazione (1,3 se qualità 6/7; 1,5 se qualità 7/8 per esempio). Un altro metodo è quello proposto dalla AGMA 6123-B06 appena uscita, che ho trovato quando stavo già scrivendo questo articolo; essa propone un fattore  $K_m$  per la distribuzione del carico, che vale da 1 a 2 in funzione del disallineamento. La AGMA 6123 è l'unica norma che descrive un metodo di calcolo per questo tipo di accoppiamento; però purtroppo le formule sono poco convincenti.

Una mia proposta per arrivare ad un dimensionamento realistico di un giunto a denti bombato (con il controllo della pressione di contatto secondo Hertz) è dunque questa:

- Step 1: Calcolare la geometria (altezza dente in contatto:  $h_{dent}$ )
- Step 2: Determinare la forza tangenziale sul dente, utilizzando il fattore  $k_{\phi b}$ :  $F_N$
- Step 3: Con  $h_{dent}$ , il raggio di bombatura e la forza normale  $F_N$  calcolare la pressione di Hertz.

La pressione ammessa dipende chiaramente dal materiale, dalla lubrificazione e dall'esperienza. Dato che la sollecitazione è quasi statica, si potrebbe assumere un valore simile a un valore  $\sigma_{HG}$  statico secondo ISO6336 (per esempio per un acciaio di cementazione sarebbe  $\sigma_{HG} = \sigma_{Hlim} * Y_N = 650 * 1.6 = 1040 \text{ N/mm}^2$ ). Per denti piccoli (modulo basso) si consiglia di fare anche la verifica della sollecitazione di taglio nel piede del dente.

**ESEMPIO DI CALCOLO CON UN RAGGIO DI BOMBATURA  $r_{bomb} = 25.0$  mm****GIUNZIONE ALBERO DENTATO DIN5480**

Albero	DIN5480 W - 85.00*5.00*30*16*7h		
Mozzo	DIN5480 N - 85.00*5.00*30*16*8H		
Momento nominale (Nm)		[Tnenn]	760.00
Diametro forza applicata (mm)		[dm]	79.50
Forza periferica massima (N)		[Ft]	19313.80
Forza periferica massima per dente (N)		[Ft/z]	742.84
Altezza dente (mm)		[h]	2.70
Fattore di partecipazione		[kphibeq]	1.50
Forza per dente effettiva		[kphib*Ft/z]	1114.26

**PRESSIONE DI HERTZ ( $r_{bomb} = 25.0$  mm)**

Configurazione: cilindro - piano			
Forza normale (N)		[Fn]	1114.26
Corpo 1: Materiale			18CrNiMo7-6
Diametro (mm)		[D1]	50.00
Lunghezza portante (mm)		[leff]	2.70
Corpo 2: Materiale			42 CrMo 4
Pressione di Hertz (N/mm <sup>2</sup> )		[pH]	771.20