

RIFERIMENTI A ISO 6336/1996 (RESISTENZA INGRANAGGI PARALLELI)

La lettura di queste note richiede una certa competenza sul metodo ISO e interessa soprattutto chi sia richiesto di chiarimenti riguardo ai criteri di applicazione della norma.

IMPLEMENTI RISPETTO A Rhf STANDARD

Alcune funzioni extra sono attivabili nell'ambito di Rhf, ma richiedono software supplementare e consulenza (velocità critica e fattore KvB).

CARICHI

La norma ISO considerano il carico tangenziale F_t di riferimento, mentre in Rhf è indicato il carico tangenziale di funzionamento F_t' . I fattori geometrici Rhf compensano la differenza.

SOVRACCARICHI

Fattore Ksh: è specifico di Rhf, non essendo previsto dalla norma. Interviene per planetari o per azionamenti multipli. Solitamente $K_{sh} = 1$.

Fattore Ka: è il fattore di applicazione, da non confondere col fattore di servizio. Tuttavia, quando un cliente impone sia il fattore di servizio che la durata, non c'è che introdurre il fattore di servizio quale Ka.

Fattore Kv. In Rhf, versione standard, è adottato il "metodo C". L'ISO lo considera sempre valido se quel fattore, che nel programma è indicato "A", è inferiore a 3. Per valori maggiori leggere i chiarimenti a programma. Prudenza particolare per planetari.

Fattori di distribuzione del carico. Km congloba il prodotto dei due fattori $K_H\beta$ e $K_H\alpha$ per il pitting (risp. per disallineamento ed errori di passo e profilo). Per la rottura, Km sostituisce il prodotto $K_F\beta$ $K_F\alpha$ con un po' di margine, in quanto secondo la norma $K_F\beta$ è alquanto minore di $K_H\beta$. (E' invece di solito $K_F\alpha = K_H\alpha$, salvo casi eccezionali, e ambedue = 1 per dentature precise.) Il fattore Km viene assunto in base a quesiti o anche direttamente (cosa, del resto, che fanno non di rado anche i tedeschi per $K_H\beta$). La norma dà vari metodi. In Rhf, in alternativa all'assunzione globale di Km, è applicabile il metodo "B" per $K_H\beta$ e $K_H\alpha$. Per $K_H\beta$ occorre il valore del disallineamento combinato (da elasticità, errori e montaggio); è possibile calcolarlo col programma DISL (licenza d'uso a parte). Per $K_H\alpha$ gli errori dipendono dal grado di precisione. Inversamente, se per $K_H\beta$ e $K_H\alpha$ s'introducono valori arbitrari, Rhf indica comunque gli errori $F\beta$ e $F\alpha$ compatibili, comprensivi dell'effetto di rodaggio in opera (limitatissimo per cementati, stando alla norma).

In Rhf Il fattore "V" è uguale al prodotto dei fattori sopra citati. Il suffisso "I" vale per ISO.

RESISTENZA AL PITTING - OPZIONI RHf o ISO 6336

Il fattore GH appartiene a Rhf, v. citazioni bibliografiche leggendo il file "Note" o chiedendo "informazioni" dal menu. GH congloba vari dati geometrici in modo da corrispondere alla norma.

I fattori RH di superficie possono essere introdotti direttamente o calcolati in modo equivalente alla norma. (Possono a volte differire di una minima percentuale.)

I fattori ISO intervengono sulla pressione. Il fattore AH di Rhf li congloba elevati al quadrato in modo da intervenire sul carico o sul fattore K. La pressione limite σ_{Hlim} secondo norma potrebbe essere assunta = 1600 o 1650 N/mm² soltanto per acciai cementati supercontrollati, ad es. per ingranaggi da aerei o elicotteri, in maniera non adottabile industrialmente. Anche per assumere $\sigma_{Hlim} = 1500$ occorrerebbero controlli dettagliatamente prescritti. Tuttavia di solito si ammette che una ditta adotti valori collaudati dalla propria esperienza industriale.

Il fattore K, usato in tutti i Paesi meno che in Germania, fa da tramite in Rhf al calcolo del fattore di sicurezza SH. La norma perviene a SH attraverso il calcolo di una pressione σ_{HP} da confrontare con la pressione σ_H .

Bisogna tener presente che il valore di SH calcolato da Rhf in prima istanza vale, come specificato, in riferimento al limite di fatica convenzionale (vertice V della curva per fattore di carico QH = 1, v. Note). Quando (caso comune) il numero di cicli di sollecitazione di un fianco del dente supera il numero di cicli del vertice della curva, il valore di SH nella norma DIN /1987 (base dell'ISO) resta immutato; non così per la norma ISO /1996, per la quale SH è quello che esce al termine del calcolo di durata, sottintendendo che l'ingranaggio sia sottoposto a un solo livello di carico. Nel caso di più livelli, la norma tace, mentre Rhf riesce a calcolare anche il fattore SH relativo alla durata, quando le durate richieste per i diversi livelli siano tutte nello stesso campo rispetto al citato vertice V. In caso diverso, Rhf è comunque sempre in grado di calcolare il danneggiamento cumulativo e la durata totale.

Per l'impostazione del calcolo v. il Manuale degli Ingranaggi.

Il calcolo di durata secondo Rhf, per il primo tratto della curva (numero di cicli inferiore a quello del vertice), si basa su una curva corretta in maniera equivalente alle indicazioni originali ISO (molto più complicate nella forma). La norma non offre il calcolo del danneggiamento, ed è questo il motivo per cui non è in grado di affrontare il caso di più livelli di carico.

RESISTENZA A ROTTURA - OPZIONI RFI o ISO 6336

Il procedimento Rhf considera in dettaglio anche il caso del taglio con utensile pignone, non contemplato nel metodo ISO originale. In mancanza dei dati dell'utensile, assumere valori prudenti (v. chiarimenti a programma). Per le dentature interne ugualmente si considera l'utensile pignone: qui ci si scosta dalla norma, che considera per approssimazione una dentiera ma ottiene risultati inaffidabili specialmente perché manca di considerare l'effettiva curvatura al piede.

I fattori YF di forma e YS di correzione della tensione seguono in Rhf il metodo B, che la norma considera prevalente rispetto al met. C. Per dentature interne Rhf suggerisce il riferimento al punto del fillet toccato dalla tangente a 45° anziché a 30°, perché dà maggior margine in base a riscontri con analisi FEM. L'opzione d'output ISO, rispondendo alla norma attuale, conduce, per dentature elicoidali, a risultati più

ottimistici rispetto a RFI e ai valori ISO (e DIN) originari. (Si può citare, anche per il procedimento di calcolo dei fattori geometrici per denti tagliati con i diversi utensili: G. Castellani & V. Parenti Castelli, "Rating Gear Strength", Transactions of the ASME Vol.103, April 1981, p.516.)

Accade non di rado (ad esempio per utensile pignone molto usato, con forte coefficiente di spostamento negativo, ma a volte anche con taglio di creatore) che il calcolo del fattore d'intaglio, o "correzione della tensione", Y_S , esca dal campo di validità ISO: in tal caso la norma si limita a dichiarare la propria non validità. Rhf riesce a procedere nel calcolo assumendo automaticamente un valore di Y_S elevato, e con ciò prudente. La norma ISO definisce un fattore Y_{Sg} per tener conto del gradino da rettifica o sbarbatura al piede. Il calcolo è praticamente impossibile perché si basa su dati sempre incogniti e nemmeno controllabili sulla dentatura finita (sovrammetallo asportato e curvatura del profilo nella zona del gradino). Tuttavia il problema esiste, e il procedimento Rhf permette d'introdurre un rapporto riduttivo della resistenza, $Y_S/Y_{Sg} < 1$ (di cui in output viene indicato l'inverso >1 , per chiarezza, per chi sia abituato ai fattori ISO che sono >1).

I fattori ISO "relT", ossia relativi ai Test, per la sensibilità all'intaglio $Y_{\delta relT}$ e per la rugosità al piede $Y_{R relT}$ si assumono spesso uguali ad 1, nell'ipotesi che, se non lo sono, si compensino tra loro, almeno in parte, per denti di progetto usuale. E' però possibile introdurli separatamente: in tal caso i valori si leggeranno sugli appositi diagrammi della norma.

Attenzione al significato delle tensioni: gli estensori dei procedimenti ISO e DIN hanno creato una singolare confusione di simboli, perché in origine σ_F era la tensione nominale al piede, con limite σ_{Flim} , mentre in seguito σ_F ha acquisito il significato un po' ibrido di una tensione che sarebbe effettiva in caso di piena sensibilità all'intaglio - ma σ_{Flim} ha conservato il significato nominale di prima, mentre il limite di σ_F è ora σ_{FE} (con valore esattamente doppio della σ_{Flim}). Poiché nel frattempo in varie unificazioni nazionali (UNI compresa) è entrata in uso σ_{Flim} , ho conservato tale tensione in Rhf, mentre ho indicato σ_b la tensione nominale al piede per evitare equivoci. In caso di richiesta di chiarimenti, ricordare dunque che è: $\sigma_{FE} = 2 \sigma_{Flim}$. (σ_{FE} ha lo stesso carattere di σ_{sat} dell'AGMA.)

UL, per indicare il carico unitario, è un simbolo AGMA. Rhf lo usa anche per l'ISO quale passo intermedio per arrivare al fattore di sicurezza SF sul quale si basa la concordanza con la norma.

Per i fattori di sicurezza e per i calcoli di durata valgono osservazioni analoghe a quelle fatte per i calcoli di resistenza al pitting.