

Rolling bearings^{TC 4} meets GPS^{TC 213}

Con la pubblicazione della nuova versione della norma ISO 492, le tolleranze dimensionali dei cuscinetti volventi e i sistemi ISO per i limiti e gli accoppiamenti si possono basare sulla stessa piattaforma, ossia sulle norme ISO GPS per le tolleranze dimensionali.

LA SIGLA GPS, più nota come abbreviazione di Global Positioning Systems, si riferisce anche alla specifica geometrica dei prodotti (Geometrical Product Specification) in particolare a un sistema avanzato di tolleranze conforme alle norme ISO/TC 213. Il TC 213 è il Comitato Tecnico ISO dedicato alle specifiche e alle verifiche dimensionali e geometriche dei prodotti, mentre l'ISO/TC 4 è il Comitato Tecnico ISO dedicato ai cuscinetti volventi.

Su un disegno tecnico la GPS definisce la forma (la geometria), le dimensioni e le caratteristiche superficiali di un pezzo lavorato per assicurarne il funzionamento ottimale, unitamente alla dispersione rispetto al valore ottimale nell'ambito della quale tale funzionamento è ancora soddisfacente [1]. Inoltre la GPS è un linguaggio tecnico standard usato per esprimere le caratteristiche funzionali del pezzo secondo i requisiti tecnici.

Il titolo che abbiamo dato all'articolo si riferisce alla denominazione di un simposio che si è tenuto nel settembre 2008 a Vienna [2], nel quale specialisti di cuscinetti volventi ed esperti GPS si sono incontrati per allineare i rispettivi sistemi e filosofie sulle tolleranze, cosa che

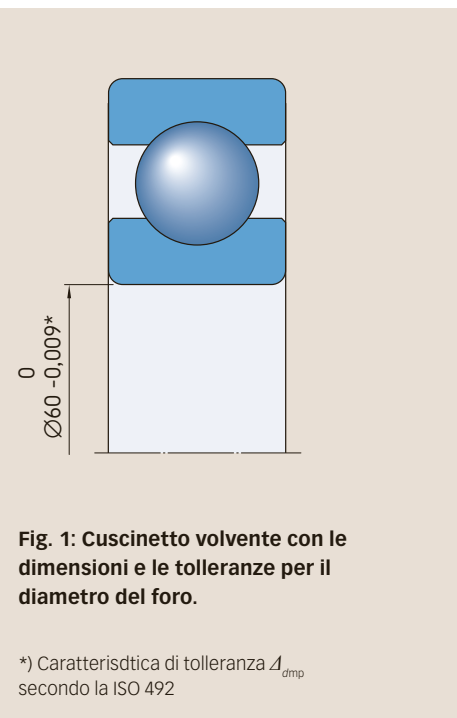
non è stata mai possibile per più di 100 anni e in modo particolarmente evidente nel caso delle tolleranze su forma e difetto di rotazione tipiche dei cuscinetti volventi: per esempio non è stato possibile usare la ISO 1101 [3] per conformarsi alle norme dei cuscinetti.

Riguardo alle tolleranze sulle dimensioni – specialmente quelle del foro e del diametro esterno – non è chiaro se i cuscinetti volventi sono allineati con le norme generali sulle tolleranze dimensionali. L'articolo tratta appunto questa categoria speciale di tolleranze.

Particolarità

All'inizio, chi si era dedicato alla normalizzazione delle tolleranze dei cuscinetti volventi pensava di applicare certe classi di tolleranze nell'ambito del sistema dei limiti e degli accoppiamenti (ISO 286-1 [4] e ISO 286-2 [5]). L'idea fu in seguito abbandonata in quanto era apparso ovvio che i cuscinetti volventi richiedevano principi di tolleranza speciali, essendo i relativi anelli componenti flessibili. Per questo motivo le classi di tolleranza dei cuscinetti sono identificate ad esempio come P6 o P5, e non rientrano in alcuna delle classi di tolleranza ISO 286.

Le figure 1 e 2 includono la stessa indicazione base di tolleranza con i limiti superiori e inferiori. Naturalmente i valori di tolleranza sono diversi al fine di ottenere un certo accoppiamento tra l'anello interno e l'albero, ma c'è una importante differenza tra la norma ISO 492 [6] per i cuscinetti volventi e le norme ISO 286-1 e 286-2 per l'albero.



In particolare, la differenza proviene:

- dall'indicazione dei limiti di scostamento di quelli che sono tradizionalmente denominati i "diametri medi" e dall'applicazione del principio d'indipendenza sul diametro del foro e sul diametro esterno dei cuscinetti, rispetto
- all'indicazione dei limiti di scostamento del diametro (limiti reali superiore e inferiore) e all'applicazione del requisito dell'involuppo per il diametro della sede e dell'alloggiamento.

Questo fatto non è visibile nel dettaglio nelle figure 1 e 2, ma va considerato molto attentamente.

Indicazione dei limiti di scostamento dei diametri medi e principio d'indipendenza dei cuscinetti volventi

Le norme sulle tolleranze dimensionali dei cuscinetti volventi si basano sul principio che i relativi anelli siano normalmente componenti fles-

sibili – ossia che si deformino una volta montati sull'albero o nell'alloggiamento e che gli errori di forma vengano in larga misura compensati.

In questo contesto non è necessario tenere in conto ogni singolo diametro, ma un diametro medio, per esempio $(d_{max} + d_{min})/2$, che sarà molto probabilmente il diametro che interessa quando l'anello viene montato su un albero cilindrico rigido.

Questo fatto viene considerato nella presente versione della norma ISO 492 sui cuscinetti volventi ed espresso dalle tolleranze sugli scostamenti dei diametri medi (ingl. "mid-range diameters") e dalla variazione indipendente dei diametri.

In particolare esse sono

- scostamento del diametro medio del foro in un piano radiale (Δ_{dmp})
- scostamento del diametro esterno medio in un piano radiale (Δ_{Dmp})
- variazione del diametro del foro in un piano radiale (V_{dsp})

- variazione del diametro esterno in un piano radiale (V_{Dsp})
- variazione del diametro medio del foro (V_{dmp})
- variazione del diametro esterno medio (V_{Dmp}).

È quindi logico guardare agli scostamenti dimensionali e di forma in modo indipendente. Dal punto di vista della GPS questo è in linea con il principio d'indipendenza, descritto nella norma ISO 8015 [7], che recita: "per impostazione predefinita, ogni specifica GPS relativa a una caratteristica o relazione tra caratteristiche sarà soddisfatta indipendentemente dalle altre specifiche" (fig. 3).

Indicazione dei limiti di scostamento del diametro e requisito dell'involuppo sui diametri di albero e alloggiamento

In questo caso, tutti i diametri esistenti vanno considerati e devono essere entro i limiti superiore e inferiore.

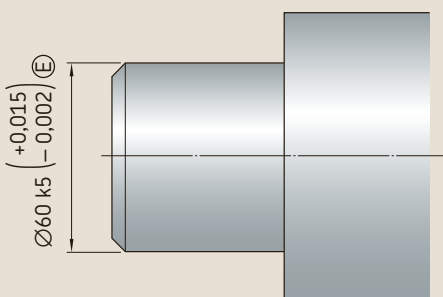


Fig. 2: Sistema di tolleranze per l'albero: Estremità dell'albero con dimensione e tolleranza del diametro.

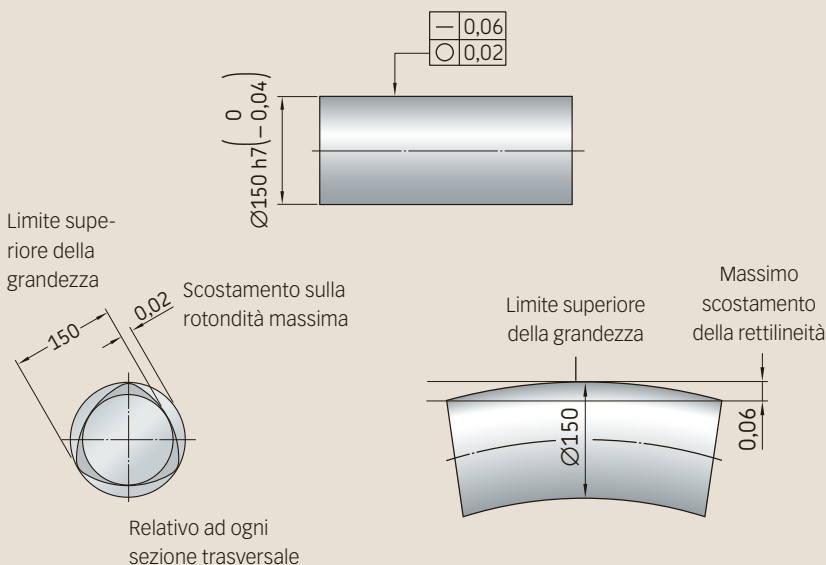


Fig. 3: Il principio d'indipendenza.

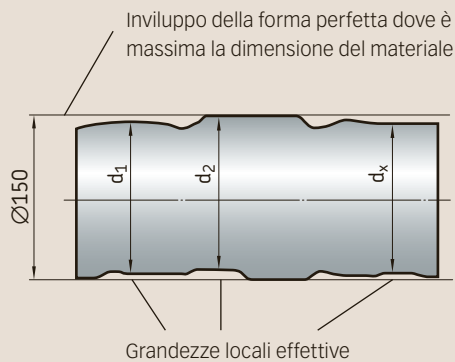


Fig. 4: Requisito dell'involuppo su un diametro esterno.

Il requisito dell'involuppo considera gli scostamenti dimensionali e di forma in un unico contesto. Ciò è normalmente consigliato nei casi di accoppiamenti di transizione e forzati (di solito applicati agli accoppiamenti di cuscinetti su alberi/alloggiamenti) dato che mantiene un certo controllo tra gli scostamenti dimensionali e di forma, cosa necessaria per ottenere un accoppiamento di qualità.

Il requisito dell'involuppo viene espresso da due requisiti funzionali, ossia:

La superficie della caratteristica cilindrica non deve estendersi oltre all'inviluppo della forma perfetta in corrispondenza della massima grandezza del materiale (limite superiore della tolleranza sui diametri esterni e limite inferiore sui diametri di foro).

Nessuna grandezza effettiva localizzata deve essere inferiore al limite inferiore di tolleranza sui diametri esterni e al limite superiore sui diametri di foro (fig. 4).

Questo vale per tutti gli scostamenti di forma (fig. 5).

Il requisito dell'involuppo era stato incluso nelle prime versioni delle ISO 286-1 e 286-2, in particolare, veniva invocato in tutti i casi di riferimento a un codice di tolleranza, quale l'H7.

Le presenti versioni delle ISO 286-1 e 286-2 non si basano più sul

requisito dell'involuppo, quindi esso deve essere indicato per mezzo del simbolo aggiuntivo (E) secondo la norma ISO 14405-1.

Il requisito (E) relativo all'involuppo è l'unico modificatore di specifica nella ISO 14405-1. Esso viene applicato prevalentemente in presenza di accoppiamenti forzati o di transizione, per mantenere lo stato delle vecchie norme ISO dove era dato per default. Per specificare le tolleranze sui diametri di albero e alloggiamento ci sono più possibilità, ad es. la circonferenza o il diametro di un'area, che possono descrivere meglio la funzione di un accoppiamento.

Nuove indicazioni delle tolleranze GPS

La base per le indicazioni sulle tolleranze dimensionali delle forme cilindriche si può trovare nella norma ISO 14405-1 [8]. L'indicazione di default secondo tale norma è la grandezza su due punti, che viene definita come la distanza rilevata fra due punti opposti della grandezza stessa. Per un diametro questa grandezza su due punti si può chiamare "diametro su due punti". Questa indicazione di default è contraddistinta da un (LP), ma non occorre segnalarla sui disegni.

Nel giugno 2007, prima del simposio, l'ISO/TC 4 (Comitato tecnico ISO per i cuscinetti volventi) decise di convertire le tolleranze dei cuscinetti volventi secondo i simboli e le definizioni GPS (ISO/TC 213).

Questa decisione fu accettata da tutti i membri del comitato ISO/TC 4 alla condizione che fossero mantenute le normali caratteristiche di tolleranza dei cuscinetti stessi (per esempio gli scostamenti dei diametri medi). A quel tempo il sistema ISO GPS non include i simboli per esprimere i diametri medi.

Di conseguenza fu necessario aggiornare il sistema ISO GPS e, per l'uso delle tolleranze dimensionali,

l'ISO/TC 4 richiese l'inclusione nell'ISO 14405-1 di altri modificatori, cioè:

(SD) per grandezze medie, corrispondente al tradizionale termine "diametro medio" nei cuscinetti volventi

(SR) per una gamma di grandezze, corrispondente al tradizionale termine "variazione dei diametri" nei cuscinetti volventi

Questi modificatori sono ora inclusi nella ISO 14405-1 e si possono usare in aggiunta ai valori delle tolleranze per indicare le corrispondenti definizioni dei cuscinetti volventi, cioè:

(SD)ACS per A_{dmp} e A_{Dmp}

(SR)ACS per V_{dsp} e V_{Dsp}

(SD)ACS(SR) per V_{dmp} e V_{Dmp}

ACS (Any Cross Section, tutte le sezioni) era già disponibile nell'ISO 14405-1 e corrisponde al termine "in un piano radiale" nei cuscinetti volventi.

La fig. 6 mostra un disegno con le indicazioni corrette.

La norma ISO 492 è attualmente in revisione. Si è già concordato di esprimere le specifiche di tolleranza sul diametro dei cuscinetti volventi con le specifiche e i modificatori di base ISO GPS. La pubblicazione della ISO 492 revisionata è programmata per la fine del 2013.

Vantaggi nell'applicazione delle specifiche ISO GPS sulle tolleranze dimensionali

È ovvio che le indicazioni di tolleranza della fig. 6 sono più dettagliate di quelle di fig. 1, ma la grande differenza sta nel fatto che non sia più necessario riferirsi alla ISO 492 e ad altre norme per i cuscinetti, in quanto tutte le informazioni particolareggiate sono direttamente

espresse dai modificatori di specifica secondo l'ISO 14405-1. Questo è un grande vantaggio per chi esamina un disegno di cuscinetti in quanto non è più necessario conoscere tutti i particolari delle norme sui cuscinetti stessi.

La possibilità di vedere direttamente le specifiche necessarie è il solo vantaggio quando si applicano le specifiche sulle tolleranze dimensionali GPS, ma le norme in questione coprono particolari aggiuntivi che sono importanti per evitare equivoci e cattive interpretazioni, specialmente durante le misurazioni.

Uno di questi particolari è la possibilità di limitare l'effettiva forma di un dato oggetto per definirne chiaramente le caratteristiche geometriche, quali assi o cilindri.

Sono disponibili vari metodi di associazione, quali quello del massimo cilindro circoscritto o della regressione ai minimi quadrati (TLS, Total Least Squares). Sulla determinazione delle caratteristiche geometriche ideali metodi diversi danno risultati diversi e, per ottenere ad esempio misurazioni riproducibili è quindi necessario accordarsi sul metodo.

Nelle norme ISO GPS, i metodi di associazione comunemente utilizzati sono standardizzati e, una volta applicate le relative norme, tali metodi di default sono dichiarati nella specifica. Nella specifica stessa vanno inclusi in modo esplicito solo i metodi che si discostano.

L'ISO 14405-1 e successivamente la ISO 14660-2 [9] definiscono come metodo di associazione di default per le grandezze su due punti il metodo TLS (fig. 7). ●

Hans Wiesner, Geometrical Product Specification Expert, SKF Group Technology Development – Standards & Practices, Austria

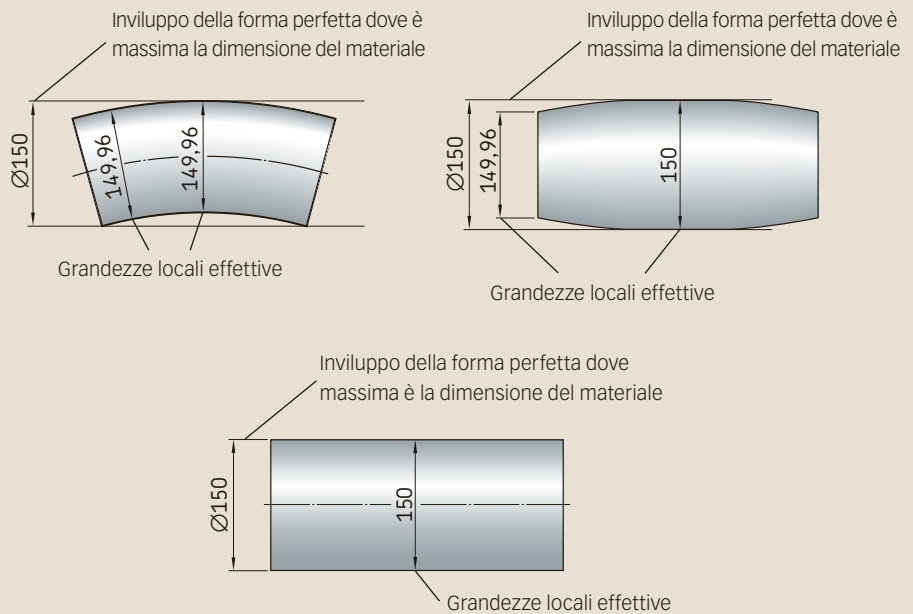


Fig. 5: Requisito dell'involuppo su diversi scostamenti di forma su un diametro esterno.

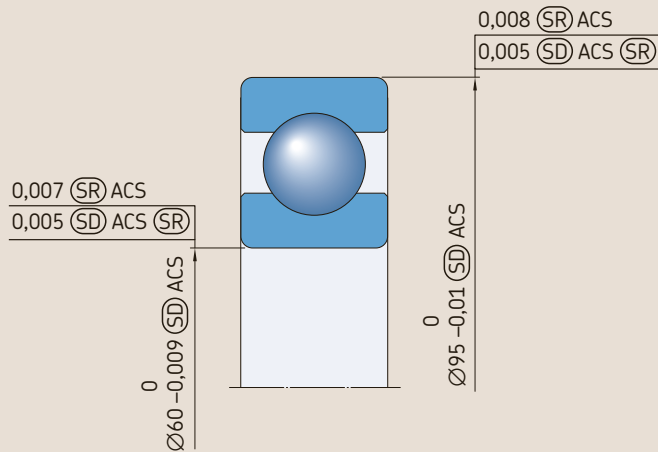


Fig. 6: Indicazioni di tolleranza ISO GPS per i diametri dei cuscinetti volventi.

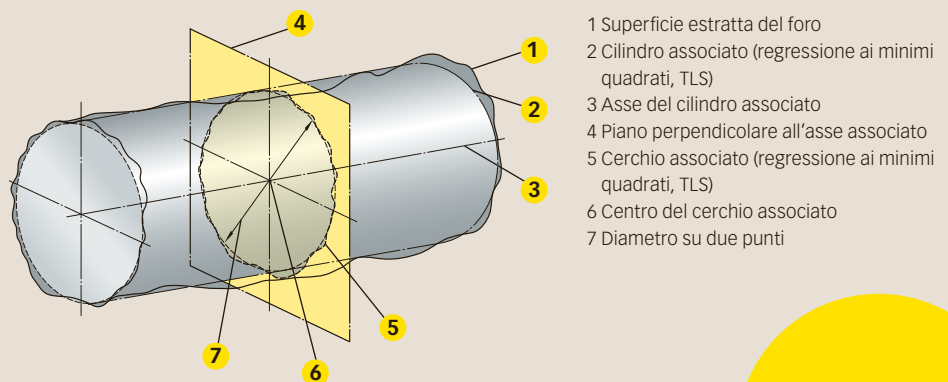


Fig. 7: Associazione per una grandezza su due punti di un cilindro.

La sintesi e la bibliografia sono nella pagina seguente

SINTESI

Le specifiche sulle tolleranze relative ai cuscinetti volventi sono speciali e si possono comprendere solo prendendo in considerazione tutti i particolari della norma ISO 492. Questa è stata la situazione per più di cento anni. Con la pubblicazione della nuova versione di tale norma le tolleranze dimensionali dei cuscinetti e i sistemi ISO relativi ai limiti e agli accoppiamenti si possono basare sulla stessa piattaforma: le norme ISO GPS per i sistemi di tolleranza delle dimensioni.

Questo costituisce un grande vantaggio per chi utilizza le specifiche sui cuscinetti volventi in quanto non è più necessario conoscere tutti i particolari della norma ISO 492. Di conseguenza i disegni possono essere più completi e senza ambiguità.

Bibliografia

- [1] ISO/TR 14638 "Geometrical product specification (GPS) - Masterplan."
- [2] ON-V 41, "Rolling bearings TC4 meets GPS TC 213 - Proceedings of Vienna 2008-09-09 Symposium," 1st edition 2008, Austrian Standards plus Publishing.
- [3] ISO 1101, "Geometrical product specifications (GPS) - Geometrical tolerancing - Tolerances of form, orientation, location and run-out."
- [4] ISO 286-1, "Geometrical product specifications (GPS) - ISO code system for tolerances on linear sizes - Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits."
- [5] ISO 286-2, "Geometrical product specifications (GPS) - ISO code system for tolerances on linear sizes - Part 2: Tables of standard tolerance classes and limit deviations for holes and shafts."
- [6] ISO 492, "Rolling bearings - Radial bearings - Tolerances."
- [7] ISO 8015, "Geometrical product specifications (GPS) - Fundamentals - Concepts, principles and rules"
- [8] ISO 14405-1, "Geometrical product specifications (GPS) - Dimensional tolerancing - Part 1: Linear sizes."
- [9] ISO 14660-2, "Geometrical product specification (GPS) - Geometrical features - Part 2: Extracted median line of a cylinder and a cone, extracted median surface, local size of an extracted feature."