

Guida alle tolleranze di lavorazione: cosa può garantire ogni processo

La tolleranza è una decisione di costo. Stringerla significa aggiungere operazioni, attrezzature e tempo di ispezione. Questa guida mostra cosa garantisce ogni processo come standard, cosa serve per andare più stretto e i valori di rugosità che ne derivano.

Tolleranze ottenibili per processo

Processo	Tolleranza standard	Più stretta realizzabile	Nota sui costi
Tornitura CNC (diametro)	±0.01 mm	±0.005 mm, rettificata ±0.002 mm	Più stretta richiede passate di finitura e misurazioni
Fresatura CNC	±0.02 mm	±0.005 mm sulle passate di finitura	La rigidità dell'attrezzatura è il limite
Rettifica piana	±0.005 mm	±0.002 mm	Planarità e finitura aumentano il costo
EDM a filo	±0.005 mm	±0.003 mm	Lento su sezioni spesse
Piegatura lamiera	±0.1 mm, ±0.5°	±0.05 mm su parti piccole	Dipende dall'attrezzatura e dal ritorno elastico del materiale
Stampaggio con stampo progressivo	±0.05 mm	±0.02 mm	Determinato dalla costruzione dello stampo, non dal tempo ciclo
Molla a compressione (filo)	filo ±0.02 mm, lunghezza libera ±1%	filo ±0.01 mm	Determinato da avvolgimento e distensione
Profilo dissipatore estruso	±0.1 mm, taglio ±0.2 mm	±0.05 mm lavorato	Tolleranza del profilo dalla filiera

Simboli GD&T comuni

Simbolo	Nome	Cosa controlla
	Planarità	Quanto è piana una superficie, senza bisogno di datum
	Parallelismo	Superfici o assi mantenuti paralleli a un datum
	Perpendicolarità	Squadratura rispetto a un datum
	Posizione	Posizione reale di un foro o elemento
	Concentricità	Asse di un elemento rispetto a un asse di datum
	Massimo materiale (MMC)	Tolleranza bonus quando un elemento è alla sua dimensione massima
	Oscillazione totale	Oscillazione combinata su un giro completo

Riferimento rugosità superficiale (Ra)

Processo	Ra tipico (µm)
Tornitura grezza	3.2 - 6.3
Tornitura di finitura	1.6 - 3.2
Tornitura fine / alesatura	0.4 - 1.6
Fresatura CNC	1.6 - 3.2
Rettifica piana	0.2 - 0.8
Lappatura / lucidatura	0.05 - 0.4
Stampaggio (bordo tranciato)	1.6 - 6.3
Alluminio estruso	1.6 - 3.2
Anodizzato (opaco)	0.4 - 1.6

Note per il preventivo

- Una tolleranza più stretta della colonna standard di solito comporta setup aggiuntivo, misurazioni in processo e un report CMM - mettilo in budget.
- Cerca di mantenere tutti gli elementi critici su un unico datum; le tolleranze impilate moltiplicano il costo di ispezione.
- Specifica la rugosità solo dove serve. Richiedere Ra 0.4 ovunque può triplicare il tempo di finitura.

Domande frequenti

Quale tolleranza può garantire BQUQ su parti lavorate CNC?

Il nostro controllo di processo standard è ± 0.005 mm sugli elementi critici, con ± 0.01 mm come routine. Lavoriamo e ispezioniamo secondo il vostro disegno e spedito un report di ispezione con ogni lotto.

Quanto può essere stretta una parte stampata?

Lo stampaggio con stampo progressivo garantisce circa ± 0.05 mm come standard e fino a ± 0.02 mm sugli elementi critici. Il limite è fissato quando lo stampo viene costruito, quindi la tolleranza deve essere concordata prima del taglio dello stampo.

Quale valore Ra è normale per una superficie lavorata?

La tornitura grezza è 3.2 - 6.3 µm, la tornitura di finitura 1.6 - 3.2 µm e le superfici rettificate 0.2 - 0.8 µm. Specifica solo la rugosità necessaria alla funzione.

Fornite report di ispezione dimensionale?

Sì. Ogni lotto di produzione viene spedito con un report di ispezione, e report CMM completi sono disponibili per parti con tolleranze strette o GD&T. Richiedi il livello di report di cui hai bisogno nella RFQ.