

TEMPO DI STABILIZZAZIONE DEL PEZZO

di Renato Ottone

1 SINTESI

Nella grande maggioranza delle applicazioni reali di CMM, il contributo degli effetti termici all'incertezza di misurazione è preponderante.

Per minimizzare questi effetti negativi è molto importante mantenere sotto controllo le condizioni ambientali e stabilizzare la temperatura del pezzo che dobbiamo misurare.

Questo articolo si propone di fornire consigli pratici per stimare il tempo di stabilizzazione del pezzo.

2 LA DEFINIZIONE DEL PROBLEMA

Il responsabile della produzione mi spiega, giustamente, che ha la linea ferma e vuole sapere quando potrà avere il bene; non posso rispondere: "Non lo so", devo essere capace di stimare il tempo di stabilizzazione.

I miei problemi sono:

- Definire il massimo ΔT ammesso tra la temperatura dell'ambiente e quella del pezzo: conoscendo la dilatazione termica del pezzo e conoscendo le tolleranze che dovrò verificare sono in grado di stimarlo.
- Quanto devo aspettare per raggiungerlo: devo rispolverare le mie conoscenze di Termotecnica.

3 LA CONVEZIONE NATURALE

Il mio pezzo è un contenitore di energia termica che definisco come:

$$Q = c m (T_{\text{pezzo}} - T_{\text{ambiente}}) \quad \text{dove:}$$

Q è la quantità di calore in kJ
c è la capacità termica massica in kJ/(kgK)
m è la massa in kg

Il mio contenitore di energia, immerso in un ambiente con temperatura diversa dalla sua, si svuoterà con un flusso termico q che vale:

$$q = \alpha_c A (T_{\text{pezzo}} - T_{\text{ambiente}}) \quad \text{dove:}$$

q è il flusso termico in W ovvero J/s
 α_c è il coeff. di convezione in W/(m²K)
A è l'area esposta in m²

$\alpha_c = 5,62 + 3,9 w$ dove w è la velocità dell'aria in m/s.

Se dispongo di un termometro e di molta buona volontà sono quindi in grado di calcolare il tempo di stabilizzazione

del pezzo, ma non posso permettermi questo lusso e non posso correre il rischio di commettere probabili errori di calcolo.

Rispolverando le mie conoscenze di termotecnica ricordo che la convezione ha andamento esponenziale nel tempo e può essere caratterizzata dalla costante τ che è il tempo necessario per cedere 63.2% della differenza di temperatura. In 2τ avrò raggiunto 86.5% e in 3τ avrò raggiunto il 95%.

Progetto quindi un esperimento che mi permetta di stimare il τ per evitare di ripetere i calcoli ogni volta.

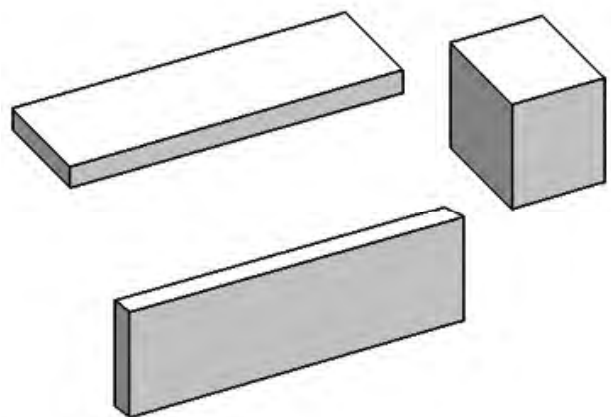
4 L'ALLESTIMENTO SPERIMENTALE

Tutte le informazioni disponibili, compresa la definizione del coefficiente di convezione, presentano una netta predominanza di ma e di se. Le variabili maggiori sono figlie del rapporto tra la massa dell'oggetto e le superfici esposte e figlie dell'orientamento delle superfici rispetto al flusso dell'aria.

Per ridurre le variabili sono preparato i seguenti campioni:

- cubetto di acciaio dolce di 1 dm³
- cubetto di alluminio di 1 dm³
- piastra di alluminio di 1 dm³ con dimensioni di 25 x 100 x 400 mm

Le superfici dei campioni sono ottenute di fresatura.



5 LA PROVA

I campioni sono raffreddati in frigo e poi portati in ambiente a temperatura prossima a 20°C.

Utilizzando sonde PT100 e termometri con risoluzione di 0.01°C misuro la temperatura ambiente, la temperatura superficiale e la temperatura interna del campione.

Registro i rilievi in modo automatico, li converto in un foglio di calcolo e li confronto con i calcoli di simulazione.

6 L'ANALISI DEI RISULTATI

La simulazione ed i risultati delle prove fisiche concordano nel 15% se attribuisco un peso del 65% alle superfici orizzontali.

Combinando i risultati delle prove ed i calcoli di simulazione sono in grado di generare tabelle e grafici per l'alluminio e per l'acciaio dolce.

Sono quindi in grado di stimare il tempo di stabilizzazione in funzione di:

- Massa del pezzo
- Tipo di materiale
- Forma approssimata

7 IN PRATICA

Non devo preoccuparmi troppo delle lavorazioni interne al pezzo: le superfici generate dalle lavorazioni hanno poca incidenza in quanto sono poco esposte al flusso di convezione.

Ricordo che il tempo di stabilizzazione viene ridotto del 30% se appoggio il pezzo su una grande massa di granito e viene ridotto dell'80% se appoggio il pezzo su una grande massa di ferro.

ATTENZIONE: i tempi sono decisamente maggiori di quanto avrei stimato a naso!

Copie delle tabelle e dei grafici per l'acciaio dolce e l'alluminio sono disponibili ai soci presso la Segreteria del CMM Club.

