

NOTA TECNICA :

Carbocementazione

Indice :

- 1. CARBOCEMENTAZIONE**
- 2. SPESSORI DI INDURIMENTO**
- 3. DUREZZE SUPERFICIALI**
- 4. TRATTAMENTI TERMICI CONNESSI**
- 5. MODALITA' DI INDICAZIONE A DISEGNO**

1. CARBOCEMENTAZIONE

Normativa di riferimento UNI 5381 : 1999

La carbocementazione ¹ ed i successivi trattamenti termici sono eseguiti allo scopo di :

1. aumentare la resistenza all'usura
2. aumentare la capacità delle superfici a resistere ad elevate pressioni specifiche
3. aumentare la resistenza a fatica

generalmente induce tensioni residue superficiali di compressione, benefiche in termini di incremento della resistenza a fatica (cfr NT 08-06). **E' il trattamento termochimico che deforma maggiormente i pezzi.**

La carbocementazione consiste nella diffusione di carbonio negli strati superficiali di un componente realizzato in acciaio a basso tenore di carbonio ($C\% < 0.25$), condotta a temperatura superiore ad A_{c3} , seguita da tempra (eventuale trattamento sottozero) e rinvenimento di distensione (cfr NT 11-06). L' obiettivo è di ottenere uno strato superficiale duro (martensitico, ad alto tenore di C) ed un cuore tenace (a basso tenore di C).

Il mezzo – ambiente ² può essere :

- solido (carbocementazione in cassetta, ormai in disuso)
- liquido (carbocementazione in bagno di sali fusi)
- gassoso (carbocementazione gassosa)

Esistono inoltre processi definiti "speciali" di carbocementazione :

- carbocementazione in vuoto
- carbocementazione ionica

2. SPESSORI DI INDURIMENTO

Per la definizione e la classificazione degli spessori di indurimento totale ed efficace cfr NT 01-06.

2.1 Dimensionamento e verifica dello spessore di indurimento efficace

Per il dimensionamento e la verifica dello spessore di indurimento efficace sono disponibili i 2 tool DEEPHARDNESS 1.0 e 2.0.

3. DUREZZE SUPERFICIALI

Per la classificazione delle durezze superficiali in funzione dello spessore di indurimento efficace cfr tool DRAWINGSPECIFICATIONS 1.0 E CASEHARDENING 1.0.

¹ Carbocementazione è considerato sinonimo di cementazione

² Mezzo – ambiente : ambiente nel quale viene posto il prodotto ferroso nel corso di una operazione di trattamento termico

4. TRATTAMENTI TERMICI CONNESSI

4.1 Trattamenti preliminari (pre-carbocementazione)

Servono a garantire adeguata lavorabilità alle macchine utensili ed a contenere le deformazioni dopo tempra. Devono prevedere una austenitizzazione a temperatura maggiore o uguale a quella adottata per la carbocementazione.

Usualmente si eseguono i trattamenti di ricottura isotermica o bonifica di lavorabilità (cfr NT 11-06).

4.2 Trattamenti finali (post-carbocementazione)

Servono a garantire le adeguate caratteristiche meccaniche allo strato carbocementato ed al cuore del componente.

4.2.1 Tempra

In Fig. 4.2.1.1 si propone una immagine tratta da UNI 5381 : 1999 utile per la interpretazione delle diverse modalità di tempra dopo carbocementazione. E' importante osservare che un pezzo carbocementato possiede due diversi tenori di C : alto (es. 0.8 %) nello strato di diffusione e basso (es. 0.2 %) a cuore. In quest'ottica nella stessa figura è rappresentata una porzione del diagramma di stato Fe-C semplificato per definire al meglio le temperature di trattamento.

4.2.1.1 Tempra diretta (cfr Fig. 4.2.1.1)

Può essere eseguita secondo le seguenti modalità :

- tempra effettuata dalla temperatura di carbocementazione (ciclo a1)
- tempra effettuata dopo parziale raffreddamento ad una temperatura o appena al di sopra di A_{c3} del cuore (ciclo a2) o dello strato carbocementato (ciclo a3) o intermedia tra due punti critici (ciclo a4)

ciclo a1 : permette di ottenere la massima durezza a cuore, favorisce la presenza di austenite residua (cfr NT 04-06), aumenta la deformabilità dei pezzi ed il surriscaldamento dello strato carbocementato

ciclo a2 : simile al ciclo a1 con durezza a cuore leggermente inferiore

ciclo a3 : garantisce ottime caratteristiche microstrutturali dello strato carbocementato, ma bassa durezza del nucleo. La deformabilità dei pezzi risulta minima

ciclo a4 : è un compromesso tra i cicli suddetti

4.2.1.2 Tempra indiretta

Viene eseguita dopo aver raffreddato lentamente il pezzo fino a temperatura ambiente, secondo le seguenti modalità :

- tempra effettuata dalla temperatura appena al disopra di A_{c3} del cuore (**ciclo b1**) o dello strato cementato (**ciclo b2**) o intermedio tra i due punti critici (**ciclo b3**)

I cicli di tempra indiretta garantiscono rispetto ai cicli di tempra diretta migliori caratteristiche microstrutturali.

4.2.1.3 Doppia tempra

Consiste in una tempra (detta di rigenerazione) del cuore seguita da una seconda tempra. Può essere eseguita secondo le seguenti modalità :

- Prima tempra diretta (**ciclo c1**) oppure indiretta (**ciclo c2**)

La doppia tempra garantisce le migliori caratteristiche microstrutturali ai pezzi, di contro determina le massime deformazioni.

4.2.1.4 Tempra dopo mantenimento isotermico

Consiste nel raffreddare i pezzi cementati dalla temperatura di carbocementazione fino ad una temperatura minore di A_{c1} ($600 \div 650 \text{ } ^\circ\text{C}$), nel mantenerli per un tempo tale da ottenere la trasformazione dell'austenite e quindi riscaldarli per temprarli da una temperatura intermedia tra i punti A_{c3} del cuore e dello strato carbocementato (**ciclo d**). Tale modalità di tempra presenta i vantaggi dei cicli b_i con minori costi.

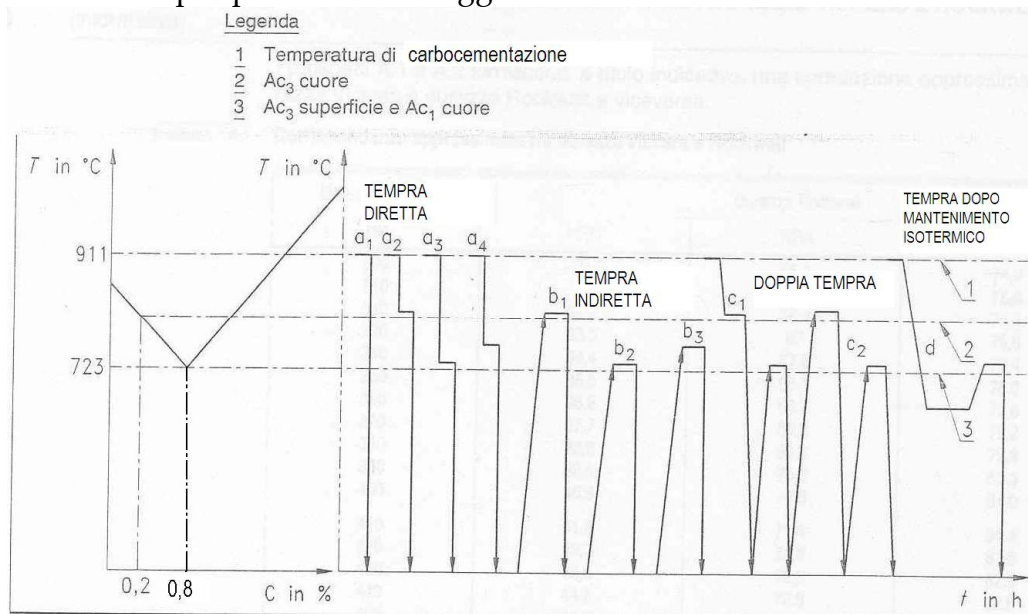


Fig. 4.2.1.1 Tipologie di tempra dopo carbocementazione

4.2.2 Trattamento sottozero

Consiste in un raffreddamento generalmente a $-80 \text{ } ^\circ\text{C}$ con mantenimento di 2 h, viene eseguito subito dopo tempra e prima del rinvenimento di distensione. Serve ad eliminare o a ridurre l'austenite residua (cfr NT 04-6).

4.2.3 Rinvenimento di distensione

Ha lo scopo di ridurre le tensioni interne senza degradare eccessivamente la durezza superficiale. Si compone di un riscaldamento a temperature generalmente comprese tra $140 \text{ } ^\circ\text{C}$ e $200 \text{ } ^\circ\text{C}$ per una permanenza adeguata (2 - 3h a regime) seguito da un raffreddamento in aria.

5. MODALITÀ DI INDICAZIONE A DISEGNO

Per le modalità di indicazione a disegno è disponibile il tool DRAWINGSPECIFICATIONS 1.0 <http://www.graniteng.com/tool.php>.