

## TRATTAMENTI TERMICI SUPERFICIALI

### GENERALITA'

L'acciaio è una lega metallica i cui composti principali sono il ferro (**Fe**) e il carbonio (**C**). Gli **acciai** propriamente detti sono quelle leghe che hanno un tenore di carbonio inferiore al 2,08%. Quelli con concentrazione maggiore, fino al 6.67%, vengono chiamati **GHISE**. Le proprietà meccaniche degli acciai cambiano principalmente al variare del tenore di carbonio. In prima approssimazione possiamo affermare che gli acciai dolci (tenore di carbonio non superiore all'1%) hanno elevata resistenza meccanica sia a trazione che a compressione, facile lavorabilità alle macchine utensili, buona malleabilità, duttilità e un alto indice di resilienza, cioè difficilmente subiscono rotture in seguito a un urto. All'aumentare del tenore di carbonio, diminuiscono la resistenza meccanica e la resilienza ma aumenta notevolmente la durezza. In meccanica spesso sono richiesti pezzi che devono possedere tutte le caratteristiche sopra menzionate. Un esempio palese è l'albero a camme che comanda l'azionamento delle valvole di aspirazione e di scarico o gli ingranaggi del cambio o ancora gli steli delle forcelle (in particolare quelli su moto da fuoristrada, la cui superficie può essere scalfita da pietre e polvere). Questi organi meccanici devono avere una superficie molto dura (anche se fragile) per evitare che si usurino dopo poche ore di funzionamento e contemporaneamente devono avere il cuore (appena sotto la superficie) sufficientemente tenace per assorbire i forti carichi a cui sono sottoposti senza subire rotture da carico statico (o dinamico). Un risultato del genere si ottiene realizzando i pezzi con acciai dolci ed effettuando in seguito un trattamento termico superficiale. Tipici trattamenti sono: la Tempra superficiale, la Cementazione e la Nitrazione.

### TEMPRA SUPERFICIALE

E' un processo interamente "termico", consiste nel riscaldare i pezzi da trattare *rapidamente* in modo da fare superare la temperatura di circa 900°C solo a un sottile strato di metallo immediatamente adiacente alla superficie e nel procedere subito dopo a un brusco raffreddamento.

Il riscaldamento del pezzo si può effettuare in due modi:

- Per **fiammatura**: il riscaldamento è ottenuto investendo i pezzi con una fiamma, generalmente ossiacetilenica.
- Per **induzione**: i pezzi vengono posti all'interno di una bobina percorsa da corrente ad elevata frequenza. Le correnti indotte nel circuito secondario costituito dal pezzo di acciaio ne provocano il riscaldamento per effetto Joule.

In entrambi i casi il raffreddamento può essere ottenuto immergendo o investendo il pezzo con un getto di acqua o olio.

### CEMENTAZIONE

La cementazione consiste di un arricchimento di carbonio della zona superficiale del pezzo, si tratta dunque di un processo termochimico. Alla cementazione si fa seguire sempre un normale trattamento di tempra (riscaldamento dell'intero pezzo ad alta T° e successivo raffreddamento in acqua od olio).

Esistono tre tipi di cementazione: solida, liquida e gassosa.

- **Solida**  
I pezzi da cementare vengono introdotti in cassette di acciaio contenenti carbone di legna, carbonato di bario ( $\text{BaCO}_3$ ) e di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Il tutto viene riscaldato per alcune ore a 900÷920°C. A questa temperatura avvengono le seguenti reazioni:
  - $\text{CaCO}_3 \ll \text{CaO} + \text{CO}_2$
  - $\text{BaCO}_3 \ll \text{BaO} + \text{CO}_2$

La prima reazione è pressoché immediata, la seconda avviene più lentamente e garantisce la presenza di  $\text{CO}_2$  nel tempo. Questa  $\text{CO}_2$  (anidride carbonica) reagisce con il C del legno secondo la seguente reazione nota anche come "equilibrio di Boudouard":  
 $\text{CO}_2 + \text{C} \ll 2\text{CO}$

Nelle condizioni in cui si opera è molto più facile che avvenga la produzione di monossido di carbonio (CO) piuttosto che di anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) e carbonio, cioè la reazione si dice spostata a destra. Al contatto del CO con la superficie del pezzo, l'equilibrio sopra scritto si sposta nuovamente a sinistra e il carbonio formatosi si scioglie e si diffonde in superficie. Il processo viene arrestato quando la concentrazione del carbonio in superficie raggiunge lo 0.8÷1%.

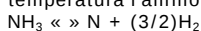
- **Liquida**  
I pezzi da cementare vengono immersi in bagni di sali fusi quali cianuro di sodio, carbonati e cloruri alcalini e di bario. Il cianuro di sodio reagisce con l'ossigeno dell'aria e con l'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) liberando ossido di carbonio che a contatto con il ferro sposta l'equilibrio visto prima verso sinistra rilasciando nel pezzo atomi di carbonio.
- **Gassosa**  
E' quella oggi più largamente diffusa e si presta soprattutto alla produzione di grande serie. Consiste nel riscaldare i pezzi da cementare a 920÷930 °C in una corrente gassosa. Questa è costituita essenzialmente da metano ( $\text{CH}_4$ ) che a contatto con l'anidride carbonica e l'ossigeno, libera molecole di CO. A questo punto il processo è identico ai due casi di sopra. La cementazione gassosa ha il vantaggio di sopprimere il cementante solido (che è ingombrante e fonte di sporcizia) e, soprattutto, della possibilità di procedere ad una tempra diretta al termine dell'operazione, senza bisogno di un ulteriore riscaldamento dei pezzi.

### NITRURAZIONE

La nitrurazione provoca l'indurimento superficiale dei pezzi di acciaio attraverso l'arricchimento in azoto degli strati più esterni.

L'azoto si combina con il ferro e con altri elementi presenti nell'acciaio dando luogo alla formazione di nitruri metallici (sali) molto duri, tra i quali predomina il  $\text{Fe}_3\text{N}$ .

La nitrurazione viene effettuata investendo il pezzo con una corrente di ammoniaci ( $\text{NH}_3$ ) a una temperatura di circa 500÷520°C. A tale temperatura l'ammoniaca si dissocia secondo la seguente reazione:



L'azoto ottenuto si diffonde nell'acciaio reagendo con il ferro e combinandosi in nitruro.

Lo spessore dello strato nitrurato è minore di quello degli strati cementati, mantenendosi in genere su valori di qualche decimo di millimetro. La durezza superficiale però è molto maggiore così come la temperatura sostenibile (600÷700°C contro i 200°C di un pezzo cementato). Esistono altri trattamenti superficiali mirati a modificare le caratteristiche dei pezzi d'acciaio, come quelli effettuati meccanicamente a freddo: pallinatura, incrudimento, lucidatura.

## TRATTAMENTI SUPERFICIALI DI INDURIMENTO

### Anodizzazione

L'**anodizzazione** (detta anche ossidazione anodica) è un processo [elettrochimico irreversibile](#) mediante il quale uno strato protettivo di [ossido di alluminio](#) si forma sulla superficie del particolare trattato e lo protegge dalla [corrosione](#). Nel materiale avviene una vera e propria trasformazione superficiale: il metallo nudo reagisce con l'ossigeno che si sviluppa all'anodo durante il processo di elettrodeposizione e forma ossido di alluminio o allumina. Lo strato di materiale formato è variabile (normalmente 10 µm), esistono due tipi di ossidazione anodica: quella sottile che comporta uno strato variabile dagli 8 ai 20 micron e quella dura che comporta uno strato dai 20 ai 50 micron.

### Fasi del trattamento

Il trattamento è costituito dai seguenti passaggi: sgrassaggio , eventuale satinatura chimica, depatinatura, ossidazione anodica, neutralizzazione, eventuale colore, fissaggio e asciugatura.

### Scopi del trattamento

Lo scopo del trattamento è quello di:

- Migliorare la resistenza a corrosione del materiale;
- Aumentare la [durezza](#) superficiale;
- Aumentare la resistenza all'usura e all'[abrasione](#);
- Diminuire il limite di [fatica](#);
- Fornire un moderato [isolamento termico](#).

La natura porosa dei film di ossidi permette anche la produzione di ricoprimenti colorati tramite la deposizione di pigmenti organici e metallici.

Fonti:

<http://www.ducati.com/it/>

<http://it.wikipedia.org/wiki/Anodizzazione>