

# ATLANTE MICROGRAFICO DEGLI ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE E DA UTENSILI

di P.I. Gabriele Ceselin e Dr. Cesare Cibaldi

## VOLUME 1°

### ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE

Micrografie degli acciai e ghise in condizioni  
d'equilibrio

Micrografie degli acciai in condizioni di non  
equilibrio

Schede tecniche e micrografie di acciai normati





# PASELLO

TRATTAMENTI TERMICI S.R.L.

## Ampia gamma di servizi

La comodità di trattamenti standard e personalizzati presso lo stesso fornitore certificato

**Standard and personalized services at the same supplier**

## Proprietà dei processi

Siamo proprietari di tutti i processi, forniamo competenza, disponibilità, efficienza nei trattamenti personalizzati

**We own all of our heat treatment processes**

## Linee automatiche

Tutti i trattamenti termici sono gestiti con linee automatiche.

**All of our heat treatment are managed with automatic lines**

## SGQ certificato UNI EN ISO 9001

Fornitori del settore Automotive secondo le specifiche AIAG CQI 9



## QMS UNI EN ISO 9001

Certified Supplier of Automotive Industries according to AIAG CQI 9



## PASELLO TRATTAMENTI TERMICI Srl

Via Torretta 39/a  
40012 Calderara di Reno (Bologna)

ITALIA

T. +39 051 72 87 78

F. +39 051 72 88 51

E. [info@pasello.com](mailto:info@pasello.com)

[www.pasello.com](http://www.pasello.com)

**CEMENTAZIONE IN BASSA PRESSIONE**  
(vuoto) + Tempra in Azoto fino a 20 Bar

**NITRURAZIONE IN BASSA PRESSIONE**  
(vuoto) + raffreddamento extra-rapido in Azoto

**LOW PRESSURE CARBURIZING**  
(vacuum) + Nitrogen Hardening up to 20 Bar

**LOW PRESSURE NITRIDING**  
(vacuum) + Nitrogen Fast Cooling

**Tutti i nostri trattamenti possono essere eseguiti in atmosfera o in vuoto**

**All of our treatments can be processed in atmosphere or vacuum**

### Cementazione

atmosfera o bassa pressione (vuoto) + Tempra in Azoto fino a 20 Bar

### Carbonittrurazione

atmosfera o bassa pressione (vuoto) + raffreddamento extra-rapido in Azoto

### Tempra + Rinvenimento

con spegnimento in azoto o in olio

### Bonifica

a norma UNI, di lavorabilità, di assestamento, ecc.

### Tempra acciai speciali

acciai da stampi, maraging, per uso medico, aeronautico, titanio, ecc.

### Nitrurazione gassosa

con controllo/regolazione del processo con sonde H<sub>2</sub> / Kn

### Nitrurazione ionica

acciai speciali, inox, sinterizzati, ecc.

### Nitrocarburazione ferritica

simile tenifer, nitemper, nitrurazione morbida, ecc.

### Nitrocarburazione ferritica ossidata

simile nimox, tenifer qpq, oxynit, ecc.

### Ricottura

di lavorabilità, di smagnetizzazione, ecc.

### Stabilizzazione e Distensione

### Solubilizzazione e Invecchiamento

### Saldobrasatura

acciaio, alluminio, leghe speciali

### Sinterizzazione

### Tempra a induzione

### Trattamento criogenico

sottozero

### Granigliatura e Pallinatura

### Microsabbiatura e Shotpeening

### Tribofinitura

### Analisi di laboratorio

esami micro e macro, cuciture, relazioni tecniche, ecc.

### Rivestimenti PVD, CVD, PACVD

Tin, TiAlN, TCN, WC/C, DLC, CrN, ecc.

### Carburizing

atmosphere or low pressure (vacuum) + Nitrogen Hardening up to 20 Bar

### Carbonitriding

atmosphere or low pressure (vacuum) + Nitrogen Fast Cooling

### Austenitizing+Quenching

N<sub>2</sub> or Oil

### Hardening+Tempering

### Hardening+Tempering of special steel

mould steel, maraging steel, medical steel, aeronautic steel, titanium, etc.

### Gas Nitriding

process controlled and regulated by H<sub>2</sub> / Kn probe

### Plasma Nitriding

special alloys, inox steel, sintered steel, etc.

### Ferritic Nitrocarburizing

like tenifer, nitemper, etc.

### Ferritic Nitrocarburizing + Oxidation

like nimox, tenifer qpq, oxynit, etc.

### Annealing

workability, degaussing, etc.

### Stabilizing and Stress Relieving

### Solution Annealing and Ageing

### Brazing atmosphere or low pressure

steel, aluminium, special alloys

### Sintering

vacuum

### Induction Hardening

### Cryogenic Treatment

subzero

### Shot Blasting

### Micro Blasting and Shotpeening

### Tribofinishing

### Test Reports

micro and macrographic pics, hardness profiles, etc.

### PVD, CVD, PACVD Coatings

Tin, TiAlN, TCN, WC/C, DLC, CrN, etc.



# ATLANTE MICROGRAFICO DEGLI ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE E DA UTENSILI

## Volume 1°

### ACCIAI SPACIALI DA COSTRUZIONE

**Micrografie degli acciai e ghise in condizioni d'equilibrio (diagramma di stato Fe-C)**

**Micrografie degli acciai in condizioni di non equilibrio (diagrammi TTT e CCT)**

**Schede tecniche e micrografie di acciai normati**

Presentazione dell'editore, AQM srl

Prefazione degli autori

Presentazione della società AQM srl

#### **Capitolo primo**

#### **Trasformazioni in condizioni d'equilibrio.**

#### **Diagrammi di stato e diagramma Fe-C**

Introduzione

Regola delle fasi

Analisi termica

Varianza nei sistemi metallurgici

Diagramma di stato di due componenti completamente solubili allo stato liquido e completamente insolubili allo stato solido

Campi d'esistenza delle fasi

Composizione delle fasi

Quantità delle singole fasi

Microstruttura

Forma delle curve d'analisi termica

Triangolo di Tammann

Diagramma di stato di due componenti completamente solubili allo stato liquido e parzialmente solubili allo stato solido

Diagramma di stato di due componenti completamente solubili allo stato liquido e allo stato solido

Diagramma di stato con peritetto

Esempi di diagrammi di stato reali

Diagrammi di stato ternari

Diagramma ferro-carbonio (cementite)

Caratteristiche del ferro

Solidificazione delle leghe Fe-C

Trasformazioni allo stato solido delle leghe Fe-C

Punti critici delle leghe Fe-C allo stato solido

Bibliografia

#### **Capitolo secondo**

#### **Micrografie delle leghe ferro-carbonio in condizioni d'equilibrio**

#### **PREMESSA**

#### **MICROSTRUTTURE DI ACCIAI AL CARBONIO**

Ferro affinato ricotto

Ferro ARMCO ricotto

Acciaio extradolce ricotto

Acciaio C10 ricotto

Acciaio C25 ricotto

Acciaio C30 ricotto

Acciaio C40 naturale laminazione

Acciaio C45 ricotto

Acciaio C60 ricotto

Acciaio C70 naturale laminazione

Acciaio C80 normalizzato

Acciaio C85 ricotto

Acciaio C100 ricotto globulare

Acciaio C110 ricotto

Acciaio C130 ricotto

Acciaio C130 normalizzato

Acciaio C150 ricotto

#### **MICROSTRUTTURE DELLE GHISE BIANCHE**

Ghisa bianca ipoeutettica, legata al cromo Ceq 3,16

Ghisa bianca ipoeutettica, legata al cromo Ceq 3,68

Ghisa bianca ipoeutettica, legata al cromo Ceq 3,87

Ghisa bianca eutettica, legata al cromo Ceq 4,32

Ghisa bianca eutettica, parzialmente grafitica Ceq 4,46

Ghisa bianca ipereutettica legata al cromo Ceq 4,47

Ghisa bianca ipereutettica fosforosa legata al cromo Ceq 4,59

#### **MICROSTRUTTURE DELLE GHISE GRIGIE**

Ghisa grigia fortemente ipoeutettica. Ceq 2,81

Ghisa grigia basso ipoeutettica. Ceq 3,75

Ghisa grigia ipoeutettica. Ceq 4,05

Ghisa grigia eutettica. Ceq 4,37

Ghisa grigia medio ipereutettica. Ceq 4,61

Ghisa grigia ipereutettica. Ceq 4,73

Ghisa grigia ipereutettica ferritizzata. Ceq 4,74

#### **MICROSTRUTTURE DI ACCIAI AUSTENITICI**

Acciaio inossidabile austenitico AISI 304

(X6CrNi18.10)

Acciaio di Hadfield austenitico al 12 % Mn.

## ***Capitolo terzo***

### **Trasformazioni in condizioni di non equilibrio. Solidificazione e cinetica di trasformazione dell'austenite**

Introduzione

La solidificazione

  Sottoraffreddamento, nucleazione e accrescimento

  Microsegregazione e struttura a bande

  Macrosegregazione

Cinetica di trasformazione dell'austenite

  Influenza della velocità di raffreddamento

  Microstrutture ottenibili in funzione della velocità di raffreddamento dell'austenite

    Diagrammi di Bain o curve TTT

    Diagrammi al raffreddamento continuo o curve CCT

Bibliografia