

ATLANTE MICROGRAFICO DEGLI ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE E DA UTENSILI

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

VOLUME 2°

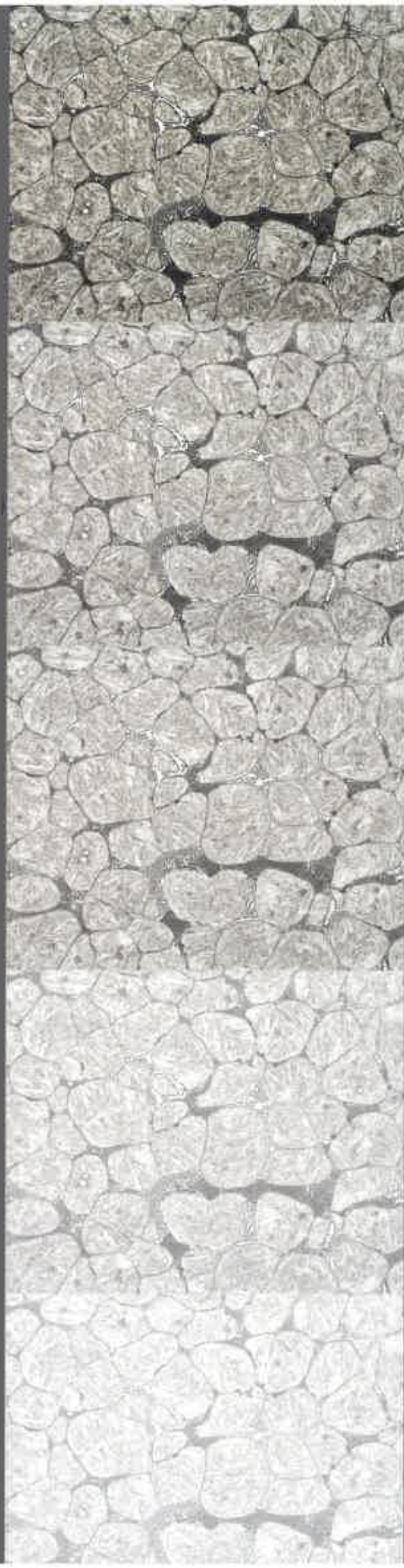
ACCIAI DA UTENSILI

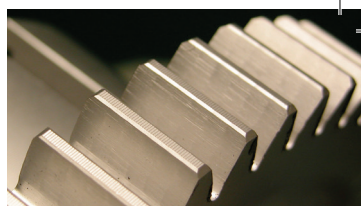
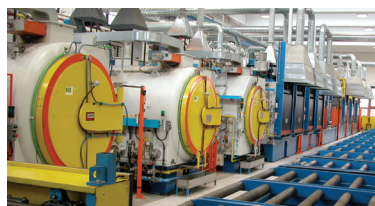
Micrografie degli acciai da utensili

**Schede tecniche e micrografie
degli acciai da utensili**



CENTRO SERVIZI TECNICI ALLE IMPRESE





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
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

Cementazione

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

Carbonitrurazione

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
medicale, aeronautico, titanio, ecc.

Nitrurazione gassosa

con controllo/regolazione del processo con
sonde H_2 / Kn

Nitrurazione ionica

acciai speciali, inox, sinterizzati, ecc.

Nitrocarburação ferritica

simile tenifer, nitemper, nitrurazione
morbida, ecc.

Nitrocarburação 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.

All of our treatments can be processed
in atmosphere or vacuum

Carburizing

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

Carbonitriding

atmosphere or low pressure (vacuum)
+ Nitrogen Fast Cooling

Austenitizing+Quenching

N_2 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_2 / 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

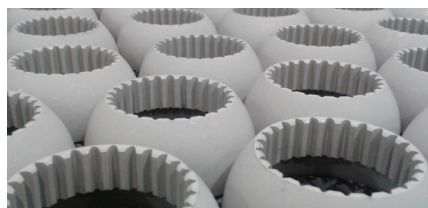
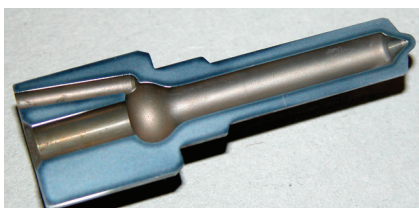
Tribofinishing

Test Reports

micro and macrographic pics,
hardness profiles, etc.

PVD, CVD, PACVD Coatings

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



INDICE GENERALE

Presentazione dell'editore AQM srl (2, IV)
Prefazione degli autori (2, V)
Curriculum vitae Gabriele Ceselin e Cesare Cibaldi (2, VI)
Curriculum vitae Paolo Gavazzi (2, VII)
Presentazione della società AQM srl (2, VIII)
Presentazione del libro (2, IX)
Indice generale (2, X)

Capitolo primo

INTRODUZIONE AGLI ACCIAI DA UTENSILI (2, 3)

Definizioni (2, 3)
Generalità (2, 3)
Proprietà degli acciai da utensili (2, 6)
Proprietà importanti degli utensili (2, 6)
Durezza a bassa ed alta temperatura (2, 6)
Temprabilità (2, 10)
Resistenza al rinvenimento (2, 11)
Resistenza alla compressione (2, 13)
Resistenza a fatica (2, 14)
Tenacità alla temperatura d'esercizio (2, 15)
Resistenza all'usura (2, 19)
Conducibilità elettrica e termica (2, 21)
Resistenza alla fatica termica (2, 23)
Resistenza alla corrosione (2, 24)
Proprietà degli acciai importanti per la fabbricazione degli utensili (2, 26)
Indeformabilità al trattamento termico (2, 26)
Formabilità a caldo (2, 28)
Formabilità a freddo e attitudine alla coniazione (2, 29)
Lavorabilità (2, 30)
Rettificabilità (2, 30)
Lucidabilità (2, 31)
Saldatura e saldabilità degli acciai da utensili (2, 32)
Processo MMA o SMAW (2, 32)
Processo TIG (2, 33)
Postazione e attrezzature per la saldatura (2, 33)
Essiccazione degli elettrodi rivestiti (2, 33)
Banco da lavoro (2, 33)
Attrezzature di preriscaldamento (2, 33)
Molatura e rettifica (2, 34)
Caratteristiche del metallo d'apporto (2, 34)
Durezza (2, 34)
Resistenza al rinvenimento (2, 34)
Tenacità (2, 34)
Resistenza all'usura (2, 35)
Resistenza alla fatica termica (pirocrickatura) (2, 35)
Lucidabilità (2, 35)
Fotoincisione (2, 35)
Danneggiamento da idrogeno (2, 35)
Influenza della microstruttura e della durezza (2, 36)
Influenza dell'intensità delle sollecitazioni (2, 36)
Precauzioni per evitare le cricche da idrogeno (2, 36)
Preriscaldamento in saldatura (2, 36)
Procedure di saldatura (2, 37)
Preparazione della zona da saldare (2, 37)
Esecuzione della saldatura (2, 38)
Trattamento termico dopo saldatura (2, 38)
Rinvenimento (2, 38)
Ricottura completa (2, 39)
Ricottura di distensione (2, 39)

Consigli per la saldatura di acciai da utensili (2, 39)
Trattamenti termici degli acciai da utensili (2, 41)
Generalità (2, 41)
Trattamenti termici convenzionali (2, 52)
Normalizzazione (2, 52)
Applicabilità (2, 52)
Pratica operativa (2, 52)
Ricotture (2, 52)
Ricottura completa (2, 52)
Ricottura isoterma (2, 53)
Ricottura di globulizzazione (2, 53)
Ricottura di distensione (stress relieving) (2, 53)
Pratica operativa (2, 53)
Tempra e rinvenimento (2, 54)
Preriscaldamento (2, 54)
Austenitizzazione (2, 54)
Austenitizzazione a temperatura inferiore alla prescritta (2, 55)
Austenitizzazione troppo breve (2, 56)
Surriscaldamento (2, 56)
Pratica operativa d'austenitizzazione (2, 56)
Tempra o spegnimento (2, 57)
Rinvenimento (2, 59)
Rinvenimento a temperatura superiore alla prescritta (2, 61)
Rinvenimento a temperatura inferiore alla prescritta (2, 61)
Pratica operativa (2, 61)
Impianti e attrezzature (2, 61)
Trattamento sotto zero (2, 62)
Trattamenti superficiali (2, 62)
Trattamenti termochimici (2, 62)
Carbocementazione (2, 62)
Nitrurazione (2, 62)
Nitrurazione gassosa (2, 62)
Nitrurazione in bagno di sali (2, 63)
Nitrurazione in vuoto (2, 63)
Nitrurazione al plasma o ionitizzazione (2, 63)
Solforazione a bassa temperatura (2, 63)
Tempra localizzata e riporti laser (2, 63)
Finiture superficiali (2, 63)
Ossidazione con vapore (2, 63)
Cromatura dura (2, 64)
Nichelatura chimica (2, 64)
Fosfatazione (2, 64)
Rivestimenti di nitruri e carbonitruri di titanio (2, 64)
Acciai da utensili secondo la norma UNI EN ISO 4957 (2, 64)
Definizioni (2, 64)
Ordine e designazione (2, 65)
Processo di produzione (2, 65)
Composizione chimica (2, 65)
Qualità della superficie (2, 67)
Forma, dimensioni e tolleranze (2, 67)
Prescrizioni, controllo e prove dei prodotti (2, 67)
Requisiti aggiuntivi (2, 67)
Analisi sul prodotto (2, 67)
Durezza minima nella prova di temprabilità (2, 67)
Struttura (2, 68)
Qualità superficiale (2, 68)
Controllo dimensionale particolare (2, 68)
Tolleranza sulla massa (2, 68)
Marcatura (2, 68)
Controlli e prove specifici (2, 68)
Numero dei saggi (2, 68)

Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette (2, 68)
Metodi di prova (2, 68)
Riprove (2, 68)
Marcatura (2, 68)
Bibliografia (2, 69)

Capitolo secondo

ACCIAI DA UTENSILI NON LEGATI (2, 71)

Bibliografia (2, 71)

Microstrutture dell'acciaio da utensili non legato per lavorazioni a freddo C120U (1.1555) UNI EN ISO 4957 (2, 72)
Stato: temprato e disteso di fornitura (2, 72)
Stato: ricottura isoterica (2, 73)
Stato: ricottura completa da alta temperatura (sopra A_{cm}) (2, 74)
Stato: piena tempra (2, 75)
Stato: normalizzazione (2, 76)
Stato: tempra e distensione (2, 77)
Stato: sottotempra (2, 78)
Stato: sottotempra e distensione (2, 80)
Stato: tempra con surriscaldamento (2, 81)
Stato: tempra con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 82)
Stato: tempra con surriscaldamento e distensione (2, 83)

Dati tecnici dell'acciaio C120U (1.1555) (2, 84)

Capitolo terzo

ACCIAI DA UTENSILI LEGATI PER LAVORAZIONI A FREDDO (2, 85)

Bibliografia (2, 85)

Microstrutture dell'acciaio X210Cr12 (1.2080) UNI EN ISO 4957, barra Ø 22 mm (2, 86)
Stato: ricottura di fornitura (2, 86)
Stato: ricottura isoterica (2, 86)
Stato: tempra in olio (2, 87)
Stato: tempra in aria (2, 88)
Stato: tempra in olio e distensione (2, 89)
Stato: tempra in aria e distensione (2, 90)
Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 91)
Stato: sottotempra in olio (2, 92)
Stato: sottotempra in olio e distensione (2, 93)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 94)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 95)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento e distensione (2, 96)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento e rinvenimento (2, 97)

Microstrutture dell'acciaio X210Cr12 (1.2080) UNI EN ISO 4957, barra Ø 150 mm (2, 99)
Stato: ricottura di fornitura (2, 99)
Stato: ricottura isoterica (2, 100)
Stato: tempra in olio (2, 100)
Stato: tempra in aria (2, 101)
Stato: tempra in olio e distensione (2, 102)
Stato: tempra in aria e distensione (2, 103)
Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 104)
Stato: sottotempra in olio (2, 105)
Stato: sottotempra in olio e distensione (2, 106)
Stato: sottotempra in olio e rinvenimento (2, 107)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 108)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 109)

Stato: tempra in olio con surriscaldamento e distensione (2, 110)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento e rinvenimento (2, 111)

Microstrutture dell'acciaio X153CrMoV12 (1.2379) UNI EN ISO 4957, barra Ø 16 mm (2, 113)
Stato: ricottura di fornitura (2, 113)
Stato: ricottura isoterica (2, 113)
Stato: tempra in olio (2, 114)
Stato: tempra in aria (2, 115)
Stato: tempra in olio e distensione (2, 116)
Stato: tempra in aria 1030 °C e distensione (2, 117)
Stato: tempra in aria 1070 °C e distensione (2, 118)
Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 119)
Stato: sottotempra in olio (2, 120)
Stato: sotto tempra in olio e rinvenimento (2, 121)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 122)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 123)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento e distensione (2, 124)
Stato: tempra in olio, rinvenimento e nitrurazione (2, 125)

Microstrutture dell'acciaio X153CrMoV12 (1.2379) UNI EN ISO 4957, barra Ø 150 mm (2, 127)
Stato: ricottura di fornitura (2, 127)
Stato: ricottura isoterica (2, 127)
Stato: tempra in olio (2, 128)
Stato: tempra in aria (2, 129)
Stato: tempra in olio e distensione (2, 130)
Stato: tempra in aria 1070 °C e distensione (2, 131)
Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 132)
Stato: sottotempra in olio (2, 133)
Stato: sottotempra in olio e rinvenimento (2, 134)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 135)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 135)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento e distensione (2, 136)
Stato: tempra in olio, rinvenimento e nitrurazione (2, 137)

Microstrutture dell'acciaio X40Cr14 (1.2083) UNI EN ISO 4957, piatto laminato spessore 30 mm (2, 139)
Stato: ricottura di fornitura (2, 139)
Stato: ricottura subcritica (2, 139)
Stato: tempra in olio (2, 140)
Stato: tempra in aria (2, 141)
Stato: tempra in olio e distensione (2, 142)
Stato: tempra in aria e distensione (2, 143)
Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 144)
Stato: sottotempra in olio (2, 145)
Stato: sottotempra in olio e rinvenimento (2, 146)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 147)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 147)
Stato: tempra in olio con surriscaldamento e distensione (2, 148)

Microstrutture dell'acciaio X40Cr14 (1.2083) UNI EN ISO 4957, barra laminata Ø 150 mm (2, 149)
Stato: ricottura di fornitura (2, 149)
Stato: ricottura subcritica (2, 149)
Stato: ricottura isoterica (2, 150)
Stato: tempra in olio (2, 151)
Stato: tempra in aria (2, 152)
Stato: tempra in olio e distensione (2, 153)
Stato: tempra in aria e distensione (2, 153)
Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 154)
Stato: sottotempra in olio (2, 155)

Stato: sottotempra in olio e rinvenimento (2, 156)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 157)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 158)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento e distensione (2, 159)

Microstrutture dell'acciaio 90MnCrV8 (1.2842) UNI EN ISO 4957, barra laminata Ø 25 mm (2, 160)
 Stato: ricottura di forniture (2, 160)
 Stato: ricottura isoterica (2, 161)
 Stato: tempra in olio (2, 161)
 Stato: tempra in olio e distensione (2, 162)
 Stato: sottotempra in olio (2, 163)
 Stato: sottotempra in olio e distensione (2, 163)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 164)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 165)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento e distensione (2, 166)

Microstrutture dell'acciaio 40CrMnNiMo8-6-4 (1.2738) UNI EN ISO 4957 (2, 167)
 Stato: di forniture (bonifica) (2, 167)
 Stato: ricottura completa (2, 167)
 Stato: tempra in acquaquench (2, 168)
 Stato: tempra in olio (2, 169)
 Stato: tempra in aria (2, 170)
 Stato: tempra in acquaquench e distensione (2, 171)
 Stato: tempra in olio e distensione (2, 171)
 Stato: tempra in aria e distensione (2, 172)
 Stato: tempra in olio e rinvenimento (bonifica) (2, 173)
 Stato: sottotempra in olio (2, 173)
 Stato: sottotempra in olio e rinvenimento (bonifica) (2, 174)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 175)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento e rinvenimento (2, 176)
 Stato: tempra in olio, rinvenimento (bonifica) e nitrurazione (2, 176)

Microstrutture dell'acciaio 45NiCrMo16 (1.2767) UNI EN ISO 4957 (2, 178)
 Stato: come fornito (2, 178)
 Stato: ricottura isoterica (2, 179)
 Stato: tempra in aria (2, 179)
 Stato: tempra in aria e distensione (2, 180)
 Stato: tempra in aria e rinvenimento (bonifica) (2, 181)
 Stato: sottotempra in aria (2, 181)
 Stato: sottotempra in aria e distensione (2, 182)
 Stato: tempra in aria con surriscaldamento (2, 183)
 Stato: tempra in aria con surriscaldamento e raffreddamento a -196 °C (2, 183)
 Stato: tempra in aria con surriscaldamento e distensione (2, 184)

Microstrutture dell'acciaio 60WCrV8 (1.2550) UNI EN ISO 4957 (2, 185)
 Stato: ricottura globulare di forniture (2, 185)
 Stato: ricottura isoterica (2, 185)
 Stato: tempra in olio (2, 186)
 Stato: tempra in olio e distensione (2, 187)
 Stato: sottotempra in olio (2, 187)
 Stato: sottotempra in olio e distensione (2, 188)
 Stato: tempra con surriscaldamento in olio (2, 189)
 Stato: tempra con surriscaldamento in olio e raffreddamento a -196 °C (2, 189)
 Stato: tempra con surriscaldamento in aria e distensione (2, 190)

Dati tecnici dell'acciaio X210Cr12 (1.2080) (2, 191)

Dati tecnici dell'acciaio X153CrMoV12 (1.2379) (2, 194)
 Dati tecnici dell'acciaio X40Cr14 (1.2083) (2, 197)
 Dati tecnici dell'acciaio 90MnCrV8 (1.2842) (2, 199)
 Dati tecnici dell'acciaio 40CrMnNiMo8-6-4 (1.2738) (2, 201)
 Dati tecnici dell'acciaio 45NiCrMo16 (1.2767) (2, 203)
 Dati tecnici dell'acciaio 60WCrV8 (1.2550) (2, 205)

Tavole tipo della distribuzione dei carburi negli acciai ledeburitici al 12 % Cr (2, 207)

Capitolo quarto

ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO (2, 209)

Bibliografia (2, 209)

Microstrutture dell'acciaio X37CrMoV5-1 (1.2343 o AISI H11) UNI EN ISO 4957 (2, 210)
 Stato: ricottura di forniture (2, 210)
 Stato: tempra in olio (2, 210)
 Stato: tempra in aria (2, 211)
 Stato: tempra in olio e distensione (2, 212)
 Stato: tempra in aria e distensione (2, 212)
 Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 213)
 Stato: tempra in aria e rinvenimento (2, 214)
 Stato: sottotempra in aria (2, 214)
 Stato: sottotempra in aria e rinvenimento (2, 215)
 Stato: tempra in aria con surriscaldamento (2, 216)
 Stato: tempra in aria con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 216)
 Stato: tempra in aria con surriscaldamento e rinvenimento (2, 217)
 Stato: tempra in aria, rinvenimento e nitrurazione (2, 218)

Microstrutture dell'acciaio X40CrMoV5-1 (1.2344 o AISI H13) UNI EN ISO 4957 (2, 219)
 Stato: ricottura di forniture (2, 219)
 Stato: tempra in olio (2, 219)
 Stato: tempra in aria (2, 220)
 Stato: tempra in olio e distensione (2, 221)
 Stato: tempra in aria e distensione (2, 222)
 Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 222)
 Stato: tempra in aria e rinvenimento (2, 223)
 Stato: sottotempra in aria (2, 224)
 Stato: sottotempra in aria e rinvenimento (2, 224)
 Stato: tempra in aria con surriscaldamento (2, 225)
 Stato: tempra in aria con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 226)
 Stato: tempra in aria con surriscaldamento e rinvenimento (2, 226)
 Stato: tempra in aria, rinvenimento e nitrurazione (2, 227)

Microstrutture dell'acciaio X38CrMoV5-3 (1.2367) UNI EN ISO 4957 (2, 228)
 Stato: ricottura di forniture (2, 228)
 Stato: tempra in olio (2, 228)
 Stato: tempra in aria (2, 229)
 Stato: tempra in olio e distensione (2, 230)
 Stato: tempra in aria e distensione (2, 230)
 Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 231)
 Stato: tempra in aria e rinvenimento (2, 232)
 Stato: sottotempra in aria (2, 232)
 Stato: sottotempra in aria e rinvenimento (2, 233)
 Stato: tempra in aria con surriscaldamento (2, 234)
 Stato: tempra in aria con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 234)
 Stato: tempra in aria con surriscaldamento e rinvenimento (2, 235)

Stato: tempra in aria, rinvenimento e nitrurazione (2, 236)

Microstrutture dell'acciaio 55NiCrMoV7 (1.2714) UNI EN ISO 4957 (2, 237)

Stato: ricottura di lavorabilità di fornitura (2, 237)

Stato: ricottura completa (fallita) (2, 237)

Stato: tempra in olio (2, 238)

Stato: tempra in aria (2, 239)

Stato: tempra in olio e distensione (2, 240)

Stato: tempra in aria e distensione (2, 240)

Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 241)

Stato: sottotempra in olio (2, 242)

Stato: sottotempra in olio e rinvenimento (2, 242)

Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 243)

Stato: tempra in olio con surriscaldamento e distensione (2, 244)

Stato: tempra in olio con surriscaldamento e rinvenimento (2, 244)

Microstrutture dell'acciaio 32CrMoV12-28 (1.2365) UNI EN ISO 4957 (2, 246)

Stato: ricottura di fornitura (2, 246)

Stato: tempra in olio (2, 246)

Stato: tempra in aria (2, 247)

Stato: tempra in olio e distensione (2, 248)

Stato: tempra in aria e distensione (2, 248)

Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 249)

Stato: tempra in aria e rinvenimento (2, 250)

Stato: sottotempra in aria (2, 250)

Stato: sottotempra in aria e rinvenimento (2, 251)

Stato: tempra in aria con surriscaldamento (2, 252)

Stato: tempra in aria con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 253)

Stato: tempra in aria con surriscaldamento e distensione (2, 254)

Stato: tempra in aria con surriscaldamento e rinvenimento (2, 254)

Stato: tempra in aria, rinvenimento e nitrurazione (2, 255)

Microstrutture dell'acciaio 48CrMoNiV8-4 (1.2329) UNI EN ISO 4957 (2, 256)

Stato: ricottura di fornitura (2, 256)

Stato: tempra in olio (2, 256)

Stato: tempra in olio e distensione (2, 257)

Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 258)

Stato: sottotempra in olio (2, 258)

Stato: sottotempra in olio e rinvenimento (2, 259)

Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 260)

Stato: tempra in olio con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 260)

Stato: tempra in olio con surriscaldamento e rinvenimento (2, 261)

Dati tecnici dell'acciaio X37CrMoV5-1 (1.2343) (2, 262)

Dati tecnici dell'acciaio X40CrMoV5-1 (1.2344) (2, 266)

Dati tecnici dell'acciaio X38CrMoV5-3 (1.2367) (2, 269)

Dati tecnici dell'acciaio 55NiCrMo7 (1.2714) (2, 272)

Dati tecnici dell'acciaio 32CrMoV12-28 (1.2365) (2, 274)

Dati tecnici dell'acciaio 48CrMoNiV8 (1.2329) (2, 277)

Tavola tipo (VDEh) per la valutazione della microsegregazione degli acciai da utensili per lavorazioni a caldo (2, 279)

Tavola tipo (BöhlerVDEh) per la valutazione della microstruttura di ricottura degli acciai da utensili per lavorazioni a caldo al 5 % di Cr (2, 280 - 281)

Capitolo quinto

ACCIAI RAPIDI (2, 283)

Bibliografia (2, 283)

Microstrutture dell'acciaio HS6-5-2-0 (1.3339) UNI EN ISO 4957 (2, 284)

Stato: di fornitura (2, 284)

Stato: tempra in sale (2, 285)

Stato: tempra in sale e 3 rinvenimenti (2, 286)

Stato: tempra in vuoto e 3 rinvenimenti (2, 287)

Stato: sottotempra in vuoto (2, 288)

Stato: sottotempra in vuoto e 3 rinvenimenti (2, 289)

Stato: tempra in sale con surriscaldamento (2, 290)

Stato: tempra in sale con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 291)

Stato: tempra in sale con surriscaldamento e 3 rinvenimenti (2, 292)

Microstrutture dell'acciaio HS2-9-1-8 (1.3247) UNI EN ISO 4957 (2, 293)

Stato: ricottura di fornitura (2, 293)

Stato: tempra in sale (2, 294)

Stato: tempra in sale e 3 rinvenimenti (2, 295)

Stato: tempra in vuoto e 3 rinvenimenti (2, 296)

Stato: sottotempra in vuoto (2, 297)

Stato: sottotempra in vuoto e 3 rinvenimenti (2, 298)

Stato: tempra in sale con surriscaldamento (2, 299)

Stato: tempra in sale con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 300)

Stato: tempra in sale con surriscaldamento e 3 rinvenimenti (2, 301)

Microstrutture dell'acciaio HS10-4-3-10 (1.3207) UNI EN ISO 4957 (2, 302)

Stato: ricottura isoterica (2, 302)

Stato: tempra in sale (2, 303)

Stato: tempra in sale e 3 rinvenimenti (2, 304)

Stato: tempra in vuoto e 3 rinvenimenti (2, 305)

Stato: sottotempra in vuoto (2, 306)

Stato: sottotempra in vuoto e 3 rinvenimenti (2, 307)

Stato: tempra in sale con surriscaldamento (2, 308)

Stato: tempra in sale con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 309)

Stato: tempra in sale con surriscaldamento e 3 rinvenimenti (2, 310)

Dati tecnici dell'acciaio HS6-5-2-0 (1.3339) (2, 311)

Dati tecnici dell'acciaio HS2-9-1-8 (1.3247) (2, 313)

Dati tecnici dell'acciaio HS10-4-3-10 (1.3207) (2, 314)

Tavole tipo (ASTM) della distribuzione dei carburi ledeburitici negli acciai rapidi (2, 316)

Tavola (Böhler) delle immagini tipo di distribuzione dei carburi ledeburitici negli acciai rapidi (2, 317)

Capitolo sesto

ACCIAI DA STAMPI PER MATERIE PLASTICHE (2, 319)

Bibliografia (2, 320)

Microstrutture dell'acciaio 21MnCr5 (1.2162) (2, 321)

Stato: normalizzazione (2, 321)

Stato: ricottura subcritica (2, 321)

Stato: ricottura isoterica (2, 322)

Stato: cementazione, tempra e distensione (2, 323)

Stato: ipercementazione, tempra e distensione (2, 324)

Microstrutture dell'acciaio 40CrMnMo7 (1.2311) (2, 322)
 Stato: di fornitura (2, 326)
 Stato: ricottura completa (2, 327)
 Stato: tempra in olio (2, 328)
 Stato: tempra in olio e distensione (2, 328)
 Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 329)
 Stato: sottotempra in olio (2, 330)
 Stato: sottotempra in olio e distensione (2, 330)
 Stato: sottotempra in olio e rinvenimento (2, 331)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 332)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento e distensione (2, 332)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento e rinvenimento (2, 333)
 Stato: tempra, rinvenimento e nitrurazione (2, 334)

Microstrutture dell'acciaio 40CrMnNiMo8-6-4 (1.2738) (2, 335)
 Stato: di fornitura (2, 335)
 Stato: ricottura completa (2, 336)
 Stato: tempra in acquaquench (2, 337)
 Stato: tempra in olio (2, 337)
 Stato: tempra in aria (2, 338)
 Stato: tempra in olio e distensione (2, 339)
 Stato: tempra in olio e rinvenimento (2, 340)
 Stato: sottotempra in olio (2, 340)
 Stato: sottotempra in olio e distensione (2, 341)
 Stato: sottotempra in olio e rinvenimento (2, 342)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 343)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento e distensione (2, 343)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento e rinvenimento (2, 344)
 Stato: tempra, rinvenimento e nitrurazione (2, 345)

Microstrutture dell'acciaio X105CrMo17 (1.4125) UNI EN 10088-1 (AISI 440C) (2, 346)
 Stato: ricotto di fornitura (2, 346)
 Stato: ricottura globulare (2, 346)
 Stato: tempra in olio (2, 347)
 Stato: tempra in aria (2, 348)
 Stato: tempra in olio e distensione (2, 349)
 Stato: tempra in aria e distensione (2, 350)
 Stato: bonifica corretta (2, 351)
 Stato: sottotempra in olio (2, 352)
 Stato: sottotempra in olio e distensione (2, 353)
 Stato: sottotempra in olio e rinvenimento (2, 354)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento (2, 355)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento e trattamento sottozero a -196 °C (2, 355)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento e distensione (2, 356)
 Stato: tempra in olio con surriscaldamento e rinvenimento (2, 357)

Microstrutture dell'acciaio Maraging 350, 18Ni(350) o X2NiCoMoTi18-12-4 (2, 358)
 Stato: di fornitura (piena tempra) (2, 358)
 Stato: normalizzazione (2, 358)
 Stato: tempra in acqua (2, 359)
 Stato: tempra e invecchiamento (2, 360)
 Stato: tempra, invecchiamento e nitrurazione (2, 360)

Dati tecnici dell'acciaio 21MnCr5 (1.2162) (2, 362)
 Dati tecnici dell'acciaio 40CrMnMo7 (1.2311) (2, 364)
 Dati tecnici dell'acciaio 40CrMnNiMo8-6-4 (1.2738) (2, 366)
 Dati tecnici dell'acciaio X105CrMo17 (1.4125) UNI 10088-1 (AISI 440C) (2, 368)
 Dati tecnici dell'acciaio Maraging 350 o 18Ni(350) o X2NiCoMoTi18-12-4 (2, 370)

Capitolo settimo

ACCIAI DA UTENSILI SPECIALI BREVETTATI (2, 373)

Bibliografia (2, 373)

Microstrutture dell'acciaio speciale Aubert&Duval ADC3 (2, 374)
 Stato: ricottura di fornitura (2, 374)
 Stato: tempra e 2 rinvenimenti (2, 374)

Microstrutture dell'acciaio speciale Uddeholm CALDIE (2, 376)
 Stato: ricottura di fornitura (2, 376)
 Stato: tempra in olio + 2 rinvenimenti (2, 377)

Microstrutture dell'acciaio speciale brevettato Uddeholm DIEVAR (2, 378)
 Stato: ricottura di fornitura (2, 378)
 Stato: tempra in olio + 2 rinvenimenti (2, 379)

Microstrutture dell'acciaio speciale brevettato Böhler K390 MICROCLEAN (2, 380)
 Stato: ricottura di fornitura (2, 380)
 Stato: tempra da 1070 °C in olio + 3 rinvenimenti (2, 381)
 Stato: tempra da 1100 °C in olio + 3 rinvenimenti (2, 382)

Microstrutture dell'acciaio speciale brevettato Uddeholm MIRRAX 40 (2, 383)
 Stato: temprato e rinvenuto di fornitura (2, 383)

Microstrutture dell'acciaio speciale brevettato Böhler M333 ISOPLAST (2, 384)
 Stato: ricottura di fornitura (2, 384)
 Stato: tempra in olio + 3 rinvenimenti a 250 °C (2, 385)
 Stato: tempra in olio + 3 rinvenimenti a 520 °C (2, 386)

Microstrutture dell'acciaio speciale brevettato Böhler S390 MICROCLEAN (2, 387)
 Stato: ricottura di fornitura (2, 387)
 Stato: tempra da 1180 °C in olio + 3 rinvenimenti (2, 388)
 Stato: tempra da 1100 °C in olio + 3 rinvenimenti (2, 389)

Microstrutture dell'acciaio speciale brevettato Aubert&Duval SDC (2, 390)
 Stato: ricottura di fornitura (2, 390)
 Stato: tempra in olio + 2 rinvenimenti (2, 391)

Microstrutture dell'acciaio speciale brevettato Aubert&Duval SMV3P (2, 392)
 Stato: ricottura di fornitura (2, 392)
 Stato: tempra in olio + 2 rinvenimenti (2, 393)

Microstrutture dell'acciaio speciale brevettato Aubert&Duval SMV3 (2, 394)
 Stato: ricottura di fornitura (2, 394)
 Stato: tempra in olio + 2 rinvenimenti (2, 395)

Microstrutture dell'acciaio speciale brevettato Böhler W350 ISOBLOC (2, 396)
 Stato: ricottura di fornitura (2, 396)
 Stato: tempra in olio + 3 rinvenimenti (2, 397)

Dati tecnici dell'acciaio Aubert&Duval ADC3 (2, 398)
 Dati tecnici dell'acciaio brevettato Uddeholm CALDIE (2, 400)
 Dati tecnici dell'acciaio brevettato Uddeholm DIEVAR (2, 405)
 Dati tecnici dell'acciaio Böhler K390 MICROCLEAN (2, 410)
 Dati tecnici dell'acciaio brevettato Uddeholm MIRRAX 40 (2, 413)
 Dati tecnici dell'acciaio Böhler M333 ISOPLAST (2, 416)
 Dati tecnici dell'acciaio Böhler S390 MICROCLEAN (2, 420)

Dati tecnici dell'acciaio brevettato Aubert&Duval SDC (2, 424)
Dati tecnici dell'acciaio Aubert&Duval SMV3P (2, 427)
Dati tecnici dell'acciaio brevettato Aubert&Duval SMV3 (2, 428)
Dati tecnici dell'acciaio Böhler W350 ISOBLOC (2, 430)

Capitolo Ottavo

APPENDICI E TABELLE (2, 435)

APPENDICE 8.01. Reattivi d'attacco micrografico per leghe ferrose (2, 435)

Reattivo: Nital 2 % (2, 435)

Reattivo: Nital 5 % (2, 435)

Reattivo: Picral 4 % (2, 435)

Reattivo: Picral saturo (2, 435)

Reattivo: Picrina (2, 435)

Reattivo: Picrato sodico alcalino (2, 435)

Reattivo: Picrato sodico neutro (2, 435)

Reattivo: Cogne unico (2, 435)

Reattivo: Ferricianuro potassico (2, 435)

Reattivo: Benedicks (2, 435)

Reattivo: Kurbatoff (2, 435)

Reattivo: Bolton (2, 435)

Reattivo: Pilling (2, 436)

Reattivo: Soda o potassa caustica (2, 436)

Reattivo: Persolfato ammonico (2, 436)

Reattivo: Valenta (2, 436)

Reattivo: Murakani (2, 436)

Reattivo: Kalling (2, 436)

Reattivo: Vilella (2, 436)

TABELLA 8.01. Conversione tra resistenza a trazione e durezza e tra scale di durezza per acciai non legati e basso legati e ghise, secondo la norma UNI EN ISO 18265 (2, 437)