

I CRITERI DI SCELTA E DI TRATTAMENTO DEGLI ACCIAI DA COSTRUZIONE E DA UTENSILI

VOLUME 3°: ACCIAI DA UTENSILI

Capitolo Primo

INTRODUZIONE AGLI ACCIAI DA UTENSILI (3, 1)

DEFINIZIONI (3, 1)

GENERALITÀ (3, 1)

PROPRIETÀ DEGLI ACCIAI DA UTENSILI (3, 3)

PROPRIETÀ IMPORTANTI PER LE APPLICAZIONI DEGLI UTENSILI (3, 4)

Durezza a bassa ed alta temperatura (3, 4)

Temprabilità (3, 7)

Resistenza al rinvenimento (3, 8)

Resistenza alla compressione (3, 10)

Resistenza a fatica (3, 11)

Tenacità alla temperatura d'esercizio (3, 12)

Resistenza all'usura (3, 17)

Conducibilità elettrica e termica (3, 18)

Resistenza alla fatica termica (3, 20)

Resistenza alla corrosione (3, 22)

PROPRIETÀ DEGLI ACCIAI IMPORTANTI NELLA FABBRICAZIONE DEGLI UTENSILI (3, 23)

Indeformabilità al trattamento termico (3, 23)

Formabilità a caldo (3, 25)

Formabilità a freddo e attitudine alla coniazione (3, 26)

Lavorabilità (3, 27)

Rettificabilità (3, 28)

Lucidabilità (3, 29)

SALDATURA E SALDABILITÀ DEGLI ACCIAI DA UTENSILI (3, 29)

Processo MMA o SMAW (3, 29)

Processo TIG (3, 30)

Postazione e attrezzature per la saldatura (3, 31)

Essiccazione degli elettrodi rivestiti (3, 31)

Banco da lavoro (3, 31)

Attrezzature di preriscaldamento (3, 31)

Molatura e rettifica (3, 31)

Caratteristiche del metallo d'apporto (3, 31)

Durezza (3, 32)

Resistenza al rinvenimento (3, 32)

Tenacità (3, 32)

Resistenza all'usura (3, 32)

Resistenza alla fatica termica (pirocraccatura) (3, 32)

Lucidabilità (3, 32)

Fotoincisione (3, 33)

Danneggiamento da idrogeno (3, 33)

Influenza della microstruttura e della durezza (3, 33)

Influenza dell'intensità delle sollecitazioni (3, 33)

Precauzioni per evitare le cricche da idrogeno (3, 33)

Preriscaldamento in saldatura (3, 34)

Procedure di saldatura (3, 34)

Preparazione della zona da saldare (3, 35)

Esecuzione della saldatura (3, 35)

Trattamento termico dopo saldatura (3, 36)

Rinvenimento (3, 36)

Ricottura completa (3, 36)

Ricottura di distensione (3, 36)

Consigli per la saldatura di acciai da utensili (3, 36)

TRATTAMENTI TERMICI DEGLI ACCIAI DA UTENSILI (3, 39)

GENERALITÀ (3, 39)

TRATTAMENTI TERMICI CONVENZIONALI (3, 48)

Normalizzazione (3, 48)

Applicabilità (3, 48)

Pratica operativa (3, 48)

Ricotture (3, 48)

Ricottura completa (3, 48)

Ricottura isoterma (3, 49)

Ricottura di globulizzazione (3, 49)

Ricottura di distensione (Stress Relieving) (3, 49)

Pratica operativa (3, 50)

Tempra e rinvenimento (3, 50)

Preriscaldamento (3, 50)

Austenitizzazione (3, 51)

Austenitizzazione a temperatura inferiore alla prescritta (3, 52)

Austenitizzazione troppo breve (3, 52)

Surriscaldamento (3, 52)

Pratica operativa d'austenitizzazione (3, 52)

Tempra o spegnimento (3, 54)

Rinvenimento (3, 56)

Rinvenimento a temperatura superiore alla prescritta (3, 57)

Rinvenimento a temperatura inferiore alla prescritta (3, 57)

Pratica operativa (3, 57)

Impianti e attrezzature (3, 57)

Trattamento sotto zero (3, 58)

TRATTAMENTI SUPERFICIALI (3, 58)

Trattamenti termochimici (3, 58)

Carbocementazione (3, 58)

Nitrurazione (3, 58)

Nitrurazione gassosa (3, 58)

Nitrurazione in bagno di sali (3, 59)

Nitrurazione in vuoto (3, 59)

Nitrurazione al plasma o ionitizzazione (3, 59)

Solfurazione a bassa temperatura (3, 59)

Tempra localizzata e riporti laser (3, 59)

Finiture superficiali (3, 59)

Ossidazione con vapore (3, 59)

Cromatura dura (3, 60)

Nichelatura chimica (3, 60)

Fosfatazione (3, 60)

Rivestimenti di nitruri e carbonitridi di titanio (3, 60)

ACCIAI DA UTENSILI SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 4957 (3, 60)

Definizioni (3, 60)

Ordine e designazione (3, 61)

Processo di produzione (3, 61)

Composizione chimica (3, 61)

Qualità della superficie (3, 61)

Forma, dimensioni e tolleranze (3, 61)

Prescrizioni, controllo e prove dei prodotti (3, 63)

Requisiti aggiuntivi (3, 63)

Analisi sul prodotto (3, 63)

Durezza minima nella prova di temprabilità (3, 63)

Struttura (3, 63)

Qualità superficiale (3, 64)

Controllo dimensionale particolare (3, 64)

Tolleranza sulla massa (3, 64)

Marchatura (3, 64)
Controlli e prove specifici (3, 64)
Numero dei saggi (3, 64)
Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette (3, 64)
Metodi di prova (3, 64)
Riprove (3, 64)
Marchatura (3, 64)
BIBLIOGRAFIA (3, 64)

Capitolo secondo

ACCIAI DA UTENSILI NON LEGATI PER LAVORAZIONI A FREDDO (3, 67)

INTRODUZIONE (3, 67)

ACCIAI AL CARBONIO CLASSE 110 (3, 68)

Fucinatura (3, 68)

Ricottura (3, 69)

Tempra (3, 71)

Temprabilità (3, 73)

Rinvenimento (3, 78)

Primo stadio del rinvenimento (3, 78)

Secondo stadio del rinvenimento (3, 78)

Terzo stadio del rinvenimento (3, 78)

Variazioni dimensionali alla tempra e rinvenimento (3, 81)

Sollecitazioni termiche (3, 81)

Sollecitazioni da trasformazioni strutturali (3, 81)

ACCIAI AL CARBONIO-VANADIO CLASSE 120 (3, 82)

ACCIAI AL CARBONIO-CROMO CLASSE 130 E AL CARBONIO-CROMO-VANADIO CLASSE 140 (3, 84)

Scelta del contenuto di carbonio più appropriato (3, 84)

BIBLIOGRAFIA (3, 84)

Dati Tecnici degli acciai:

| | | |
|-------|----------|---------|
| C45U | (1.1730) | (3, 86) |
| C70U | (1.1520) | (3, 87) |
| C80U | (1.1525) | (3, 88) |
| C90U | (1.1535) | (3, 89) |
| C105U | (1.1545) | (3, 90) |
| C120U | (1.1555) | (3, 92) |
| C140U | (1.1673) | (3, 93) |

Capitolo terzo

ACCIAI DA UTENSILI LEGATI PER LAVORAZIONI A FREDDO (3, 95)

INTRODUZIONE (3, 95)

CARATTERISTICHE D'IMPIEGO DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO (3, 95)

Durezza (3, 95)

Tenacità (3, 95)

Resistenza all'usura (3, 96)

Temprabilità (3, 96)

Stabilità dimensionale al trattamento termico (3, 96)

Lavorabilità (3, 96)

Rettificabilità (3, 96)

Elettroerodibilità (3, 97)

Lucidabilità (3, 97)

Saldabilità (3, 97)

TRATTAMENTI TERMICI DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO (3, 97)

Trasformazioni al raffreddamento (3, 97)

Tempra (3, 98)

Solubilizzazione dei carburi (3, 98)

Grossezza del grano austenitico (3, 98)

Alterazione superficiale (3, 99)

Cambiamenti di forma (3, 99)

Rinvenimento (3, 99)

Nitrurazione (3, 101)

INFLUENZA DEGLI ELEMENTI DI LEGA (3, 102)

Carbonio (3, 102)

Manganese (3, 103)

Silicio (3, 103)

Nichel (3, 103)

Cromo (3, 103)

Vanadio (3, 103)

Tungsteno (3, 104)

Molibdeno (3, 104)

Cobalto (3, 104)

EFFETTO DEGLI ELEMENTI DI LEGA DURANTE L'AUSTENITIZZAZIONE (3, 104)

Campo d'esistenza dell'austenite (3, 104)

Carburi indisciolti (3, 104)

Cinetica di dissoluzione dei carburi (3, 105)

Crescita del grano (3, 105)

INFLUENZA DEGLI ELEMENTI DI LEGA DURANTE LA TEMpra (3, 105)

Influenza sulla temperatura Ms e Mf e sulla quantità d'austenite residua (3, 105)

INFLUENZA DEGLI ELEMENTI DI LEGA DURANTE IL RINVENIMENTO (3, 106)

CLASSIFICAZIONE DEGLI ACCIAI LEGATI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO (3, 107)

ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO MODERATAMENTE LEGATI (3, 107)

ACCIAI MEDIO LEGATI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO PER USI PARTICOLARI (3, 110)

Acciai da utensili al silicio (3, 110)

Acciai da utensili al tungsteno (3, 112)

ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO CON VARIAZIONI DIMENSIONALI CONTENUTE (3, 115)

Acciai al manganese (3, 116)

Acciai ledeburitici al cromo (3, 118)

ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO FABBRICATI CON LA METALLURGIA DELLE POLVERI (3, 124)

Caratteristiche dell'acciaio Böhler K190 ISOMATRIX PM (X230CrVMo13-4) (3, 124)

Resistenza all'usura (3, 125)

Tenacità (3, 126)

Resistenza alla compressione (3, 127)

Indeformabilità (3, 127)

Caratteristiche dell'acciaio Böhler M390 ISOMATRIX PM (X190CrVMo20-4-1) (3, 128)

LAVORAZIONE MEDIANTE ELETTROEROSIONE DEGLI ACCIAI DA UTENSILI (3, 129)

Processi d'elettroerosione (3, 129)

Alterazioni delle proprietà generate dall'elettroerosione (3, 129)

Gradiente di durezza nella zona termicamente alterata (3, 130)

Influenza delle tensioni interne sulla formazione di cricche (3, 130)

Esempi di danneggiamento di utensili durante l'elettroerosione (3, 131)

Influenza del grado inclusionale sulla lavorazione d'elettroerosione (3, 132)

Prevenzione dell'eventuale elettrolisi (3, 132)

Misure per una corretta lavorazione degli utensili (3, 132)

Qualità del fluido dielettrico (3, 133)

BIBLIOGRAFIA (3, 133)

Dati tecnici degli acciai

| | | |
|-----------------|----------|----------|
| 102Cr6 | (1.2067) | (3, 135) |
| X210Cr12 | (1.2080) | (3, 137) |
| X40Cr14 | (1.2083) | (3, 140) |
| 40CrMnNiMo8-6-4 | (1.2738) | (3, 142) |
| 35CrMo7 | (1.2302) | (3, 144) |
| X38CrMo16 | (1.2316) | (3, 145) |
| X100CrMoV5 | (1.2363) | (3, 146) |
| X153CrMoV12 | (1.2379) | (3, 149) |
| X210CrW12 | (1.2436) | (3, 152) |
| 21MnCr5 | (1.2162) | (3, 154) |
| 90MnCrV8 | (1.2842) | (3, 156) |
| 70MnMoCr8 | (1.2824) | (3, 159) |
| 95MnWCr5 | (1.2510) | (3, 161) |
| 45NiCrMo16 | (1.2767) | (3, 164) |
| 105V | (1.1234) | (3, 166) |
| 50WCrV8 | (1.2549) | (3, 167) |
| 60WCrV8 | (1.2550) | (3, 169) |

Capitolo quarto

ACCIAI DA UTENSILI LEGATI PER LAVORAZIONI A CALDO (3, 171)

INTRODUZIONE (3, 171)

PROPRIETÀ GENERALI (3, 171)

CLASSIFICAZIONE DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO (3, 172)

Acciai al Cromo, classe 510 (3, 173)

Acciai al Cromo-Molibdeno, classe 520 (3, 173)

Acciai al Cromo-Tungsteno, classe 530 (3, 174)

Acciai al Tungsteno, classe 540 (3, 174)

Acciai al Molibdeno, classe 550 (3, 174)

PROPRIETÀ DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO (3, 174)

Resistenza meccanica ad alta temperatura (3, 175)

Resistenza allo shock termico (3, 175)

Resistenza alla fatica termica (3, 176)

Resistenza all'usura (3, 177)

Stabilità dimensionale al trattamento termico (3, 177)

Variazioni dimensionali (3, 177)

Distorsioni (3, 178)

Lavorabilità (3, 178)

INFLUENZA DELLA TECNOLOGIA DI FABBRICAZIONE SULLE PROPRIETÀ DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO (3, 179)

TRATTAMENTI TERMICI MASSIVI DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO (3, 184)

Ricottura e stato di fornitura (3, 184)

Ricottura d'addolcimento o subcritica (3, 189)

Ricottura d'omogeneizzazione (3, 189)

Ricottura di distensione (3, 189)

Normalizzazione (3, 189)

Tempra (3, 189)

Preriscaldi di tempra (3, 189)

Austenitizzazione (3, 189)

Protezione delle superfici durante il riscaldamento d'austenitizzazione (3, 192)

Spegnimento di tempra (3, 192)

Austenite residua (3, 194)

Rinvenimento (3, 195)

INFLUENZA DEI RINVENIMENTI SULLE CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO AISI H13 (3, 196)

Caratteristiche dell'acciaio usato per la ricerca (3, 196)

Preparazione delle provette (3, 197)

PARTE SPERIMENTALE (3, 197)

Curve di rinvenimento (3, 197)

Misura della resilienza KVW (3, 197)

RISULTATI OTTENUTI E COMMENTO (3, 197)

Curve di rinvenimento (3, 197)

Resilienza KVW dopo rinvenimento a temperatura da 100 a 650 °C (3, 198)

Resilienza KVW contro durezza (3, 199)

Effetto dei rinvenimenti d'addolcimento sulla resilienza KVW (3, 199)

Test di Student: significatività della differenza tra le medie (3, 200)

Test della funzione calcolata: confronto tra le varianze (caso di campioni di piccola numerosità, $n < 30$) (3, 200)

Effetto dei rinvenimenti d'addolcimento sulla resilienza KV (3, 201)

Andamento della resilienza KV contro la durezza HRC (3, 201)

Andamento della durezza HRC in funzione del ciclo termico (3, 201)

Andamento della resilienza KV in funzione del ciclo termico (3, 202)

CONCLUSIONI (3, 202)

Influenza della durata del rinvenimento (3, 202)

TRATTAMENTI TERMOCHIMICI DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO (3, 203)

Carbocementazione (3, 203)

Nitrurazione (3, 203)

Nitrurazione delle matrici d'estrusione dell'alluminio (3, 204)

Nitrurazione salina o morbida (3, 206)

Nitrocarburazione ferritica gassosa (3, 207)

Nitrurazione gassosa (3, 207)

Ionitrurazione (3, 208)

Nitrurazione gassosa a potenziale d'azoto controllato (3, 208)

INFLUENZA DEL CICLO DI FABBRICAZIONE DELL'UTENSILE SUL RENDIMENTO D'ESERCIZIO (3, 210)

SALDATURA DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO (3, 210)

SELEZIONE DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO PIÙ NOTI (3, 211)

LEGHE SPECIALI PER LAVORAZIONI A CALDO (3, 213)

LA TECNOLOGIA DI PROGETTAZIONE ED UTILIZZO DEGLI ACCIAI PER UTENSILI A CALDO (3, 214)

Fasi fondamentali dello sviluppo di nuovi acciai da utensili per lavorazioni a caldo (3, 214)

Proprietà monotone e cicliche degli acciai da utensili per lavorazioni a caldo: caratterizzazione comparativa (3, 216)

Caratteristiche monotone oltre lo snervamento (M.YS) (3, 216)

Comportamento monotono tra carico di snervamento M.YS e carico di rottura a trazione UTS (3, 216)

Comportamento monotono tra carico di rottura a trazione UTS e carico di rottura alla massima deformazione FS (3, 217)

Caratteristiche cicliche di resistenza e duttilità (3, 218)

Considerazioni relative alla nuova metodologia di comparazione proposta (3, 219)

Esempio d'applicazione pratica dei criteri esposti (3, 219)

CONCLUSIONI (3, 221)

BIBLIOGRAFIA (3, 221)

Dati tecnici degli acciai

48CrMoV6-7 (≈ 1.2323) (3, 223)

48CrMoNiV8-4 (1.2329) (3, 225)

46CrSiMoV7 (1.2329) (3, 225)

X37CrMoV5-1 (1.2343) (3, 227)

| | | |
|-------------------|------------|----------|
| X40CrMoV5-1 | (1.2344) | (3, 231) |
| 50CrMoV13-15 | (1.2355) | (3, 234) |
| 32CrMoV12-28 | (1.2365) | (3, 236) |
| X38CrMoV5-3 | (1.2367) | (3, 239) |
| X50CrMoV5-3 | \ | (3, 242) |
| X30WCrV5-3 | (1.2567) | (3, 244) |
| X30WCrV9-3 | (1.2581) | (3, 246) |
| X35CrWMoV5 | (1.2606) | (3, 248) |
| 38CrCoWV18-17-17 | (1.2661) | (3, 250) |
| 55NiCrMoV7 | (1.2714) | (3, 252) |
| 40NiCrMoV16 | (1.2767) | (3, 254) |
| 32CrMoCoV12-30-12 | (≈ 1.2885) | (3, 256) |
| 45CrNiWMoV8-4 | \ | (3, 259) |

Capitolo quinto

ACCIAI RAPIDI (3, 263)

INTRODUZIONE (3, 263)

CLASSIFICAZIONE DEGLI ACCIAI RAPIDI (3, 263)

Classificazione secondo UNI EN ISO 4957 (3, 264)

Classificazione secondo AISI (3, 264)

MICROSTRUTTURA DEGLI ACCIAI RAPIDI (3, 269)

EFFETTO DEGLI ELEMENTI DI LEGA (3, 270)

Alluminio (Al) (3, 271)

Antimonio (Sb) (3, 271)

Arsenico (As) (3, 271)

Azoto (N) (3, 271)

Berillio (Be) (3, 271)

Boro (B) (3, 271)

Calcio (Ca) (3, 272)

Carbonio (C) (3, 272)

Carbonio Superficiale (3, 274)

Cerio (Ce) (3, 275)

Cobalto (Co) (3, 275)

Cromo (Cr) (3, 277)

Fosforo (P) (3, 278)

Idrogeno (H) (3, 279)

Magnesio (Mg) (3, 279)

Manganese (Mn) (3, 279)

Molibdeno (Mo) (3, 280)

Nichel (Ni) (3, 281)

Niobio o Columbium (Nb o Cb) (3, 281)

Ossigeno (O) (3, 281)

Piombo (Pb) (3, 281)

Rame (Cu) (3, 281)

Selenio (Se) (3, 282)

Silicio (Si) (3, 282)

Stagno (Sn) (3, 282)

Tantalio (Ta) (3, 282)

Tellurio (Te) (3, 282)

Titanio (Ti) (3, 282)

Tungsteno o Wolframio (W) (3, 282)

Uranio (U) (3, 283)

Vanadio (V) (3, 284)

Zirconio (Zr) (3, 287)

Zolfo (S) (3, 287)

Altri elementi (3, 288)

COMPOSIZIONE CHIMICA E CARBURI (3, 288)

DISTRIBUZIONE DEI CARBURI (3, 290)

TRASFORMAZIONI AL RISCALDAMENTO (3, 292)

TRASFORMAZIONI AL RAFFREDDAMENTO (3, 297)

Trasformazioni al rinvenimento (3, 302)

Arresto del raffreddamento durante la tempra (3, 302)

Raffreddamento sotto zero degli acciai rapidi (3, 305)

Tempra bainitica o austempering degli acciai rapidi (3, 307)

Durezza a caldo (3, 308)

GROSSEZZA DEL GRANO (3, 308)

Fattori che influenzano la grossezza del grano degli acciai rapidi (3, 309)

TRATTAMENTI TERMICI MASSIVI DEGLI ACCIAI RAPIDI (3, 312)

Ricotture (3, 312)

Ricottura completa (3, 312)

Ricottura di distensione (3, 312)

Tempra (3, 312)

Austenitizzazione (3, 312)

Spegnimento (3, 313)

Rinvenimenti (3, 313)

Procedure di trattamento termico (3, 314)

Metodi di riscaldamento e atmosfere protettive (3, 314)

Preriscaldamento (3, 316)

Austenitizzazione o riscaldamento ad alta temperatura (3, 317)

Rinvenimento (3, 317)

TRATTAMENTI TERMOCHIMICI DEGLI ACCIAI RAPIDI (3, 318)

Nitrurazione (3, 318)

TRATTAMENTI DI FINITURA SUPERFICIALE DEGLI ACCIAI RAPIDI (3, 321)

PROPRIETÀ DEGLI ACCIAI RAPIDI (3, 321)

Durezza (3, 322)

Durezza a caldo (3, 325)

Resistenza all'usura (3, 326)

Tenacità (3, 327)

Altre Proprietà (3, 331)

Resistenza a compressione (3, 331)

Deformazioni (3, 332)

Conducibilità termica (3, 333)

Densità o peso specifico (3, 333)

CARATTERISTICHE QUALIFICANTI UN ACCIAIO RAPIDO (3, 333)

SELEZIONE DEGLI ACCIAI RAPIDI (3, 334)

ACCIAI DA UTENSILI PRODOTTI CON LA METALLURGIA DELLE POLVERI (3, 337)

Introduzione (3, 337)

ACCIAI RAPIDI PM (3, 338)

Trattamenti termici degli acciai rapidi PM (3, 339)

Ricottura (3, 339)

Ricottura di distensione (3, 339)

Tempra (3, 339)

Rinvenimento (3, 341)

Lavorabilità e rettificabilità (3, 342)

Resistenza all'usura (3, 342)

Tenacità (3, 342)

Grossezza del grano degli acciai PM (3, 343)

Finezza dei carburi (3, 344)

Resistenza alla compressione (3, 345)

SVILUPPO DEGLI ACCIAI RAPIDI PM (3, 344)

Applicazioni degli acciai rapidi PM (3, 345)

Fresatura (3, 345)

Lavorazione dei fori (3, 345)

Brocciatura (3, 345)

Fabbricazione degli ingranaggi (3, 346)

BIBLIOGRAFIA (3, 346)

Dati tecnici degli acciai

| | | | |
|----------|--------|-----|----------|
| HS0-4-1 | 1.3325 | M50 | (3, 351) |
| HS1-4-2 | 1.3326 | M52 | (3, 353) |
| HS18-0-1 | 1.3355 | T1 | (3, 354) |
| HS2-9-2 | 1.3348 | M7 | (3, 356) |
| HS1-8-1 | 1.3327 | M1 | (3, 358) |
| HS3-3-2 | 1.3333 | \ | (3, 360) |

| | | | |
|-------------|--------|------------|----------|
| HS6-5-2 | 1.3339 | M2 | (3, 361) |
| HS6-5-2C | 1.3343 | M2+C | (3, 363) |
| HS6-5-3 | 1.3344 | M3 cl. 1 | (3, 365) |
| HS6-5-3C | 1.3345 | M3 cl. 2 | (3, 368) |
| HS6-6-2 | 1.3350 | ≈ M3 cl. 1 | (3, 370) |
| HS6-5-4 | 1.3351 | M4 | (3, 371) |
| HS6-5-2-5 | 1.3243 | M35 | (3, 373) |
| HS6-5-3-8 | 1.3244 | (670) | (3, 375) |
| HS10-4-3-10 | 1.3207 | (669) | (3, 377) |
| HS2-9-1-8 | 1.3247 | M42 | (3, 380) |
| S390 Böhler | \ | \ | (3, 382) |

Capitolo sesto

ACCIAI DA STAMPI PER MATERIE PLASTICHE (3, 385)

Composizione chimica degli acciai per stampi, classi AISI 370 e 380 (3, 386)

Proprietà generali e dati sui trattamenti termici degli acciai per stampi (3, 387)

Composizione chimica dei tipi di acciai da stampi per materie plastiche più usati e disponibili in Europa (3, 388)

Acciai da stampi per materie plastiche più usati in Europa. Designazione europea e corrispondenza con la classificazione AISI e le marche di alcune fra le più note acciaierie (3, 389)

Gruppo degli acciai coniabili (Classe 370) (3, 390)

Gruppo degli acciai da lavorazione meccanica (classe 380) (3, 392)

FORMATURA A CALDO E TRATTAMENTI TERMICI (3, 395)

Fucinatura (3, 395)

Ricottura (3, 395)

Cementazione, tempra e rinvenimento (3, 396)

SCELTA DEGLI ACCIAI DA STAMPI PER MATERIE PLASTICHE (3, 396)

PROGETTAZIONE DEL PRODOTTO (3, 397)

PROGETTAZIONE DELLO STAMPO (3, 397)

Scelta dell'acciaio (3, 397)

Acciai da cementazione (3, 398)

Acciai da tempra a cuore (3, 398)

Acciai da bonifica forniti allo stato ricotto (3, 398)

Acciai prebonificati (3, 399)

Acciai indurenti per precipitazione (3, 399)

Acciai resistenti alla corrosione (3, 400)

Acciai da stampi per materie plastiche più usati in Europa (3, 400)

Qualità degli acciai da stampi per materie plastiche (3, 400)

FABBRICAZIONE DELLO STAMPO (3, 400)

Assenza di difetti nell'acciaio (3, 401)

Lucidabilità (3, 401)

Valutazione della finitura superficiale (3, 401)

La Scala Zanola (3, 401)

Guida comparativa delle proprietà degli acciai per stampi per materie plastiche (3, 402)

Manuale dei procedimenti di finitura Zanola (3, 403)

Fattori che influenzano la lucidabilità dell'acciaio (3, 405)

Qualità dell'acciaio (3, 405)

Trattamento termico (3, 405)

Tecnica di lucidatura (3, 405)

Consigli pratici per la rettifica e la levigatura degli stampi (3, 405)

Consigli pratici per la lucidatura degli stampi (3, 406)

Sequenze tipiche di lucidatura (3, 406)

Influenza delle condizioni della superficie prima della lucidatura (3, 407)

Finitura superficiale prima del trattamento termico (3, 407)

Difetti di lucidatura e rimedi (3, 408)

Buccia di arancia (3, 408)

Vaiolatura (3, 408)

Trattamento termico degli stampi (3, 409)

Stato di fornitura e disponibilità degli acciai per stampi (3, 409)

Barre piallate o tornite (3, 409)

Barre sgrossate di rettifica (3, 409)

Elettroerosione (3, 409)

Fotoincisione (3, 410)

Possibili difetti nella fotoincisione degli stampi (3, 410)

Macrostruttura dell'acciaio (3, 410)

Influenza dei trattamenti termici (3, 412)

Influenza della saldatura (3, 412)

Influenza dei processi di lavorazione (3, 412)

Influenza del processo di fotoincisione (3, 413)

Fotoincidibilità delle zone saldate (3, 413)

USO DELLO STAMPO (3, 414)

Rendimento dello stampo (3, 414)

Resistenza all'usura (3, 414)

Resistenza alla compressione (3, 414)

Resistenza alla corrosione (3, 414)

Conducibilità termica (3, 415)

Tenacità (3, 415)

GUIDA ALLA SCELTA DEGLI ACCIAI PER STAMPI PER MATERIE PLASTICHE (3, 415)

Selezione e applicazioni degli acciai americani (3, 415)

GUIDA ALLA SCELTA DEGLI ACCIAI PER STAMPI PER MATERIE PLASTICHE EUROPEI (3, 416)

BIBLIOGRAFIA (3, 418)

Dati tecnici degli acciai

| | | | |
|------------------|-------------|---------|----------|
| 21MnCr5 | 1.2162 | ≈ 5115 | (3, 420) |
| 6CrMo16 | 1.2341 | \ | (3, 422) |
| 15NiCr14 | 1.2735 | \ | (3, 424) |
| 19NiCrMo16 | 1.2764 | ≈ P6 | (3, 426) |
| 40CrMnMo7 | 1.2311 | ≈ P20 | (3, 427) |
| 43CrMnMo8 | ≈ 1.2312 | ≈ P20 | (3, 429) |
| 40CrMnMoS8-6 | 1.2312 | ≈ P20S | (3, 431) |
| 54NiCrMoV6 | 1.2711 | ≈ L6 | (3, 433) |
| 55NiCrMoV7 | 1.2714 | ≈ L6 | (3, 434) |
| 40CrMnNiMo8-6-4 | 1.2738 | ≈ P20 | (3, 436) |
| 42CrMo4 | 1.7225 | 4142 | (3, 438) |
| 42CrSiMo4 | Keylos ON | \ | (3, 440) |
| 25CrMnNiMo6-6-5 | Keylos 2002 | \ | (3, 441) |
| ≈25CrMnNiMo6-6-5 | Keylos 2003 | \ | (3, 443) |
| 30CrMnNiMo6-6 | Keylos Plus | \ | (3, 445) |
| 34CrNiMo7 | Plast 320 | \ | (3, 446) |
| X210Cr12 | 1.2080 | D3 | (3, 447) |
| 115CrV3 | 1.2210 | \ | (3, 449) |
| X37CrMoV5-1 | 1.2343 | H11 | (3, 450) |
| X40CrMoV5-1 | 1.2344 | H13 | (3, 452) |
| X100CrMoV5 | 1.2363 | A2 | (3, 454) |
| X155CrMoV12-1 | 1.2379 | D2 | (3, 457) |
| 95MnWCr5 | 1.2510 | O1 | (3, 460) |
| 45NiCrMo16 | 1.2767 | 6F3 | (3, 463) |
| 90MnCrV8 | 1.2842 | O2 | (3, 465) |
| X100CrMoV8-1-1 | 1.2990 | \ | (3, 468) |
| HS6-5-2C | 1.3343 | M2+C | (3, 469) |
| HS6-5-3C | 1.3344 | M3 Cl.2 | (3, 471) |
| 31CrMoV9 | 1.8519 | \ | (3, 473) |
| 34CrAlNi7-10 | 1.8550 | \ | (3, 475) |
| X42Cr13 | 1.2083 | 420C | (3, 477) |

| | | | | | | | |
|------------------|---------------|-------|----------|------------------|-----------------|-------------|----------|
| X33CrS16 | 1.2085 | 420F | (3, 479) | X3NiCoMoTi18-9-5 | 1.2709 | ≈18Ni (300) | (3, 488) |
| X36CrMo17 | 1.2316 | ≈ 431 | (3, 480) | X5CrNiCuNb16-4 | 1.4542 | 17.4 PH | (3, 490) |
| X90CrMoV18 | 1.2361 | ≈440B | (3, 482) | X5CrNiCuNb17-4-4 | 1.4548 | 17.4 PH | (3, 490) |
| X105CrCoMo18-2 | 1.4528 | \ | (3, 483) | 13NiMnAlCuCr14-8 | Böhler M261 | \ | (3, 492) |
| X54CrMoV17-1 | M340 Isoplast | \ | (3, 484) | 15NiCuAl12-10-10 | Thyroplast PH42 | \ | (3, 493) |
| X170CrVMo18-3-1 | Elmax | \ | (3, 485) | 15NiMoCr14-35 | Keylos 2001 | \ | (3, 494) |
| X190CrVMoW20-4-1 | M390 PM | \ | (3, 486) | C45U | 1.1730 | \ | (3, 496) |
| X5CrS13 | Corroplast | \ | (3, 487) | C60U | 1.1740 | W1 | (3, 497) |