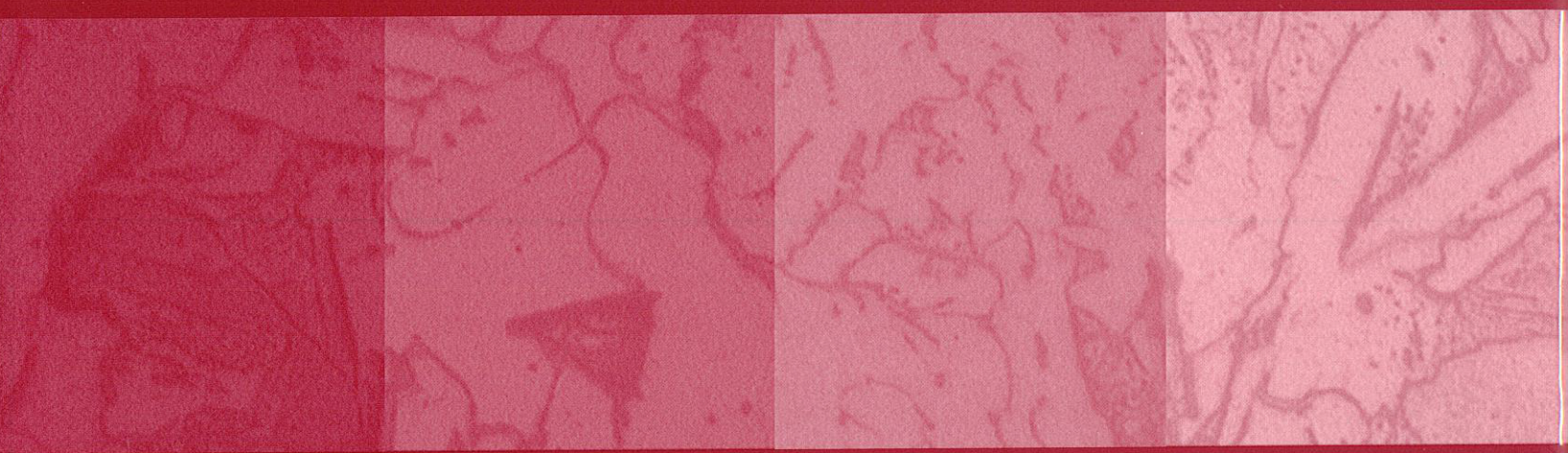
I CRITERI DI SCELTA E DI TRATTAMENTO DEGLI ACCIAI DA COSTRUZIONE E DA UTENSILI

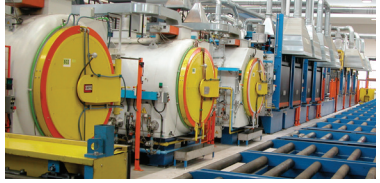


VOLUME TERZO: acciai da utensili

Introduzione agli acciai da utensili
Acciai da utensili non legati per lavorazioni a freddo
Acciai da utensili legati per lavorazioni a freddo
Acciai da utensili legati per lavorazioni a caldo
Acciai rapidi
Acciai da stampi per materie plastiche

di Cibaldi dr. Cesare e Ghidini ing. Andrea

AQM
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

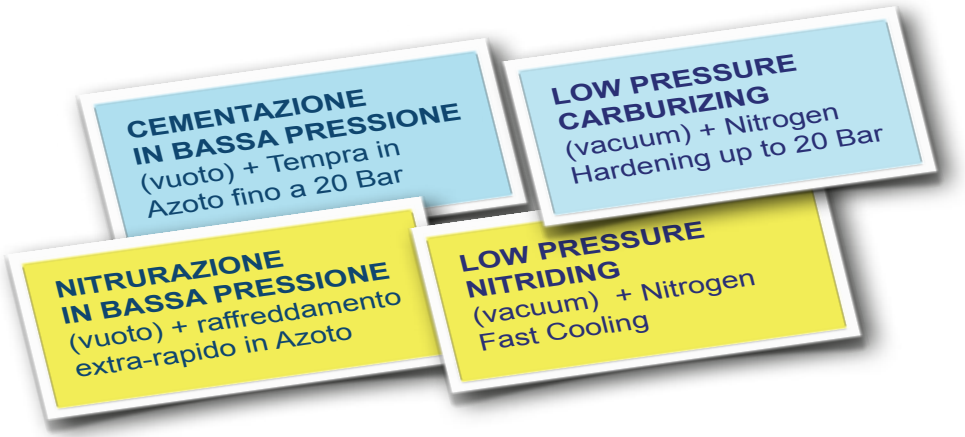
Linee automatiche
Tutti i trattamenti termici sono gestiti con linee automatiche.

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

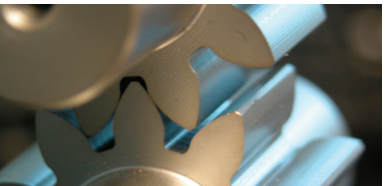
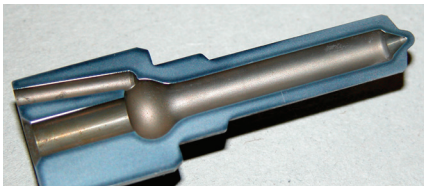


Tutti i nostri trattamenti possono essere eseguiti in atmosfera o in vuoto

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.
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.

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.

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

VOLUME 3°: ACCIAI DA UTENSILI
INTRODUZIONE AGLI ACCIAI DA UTENSILI

Capitolo Primo
INTRODUZIONE AGLI ACCIAI DA UTENSILI

DEFINIZIONI
GENERALITÀ
PROPRIETÀ DEGLI ACCIAI DA UTENSILI
PROPRIETÀ IMPORTANTI PER LE APPLICAZIONI DEGLI UTENSILI
- Durezza a bassa ed alta temperatura
- Temprabilità
- Resistenza al rinvenimento
- Resistenza alla compressione
- Resistenza a fatica
- Tenacità alla temperatura d'esercizio
- Resistenza all'usura
- Conducibilità elettrica e termica
- Resistenza alla fatica termica
- Resistenza alla corrosione

PROPRIETÀ DEGLI ACCIAI IMPORTANTI NELLA FABBRICAZIONE DEGLI UTENSILI
- Indeformabilità al trattamento termico
- Formabilità a caldo
- Formabilità a freddo e attitudine alla coniatura
- Lavorabilità
- Rettificabilità
- Lucidabilità

SALDATURA E SALDABILITÀ DEGLI ACCIAI DA UTENSILI
- Processo MMA o SMAW
- Processo TIG
- Postazione e attrezzature per la saldatura
  - Essiccazione degli elettrodi rivestiti
  - Banco da lavoro
  - Attrezzature di preriscaldo
  - Molatura e rettifica
- Caratteristiche del metallo d'apporto
  - Durezza
  - Resistenza al rinvenimento
  - Tenacità
  - Resistenza all'usura
  - Resistenza alla fatica termica (pirocriccatura)
  - Lucidabilità
  - Fotoincisione
- Danneggiamento da idrogeno
  - Influenza della microstruttura e della durezza
  - Influenza dell'intensità delle sollecitazioni
  - Precauzioni per evitare le cricche da idrogeno
- Preriscaldo in saldatura
- Procedure di saldatura
  - Preparazione della zona da saldare
  - Esecuzione della saldatura
  - Trattamento termico dopo saldatura
    - Rinvenimento
    - Ricottura completa
    - Ricottura di distensione
- Consigli per la saldatura di acciai da utensili.

TRATTAMENTI TERMICI DEGLI ACCIAI DA UTENSILI
GENERALITÀ
TRATTAMENTI TERMICI CONVENZIONALI
- Normalizzazione
  - Applicabilità
  - Pratica operativa
- Ricotture
  - Ricottura completa
  - Ricottura isotermica
  - Ricottura di globulizzazione
  - Ricottura di distensione (Stress Relieving)
    - Pratica operativa
- Tempra e rinvenimento
  - Preriscaldo
  - Austenitizzazione
  - Austenitizzazione a temperatura inferiore alla prescritta
  - Austenitizzazione troppo breve
  - Surriscaldamento
    - Pratica operativa d'austenitizzazione
- Tempra o spegnimento
- Rinvenimento
  - Rinvenimento a temperatura superiore alla prescritta
  - Rinvenimento a temperatura inferiore alla prescritta
    - Pratica operativa
    - Impianti e attrezzature
- Trattamento sotto zero

TRATTAMENTI SUPERFICIALI
- Trattamenti termochimici
- Carbocementazione
- Nitrurazione
  - Nitrurazione gassosa
  - Nitrurazione in bagno di sali
  - Nitrurazione in vuoto
  - Nitrurazione al plasma o ionitrurazione
- Solforazione a bassa temperatura
- Tempra localizzata e riporti laser
- Finiture superficiali
  - Ossidazione con vapore
  - Cromatura dura
  - Nichelatura chimica
  - Fosfatazione
  - Rivestimenti di nitruri e carbonitruri di titanio

ACCIAI DA UTENSILI SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 4957.
- Definizioni
- Ordine e designazione

Processo di produzione
Composizione chimica
Qualità della superficie
Forma, dimensioni e tolleranze
Prescrizioni, controllo e prove dei prodotti
Requisiti aggiuntivi
Analisi sul prodotto
Durezza minima nella prova di temprabilità
Struttura
Qualità superficiale
Controllo dimensionale particolare
Tolleranza sulla massa
Marcatura
Controlli e prove specifici
Numero dei saggi
Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette
Metodi di prova
Riprove
Marcatura
BIBLIOGRAFIA

Capitolo secondo
ACCIAI DA UTENSILI NON LEGATI PER LAVORAZIONI A FREDDO

INTRODUZIONE
ACCIAI AL CARBONIO CLASSE 110
Fucinatura
Ricottura
Tempra
Temprabilità
Rinvenimento
Primo stadio del rinvenimento
Secondo stadio del rinvenimento
Terzo stadio del rinvenimento
Variazioni dimensionali alla tempra e rinvenimento
Sollecitazioni termiche
Sollecitazioni da trasformazioni strutturali
ACCIAIO AL CARBONIO-VANADIO CLASSE 120
ACCIAI AL CARBONIO-CROMO CLASSE 130 E AL CARBONIO-CROMO-VANADIO CLASSE 140
Scelta del contenuto di carbonio più appropriato
BIBLIOGRAFIA
Dati Tecnici degli acciai:
C45U
C70U
C80U
C90U
C105U
C120U
C140U

Capitolo terzo
ACCIAI DA UTENSILI LEGATI PER LAVORAZIONI A FREDDO

INTRODUZIONE
CARATTERISTICHE D'IMPIEGO DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO
Durezza
Tenacità
Resistenza all'usura
Temprabilità
TRATTAMENTI TERMICI DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO
Trasformazioni al raffreddamento
Tempra
Solubilizzazione dei carburi
Grossezza del grano austenitico
Alterazione superficiale
Cambiamenti di forma
Rinvenimento
Nitrurazione
INFLUENZA DEGLI ELEMENTI DI LEGA
Carbonio
Manganese
Silicio
Nichel
Cromo
Vanadio
Tungsteno
Molibdeno
Cobalto
EFFETTO DEGLI ELEMENTI DI LEGA DURANTE L'AUSTENITIZZAZIONE
Campo d'esistenza dell'austenite
Carburi indisciolti
Cinetica di dissoluzione dei carburi
Crescita del grano
INFLUENZA DEGLI ELEMENTI DI LEGA DURANTE LA TEMPRA
Influenza sulla temperatura Ms e Mf e sulla quantità d'austenite residua
INFLUENZA DEGLI ELEMENTI DI LEGA DURANTE IL RINVENIMENTO
CLASSIFICAZIONE DEGLI ACCIAI LEGATI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO
ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO MODERATAMENTE LEGATI
ACCIAI MEDIO LEGATI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO PER USI PARTICOLARI
Acciai da utensili al silicio
Acciai da utensili al tungsteno
ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO CON VARIAZIONI DIMENSIONALI CONTENUTE
Acciai al manganese
Acciai ledeburitici al cromo
ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A FREDDO FABBRICATI CON LA METALLURGIA DELLE POLVERI
Caratteristiche dell'acciaio Böhler K190 ISOMATRIX PM (X230CrVMo13.4)
Resistenza all'usura
Tenacità
Resistenza alla compressione
Indeformabilità
Caratteristiche dell'acciaio Böhler M390 ISOMATRIX PM (X190CrVMo20.4.1)
LAVORAZIONE MEDIANTE ELETTROEROSIONE DEGLI ACCIAI DA UTENSILI
Processi d'elettroerosione
Alterazioni delle proprietà generate dall'elettroerosione
Gradiente di durezza nella zona termicamente alterata

Influenza delle tensioni interne sulla formazione di cricche
Esempi di danneggiamento di utensili durante l'elettroerosione
Influenza del grado inclusionale sulle lavorazione d'elettroerosione
Prevenzione dell'eventuale elettrolisi
Misure per una corretta lavorazione degli utensili
Qualità del fluido dielettrico
BIBLIOGRAFIA
Dati tecnici degli acciai
102Cr6
X210Cr12
X40Cr14
40CrMnNiMo8-6-4[2)]
35CrMo7
X38CrMo16[2)]
X100CrMoV5
X153CrMoV12
X210CrW12
21MnCr5
90MnCrV8
70MnMoCr8
95MnWCr5
45NiCrMo16
105V
50WCrV8
60WCrV8

Capitolo quarto
ACCIAI DA UTENSILI LEGATI PER LAVORAZIONI A CALDO

INTRODUZIONE
PROPRIETÀ GENERALI
CLASSIFICAZIONE DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO
Acciai al Cromo, classe 510
Acciai al Cromo-Molibdeno, classe 520
Acciai al Cromo-Tungsteno, classe 530
Acciai al Tungsteno, classe 540
Acciai al molibdeno, classe 550
PROPRIETÀ DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO
Resistenza meccanica ad alta temperatura
Resistenza allo shock termico
Resistenza alla fatica termica
Resistenza all'usura
Stabilità dimensionale al trattamento termico
Variazioni dimensionali
Distorsioni
Lavorabilità
INFLUENZA DELLA TECNOLOGIA DI FABBRICAZIONE SULLE PROPRIETÀ DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONE A CALDO
TRATTAMENTI TERMICI MASSIVI DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO
Ricottura e stato di fornitura
Ricottura d'addolcimento o subcritica
Ricottura d'omogeneizzazione
Ricottura di distensione
Normalizzazione
Tempra
Preriscaldi di tempra
Austenitizzazione
Protezione delle superfici durante il riscaldo d'austenitizzazione
Spegnimento di tempra
Austenite residua
Rinvenimento
INFLUENZA DEI RINVENIMENTI SULLE CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO AISI H13
Caratteristiche dell'acciaio usato per la ricerca
Preparazione delle provette
PARTE SPERIMENTALE
Curve di rinvenimento
Misura della resilienza KVW
RISULTATI OTTENUTI E COMMENTO
Curve di rinvenimento
Resilienza KVW dopo rinvenimento a temperatura da 100 a 650°C
Resilienza KVW contro durezza
Effetto dei rinvenimenti d'addolcimento sulla resilienza KVW
Test di Student: significatività della differenza tra le medie
Test della funzione calcolata: confronto tra le varianze (caso di campioni di piccola numerosità, n < 30)
Effetto dei rinvenimenti d'addolcimento sulla resilienza KV
Andamento della resilienza KV contro la durezza HRC
Andamento della durezza HRC in funzione del ciclo termico
Andamento della resilienza KV in funzione del ciclo termico
CONCLUSIONI
Influenza della durata del rinvenimento
TRATTAMENTI TERMOCHIMICI DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO
Carbocementazione
Nitrurazione
Nitrurazione delle matrici d'estrusione dell'alluminio
Nitrurazione salina o morbida
Nitrocarburazione ferritica gassosa
Nitrurazione gassosa
Ionitrurazione
Nitrurazione gassosa a potenziale d'azoto controllato
INFLUENZA DEL CICLO DI FABBRICAZIONE DELL'UTENSILE SUL RENDIMENTO D'ESERCIZIO
SALDATURA DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO
SELEZIONE DEGLI ACCIAI DA UTENSILI PER LAVORAZIONI A CALDO PIÙ NOTI
LEGHE SPECIALI PER LAVORAZIONI A CALDO
LA TECNOLOGIA DI PROGETTAZIONE ED UTILIZZO DEGLI ACCIAI PER UTENSILI A CALDO

Fasi fondamentali dello sviluppo di nuovi acciai da utensili per lavorazioni a caldo
Proprietà monotoniche e cicliche degli acciai da utensili per lavorazioni a caldo: caratterizzazione comparativa
Caratteristiche monotoniche oltre lo snervamento (M.YS)
Comportamento monotonico tra carico di snervamento M.YS e carico di rottura a trazione UTS
Comportamento monotonico tra carico di rottura a trazione UTS e carico di rottura alla massima deformazione FS
Caratteristiche cicliche di resistenza e duttilità
Considerazioni relative alla nuova metodologia di comparazione proposta
Esempio d'applicazione pratica dei criteri esposti
CONCLUSIONI
BIBLIOGRAFIA
Dati tecnici degli acciai
48CrMoV6-7 (≈ 1.2323)
48CrMoNiV8-4 o 46CrSiMoV7 (1.2329)
X37CrMoV5-1 (1.2343)
X40CrMoV5-1 (1.2344)
50CrMoV13-15 (1.2355)
32CrMoV12-28 (1.2365)
X38CrMoV5-3 (1.2367)
X50CrMoV5-3
X30WCrV5-3 (1.2567)
X30WCrV9-3 (1.2581)
X35CrWMoV5 (1.2606)
38CrCoWV18-17-17 (1.2661)
55NiCrMoV7 (1.2714)
40NiCrMoV16 (1.2767)
32CrMoCoV12-30-12 (≈ 1.2885)
45CrNiWMoV8-4

Capitolo quinto
ACCIAI RAPIDI

INTRODUZIONE
CLASSIFICAZIONE DEGLI ACCIAI RAPIDI
Classificazione secondo UNI EN ISO 4957
Classificazione secondo AISI
MICROSTRUTTURA DEGLI ACCIAI RAPIDI
EFFETTO DEGLI ELEMENTI DI LEGA
Alluminio (Al)
Antimonio (Sb)
Arsenico (As)
Azoto (N)
Berillio (Be)
Boro (B)
Calcio (Ca)
Carbonio (C)
Carbonio Superficiale
Cerio (Ce)
Cobalto (Co)
Cromo (Cr)
Fosforo (P)
Idrogeno (H)
Magnesio (Mg)
Manganese (Mn)
Molibdeno (Mo)
Nichel (Ni)
Niobio o Columbio (Nb o Cb)
Ossigeno (O)
Piombo (Pb)
Rame (Cu)
Selenio (Se)
Silicio (Si)
Stagno (Sn)
Tantalio (Ta)
Tellurio (Te)
Titanio (Ti)
Tungsteno o Wolframio (W)
Uranium (U)
Vanadio (V)
Zirconio (Zr)
Zolfo (S)
Altri elementi
COMPOSIZIONE CHIMICA E CARBURI
DISTRIBUZIONE DEI CARBURI
TRASFORMAZIONI AL RISCALDAMENTO
TRASFORMAZIONI AL RAFFREDDAMENTO
Trasformazioni al rinvenimento
Arresto del raffreddamento durante la tempra
Raffreddamento sotto zero degli acciai rapidi
Tempra bainitica o austempering degli acciai rapidi
Durezza a caldo
GROSSEZZA DEL GRANO
Fattori che influenzano la grossezza del grano degli acciai rapidi
Ricotture
Ricottura completa
Ricottura di distensione
Tempra
Austenitizzazione
Spegnimento
Rinvenimenti
Procedure di trattamento termico
Metodi di riscaldamento e atmosfere protettive
Preriscaldo
Austenitizzazione o riscaldo ad alta temperatura
Rinvenimento
Nitrurazione
TRATTAMENTI DI FINITURA SUPERFICIALE DEGLI ACCIAI RAPIDI
PROPRIETÀ DEGLI ACCIAI RAPIDI
Durezza
Durezza a caldo
Resistenza all'usura
Tenacità
Altre Proprietà
Resistenza a compressione
Deformazioni
Conducibilità termica
Densità o peso specifico
CARATTERISTICHE QUALIFICANTI UN ACCIAIO RAPIDO
SELEZIONE DEGLI ACCIAI RAPIDI
ACCIAI DA UTENSILI PRODOTTI CON LA METALLURGIA DELLE POLVERI
Introduzione
ACCIAI RAPIDI PM
Trattamenti termici degli acciai rapidi PM
Ricottura

Ricottura di distensione
Tempra
Rinvenimento
Lavorabilità e rettificabilità
Resistenza all'usura
Tenacità
Grossezza del grano degli acciai PM
Finezza dei carburi
Resistenza alla compressione
SVILUPPO DEGLI ACCIAI RAPIDI PM
Applicazioni degli acciai rapidi PM
Fresatura
Lavorazione dei fori
Brocciatura
Fabbricazione degli ingranaggi
BIBLIOGRAFIA

Dati tecnici degli acciai

HS0-4-1	1.3325	M50
HS1-4-2	1.3326	M52
HS18-0-1	1.3355	T1
HS2-9-2	1.3348	M7
HS1-8-1	1.3327	M1
HS3-3-2	1.3333	\
HS6-5-2	1.3339	M2
HS6-5-2C[d)]	1.3343	M2+C
HS6-5-3	1.3344	M3 cl. 1
HS6-5-3C	1.3345	M3 cl. 2
HS6-6-2	1.3350	≈ M3 cl. 1
HS6-5-4	1.3351	M4
HS6-5-2-5[d)]	1.3243	M35
HS6-5-3-8	1.3244	(670)
HS10-4-3-10	1.3207	(669)
HS2-9-1-8	1.3247	M42
S390 Böhler	\	\

Capitolo sesto
ACCIAI DA STAMPI PER MATERIE PLASTICHE

Composizione chimica degli acciai per stampi, classi AISI 370 e 380
Proprietà generali e dati sui trattamenti termici degli acciai per stampi
Composizione chimica dei tipi di acciai da stampi per materie plastiche più usati e disponibili in Europa.
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.
Gruppo degli acciai coniabili (Classe 370)
Gruppo d'acciai da lavorazione meccanica (classe 380)
FORMATURA A CALDO E TRATTAMENTI TERMICI
Fucinatura
Ricottura
Cementazione, tempra e rinvenimento
SCELTA DEGLI ACCIAI DA STAMPI PER METERIE PLASTICHE
PROGETTAZIONE DEL PRODOTTO
PROGETTAZINE DELLO STAMPO
Scelta dell'acciaio
Acciai da cementazione
Acciai da tempra cuore
Acciai da bonifica forniti allo stato ricotto
Acciai prebonificati
Acciai indurenti per precipitazione
Acciai resistenti alla corrosione
Acciai da stampi per materie plastiche più usati in Europa
Qualità degli acciai da stampi per materie plastiche
FABBRICAZIONE DELLO STAMPO
Assenza di difetti nell'acciaio
Lucidabilità
Guida comparativa delle proprietà degli acciai per stampi per materie plastiche.
Valutazione della finitura superficiale
La Scala Zanola
Manuale dei procedimenti di finitura Zanola
Fattori che influenzano la lucidabilità dell'acciaio
Qualità dell'acciaio
Trattamento termico
Tecnica di lucidatura
Consigli pratici per la rettifica e la levigatura degli stampi
Consigli pratici per la Lucidatura degli stampi
Sequenze tipiche di lucidatura
Influenza delle condizioni della superficie prima della lucidatura
Finitura superficiale prima del trattamento termico
Difetti di lucidatura e rimedi
Buccia di arancia
Vaiolatura
Trattamento termico degli stampi
Stato di fornitura e disponibilità degli acciai per stampi
Barre piallate o tornite
Barre sgrossate di rettifica
Elettroerosione
Fotoincisione
Possibili difetti nella fotoincisione degli stampi
Macrostruttura dell'acciaio
Influenza dei trattamenti termici
Influenza della saldatura
Influenza dei processi di lavorazione
Influenza del processo di fotoincisione
Fotoincidibilità delle zone saldate
USO DELLO STAMPO
Rendimento dello stampo
Resistenza all'usura
Resistenza alla compressione
Resistenza alla corrosione
Conducibilità termica
Tenacità
GUIDA ALLA SCELTA DEGLI ACCIAI PER STAMPI PER MATERIE PLASTICHE
Selezione e applicazioni degli acciai americani
GUIDA ALLA SCELTA DEGLI ACCIAI PER STAMPI PER MATERIE PLASTICHE EUROPEI
BIBLIOGRAFIA
Dati tecnici degli acciai
21MnCr5 1.2162 ≈ 5115

6CrMo16	1.2341	\
15NiCr14	1.2735	\
19NiCrMo16	1.2764	≈ P6
40CrMnMo7	1.2311	≈ P20
43CrMnMo8	≈ 1.2312	≈ P20
40CrMnMoS8-6	1.2312	≈P20S
54NiCrMoV6	1.2711	≈ L6
55NiCrMoV7	1.2714	≈ L6
40CrMnNiMo8-6-4	1.2738	≈ P20
42CrMo4	1.7225	4142
42CrNiMo4	\	\
25CrMnNiMo6-6-5	\	\
30CrMnNiMo7-6	\	\
34CrNiMo7	\	\
X210Cr12	1.2080	D3
115CrV3	1.2210	\
X37CrMoV5-1	1.2343	H11
X40CrMoV5-1	1.2344	H13
X100CrMoV5	1.2363	A2
X155CrMoV12-1	1.2379	D2
95MnWCr5	1.2510	O1
45NiCrMo16	1.2767	6F3
90MnCrV8	1.2842	O2
X100CrMoV8-1-1	1.2990	\
HS6-5-2C	1.3343	M2
HS6-5-3C	1.3344	M3
31CrMoV9	1.8519	\
34CrAlNi7-10	1.8550	\
X42Cr13	1.2083	420C
X33CrS16	1.2085	420F
X36CrMo17	1.2316	≈ 431
X54CrMoV17-1	\	\
X90CrMoV18	1.2361	≈440B
X105CrCoMo18-2	1.4528	\
X170CrVMo18-3-1	\	\
X190CrVMoW20-4-1	\	\
X5CrS13	\	\
X3NiCoMoTi18-9-5	1.2709	≈18Ni (300)
X5CrNiCuNb16-4	1.4542	17.4 PH
X5CrNiCuNb17-4-4	1.4548	17.4 PH
13NiMnAlCuCr14-8	\	\
15NiCuAl12-10-10	\	\
15NiMoCr14-35	\	\
C45U	1.1730	\
C60U	1.1740	W1