

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 preriscaldamento

Molatura e rettifica

Caratteristiche del metallo d'apporto

Durezza

Resistenza al rinvenimento

Tenacità

Resistenza all'usura

Resistenza alla fatica termica (pirocricatura)

Lucidabilità

Fotoincisione

Danneggiamento da idrogeno

Influenza della microstruttura e della durezza

Influenza dell'intensità delle sollecitazioni

Precauzioni per evitare le cricche da idrogeno

Preriscaldamento 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 isoterma

Ricottura di globulizzazione

Ricottura di distensione (Stress Relieving)

Pratica operativa

Tempra e rinvenimento

Preriscaldamento

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 ionitrazione

Solfurazione 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
- Groschezza 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 lavorazioni 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
40CrMnNiMo8-6-4²⁾
35CrMo7
X38CrMo16²⁾
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 LAVORAZIONI 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 riscaldamento 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

Carbo cementazione

Nitrurazione

 Nitrurazione delle matrici d'estrusione dell'alluminio
 Nitrurazione salina o morbida
 Nitrocarburação 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 monotonic tra carico di snervamento M.YS e carico di rottura a trazione UTS
Comportamento monotonic 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
Preriscaldamento
Austenitizzazione o riscaldamento 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 coniacabili (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 MATERIE PLASTICHE

PROGETTAZIONE DEL PRODOTTO

PROGETTAZIONE 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 piattate o tornite

Barre sgrassate 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