

Proprietà degli acciai

Riassumiamo in breve le proprietà dei materiali:

Proprietà chimiche:

- composizione chimica del materiale
- struttura interna (reticolo cristallino, ecc)

Proprietà fisiche:

- temperatura di fusione
- massa volumica $M_v = \text{massa}/\text{volume}$ [kg/m^3] (chiamata in precedenza peso specifico)
- capacità termica massica $C_m = \text{calore} / (\text{intervallo di temperatura} \cdot \text{massa})$ [$\text{J} / ^\circ\text{C} \cdot \text{kg}$]
- dilatazione termica

Proprietà meccaniche:

- resistenza meccanica
- resilienza
- durezza
- resistenza all'usura
- resistenza a fatica

Proprietà tecnologiche:

- fusibilità (o colabilità)
- saldabilità
- truciolabilità
- malleabilità (trasformare in lamine)
- duttilità (trasformare in fili per trazione)
- estrudibilità (passare in un foro sagomato sotto l'azione di una pressione)
- imbutibilità
- piegabilità

A seconda della presenza di elementi nella lega ferro-carbonio tali proprietà cambiano notevolmente; vediamo quali sono i cambiamenti iniziando ovviamente dal carbonio.

Carbonio (C): si trova in lega in percentuale variabile da 0,008% a 2,08%; aumentando la percentuale aumentano

- resistenza meccanica
- durezza
- resistenza all'usura
- fusibilità e colabilità
- temprabilità

e diminuiscono

- saldabilità
- resilienza
- plasticità a freddo

Cromo (Cr): in genere aumenta la durezza e la resistenza meccanica e migliora la resistenza alla corrosione; in percentuale superiore al 10% rende l'acciaio inossidabile

Nickel (Ni): aggiunto sempre insieme al cromo migliora tutte le proprietà meccaniche

Molibdeno (Mo): aggiunto insieme al Nickel ed al Cromo aumenta la profondità di tempra migliorando ulteriormente le proprietà meccaniche; gli acciai al Cr-Ni-Mo sono utilizzati per realizzare parti soggette a forti sollecitazioni

Silicio (Si): aumenta il limite di elasticità; viene utilizzato negli acciai per molle

Manganese (Mn): è sempre presente in piccole percentuali; se viene aggiunto aumenta la durezza e la resistenza all'usura; provoca fragilità di rinvenimento

Tungsteno(W): utilizzato insieme a Molibdeno e Vanadio (V) negli acciai rapidi per utensili nei quali garantiscono notevole durezza anche a caldo

Cobalto (Co): aggiunto a W-Mo-V aumenta ulteriormente la durezza ad alta temperatura negli acciai per utensili

Piombo (Pb) – Zolfo (S): aumentano la lavorabilità alle macchine utensili anche se diminuiscono in genere le proprietà meccaniche

La presenza di Zolfo(S), Fosforo (P), Azoto (N), Idrogeno (H), Ossigeno (O) aumenta la fragilità della lega e quindi deve essere evitata.

Vediamo ora come vengono impiegati i vari tipi di acciaio in funzione degli elementi presenti nella lega.

Acciai per impieghi generali: non contengono elementi in lega ad eccezione del carbonio e vengono venduti dai produttori con precise garanzie soltanto per quel che riguarda la resistenza a trazione e compressione.

Non sono adatti ai trattamenti termici.

Sono saldabili.

Vengono utilizzati per pezzi soggetti a sollecitazioni di tipo statico.

Es. S235JR, S355JR, E295, E335, E360

Acciai da bonifica: caratterizzati da una percentuale di carbonio che varia dallo 0,22% allo 0,5% hanno elevate caratteristiche meccaniche che vengono ulteriormente incrementate dal trattamento di bonifica.

Si dividono in:

- acciai al carbonio
- acciai legati al cromo
- acciai legati al nichel, cromo, molibdeno

Gli acciai al carbonio si utilizzano per pezzi di piccolo spessore (fino a 25-30 mm)

Gli acciai legati al Cr o Cr-Mn si utilizzano per spessori fino a 60mm; occorre fare attenzione al fatto che questi acciai soffrono di fragilità di rinvenimento se rinvenuti a 500°C

Gli acciai al Ni-Cr-Mo sono i migliori e la loro profondità di tempra può arrivare a 200mm di spessore.

Es. C40, C45, 36CrNiMo4, 42CrMo4

Sono destinati alla produzione di alberi motore, alberi di trasmissione, semiassi.

Acciai da cementazione: sono acciai destinati al trattamento di cementazione seguito da tempra. I pezzi prodotti sono caratterizzati da elevata durezza superficiale unita ad una buona tenacità nel nucleo. Gli acciai da cementazione possono essere sia al carbonio che legati; la percentuale di carbonio è compresa tra lo 0,1% e lo 0,22%.

Es. C10, 16NiCr11, 20MnCr5, 20NiCrMo2

Vengono utilizzati per ingranaggi, spinotti, boccole, perni, camme.

Acciai da nitruazione: sono essenzialmente acciai da bonifica nei quali vengono aggiunti Cr e Al per facilitare la

diffusione dell' azoto. Con la diffusione dell' azoto si formano nello strato superficiale dei nitruri che incrementano notevolmente la durezza; la velocità di diffusione è nell' ordine di 0,01 mm ogni ora.

Es. 30CrMo12, 41CrAlMo7

Acciai per molle: sono acciai caratterizzati da una percentuale di carbonio variabile tra lo 0,5 e lo 0,6% che amplia l'intervallo nel quale il materiale rimane nella fase elastica; per migliorare ulteriormente l'elasticità del materiale viene aggiunto il silicio in percentuali variabili dallo 0,5 al 2%.

Es. C60, 50Si7, 55Si8, 55SiCrNi5

Gli acciai per molle sono destinati alla costruzione di molle, balestre, barre di torsione.

Acciai per cuscinetti: sono acciai legati al cromo con percentuale di carbonio intorno all' 1% ; vengono sottoposti a tempra con rinvenimento a 150-200 °C.

Sono caratterizzati da elevata durezza e resistenza all'usura.

Es. 100Cr6, 100CrMn7

Acciai inossidabili: sono acciai legati (gruppo II.3) contenenti almeno il 12% di Cr e 1-2% di Ni. La resistenza alla corrosione è dovuta alla formazione di una pellicola di ossido che ricopre il pezzo e lo protegge (passivazione). Oltre alla designazione alfanumerica si trovano spesso in commercio con la designazione AISI.

Es. X5CrNi18-12 (AISI 304), X12Cr13 (AISI 410)

Acciai automatici: sono acciai nei quali la presenza di Pb e S in lega migliora la lavorabilità alle macchine utensili.

Es. 11SMnPb30 (comunemente chiamato AVP)

Acciai al carbonio per utensili: sono caratterizzati da percentuali di carbonio variabili da 0,6% a 1,2% che conferiscono elevata durezza e resistenza all'usura.

Es. C112KU

Applicazioni: lime, pialle, scalpelli di media qualità

Acciai rapidi: sono caratterizzati da durezza e resistenza all'usura ancora maggiori rispetto agli acciai al carbonio per utensili; tali proprietà sono dovute alla presenza di W, Mo, V che formano dei carburi durissimi. Per la resistenza alle alte temperature sono adatti all'utilizzo alle macchine utensili (tornio, fresa, trapano, ecc.)

Es. X87WMoV6-5-2 KU (equivale a HS 6-5-2), X78WV18-1 KU (equivale a HS 18-0-1)

Acciai superrapidi: oltre alla presenza di W, Mo, V è presente il cobalto che incrementa la durezza a caldo permettendo di aumentare la velocità di taglio. La presenza di Co aumenta anche la fragilità del materiale che può quindi scheggiarsi o rompersi in caso di urti.

Es. X80WCo18-10 KU (equivale a HS 18-0-1-10), X150WCoV13-05-05 KU (equivale a HS12-1-5-5)

Acciai per lavorazioni a freddo: possiedono durezza, resistenza all'usura e tenacità. Vengono utilizzati per realizzare matrici, filiere, maschi per filettare, cesoie, attrezzature per misure di precisione.

Es. 88MnV8KU, X210Cr12, 90MNVCr8

Acciai per lavorazioni a caldo: oltre alle proprietà degli acciai per lavorazioni a freddo questi acciai devono presentare buona conducibilità termica e stabilità delle proprietà meccaniche alle alte temperature. Vengono utilizzati per matrici, stampi a caldo, ecc. Le proprietà sono dovute alla presenza in lega di Co, Cr, Mo, Ni, W.

Es. 40NiCrMoV16

Acciai per bulloneria: a seconda della classe di resistenza della vite (es. 4.8, 8.8, 12.9) vengono usati acciai al carbonio o acciai legati con B, Cr, Mn sottoposti sempre a trattamento di bonifica per le classi più elevate

Es. 23MnB5, 41Cr4, (per viti classe 8.8)

Nota importante: la classe di resistenza della vite indica il carico unitario di rottura R_m ed il carico unitario di snervamento R_s (o di scostamento dalla proporzionalità $R_{p0,2}$) del materiale con cui è realizzata la vite; ad esempio abbiamo:

classe 8.8: $R_m = 800 \text{ N/mm}^2$, $R_{p0,2} = 640 \text{ N/mm}^2$

classe 12.9: $R_m = 1200 \text{ N/mm}^2$, $R_{p0,2} = 1080 \text{ N/mm}^2$

Esempio: vari tipi di acciaio e loro utilizzo			
EN 10027-1	EN 10027-2	AISI	Utilizzo
C10	1.0301		Acciaio da cementazione
C15	1.0401		Acciaio da cementazione
16MnCr5	1.7131		Acciaio da cementazione
20MnCr5	1.7147		Acciaio da cementazione
16NiCr11	1.7232		Acciaio da cementazione
20NiCrMo2	1.6523		Acciaio da cementazione
C30	1.1178		Acciaio da bonifica
C40	1.1186		Acciaio da bonifica
C50	1.1206		Acciaio da bonifica
C60	1.1221		Acciaio da bonifica
41Cr4	1.7035		Acciaio da bonifica
25CrMo4	1.7218		Acciaio da bonifica
42CrMo4	1.7225		Acciaio da bonifica
39NiCrMo3	1.6510		Acciaio da bonifica
100Cr6	1.3505		Acciaio per cuscinetti
100CrMo7	1.3537		Acciaio per cuscinetti
55Si7	1.5026		Acciaio per molle
50CrV4	1.8159		Acciaio per molle
41CrAlMo7	1.8509		Acciaio da nitrurazione
X5CrNi18-12	1.4301	304	Acciaio inossidabile austenitico
X5CrNiMo17-12	1.4401	316	Acciaio inossidabile austenitico
X12Cr13	1.4006	410	Acciaio inossidabile martensitico
X20Cr13	1.4021	420	Acciaio inossidabile martensitico
11SMnPb30	1.7018		Acciaio automatico (AVP)
X90WCoMoV6-5-5-2 KU	1.3243		Acciaio superrapido (HS-6-5-2-5)