

LEGAMI CHIMICI

$F_N(r) = F_A(r) + F_R(r)$ $F_N = 0$ all'equilibrio $\rightarrow r_0 =$ distanza equilibrio

$E_N = \int_{\infty}^r F_N dr = E_A + E_R$ $\rightarrow E(r_0) = E_0 =$ energia di legame = eu. minima

$\uparrow E_0 \Rightarrow \uparrow T_{fus}$, \uparrow mod. el., \downarrow deformabilità

mod. el. = $E = \sigma / \epsilon$ $\sigma \Rightarrow \epsilon$

$\sigma = \frac{F}{A}$ [$P_0 = \frac{N}{m^2}$] sforzo applicato

$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0}$ deformabilità

- legame ionico: $\uparrow E_0$, no conduttori, legame adirezionale, struttura ordinata e simmetrica (cristallina), $\uparrow R_m$, $\uparrow HV$, $\uparrow T_{fus}$
es: materiali ceramici
- legame covalente: $\uparrow \downarrow E_0$, no conduttori, legame direzionale,
es: composti organici, materiali polimerici
- legame metallico: $\uparrow E_0$, si conduttori, legame adirezionale, struttura cristallina
es: metalli

▪ strutture amorfe: vetro e alcuni polimeri

▪ strutture cristalline: metalli e materiali ceramici

14 celle elementari = reticoli di Bravais

direzioni cristallografiche: $[n\ n\ n]$ ($\langle n\ n\ n \rangle$ direzioni equivalenti)

piano cristallografico: $(n\ n\ n)$ ($\{n\ n\ n\}$ piani equivalenti) \rightarrow spazio tra atomi

\uparrow n° sistemi di scorrimento $\Rightarrow \uparrow$ deformabilità

Reticolo	Metalli	Piani Scorr.	Direz. Scorr.	N° sist. scorr.
CFC	Fe- γ , Cu, Al, Ni, Pb, Ag, Au	4: $\{1\ 1\ 1\}$	3: $\langle 1\ 1\ 0 \rangle$	$4 \times 3 = 12$
CCC	Fe- α , Fe- δ , Mo, W, Cr,	6: $\{1\ 1\ 0\}$	2: $\langle 1\ 1\ 1 \rangle$	$6 \times 2 = 12$

CFC più deformabile CCC (a Tamb non tutti i sis scorr. sono attivi)

! All'equilibrio si ha il minimo di Energia

DIFETTI RETICOLARI

- di punto: deforma il reticolo $\rightarrow \uparrow R_m$, \downarrow conducibilità elettrica
 - vacanze: $\uparrow T \Rightarrow \uparrow n^{\circ}$ vacanze
 - autointerstiziali
 - atomi sostituzionali (se rispettate le 4 regole di Hume-Rothery!)
 - atomi interstiziali: C, H, N, B, P
- di linea:
 - dislocazioni = extra semi-piano reticolare, 10^{6-7} per cm^2
meccanismo responsabile della deformazione plastica
 - ostacolo movimento dislocazioni $\Rightarrow \uparrow R_m$, \downarrow deformabilità
- di superficie:
 - superfici esterne
 - bordi grano: \downarrow conducibilità, \downarrow dim grano $\Rightarrow \uparrow n^{\circ}$ bordi grano $\Rightarrow \Rightarrow \uparrow$ ostacoli $\Rightarrow \uparrow R_m$
 - piano geminato (twin)
 - di impilamento
- di volume: matrice eudogena (porosità, cicche) o esogena (inclusioni)

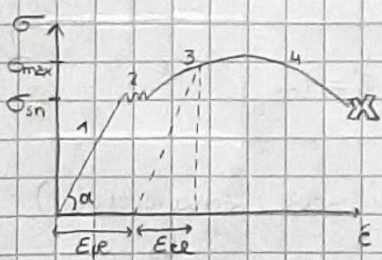
PROVE MECCANICHE

• Prova di trazione

$L_0 = k \sqrt{S_0}$ tratto utile

$\sigma = F / S_0$ sforzo [MPa]

$\epsilon = \Delta L / L_0$ deformazione $E = E_{el} + E_{pe}$



- ① periodo elastico (delle piccole deformazioni): $E = \sigma / \epsilon$
- ② snervamento
- ③ periodo plastico (delle grandi deformazioni): $\sigma = k \epsilon^n$
- ④ periodo strizione

$E = \sigma / \epsilon = \tan \alpha$ modulo elastico [MPa]

σ_{sn} = sforzo di snervamento = limite elastico

$R_{p0.2}$ = carico unitario di scostamento dalla proporzionalità = sforzo che comporta una def. permanente pari allo 0,2%

σ_{max} = sforzo massimo o di rottura = sforzo in corrispondenza del quale inizia il fenomeno della strizione

$A\% = \frac{L_f - L_0}{L_0} \cdot 100$ allungamento percentuale

$Z\% = \frac{S_f - S_0}{S_0} \cdot 100$ strizione percentuale

- frattura duttile: ↑ strizione, manconi a forma di coppa di corni

- frattura fragile: ↓ strizione, separazione netta

$E_{Ass} = E_{el} + E_{pe} = \int_0^{\epsilon_{sn}} \sigma_{el} d\epsilon + \int_{\epsilon_{sn}}^{\epsilon_m} \sigma_{pe} d\epsilon$

↑ E_{Ass} ⇒ ↑ deformabilità ⇒ ↑ KV

↑ T ⇒ ↓ σ_{sn} , ↓ σ_{max} , ↑ A%, ↑ Z%, ↑ E_{Ass}

↑ C ⇒ ↑ σ_{sn} , ↑ σ_{max} , ↓ A%, ↓ Z%, ↓ E_{Ass}

• Prova di Durezza

durezza = capacità di un materiale di resistere a una deformazione localizzata

- Prova Brinell (HB): max durezza è 550 HB, meno abrasiva, penetratore sferico in carburo di tungsteno, (diametro)

$\sigma_{max} = 3,45 \cdot HB$

- Prova Vickers (HV): più precisa, più complessa, penetratore di diamante a piramide a base quadrata (media diagonale)

$HB = HV$ fino a 400

- Prova Rockwell (HRC): più semplice, meno precisa, penetratore conico in diamante o sferico in carburo di tungsteno, (h)

- Prova di Knoop (HK): per microdurezza, penetratore diamante a piramide rombica, (diagonale maggiore)

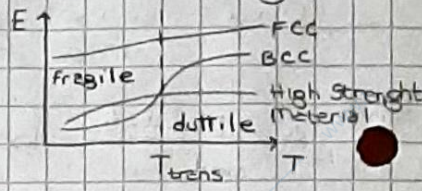
• Prova di Resilienza (KV)

resilienza = capacità di un materiale di resistere a sollecitazioni impulsive = energia necessaria per rompere un provino nella prova di Charpy = energia assorbita dal provino = $mgh_f - mgh_i$ = area sottesa dalla curva σ/ϵ

- Prova di Charpy: prova dinamica, pendolo

- Frattura fragile: no deformazione, istantanea, inter o trans granulare

- Frattura duttile/tenace: si deformazione, ↑ KV



Trans: fragile → tenace/duttile

MECCANISMI DI RAFFORZAMENTO

↑ ostacoli per dislocazioni ⇒ ↑ R_m, ↓ deformabilità

- ↑ n° di difetti (puntuali, lineari, superficiali)
- formazione di soluzione solida (o lega metallica): ↑ [soluto] ⇒ ↑ R_m, sostituzionali o interstiziali (ü) ostacolano il movimento delle disl.
 - per ancoraggio per completa solubilità: atomi interstiziali al di sotto della dislocazione, atomi sost. piccoli al di sopra (zona compressione), atomi sost. grandi al di sotto (zona tensione)
 - per formazione di seconda fase (o precipitazione): p. coerenti o p. incoerenti (ü, meccanismo Orowan) = come passano le dislocazioni * meccanismo Frank-Read
- P.S. ↑ quantità, ↓ dimensione ⇒ ↑ R_m

• incrudimento = deformazione plastica del metallo a freddo, a $T < 0,3 T_{fus} \Rightarrow \uparrow R_m, \downarrow A\%, \uparrow n^\circ \text{ dislocazioni}^* (10^{10} \text{ per cm}^2), \uparrow HV$

• riduzione dimensione bordo grano: ↓ dim ⇒ ↑ R_m, ↑ KV (ü)

• formazione di costituenti strutturali di non equilibrio: attraverso i trattamenti termici

• Ricristallizzazione: per ↑ A% ed evitare fratture, a $T = 0,3/0,5 T_{fus}$ recupero + ricristallizzazione + accrescimento grano

DIAGRAMMI DI STATO

$$V = C_i + m - F \rightarrow \text{fasi presenti}$$

↓
varianza = n° di parametri che si possono variare senza alterare l'equilibrio

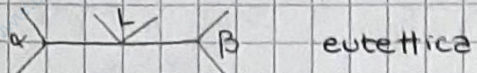
↓
componenti chimici indipendenti (2) fattori fisici efficienti (1)

termostatazione = fenomeno dovuto al fatto che il sistema durante il raffreddamento, cede il calore latente di solidificazione, $v = 0$

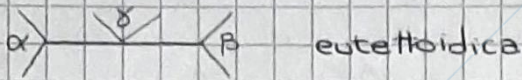
N.B. nel costituente eutettico il rapporto tra le fasi è costante a parità di T

trasformazione eutettica : $L \rightarrow$ costituente eutettico (cost. lamellare)

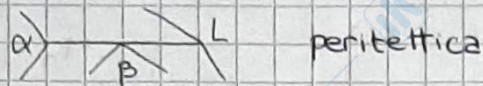
trasformazione peritettica : $\alpha_{II} + L \rightarrow \beta$ (pei) / $\beta + L$ (ipe) / $\alpha_{II} + \beta$ (ipo)



eutettica

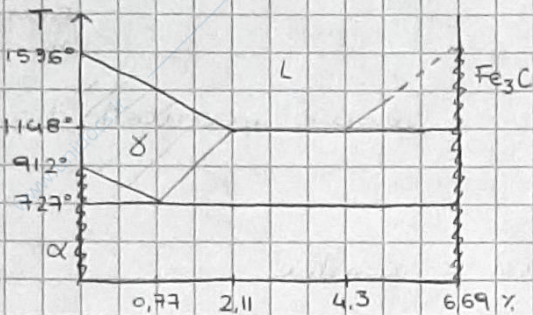


eutettoidica



peritettica

Diagramma di stato Fe-C



$T < 912^\circ$: Fe- α (ccc)

$912^\circ < T < 1394^\circ$: Fe- δ (cfc)

$1394^\circ < T < 1536^\circ$: Fe- γ (ccc)

solubilità: 2,11% (1148°), 0,02% (727°);
0,08% (T_{amb})



peritettica (1495°C)



eutettica (1148°C)



peritettica (727°C)

tr. eutettoidica : $\delta \rightarrow$ perlite (= costituente lamellare = $\alpha_{lam} + Fe_3C_{lam}$)

tr. eutettica : $L \rightarrow$ ledeburite (= c. globulare = matrice δ + globuli Fe_3C)

- costituenti strutturali
- austenite (= grani omogenei δ)
 - perlite (= c. lamellare = $\alpha_{lam} + Fe_3C_{lam}$)
 - ferrite (= grani omogenei α)
 - cementite III (= placchette Fe_3C) $\leftarrow \alpha$
 - cementite II (= placchette Fe_3C) $\leftarrow \delta$
 - ledeburite (= c. globulare = matrice δ + globuli Fe_3C)
 - lede trasformata (matrice perlite + globuli Fe_3C)
 - cementite I (= grani omogenei Fe_3C) $\leftarrow L$

P.S. R_m (ipe-eut.d.) $>$ R_m (ipo-eut.d.)

TRATTAMENTI TERMICI (T.T.)

punti critici = T dove si ha una trasformazione di fase della lega allo stato solido

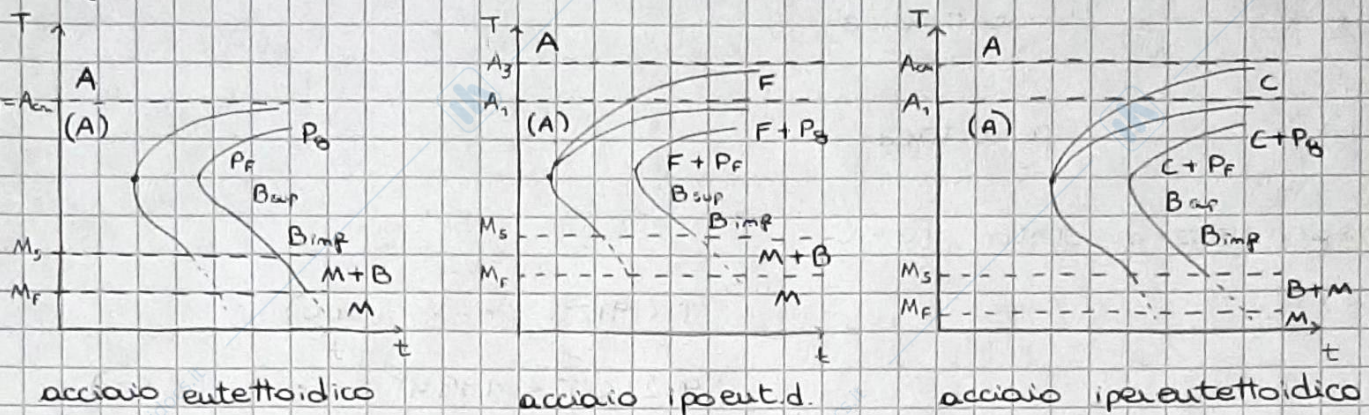
- A_1 : $A \rightleftharpoons P$
- A_3 : $A \rightleftharpoons F$
- A_{cm} : $A \rightleftharpoons C_{II}$

elementi austenitizzanti ($\downarrow A_3$): Ni, Co, Mn, C, N, Cu, Zn

elementi ferritizzanti ($\uparrow A_3$): Al, V, Cr, Mo, S, Ta, Nb, Zr

Curve TTT (Time Temperature Transformation)

trasformazione isoterma dell'austenite



$\uparrow C\%$, $\uparrow EP\%$ \Rightarrow curve in basso e a dx

P.S. se M_f e' $< T_{amb}$ allora ho austenite residua

Curve CCT (Continuous Cooling Transformation)

trasformazione anisoterma dell'austenite



N.B. solo gli acciai che hanno i pt. critici possono essere trattati termicamente

\uparrow la struttura e fine ($M > B > P_F > P_B$) $\Rightarrow \uparrow R_m, \uparrow HV$

Strutture di equilibrio e non

F, P, C, B (per nucleazione e accrescimento)

Bainite = aghi α + placchette Fe_3C (\parallel mella sup, \perp mella inf)

$\uparrow T$ accrescimento, $\downarrow T$ nucleazione

Martensite: trasf. istantanea / militare, aghi orientati di 60° ,
 trasf. attraverso un movimento coordinato di atomi,
 BCT = cella tetragonale, \uparrow Volume, $\uparrow HV$, $\uparrow R_m$, $\downarrow KV$,
 appare all'interno dei grani austenitici (NON a fondo grano)

V_{cs} = velocità critica superiore = velocità di raffreddamento minima per ottenere 100% Martensite

$\sigma_{max} = 3,45 \text{ HB} \quad [\text{MPa}]$

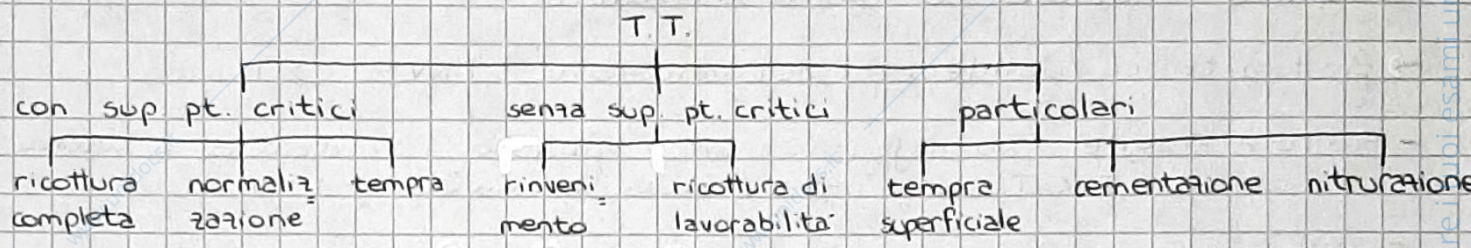
$\sigma_{sn} = 0,7 \cdot \sigma_{max}$

$\sigma_{sn} = 0,9 \sigma_{max}$ (se acciaio per molle)

$\sigma_{max} = 300 + n^* 1000 C + 100 (\text{Si} - 0,3) + 150 (\text{Mn} - C) + 40 \text{Ni} + 150 \text{Cr} + 300 \text{Mo} + 700 \text{V} + 50 \text{Al}$

N.B. NO Mn, Si se > 1,5%, Mo se > 0,3%, E se > 0,75%

T.T. = riscaldamento (continuo o a gradini, in forno) + mantenimento (50-70°C sopra A3 per gli ipo, 50-70°C sopra A1 per gli iper → austenizzazione parziale; t = 0,5h.inch) + raffreddamento



bonifica = tempra + rinvenimento

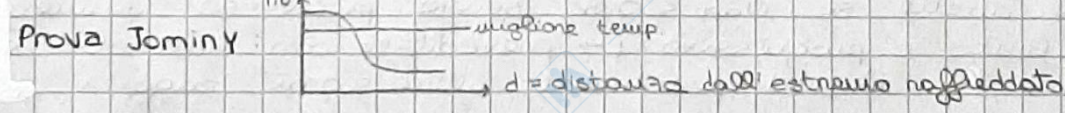
rigenerazione = normalizzazione + ricottura lavorabilità

T_{rinv}	n^*	
600°	1	Bon, Nitr
450°	2,3	molle
200°	3,8	Auto
150°	4	Cem

- ricottura completa: raf. lento, in forno
→ $P_8 + F$ (ipo), $P_8 + C_{II}$ (iper); struttura più omogenea e regolare, omogeneizzazione comp chimica; ↓ HV, ↓ R_m , ↑ \$
- normalizzazione: raf. ± veloce, in aria
→ $P_8 + F$ (ipo), $P_8 + C_{II}$ (iper); struttura più omogenea e regolare; ↑ R_m , ↑ HV (⇒ usura utensili), ↓ \$
- tempra: raf. veloce, in H_2O (↓ EE%, ↓ dim) o olio (↑ EE%, ↑ dim)
→ M (ipo), M + C (iper); ↑↑ R_m , ↑↑ HV, ↓ KV, ↑ fragilità

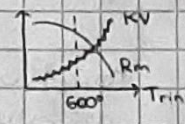
temprabilità = capacità di un acciaio di assumere struttura di tempra a distanza dalla superficie di scambio di calore col mezzo temprante

↑ EE%, ↑ C% ⇒ ↑ temprabilità: $\uparrow R_m \rightarrow$ stessa microstruttura al cuore e in superficie



tensioni residue: non visibili, non dovute al carico applicato, ma generate dal gradiente termico che si ha durante il raffreddamento o causate dall'aumento di volume quando A → M (⇒ cicche ta tempra)

- ricottura lavorabilità: risc. + mant. + raf. arbitrario
→ ↑ temprabilità, ↑ lavorabilità, ↓ HV, ↓ usura
- rinvenimento: risc. + mant. (circa 600°) + raf. arbitrario
→ ↓ HV, ↓ R_m , ↑ KV, ↓ tensioni residue, ↓ fragilità



malattia Krupp = fragilità da rinvenimento, se $550^\circ < T_{rinv} < 600^\circ$ e ↑ Cr, si formano carburi di cromo, si evita se c'è Mo

- cementazione: riscaldamento ($T > pt. critici \rightarrow CFC$, il C diffonde facilmente, es: $900^\circ C$) + mantenimento (per 2-5 h in atmosfera ricca di C, grazie alla combustione)
 - $\rightarrow 0,2\% \rightarrow 0,8\%$ di C; spessore superficie 1-2 mm; 900 HV
- nitrurazione: riscaldamento ($T < pt. critici \rightarrow CCC$, es: $520-540^\circ C$) + mantenimento (per 12-96 h in atmosfera ricca di N, grazie alla dissociazione dell'ammoniaca \rightarrow forma nitrucci NAE, NCE)
 - \rightarrow spessore superficie 0,1-0,2 mm; 1200 HV

FENOMENI DI DANNEGGIAMENTO della matrice metallica

- fragilità: causata da sforzo meccanico
 - frattura tenace / duttile: si deforma, $\uparrow KV$, $T > T_{trans}$
 - Frattura Fragile: No deformazioni, frattura istantanea, senza preavviso, $T < T_{trans}$, inter/trans-granulari, $\downarrow KV$

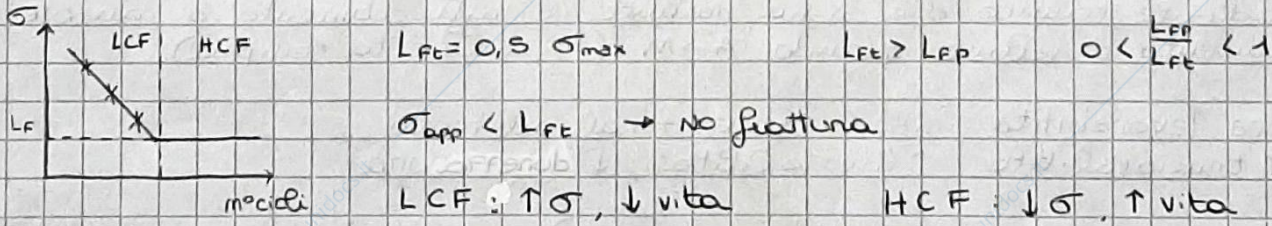
I fattori che influenzano la fragilità:

- T: devo lavorare a $T > T_{trans}$ per evitare fratture fragili
- composizione chimica: se $\uparrow C\%$ allora $\uparrow T_{trans}$ e $\downarrow KV$; se $\uparrow Ni, Mn$ allora $\downarrow T_{trans}$ e $\uparrow KV$ (se $Ni, Mn > 8\%$ \rightarrow No T_{trans}); se ho elementi nocivi (S, P, H, O, N) allora \uparrow fragilità
- geometria componente: cambi sezione, intagli, cicche $\rightarrow \downarrow KV$
- velocità di deformazione: sforzo impulsivo favorisce cedimento fragile
- malattia di Krupp
- caratteristiche microstrutturali: \uparrow fine $\rightarrow \uparrow HV \rightarrow \downarrow KV$ (es: Martensite)

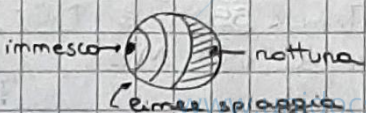
$K_{Ic} = \beta \sigma \sqrt{\pi a}$ tenacità a frattura, $[MPa\sqrt{m}]$, $\downarrow K_{Ic} \rightarrow \downarrow KV$
se $K_{app} > K_{Ic} \rightarrow$ propagazione istantanea difetto \rightarrow rottura di sbalzo

- fatica: causata da carichi ciclici, 75% dei casi, No deformazione avviene anche se $\sigma_{app} < \sigma_{sn}$, senza preavviso, danneggiamento lento e progressivo (\rightarrow prevedibile con controlli non distruttivi, es: liquidi penetranti, ultrasuoni, raggi X, magneti)

Prova Wohler: provino sottoposto a trazione e rotazione



la frattura per fatica si origina in superficie e propaga poi all'interno (nucleazione + propagazione + cedimento fragile/tenace)



I fattori che influenzano la vita a fatica ($\downarrow L_F$):
 difetti matrice, geometria componente, finitura superficiale
 (\uparrow rugosità $\rightarrow \downarrow L_F$)

$\uparrow R_m \rightarrow \uparrow L_F$

- Corrosione: processo chimico o elettrolitico, in cui gli atomi di un metallo solido reagiscono con una sostanza a contatto con la superficie esposta \rightarrow deterioramento, $\downarrow R_m$

- corrosione a secco (chimico)

- corrosione a umido (elettrolitico): sistema galvanico

Principali forme di corrosione: generalizzata, galvanica, vaiolatura, sottodeposito, intergranulare, sottotensione

- Scorrimento viscoso (creep): meccanismo di deformazione controllato dalla diffusione, quando $T \uparrow$ e σ modesto, frattura solitamente intergranulare

- Usura

ACCIAI

- Normativa EN 10027

- Gruppo 1: in base all'uso e proprietà [A n n n + indicazioni accessorie]

A = impiego acciaio, 11 lettere (S = imp. strutturali, E = costr. macchine)

n n n = carico min. smessa in MPa (per S, E, P)

ind. acc = resilienza (per S) = $J(27J)/K(40J)/L(60J) + 0(0^\circ)/2(-20^\circ)/R(T_{10})$

- Gruppo 2: in base alla comp. chimica

- acciai non legati con $Mn < 1\%$ [C n n]

C = carbonio n n = $\% C \cdot 100$

- acciai basso legati ($Mn > 1\%$, $Ee < 5\%$) [n n A B ... n n - n n]

n n = $\% C \cdot 100$ A, B = Ee in lega

n n = $\% Ee$ Fattore di moltiplicazione F

$F = 4(Cr, Co, Mn, Ni, Si, W) / 10(A, Cu, Mo, Nb, Ti, V) / 100(N, P, S) / 1000(B)$

- legati ($Ee > 5\%$) [X n n A B ... n n - n n]

X = Ee $> 5\%$ n n = $\% C \cdot 100$ A, B = Ee n n = $\% Ee$

- acciai rapidi [H S n n - m m - k k - z z]

H S = High speed m = $\% W$ o = $\% Mo$ v = $\% V$ Co

- Classificazione pratica: acciai da costruzione di uso generale (E gruppo 1); acciai speciali da costruzione (E gruppo 2.1 ^ 2.2: bon, molle, autot, cem, nitr); acciai inossidabili (E gruppo 2.3: austenitici, ferritici, martensitici, indurenti, duplex); acciai per utensili; acciai per usi speciali

• acciai da costruzione di uso generale:

$\% C < 0,2\%$, $SP < 0,03\%$, $0,3\% < Si < 0,8\%$, $0,4\% < Mn < 0,7\%$

↓ % EE ⇒ ↓ σ , ↓ R_m (≈ 500 MPa) , T KV , T deformabilità

No trat. term , saldabili ($C_{eq} < 0,4$) , i più prodotti , es: scafo nave

per ↑ R_m : diminuzione grana , precipitazione (+ Ti, Ta, Nb, V $< 0,001\%$ ⇒ HSLA + 700 MPa)

$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{1}{5}(Cr + Mo + V) + \frac{1}{15}(Ni + Cu)$

• acciai speciali da costruzione:

meno prodotti (10%) , ↑ R_m , $0,1\% < C < 0,6\%$, EE = Cr, V, Mo, Ni, Al (Si, Mn)
 ↑ σ , si trat. term , No saldabili

	Bonifica	Nitrurazione	Molle	Autotempranti	Cementazione
C	> 0,2	> 0,2	$\approx 0,5$	> 0,25	< 0,2
EE	Mo se Cr	Al = 0,5 → 1,5	Si = 1,5 → 2	$5 < Ni + Cr + C < 7$	
T _{min}	600°	600°	450°	200°	150°

- bonifica: ↑ R_m , ↓ saldabilità , EN 10083 ↓
 → non legati: C22, C40, C45 (pezzi piccoli, tempia in H₂O, ↓ σ)
 → legati: 25CrMo4, 42CrMo4, 39NiCrMo3, 41NiCrMo7 (tempia olio, ↑ σ)
 es: alberi trasmissione/gomita/camme, assi, assi ferroviari
 per ↑ R_m e ↑ temp: ↑ Cr, Ni e poco TC (⇒ ↓ KV)
 ciclo tecnologico: ① rigenerazione, ② l.m.u.s., ③ Bonifica, ④ l.m.u.f., ⑤ nitr.

- autotempranti: ↑ R_m , ↑ HV , ↑ temprabilità: tempia in aria → sempre M
 es: 36NiCrMo16 , alberi navali ← EN 10083
 c.t.: ① ricottura completa, ② l.m.u.s., ③ bonifica, ④ l.m.u.f.

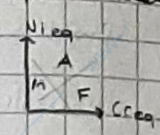
- molle: ↑ $\sigma_{sn} = 0,9 \sigma_{max}$, lavorano in campo elastico , EN 10132 ^ 10089 ↓
 → non legati: C60, C75, C80, C100 (↑ C% → ↑ R_m , ↓ KV)
 → legati: 49Si7, 54SiCr6, 52SiCrNi5, 50CrV4, 60SiCrV7 (↑ EE → ↑ R_m , ↑ tau)
 c.t.: ① rigenerazione, ② l.m.u.s., ③ Bonifica, ④ l.m.u.f., ⑤ pallinatura (↑ tensioni residue, ↑ vita a fatica, ↓ rugosità)

- cementazione: ↑ R e HV superficiale → evitare usura da strisciamento
 → non legati: C10, C15 (↓ C% → ↑ KV) ← EN 10084
 → legati: 12NiCr3, 18NiCrMo5, 17NiCrMo12, 18CrMo4
 es: Bielle, ruote dentate
 c.t.: ① rigenerazione, ② l.m.u.s., ③ cem + Bonifica (T_{min} olio + R), ④ l.m.u.f.

- nitrurazione: ↑ HV sup. → evitare usura da strisciamento (ruote d, Bielle)
 es: 41CrAlMo7 (+ duro e prestante)
 c.t.: ① rigenerazione, ② l.m.u.s., ③ Bonifica, ④ l.m.u.f., ⑤ nitrurazione 10

www.unidocs.it Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

- acciai inossidabili: leghe Fe-Cr e Fe-Cr-Ni ($C < 1,2\%$, $Cr = 12\% \rightarrow 30\%$),
 ↑ R a corrosione grazie al film passivo (Cr_2O_3 , si forma spontanea-
 mente, si auto-rigenera, aderente, sottile)
 Ni = austenitizzante; Cr = ferritizzante ($Mn \leftrightarrow Ni$)
 diagramma Schaeffler: comp. chim. → struttura a Taub, PREN
 
- ferritici: struttura F, CCC, NO pt. critici, NO trat. term., si T_{trans} , ↓ R_m ,
 ↓ duttilità, R a corrosione media, $\sigma_{max} = 450-550$ MPa
 t.t.: ricottura di ricristallizzazione ($700^\circ-800^\circ$) (per ↓ tensioni residue)
 solubilizzazione
- austenitici: struttura A, FCC, NO T_{trans} , NO pt. critici, NO trat. term.,
 ↓ R_m , $\sigma_{max} = 500-650$ MPa, ↑ tenacità, ↑ R a corrosione (↑ se TMO)
 t.t.: solubilizzazione + distensione
 sensibilizzazione: $Cr < 12\% \rightarrow$ carichi di Cr, corrosione, per evitare
 $C < 0,03\%$, + Ti, Ta, Nb
- martensitici: struttura M, $T_{trans} = 0^\circ$, ↑ R_m , ↓ R a corrosione
 t.t.: tempra, rinvenimento, ricottura, distensione
- duplex: struttura F+A, ↑ R_m , ↑ R a corrosione, $T_{tran} = -80^\circ$, ↑ tenacità
 [AISI... o X...]

LEGHE

- Alluminio: FCC, NO T_{trans} , ↑ duttilità, ↓ $T_{fus} = 600^\circ$, ↓ peso specifico,
 ↑ conducibilità term/el, passivarsi (Al_2O_3), ↓ R_m , NO pt. critici
 - leghe da deformazione plastica
 - leghe per getti
 [$N^\circ \times \times \times$] $N = 1 \rightarrow$ Al puro, $N = 2 \rightarrow 8 \rightarrow$ lega
 t.t.: tempra di soluzione + invecchiamento
 per ↑ R_m : ↑ EE%, inacidimento (↑ R_m , ↓ duttilità), precipitazione
- Rame: FCC, NO T_{trans} , ↑ duttilità, ↑ conducibilità term/el, ↑ R corrosione
 ↑ EE → ↓ conducibilità, inacidimento per ↑ R_m ma ↓ deformabilità
 - Ottone: Cu + Zn (< 45%)
 - Bronzi: Cu + Sn (< 20%)
 - Cupralluminio: Cu + Al (3-14%)
 [C...]
- Nichel: comp. chimica complessa
 impiegate dove si richiede ↑ R_m a ↑ T in ambienti aggressivi
 rafforzate per precipitazione o per soluzione solida
 elevate proprietà a creep tra $700^\circ-800^\circ$
 in forma monocristallina, sottoposta a creep a ↑ T, mostrano un evolu-
 zione microstrutturale caratteristica (rafting) → struttura lamellare

COMPOSITI: rafforzati da

- particelle: grosse o di dispersione
- fibre: continue o discontinue
- strutturali: laminati o pannelli sandwich

2 fasi = matrice + fase dispersa

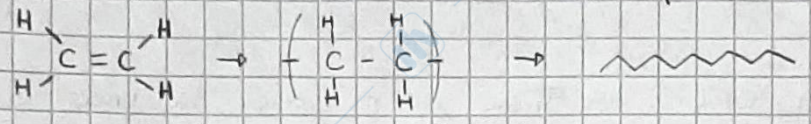
POLIMERI

leggeri, ↑ deformabilità, isolanti term/el., = Σ monomeri

omopolimeri (monomeri =) v copolimero (monomeri ≠)

poliaddizione (Σ monomeri → polimero) v policondensazione (Σ mono → poli + H₂O)

es: etilene → unita' monomeriche → polietilene



legame covalente lungo le catene

legame fisico tra le catene → forma a gomitolo

↑ PM → ↑ lunghezza catena → ↑ T_{fus}

lineari (↑ densita') v ramificati (↓ densita') v reticolati

isotattico v sindiotattico v atattico

- termoplastici: lineari o ramificate; legame fisico o Van der Waals tra le catene; trasparenti; TT → fondono; si T_{fus}; riciclabili

- termoindurenti: reticolati; legame covalente tra le catene; opachi; NO T_{fus}; ↑T → bruciano, si induiscono, non fondono; NON riciclabili

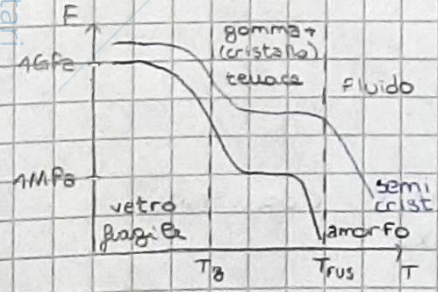
T_g = T transizione vetrosa, NON varia con PM, trans. cinetica
 T > T_g gomma, T < T_g vetro

- amorfi: struttura disordinata (sia S che L), si T_g; NO T_{fus}

- semicristallini: st. ordinata ("lamelle") + disordinata; si T_g; si T_{fus};

condizioni cristallizzazione: regolarita' costituzionale (omopolimeri) + regolarita' configurazionale (iso/sindio-tattici) + ↓ V_{condif.} + NO ramificati

Proprietà Meccaniche:



↑ PM → ↑ T_{fluidif.} (PM = ∞ → il polim. NON fluidifica)

↑ ° reticolazione → ↑ E sopra T_g, NO fluidifica, si degrada

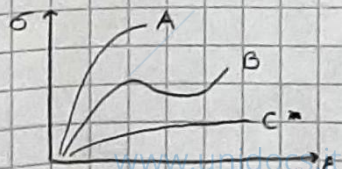
↑ ° cristallizzazione → ↑ E tra T_g e T_{fus}

* C: amorfi a T > T_g = gomme = elastomeri; comp. tenace (↓ σ, ↑ E) ↳ T_g < T_{amb}

Snervamento: (passaggio da comp. elastico a comp. plastico)

• crazing: T << T_g, materiali fragili → formazione di craze (fessura), comp. fragile

• scorrimento: T ≈ T_g → si stinano le catene, comp. tenace



A: poli amorfi e semic. a T << T_g, comp. fragili (↑ σ, ↓ ε); sm. per crazing

B: amorfi a T ≈ T_g e semic. a T_g < T < T_{fus}; comp. tenace (↓ σ, ↑ ε); sm. per scorrimento

CERAMICI

met + non met ; cottura = mant. a $\uparrow T$; isolanti ; \downarrow densita' ; $\uparrow T_{fus}$;
 $\uparrow R$ a calore e ambienti aggressivi (refrattari) ; $\uparrow TR_m$; $\uparrow THV$; $\uparrow T_{fragilita}$
 legame ionico o covalente ; struttura cristallina
 a Tamb frattura fragile $\leftarrow \uparrow$ no difetti $\rightarrow \downarrow R_{tira}$ ma $\uparrow R_{comp}$ e $\uparrow R_{ress}$
 NO prova trazione, si prova flessione
 $K_{Ic} \downarrow \rightarrow \uparrow$ fragilita' $K_{Ic} \approx 5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$

- vetri: amorfici, formati da silice (SiO_2) ; $E \approx 60-90 \text{ MPa}$; $R_{tira} \approx 14-175 \text{ MPa}$;
 \downarrow tenacita'
 = formatori (vetrificanti) = sostanze che per fusione o raffreddamento
 assumono una struttura vetrosa
 = modificatori (fondenti) aggiunti per \downarrow pt. rammolimento
 t.t. : ricottura ($R_{isc.} 600^\circ + \text{raf. auto}$) ; tempera (chimica o fisica)
 per $\uparrow R_m$: vetri annati, temprati, stratificati

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari