

## GLOSSARIO DI METALLURGIA

**ACCIAIO AL CARBONIO.** Acciaio costituito essenzialmente da ferro e carbonio senza altri elementi intenzionalmente aggiunti.

**ADDOLCIMENTO PER INVECCHIAMENTO.** Spontanea diminuzione di resistenza e di durezza che avviene a temperatura ambiente in alcune leghe incrudite, specialmente a base di alluminio

**ATMOSFERA.** Ambiente gassoso nel quale il metallo da trattare è riscaldato per il processo. Atmosfere particolari sono utilizzate per proteggere la superficie del metallo o per modificare l'attività chimica degli elementi sulla superficie, in modo da aggiungere o rimuovere carbonio, azoto, idrogeno, e per aggiungere alcuni elementi quali cromo, silicio etc

**AUSTEMPERING.** Trattamento termico nel quale l'austenite è raffreddata fino ad una temperatura costante (superiore ad  $M_s$ ), in modo da ottenere una completa trasformazione bainitica. In alcuni acciai, per alcuni livelli di durezza, la bainite presenta una maggiore tenacità delle strutture bonificate.

**AUSTENITE.** E' il nome attribuito a qualunque soluzione solida nel quale il ferro  $\gamma$  sia il solvente. E' il nome di una struttura e non indica nulla a proposito della composizione chimica. E' la struttura dalla quale tutti i trattamenti termici di tempra devono partire.

**AUSTENITIZZAZIONE.** Formazione dell'austenite mediante riscaldamento di una lega ferrosa nell'intervallo di trasformazione (austenitizzazione parziale) oppure al di sopra dell'intervallo di trasformazione (austenitizzazione completa). Senza ulteriori indicazioni, il termine fa riferimento all'austenitizzazione completa.

**BAINITE.** Costituente strutturale formato da cementite aciculare in una matrice ferritica, con una durezza compresa fra 30 e 55 HRC.

**BONIFICA.** Trattamento termico costituito dalla sequenza di tempra seguita da rinvenimento.

**CALORE LATENTE.** Energia termica assorbita o rilasciata quando una sostanza è sottoposta ad un cambiamento di fase.

**CARBONIO LIBERO.** Indica la frazione di carbonio in un acciaio oppure in una ghisa presente sotto forma di grafite.

**CARBONIO TOTALE.** Ammontare complessivo del carbonio in una lega a matrice ferrosa, costituito dalla sommatoria del carbonio libero e del carbonio legato.

**CARBONITRURAZIONE.** Trattamento termico degli acciai che consiste nell'arricchimento superficiale in carbonio ed azoto da una atmosfera ricca di questi elementi, in condizioni più vicine a quelle di cementazione.

**CARICO DI SNERVAMENTO.** Sollecitazione alla quale il metallo mostra una evidente deviazione dalla proporzionalità fra sollecitazione e deformazione. Uno scostamento dello 0,2% è solitamente utilizzato per diversi metalli.

**CEMENTAZIONE.** Aggiunta di carbonio alla superficie di un metallo mediante riscaldamento in contatto con solidi, liquidi o gas ricchi in carbonio.

**CEMENTITE.** E' la designazione più utilizzata per il carburo di ferro  $Fe_3C$ , combinazione chimica di ferro e carbonio.

**CND MEDIANTE LIQUIDI PENETRANTI.** Controlli non distruttivi (CND) che permettono di determinare la posizione di discontinuità aperte sulla superficie del metallo mediante dapprima l'impiego di un liquido fluorescente che penetra la discontinuità, seguita dalla rimozione del liquido e quindi dall'applicazione di una polvere (ad esempio farina fossile) che permette di evidenziare la discontinuità.

**CORROSIONE INTERGRANULARE.** Corrosione che avviene preferibilmente al bordo grano, solitamente con un attacco trascurabile o nullo dei grani adiacenti.

**CRICCA.** Discontinuità microscopica o macroscopica di un metallo in cui due dimensioni sono decisamente più importanti della terza. La presenza di questa discontinuità in un manufatto sollecitato implica all'apice della cricca l'incremento delle sollecitazioni locali.

**CRESCITA DEL GRANO.** La crescita di grani a spesa di altri implica un complessivo aumento della dimensione media dei grani che costituiscono il manufatto.

**CRICCATURA INTERGRANULARE.** Cricca o frattura che si verifica fra i grani o i cristalli in un aggregato policristallino.

**CRICCATURA TRANSGRANULARE.** Cricca o frattura che ha luogo attraverso un cristallo o i grani.

**CRISTALLIZZAZIONE.** (1) Separazione di una fase solida cristallina, solitamente mediante raffreddamento da una fase liquida. (2) Termine talora utilizzato erroneamente per spiegare le fratture causate da sollecitazioni a fatica.

**CUORE.** Parte interna di un acciaio la cui composizione non cambia in un trattamento termochimica di diffusione.

**CURVA DI RAFFREDDAMENTO.** Una curva che mostra la relazione fra tempo e temperatura durante il raffreddamento del metallo.

**DECARBURAZIONE.** Processo (solitamente involontario ed indesiderato) di rimozione del carbonio dalla superficie di un acciaio, nel caso in cui sia posto a contatto con determinate atmosfere, solitamente ad elevata temperatura.

**DEFORMAZIONE UNITARIA.** Misura della variazione relativa nella dimensione o nella forma di un manufatto. La “deformazione unitaria reale” è il logaritmo naturale della lunghezza al momento dell’osservazione rispetto alla lunghezza iniziale. La “deformazione unitaria ingegneristica” è il rapporto della lunghezza lineare misurata e la lunghezza iniziale.

**DENDRITE.** Cristallo a struttura arborescente più evidente nei getti raffreddati lentamente nell’intervallo di solidificazione.

**DIAGRAMMA DI EQUILIBRIO (O DI STATO).** Rappresentazione grafica di temperatura, pressione e composizione dei limiti di esistenza delle fasi in una lega in condizioni di completo equilibrio. Nei sistemi metallici l’influenza della pressione è solitamente trascurabile.

**DIAMETRO CRITICO.** (D) Diametro di una barra che può essere completamente temprata con il 50% di martensite al suo centro.

**DIFFUSIONE.** Movimento degli atomi in un reticolo per distanze superiori alle distanze interatomica.

**DIMENSIONE DEL GRANO AUSTENITICO.** E’ la dimensione dei grani austenitici di un acciaio se riscaldato in campo austenitico; può essere evidenziata mediante attacco chimico appropriato di una sezione dopo raffreddamento a temperatura ambiente.

**DISLOCAZIONE.** Difetto reticolare lineare organizzato la cui genesi deriva dal processo di solidificazione. Se il manufatto è sollecitato, le dislocazioni si possono muovere nel manufatto e possono aumentare la loro densità, dando luogo microscopicamente ai processi di deformazione plastica e di incrudimento.

**DISSODIAZIONE.** (1) Rimozione di ossigeno da un bagno metallico fuso mediante l’impiego di opportuni disossidanti. (2) Talora si riferisce alla rimozione di elementi indesiderati oltre all’ossigeno mediante l’introduzione di elementi o composti che reagiscono con loro rapidamente (3) Nella finitura dei metalli, la rimozione di film di ossidi dalla superficie metallica mediante reazioni chimiche oppure elettrochimiche.

**DISSOCIAZIONE.** Rottura di un composto chimico in composti più semplici oppure in elementi. Uno degli esempi più comuni è la dissociazione dell’ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) in azoto ed idrogeno.

**DISTENSIONE.** Riscaldamento ad una temperatura tale da ridurre gli sforzi interni, seguito da un raffreddamento lento in modo da minimizzare il rischio di formare nuovamente sforzi interni.

**DOPPIO INVECCHIAMENTO.** Impiego di due differenti temperature di invecchiamento per controllare il tipo di precipitati da una matrice sovrassatura, in modo da ottenere le proprietà desiderate.

**DOPPIO RINVENIMENTO.** Trattamento nel quale un acciaio temprato è sottoposto a due cicli completi di rinvenimento, solitamente alla stessa temperatura, in modo da assicurare il completamento delle trasformazioni e da promuovere la stabilità della microstruttura risultante.

**DUTTILITA'.** Capacità del metallo di deformarsi plasticamente senza fratturarsi, misurata dall'allungamento oppure dalla riduzione dell'area del tratto utile durante la prova di trazione.

**DUREZZA SECONDARIA.** Durezza più elevata sviluppata da alcuni acciai legati quando vengono raffreddati dalla temperatura di rinvenimento. Vedi anche fragilità al rinvenimento

**ENERGIA DI IMPATTO.** Quantità di energia richiesta per fratturare un metallo, solitamente misurata mediante prove Charpy o Izod. Il tipo di provino e le condizioni di prova influenzano notevolmente i valori ottenuti e quindi devono essere precisati.

**EUTETTICO.** (1) Reazione isotermica reversibile nella quale una soluzione liquida si trasforma mediante raffreddamento in due o più soluzioni solide intimamente miscelate. Il numero di fasi solide ottenute è pari a quello dei componenti del sistema. (2) Una lega avente la composizione indicata dal punto eutettico nel diagramma di equilibrio. (3) Struttura di una lega costituita da una miscela di soluzioni solide che si formano mediante reazione eutettica.

**FATICA.** Rottura che avviene mediante propagazione di una cricca sollecitata ripetutamente mediante carichi che non inducono, singolarmente, macroscopiche deformazioni.

**FATICA TERMICA.** Frattura causata dalla presenza di gradienti termici variabili nel tempo in modo da ottenere degli sforzi ciclici nella struttura.

**FERRITE.** E' il nome dato alla soluzione solida nella quale il ferro alfa (CCC) svolge il ruolo di solvente. La ferrite denomina una struttura e NON una composizione.

**FERRITE ACICULARE.** Ferrite fortemente substrutturata non equiassica che si forma a seguito di un raffreddamento continuativo ad una temperatura leggermente superiore all'intervallo relativo alla formazione di bainite superiore.

**FERRITE LIBERA.** Ferrite ottenuta direttamente dalla decomposizione di austenite ipoeutettoïdica durante il raffreddamento, senza la contemporanea formazione di cementite, indicata anche come ferrite proeutettoïdica.

**FISSAGGIO.** Operazione che implica il posizionamento di manufatti che debbono essere trattati termicamente in apparati che impediscono le distorsioni legate alle variazioni di temperatura.

**FORMABILITA'.** Valuta la facilità con la quale un metallo può raggiungere la forma desiderata mediante deformazione plastica.

**FORNO CONTINUO.** Forno utilizzato per trattamenti termici che progrediscono continuamente, con il metallo che entra da un lato e fuoriesce dall'altro.

**FRAGILITA' AL RINVENIMENTO.** Infragilimento caratteristico degli acciai altoresistenziali dovuto al rinvenimento per temperature comprese fra 200 e 400 °C, è ritenuto essere il risultato dell'effetto combinato della precipitazione della cementite ai bordi grano della primitiva austenite (quella poi trasformatasi in martensite) e la segregazione di impurezze negli stessi siti.

**FRATTURA DUTTILE.** Frattura caratterizzata da una evidente deformazione plastica del metallo e che procede mediante consumo di una notevole quantità di energia. Opposto della frattura fragile.

**FRATTURA GRANULARE.** Tipo di superficie irregolare prodotta a seguito della rottura di un metallo, caratterizzata da una morfologia ruvida e granulosa, da contrapporre alla morfologia liscia, setosa oppure fibrosa. Può essere classificata in transgranulare oppure intergranulare. Questo tipo di frattura è spesso denominata "frattura cristallina". Da comparare con la frattura "fibrosa" oppure "setosa".

**FRATTURA INTERGRANULARE.** Frattura fragile di un metallo nella quale la frattura si verifica fra i grani, o i cristalli, che formano il metallo.

**GHISA.** Termine generico che indica un'ampia famiglia di leghe ferrose per getti nelle quali il tenore di carbonio supera la solubilità del carbonio nell'austenite alla temperatura eutettica. La maggior parte delle ghise contiene almeno il 2% di carbonio, più silicio e zolfo, e possono o meno contenere altri elementi di lega. Si possono suddividere in ghise grigie, ghise bianche, ghise malleabili, ghise sferoidali, ghise legate.

**GHISA BIANCA.** Ghisa che solidifica secondo il diagramma di fase metastabile, nella quale il carbonio si presenta in forma legata come cementite. Può essere ottenuta riducendo il tenore di Si e di altri elementi grafitizzanti, oppure aumentando la velocità di solidificazione e di raffreddamento.

Caratterizzata da elevatissima fragilità, è il materiale di partenza per la produzione di ghise malleabili.

**GHISA GRIGIA.** Ghisa che solidifica secondo il diagramma di fase stabile, nella quale il carbonio di presenta in forma libera come grafite. Può essere ottenuta aumentando il tenore di Si e di altri elementi grafitizzanti, oppure diminuendo la velocità di solidificazione e di raffreddamento.

**GHISA LEGATA.** Ghisa nella quale la resistenza alla corrosione, all'ossidazione oppure al calore viene incrementata da tenori anche importanti, quali ad esempio Si, Ni, Cu, Cr.

**GHISA MALLEABILE.** Ghisa ottenuta mediante ricottura prolungata di una ghisa bianca. Durante tale processo la decarburazione (ghise malleabili a cuore bianco) o la grafitizzazione (ghise malleabili a cuore nero) oppure entrambi i processi avvengono in modo da eliminare almeno in parte la cementite. La grafite ottenuta è denominata grafite di rinvenimento. Le ghise malleabili ferritiche o perlitiche sono rispettivamente costituite da una matrice in prevalenza ferritica o perlitica.

**GHISA SFEROIDALE.** Ghisa che, allo stato fuso, viene trattata mediante aggiunta di magnesio o cerio con formazione di grafite nodulare o sferoidale e conseguente aumento della duttilità.

**GRANO (CRISTALLINO).** Regione individuale in una lega o un metallo policristallino; è possibile che contenga zone geminate e subgrani.

**INCLUSIONI.** Particelle di impurezze (solitamente ossidi, solfuri, silicati e simili) che separano dal metallo liquido. In alcuni acciai la loro quantità è tenuta intenzionalmente elevata in modo da incrementare la lavorabilità.

**INCRUDIMENTO.** Deformazione plastica di un metallo ad una temperatura sufficientemente bassa da non implicare l'attivazione del processo di ricristallizzazione con conseguente aumento di durezza e di resistenza meccanica.

**INDURIMENTO.** Incremento della durezza, solitamente legato ad un riscaldamento seguito da un raffreddamento.

**INDURIMENTO DELLA SUPERFICIE.** Termine generico che riguarda una serie di processi applicabili alle leghe ferrose, in conseguenza dei quali, dopo tempra, si ottiene una superficie più dura del cuore del manufatto. Non si ha una significativa modifica della composizione chimica sullo strato superficiale. I processi utilizzati sono la carbonitrurazione, la cementazione, la tempra ad induzione, la tempra alla fiamma, la nitrurazione e la nitrocarburazione.

**INDURIMENTO IN ARIA DEGLI ACCIAI.** Un acciaio legato può formare martensite e sviluppare durezza elevate se raffreddato in aria a partire da una opportuna temperatura di austenitizzazione.

**INDURIMENTO PER INVECCHIAMENTO.** Indurimento solitamente ottenuto dopo un raffreddamento rapido o dopo lavorazione a freddo.

**INDURIMENTO PER PRECIPITAZIONE.** Indurimento causato dalla precipitazione di un costituente da una soluzione solida sovrassatura. Vedere anche invecchiamento.

**INFRAGILIMENTO.** Notevole perdita di duttilità, di tenacità, oppure di entrambe in un metallo.

**INFRAGILIMENTO ACIDO.** Forma di infragilimento da idrogeno che può essere indotto in alcuni metalli mediante trattamento con acidi.

**INFRAGILIMENTO DA IDROGENO.** Infragilimento introdotto nell'acciaio per assorbimento di idrogeno sia durante la solidificazione, sia durante operazioni di placcatura, sia durante l'esercizio del manufatto.

**INFRAGILIMENTO PER CORROSIONE.** Notevole diminuzione di duttilità di un metallo a seguito di un attacco corrosivo, solitamente intergranulare, spesso non evidente mediante analisi visuale.

**INTERGRANULARE.** Fra i cristalli o fra i grani. Anche detto intercristallino.

**INTERVALLO CRITICO.** Intervallo di temperatura, per un determinato metallo, compreso fra un punto critico superiore ed un punto critico inferiore.

**INTERVALLO DI SOLIDIFICAZIONE.** Intervallo di temperatura fra le curve di liquidus e solidus nel quale il metallo liquido e solido coesistono.

**INVECCHIAMENTO.** E' una trasformazione strutturale, solitamente per precipitazione, che avviene in alcune leghe dopo un trattamento termico preliminare o dopo una lavorazione a freddo. L'invecchiamento può avvenire in alcune leghe alla temperatura ambiente in un tempo non lunghissimo (giorni) oppure in altre può avvenire in tempi più brevi, a temperature più elevate. Un sovrainvecchiamento ottenuto ad una temperatura superiore a quella ambiente comporta trasformazioni a volte indesiderate delle proprietà fisiche e meccaniche.

**INVECCHIAMENTO INTERROTTO.** Invecchiamento in due o più temperature, a gradini, seguito da un raffreddamento a temperatura ambiente dopo ogni gradino.

**INVECCHIAMENTO NATURALE.** Invecchiamento spontaneo di una soluzione solida sovrassatura alla temperatura ambiente.

**LEGA BINARIA.** Lega che contiene solo due componenti.

**LEGA IPEREUETTICA.** In una lega che forma un eutettico, qualunque lega avente una composizione che supera la composizione eutettica e la cui struttura di equilibrio contiene in parte la struttura eutettica.

**LIMITE DI FATICA.** Sollecitazione massima alla quale un metallo può essere sottoposto in modo ciclico per un numero virtualmente infinito di cicli. Se il valore medio non è zero, il limite di fatica è dato dal valor medio del carico applicato, con la sollecitazione minima e massima che devono comunque essere riportati. Da comparare con il limite di fatica.

**LIMITE ELASTICO.** Sollecitazione massima che un metallo può sostenere senza che si abbiano deformazioni residue una volta che la sollecitazione viene completamente rimossa.

**MALLEABILIZZAZIONE.** Vedi ghise malleabili

**MANTENIMENTO (DELLA TEMPERATURA).** Parte del ciclo termico durante il quale la temperatura del manufatto è mantenuta costante ad un determinato valore (temperatura di mantenimento) e per una certa durata (tempo di mantenimento).

**MARAGING.** Trattamento termico effettuato su un particolare gruppo di acciai, in conseguenza del quale si ottiene la precipitazione di uno o più composti intermetallici in una matrice martensitica praticamente priva di carbonio.

**MARTEMPERING.** E' una forma di tempra interrotta nel quale l'acciaio è rapidamente raffreddato dalla temperatura di austenitizzazione fino ad una temperatura leggermente superiore ad  $M_s$ , mantenuto a tale temperatura finché la temperatura non è omogenea su tutto il manufatto, e, quindi, raffreddato in aria fino a temperatura ambiente. Tale trattamento è indicato per gli acciai non legati, nel caso in cui le distorsioni durante il raffreddamento possano divenire un problema.

**MARTENSITE.** Prodotto di trasformazione estremamente duro che si forma nel caso in cui l'acciaio viene raffreddato rapidamente dalla sua temperatura di austenitizzazione (tempra) fino ad una temperatura inferiore ad  $M_f$  (solitamente la temperatura ambiente). La martensite deve essere considerata come una soluzione solida sovrassatura di carbonio in un reticolo tetragonale (praticamente un cubico distorto) di ferro. Al microscopio appare con una struttura aciculare. La sua durezza oscilla fra 30 e 68 HRC in funzione del tenore di C.

**METALLIZZAZIONE.** (1) Produzione di uno strato metallico mediante applicazione mediante spruzzamento di un metallo fuso o mediante deposizione a vuoto. (2) Applicazione di uno strato metallico conduttivo sulla superficie di un metallo non conduttivo elettricamente.

**MICRODUREZZA.** Durezza di un metallo determinata mediante l'impiego di un penetratore Vickers o Knoop cui sia applicato un carico decisamente basso. Le impronte sono solitamente così piccole da dover essere misurate al microscopio. Tale misura è in grado di valutare la durezza dei differenti costituenti.

**MICROSEGREGAZIONE.** Segregazione che ha luogo in un grano, in un cristallo o in una particella di piccole dimensioni.

**MICROSTRUTTURA.** Struttura di un metallo, visibile al microscopio per ingrandimenti elevati, solitamente superiori a 100x.

**MODULO DI ELASTICITA'.** E' una misura della rigidezza, definito come il rapporto fra la sollecitazione unitaria, al di sotto del limite di proporzionalità, ed il corrispondente valore della

deformazione unitaria. Nel caso in cui la sollecitazione è di trazione prende il nome di modulo di Young.

**NITROCARBURAZIONE.** Trattamento termochimico di diffusione in cui azoto e carbonio vengono fatti contemporaneamente assorbiti negli strati superficiali dell'acciaio, in condizioni prossime a quelle di nitrurazione. Aumenta decisamente la resistenza a fatica.

**NITRURAZIONE.** Trattamento termochimico di diffusione con il quale si arricchisce uno strato superficiale dell'acciaio di azoto. Questo strato diviene estremamente duro, senza alcuna successiva tempra.

**NORMALIZZAZIONE.** Trattamento termico in cui l'acciaio viene riscaldato al di sopra della temperatura di trasformazione e, quindi, raffreddato in aria. L'obiettivo è quello di affinare la microstruttura dell'acciaio prima del successivo trattamento di tempra, oppure di indurire leggermente l'acciaio, oppure ancora di ridurre la segregazione nei getti e nei forgiati.

**OMOGENIZZAZIONE.** Trattamento termico a temperatura piuttosto elevata avente come obiettivo quello di eliminare o almeno ridurre la segregazione chimica.

**OSSIDAZIONE.** (1) Reazione nella quale gli atomi interessati aumentano di valenza, con una conseguente perdita di elettroni. (2) Reazione di corrosione nella quale il metallo corroso forma l'ossido.

**OSSIDO NERO.** Particolare finitura superficiale di un metallo prodotta mediante immersione in un bagno caldo di sali ossidanti oppure in soluzioni saline.

**PERLITE.** Aggregato lamellare metastabile di ferrite e di cementite ottenuto dalle trasformazioni dell'austenite al di sopra dell'intervallo bainitico.

**POTENZIALE CARBONIO.** E' una misura della capacità di un ambiente contenente carbonio attivo di alterare o mantenere, in determinate condizioni, il tenore di carbonio in un acciaio.

**PROPRIETA' FISICHE.** Proprietà del metallo o della lega relativamente indipendenti dalla microstruttura e che possono essere misurate senza l'applicazione di una forza (ad esempio, densità, conducibilità elettrica, coefficiente di dilatazione termica, permeabilità magnetica e parametri reticolari).

**PROPRIETA' MECCANICHE.** Proprietà di un materiale legate al suo comportamento elastico e plastico nel caso in cui sia applicata una sollecitazione. Le applicazioni cui questo materiale può essere dedicato dipendono quindi, ad esempio, dal modulo elastico, dalla resistenza a trazione, dall'allungamento, dalla durezza e dal limite di fatica

**PROVA DI DUREZZA BRINELL.** Prova per determinare la durezza di un materiale mediante l'impiego di una sfera di acciaio temprato o di carburo di diametro specifico a cui è applicato un carico determinato. Il risultato è espresso come un numero di durezza Brinell, ottenuto dividendo il carico applicato in kg per la superficie dell'impronta ottenuta in  $\text{mm}^2$ .

**PROVA DI DUREZZA KNOOP.** Microdurezza determinata dalla resistenza del metallo alla penetrazione da parte di una piramide di diamante a base romboidale.

**PROVA DI DUREZZA ROCKWELL.** Prova di durezza basata sulla profondità di penetrazione di un penetratore specifico nel provino sotto determinate condizioni.

**PROVA DI DUREZZA VICKERS.** Prova per determinare la durezza di un materiale mediante l'impiego di una piramide di diamante a base quadrata a cui è applicato un carico determinato. Il risultato è espresso come un numero di durezza Vickers, ottenuto dividendo il carico applicato in kg per la superficie dell'impronta ottenuta in  $\text{mm}^2$ .

**PROVA DI FATICA.** Prova meccanica il provino viene sollecitato ripetutamente con un carico inferiore al limite elastico. Se il provino non è intagliato i risultati verranno analizzati nel diagramma di Wohler. Se invece è intagliato, la prova che verrà effettuata sarà anche denominata di "propagazione di cricche di fatica".

**PROVA DI RESILIENZA CHARPY.** Prova di impatto effettuata mediante un pendolo, nel quale un provino, solitamente intagliato e supportato ad entrambe le estremità, viene rotto in modo dinamico. L'energia assorbita, determinata dalla successiva risalita del pendolo, è una misura della resistenza all'impatto o resilienza.

**PROVA DI RESILIENZA IZOD.** Prova di impatto mediante pendolo nel quale il provino, solitamente intagliato, è fissato ad un estremo e rotto da pendolo in caduta. L'energia assorbita, misurata dalla seguente risalita del pendolo, è una misura della resistenza all'impatto o resilienza. Comparare con la prova Charpy.

**PROVA DI TEMPRABILITA' (PROVA JOMINY).** Procedura di laboratorio per determinare la temprabilità di un acciaio o di una ghisa. La temprabilità è determinata mediante il riscaldamento di un provino standard al di sopra della sua temperatura critica, il suo posizionamento in modo tale da procedere ad un rapido raffreddamento mediante getto d'acqua di una delle sue estremità, e, dopo che il provino è arrivato alla temperatura ambiente, la misura della evoluzione della durezza a partire dall'estremità raffreddata. I risultati sono quindi riportati in un grafico durezza-distanza dall'estremità temprata.

**PROVA DI TENACITA' A FRATTURA (O DI  $K_{IC}$ ).** Procedura con la quale viene determinata la resistenza del metallo alla propagazione instabile della cricca.

**PROVA DI TRAZIONE.** Procedura con la quale viene determinata il comportamento di un metallo sottoposto ad un processo di deformazione unidirezionale.

**PUNTO CRITICO.** Temperatura in corrispondenza della quale un cambiamento di struttura o inizia o finisce.

**PRERISCALDAMENTO.** Riscaldamento effettuato prima di qualche trattamento termico o meccanico. Nel caso degli acciai per utensili, riscaldamento ad una temperatura intermedia immediatamente prima della austenitizzazione finale. Nel caso di alcune leghe non ferrose, riscaldamento a temperatura elevata per una durata prolungata in modo da omogeneizzare la struttura. Nella saldatura, è il riscaldamento che viene effettuato ad una temperatura intermedia per una durata breve, immediatamente prima della saldatura

**RAFFREDDAMENTO CONTROLLATO.** Raffreddamento da una temperatura elevata in maniera predeterminata, in modo da evitare indurimenti, criccate, danneggiamento interno, ed ottenere la microstruttura o le proprietà meccaniche desiderate.

**RAPPORTO DI POISSON.** Valore assoluto del rapporto fra la deformazione unitaria trasversale e la deformazione unitaria longitudinale, in un corpo cui sia applicata una sollecitazione longitudinale solitamente in campo elastico.

**REFRATTARIO.** (1) Materiale caratterizzato da un punto di fusione decisamente elevato utilizzato per le pareti interne di forni e siviere. (2) La qualità di resistenza al calore.

**RESISTENZA A COMPRESSIONE.** La massima resistenza a compressione che un metallo è capace di sviluppare, riferita alla sezione iniziale. Se il metallo si rompe a compressione per frattura improvvisa, la resistenza a compressione ha un valore definito. Altrimenti, il valore corrispondente alla resistenza a compressione risulterà essere un valore arbitrario dipendente dal grado di deformazione considerato come limite per il metallo in esame.

**RESISTENZA ALLO SCORRIMENTO.** (1) Sforzo costante nominale che comporta uno specifico scorrimento viscoso in un tempo determinato, a temperatura costante. (2) Sforzo costante nominale che implica una specifica velocità nella fase secondaria dello scorrimento viscoso a temperatura costante.

**RESISTENZA A ROTTURA.** E' il valore massimo dello sforzo unitario nominale che il materiale può sopportare.

**RICARBURAZIONE.** Recupero del tenore di carbonio perso dallo strato superficiale di un acciaio fino ad ottenere un sostanziale ripristino del primitivo tenore di carbonio.

**RICOTTURA.** Termine molto generale che indica il processo di riscaldamento di un metallo ad una determinata temperatura ed il successivo raffreddamento con una velocità opportuna in modo da ottenere il risultato desiderato. Con la ricottura si possono ottenere:

- A. Diminuzione delle tensioni interne
- B. Indurre un addolcimento strutturale
- C. Aumentare le proprietà fisiche, elettriche o magnetiche
- D. Migliorare la lavorabilità

E. Affinare la grana cristallina

F. Rimuovere gas

**RICOTTURA ALLA FIAMMA.** Ricottura nella quale il calore è applicato direttamente mediante fiamma.

**RICOTTURA A VUOTO.** Ricottura eseguita a pressione inferiore a quella atmosferica

**RICOTTURA BETA.** Questo trattamento produce in alcune leghe di titanio la fase beta mediante un riscaldamento, a temperatura opportuna, seguita da un raffreddamento con un appropriato rateo in modo da prevenire la sua decomposizione.

**RICOTTURA CICLICA.** Processo di ricottura che utilizza un ciclo temperatura-tempo predeterminato e strettamente controllato per produrre proprietà specifiche oppure determinate microstrutture.

**RICOTTURA COMPLETA.** Termine impreciso che indica un ciclo di ricottura progettato in modo da ottenere i valori minimi di resistenza e di durezza. Affinché il termine sia significativo è necessario che siano determinati la composizione e le condizioni iniziali della lega ed il ciclo temperatura tempo seguito.

**RICOTTURA DI FERRITIZZAZIONE.** Trattamento effettuato su ghise grigie dopo colata oppure su ghise sferoidali in modo da ottenere una matrice prevalentemente ferritica.

**RICOTTURA DI FINITURA.** Trattamento di ricottura subcritico applicato ad acciai a basso o medio tenore di carbonio lavorati a freddo. Tale trattamento abbassa gli sforzi residui e quindi minimizza il rischio di distorsioni durante la lavorazione meccanica (da comparare con la ricottura finale).

**RICOTTURA FINALE.** Termine impreciso utilizzato per indicare l'ultima ricottura effettuata su una lega non ferrosa prima della formatura.

**RICOTTURA INTERMEDIA.** Ricottura effettuata in uno o più stadi durante la produzione, prima del trattamento finale.

**RICOTTURA DI SFEROIDIZZAZIONE.** Trattamento termico che comporta la formazione di carburi, o cementite, in forma sferoidale o globulare. I metodi di sferoidizzazione solitamente utilizzati sono:

1. Mantenimento prolungato ad una temperatura appena inferiore ad  $A_{e1}$ .
2. Riscaldamento e raffreddamento alternati fra temperature appena al di sopra ed al di sotto di  $A_{e1}$
3. Riscaldamento a temperatura al di sopra di  $A_{e1}$  o di  $A_{e3}$  e quindi seguito da un raffreddamento estremamente lento in forno oppure da un mantenimento a temperatura appena inferiore ad  $A_{e1}$ .
4. Raffreddamento a velocità controllata dalla temperatura minima al di sopra della quale il carburo è disciolto, in modo da prevenire la formazione di un reticolo di carburi, seguito da un nuovo riscaldamento secondo le modalità 1 oppure 2 (applicabile nel caso di acciai ipereutetoidici contenenti un reticolo di cementite).

**RICOTTURA PARZIALE.** Termine impreciso indicante un trattamento effettuato su un acciaio deformato a freddo, cui consegue una diminuzione della sua resistenza. Per poter ottenere la combinazione desiderata di proprietà meccaniche, oltre alla temperatura ed alla durata del trattamento, devono essere noti il tipo di metallo ed il livello di incrudimento

**RICOTTURA SUBCRITICA.** Trattamento di ricottura effettuato negli acciai ad una temperatura inferiore ad  $A_{c1}$ .

**RICRISTALLIZZAZIONE.** (1) Formazione di una nuova grana cristallina a partire da una deformata per incrudimento a freddo, solitamente per riscaldamento. (2) Trasformazione da una struttura cristallina ad un'altra, come conseguenza di un riscaldamento o di un raffreddamento attraverso una temperatura critica.

**RIDUZIONE DI AREA.** La differenza, espressa percentualmente, fra l'area della sezione del provino di trazione prima dell'esecuzione della prova e l'area minima della superficie di rottura.

**RINVENIMENTO.** Riscaldamento di un acciaio temprato ad una temperatura inferiore all'intervallo critico. Viene effettuato per diminuire o eliminare gli sforzi residui oppure per ottenere determinate caratteristiche meccaniche.



**RINVENIMENTO AD INDUZIONE.** Rinvenimento di un acciaio ottenuto mediante riscaldamento per induzione a bassa frequenza.

**RISCALDAMENTO PER INDUZIONE.** Riscaldamento del manufatto metallico dovuto all'effetto combinato della resistenza elettrica ed alle perdite di isteresi indotte dal sottoporre il pezzo ad un campo magnetico variabile.

**RISCALDAMENTO SELETTIVO.** Riscaldamento intenzionalmente effettuato solo su alcune parti del manufatto (ad esempio tempra superficiale).

**ROTTURE PER TEMPRA.** Frattura di un metallo durante una tempra da temperatura elevata. Può verificarsi con maggior frequenza nel caso di acciai al carbonio, acciai legati oppure acciai per utensili con elevata durezza e bassa tenacità. Le cricche partono solitamente da filettature, fori, angoli, e qualunque punto possa innalzare la sollecitazione locale. E' conseguenza degli sforzi dovuti all'aumento di volume specifico legato alla formazione di martensite.

**SCORRIMENTO VISCOSO (CREEP).** Processo di deformazione a sollecitazione costante, per temperature elevate.

**SENSIBILIZZAZIONE.** Processo di notevole importanza negli acciai inossidabili austenitici in cui, per permanenze intorno a 600°C, consegue la precipitazione di carburi di Cr a bordo grano. Se il tenore di Cr libero scende localmente al di sotto del 12%, il bordo grano diventa suscettibile di attacco locale corrosivo (corrosione intergranulare).

**SEVERITA' DI TEMPRA.** Capacità del mezzo temprante di estrarre il calore da un acciaio austenitizzato

**SFORZI MACROSCOPICI.** Sforzi residui che possono andare dalla trazione alla compressione per distanze che sono diverse volte la dimensione del grano e comunque macroscopicamente quantificabili.

**SFORZI PER RAFFREDDAMENTO.** Sforzi residui che risultano da una non uniforme distribuzione delle temperature durante il raffreddamento.

**SFORZI RESIDUI.** Sforzo interno che non dipende dalle sollecitazioni esterne, dovuto a incrudimenti, cambiamenti di fase oppure gradienti di temperatura.

**SFORZO UNITARIO (O SOLLECITAZIONE UNITARIA).** Forza per unità di area, può essere scomposta fra una componente perpendicolare all'area di riferimento ed una parallela, rispettivamente denominate sforzo normale e sforzo di taglio. Lo "sforzo reale" indica lo sforzo unitario in cui la forza e l'area vengono misurati nello stesso istante, mentre lo "sforzo ingegneristico" fa riferimento all'area iniziale.

**SFORZO TERMICO.** Sforzi in un metallo causati da una distribuzione della temperatura non uniforme.

**SHOCK TERMICO.** Sviluppo di un ripidissimo gradiente di temperatura cui conseguono elevati sforzi nella struttura.

**SOLUBILIZZAZIONE.** Riscaldamento di una lega ad una temperatura e per una durata per le quali uno o più costituenti entrano in soluzione solida, seguito da un raffreddamento sufficientemente rapido da conservare questi costituenti in soluzione.

**SOLUBILIZZAZIONE (DI UN ACCIAIO).** Riscaldamento di un acciaio austenitico ad elevata temperatura (intorno a 1000°C), seguito da un rapido raffreddamento.

**SOLUZIONE SOLIDA.** Fase cristallina solida, omogenea, contenente due o più specie chimiche.

**SOTTORAFFREDDAMENTO.** Raffreddamento al di sotto della temperatura in corrispondenza della quale si ha l'equilibrio di trasformazione di fase, senza avere la trasformazione prevista.

**SOVRAINVECCHIAMENTO.** Invecchiamento eseguito in condizioni di temperatura e durata superiori a quelle richieste per ottenere la migliore combinazione di proprietà meccaniche.

**SOVRARISCALDAMENTO.** Riscaldamento di un acciaio o di una lega ad una temperatura così elevata che la combinazione delle sue proprietà risulta notevolmente alterata. Nel caso in cui le originarie proprietà non siano ripristinabili mediante un trattamento termo-meccanico, tale riscaldamento verrà denominato "bruciatura".

**SURRISCALDAMENTO.** Riscaldamento al di sopra della temperatura in corrispondenza della quale si ha l'equilibrio di trasformazione di fase, senza avere la trasformazione.

**STRATO INDURITO.** Strato superficiale di un acciaio la cui composizione è stata modificata mediante aggiunta ad elevata temperatura di carbonio, azoto, cromo, o altri elementi.

**STRUTTURA A BANDE.** Effetto talora ottenuto durante una laminazione a caldo di un acciaio.

**TEMPERATURA DI AUSTENITIZZAZIONE.** Temperatura alla quale un acciaio è completamente austenitico.

**TEMPERATURA DI TRASFORMAZIONE.** Temperatura alla quale avviene la trasformazione di fase. Il termine è utilizzato per indicare la temperatura limite di un intervallo di trasformazione. I simboli seguenti sono utilizzati per gli acciai e le ghise:

$A_{cm}$ . In un acciaio ipereutetoidico, la temperatura alla quale la cementite si trasforma completamente in austenite durante il riscaldamento.

$A_{c1}$ . Temperatura alla quale l'austenite inizia a formarsi durante il riscaldamento.

$A_{c3}$ . Temperatura alla quale la trasformazione della ferrite in austenite è completata durante il riscaldamento.

$A_{c4}$ . Temperatura per la quale l'austenite si trasforma in ferrite delta durante il riscaldamento.

$A_{e_{cm}}$ ,  $A_{e1}$ ,  $A_{e3}$ ,  $A_{e4}$ . Temperature di cambiamento di fase all'equilibrio.

$A_{r_{cm}}$ . In un acciaio ipereutetoidico, la temperatura alla quale la cementite inizia a formarsi durante il raffreddamento.

$A_{r1}$ . La temperatura alla quale la trasformazione della austenite in ferrite (acciai ipoeutetoidici) oppure ferrite più cementite (acciai eutetoidici o ipereutetoidici) è completa durante il raffreddamento.

$A_{r3}$ . Temperatura alla quale l'austenite inizia a trasformarsi in ferrite durante il raffreddamento.

$A_{r4}$ . Temperatura alla quale la ferrite delta si trasforma in austenite durante il raffreddamento

$M_s$ . Temperatura alla quale la trasformazione dell'austenite metastabile in martensite inizia durante il raffreddamento.

$M_f$ . Temperatura alla quale la trasformazione dell'austenite metastabile in martensite termina durante il raffreddamento.

*NOTA:* Tutte le trasformazioni, con l'eccezione della martensite, avvengono a temperature più basse durante il raffreddamento rispetto al riscaldamento, e dipendono dal rateo di cambiamento di temperatura.

**TEMPRA.** Raffreddamento da elevata temperatura, solitamente con elevata velocità di raffreddamento.

**TEMPRA AD INDUZIONE.** Forma di tempra nella quale il riscaldamento è effettuato mediante corrente indotta.

**TEMPRA AD OLIO.** Trattamento di tempra in cui il fluido raffreddante è olio

**TEMPRA DIRETTA.** (1) Operazione di tempra di manufatti cementati direttamente dal bagno di cementazione. (2) Anche utilizzato per indicare la tempra di ghise malleabili perlitiche direttamente dal forno di malleabilizzazione.

**TEMPRA IN ARIA FORZATA.** Trattamento di tempra effettuato mediante aria forzata, solitamente su manufatti di dimensioni ridotte.

**TEMPRA IN ACQUA.** Tempra nella quale l'acqua svolge il ruolo di mezzo raffreddante. Il maggior svantaggio è la bassa efficienza che si ha nel raffreddamento all'inizio, ovvero alle temperature più elevate.

**TEMPRA INTERROTTA.** Interruzione del ciclo di raffreddamento ad una temperatura predeterminata e mantenimento a questa temperatura per un tempo specifico prima del raffreddamento a temperatura ambiente. Solitamente effettuata per minimizzare la probabilità di formazione di cricche (tempra scalare), oppure per produrre nel manufatto una particolare struttura (tempra bainitica)

**TEMPRA SELETTIVA.** Raffreddamento intenzionalmente effettuato solo su alcune parti del manufatto

**TEMPRA SUPERFICIALE (INDURIMENTO ALLA FIAMMA).** Processo che consiste nel riscaldare un'area, solitamente localizzata, mediante cannello ossiacetilenico oppure altro tipo di fiamma ad elevata temperatura, e, quindi, nel raffreddare rapidamente, in modo da indurre la tempra solo dello strato superficiale.

**TEMPRABILITA'.** Caratteristica fondamentale di un acciaio che determina la facilità di prevenire la trasformazione dell'austenite in qualsiasi altra cosa che non sia martensite durante la tempra.

**TENACITA'.** Capacità di un metallo di assorbire energia e di deformarsi plasticamente prima di rompersi.

**TERMOCOPPIA.** Apparecchiatura per la misura delle temperature, costituita da due metalli o leghe connessi elettricamente ad un estremo e connessi ad un voltmetro dall'altro. Nel caso in cui una delle due giunzioni sia più calda dell'altra, si produce una differenza di potenziale che risulta essere approssimativamente proporzionale alla differenza di temperatura fra le due giunzioni.

**TRASFORMAZIONE ISOTERMA.** Cambiamento di fase che ha luogo a temperatura costante. Il tempo richiesto affinché la trasformazione sia completa e, a volte, il tempo necessario affinché la trasformazione abbia inizio (incubazione), dipendono dal livello di sottoraffreddamento o di sovrariscaldamento, a seconda che ci si trovi rispettivamente al di sotto oppure al di sopra della temperatura di equilibrio per la stessa trasformazione.

**TRASFORMAZIONE MARTENSITICA.** Reazione che ha luogo in alcuni metalli durante il raffreddamento, con formazione di una struttura aciculare (a forma di aghi) denominata martensite.

**TRATTAMENTO A FREDDO.** Raffreddamento a temperature a 0°C con l'obiettivo di ottenere desiderate condizioni o particolari proprietà, quali ad esempio la stabilità microstrutturale o dimensionale. Nel caso in cui il trattamento implica la trasformazione di austenite residua, è normalmente seguito da un rinvenimento.

**TRATTAMENTO DI PRECIPITAZIONE.** Invecchiamento artificiale nel quale un costituente precipita da una soluzione solida sovrasatura.

**TRATTAMENTO DI STABILIZZAZIONE.** (1) Prima di portare il manufatto alle dimensioni finali, nuovo riscaldamento dell'acciaio o della lega non ferrosa, fino alla temperatura di esercizio (o anche leggermente al di sopra), seguito da un raffreddamento fino a temperatura ambiente, in modo da assicurare la stabilità dimensionale durante l'esercizio. (2) Trasformazione dell'austenite residua in un acciaio temprato. (3) Trattamento termico effettuato sugli acciai inossidabili austenitici a temperature comprese fra 870 e 900°C in modo da far precipitare tutto il carbonio sotto forma di TiC, NbC or TaC, in modo da prevenire la possibile sensibilizzazione dell'acciaio conseguente all'esposizione ad elevata temperatura.

**TRATTAMENTO ISOTERMICO.** Modalità di trattamento nel quale il manufatto è rapidamente raffreddato ad una data temperatura e mantenuto fino a che tutte le trasformazioni non siano completate.

**TRATTAMENTO TERMOCHIMICO DI DIFFUSIONE.** Trattamento termico nel quale lo strato superficiale di un acciaio è sostanzialmente più duro del cuore grazie ad una modifica della sua composizione.

**TRATTAMENTO TERMICO.** Riscaldamento e raffreddamento di un metallo o di una lega in modo tale da ottenere le condizioni o le proprietà desiderate. Il riscaldamento effettuato con il solo obiettivo di effettuare una lavorazione meccanica a caldo è escluso da questa definizione.

**VELOCITA' DI RAFFREDDAMENTO CRITICA.** Velocità di raffreddamento continuo richiesta per prevenire trasformazioni indesiderate. Nel caso degli acciai, è la velocità di raffreddamento minima per la quale l'austenite deve essere continuamente raffreddata per sopprimere qualunque altra trasformazione al di sopra di  $M_s$ .