

PROCESSI DI LAVORAZIONE DEI MATERIALI METALLICI

1. Introduzione

I processi di lavorazione dei materiali metallici possono essere suddivisi in tre categorie:

- **processo fusorio**, che consente di conferire ad una massa metallica una forma ben definita mediante fusione del metallo, posata in un'apposita forma e successiva solidificazione;
- **processi plastici** a caldo e a freddo, che consentono di deformare in modo permanente il metallo, sottoponendolo all'azione di opportune forze, affinché assumano forme e dimensioni desiderate;
- **lavorazione a freddo con asportazione di truciolo** mediante un utensile tagliente opportunamente sagomato, per dare al pezzo la forma desiderata e la necessaria rifinitura superficiale.

Oltre a questi tre processi fondamentali, esiste anche il processo di saldatura, mediante il quale vengono uniti due lembi metallici tramite l'azione del calore e (non sempre) l'aggiunta di un metallo. Ai processi sopra descritti corrispondono le seguenti proprietà tecnologiche: la fusibilità, la malleabilità, la lavorabilità alle macchine utensili, la saldabilità. E' Infine da sottolineare che le modalità di lavorazione comprendono anche processi che hanno lo scopo di migliorare la struttura interna dei metalli, tramite opportuni trattamenti termici, come, ad esempio, la **tempra**.

2. Fusibilità

I materiali metallici portati ad una temperatura sufficientemente elevata hanno la proprietà di fondere, ma è da osservare che affinché siano lavorabili per fusione, è necessario che:

- la temperatura di fusione (T_f) sia industrialmente possibile;
- il metallo fuso sia molto fluido;
- il metallo fuso solidifichi senza passare per lo stato pastoso, per evitare contrazioni e difetti di massa.

La ghisa è un esempio di metallo industrialmente fusibile: fonde a $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ e acquista notevole fluidità; il ferro, invece, fonde a $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ senza diventare fluido (fusione pastosa): non viene pertanto lavorato per fusione. Anche il rame, pur fondendo a $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$, non acquista sufficiente fluidità. Nella tabella 1 sono indicate le temperature di fusione di alcuni metalli.

I materiali non metalli difficilmente fusibili sono detti **refrattari** e trovano impiego nella realizzazione dei forni. La prova di fusibilità, detta anche di colabilità, viene effettuata colando il metallo fuso in un vano a forma di spirale piana orizzontale: la lunghezza della spirale metallica ottenuta fornisce l'indice di fusibilità del metallo. Oltre alla temperatura di fusione T_f , i metalli sono caratterizzati dalla quantità di calore Q_f necessaria per fondere 1 kg di metallo, che vale:

$$Q = cT_f + Q_0 \quad (1)$$

dove c è il calore specifico del metallo e Q_0 il calore latente di fusione, cioè la quantità di calore che occorre somministrare a 1 kg di metallo alla temperatura T_f per provocare la completa fusione.

Tabella 1 – Temperatura di fusione di alcuni metalli

Metallo	Temperatura di fusione ($^{\circ}\text{C}$)	Metallo	Temperatura di fusione ($^{\circ}\text{C}$)
Alluminio	658	Nichel	658
Antimonio	630	Oro	630
Argento	960	Piombo	960
Ferro	1535	Rame	1535
Magnesio	650	Stagno	650
Manganese	1250	Zinco	1250

3. Malleabilità e duttilità

I materiali metallici possono essere più o meno plastici, cioè possedere la proprietà di cambiare forma quando sono sottoposti ad azioni deformanti, come trazione e compressione. Metalli plastici anche a freddo sono il rame, l'oro,

il platino e il piombo. Se il materiale è facilmente riducibile in lastre è detto **malleabile**, se invece è facilmente riducibile in fili, **duttile**. È da osservare che l'oro è il metallo più malleabile, il platino quello più duttile. Per avere una misura della plasticità dei materiali sono effettuate varie prove, le più importanti delle quali sono il **piegamento** e l'**imbutitura**.

3.1 Prova di piegamento

La prova di piegamento viene eseguita su materiali fucinati o semilavorati in forma di profilati o lamierini. Il provino, poggiato su due rulli agli estremi, come indicato nella figura 1a, viene compresso al centro e piegato fino a quando si manifestano le prime incrinature (figura 1b: l'unità di misura è l'angolo di piegatura α , che fornisce l'indice della malleabilità del provino).

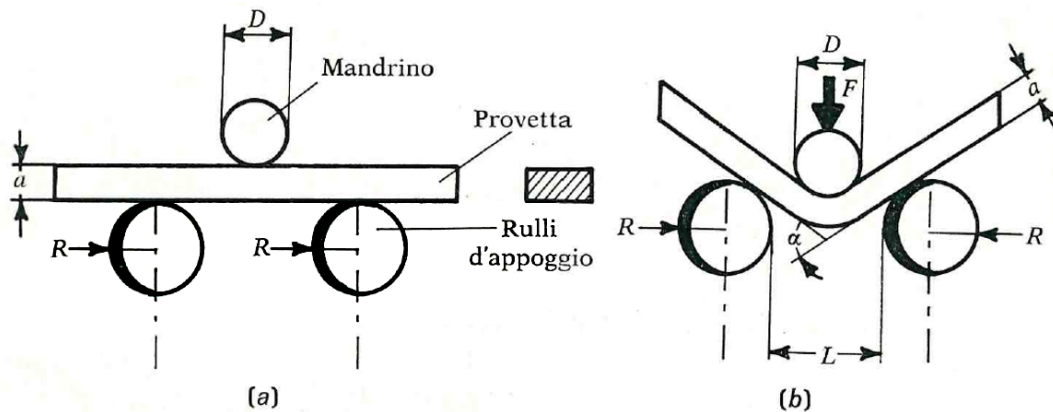


Figura 1 – Prova di piegamento

A volte può essere prescritta la piegatura con un raggio di curvatura definito (figura 2a): se il piegamento deve essere 180° i due lembi devono giungere a disporsi l'uno contro l'altro (figura 2b), o restare paralleli ad una prefissata distanza (figura 2c).

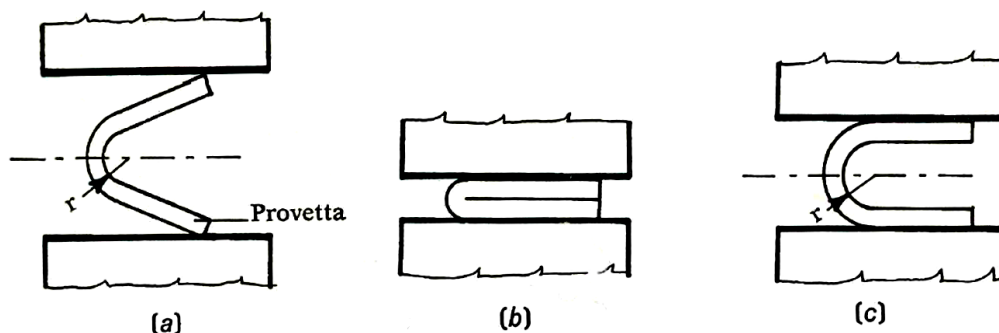


Figura 2 – Prova di piegamento; a) con un prescritto raggio di curvatura; b) a 180° con lembi sovrapposti; c) a 180° con lembi ad una prefissata distanza tra loro

3.2 Prova di imbutitura

È eseguita su lamiere, lamierini e nastri, di spessore compreso tra $0,5$ e 2 mm . La provetta del metallo in esame viene posta tra una matrice cava e il premilamiera, come indicato nella figura 3; il punzone ha lo scopo di imprimere sulla provetta un'impronta di forma sferica. L'indice di imbutitura è dato dalla profondità dell'impronta, considerando il percorso del punzone dalla posizione di inizio della prova fino al punto nel quale avviene la crinatura della provetta; tale prova è denominata **metodo Ericksen**.

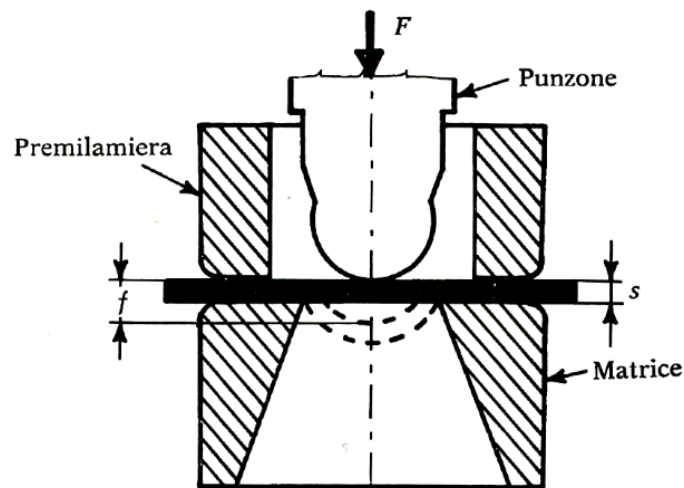


Figura 3 – Prova di imbutitura

4. Saldabilità

Se due pezzi dello stesso metallo, opportunamente riscaldati, vengono premuti l'uno contro l'altro e si uniscono per formare un solo pezzo, il metallo è detto **saldabile**.

L'unione per saldatura è tipica dei materiali plastici: un esempio classico di materiale saldabile è l'acciaio dolce. Le saldature di materiali non saldabili per riscaldamento, sono effettuate mediante apporto di materiali fusi di altra natura, i quali si uniscono in modo molto forte i pezzi da congiungere. Nelle applicazioni elettroniche l'operazione di saldatura, oltre che una buona resistenza meccanica, deve garantire una perfetta continuità ohmica: a tal fine sono eseguite adeguate prove per accertare la qualità della continuità della saldatura.

5. Temprabilità

La temprabilità è la proprietà per cui alcuni materiali metallici, opportunamente riscaldati, variano la durezza se raffreddati bruscamente mediante un fluido refrigerante, come acqua e olio. Alcuni materiali con la tempra aumentano la loro durezza (tempra positiva), come ad esempio l'acciaio, e altri la diminuiscono (tempra negativa), come il rame.

5.1 Prova di temprabilità

La prova di temprabilità viene effettuata riscaldando alla temperatura di tempra una provetta del materiale di forma cilindrica, e successivamente raffreddandola con un getto d'acqua all'estremità inferiore. Nella provetta, rettificata su una o più generatrici, viene misurata la durezza Rockwell, partendo dall'estremità temprata; viene poi costruito un diagramma cartesiano, detto diagramma **Jominy**, riportando sulle ascisse le distanze l dall'estremità temprata e sulle ordinate le relative durezze HR misurate, come indicato nella figura 4.

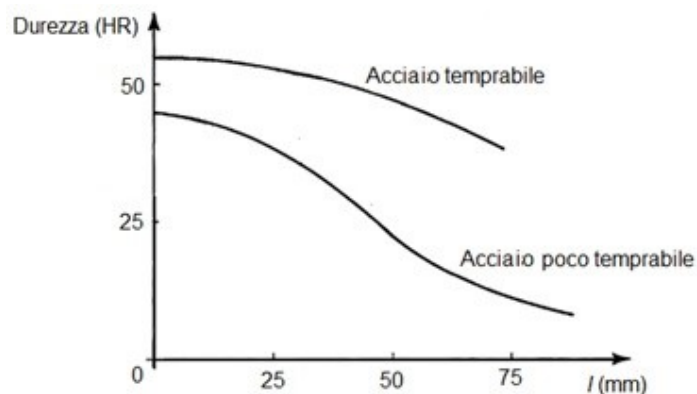


Figura 4 – Diagramma Jominy