



FONDERIA I/

TECNOLOGIE MECCANICHE



INTRODUZIONE (1)

Un metallo può sempre essere fuso senza che questo perda le sue caratteristiche meccaniche.
La fonderia si occupa di trasformare minerali i scarti di metalli in semilavorati o pani di fonderia.
I principali fattori chimico - fisici che influenzano il processo sono:

- **Fluidità** (\uparrow) e **Viscosità** (\downarrow): la forma deve essere riempita completamente
- **Temperature di fusione** e di **colata**: da queste dipenderà la solidificazione, la dimensione dei grani e la presenza di ossidi
- **Solubilità**: nei metalli in fase di liquida si può verificare adsorbimento di gas che genera microvuoti

DIFETTI DEL LINGOTTO (3)

Una colata diretta dall'alto comporta una serie di difetti:

- **Gocce fredde**: a causa di alte velocità di colata il metallo, impattando sul fondo della lingottiera, genera schizzi che attaccandosi sulle pareti della stessa, solidificano velocemente
- **Doppia pelle**: a causa di moti vorticosi spinti il materiale esterno a contatto con la forma che si solidifica e si ritira, lasciando un vuoto che riempie altro metallo liquido



- **Ripresa di colata**: a causa di basse velocità di colata si forma un menisco solido che viene scavallato da metallo liquido. Il meccanismo è simile a quello della doppia pelle ma riguardante la parte superiore del lingotto
- **Tacconi**: distacco del lingotto dalla lingottiera con pericolo di rottura e traboccamento del metallo a causa dell'elevata pressione sul fondo della lingottiera
- **Lesioni superficiali & cricche**: dovute a contrazioni termiche del metallo e all'attrito con la lingottiera. Per evitarle si utilizza una lingottiera a sezione trapezoidale così da favorire la sformabilità del lingotto e aumentare la superficie di scambio termico. La tendenza a formare cricche è invece valutabile dal rapporto:

$$\frac{\text{velocità di aumento pressione}}{\text{velocità di asportazione del calore}} = \frac{Q/S}{P/S} = \frac{Q}{P}$$

Quindi in funzione della portata e della superficie: per ridurre il pericolo dei cretti si impiega una sezione ondulata (quadrangolare, ottagonale, ecc.).

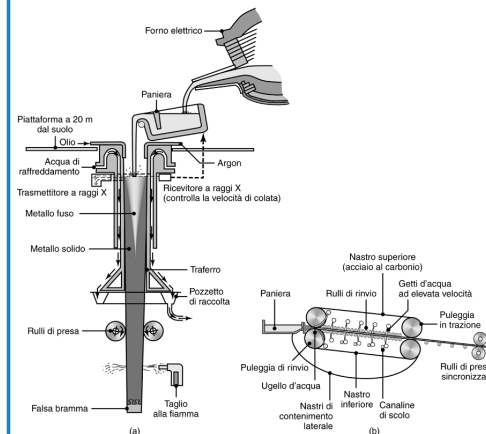
MACRO-FUSIONE (2)

Generazione di lingotti attraverso forme permanenti.
Una siviera refrattaria e adiabatica ($K \ll 10^\circ C/h$) trasferisce metallo fuso in una lingottiera per mezzo di una paniera che contribuisce alla rimozione degli ossidi.
In assenza di paniera la rimozione degli ossidi viene fatta manualmente: scorificazione.
La colata può essere:

- **Diretta senza paniera**: velocità del getto non costanti e usura della forma
- **In sorgente**: si riempie la forma con un sistema di condotti ($\$ \uparrow$)
- **Con paniera**: garanzia di velocità costante e minor usura della forma

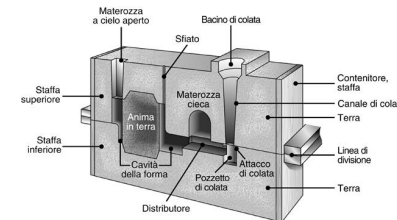
COLATA CONTINUA (4)

Quanto descritto fin'ora è un processo in batch estremamente energivoro, l'alternativa è la colata continua.
La pianiera viene rifornita continuamente da siviere dimensionate per evitare la diffusione degli ossidi.
La formatura e la solidificazione avvengono nello stesso momento in ambiente inerte sempre per evitare la formazione di ossidi.
In serie al meccanismo di solidificazione segue una successione di rulli che effettuano una sgrossatura a caldo della bramma.
Nota: all'inizio la presenza di sensoristica che controlli lo spessore della bramma e regoli la velocità di riempimento e trascinamento altrimenti i rulli non farebbero presa; alla fine una falsa bramma che ha l'unico scopo di avviare la colata.



CLASSIFICAZIONE DELLE FORME E DELLE TIPOLOGIE DI COLATA (5)

Forma Transitoria



- Terre da forneria: materiale economico che permette la rottura dello stampo, terre porose che permettono la fuoriuscita di gas, bassa conducibilità termica, minori velocità di raffreddamento maggiori dimensioni dei grani
- Geometrie complesse ma senza sottosquadri: il modello deve fuoriuscire senza danneggiare la forma

Componenti della colata:

- **Materozza**: serbatoio di metallo liquido atto ad evitare cono di ritiro e ritiri in fase liquida
- **Rastremamento conico**: necessario per evitare l'aspirazione di aria per depressione durante la colata
- **Canale di colata**: necessario per portare il metallo fuso all'interno della forma.
- **Pozzetto di colata**: il fuso ha un'elevata velocità verticale, potrebbe trascinare la terra all'interno della cavità che si vuole riempire.
- **Forma Permanente**
 - Stampi: costoso materiale altofondente, possibilità di riuso, non permette la fuoriuscita di gas, necessità di sfiati, alta conducibilità termica, maggiori velocità di raffreddamento, grani di minori dimensioni
 - Geometrie semplici senza alcun problema di sottosquadri, tempi di produzione velocizzati.

Il modello per la realizzazione del pezzo terrà conto del ritiro del getto, sarà lontano dalle dimensioni finali e può essere realizzato in campaggio 3D o a cera persa.

Anime

I fori vengono realizzati attraverso l'uso di anime, queste prevedono la creazione, nel modello, di portate di anima atte a sorreggere l'anima durante lo svolgimento delle sue funzioni.

Squeeze Casting

Chiusura di uno stampo in cui viene introdotto un metallo in procinto di solidificare: lavorazione a metà tra la fonderia e la deformazione plastica.

Colatura centrifuga

Per ottenere tubazioni senza l'ausilio di anime.

Preparazione del fuso

È necessario scegliere una corretta temperatura di spillamento T_s per evitare che il fuso cominci a solidificare nel canale

$$T_s > T_m$$

Il fuso è caratterizzato da maggior fluidità ed è possibile spillare a velocità maggiori, di contro si incorre maggiormente nel rischio di erosione (anche della forma permanente, questa deve durare il più possibile), di ossidazione, e nell'affettiva difficoltà di smaltire il calore, portando a tempi di solidificazione maggiori.

Per evitare una solidificazione precoce senza alzare esageratamente la temperatura di spillamento o la velocità di colata, è possibile riscaldare la forma, ma anche questo comporterà tempi di solidificazione maggiore, una maggiore crescita del grano e prestazioni meccaniche dell'oggetto inferiori.