

asdf

GENERALITÀ SUL PROCESSO DI LAMINAZIONE DEI METALLI

27 October 2011

Con questo articolo ci proponiamo di trattare in breve il processo di laminazione dei metalli.

Premessa

Prima di addentrarci all'interno del processo di laminazione dei metalli vediamo cosa è "in generale" la **laminazione**.

La laminazione fa parte delle **lavorazioni per deformazione plastica** alle quali è sottoposto il metallo che si trova in una opportuna forma e condizione.

Chiariamo il primo concetto: che vuol dire **deformazione plastica**?

In breve, la deformazione può essere:

- *elastica* : essa cessa al cessare della causa che l'ha prodotta;
- *plastica* : essa permane al cessare della causa che l'ha prodotta.

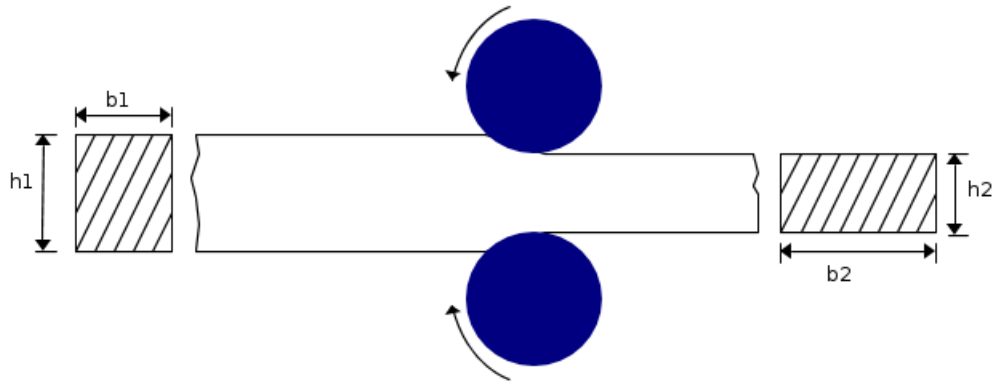
Come si può intuire, nel settore industriale, i metalli, opportunamente solidificati sotto forma di lingotti nelle lingottiere, vengono sottoposti a deformazione plastica proprio allo scopo di far assumere loro forma e dimensioni finali volute. Questo allo scopo di ottenere dei **prodotti finiti** o dei **semilavorati**, cioè pezzi di fonderia che dovranno essere sottoposti ad altri processi.



Lingotti di alluminio ottenuti in fonderia

In cosa consiste?

Durante la laminazione si produce uno schiacciamento, allungamento e sagomatura di un blocco di metallo che viene fatto passare attraverso due rulli rotanti in versi opposti tra di loro.



I rulli rotanti sono detti **cilindri** nonostante abbiano questa reale forma solo nel caso in cui si debbano fabbricare prodotti come nastri o lamiere. Negli altri casi si tratta di solidi di rotazione con scanalature a forma di circonferenza.



Esempio di rullo di laminatoio (foto tratta da <http://www.emil-gomma.it/ita/siderurgica.asp?id=80>)

Normalmente i lingotti che provengono dalla solidificazione del metallo, sono sottoposti prima all'azione del **laminatoio sbizzatore** o **blooming**. Quest'ultimo permette di ottenere blocchi di sezione rettangolare o quadrata detti **blumi** o **billette**. Ciò che differenzia i blumi dalle billette sono semplicemente le dimensioni.



Particolare di uno sbozzatore (foto tratta da <http://www.centromacchine.net/laminatoio-sbozzatore-reina-p-3447.html>)

In genere non è però possibile deformare il nostro blocco di partenza in una sola "passata", ma occorrono più stadi successivi di deformazione per ottenere il risultato desiderato e, non da ultimo, che i cilindri siano dotati di scanalature atte a "trasformare" via via il blocco portandolo alla forma desiderata.

Dal punto di vista quantitativo

Partiamo da due "ipotesi" iniziali semplificative:

- i cilindri sono lisci, cioè senza scanalature;
- il blocco soggetto a laminazione ha forma di parallelepipedo.

Posto che l'altezza iniziale sia h_1 (vedi figura in alto o [direttamente qui](#)), se tra i cilindri è presente una distanza pari ad h_2 , lo schiacciamento porta da h_1 a h_2 e, in particolare, da una lunghezza L_1 ad un'altra più grande pari a L_2 e ad un aumento di larghezza da b_1 a b_2 .

Il volume deve essere costante, perciò si ha:

$$b_1 L_1 h_1 = b_2 L_2 h_2$$

Tra le dimensioni iniziali e finali sussistono le seguenti relazioni, come detto prima:

$$L_2 > L_1$$

$$b_2 > b_1$$

$$h_2 < h_1$$

Il blocco sottoposto a laminazione si allunga di una quantità pari a:

$$\Delta b = b_2 - b_1$$

che però non è possibile valutare in maniera teorica.

La pratica dimostra che essa non è determinata in maniera rilevante dalla larghezza iniziale, per cui l'allungamento percentuale **100 $\Delta b/b_1$** è notevole in laminati di piccola larghezza.

Una modalità di valutazione dell'allungamento Δb è data dall'utilizzo della **formula di Geuze**, che è empirica:

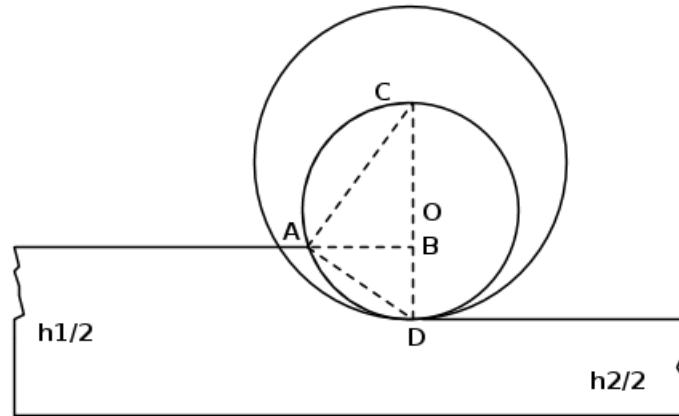
$$\Delta b = 0.35(h_2 - h_1)$$

e che è conveniente utilizzare nel caso di lingotti di partenza a sezione quadrata.

Qualora si abbia a che fare con lingotti a sezione rettangolare è consigliabile ricorrere alla **formula di Siebel**:

$$\Delta b = C \cdot L \cdot \frac{h_2 - h_1}{h_1}$$

dove L è la lunghezza dell'arco di contatto AB tra il laminato ed il cilindro, come riportato in figura:



In condizioni ordinarie L può essere fatta "coincidere" con la corda AE , per cui:

$$L = \sqrt{R \cdot \Delta h}$$

Considerando il triangolo rettangolo in A , ABC , abbiamo:

$$\overline{AB}^2 = \overline{DB} \cdot \overline{CB} = \frac{h_2 - h_1}{2} \cdot 2R = R \Delta h$$

Sostituendo nella formula di Siebel, si ha:

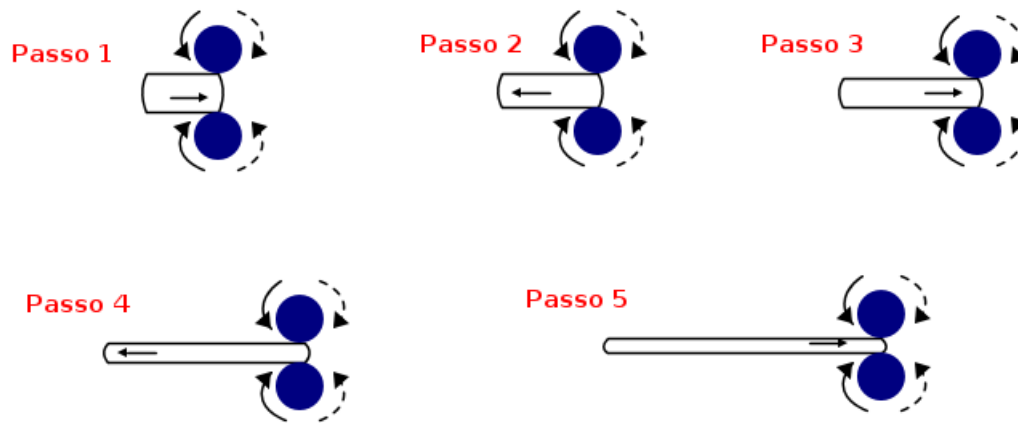
$$\Delta b = C \cdot \frac{\Delta h}{h_1} \sqrt{R \cdot \Delta h}$$

A parità di riduzione dell'altezza del laminato quando passa tra i cilindri, l'allargamento è maggiore se i cilindri sono di raggio più grande.

Laminazione a caldo

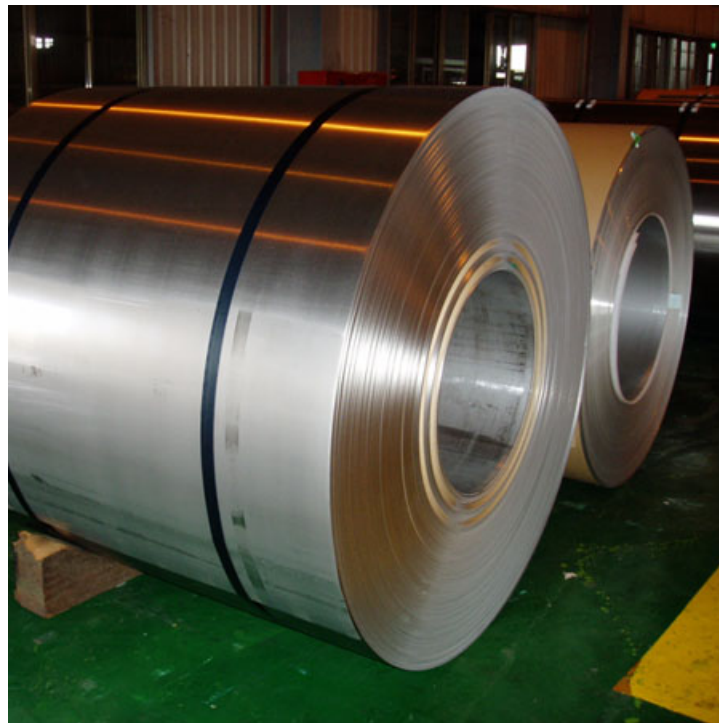
Viene effettuata in quanto si possono ottenere maggiori riduzioni di spessore ad ogni passata tra i cilindri grazie al fatto che il metallo è caldo.

I semilavorati vengono dapprima riscaldati fino a circa 1200°C. Dopo essere stati riscaldati i lingotti vengono sottoposti a laminazione a caldo nel laminatoio sbozzatore reversibile, secondo i passaggi riassunti nella figura seguente:



La laminazione a caldo viene portata avanti fino a quando la temperatura del laminato non è così bassa da rendere difficile la laminazione stessa.

Successivamente, quindi, il semi-lavorato viene portato nuovamente in temperatura e la laminazione va avanti fino a quando non si ottiene un nastro di spessore abbastanza sottile da consentire l'avvolgimento a spirale (in **coil**) dello stesso.



Avvolgimenti a spirale di acciaio nel caso di laminazione a caldo (tratta da <http://stainless-coil.com/it/stainless-steel-hot-rolled-coil.html>)

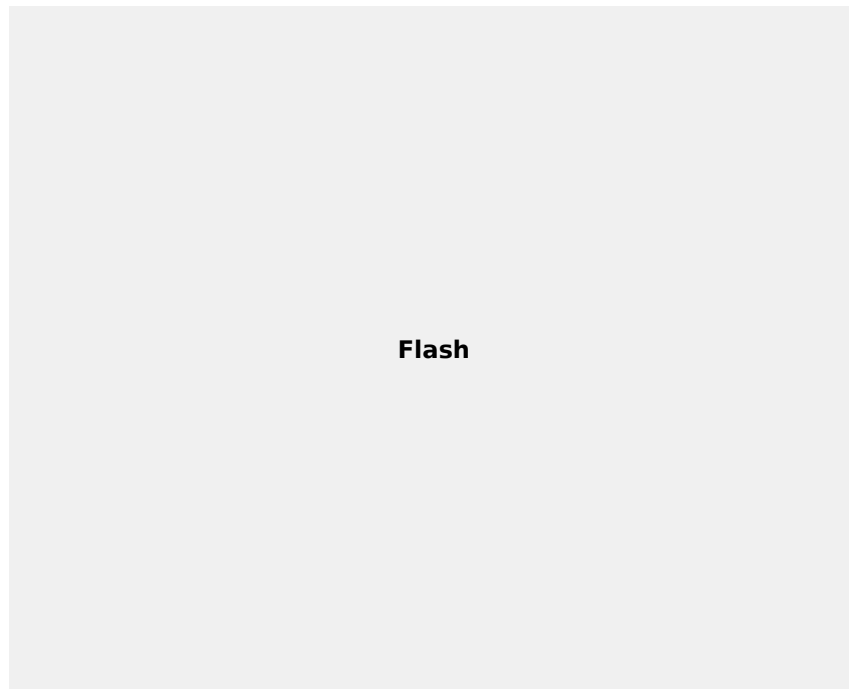
Sono ottenibili, mediante laminazione a caldo, prodotti come binari ferroviari, nastri di lamiera, tubi senza saldatura ed anelli.

Laminazione a freddo

Dopo la laminazione a caldo i rotoli di metallo sono sottoposti a trattamenti termici volti ad addolcire il metallo, cioè a ridurre la sua durezza. Uno di questi è la **ricottura**.

Come si può immaginare, la laminazione a freddo avviene a temperatura ambiente ed è effettuata tramite laminatoio a **gabbia di laminazione** singola o costituito da più gabbie di laminazione in serie.

Di seguito un video esplicativo su cosa sia una gabbia di laminazione, in particolare sul suo montaggio:



E' possibile inoltre calcolare la **percentuale di riduzione di sezione a freddo** di una lamiera come:

$$\% \text{ rid. a freddo} = \frac{\text{spessore iniziale} - \text{spessore finale}}{\text{spessore iniziale}} \cdot 100\%$$

Dal vivo...

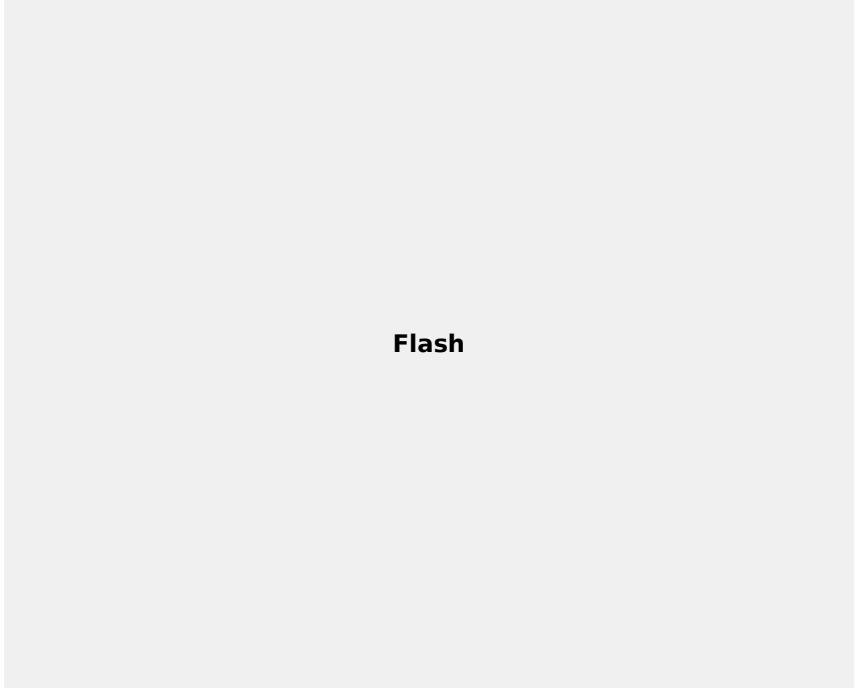
Di seguito ulteriori video esplicativi:

Flash

Flash

Flash

Flash

A large, light gray rectangular area with the word "Flash" centered in the middle, indicating a missing or broken image.

Flash

Bibliografia

Lavorazioni plastiche dei metalli - Mazzoleni

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Asdf:il-processo-di-laminazione-dei-metalli>"