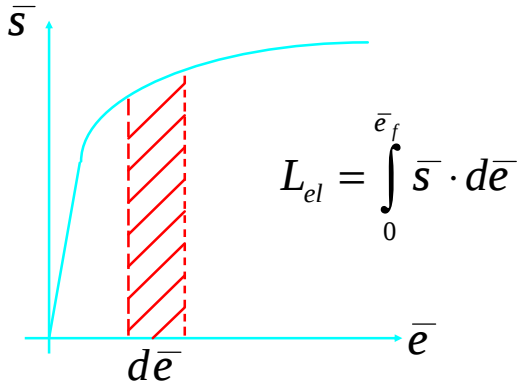


Lavoro di deformazione plastica

Lavoro elementare di deformazione, cioè di un volume elementare



Il lavoro globale si ottiene integrando il lavoro elementare su tutto il dominio spaziale V

$$L_g = \int_V L_{el} dV$$

Lavoro di deformazione plastica

Lavorazioni a freddo
Legge di Hollomon

$$\bar{s} = k \cdot \bar{e}^n$$

$$L_{el} = \int_0^{\bar{e}_f} \bar{s} \cdot d\bar{e} = K \int_0^{\bar{e}_f} \bar{e}^n \cdot d\bar{e}$$

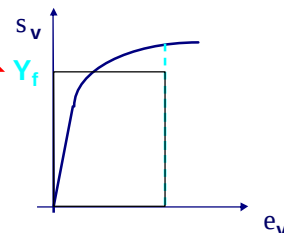
$$L_{el} = K \cdot \frac{\bar{e}^{n+1}}{n+1} = \frac{K \bar{e}^n}{n+1} \cdot \bar{e} = \frac{\bar{s}}{n+1} \cdot \bar{e} = Y_f \cdot \bar{e}$$

Lavorazioni a caldo

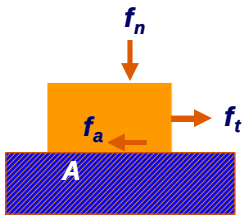
$$\bar{s} = C \cdot \dot{\bar{e}}^m$$

$$L_{el} = \int_0^{\bar{e}_f} \bar{s} \cdot d\bar{e} = \bar{s} \int_0^{\bar{e}_f} d\bar{e} = \bar{s} \cdot \bar{e}$$

Sollecitazione media di flusso



L'attrito



Le forze di attrito dipendono da:

- Pressione di contatto
- Velocità relativa
 - Attrito statico e dinamico
- Materiali
- Rugosità
- Lubrificanti
- Temperatura
- Cambiamento di forma delle superfici

$$t_a = \frac{f_a}{A}$$

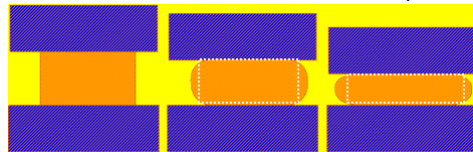
$$t_t = \frac{f_t}{A}$$

$$s_n = \frac{f_n}{A}$$

Questi sono solo stress apparenti poiché l'area di contatto reale è sempre molto inferiore all'area nominale, per via delle asperità delle superfici

L'effetto dell'attrito

- limita il flusso nelle zone vicine al contatto
- ha un effetto distortore, aumenta L_r



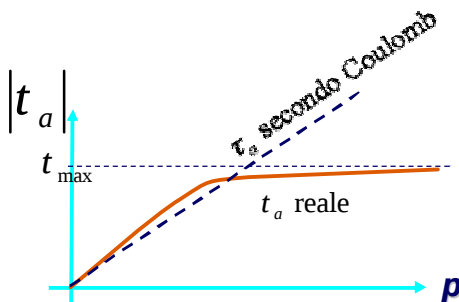
L'attrito

Modello di Coulomb

$$f_a = m \cdot f_n$$

Coefficiente d'attrito

$$t_a = m \cdot s_n$$



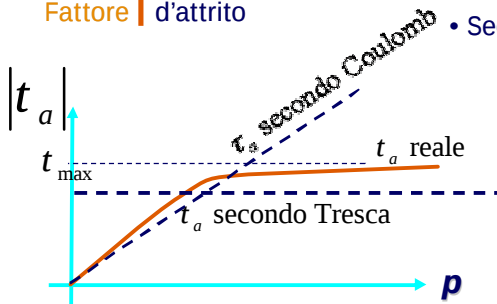
- Il modello vale solo quando le pressioni in gioco non sono molto elevate
- Nel *metal forming*, le pressioni sono invece spesso elevate, e in questo caso le caratteristiche dei materiali dovrebbero entrare nel modello
- In particolare t_a non può essere maggiore della resistenza massima a taglio t_{max} del materiale più tenero

L'attrito

Modello del massimo sforzo di taglio (di Tresca)

$$t_f = m \cdot t_{\max}$$

Fattore d'attrito



t_a non può essere maggiore della resistenza massima a taglio $t_{\max}$ del materiale più tenero

- Secondo Von Mises

$$t_{\max} = \frac{\bar{s}}{2}$$

- Secondo Tresca

$$t_{\max} = \frac{\bar{s}}{\sqrt{3}}$$