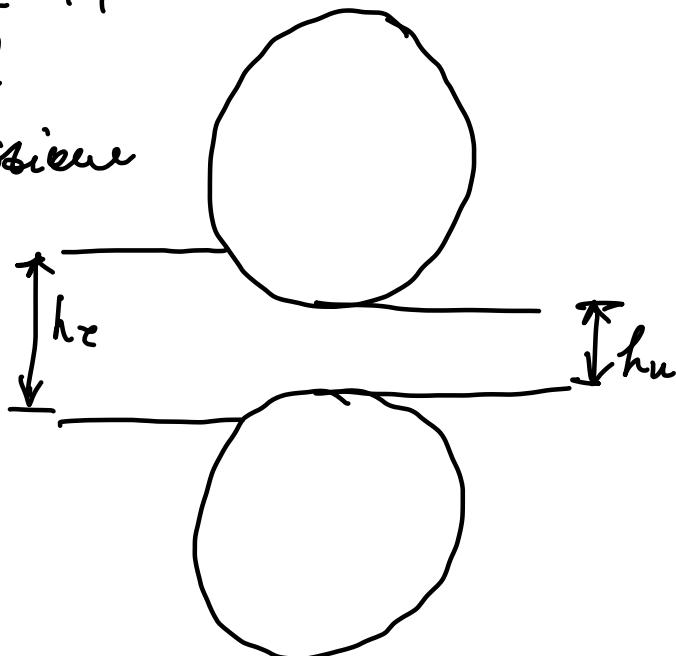


## Lessione 15 -

Come avviene nello studio della lezione

transizione attuale  $T_1$ ,  
fondamentale nel  
cambiamento e riduzione  
di pressione



$$h_e \cdot b_e = h_u \cdot b_u$$

$$b_e \approx b_u$$

$$v_e = \frac{dh_e}{dt}$$

$$\Rightarrow h_e v_e = h_u v_u$$

$$\frac{v_u}{v_e} = \frac{h_e}{h_u} \rightarrow v_u > v_e$$

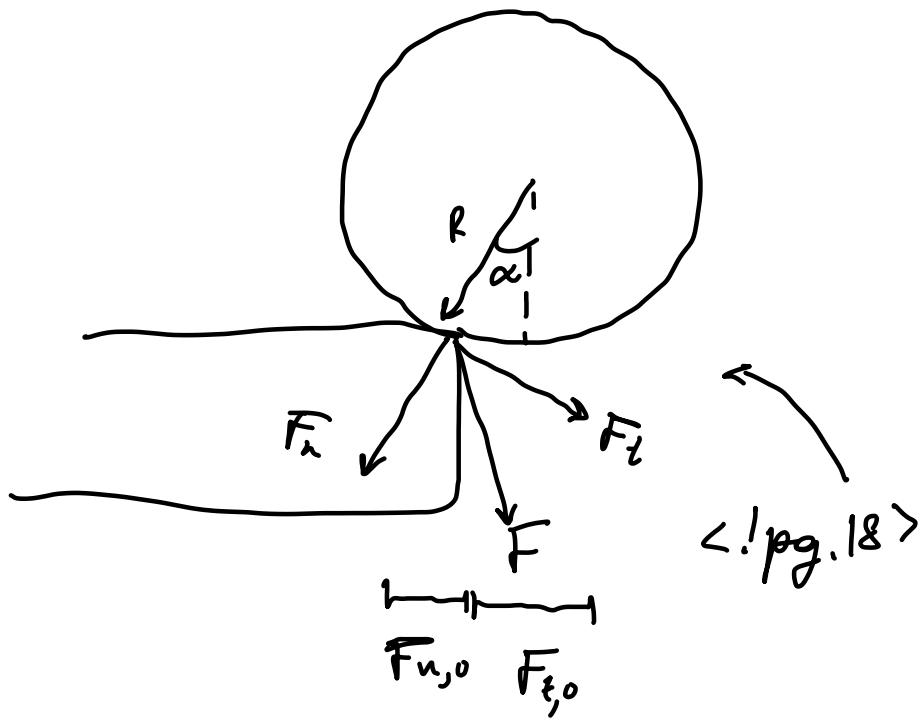
$$v_u > v_c > v_e$$

(cilindro)

Il punto dove  $V = V_c$  è detto punto di sezione neutra o punto di inversione perché cambia la velocità relativa al nullo.

$$L \approx AB - \sqrt{R \Delta h}$$

$$\alpha = \frac{L}{R} \approx \sqrt{\frac{\Delta h}{R}}$$



L'altro concetto al cui riguardo si parla è "imboccare" il laminato, cioè di entrare tra i fulli, questo se verificate le condizioni d'imbocco.

se  $F_{t,0} \geq F_{u,0}$  allora è verificata la condizione d'imbocco

Proviamo a scomporre  $F$  con l'angolo  $\alpha$

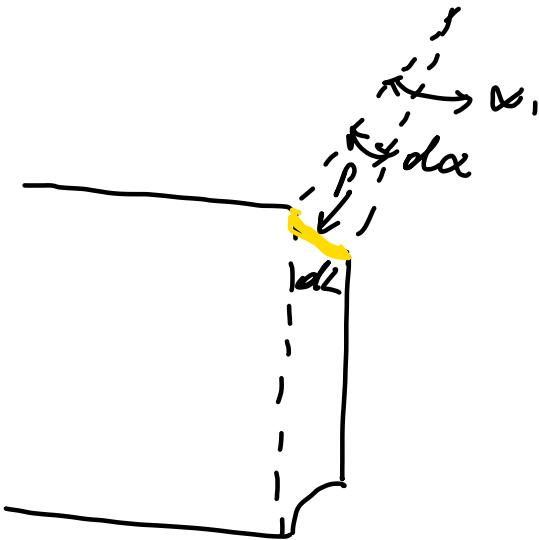
Condizione d'imbocco

Pressione Area Contatto

$$F_n = \rho \cdot dL \cdot b_e$$

$$F_t = \mu \cdot \rho \cdot dL \cdot b_e$$

Coefficiente di attrito



$$F_{n,u} = \rho \cdot dL \cdot b_e \sin \alpha$$

$$F_{t,o} = \mu \rho dL b_e \cos \alpha$$

$$F_{t,o} \geq F_{n,u}$$

$$\Rightarrow \mu \cos \alpha \geq \sin \alpha \Rightarrow \mu = \tan \tau \geq \tan \alpha \Rightarrow \tau \geq \alpha$$

$$\mu = \tan \alpha \approx \alpha = \frac{L}{R} = \sqrt{\frac{sh}{R}} \rightarrow \boxed{sh \leq \mu^2 R}$$

Angolo di Contatto  
Angolo di Attrito

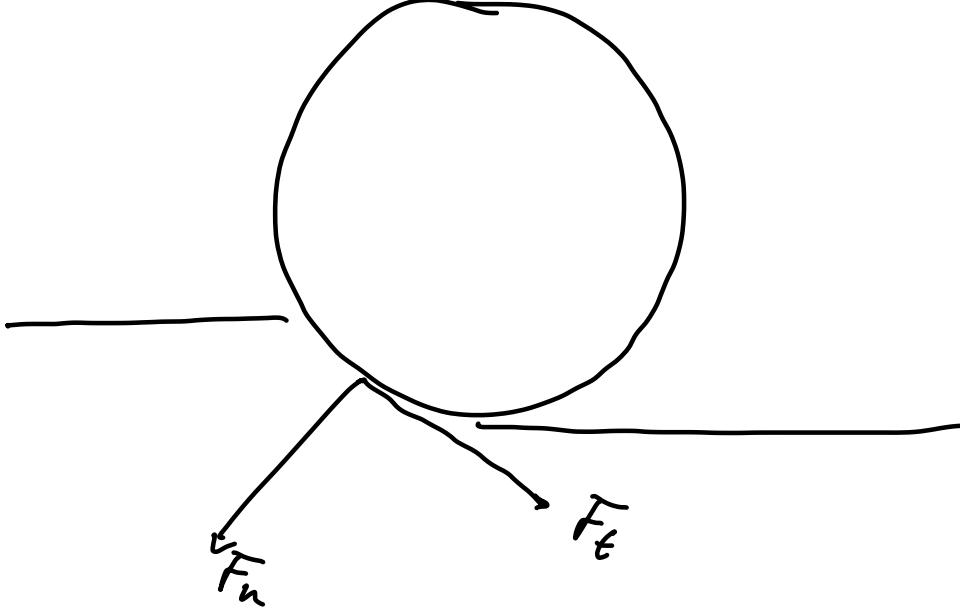
$\alpha$  è molto  
piccole perdite  $R \gg \Delta h$

Derivata da principi fisici

Così fare se condizioni di imbocco non verificate:

- aumentare l'attrito (riduzione lubrificazione)
  - ↳ processi aderente tra nelli e laminando che non vogliono, è rischioso, e causa suriscaldamento di cilindri o ↓ e uscita ↑ ed ossida il laminando
- aumentare raggi dei nelli → aumenta costi
- diminuire la riduzione  $\Delta h = h_e - h_u$ 
  - ↳ fare diversi cicli di diminuzione, aumenta tempo
- applicando una forza di spinta al laminando
  - ↳ per materiali difficili da laminare

Condizioni di trascinamento: pg. 25



Dobbiamo controllare tutto l'arco non solo l'indocco, ci siamo la ripetuta della sezione neutra

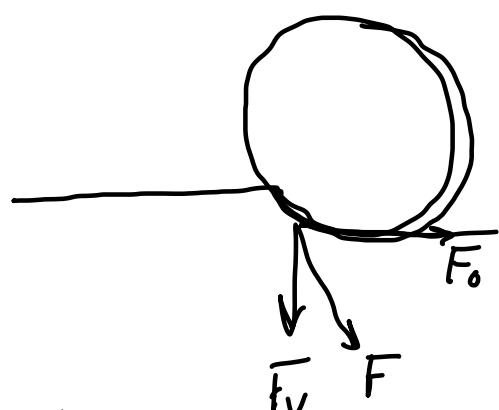
"condizione di trascinamento"  $\rightarrow \tau \geq \frac{\alpha}{2}$   
meno restrittiva della condizione d'indocco

### Forze di laminazione

Parliamo delle forze  $F_o$  e  $F_v$

Trascurando  $F_o$

$$v_u \text{ ed } M_{u\text{-}c} - v_e \text{ ed } M_e = F_o \text{ ott}$$



$$\underbrace{\rho A_u v_u^2 dt - \rho A_e v_e^2 dt}_{\text{Impulso}} = \underbrace{F_o dt}_{\text{Impulso}}$$

Variazione della quantità di moto fra ingresso e uscita

$$V_e A_e = V_u A_u$$

$$\Rightarrow \underline{F_0} = \rho A_e V_e^2 \left( \frac{h_e - h_u}{h_u} \right)$$

Trivarelo  $F_v$  → Usando modelli semplificati

Usiamo la pressione media nota  $p(\theta)$ :

$$p_{av} = \frac{1}{\alpha} \int_0^\alpha p(\theta) d\theta > p_f$$

Da collina  
di pressioni

Stimiamo con la formula  
che abbrevia verso prima in  
geometria piana

$$\Rightarrow p = \frac{2}{\sqrt{3}} p_f \left( 1 + \frac{\mu \alpha}{h} \right) A = \frac{2}{\sqrt{3}} p_f \left( 1 + \frac{\mu L}{2h_m} \right) h_m$$

$$h_m = \frac{h_e + h_u}{2}$$

$h_{medio}$

$$\Rightarrow \underline{F_v} = p_{av} b_m L = p_{av} b_m \sqrt{R D h'}$$

$$= \frac{z}{\sqrt{3}} Y_f \left(1 + \frac{\mu L}{2h_m}\right) b \sqrt{Rb} h$$

Faccendo il confronto tra  $F_v$  e  $F_o$

$$\frac{F_v}{F_o} = \frac{Y_f h_m}{\rho g v^2} \sqrt{\frac{R}{\Delta h}} \cdot \frac{z}{\sqrt{3}}$$

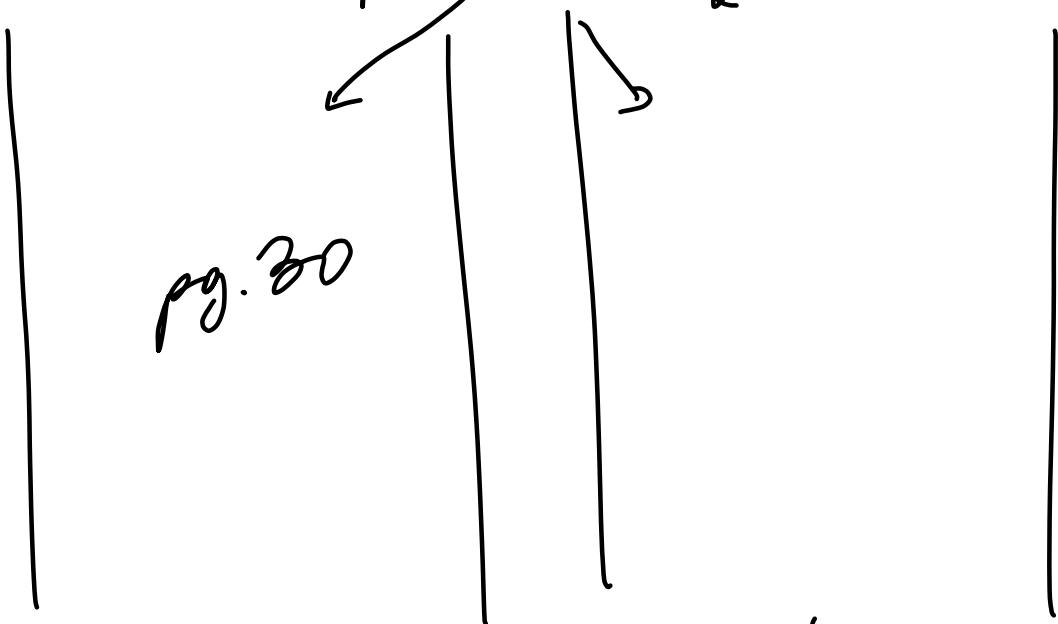
Prezzi numeri tipici da pg. 27 allora

$$\frac{F_v}{F_o} = 20934 \rightarrow \text{anche questo è tipico}$$

→ la laminazione è in gran parte verticale per questo nel calcolo delle potenze trascureremo  $F_o$ .

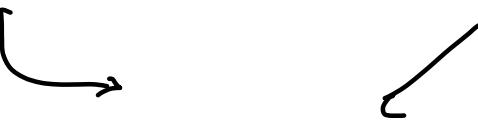
Collina delle Pressioni su arco di contatto:

Dovendo prendiamo  $\tau \geq \frac{\alpha}{2}$



In base a coefficiente  
di attrito

S'legge come primo  
In base a  $\frac{\Delta h}{h_e}$



Punto di massimo è il punto di inversione

Con meno  $\mu$  serve più area per avere la stessa  
Forza di trascinamento

Con un aumento in riduzione aumentata pressione,  
se voglio aumentare la capacità di laminazione serve  
più forza a pari coefficiente di attrito

### Sezione di inversione

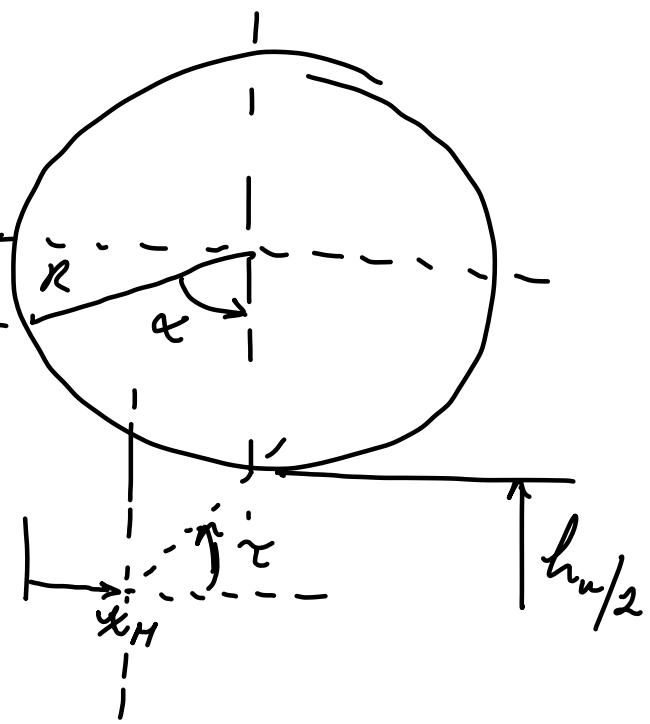
$$x_H = \frac{R \sin \alpha}{2} + \frac{1}{4} \frac{\Delta h}{\mu}$$

$$\text{con } \mu \rightarrow \infty \quad x_H = \frac{R \sin \alpha}{2}$$

$$\text{con } \mu \rightarrow 0 \quad x_H = \infty$$

$\Rightarrow$  non c'è  $\Delta h$

$$\frac{h_e}{2}$$



da luminosità si deduce additivo.

pg. 31 stesso numero caratteristici

Calcolo dell'energia e potenza:

$$F_v = p_{av} L \text{ bm}$$

coppia  $M = F_v d \approx F_v \frac{L}{2} = p_{av} \frac{L^2}{2} b_m$

potenza:  $P = \cancel{2} M_w = p_{av} b_m \cancel{L^2} \frac{v_c}{R} = p_{av} b_m v_c \Delta h$

Energia  $W = P \cdot \text{tempo}_{\text{lavoro}} = (p_{av} b_m v_c \Delta h) \cdot t_{\text{lavoro}}$

$$v_c \cdot \text{tempo}_{\text{lavoro}} \equiv \frac{he + hu}{2} = hm$$

$$W = p_{av} b_m hm \Delta h - p_{av} b_m hm \underbrace{\frac{\Delta h}{hm}}_V \approx p_{av} hm \frac{he}{hu} V = uV$$

$\downarrow$

come  $\frac{\Delta L}{L}$  da deformazione che =  $hm \frac{he}{hu}$

→ Energia di deformazione che tiene a conto

l'attito.

## Difetti di laminazione

- I mili possono inflettersi pg. 33

↳ Visi che sono vincolati alle estremità

↳ I cilindri si imboccano basato sulla direzione in cui applichiamo le forze

↳ Soluzione → Con poca spesa → correggiere per

la deformazione che subirà

cambiare materiale

↳ Ridurre forze

## Suriscaldamento locali

↳ Quando non c'è sufficiente lubrificante non è

↳ I mili si suriscaldano e Cecinano il laminando

→ quello giusto per asportare calore.

- Apertura pg. 35

- ↳ Se si sospira attento e si entra nella adesione.
- ↳ Il luminante segue i moli e si appre
- ↳ Esplora i fatti interni