



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 1740A -

ANNO: 2015

A P P U N T I

STUDENTE: Paradisi Gaia

MATERIA: Tecnologia meccanica, Esercizi - prof. Salmi, Atzeni

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

ESERCITAZIONI DI TECNOLOGIA MECCANICA

ESERCITAZIONE 1 - Tensioni e deformazioni

Esercizio 1

Provino (80% Rame 20% Nichel)

1) Diagramma σ - ϵ

2) k e n

$$A_0 = 6,35 \text{ mm} \times 6,38 \text{ mm}$$

$$l_0 = 25 \text{ mm}$$

Δe (mm)	e (mm)	A (mm ²)	F (N)
0	25	40,5	0
2	27	37,5	9100
4	29	34,51	11200
6	31	32,66	12600
8	33	30,63	13500
10	35	28,92	14000
12,5	39,5	22	14200
Rottura		9,98	

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{A} \frac{A_0}{A_0} = \frac{F}{A_0} \frac{A_0}{A} = s \frac{A_0}{A}$$

↳ Lavoro nel tratto uniforme

Il volume si mantiene costante

$$A_0 l_0 = A \cdot e$$

$$\frac{A_0}{A} = \frac{e}{l_0} = \frac{l_0 + \Delta e}{l_0} = 1 + \frac{\Delta e}{l_0} = 1 + e \quad e = \frac{\Delta e}{l_0}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma &= \frac{F}{A} = s(1+e) \\ \epsilon &= \ln \frac{e}{l_0} = \ln(1+e) \end{aligned} \right.$$

Legame tra tensione e deformazione reale con quelli ideali (sono valide prima della strizione)

1) completo e a tabella

$$\frac{A_0}{A} = 1 + \frac{\Delta e}{l_0} \quad A = \frac{A_0}{1 + \frac{\Delta e}{l_0}}$$

$$e = \Delta e + l_0$$

2) Equazione di Hollomon

$$\sigma = k e^n$$

$$\log \sigma = \log k + n \log e$$

③

	AR 7075 -T6	Ti - 6Al-4V	AISI 4340
E (MPa)	70 000	119 500	210 000
σ_s (MPa)	496	825	1365
UTS (MPa)	558	898	1470
ρ (kg/dm ³)	2,77	4,43	7,86

$s = E \cdot e$ in campo elastico

$$s = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0} \quad \Delta l = \frac{s l_0}{E} \quad s_{80 \text{ kN}} = \frac{F}{A} = \frac{80 \text{ kN}}{\pi \frac{D^2}{4}} = 254,64 \text{ MPa}$$

① Verifico che siamo in campo elastico $s < \sigma_s$

$$254,64 \text{ MPa} < 496 \text{ MPa}$$

$$a) \Delta l = s \frac{l_0}{E} = \frac{254,6 \text{ MPa} \cdot 400 \text{ mm}}{70000 \text{ MPa}} = 1,46 \text{ mm}$$

$$b) F_{\sigma_s} = \sigma_s \cdot A_0 = 496 \text{ MPa} \cdot (\pi r^2) = 356 \text{ kN}$$

$$c) F_{\text{max}} = \text{UTS} \cdot A_0 = 558 \text{ MPa} \cdot (\pi r^2) = 375 \text{ kN}$$

② siamo in campo elastico $254,64 \text{ MPa} < 825 \text{ MPa}$

$$a) \Delta l = s \frac{l_0}{E} = \frac{254,64 \text{ MPa} \cdot 400 \text{ mm}}{119500 \text{ MPa}} = 0,85 \text{ mm}$$

$$b) F_{\sigma_s} = \sigma_s \cdot A_0 = 825 \text{ MPa} \cdot (\pi r^2) = 259,181 \text{ kN}$$

$$c) F_{\text{max}} = \text{UTS} \cdot A_0 = 898 \text{ MPa} \cdot (\pi r^2) = 282,11 \text{ kN}$$

③ siamo in campo elastico $254,64 \text{ MPa} < 1365 \text{ MPa}$

$$a) \Delta l = s \frac{l_0}{E} = \frac{254,64 \text{ MPa} \cdot 400 \text{ mm}}{210000 \text{ MPa}} = 0,485 \text{ mm}$$

$$b) F_{\sigma_s} = \sigma_s \cdot A_0 = 1365 \text{ MPa} \cdot (\pi r^2) = 428,3 \text{ kN}$$

$$c) F_{\text{max}} = \text{UTS} \cdot A_0 = 1470 \text{ MPa} \cdot (\pi r^2) = 463,9 \text{ kN}$$

ESERCITAZIONE 2 - Fonderia

Esercizio 1

Calcolare tempi di solidificazione

$$V = 1 \text{ dm}^3$$

$$k = 0,085 \text{ cm/s}^{1/2}$$

a) SFERA

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 = \frac{\pi}{6} d^3$$

$$S = 4\pi r^2 = 4\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi d^2 \quad \text{considero come area di scambio l'intera superficie}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot V}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 1000}{\pi}} = 12,41 \text{ cm}$$

MODELLO DI RAFFREDDAMENTO

$$H = \frac{V}{S} = \frac{\pi}{6} d^3 \cdot \frac{1}{\pi d^2} = \frac{d}{6} = 2,1 \text{ cm}$$

TEMPO DI SOLIDIFICAZIONE

$$t = \left(\frac{H}{k}\right)^2 = \left(\frac{2,1}{0,085}\right)^2 = 592 \text{ s} = 9,87 \text{ min}$$

b) CILINDRO RETTO $\frac{h}{d} = 1$

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h = \frac{\pi d^3}{4} \quad d = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi}} = 10,83 \text{ cm}$$

$$S = \frac{2\pi d^2}{4} + \pi d h = \frac{3}{2} \pi d^2 \quad \leadsto \text{considero tutte le superfici di scambio CASO IDEALE}$$

$$= 528,63 \text{ cm}^2$$

$$H = \frac{V}{S} = 1,88 \text{ cm} \quad t = \left(\frac{1,88}{0,085}\right)^2 = 495,28 \text{ s} = 3,25 \text{ min}$$

c) CILINDRO $\frac{h}{d} = 10$

$$V = \frac{\pi d^2}{4} h = \frac{5}{2} d^3 \pi \quad d = \sqrt[3]{\frac{2V}{5\pi}} = 5,03 \text{ cm}$$

$$S = \frac{2\pi d^2}{4} + \pi d^2 \cdot 10 = \frac{21}{2} \pi d^2 = 834,6 \text{ cm}^2$$

$$H = \frac{S}{21} d = 1,2 \text{ cm} \quad t = \left(\frac{1,2}{0,085}\right)^2 = 199 \text{ s} = 3,3 \text{ min}$$

⑦

Esercizio 2Dimensionare materozza cilindrica a cielo aperto $d=h$

$$\left. \begin{array}{l} K=0,14 \\ \rho=7,2 \text{ Kg/dm}^3 \\ b=4,5\% \end{array} \right\} \text{PIASTRA IN GHISA}$$

Considero la superficie di tutta la materozza come superficie di scambio e anche tutta la superficie della piastra.

PIASTRA $75 \times 125 \times 25 \text{ mm}^3$ (ghisa)

$$M_p = \frac{V}{S} = \frac{7,5 \cdot 12,5 \cdot 2,5}{2(7,5 \cdot 12,5 + 7,5 \cdot 2,5 + 12,5 \cdot 2,5)} = 0,815 \text{ cm}$$

$$V_H = V_p \frac{b/100}{(K-b)/100} = V_p \frac{1}{\frac{100h}{b} - 1} = \frac{204,375}{\frac{100 \cdot 0,14}{4,5} - 1} = 111,08 \text{ cm}^3$$

$$V_H = \pi \frac{d^2}{4} \cdot h = \frac{\pi}{4} d^3 \quad d = \sqrt[3]{\frac{V_H \cdot 4}{\pi}} = 5,21 \text{ cm}$$

$$M_H = \frac{V_H}{S_H} = \frac{\frac{\pi}{4} d^3}{\pi \frac{d^2}{2} + \pi d^2} = \frac{1}{6} d = 0,868 \text{ cm}$$

Verifico se $M_H > M_p \cdot 1,2$ (il modulo di raffreddamento della materozza deve essere superiore di almeno il 20% al modulo del pezzo)

$$\frac{M_H}{M_p} = \frac{0,868}{0,815} = 1,07 < 1,2 \rightarrow \text{Non verificato!}$$

Ipotesi un'altra dimensione della materozza.

$$t_H = 75 \text{ s}$$

$$t_p = 66 \text{ s}$$

$$d' = h' = 6 \text{ cm}$$

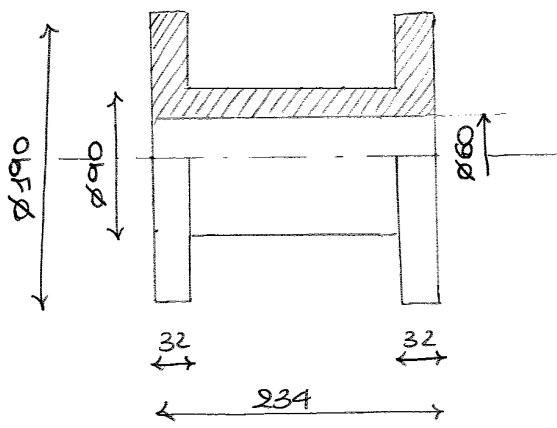
$$M_H = \frac{\frac{\pi}{4} d'^3}{\frac{3}{2} \pi d'^2} = \frac{1}{6} d' = 1 \text{ cm}$$

Verifico $M_H > 1,2 \cdot M_p$

$$\frac{M_H}{M_p} = 1,23 > 1,22 \Rightarrow \text{Dimensioni materozza } d=h=6 \text{ cm}$$

ESERCITAZIONE 3 - Fonderia

Esercizio 1



Ghisa grigia $\rho = 7,2 \text{ kg/dm}^3$

Si effettui il dimensionamento del modello in legno delle materozze e del sistema di coata

$R_a = 3 \mu\text{m}$

- 1) Prevedere
- Ritiro
 - Sovrametello
 - Raccordi
 - Angoli di spoglia
 - Scomposizioni in più parti
 - Portate d'anima
 - Sottosquadri

	RITIRO LINEARE %	RITIRO VOLUMICO %
GHISE GRIGIE	1,00%	2 ÷ 2,7%

2) Il piano di separazione del modello e quindi delle stacche dovrà coincidere con l'asse del pezzo stesso.

3) Utilizzo anima per foro interno.

QUOTA NOMINALE [mm]	DIMENSIONI MASSIME DEL GETTO [mm] < 250
< 40	2,5 ÷ 4,5
65 ÷ 100	3,0 ÷ 5,0
160 ÷ 250	3,5 ÷ 6,5

Il sovrametello è compreso tra 3,5 e 4,5 mm \rightarrow Prendo la media 4 mm lo considero costante perché getto relativamente piccolo.

$$a = 32 + 4 + 4 + 0,03 \cdot 32 = 40,32 \approx 40 \text{ mm}$$

approssimo a 40 mm perché in primo piano si danno misure Tonde inoltre la tabella prevedeva un minimo di sovrametello pari a 2,5 mm e noi abbiamo utilizzato 4.

$$b = 190 + 8 + 1,9 = 200 \text{ mm}$$

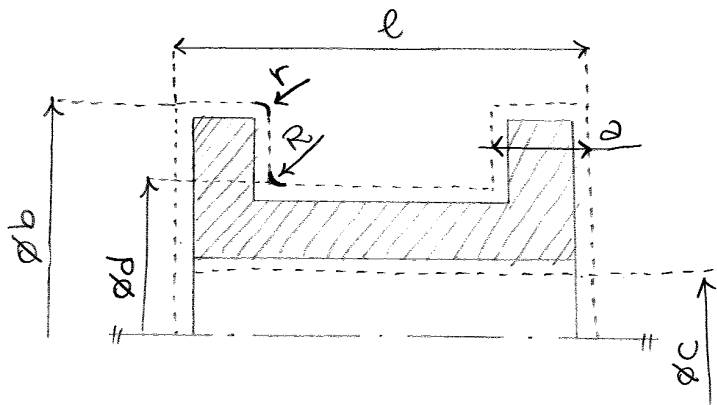
$$c = 60 - 8 + 0,6 = 53 \text{ mm}$$

$$d = 90 + 8 + 0,9 = 99 \text{ mm}$$

$r = 4 \text{ mm}$ Pari al sovrametello

$R = 16 \text{ mm}$ Pari all'indicazione in Tabella

$$l = 234 + 8 + 0,02 \cdot 234 = 244 \text{ mm}$$



$$S_2 = [\pi \cdot 99 \cdot 81] + [\pi \cdot 53 \cdot 81] = 38679 \text{ mm}^2$$

$$H_2 = \frac{V_2}{S_2} = 11,5 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad H_3 \geq H_2 \cdot 1,1$$

$$H_{\text{max}} = 1,2 \cdot H_3 = 16,8 \text{ mm}$$

Poiché la ganga è stretta vedo a costruire una materozza orata

$$V_m = 181 H^3 = 858235 \text{ mm}^3$$

$$V_m = 1,6 \cdot a^3 \Rightarrow a = 81 \text{ mm}$$

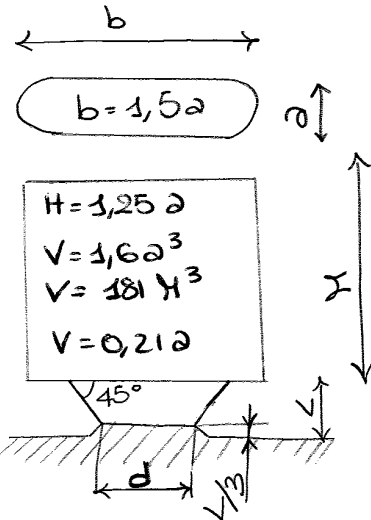
$$b = 1,5a = 121 \text{ mm}$$

$$h = 1,25a = 97 \text{ mm}$$

$$d = 0,66 \cdot 81 = 53 \text{ mm}$$

$$L = 0,18 \cdot 81 = 15$$

OVALI A CIELO APERTO



Materiale	d	L
GHISA GRIGIA	0,66D	0,25D

CANALE DI COLATA (ipotesi: surriscaldamento 100°C)

$$t_s = \left(\frac{H}{K} \right)^2 = \frac{H^2}{K_s}$$

K_s da Tabella

Materiale	surriscaldam 100°C	
	K_H	K_s
GHISA GRIGIA	16	5

$$\textcircled{1} \quad t_s = \frac{H_3^2}{K_s} = \frac{14^2}{5} = 39 \text{ s}$$

$$\textcircled{2} \quad t_s = \frac{H_2^2}{K_s} = \frac{11,5^2}{5} = 26 \text{ s}$$

→ Devo considerare il Tempo critico, per una colata in sabbia è pari a 10s (Tempo che può essere impiegato al massimo per eseguire la colata)

Tempo di riempimento $t_r \leq t_s$
 $t_r \leq t_c \quad \Rightarrow \quad t_r = 8 \text{ s}$

$$Q_m = \frac{V_p + V_m}{t_r} = \frac{(1671621 + 858235)}{8} = 632464 \text{ mm}^3/\text{s}$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,2} = 1,98 \text{ m/s}$$

ESERCITAZIONE 4 - Legge di Taylor

Esercizio 1

$a = 0,15 \text{ mm/giro}$

$D = 125 \text{ mm}$

$L = 300 \text{ mm}$

PROVA 1 $V_t = 180 \text{ m/min}$ $T_{tot} = 5 \text{ pezzi}$

PROVA 2 $V_t = 120 \text{ m/min}$ $T_{tot} = 25 \text{ pezzi}$

$m = ?$

$N = [8 \text{ giri/min}]$ $\bar{v}_a = [\frac{\text{mm}}{\text{min}}]$

$a = [\frac{\text{mm}}{\text{giro}}]$ $D = [\text{mm}]$

$\bar{v}_t = [\frac{\text{m}}{\text{min}}]$

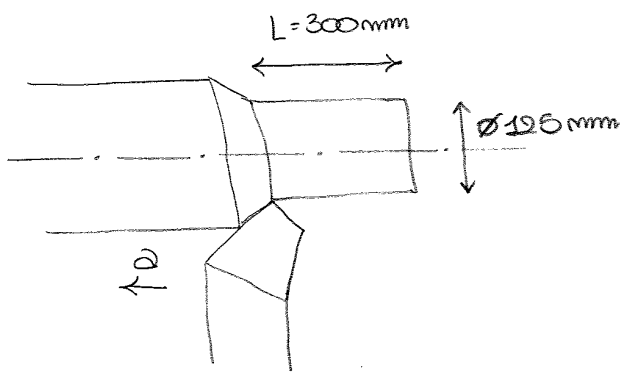
1) $t = \frac{L}{\bar{v}_a}$

$\bar{v}_a = a \cdot N$

$\bar{v}_t = \omega \cdot r = \frac{\pi N D}{1000}$

$N = \frac{1000 \bar{v}_t}{\pi D}$

$t = \frac{L}{a \cdot \frac{1000 \bar{v}_t}{\pi D}} = \frac{\pi L D}{1000 a \cdot \bar{v}_t}$



1) $\bar{v}_{t1} = 180 \text{ m/min} \rightarrow t_1 = 2,6 \text{ min} \times 1 \text{ pezzo}$
6 pezzi $T_1 = 13 \text{ min}$

2) $\bar{v}_{t2} = 120 \text{ m/min} \rightarrow t_2 = 3,9 \text{ min} \times 1 \text{ pezzo}$
25 pezzi $T_2 = 98 \text{ min}$

Legge di Taylor:

2) $\bar{v}_t \cdot T^m = C \Rightarrow \ln \bar{v}_t + m \ln T = \ln C$

$\begin{cases} \ln 180 + m \ln 13 = \ln C \\ \ln 120 + m \ln 93 = \ln C \end{cases}$

$m = 0,2$

$C = 301$

Dalla Tabella $m = 0,2 \rightarrow$ acciaio
 \rightarrow carburi

$C = 301 \rightarrow$ carburo metallico

E nostro inserto è un carburo metallico

ESERCITAZIONE 5 - Tornitura

(15)

Esercizio 1

Tornitura cilindrica esterna

$D = 70 \text{ mm}$

$\chi = 70^\circ$

$p = 3 \text{ mm}$

$\gamma = 4^\circ$

$v_t = 120 \text{ m/min}$

$a = 0,4 \text{ mm/rot}$

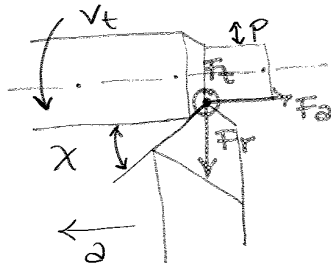
→ costanti riferite a $\gamma_0 = 6^\circ$

$F_t (N) \rightarrow K_{s0} = 1654 \quad z = 0,33$

$F_a (N) \rightarrow K_{a0} = 532 \quad \alpha = 0,65$

$F_r (N) \rightarrow K_{r0} = 477 \quad \eta = 0,43$

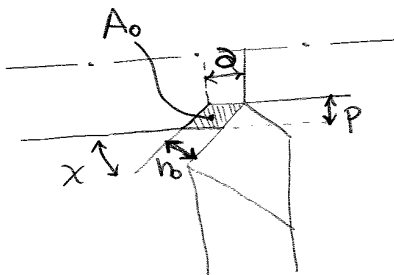
calcolare forze scambiato tra utensile e pezzo e potenza del motore



$F_t = K_s \cdot A_0$ $K_s = \text{pressione specifica di Taglio} = f(\text{spessore Truciolo Indesorm})$

$K_s = K_{s0} h_0^{-z}$

$F_t = K_{s0} h_0^{-z} \cdot A_0$



$A_0 = a \cdot p$

$h_0 = a \cdot \sin \chi$

$\Rightarrow F_t = K_{s0} a^{1-z} (\sin^{-z} \chi) \cdot p$

Assumiamo che la variazione della forza di Taglio per ogni grado di variazione dell'angolo di spoglia dell'utensile sia 1,5%.

$F_t \rightarrow 1,5\% \text{ per grado}$

$F_a \rightarrow 5\% \text{ per grado}$

$F_r \rightarrow 4\% \text{ per grado}$

$K_{s0}, z \text{ per } \gamma = 6^\circ \rightarrow F_{t6^\circ}$

$\gamma = 4^\circ \Rightarrow \Delta\gamma = 2^\circ \Rightarrow$ l'angolo γ sta riducendo cioè implica che F_t aumenta del 3% [2 · 1,5%]

$F_{t4^\circ} = F_{t6^\circ} \cdot (1,03)$

$F_a = K_{a0} h_0^{-\alpha} A_0$

$F_r = K_{r0} h_0^{-\eta} A_0$

(17)

$$C_t = F_t \cdot \frac{D}{2} = 35325 \text{ N} \cdot \text{mm} = 35,3 \text{ Nm} \rightarrow \text{coppia richiesta al mandrino}$$

$$C_{mot} \cdot W_{mot} = C_{mand} \cdot W_{mand} \Rightarrow C_{mot} = C_{mand} \cdot \frac{W_{mand}}{W_{mot}} = 0,5 C_{mand}$$

Assumo che $C_{mand} = C_t$

$$C_{motid} = 17,7 \text{ N/m}$$

$$\eta = \frac{C_{motid}}{C_{mot.reale}} = \frac{17,7}{22} = 0,8$$

ESERCITAZIONE 6 - Laminazione

Esercizio 1

Laminazione piano a grezzo di anghimilavorato di alluminio

$$R = 205$$

$$m = 0,2$$

$$W = 300 \text{ mm}$$

$$S = 20 \text{ mm}$$

$$d = 1 \text{ m}$$

$$W = 100 \text{ giri/min}$$

$$\mu = 0,1$$

a) Massimo ~~è~~ riduz per passatab) Forza di laminazione per passata $\frac{MAX}{2}$

c) Potenza e coppia per eseguire la laminazione

$$a) \Delta h_{max} = \mu^2 \frac{D}{2} = 0,1^2 \cdot \frac{1000}{2} = 5 \text{ mm}$$

b) $F = G_m^* A_c$ (deformazione media per area di contatto)

$$\varepsilon = e_m \frac{h_0}{h_1} = e_m \frac{20}{17,5} = 0,13$$

$$G_m^* = \frac{k \varepsilon^m}{m+1} = \frac{205 \cdot 0,13^{0,2}}{0,2+1} = 113,6 \text{ MPa}$$

calcolo e' area di contatto

$$A_c = L \cdot W$$

$$L = \sqrt{\frac{D}{2} \cdot \Delta h} = \sqrt{\frac{1000}{2} \cdot 2,5} = 35,4 \text{ mm}$$

$$A_c = 10620 \text{ mm}^2$$

$$\text{calcolo la forza } F = G_m^* A_c = 113,6 \cdot 10620 = 1206432 \text{ N} = 1,2 \text{ MN}$$

c) calcolo la coppia

$$C = F \cdot \frac{L}{2} = 1,2 \text{ MN} \cdot \frac{35,4 \text{ mm}}{2} = 21,24 \text{ kNm}$$

La forza \vec{F} ~~è~~ considerata applicata nel centro dell'arco di contatto

ESERCITAZIONE 7 - Foratura

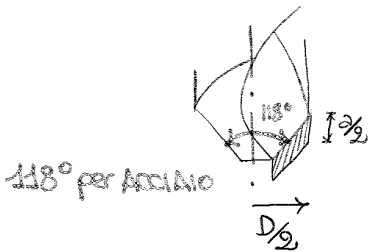
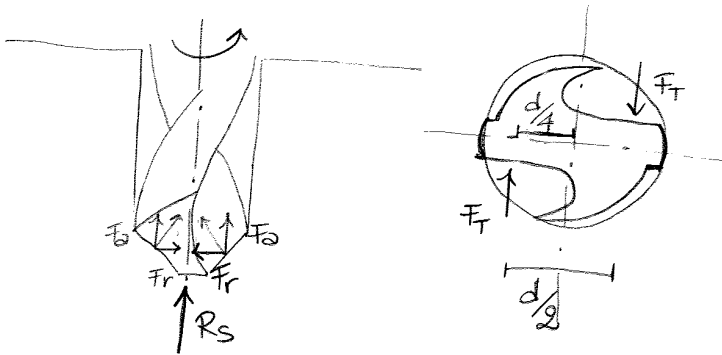
Esercizio 1

Acciaio spesso 30 mm

Coppia di Taglio C_t [Nmm] $C_1 = 240$ $\alpha_1 = 0,6$
 $\gamma_1 = 1,7$

Resistenza all'avanzamento R_a (N) $C_2 = 380$ $\alpha_2 = 0,6$
 $\gamma_2 = 1,0$

Determinare la potenza richiesta al motore e tempo di taglio per foratura passante.



$$R_a = 2F_c + R_s = 4F_c$$

Sperimentalmente si osserva che $R_s \approx 2F_c$

$$C_t = F_t \frac{D}{2} = K_s A_0 \frac{D}{2} = K_s \left(\frac{d}{2} \frac{D}{2} \right) \cdot \frac{D}{2} = \frac{K_s d D^2}{8}$$

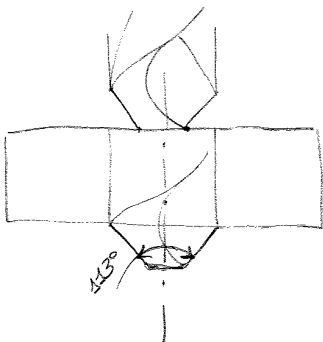
Sperimentalmente abbiamo 2 modelli:

$$R_a = C_2 \alpha^{\alpha_2} \cdot D^{\gamma_2}$$

$$C_t = C_1 \alpha^{\alpha_1} \cdot D^{\gamma_1}$$

$$P_{tot} = \frac{C_t W + R_a V_d}{\eta}$$

$$V_d = \omega \cdot m$$



$$t = \frac{s + e}{V_d}$$

extracorsa

$$C_t = 240 \cdot 0,3^{0,6} \cdot 25^{1,7} = 27732 \text{ Nmm} = 27,7 \text{ Nm}$$

$$R_a = 380 \cdot 0,3^{0,6} \cdot 25 = 4163 \text{ N}$$

(21)

$$\begin{cases} \text{Em } 2894 = \text{Em} C_2 + \chi_2 \text{Em} 0,2 + \text{Em } 20 \\ \text{Em } 5311 = \text{Em} C_2 + \chi_2 \text{Em} 0,28 + \text{Em } 30 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 7,97 = \text{Em} C_2 + \chi_2 (-1,60) + 3 \\ 8,57 = \text{Em} C_2 + \chi_2 (-1,27) + 3,40 \\ -0,6 = \chi_2 (-0,33) - 0,40 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \chi_2 &= 0,6 & R_2 &= 380 a^{0,6} \cdot D \\ C_2 &= 380 \end{aligned}$$

$$3 \rightarrow a = 0,23 \text{ mm/gro} \quad D = 25 \text{ mm}$$

$$R_2 = 380 \cdot 0,23^{0,6} \cdot 25 = 3934 \text{ N}$$

$$P_2 = \frac{R_2 v_2}{60 \cdot 1000} \text{ [W]} \quad P_{2, \text{mot}} = \frac{P_2}{\eta} = 5,5 \text{ W} \quad \eta = 0,7$$

$$t = \frac{20}{v_2} = \frac{20}{2 \text{ N}} = \frac{20}{58,6} = 0,34 \text{ mm}$$

$$N = \frac{1000 v_t}{\pi D} = 255 \text{ giri/min}$$



Esercizio 3

$$P_{\text{tot}} = 1 \text{ kW}$$

$$D_{\text{max}} = ?$$

$$a = \left[\frac{\text{mm}}{\text{gro}} \right] = 1,5\% D$$

$$v_t = 30 \text{ m/min}$$

$$C_t \text{ [N mm]} = 240 \cdot a^{0,6} \cdot D^{1,7}$$

$$R_2 \text{ [N]} = 380 \cdot a^{0,6} \cdot D$$

8° consideri la potenza assorbita

$$P_t = C_t \cdot w = (240 \cdot a^{0,6} D^{1,7}) \cdot w$$

$$v_t = \frac{\pi m d}{1000}$$

$$m = \frac{v_t \cdot 1000}{d \pi}$$

$$w = \frac{2\pi}{60} \frac{v_t \cdot 1000}{d \pi} = \frac{100}{3} \cdot \frac{v_t}{d}$$

$$P_t = (240 a^{0,6} D^{1,7}) \frac{100}{3} \frac{v_t}{d} = 8000 a^{0,6} \cdot D^{0,7} \cdot 0,5 =$$

$$= 4000 (0,015^{0,6}) \cdot D^{1,3} = 321,89 D^{1,3}$$

$$D_{\text{max}} = \left(\frac{P_{\text{tot}}}{321,89} \right)^{1/1,3} = 2,39 \text{ mm}$$

2) Forze

$$F_t = k_{50} h^{1-z} \cdot b$$

$$h_{\max} = a z \cdot \sin \varphi_0 = 2 a z \sqrt{\frac{P}{D}} = 0,078 \text{ mm}$$

$$h_{\text{medio}} = \frac{1}{2} h_{\max} = a z \sqrt{\frac{P}{D}} = 0,04 \text{ mm}$$

$$\downarrow h_{\text{medio}} = \frac{a z}{\varphi_0} \cdot \frac{2P}{D} = 0,04 \text{ mm}$$

$$F_{t \max 6^\circ} = 2500 h_{\max}^{1-0,16} \cdot b = 3518 \text{ N}$$

$$F_{\text{media } 6^\circ} = 2008 \text{ N}$$

Poichè vogliamo angolo $\gamma = 0^\circ$ $\Delta\gamma = 6^\circ \downarrow$ $F \uparrow 1,5\%$ per grado di variazione

$6 \cdot 1,5\% = 9\%$. Debbo aumentare la forza che ho calcolato del 9%

$$F_{t \max 0^\circ} = F_{t \max 6^\circ} \cdot 1,09 = 3835 \text{ N}$$

$$F_{\text{media } 0^\circ} = 2189 \text{ N}$$

Si serve per verificare che la tagliente riesca a sopportare la sollecitazione

3) Tempo di Taglio

$$e = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - p\right)^2} = 19,6 \text{ mm}$$

$$L_{\text{TOT}} = 19,6 + 400 = 419,6 \text{ mm}$$

$$t_t = \frac{L_{\text{TOT}}}{\bar{v}_a} \quad \bar{v}_a = a z \cdot z \cdot N \quad N = \frac{1000}{\pi D} v_t = 382 \text{ giri/min}$$

$$\bar{v}_a = 1528 \text{ mm/min}$$

$$t_t = 0,27 \text{ min}$$

Esercizio 3

ACCIAIO 39NiCrMo4 FRESATURA FRONTALE

$$B = 106 \text{ mm}$$

$$p = 3 \text{ mm}$$

$$k_{50} = 1855$$

$$L = 350 \text{ mm}$$

$$a z = 0,15 \text{ mm/dente}$$

$$z = 0,155$$

$$z = 8 \text{ denti}$$

$$v_t = 150 \text{ m/min}$$

$$D = 160 \text{ mm}$$

$$\chi = 70^\circ$$

1) Potenza assorbita dal mandrino

2) Tempo di Taglio

Esercizio 2

Fresatura Tangenziale

$z = 12$ denti

$b = 40$ mm

$p = 3,5$ mm

$V_t = 150$ m/min

$D = 100$ mm

$\gamma = 0^\circ$

$P_{mot} = 18,6$ kW

1) $\bar{v}_0 = ?$

$K_{50} = 1645$
 $z = 0,36$ } $\gamma_0 = -6^\circ$

$P_t = P_{mot} \cdot \eta_m = 18,6 \cdot 0,7 = 13,02$ kW

Ho delle perdite! questa è la potenza che posso effettivamente usare per tagliare.

$P_t = \frac{F_t \cdot V_t}{60 \cdot 1000} \Rightarrow F_t = \frac{60000 P_t}{v_t} = 5208$ N

$F_{tmed\ 0^\circ} = \chi \cdot F_{tmed\ 0^\circ}$

$\chi = \frac{\psi_0}{\alpha}$

$\alpha = \frac{360}{z} = \frac{360}{12} = 30^\circ$

$\cos \psi_0 = 1 - \frac{2p}{D} = 0,83$

$\psi_0 = 21,6^\circ$

↳ è la forza di taglio media considerando il numero di taglienti in presa con $\gamma_0 = 0^\circ$

$\chi = 0,719$ → in media ho meno di un dente in lavorazione

$F_{tmed\ 0^\circ} = \frac{5208}{0,719} = 7243$ N

$F_{tmed\ 6^\circ} = 0,91 \cdot F_{tmed\ 6^\circ}$

$F_{tmed\ -6^\circ} = \frac{F_{tmed\ 0^\circ}}{0,91} = 7959$ N

Ho un aumento di 1,5% ogni $6^\circ \Rightarrow 9\%$ di χ aumentando e quindi riduco la forza $1 - 0,09 = 0,91$

$F_{tmed\ -6^\circ} = K_{50} h_{med}^{1-z} \cdot b \Rightarrow h_{med} = 0,037$ mm (spessore medio del truciolo)

$h_{med} = a_2 \sqrt{\frac{p}{D}} \Rightarrow a_2 = 0,2$ mm

$\bar{v}_0 = a_2 \cdot z \cdot N = a_2 \cdot z \cdot \frac{1000 V_t}{\pi D} = 1146$ $\frac{mm}{min}$

Esercizio 2

Barra di torsione $d_s = 40 \text{ mm}$ processo di estrusione a freddo, progettato cilindrico $k = 900 \text{ MPa}$ $m = 20$ $d_0 = 50 \text{ mm}$

Deve resistere a $M_T = 1800 \text{ Nm}$

Si progetti il processo di estrusione, si ha una pressa con capacità $1,5 \text{ MN}$ e una matrice con resistenza 1500 MPa , si verifichi sotto Tresca che la barra non plastizzi

1) Verifico se è possibile eseguire il processo di estrusione in un'unica passata se non fosse possibile eseguo il processo di estrusione in due passate con analogo deformazione

$$F = A_0 \cdot \sigma_m \cdot \epsilon$$

$$\epsilon^* = 2 \ln \frac{50}{40} = 0,446$$

$$\sigma_m = \frac{k \epsilon^m}{m+1} = \frac{900 \cdot 0,446^{0,2}}{0,2+1} = 638 \text{ MPa}$$

$$A_0 = \frac{\pi}{4} 50^2 = 1963,5 \text{ mm}^2$$

$$F_a = 558,7 \text{ kN} \xrightarrow{\eta=0,35} F_{reale} = 1,6 \text{ MN} > F_{pressa} \Rightarrow \text{Devo effettuare due passate}$$

$$\epsilon_{TOT} = \epsilon_1 + \epsilon_2 = 2 \epsilon = 0,446 \quad \text{scelgo } \epsilon = 0,223$$

• I PASSATA

$$\epsilon_I = 0,223$$

$$\sigma_{mI} = \frac{k \epsilon_I^m}{m+1} = \frac{900 \cdot 0,223^{0,2}}{0,2+1} = 556 \text{ MPa}$$

$$A_0 = 1963,5 \text{ mm}^2 \text{ rimane uguale}$$

$$F_I = 243 \text{ kN}$$

$$F_{reale} = \frac{F_I}{\eta} = 694 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

• II PASSATA

Per calcolare σ_{mII} faccio la media matematica tra il flusso plastico a seguito della deformazione ϵ_I e il flusso ϵ_{TOT} perché ora non parto più da uno stato indeformato \Rightarrow materiale già incrudito

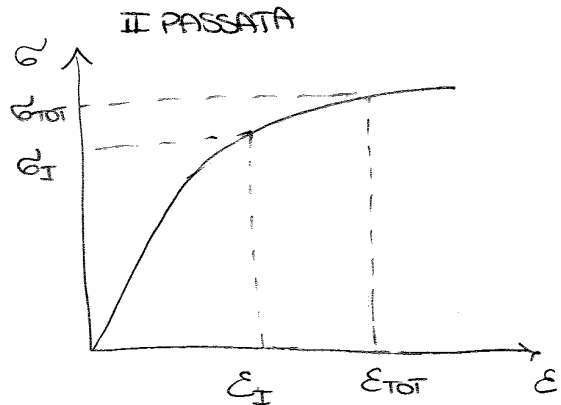
$$\sigma_{mII} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}$$

$$\sigma_1 = 900 \cdot \epsilon_1^{0,2} = 900 \cdot 0,223^{0,2} = 667 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = 900 \cdot \epsilon_{TOT}^{0,2} = 900 \cdot 0,446^{0,2} = 764 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{mII} = 716 \text{ MPa}$$

È nei 2 casi è uguale ma σ_{mII} è elevato \Rightarrow materiale incrudito



Abbiamo una barra che deve resistere a una $T = 1800 \text{ Nm}$ (coppia) (59)

$$d_s = 40 \text{ mm}$$

$$\tau_{\text{max}} = \frac{2T}{\pi r^3} = 143 \text{ MPa}$$

Teorico Tresca

Lo snervamento avviene quando τ_{max} raggiunge il valore $\kappa = \frac{1}{2}$

γ = Tensore di snervamento

$$0 \rightarrow \epsilon_{\text{TOT}}$$

$$\gamma_e = 764 \text{ MPa}$$

$$143 < \frac{764}{2} = 382 \quad \underline{\underline{\text{OK}}}$$

La barra di torsione non plastifica se sottoposta a un momento torcente di 1800 Nm

Esercizio 2

Filo in acciaio tagliato a gretto in 2 passaggi

$d_0 = 3 \text{ mm}$

$S_1 = 80\% S_0$

$S_2 = 80\% S_1$

$P_1 = 4 \text{ kW} = P_2$

Velocità del filo all'uscita dalla seconda giriera = ?

Resistenza del materiale alla deformazione $\sigma = 530 \cdot \epsilon^{0,26} \text{ [MPa]}$

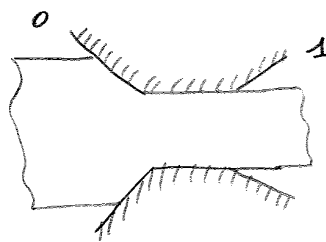
La forza di trazione deve essere maggiorata del 40% per tenere conto dell'attrito

[ie 40% tiene conto dell'attrito ed è esubo ridondante]

$P_R = 4 \text{ kW}$

$P_R = 1,4 P_{id}$

$P_{id} = \frac{P_R}{1,4} = 2,85 \text{ kW}$

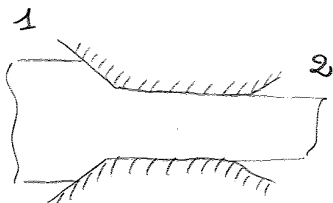


$\frac{A_0 - A_1}{A_0} = 0,2 \Rightarrow A_1 = 0,8 A_0$
 $A_2 = 0,8 A_1$

$\Rightarrow A_2 = 0,8(0,8 A_0) = 0,8^2 \frac{3^2 \pi}{4} = 4,52 \text{ mm}^2$

$\epsilon_1 = \epsilon_2 = \epsilon = \epsilon_m \left(\frac{A_0}{A_1} \right) = \epsilon_m \frac{1}{0,8} = 0,223$

$\epsilon_{tot} = \epsilon_1 + \epsilon_2 = 2\epsilon = 0,446$



$\sigma_I = 530 \cdot 0,223^{0,26} = 359 \text{ MPa}$

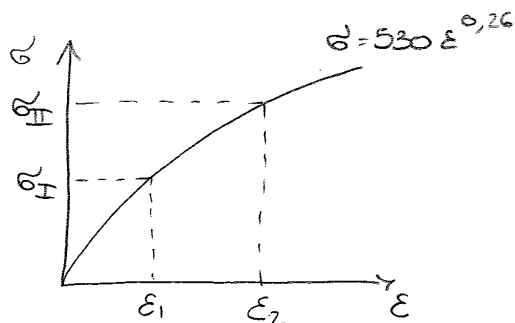
$\sigma_{II} = 530 \cdot 0,446^{0,26} = 430 \text{ MPa}$

$\bar{\sigma}_m = \frac{\sigma_I + \sigma_{II}}{2} = 394,5 \text{ MPa}$

$F_{id II} = \bar{\sigma}_m A_2 \epsilon_2 = 394,5 \cdot 4,52 \cdot 0,223 = 397,6 \text{ N}$

$F_{R II} = 1,4 \cdot F_{id II} = 556,7 \text{ N}$

Usa 1,4 perché è esubo
 FR deve essere maggiorata del 40% (resto)



$P = F_{R II} \cdot v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{P}{F_{R II}} = \frac{4000}{556,7} = 7,12 \text{ m/s}$

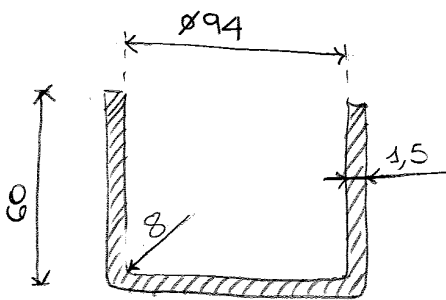
ESERCITAZIONE 11 - Tranciatura e Imbutitura

Esercizio 1

Pressa idraulica unico passaggio di imbutitura

UTS = 482 MPa

- Calcolare:
- dimensione disco di partenza
 - F_e e L di deformazione
 - L per e l'imbutitura del disco
 - lunghezza massima del punzone se esente di stabilità per carico di punta.



$t = 1,5 \text{ mm}$

$h = 60 \text{ mm}$

$d = 94 \text{ mm}$

$D = 94 + 2 \cdot 1,5 = 97 \text{ mm}$

$r = 8 \text{ mm}$ Trascurabile perché minore di 10 mm

a) $\pi d h + \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow D_i = \sqrt{d^2 + 4 d h} = \sqrt{94^2 + 4 \cdot 94 \cdot 60} = 181 \text{ mm}$

b) $F_{tr} = \frac{4}{5} UTS \cdot p \cdot t = \frac{4}{5} \cdot 482 \cdot \pi \cdot 1,5 = 329 \text{ kN}$ ($\frac{4}{5} UTS = \tau_{max}$) $\frac{4}{5}$ del rapporto carico di rottura

$L_{tr} = F_{tr} \cdot 0,6 \cdot t = 329 \cdot 0,6 \cdot 1,5 = 296 \text{ J}$

utilizzo 0,6 per legge di accumulo come penetrazione (da Tabella)

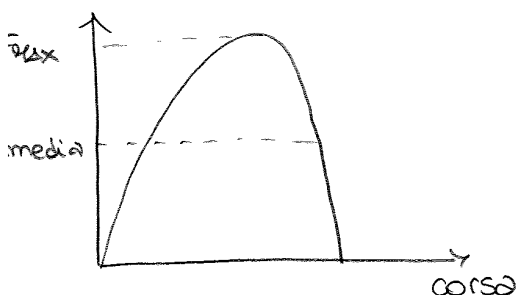
c) $\beta = \frac{D}{d} = \frac{181}{94} = 1,86$

Poiché $\beta < \beta_{lim} = 2$ OK \rightarrow è possibile eseguire imbutitura in un solo passata

$F_{imbmax} = \pi d \cdot UTS \cdot t (\beta - 0,7) = \pi \cdot 94 \cdot 482 \cdot 1,5 (1,86 - 0,7) = 255 \text{ kN}$

Ne caso di assiale simmetria $F_{im} = 0,63 F_{max} = 161 \text{ kN}$

ANDAMENTO DELLA FORZA



$L = F_{im} \cdot \text{corso} = 161000 \cdot 60 = 9,7 \text{ kJ}$ (h)

d) $L_{max} = \frac{\pi}{8} \sqrt{\frac{E d}{t \cdot 0,8 UTS}} = 7 \text{ m}$