

## 15. ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

### 1. Σχέση μετάδοσης (i)

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{ισχύει} \quad n_1 d_1 = n_2 d_2 \quad \text{άρα} \quad i = \frac{d_2}{d_1}$$

με  $i > 1$  στους μειωτήρες.

### 2. Βαθμός απόδοσης (η)

$$h = \frac{N_2}{N_1}, \quad h = \frac{Mt_2}{Mt_1} \frac{1}{i}$$

με  $\eta < 1$  προφανώς. Στις μαντοκινήσεις 
$$h = \frac{n_{2pr}}{n_{2Jewr}}$$

### 3. Περιφερειακή δύναμη ( $F_u$ )

$$F_u = F_1 - F_2 \quad F_u = \frac{75N_1}{u} \quad F_u = \frac{Mt}{\frac{d}{2}}$$

Χωρίς φυγόκεντρες δυνάμεις τότε: 
$$F_u = \frac{m-1}{m} F_1$$

Με φυγόκεντρες δυνάμεις τότε: 
$$F_u = \frac{m-1}{m} (F_1 - F_f)$$

### 4. Σχέση του Euler

Χωρίς φυγόκεντρες δυνάμεις τότε: 
$$F_1 = e^{ma} F_2$$

Με φυγόκεντρες δυνάμεις τότε: 
$$(F_1 - F_f) = (F_2 - F_f) e^{ma}$$

**5. Ισχύς, Ροπή (N,M)**

$$Mt = F_u \frac{d}{2} \quad Mt = 71620 \frac{N}{n} \quad N = \frac{F_u u}{75}$$

**6. Περιφερειακή ταχύτητα (υ)**

$$u = \frac{n_1 d_1}{19.1 \cdot 10^3}$$

**7. Όφελος της μετάδοσης (κ)**

$$k = \frac{m-1}{m}$$

**8. Λόγος των κλάδων (m)**

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{ma} = m$$

**9. Φυγόκεντρη δύναμη, τάση ( $F_f$ ,  $\sigma_f$ )**

$$F_f = \frac{gu^2 bs}{g}, \quad S_f = \frac{gu^2}{g}$$

**10. Τάση τάνυσης ( $\sigma_1$ )**

$$S_1 = \frac{F_1}{bs} \quad S_1 = \left( \frac{m}{m-1} \right) \frac{F_u}{bs}$$

**11. Τάση κάμψης ( $\sigma_b$ )**

$$S_b = E_b \frac{s}{d}$$

**12. Τάση στρέβλωσης ( $S_v$ )**

Για διασταυρούμενη λειτουργία:  $S_v = E \left( \frac{b}{a} \right)^2$

Για ημιδιασταυρούμενη λειτουργία:  $S_v = E \left( \frac{bd_2}{2a^2} \right)$

**13. Μέγιστη τάση ( $\sigma_{μεγ}$ )**

$$S_{meg} = S_1 + S_{b1} + S_f + S_V \leq S_{ep}$$

**14. Optimum ταχύτητα ( $v_{opt}$ )**

$$u_{opt} = \sqrt{\frac{S_1 g}{3g}}$$

**15. Τόξα τύλιξης ( $\alpha_1, \alpha_2$ ) για ανοιχτή διάταξη**

$$a_1^0 = 180^0 - 2b^0 \quad \text{και} \quad a_2^0 = 180^0 + 2b^0$$

$$hmb = \frac{d_2 - d_1}{2a}$$

**16. Μήκος μάντα (L) για ανοιχτή διάταξη**

$$L = 2a + 1.57(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} \quad (\text{mm})$$

**17. Τόξα τύλιξης ( $\alpha_1, \alpha_2$ ) για διασταυρούμενη διάταξη**

$$a_1^0 = a_2^0 = 180^0 + 2b^0 \quad hmb = \frac{d_2 + d_1}{2a}$$

**18. Μήκος μάντα (L) για διασταυρούμενη διάταξη**

$$L = 2a + 1.57(d_1 + d_2) + \frac{(d_1 + d_2)^2}{4a}$$

**19. Ακτινική δύναμη ( $F_A$ )**

$$F_A = \bar{F}_1 + \bar{F}_2 = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2 \cdot \cos \alpha} = \frac{m+1}{m-1} F_u$$

$$F_A = \bar{F}_O + \bar{F}_O = 2F_O \text{ συν} \beta$$

**20. Πρακτικός υπολογισμός διαμέτρου μικρής τροχαλίας**

$$d_1 = y_1 \sqrt{\frac{d_1}{s}} \sqrt[3]{\frac{NC}{S_{ep} n_1}} \quad (\text{mm})$$

## 16. ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Με πιο βαθμό απόδοσης ( $\eta$ ) εργάζεται μαντοκίνηση με σχέση μετάδοσης  $i=3.8$ , όταν για να βγάλει στην έξοδο  $Mt_2=480 \text{ kp cm}$  θέλει στην είσοδο  $Mt_1=132 \text{ kp cm}$ ,  $n_1=1.000 \text{ rpm}$

$$i = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{1.000}{3.8} \text{ rpm} \Rightarrow n_2 = 263.16 \text{ rpm}$$

$$n = \frac{N_2}{N_1} \quad (1) \quad Mt_1 = 71620 \frac{N_1}{n_1} \quad \text{και} \quad Mt_2 = 71620 \frac{N_2}{n_2}$$

(2)

Από τις σχέσεις 1 και 2 έχω ότι:

$$n = \frac{\frac{Mt_2 n_2}{71620}}{\frac{Mt_1 n_1}{71620}} \Rightarrow n = \frac{Mt_2}{Mt_1} \frac{1}{i} \Rightarrow n = \frac{480}{132} \frac{1}{3.8} \Rightarrow n = 0.957$$

2. Τροχαλία με διάμετρο  $d_2=250 \text{ mm}$  παίρνει κίνηση από μάντα που έχει δυνάμεις τάνυσης  $F_1=360 \text{ kp}$  και  $F_2=120 \text{ kp}$ . Ποια η μέγιστη καμπική ροπή από την ακτινική δύναμη ( $F_A$ ) όταν η τροχαλία είναι τοποθετημένη στη μέση αμφιέρειστου άξονα;

$$m = e^{ma} = \frac{F_1}{F_2} \Rightarrow m = \frac{360 \text{ kp}}{120 \text{ kp}} \Rightarrow m = 3$$

$$F_u = F_1 - F_2 \Rightarrow F_u = (360 - 120) \text{ kp} \Rightarrow F_u = 240 \text{ kp}$$

$$\text{Άρα: } F_A = \frac{m+1}{m-1} F_u \Rightarrow F_A = \frac{3+1}{3-1} 240 \text{ kp} \Rightarrow F_A = 480 \text{ kp}$$

$$M_{b_{\max}} = F_A \frac{1}{4} \Rightarrow M_{b_{\max}} = \frac{480}{4} \mathbf{1} \Rightarrow M_{b_{\max}} = 120 \cdot \mathbf{1}$$

**3. Ιμαντοκίνηση εργάζεται ως εξής:**

**$d_1=180\text{mm}$ ,  $d_2=315\text{mm}$ ,  $n_1=1000\text{rpm}$ ,  $F_1=351\text{kp}$ ,  $F_2=120\text{kp}$ ,  $\eta=0.97$**

**Ζητούνται τα  $i$ ,  $v$ ,  $F_u$ ,  $Mt_1$ ,  $Mt_2$ ,  $F_A$ ,  $N_1$**

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{315\text{mm}}{180\text{mm}} \Rightarrow i = 1.75$$

$$u = \frac{n_1 d_1}{19.1 \cdot 10^3} = \frac{1000 \cdot 180}{19.1 \cdot 10^3} \Rightarrow u = 9.42\text{m/sec}$$

$$F_u = F_1 - F_2 = 231\text{kp}$$

$$F_u = \frac{75 N_1}{u} \Rightarrow N_1 = \frac{F_u u}{75} \Rightarrow N_1 = \frac{231 \cdot 9.42}{75} \Rightarrow N_1 = 29.01\text{PS}$$

$$Mt_1 = F_u \frac{d_1}{2} = 231 \cdot \frac{180}{2} = 20790 \text{ kp} \cdot \text{mm} = 2079 \text{ kp} \cdot \text{cm}$$

$$Mt_2 = F_u \frac{d_2}{2} = 231 \cdot \frac{315}{2} \Rightarrow Mt_2 = 36382,5 \text{ kp} \cdot \text{mm} = 3638,25 \text{ kp} \cdot \text{cm}$$

$$m = \frac{F_1}{F_2}$$

$$F_A = \frac{m+1}{m-1} F_u = \frac{\frac{F_1}{F_2} + 1}{\frac{F_1}{F_2} - 1} F_u = \frac{3.925}{1.925} \cdot 231 \Rightarrow F_A = 471\text{kp}$$

$$\mathbf{M}^{\pi\rho\alpha\gamma\mu}_{t_2} = \mathbf{M}_{t_1} i \eta = 2079 \cdot 1,75 \cdot 0,97 = 352,9 \text{ kpcm}$$

4. Μια μαντοκίνηση έχει τα παρακάτω στοιχεία:

$n_1=900\text{rpm}$ ,  $b \times s=254 \times 9$ ,  $d_1=305\text{mm}$ ,  $d_2=1524\text{mm}$ ,  $a=1524\text{mm}$ ,  
 $\alpha_1=220^\circ$ ,  $\mu_1=0,3$ ,  $\alpha_2=270^\circ$ ,  $\mu_2=0,25$ ,  $\gamma=0,9 \text{ kp/cm}^3$ ,  $\sigma_{\varepsilon\pi}=0,21\text{kp/mm}^2$ .

Ποιά είναι η μέγιστη ισχύ που μπορώ να μεταφέρω;

Επειδή οι δυο τροχαλίες έχουν διαφορετικό συντελεστή τριβής, εμείς θα ψάξουμε για να δούμε ποιος συντελεστής μας δίνει το μικρότερο  $m$  το οποίο φυσικά είναι αυτό που μας ενδιαφέρει.

$$m = e^{m_1 a_1} = e^{0,3 \cdot \frac{220\pi}{180}} = 3,16 \quad \text{όπου } \pi=3,14$$

$$m = e^{m_2 a_2} = 3,25$$

Άρα  $m=3,16$  για τους παραπάνω υπολογισμούς.

Αφού θέλουμε την μέγιστη ισχύ θεωρούμε ότι όλη η επιτρεπόμενη τάση ( $\sigma_{\varepsilon\pi}$ ) γίνεται τάση τάνυσης.

$$F_1 = \sigma_1 \cdot b \cdot s = 0,21 \cdot 254 \cdot 9 = 480,1$$

$$F_u = \frac{m-1}{m} \cdot F_1 = 328,1 \text{ kp}$$

$$F_2 = \frac{\sigma_{\varepsilon\pi} b s}{m} = \frac{0,21 \cdot 254 \times 9}{3,16} = 151,9 \text{ kp}$$

$$F_u = F_1 - F_2 = 328,1 \text{ kp}$$

$$N = \frac{F_u u}{75} = \frac{328,1 \cdot 14,37}{75} \Rightarrow N = 62,86 \text{ PS}$$

$$u = \frac{n_1 d_1}{19,1 \cdot 10^3} = 14,37 \text{ m/sec}$$

Στην προηγούμενη λύση δεν λάβαμε υπ' όψιν τις φυγόκεντρες δυνάμεις. Αν τις λάβουμε υπ' όψιν μας θα έχουμε:

$$s_f = \frac{gu^2}{9810} = \frac{0.9 \cdot 14.37^2}{9810} = 0.0189kp / mm^2$$

$$F_f = s_f bs = 0.0189 \cdot 254 \cdot 9 = 43.2kp$$

$$F_1 = s_1 bs = s_{ep} bs = 0.21 \cdot 254 \cdot 9 = 480kp$$

$$\frac{F_1 - F_f}{F_2 - F_f} = m = e^{ma} \Rightarrow F_2 - F_f = \frac{F_1 - F_f}{m} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 - F_f + F_f \cdot m}{m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{480 - 43.2 + 43.2 \cdot 3.16}{3.16} \Rightarrow F_2 = 181.4kp$$

$$F_u = F_1 - F_2 = 480 - 181.4 = 298.6kp$$

$$N = \frac{F_u u}{75} = \frac{298.6 \cdot 14.37}{75} = 57.21PS$$

5. Έχω μια μαντοκίνηση με τα εξής χαρακτηριστικά:

$n_1=1000\text{rpm}$ ,  $d_1=254\text{mm}$ ,  $d_2=508\text{mm}$ ,  $i=2$ ,  $a=1270\text{mm}$ ,  $N=10\text{PS}$ ,  
 $S=6.0\text{mm}$ ,  $\mu=0,3$ ,  $\gamma=0,9\text{kp/mm}^3$ ,  $\sigma_{\varepsilon\pi}=0,18\text{kp/mm}^2$ .

Ζητείται να βρεθεί το  $b_{\min}$ . Η λειτουργία είναι διασταυρούμενη.

$$S_1 = \frac{F_1}{bS} \Rightarrow b = \frac{F_1}{S_1 S} \quad \text{Επειδή θεωρώ ότι εκμεταλλεύομαι όλη την}$$

αντοχή του μάντα έχω:

$$b_{\min} = \frac{F_1}{S_{ep} S} \quad (1)$$

$$F_u = \frac{m-1}{m} F_1 \Rightarrow F_1 = \frac{F_u m}{m-1} = \frac{F_u e^{ma'}}{e^{ma'} - 1} \quad (2)$$

$$F_u = \frac{75N}{u} = \frac{75N}{\frac{n_1 d_1}{19.1 \cdot 10^3}} \Rightarrow F_u = \frac{75 \cdot 10}{\frac{1000 \cdot 254}{19.1 \cdot 10^3}} \Rightarrow F_u = 56.4\text{kp}$$

Τόξο τύλιξης  $\textcircled{R}$   $\alpha_1^\circ = 180^\circ + 2\beta^\circ = \alpha_2$

$$hmb = \frac{d_1 + d_2}{2a} = \frac{254 + 508}{2 \cdot 1270} \Rightarrow hmb = 0.3 \Rightarrow b = 17.5^\circ$$

$m = 3,08$

Άρα  $\alpha_1 = 215^\circ$  ή  $3,75\text{rad}$

$$\text{Άρα (2)} \Rightarrow F_1 = \frac{56.4 \cdot e^{0.3 \cdot 3.75}}{e^{0.3 \cdot 3.75} - 1} \Rightarrow F_1 = \frac{173.72}{2.08} \Rightarrow F_1 = 83.5\text{kp}$$

$$(1) \Rightarrow b_{\min} = \frac{83.5}{0.18 \cdot 6.0} \Rightarrow b_{\min} = 77.3\text{mm}$$

$U_1 = 13,3 \text{ m / sec}$



