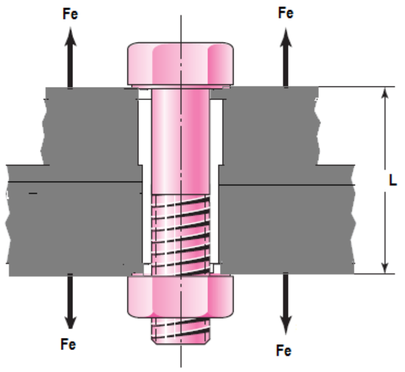
<u>Εξεταστική Περίοδος</u>

Ιούνιος 2017

<u>ΘΕΜΑ 1ο</u> **(μονάδες 5)**

Μια κοχλιωτή σύνδεση (σχήμα) συσφίγγεται από δύο κοχλίες $M10$ από υλικό κατηγορίας 4.8 και δέχεται εναλλασσόμενο φορτίο $16KN$. Οι κοχλίες αρχικώς προτείνονται τόσο ώστε η παραμένουσα δύναμη στον κάθε κοχλία να είναι ίση με $500N$ κατά την διάρκεια της εξωτερικής φόρτισης. Αν θεωρηθεί ότι η διατομή της φλάντζας είναι $D_{\varepsilon\xi} = 18mm$ και $D_{\varepsilon\sigma} = 15mm$, $\tan(\alpha + \rho') = 0{,}2$, $\mu_{\pi} = 0{,}14$, $E_b = E_p = 2{,}1 \times 10^{11} Pa$, $L = 60mm$, $L_b = L_p$ και $D_{\varepsilon\xi} = d_{\pi}$, να βρεθούν:



α. Η δύναμη πρότασης F_i (μονάδες 1,5)

β. Η εναλλασσόμενη τάση που καταπονεί τον κοχλία (μονάδες 1)

γ. Η εναλλασσόμενη τάση που καταπονεί τη φλάντζα (μονάδες 1)

δ. Η απαιτούμενη ροπή σύσφιξης (μονάδες 1)

ε. Να σχεδιαστεί το διάγραμμα της πρότασης (μονάδες 1)

ΛΥΣΗ

α.

$$A_b = \frac{\pi \times d_1^2}{4} = \frac{\pi \times 0{,}00816^2}{4} \cong 52 \times 10^{-6} m$$

$$A_p = \pi \times \frac{\left(0{,}018^2 - 0{,}015^2\right)}{4} \cong 78 \times 10^{-6} m$$

$$C_b = \frac{k_b}{k_p + k_b} = \frac{A_b}{A_b + A_p} = \frac{78}{78 + 52} = 0{,}6$$

$$C_p = \frac{k_p}{k_b + k_p} = \frac{A_p}{A_b + A_p} = \frac{52}{78 + 52} = 0{,}4$$

$$F_{eb} = C_b \times F_e = 0{,}6 \times \left(\frac{16.000}{2}\right) = 4.800N$$

$$F_{ep} = C_p \times F_e = 0{,}4 \times \left(\frac{16.000}{2}\right) = 3.200N$$

$$F_b = F_{eb} + F_{ei} = 8.000 + 500 \Rightarrow F_i = 8.500 - 4.800 = 3.700N$$

β.

$$\sigma_{b(r)} = \frac{F_{b(r)}}{A_b} = \frac{F_{eb}}{2\times A_b} = \frac{4.800}{2\times 52\times 10^{-6}} \cong 46MPa$$

γ.

$$\sigma_{p(r)} = \frac{F_{p(r)}}{A_p} = -\frac{F_{ep}}{2\times A_p} = -\frac{3.200}{2\times 78\times 10^{-6}} \cong -21MPa$$

δ.

$$M_\sigma = F_i[\tan(\alpha+\rho')]\times\frac{d_2}{2} + \mu_\pi \times \frac{d_m}{2}]$$

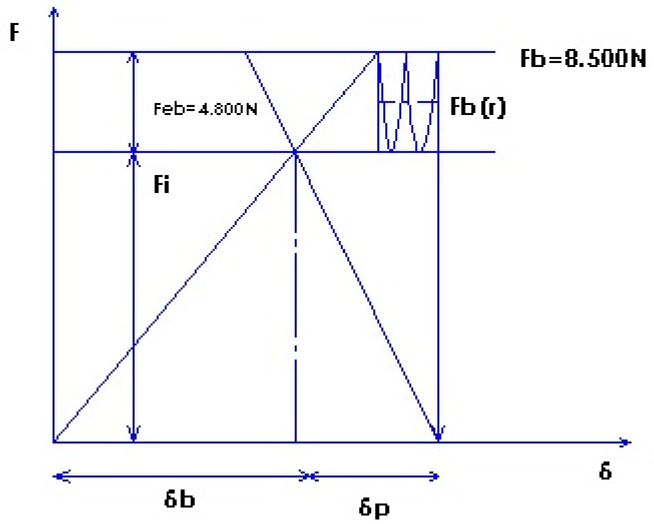
όπου, $F_i = 3.700N$

$\frac{d_2}{2} = \frac{9{,}026}{2} = 4{,}513mm$ και,

$$\frac{d_m}{2} = \frac{\frac{d\pi + d_1}{2}}{2} = \frac{18+10}{4} = 7mm$$

τότε: $M_\sigma = 3.700\times(0{,}2\times 4{,}513 + 0{,}14\times 7) \cong 6{,}956Nm$

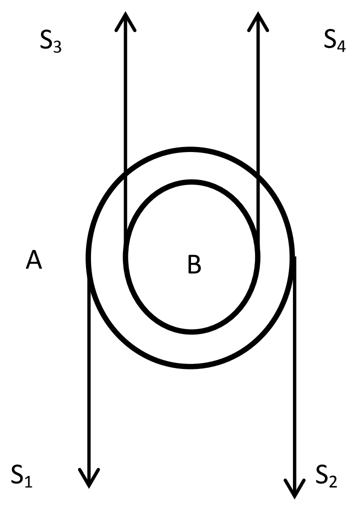
ε.



ΘΕΜΑ 2^ο^ ***(μονάδες 5)***

Ένας κοίλος κυκλικός άξονας με $D_0 = 3D_i$ όπου $D_{0,i}$ η εξωτερική και η εσωτερική του διάμετρος αντίστοιχα, υποστηρίζεται στα άκρα του από δύο έδρανα. Η απόσταση μεταξύ των εδράνων είναι $1{,}5m$. Μια τροχαλία (Α) διαμέτρου $400mm$ είναι τοποθετημένη επί του άξονα σε απόσταση $500mm$ δεξιά από το αριστερό έδρανο, η οποία οδηγεί μέσω ιμαντοκίνησης μια εργαλειομηχανή που βρίσκεται σε επίπεδο κάθετο ως προς αυτό του άξονα και ακριβώς κάτω από αυτόν. Η μέγιστη δύναμη καταπόνησης που εμφανίζεται στους κλάδους του ιμάντα της (Α) είναι ίση με $3KNt$. Μια άλλη τροχαλία (Β), επί του ίδιου άξονα, διαμέτρου $200mm$, είναι τοποθετημένη σε απόσταση $200mm$ αριστερά από το δεξιό έδρανο και οδηγείται από ηλεκτροκινητήρα μέσω ιμαντοκίνησης κι αυτή. Ο κινητήριος ηλεκτροκινητήρας βρίσκεται σε επίπεδο παράλληλο με αυτό της εργαλειομηχανής και πάνω από τον άξονα. Και για τις δύο τροχαλίες (Α και Β) του άξονα η γωνία περιέλιξης είναι 180° και ο συντελεστής τριβής (ιμάντα-τροχαλίας) είναι ίσος με $0{,}15$. Να υπολογισθεί η εξωτερική διάμετρος του κοίλου άξονα εάν το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένος έχει $\sigma_{\varepsilon\pi} = 70MPa$ και $\tau_{\varepsilon\pi}$=52MPa. Η ροπή και στις δύο τροχαλίες του άξονα να θεωρηθεί ίδια.

ΛΥΣΗ



$s_1 = 3KNt$

$\frac{s_1}{s_2} = e^{f\varphi} = 1{,}6$

$\varphi = \pi$

$f = 0{,}15$

Τότε $s_2 = 1{,}875KNt$

Η κάθετη φόρτιση στο (Γ) είναι: $w_{\Gamma(\mathrm{K})} = s_1 + s_2 = 4{,}875KNt$

Η ροπή στρέψης στο (Γ) : $T_\Gamma = (s_1 - s_2)\times r_\Gamma = (3 - 1{,}875)\times 0{,}2 = 225Ntm$

Η ροπή στρέψης στο (Δ): $T_\Gamma = T_\Delta = (s_3 - s_4)\times r_\Delta = 225Ntm \Rightarrow (s_3 - s_4)\times 0{,}1 = 225Ntm$

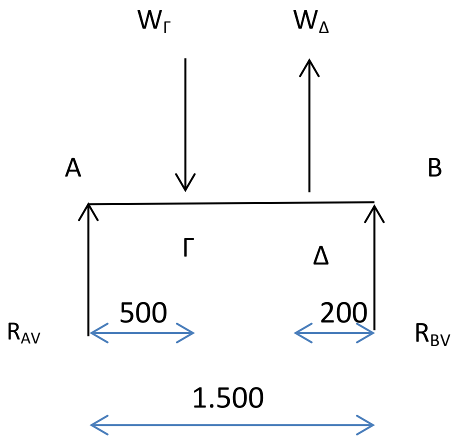
$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{s_3}{s_4} = e^{f\varphi} = 1{,}6 \Rightarrow s_3 = 1{,}6 s_4$$

οπότε:

$s_4 = 3.750 Nt$

$s_3 = 6.000 Nt$

Η κάθετη φόρτιση στο σημείο (Δ) είναι : $w_{\Delta(K)} = s_3 + s_4 = 9{,}75 KNt$



Η οριζόντια φόρτιση τόσο στο (Γ) όσο και στο (Δ) είναι 0

Έστω R_{AV} και R_{BV} οι κάθετες αντιδράσεις στο Α και Β. Τότε:

$$\sum F = 0 \Rightarrow R_{AV} + R_{BV} = w_\Delta - w_\Gamma \Rightarrow R_{AV} + R_{BV} = 4{,}875 KNt$$

$$\sum T_A = 0 \Rightarrow R_{BV} \times 1{,}5 = w_\Delta \times 1{,}3 - w_\Gamma \times 0{,}5 \Rightarrow R_{BV} = 6.825 N$$

Τότε $R_{AV} = -1.950 N$

Ροπή κάμψης στα Α και Β: $M_{AV} = M_{BV} = 0$

Στο σημείο Γ: $M_{\Gamma V} = R_{AV} \times 0{,}5 = 975 Ntm$

Στο σημείο Δ: $M_{\Delta V} = R_{BV} \times 0{,}2 = 1.365 Ntm$

Οριζόντιες αντιδράσεις δεν υπάρχουν.

Άρα σύμφωνα με το **θεώρημα Μ.Δ.Τ.** :

$$\frac{16}{\pi \times D_0^3 \times (1-\kappa^4)} \times \sqrt{M_{\Delta V}^2 + T_\Delta^2} \le \tau_{\varepsilon\pi} \Rightarrow \frac{16}{\pi \times D_0^3 \times (1-\kappa^4)} \times 1.383 \times 10^3 Ntmm \le 52 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{16}{\pi \times D_0^3 \times \left(1 - \frac{1}{81}\right)} \times 1.383 \times 10^3 Ntmm \le 52 \Rightarrow D_0 \ge 51{,}15 mm \Rightarrow \underline{D_O \min = 51{,}15 mm}$$

ενώ από το **Θ.Ε.Π.**:

$$M_{eq} \le \frac{\pi}{32}\sigma_{\varepsilon\pi} D_0^3 \times \left(1-\kappa^4\right) \Rightarrow D_0^3 \ge \frac{32 \times \sqrt{M_{\Delta V}^2 + \frac{3}{4}T_\Delta^2}}{\pi \times \sigma_{\varepsilon\pi} \times \left(1-\kappa^4\right)} \Rightarrow \underline{D_0 \min = 58,78mm} \Rightarrow \underline{\underline{D_0 \min = 60mmm}}$$