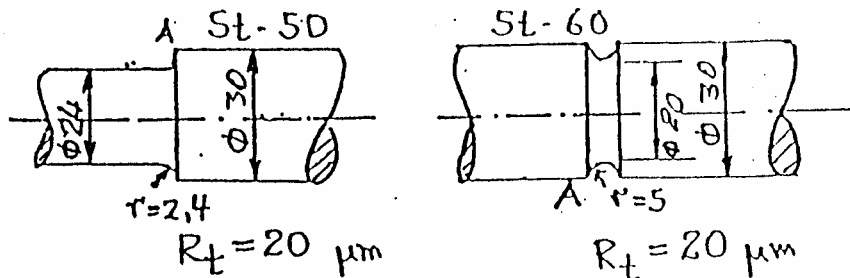


ΑΣΚΗΣΗ 2.2 Για τους άξονες του σχήματος 2.2 ζητούνται να υπολογιστούν με τη μέθοδο Thum (β_k) και τη μέθοδο Petersen (β_k):

- I. Οι αντοχές των διατομών A σε α) εναλασσόμενη και β) κυμαινόμενη στρεπτική καταπόνηση, καθώς και τα μεγέθη των αντίστοιχων ροπών.
- II. Οι επιτρεπόμενες τάσεις για κάθε μια από τις προηγούμενες περιπτώσεις, αν ο συντελεστής ασφαλείας θα πρέπει να είναι $S=1,5$, ενώ ο συντελεστής φορτίου ισούται με $C_B=1,2$.



Σχήμα 2.2

ΛΥΣΗ

I. Αντοχές διατομών – Στρεπτικές ροπές

α) Αριστερό σχήμα

α₁) Καταπόνηση εναλλασσόμενη

i) Μέθοδος με συντελεστή β_k (Thum)

- Για $d=24 \Rightarrow b_0 = 0,928$
- Για $R_f=20\mu\text{m}$ και $St50 \Rightarrow b_{sb}=0,87 \Rightarrow b_{st}=0,575 \cdot b_{sb} + 0,425 = 0,925$
- Για $\frac{D}{d} = \frac{30}{24} = 1,25$ και $\frac{r}{d} = \frac{2,4}{24} = 0,1$ $\xrightarrow{\text{Σχήμα 3.4.7.2/3}\beta}$ $\beta_{kt}=1,17$
- Από SMITH, για στρέψη και $St50$

$$\Rightarrow T_{tw10} = 180 \text{ N/mm}^2$$

Άρα,

$$T_{twkN}^T = \frac{180 \times 0,928 \times 0,925}{1,17} = 132,05 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } M_{tw \max}^T = 132,05 \times \pi \times \frac{24^3}{16} = 358.428,0 \text{ Nmm}$$

ii) Μέθοδος με συντελεστή $\bar{\beta}_k$ (Petersen)

- $b_{st}=0,925$
- $\rho^* = 38 \cdot 10^{-3}$
- $S_\sigma = \frac{4}{30+24} + \frac{1}{2,4} = 0,4907$

$$u_d = 1 + \sqrt{38 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4907} = 1,137$$

- Από SMITH για εφελκυσμό και St50 $\rightarrow \sigma_{zW10} = 230 \text{ N/mm}^2$

Από πίνακα 3.4.7.1/1 για $\frac{d}{D} = \frac{20}{30} = 0,8$ και στρέψη

$$A_t = 0,95, C_t = 0,30, B_t = 0,1452 \Rightarrow$$

$$\alpha_{kt} = 0,95 + 0,1452 \left(\sqrt{\frac{24}{2,4}} - 0,30 \right) = 1,365$$

Οπότε,

$$T_{tWkN}^P = \frac{230 \times 0,925 \times 1,137}{\sqrt{3} \cdot 1,365} = 102,31 \text{ N/mm}^2$$

και

$$M_{tw \max}^P = 102,31 \times \pi \times \frac{24^3}{16} = 277.703,7 \text{ Nmm}$$

α₂) Καταπόνηση κυμαινόμενη

i) Μέθοδος με συντελεστή β_k (Thum)

- $b_0 = 0,928$
- $b_{St} = 0,925$
- $\beta_{kt} = 1,17$
- Από SMITH για στρέψη και St50 \Rightarrow

$$T_{tSCH10} = 210 \text{ N/mm}^2, \text{ οπότε,}$$

$$T_{tSCHKN}^T = \frac{210 \times 0,928 \times 0,925}{1,17} = 154,06 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } M_{tSCHmax}^T = 154,06 \times \pi \times \frac{24^3}{16} = 417.958,62 \text{ Nmm}$$

ii) Μέθοδος με συντελεστή $\bar{\beta}_k$ (Petersen)

- $b_{st} = 0,925$
- $\rho^* = 38 \cdot 10^{-3}$
- $u_d = 1,137$
- $\alpha_{kt} = 1,365$
- Από SMITH για εφελκυσμό και St50

$$\sigma_{zSCH10} = 300 \text{ N/mm}^2, \text{ οπότε}$$

$$T_{tSCHKN}^P = \frac{300 \times 0,925 \times 1,137}{1,365 \times \sqrt{3}} = 133,49 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } M_{tSCHmax}^P = 133,49 \times \pi \times \frac{24^3}{16} = 362.348,44 \text{ Nmm}$$

β) Δεξιό Σχήμα

β₁) Καταπόνηση εναλλασσόμενη

i) Μέθοδος με συντελεστή β_k (Thum)

- Για $d=20 \Rightarrow b_0 = 0,94$
- Για $R_t=20\mu\text{m}$ και St60 ($\sigma_B = 600 - 720 \text{ N/mm}^2$) $\Rightarrow b_{sb}=0,84 \Rightarrow b_{st} = 0,575 \times b_{sb} + 0,425 = 0,908$
- Από πίνακα 3.4.7.1/3 και για $d= 0,666D$, $r \approx 0,17D$ και στρέψη \Rightarrow
 $\alpha_{kt} = 1,55 \xrightarrow{\text{Σχ.3.4.7.2/1}} \beta_{kt} = 1,40$
- Από διάγραμμα SMITH, για στρέψη και St60 $\Rightarrow T_{tw10} = 210 \text{ N/mm}^2$

$$\Rightarrow T_{tWKN}^T = \frac{210 \times 0,94 \times 0,908}{1,40} = 128,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } M_{tw \max}^T = 128,0 \times \pi \times \frac{20^3}{16} = 201.061,93 \text{ Nmm}$$

ii) Μέθοδος με συντελεστή $\bar{\beta}_k$ (Petersen)

- $b_{st} = 0,908$

- $\alpha_{kt} = 1,55$

- $\rho^* = 32 \cdot 10^{-3}$

- Από πίνακα 3.4.7.1/2 $\Rightarrow S_\sigma = \frac{2}{d} + \frac{1}{r} = \frac{2}{20} + \frac{1}{5} = 0,3 \text{ mm}^{-1} \Rightarrow$

$$u_d = 1 + \sqrt{32 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3} = 1,098$$

- Από διάγραμμα SMITH, για εφελκυσμό και St60 \Rightarrow

$$\sigma_{zw10} = 270 \text{ N/mm} \Rightarrow$$

$$T_{tWKN}^P = \frac{270 \times 0,908 \times 1,098}{\sqrt{3} \times 1,55} = 100,27 \text{ N/mm}^2$$

και

$$M_{tw \max}^P = 100,27 \times \pi \times \frac{20^3}{16} = 157.503,75 \text{ Nmm}$$

β₂) Καταπόνηση κυμαινόμενη

i) Μέθοδος με συντελεστή β_k (Thum)

- Από SMITH $\Rightarrow T_{tSCH10} = 230 \text{ N/mm}^2$, οπότε

$$T_{tSCHKN}^T = \frac{230 \times 0,94 \times 0,908}{1,4} = 140,22 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } M_{tSCH \max}^T = 140,22 \times \pi \times \frac{20^3}{16} = 220.257,0 \text{ Nmm}$$

ii) Μέθοδος με συντελεστή $\bar{\beta}_k$ (Petersen)

- Από SMITH για εφελκυσμό και St60 \Rightarrow

$$\sigma_{zSCH} = 340 \text{ N/mm}^2, \text{ οπότε}$$

$$T_{tSCHkN}^P = \frac{340 \times 0,908 \times 1,098}{\sqrt{3} \times 1,55} = 126,26 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } M_{tSCHmax}^P = 126,26 \times \pi \times \frac{20^3}{16} = 198.328,74 \text{ Nmm}$$

II. Επιτρεπόμενες Τάσεις

α) Αριστερό σχήμα

α₁) Καταπόνηση εναλλασσόμενη

$$T_{twεπ}^T = 69,79 \text{ N/mm}^2, T_{twεπ}^P = 54,08 \text{ N/mm}^2$$

α₂) Καταπόνηση κυμαινόμενη

$$T_{tSCHεπ}^T = 81,42 \text{ N/mm}^2, T_{tSCHεπ}^P = 70,56 \text{ N/mm}^2$$

β) Δεξιό σχήμα

β₁) Καταπόνηση εναλλασσόμενη

$$T_{twεπ}^T = 71,11 \text{ N/mm}^2, T_{twεπ}^P = 55,70 \text{ N/mm}^2$$

β₂) Καταπόνηση κυμαινόμενη

$$T_{tSCHεπ}^T = 77,90 \text{ N/mm}^2, T_{tSCHεπ}^P = 70,14 \text{ N/mm}^2$$