

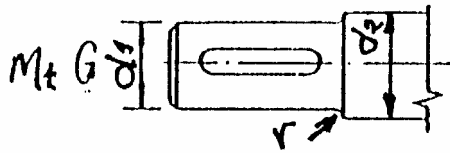
ΑΣΚΗΣΗ 2.8 Να υπολογιστούν οι διάμετροι d_1 και d_2 της χαλύβδινης ατράκτου του σχήματος 2.8, η οποία φορτίζεται:

α) με εναλλασσόμενη στρεπτική ροπή $\pm 50\text{Nm}$

β) με κυμαινόμενη στρεπτική ροπή με μέγιστη τιμή $M_t=100\text{Nm}$ και

γ) με στρεπτική ροπή που μεταβάλλεται μεταξύ των τιμών -25Nm και 75Nm

Δίνονται: $S=1,5$ και $C_B=1,5$



$$d_2 = 1,5 d_1$$

$$r = 0,15 d_1$$

$$R_t = 15 \mu\text{m}$$

Σχήμα 2.8

ΛΥΣΗ

Πιθανές επικίνδυνες διατομές:

(1) Η διατομή στη θέση αλλαγής της διαμέτρου.

(2) Διατομή στη θέση της σφήνας

α) Φόρτιση με $\pm 50\text{Nm}$

i) Καταπόνηση και στις δύο διατομές:

$$\tau_{tw} = \frac{50.000}{\pi \frac{d_1^3}{16}} = \frac{254.647,91}{d_1^3}$$

ii) Αντοχές διατομών

$$\tau_{twkN} = \frac{\tau_{tw10} \times b_0 \times b_s}{\beta_{kt}}$$

Είναι:

- Για $R_t=15\mu\text{m}$ και St42 $\Rightarrow b_{sb}=0,93$, οπότε $b_{st}=0,96$
- $b_0=$; , αλλά το ίδιο και για τις δύο διατομές (ίδιο d).
- Από SMITH για St42 $\Rightarrow \tau_{tw10} = 150 \text{ N/mm}^2$

Επομένως η πιο επικίνδυνη διατομή θα είναι εκείνη που έχει τον πιο μεγάλο συντελεστή β_{kt} .

- Για $\frac{d_2}{d_1}=1,5$ και $\frac{r}{d_1}=0,15 \Rightarrow \beta_{kt} = 1,15$ (διατομή αλλαγής διαμέτρου)

- Από τον πίνακα 3.4.4/1 για άτρακτο με ελεύθερη σφήνα $\beta_{kt} = 1,9$.

ΑΡΑ Η ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΤΗ ΣΦΗΝΑ ΕΙΝΑΙ Η ΠΙΟ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗ $\Rightarrow$ Σε αυτήν θα κάνω τους λογαριασμούς!!

- Αν δεχθώ ότι $d_1=20\text{mm} \Rightarrow b_0 = 0,94$, τότε

$$\tau_{tWkN} = \frac{150 \times 0,94 \times 0,96}{1,9} = 71,24 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow$$

$$\tau_{tW\epsilon\pi} = 31,66 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } \frac{254.647,91}{d_1^3} \leq 31,66 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow d_1 \geq 20,03$$

$$\text{Έστω } d_1 = 21\text{mm} \Rightarrow b_0=0,937$$

$$\tau_{tWkN} = 71,01 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \tau_{tW\epsilon\pi} = 31,56 \text{ N/mm}^2$$

και είναι

$$\tau_{tw} = 27,50 \text{ N/mm}^2 < \tau_{t\epsilon\pi}$$

$$\text{Άρα } d_1 = 21\text{mm},$$

$$d_2 = 31,5\text{mm},$$

$$r=3,15\text{mm}$$

β) Φόρτιση με κυμαινόμενη στρεπτική ροπή

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΤΗ ΣΦΗΝΑ

$$\text{i) Καταπόνηση: } \tau_{tsch} = \frac{100.000}{\pi \frac{d_1^3}{16}} = \frac{509.295,82}{d_1^3}$$

ii) Άντοχή διατομής

$$\tau_{tWkN} = \frac{\tau_{tW10} \times b_0 \times b_s}{\beta_{kt}}$$

Είναι:

- $b_{st}=0,96$
- $\beta_{kt} = 1,90$
- Από SMITH $\Rightarrow \tau_{tSCH10} = 180 \text{ N/mm}^2$
- Αν δεχθώ ότι $d_1=20\text{mm} \Rightarrow b_0 = 0,94$, τότε

$$\tau_{tSCHkN} = \frac{180 \times 0,94 \times 0,96}{1,9} = 85,49 \text{ N/mm}^2$$

$$\Rightarrow \tau_{tSCH\epsilon\pi} = 38,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } \frac{509.295,82}{d_1^3} \leq 38 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow d_1 \geq 23,75$$

Έστω $d_1 = 24\text{mm} \Rightarrow b_0 = 0,928$

$$\Rightarrow \tau_{tSCHKN} = 84,4 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \tau_{tSCHET} = 37,51 \text{ N/mm}^2$$

είναι

$$\tau_{tsch} = 36,84 \text{ N/mm}^2 < \tau_{tET}$$

Άρα $d_1 = 24\text{mm}$,

$d_2 = 36\text{mm}$,

$r = 3,6\text{mm}$

γ) Φόρτιση με $-25\text{Nm} \leq M_t \leq 75\text{Nm}$

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΤΗ ΣΦΗΝΑ

i) Καταπονήσεις:

$$\tau_{t0} = \frac{75.000}{\pi \frac{d_1^3}{16}} \quad \tau_{tu} = \frac{-25.000}{\pi \frac{d_1^3}{16}}$$

$$\tau_{tm} = \frac{\tau_{t0} + \tau_{tu}}{2} = \frac{25.000}{\pi \frac{d_1^3}{16}} = \frac{127.323,96}{d_1^3} \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{ta} = \frac{\tau_{t0} - \tau_{tu}}{2} = \frac{50.000}{\pi \frac{d_1^3}{16}} = \frac{254.647,91}{d_1^3} \text{ N/mm}^2$$

ii) Αντοχή διατομής

Είναι:

- $b_{st} = 0,96$
- $\beta_{kt} = 1,90$
- Αν δεχθώ ότι $d_1 = 20\text{mm} \Rightarrow b_0 = 0,94$

και $\tau_{tm} = 15,92 \text{ N/mm}^2 \quad \tau_{ta} = 31,83 \text{ N/mm}^2$

Από διάγραμμα SMITH για $\tau'_{tm} = c_B \times \tau_{tm} = 1,5 \times 15,92 = 23,88 \text{ N/mm}^2$
στρέψη και St42 $\Rightarrow \tau_{t0} = 168 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \tau_{tA10} = \tau_{t0} - \tau_{tm} = 144 \text{ N/mm}^2$

Οπότε:

$$\tau_{tAKN} = \frac{\tau_{tA10} \times b_0 \times b_S}{\beta_{kt}} = 68,39 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{και } \tau_{\text{τεπ}} = 30,40 \text{ N/mm}^2 < \tau_{\text{τα}} = 31,83 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Άρα } d_1 > 20$$

$$\begin{aligned} \text{Έστω } d_1 = 21 \text{ mm} \Rightarrow \quad & \tau_{\text{tm}} = 13,75 \text{ N/mm}^2 \\ & \tau_{\text{τα}} = 27,50 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{και } b_0 = 0,937$$

$$\text{Από SMITH για } \tau'_{\text{tm}} = 1,5 \times 13,75 = 20,63 \text{ N/mm}^2$$

$$\Rightarrow \tau_{t0} = 166 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \tau_{tA} \cong 145 \text{ N/mm}^2$$

ΟΠΟΤΕ,

$$\tau_{tAkN} = 68,86 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \tau_{\text{τεπ}} = 30,60 \text{ N/mm}^2$$

Άρα,

$$\tau_{\text{τα}} < \tau_{\text{τεπ}} \Rightarrow$$

$$d_1 = 21 \text{ mm},$$

$$d_2 = 31,5 \text{ mm},$$

$$r = 3,15 \text{ mm}$$