

Racordarea dintre corpul bielei și piciorul acesteia, respectiv capul acesteia.

Unghiul de racordare dintre piciorul bielei și corpul acesteia ( $\varphi_{\text{picior}}$ ) se alege în intervalul (10...30) grade, iar unghiul de racordare dintre corpul bielei și capul acesteia ( $\varphi_c$ ) se alege între (40...50) grade [5,6]. Raza de racordare dintre piciorul bielei și corpul acesteia este:

$$\rho_{\text{picior}} = \frac{\frac{d_e}{2} \cdot \cos\left(\varphi_{\text{picior}} \cdot \frac{\pi}{180}\right) - \frac{H_p}{2}}{1 - \cos\left(\varphi_{\text{picior}} \cdot \frac{\pi}{180}\right)}$$

Distanța de la care se începe racordarea este:

$$x_p = \left(\rho_{\text{picior}} + \frac{d_e}{2}\right) \cdot \sin\left(\varphi_{\text{picior}} \cdot \frac{\pi}{180}\right)$$

Raza de racordare dintre corpul bielei și capul acesteia este:

$$\rho_c = \frac{\frac{d_{ce}}{2} \cdot \cos\left(\varphi_c \cdot \frac{\pi}{180}\right) - \frac{H_{\text{cap}}}{2}}{1 - \cos\left(\varphi_c \cdot \frac{\pi}{180}\right)}$$

Distanța de la care începe racordarea capului bielei de corp:

$$x_c = \left(\rho_c + \frac{d_{ce}}{2}\right) \cdot \sin\left(\varphi_c \cdot \frac{\pi}{180}\right)$$

Diametrul exterior al capului bielei este:  $d_{ce} = d_{ci} + 2d_{\text{șurub}} + x_i + x_e$ , unde  $x_i$  – distanța dintre vârful filetului șurubului și interiorul capului bielei (1...2 mm),  $x_e$  – distanța dintre vârful filetului șurubului și exteriorul capului bielei (1...3 mm). Diametrul la vârfuri al șurubului se va determina la calculul acestora, inițial se predimensionează cu o valoare inițială astfel încât diametrul exterior al capului bielei să fie mai mic decât cel al cilindrului. [1,5,6]

## VIII.4. Verificarea piciorului bieiei.

### VIII.4.1 Verificarea piciorului bieiei la intindere

$$\sigma_{b\_curgere} := 850 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{b\_rupere} := 1100 \text{ MPa}$$

$$F_{i\_b} := \frac{m_{gp} \cdot 0.5 \cdot S \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \cdot (1 + \Lambda)}{10^3} = 9.32 \times 10^3 \text{ N}$$

Zona periculoasa este reprezentata de zona de racordare a piciorului cu corpul, care este supusa la intindere si compresiune de fortele de inertie si de presiune a gazelor. Deoarece piciorul bieiei este asimilat cu o grinda curba, se aplica ecuatiile matematice ale grinzilor curbe.

Unghiul de racordare al piciorului cu corpul este:  $\varphi_{picior} = 20 \text{ grad}$

$$\varphi_{p\_rad} := \varphi_{picior} \cdot \frac{\pi}{180} = 0.349 \text{ rad}$$

Pentru calcul se adapteaza valoarea fata de verticala:  $\varphi_r := \frac{\pi}{2} + \varphi_{p\_rad} = 1.92 \text{ rad}$

Reactiunea  $N_0$  si momentul incovoietor  $M_0$  sunt:

$$N_0 := F_{i\_b} \cdot (5720 - 8 \cdot \varphi_r) \cdot 10^{-4} = 5.317 \times 10^3 \text{ N}$$

$$r_{ep} := \frac{d_e}{2} = 17.207 \text{ mm} \quad r_{ip} := \frac{d_{ib}}{2} = 12.186 \text{ mm}$$

$$r_{mp} := \frac{r_{ep} + r_{ip}}{2} = 14.697 \text{ mm}$$

$$M_0 := F_{i\_b} \cdot r_{mp} \cdot (3.3 \cdot \varphi_r - 297) \cdot 10^{-4} = -3.981 \times 10^3 \text{ Nmm}$$

Momentul  $M_{\varphi c}$  si forta normala  $N_{\varphi c}$  in sectiunea periculoasa sunt:

$$M_{\varphi c} := M_0 + N_0 \cdot r_{mp} \cdot (1 - \cos(\varphi_r)) - \frac{F_{i\_b} \cdot r_{mp}}{2} \cdot (\sin(\varphi_r) - \cos(\varphi_r)) = 1.31 \times 10^4$$

$$N_{\varphi c} := N_0 \cdot \cos(\varphi_r) + \frac{F_{i\_b}}{2} \cdot (\sin(\varphi_r) - \cos(\varphi_r)) = 4.154 \times 10^3$$

Modulul de elasticitate al materialului bucsii:  $E_{bucsa} := 11.5 \cdot 10^4 \text{ MPa}$

Modulul de elasticitate al materialului bielei:  $E_{biela} := 2.1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$

Momentul de inertie polar al sectiunii bucsii:  $I_{bucsa} := \frac{b \cdot h_b^3}{12} = 5.995$

Momentul de inerție polar al secțiunii piciorului:  $I_{\text{picior}} := \frac{b \cdot h_p^3}{12} = 299.389$

Stabilirea diferentelor de încărcare între materialul piciorului și materialul bucei:

$$k_N := \frac{1}{1 + \frac{E_{\text{bucsa}} \cdot h_b}{E_{\text{biela}} \cdot h_p}} = 0.871 \quad +$$

$$k_M := \frac{1}{1 + \frac{E_{\text{bucsa}} \cdot I_{\text{bucsa}}}{E_{\text{biela}} \cdot I_{\text{picior}}}} = 0.989$$

Tensiunile din fibrele exterioare și interioare ale piciorului sunt:

$$\sigma_{\text{ie}_\varphi c} := \left[ 2 \cdot M_{\varphi c} \cdot \frac{6 \cdot r_{\text{mp}} + h_p}{h_p \cdot (2 \cdot r_{\text{mp}} + h_p)} + N_{\varphi c} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_p} = 124.574 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{ii}_\varphi c} := \left[ -2 \cdot M_{\varphi c} \cdot \frac{6 \cdot r_{\text{mp}} - h_p}{h_p \cdot (2 \cdot r_{\text{mp}} - h_p)} + N_{\varphi c} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_p} = -99.587 \text{ MPa}$$

Verificarea zonei de încastrare, se adaugă pe rând la  $\varphi$  câte 3 grade și se calculează tensiunile din fibrele interioară și exterioară. Astfel se va determina cea mai încărcată secțiune, iar la unghiul respectiv se va face verificarea la compresiune.

Se dau valori pentru unghiul  $\beta$ , care va fi admat cu  $\varphi_r$ :

Iteratia 1

+

$$\beta_1 := 0 \quad \beta_{\text{rad1}} := \beta_1 \cdot \frac{\pi}{180} = 0 \text{ rad}$$

Se calculeaza grosimea piciorului:

$$h_{p\_31} := (r_{ep} + \rho_{\text{picior}}) \cdot \cos(\beta_{\text{rad1}}) - r_{ip} - \sqrt{\rho_{\text{picior}}^2 - (r_{ep} + \rho_{\text{picior}})^2 \cdot \sin(\beta_{\text{rad1}})^2} = 5.022 \text{ mm}$$

$$k_{N\_31} := \frac{1}{1 + \frac{E_{\text{bucsa}} \cdot h_b}{E_{\text{biela}} \cdot h_{p\_31}}} = 0.871 \quad k_{M\_31} := \frac{1}{1 + \frac{E_{\text{bucsa}} \cdot I_{\text{bucsa}}}{E_{\text{biela}} \cdot \frac{b \cdot h_{p\_31}^3}{12}}} = 0.989$$

$$r_{\text{mp1}} := r_{ip} + \frac{h_{p\_31}}{2} = 14.697$$

$$M_{\varphi c\_31} := M_0 + N_0 \cdot r_{\text{mp1}} \cdot (1 - \cos(\varphi_r + \beta_{\text{rad1}})) - \frac{F_i \cdot b \cdot r_{\text{mp1}}}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{\text{rad1}}) - \cos(\varphi_r + \beta_{\text{rad1}}))$$

$$N_{\varphi c\_31} := N_0 \cdot \cos(\varphi_r + \beta_{\text{rad1}}) + \frac{F_i \cdot b}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{\text{rad1}}) - \cos(\varphi_r + \beta_{\text{rad1}}))$$

$$M_{\varphi c\_31} = 1.31 \times 10^4 \quad N_{\varphi c\_31} = 4.154 \times 10^3$$

$$N_{p\varphi c\_31} := k_{N\_31} \cdot N_{\varphi c\_31} = 3.617 \times 10^3 \quad M_{p\varphi c\_31} := k_{M\_31} \cdot M_{\varphi c\_31} = 1.296 \times 10^4$$

$$\sigma_{ie\_31} := \left[ 2 \cdot M_{p\varphi c\_31} \cdot \frac{6 \cdot r_{\text{mp1}} + h_{p\_31}}{h_{p\_31} \cdot (2 \cdot r_{\text{mp1}} + h_{p\_31})} + N_{p\varphi c\_31} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_31}} = 124.574 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ie\_ \varphi c\_ \beta 1} := \left[ 2 \cdot M_{\varphi c\_ \beta 1} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp1} + h_{p\_ \beta 1}}{h_{p\_ \beta 1} \cdot (2 \cdot r_{mp1} + h_{p\_ \beta 1})} + N_{p\varphi c\_ \beta 1} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_ \beta 1}} = 124.574 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ii\_ \varphi c\_ \beta 1} := \left[ -2 \cdot M_{\varphi c\_ \beta 1} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp1} - h_{p\_ \beta 1}}{h_{p\_ \beta 1} \cdot (2 \cdot r_{mp1} - h_{p\_ \beta 1})} + N_{p\varphi c\_ \beta 1} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_ \beta 1}} = -99.58 \text{ MPa}$$

Iteratia 2

$$\beta 2 := 3 \quad \beta_{rad2} := \beta 2 \cdot \frac{\pi}{180} = 0.052 \text{ rad}$$

Se calculeaza grosimea piciorului:

$$h_{p\_ \beta 2} := (r_{ep} + \rho_{picior}) \cdot \cos(\beta_{rad2}) - r_{ip} - \sqrt{\rho_{picior}^2 - (r_{ep} + \rho_{picior})^2 \cdot \sin(\beta_{rad2})^2} = 5.049 \text{ mm}$$

$$k_{N\_ \beta 2} := \frac{1}{1 + \frac{E_{bucsa} \cdot h_b}{E_{biela} \cdot h_{p\_ \beta 2}}} = 0.871 \quad k_{M\_ \beta 2} := \frac{1}{1 + \frac{E_{bucsa} \cdot I_{bucsa}}{E_{biela} \cdot \frac{b \cdot h_{p\_ \beta 2}^3}{12}}} = 0.989$$

$$r_{mp2} := r_{ip} + \frac{h_{p\_ \beta 2}}{2} = 14.711$$

$$M_{\varphi c\_ \beta 2} := M_0 + N_0 \cdot r_{mp2} \cdot (1 - \cos(\varphi_r + \beta_{rad2})) - \frac{F_i \cdot b \cdot r_{mp2}}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{rad2}) - \cos(\varphi_r + \beta_{rad2}))$$

$$N_{\varphi c\_ \beta 2} := N_0 \cdot \cos(\varphi_r + \beta_{rad2}) + \frac{F_i \cdot b}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{rad2}) - \cos(\varphi_r + \beta_{rad2}))$$

$$M_{\varphi c\_ \beta 2} = 1.49 \times 10^4 \quad N_{\varphi c\_ \beta 2} = 4.033 \times 10^3$$

$$N_{p\varphi c\_ \beta 2} := k_{N\_ \beta 2} \cdot N_{\varphi c\_ \beta 2} = 3.513 \times 10^3 \quad M_{p\varphi c\_ \beta 2} := k_{M\_ \beta 2} \cdot M_{\varphi c\_ \beta 2} = 1.475 \times 10^4$$

$$\sigma_{ie\_ \varphi c\_ \beta 2} := \left[ 2 \cdot M_{\varphi c\_ \beta 2} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp2} + h_{p\_ \beta 2}}{h_{p\_ \beta 2} \cdot (2 \cdot r_{mp2} + h_{p\_ \beta 2})} + N_{p\varphi c\_ \beta 2} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_ \beta 2}} = 136.07 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ii\_ \varphi c\_ \beta 2} := \left[ -2 \cdot M_{\varphi c\_ \beta 2} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp2} - h_{p\_ \beta 2}}{h_{p\_ \beta 2} \cdot (2 \cdot r_{mp2} - h_{p\_ \beta 2})} + N_{p\varphi c\_ \beta 2} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_ \beta 2}} = -116.1 \text{ MPa}$$

Iteratia 3

$$\beta 3 := 6 \quad \beta_{rad3} := \beta 3 \cdot \frac{\pi}{180} = 0.105 \text{ rad}$$

Se calculeaza grosimea piciorului:

$$h_{p\_ \beta 3} := (r_{ep} + \rho_{picior}) \cdot \cos(\beta_{rad3}) - r_{ip} - \sqrt{\rho_{picior}^2 - (r_{ep} + \rho_{picior})^2 \cdot \sin(\beta_{rad3})^2} = 5.133 \text{ mm}$$

$$+ \quad k_{N\_ \beta 3} := \frac{1}{1 + \frac{E_{bucsa} \cdot h_b}{E_{biela} \cdot h_{p\_ \beta 3}}} = 0.873 \quad k_{M\_ \beta 3} := \frac{1}{1 + \frac{E_{bucsa} \cdot I_{bucsa}}{E_{biela} \cdot \frac{b \cdot h_{p\_ \beta 3}^3}{12}}} = 0.99$$

$$r_{mp3} := r_{ip} + \frac{h_{p\_ \beta 3}}{2} = 14.753$$

$$M_{\varphi c\_ \beta 3} := M_0 + N_0 \cdot r_{mp3} \cdot (1 - \cos(\varphi_r + \beta_{rad3})) - \frac{F_i \cdot b \cdot r_{mp3}}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{rad3}) - \cos(\varphi_r + \beta_{rad3}))$$

$$N_{\varphi c\_ \beta 3} := N_0 \cdot \cos(\varphi_r + \beta_{rad3}) + \frac{F_i \cdot b}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{rad3}) - \cos(\varphi_r + \beta_{rad3}))$$

$$M_{\varphi c\_ \beta 3} = 1.691 \times 10^4 \quad N_{\varphi c\_ \beta 3} = 3.901 \times 10^3$$

$$N_{p\varphi c\_ \beta 3} := k_{N\_ \beta 3} \cdot N_{\varphi c\_ \beta 3} = 3.405 \times 10^3 \quad M_{p\varphi c\_ \beta 3} := k_{M\_ \beta 3} \cdot M_{\varphi c\_ \beta 3} = 1.674 \times 10^4$$

$$\sigma_{ie\_ \varphi c\_ \beta 3} := \left[ 2 \cdot M_{\varphi c\_ \beta 3} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp3} + h_{p\_ \beta 3}}{h_{p\_ \beta 3} \cdot (2 \cdot r_{mp3} + h_{p\_ \beta 3})} + N_{p\varphi c\_ \beta 3} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_ \beta 3}} = 145.69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ii\_ \varphi c\_ \beta 3} := \left[ -2 \cdot M_{\varphi c\_ \beta 3} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp3} - h_{p\_ \beta 3}}{h_{p\_ \beta 3} \cdot (2 \cdot r_{mp3} - h_{p\_ \beta 3})} + N_{p\varphi c\_ \beta 3} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_ \beta 3}} = -131.4 \text{ MPa}$$

Iteratia 4

$$\beta 4 := 9 \quad \beta_{rad4} := \beta 4 \cdot \frac{\pi}{180} = 0.157 \text{ rad}$$

Se calculeaza grosimea piciorului: +

$$h_{p\_ \beta 4} := (r_{ep} + \rho_{picior}) \cdot \cos(\beta_{rad4}) - r_{ip} - \sqrt{\rho_{picior}^2 - (r_{ep} + \rho_{picior})^2 \cdot \sin(\beta_{rad4})^2} = 5.275 \text{ mm}$$

$$k_{N\_ \beta 4} := \frac{1}{1 + \frac{E_{bucsa} \cdot h_b}{E_{biela} \cdot h_{p\_ \beta 4}}} = 0.876 \quad k_{M\_ \beta 4} := \frac{1}{1 + \frac{E_{bucsa} \cdot I_{bucsa}}{E_{biela} \cdot \frac{b \cdot h_{p\_ \beta 4}^3}{12}}} = 0.991$$

$$r_{mp4} := r_{ip} + \frac{h_{p\_ \beta 4}}{2} = 14.823$$

$$M_{\varphi c\_ \beta 4} := M_0 + N_0 \cdot r_{mp4} \cdot (1 - \cos(\varphi_r + \beta_{rad4})) - \frac{F_i \cdot b \cdot r_{mp4}}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{rad4}) - \cos(\varphi_r + \beta_{rad4}))$$

$$N_{\varphi c\_ \beta 4} := N_0 \cdot \cos(\varphi_r + \beta_{rad4}) + \frac{F_i \cdot b}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{rad4}) - \cos(\varphi_r + \beta_{rad4}))$$

$$M_{\varphi c\_ \beta 4} = 1.913 \times 10^4 \quad N_{\varphi c\_ \beta 4} = 3.757 \times 10^3$$

$$N_{p\varphi c\_ \beta 4} := k_{N\_ \beta 4} \cdot N_{\varphi c\_ \beta 4} = 3.292 \times 10^3 \quad M_{p\varphi c\_ \beta 4} := k_{M\_ \beta 4} \cdot M_{\varphi c\_ \beta 4} = 1.896 \times 10^4$$



$$\sigma_{ie\_p\_34} := \left[ 2 \cdot M_{\varphi c\_34} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp4} + h_{p\_34}}{h_{p\_34} \cdot (2 \cdot r_{mp4} + h_{p\_34})} + N_{p\varphi c\_34} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_34}} = 152.767 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ii\_p\_34} := \left[ -2 \cdot M_{\varphi c\_34} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp4} - h_{p\_34}}{h_{p\_34} \cdot (2 \cdot r_{mp4} - h_{p\_34})} + N_{p\varphi c\_34} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_34}} = -144.4 \text{ MPa}$$

+

Iteratia 5

$$\beta_5 := 12 \quad \beta_{rad5} := \beta_5 \cdot \frac{\pi}{180} = 0.209 \text{ rad}$$

Se calculeaza grosimea piciorului:

$$h_{p\_35} := (r_{ep} + \rho_{picior}) \cdot \cos(\beta_{rad5}) - r_{ip} - \sqrt{\rho_{picior}^2 - (r_{ep} + \rho_{picior})^2 \cdot \sin(\beta_{rad5})^2} = 5.477 \text{ mm}$$

$$k_{N\_35} := \frac{1}{1 + \frac{E_{bucsa} \cdot h_b}{E_{biela} \cdot h_{p\_35}}} = 0.88$$

$$k_{M\_35} := \frac{1}{1 + \frac{E_{bucsa} \cdot I_{bucsa}}{E_{biela} \cdot \frac{b \cdot h_{p\_35}^3}{12}}} = 0.992$$

$$r_{mp5} := r_{ip} + \frac{h_{p\_35}}{2} = 14.924$$

$$M_{\varphi c\_35} := M_0 + N_0 \cdot r_{mp5} \cdot (1 - \cos(\varphi_r + \beta_{rad5})) - \frac{F_i \cdot b \cdot r_{mp5}}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{rad5}) - \cos(\varphi_r + \beta_{rad5}))$$

$$N_{\varphi c\_35} := N_0 \cdot \cos(\varphi_r + \beta_{rad5}) + \frac{F_i \cdot b}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{rad5}) - \cos(\varphi_r + \beta_{rad5}))$$

$$M_{\varphi c\_35} = 2.158 \times 10^4 \quad N_{\varphi c\_35} = 3.604 \times 10^3$$

$$N_{p\varphi c\_35} := k_{N\_35} \cdot N_{\varphi c\_35} = 3.172 \times 10^3 \quad M_{p\varphi c\_35} := k_{M\_35} \cdot M_{\varphi c\_35} = 2.14 \times 10^4$$

$$\sigma_{ie\_qc\_35} := \left[ 2 \cdot M_{qc\_35} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp5} + h_{p\_35}}{h_{p\_35} \cdot (2 \cdot r_{mp5} + h_{p\_35})} + N_{pqc\_35} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_35}} = 156.82 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ii\_qc\_35} := \left[ -2 \cdot M_{qc\_35} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp5} - h_{p\_35}}{h_{p\_35} \cdot (2 \cdot r_{mp5} - h_{p\_35})} + N_{pqc\_35} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_35}} = -154.5 \text{ MPa}$$

Iteratia 6

$$\beta_6 := 15 \quad \beta_{rad6} := \beta_6 \cdot \frac{\pi}{180} = 0.262 \text{ rad}$$

Se calculeaza grosimea picionului:

$$h_{p\_36} := (r_{ep} + \rho_{picior}) \cdot \cos(\beta_{rad6}) - r_{ip} - \sqrt{\rho_{picior}^2 - (r_{ep} + \rho_{picior})^2 \cdot \sin(\beta_{rad6})^2} = 5.744 \text{ mm}$$

$$k_{N\_36} := \frac{1}{1 + \frac{E_{bucsa} \cdot h_b}{E_{biela} \cdot h_{p\_36}}} = 0.885 \quad k_{M\_36} := \frac{1}{1 + \frac{E_{bucsa} \cdot I_{bucsa}}{E_{biela} \cdot \frac{b \cdot h_{p\_36}^3}{12}}} = 0.993$$

$$r_{mp6} := r_{ip} + \frac{h_{p\_36}}{2} = 15.058$$

$$M_{qc\_36} := M_0 + N_0 \cdot r_{mp6} \cdot (1 - \cos(\varphi_r + \beta_{rad6})) - \frac{F_i \cdot b \cdot r_{mp6}}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{rad6}) - \cos(\varphi_r + \beta_{rad6}))$$

$$N_{qc\_36} := N_0 \cdot \cos(\varphi_r + \beta_{rad6}) + \frac{F_i \cdot b}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{rad6}) - \cos(\varphi_r + \beta_{rad6}))$$

$$M_{qc\_36} = 2.427 \times 10^4 \quad N_{qc\_36} = 3.441 \times 10^3$$

$$N_{pqc\_36} := k_{N\_36} \cdot N_{qc\_36} = 3.045 \times 10^3 \quad M_{pqc\_36} := k_{M\_36} \cdot M_{qc\_36} = 2.409 \times 10^4$$

$$\sigma_{ie\_ \varphi c\_ \beta 6} := \left[ 2 \cdot M_{\varphi c\_ \beta 6} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp6} + h_{p\_ \beta 6}}{h_{p\_ \beta 6} \cdot (2 \cdot r_{mp6} + h_{p\_ \beta 6})} + N_{p\varphi c\_ \beta 6} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_ \beta 6}} = 157.64 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ii\_ \varphi c\_ \beta 6} := \left[ -2 \cdot M_{\varphi c\_ \beta 6} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp6} - h_{p\_ \beta 6}}{h_{p\_ \beta 6} \cdot (2 \cdot r_{mp6} - h_{p\_ \beta 6})} + N_{p\varphi c\_ \beta 6} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_ \beta 6}} = -161.3 \text{ MPa}$$

Iteratia 7

$$\beta 7 := 18 \quad \beta_{rad7} := \beta 7 \cdot \frac{\pi}{180} = 0.314 \text{ rad}$$

Se calculeaza grosimea piciorului:

$$h_{p\_ \beta 7} := (r_{ep} + \rho_{picior}) \cdot \cos(\beta_{rad7}) - r_{ip} - \sqrt{\rho_{picior}^2 - (r_{ep} + \rho_{picior})^2 \cdot \sin(\beta_{rad7})^2} = 6.08 \text{ mm}$$

$$k_{N\_ \beta 7} := \frac{1}{1 + \frac{E_{bucsa} \cdot h_b}{E_{biela} \cdot h_{p\_ \beta 7}}} = 0.891 \quad k_{M\_ \beta 7} := \frac{1}{1 + \frac{E_{bucsa} \cdot I_{bucsa}}{E_{biela} \cdot \frac{b \cdot h_{p\_ \beta 7}^3}{12}}} = 0.994$$

$$r_{mp7} := r_{ip} + \frac{h_{p\_ \beta 7}}{2} = 15.226$$

$$M_{\varphi c\_ \beta 7} := M_0 + N_0 \cdot r_{mp7} \cdot (1 - \cos(\varphi_r + \beta_{rad7})) - \frac{F_i \cdot b \cdot r_{mp7}}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{rad7}) - \cos(\varphi_r + \beta_{rad7}))$$

$$N_{\varphi c\_ \beta 7} := N_0 \cdot \cos(\varphi_r + \beta_{rad7}) + \frac{F_i \cdot b}{2} \cdot (\sin(\varphi_r + \beta_{rad7}) - \cos(\varphi_r + \beta_{rad7}))$$

$$M_{\varphi c\_ \beta 7} = 2.722 \times 10^4 \quad N_{\varphi c\_ \beta 7} = 3.268 \times 10^3$$

$$\sigma_{ie\_pc\_37} := \left[ 2 \cdot M_{pc\_37} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp7} + h_{p\_37}}{h_{p\_37} \cdot (2 \cdot r_{mp7} + h_{p\_37})} + N_{p\_pc\_37} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_37}} = 155.28 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ii\_pc\_37} := \left[ -2 \cdot M_{pc\_37} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp7} - h_{p\_37}}{h_{p\_37} \cdot (2 \cdot r_{mp7} - h_{p\_37})} + N_{p\_pc\_37} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_37}} = -164.7 \text{ MPa}$$

#### VIII.4.2. Verificarea piciorului bieii la comprimare

Verificarea la compresiune se face în secțiunea în care s-a obținut cea mai mare solicitare la întindere. Forța care comprimă biela,  $F_c$  este egală cu diferența dintre forța generată de presiunea gazelor din cilindru și forța de inerție dată de masa grupului piston.

$$F_c := \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p_{\max} - \frac{m_{gp} \cdot S \cdot \left( \frac{\pi \cdot n}{30} \right)^2 \cdot (1 + \Lambda)}{10^3} = 4.828 \times 10^4 \text{ N}$$

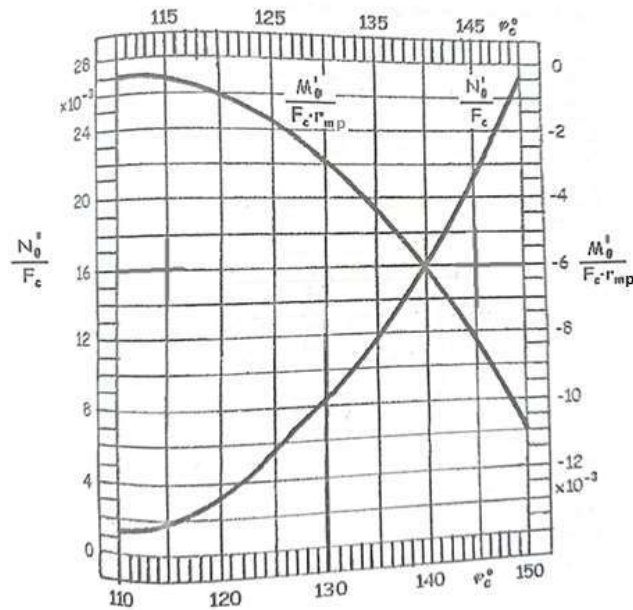


Fig. 8.6. Termenii necesari pentru calculul momentului încovoietor și a forței normale.

$\beta_6 = 15$     Unghiul la care s-a obtinut tensiunea maxima la intindere

$$\varphi_{c\_6} := \left( \varphi_r + \beta_6 \cdot \frac{\pi}{180} \right) = 2.182 \text{ rad}$$

$$\varphi_{c\_6\_grd} := \left( \varphi_r + \beta_6 \cdot \frac{\pi}{180} \right) \cdot \frac{180}{\pi} = 125 \text{ grade} \quad \text{Unghiul la care se face verificarea la compresiune}$$

$$r_{mp6} = 15.058 \text{ mm}$$

$$h_{p\_6} = 5.744 \text{ mm}$$

$$k_{N\_6} = 0.885$$

Din figura de mai sus se extrag valorile necesare calculului reactiunii si momentului, in conformitate cu unghiul la care se efectueaza calculul:

$$x := -1.5 \qquad y := 6$$

$$M'_0 := x \cdot r_{mp6} \cdot F_c \cdot 10^{-3} = -1.091 \times 10^3$$

$$N'_0 := y \cdot F_c \cdot 10^{-3} = 289.688$$

$$M'_{\varphi} := M'_0 + N'_0 \cdot r_{mp6} \cdot (1 - \cos(\varphi_{c\_36})) - \frac{F_c \cdot r_{mp6}}{\pi} \cdot \left[ \left( \frac{\pi}{2} - \varphi_{c\_36} \right) \cdot \sin(\varphi_{c\_36}) - \cos(\varphi_{c\_36}) \right]$$

$$M'_{\varphi} = -1.116 \times 10^4$$

$$N'_{\varphi} := N'_0 \cdot \cos(\varphi_{c\_36}) + \frac{F_c}{\pi} \cdot \left[ \left( \frac{\pi}{2} - \varphi_{c\_36} \right) \cdot \sin(\varphi_{c\_36}) - \cos(\varphi_{c\_36}) \right] = 958.578$$

Tensiunile aparute in cazul solicitarii la comprimare sunt:

$$\sigma_{ce\_ \varphi c\_ 36} := \left[ 2 \cdot M'_{\varphi} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp6} + h_{p\_36}}{h_{p\_36} \cdot (2 \cdot r_{mp6} + h_{p\_36})} + k_{N\_36} \cdot N'_{\varphi} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_36}} = -58.708 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ci\_ \varphi c\_ 36} := \left[ -2 \cdot M'_{\varphi} \cdot \frac{6 \cdot r_{mp6} - h_{p\_36}}{h_{p\_36} \cdot (2 \cdot r_{mp6} - h_{p\_36})} + k_{N\_36} \cdot N'_{\varphi} \right] \cdot \frac{1}{b \cdot h_{p\_36}} = 88.001 \text{ MPa}$$

### VIII.4.3. Verificarea piciorului bieii la fretaj

Bucsa din interiorul piciorului bieii poate fi introdusă mecanic, prin presare sau termic, prin încălzirea acestuia până la o anumită temperatură. De asemenea există cazuri când bucsa din interiorul piciorului este introdusă liber, fără presare sau ajustaj cu strângere. În acele cazuri presiunea rezultată este egală cu 0. Pentru calculul acestui subcapitol se ia în considerare cel mai periculos caz, și anume introducerea bucsei prin strângere termică. Se încălzește piciorul bieii pentru introducerea bucsei la o temperatură care nu depășește temperatura la care ajunge biela în funcționare.

Strangerea termica este data de relatia :

$$\alpha_{bucsa} := 18 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K} \quad \text{coeficientul de dilatare al materialului bucsei}$$

$$\alpha_{biela} := 10 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K} \quad \text{coeficientul de dilatare al materialului bieii}$$

$$t_{biela} := 140 \text{ grdC} \quad \text{temperatura bieii in functionare}$$

$$t_{montaj} := 25 \text{ grdC} \quad \text{temperatura bieii la montaj}$$

$$S_t := d_{ib} \cdot (\alpha_{bucsa} - \alpha_{biela}) \cdot [(t_{biela} + 273) - (t_{montaj} + 273)] = 0.022 \text{ mm}$$

Strangerea mecanica se alege:  $S_{mec} := 6 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$   $(4...8) \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

$\mu_{biela} := 0.27$   $(0.24...0.3)$  Coeficientul Poisson al materialului bielei

$\mu_{bucsa} := 0.33$   $(0.32...0.35)$  Coeficientul Poisson al materialului bucsi

Presiunea rezultata in urma strangerii este:

$$p_{str} := \frac{S_{mec} + S_t}{d_{ib} \left( \frac{\frac{d_e^2 + d_{ib}^2}{d_e^2 - d_{ib}^2} + \mu_{biela}}{E_{biela}} + \frac{\frac{d_{ib}^2 + d^2}{d_{ib}^2 - d^2} - \mu_{bucsa}}{E_{bucsa}} \right)} = 13.501 \text{ MPa}$$

Tensiunile aparute in urma strangerii pe fibrele exterioara si interioara sunt:

$$\sigma_{f_e} := p_{str} \cdot \frac{2 \cdot d_{ib}^2}{d_e^2 - d_{ib}^2} = 27.166 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{f_i} := p_{str} \cdot \frac{(d^2 - d_{ib}^2)}{d_e^2 - d_{ib}^2} = -2.87 \text{ MPa}$$

#### VIII.4.4. Verificarea piciorului bielei la oboseală

Se definesc caracteristicile materialului din care este confectionata biela:

$$\sigma_{\text{minus1}} := 0.4 \cdot \sigma_{\text{b\_rupere}} = 440 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{\text{biela}} := 0.9 \quad \text{pentru oteluri aliate intre (0.8...0.95)}$$

$$\psi_{\text{biela}} := 0.15 \quad (0.12...0.2) \quad +$$

$$\beta_{\text{max}} := 1 \quad \epsilon_{\text{max}} := 0.8$$

$$\sigma_{\text{maxim}} := \sigma_{\text{ie\_}\varphi\text{c\_}\beta_6} + \sigma_{\text{f}_e} = 184.814 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{minim}} := \sigma_{\text{ce\_}\varphi\text{c\_}\beta_6} + \sigma_{\text{f}_e} = -31.542 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{v}} := \frac{\sigma_{\text{maxim}} - \sigma_{\text{minim}}}{2} = 108.178 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{m}} := \frac{\sigma_{\text{maxim}} + \sigma_{\text{minim}}}{2} = 76.636 \text{ MPa}$$

$$c_{\sigma\_p\_biela} := \frac{\sigma_{\text{minus1}}}{\frac{\beta_{\sigma}}{\epsilon_{\sigma} \cdot \gamma_{\text{biela}}} \cdot \sigma_{\text{v}} + \psi_{\text{biela}} \cdot \sigma_{\text{m}}} = 2.72 \quad \text{Valori admisibile (2...5)}$$



## VIII.5. Verificarea corpului bielei

Calculul se efectuează în zona cu secțiune minimă de lângă racordarea cu piciorul și în zona mediană a corpului bielei, unde poate să apară solicitarea de flambaj.

Solicitările sunt de întindere și compresiune, de către forțele de inerție și de presiune a gazelor.

$$F_{i\text{corp}} := \frac{-m_{gp} \cdot \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \cdot (1 + \Lambda)}{10^3} = -9.32 \times 10^3 \text{ N}$$

$$F_{c\text{corp}} := \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P_{\max} - \frac{m_{gp} \cdot \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \cdot (1 + \Lambda)}{10^3} = 4.828 \times 10^4 \text{ N}$$

În secțiunea minimă solicitările sunt:

$$\sigma_{\min\_minima} := \frac{F_{i\text{corp}}}{2 \cdot L_1 \cdot B_i + B_1 \cdot L_{2p}} = -39.909 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\max\_minima} := \frac{F_{c\text{corp}}}{2 \cdot L_1 \cdot B_i + B_1 \cdot L_{2p}} = 206.730 \text{ MPa}$$

In secțiunea mediana in planul de miscare:

$$\text{Intindere : } F_{i\_mediana} := \left[ \frac{m_{tr} \cdot \left[ \frac{S}{2} \cdot \left( \frac{\pi \cdot n}{30} \right)^2 \right] \cdot (1 - \Lambda)}{10^3} \right] = -6.623 \times 10^3 \text{ N}$$

$$\text{Compresiune : } F_{c\_mediana} := \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p_{\max} + F_{i\_mediana} = 5.098 \times 10^4 \text{ N}$$

$$\sigma_{\min\_mediana} := \frac{F_{i\_mediana}}{(2 \cdot L_1 \cdot B_i + B_1 \cdot L_{2m})} = -27.06 \text{ MPa}$$

$$I_x := \frac{B \cdot H_m^3 - (B - B_1) \cdot L_{2m}^3}{12} = 2.841 \times 10^4$$

$$k_x := 1 + 0.000526 \cdot \frac{L^2 \cdot (2 \cdot L_1 \cdot B_i + B_1 \cdot L_{2m})}{I_x} = 1.094 \text{ coeficientul care tine seama de flambaj in planul de miscare}$$

$$\sigma_{\max\_mediana} := \frac{k_x \cdot F_{c\_mediana}}{(2 \cdot L_1 \cdot B_i + B_1 \cdot L_{2m})} = 227.82 \text{ MPa}$$

In planul de incastrare:

$$\sigma_{\min\_mediana\_inc} := \frac{F_{i\_mediana}}{(2 \cdot L_1 \cdot B_i + B_1 \cdot L_{2m})} = -27.06 \text{ MPa}$$

$$I_y := \frac{2 \cdot L_1 \cdot B^3 + L_{2m} \cdot B_1^3}{12} = 2.55 \times 10^4$$

$$k_y := 1 + 0.000526 \cdot \frac{L_y^2 \cdot (2 \cdot L_1 \cdot B_i + B_1 \cdot L_{2m})}{I_y} = 1.054 \quad \text{coeficientul care tine seama de flambaj in planul de incastrare}$$

$$\sigma_{\max\_mediana\_inc} := \frac{k_y \cdot F_{c\_mediana}}{(2 \cdot L_1 \cdot B_i + B_1 \cdot L_{2m})} = 219.5 \text{ MPa}$$

Coeficientul de siguranta la oboseala in zona minima:

$$\sigma_{v\_minima} := \frac{(\sigma_{\max\_minima} - \sigma_{\min\_minima})}{2} = 123 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m\_minima} := \frac{(\sigma_{\max\_minima} + \sigma_{\min\_minima})}{2} = 83.414 \text{ MPa}$$

$$c_{\sigma\_corp\_biela\_minima} := \frac{\sigma_{minus1}}{\frac{\beta_{\sigma}}{\epsilon_{\sigma} \cdot \gamma_{biela}} \cdot \sigma_{v\_minima} + \psi_{biela} \cdot \sigma_{m\_minima}} = 2.394$$

Coeficientul de siguranta la oboseala in zona mediana in planul de miscare:

$$\sigma_{v\_mediana} := \frac{(\sigma_{\max\_mediana} - \sigma_{\min\_mediana})}{2} = 127.441 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m\_mediana} := \frac{(\sigma_{\max\_mediana} + \sigma_{\min\_mediana})}{2} = 100.382 \text{ MPa}$$

$$c_{\sigma\_corp\_biela\_mediana} := \frac{\sigma_{minus1}}{\frac{\beta_{\sigma}}{\epsilon_{\sigma} \cdot \gamma_{biela}} \cdot \sigma_{v\_mediana} + \psi_{biela} \cdot \sigma_{m\_mediana}} = 2.291$$

Coeficientul de siguranta la oboseala in zona mediana in planul de incastrare:

$$\sigma_{v\_mediana\_inc} := \frac{(\sigma_{max\_mediana\_inc} - \sigma_{min\_mediana\_inc})}{2} = 123.287 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m\_mediana\_inc} := \frac{(\sigma_{max\_mediana\_inc} + \sigma_{min\_mediana\_inc})}{2} = 96.227 \text{ MPa}$$

$$c_{\sigma\_corp\_biela\_mediana\_inc} := \frac{\sigma_{minus1}}{\frac{\beta_{\sigma}}{\epsilon_{\sigma} \cdot \gamma_{biela}} \cdot \sigma_{v\_mediana\_inc} + \psi_{biela} \cdot \sigma_{m\_mediana\_inc}} = 2.37$$

## VIII.6. Verificarea capului bielei și a șuruburilor de bielă

Capul bielei se verifica doar la intindere:

$$m_A = 0.393 \text{ kg} \quad \text{masa bielei in rotatie}$$

$$m_b = 0.542 \text{ kg} \quad \text{masa bielei}$$

$$m_{capac} := 0.2 \cdot m_b = 0.108 \text{ kg} \quad (0.18 \dots 0.2) m_b$$

$$m_{tr} = 0.615 \text{ kg}$$

$$l_v := 68.7 \text{ mm}$$

$$F_{i\_cap} := \frac{m_{tr} \cdot (1 + \Lambda) + m_A - m_{capac}}{10^3} \cdot \frac{S}{2} \cdot \left( \frac{\pi \cdot n}{30} \right)^2 = 1.668 \times 10^4 \text{ N}$$

$$W_{capac} := \frac{l_m \cdot (d_{ce} - d_{ci})^2}{2} = 7.588 \times 10^3$$

$$I_{capac} := \frac{l_m \cdot (d_{ce} - d_{ci})^3}{12} = 3.035 \times 10^4$$

$$I_{cuzinet} := \frac{l_m \cdot h_{cuz}^3}{12} = 17.564$$

$$k_{M\_cap} := \frac{I_{capac}}{I_{capac} + I_{cuzinet}} = 0.999$$

$$S_{capac} := l_m \cdot (d_{ce} - d_{ci})$$

$$S_{cuz} := l_m \cdot h_{cuz} = 52.693$$

$$k_{N\_cap} := \frac{S_{capac}}{S_{capac} + S_{cuz}} = 0.923$$

$$N_{0\_cap} := \frac{F_{i\_cap} \cdot [792 - 3 \cdot (\varphi_c + 90)]}{1000} = 6.204 \times 10^3 \text{ N}$$

$$M_{0\_cap} := \frac{F_{i\_cap} \cdot l_v \cdot [0.83 \cdot (\varphi_c + 90) - 62]}{2000} = 3.105 \times 10^4$$

$$\sigma_{cap} := \frac{k_{M\_cap} \cdot M_{0\_cap}}{W_{capac}} + \frac{k_{N\_cap} \cdot N_{0\_cap}}{S_{capac}} = 13.146 \quad \text{MPa}$$

Vérificarea deformatiei capului:

Sageata maxima, in plan normal la axa bielei este:

$$f_{cap} := \frac{1.5 \cdot F_{i\_cap} \cdot l_v^3}{10^6 \cdot E_{bielea} \cdot (I_{capac} + I_{cuzinet})} \cdot (\varphi_c)^2 = 3.179 \times 10^{-3} \quad \text{mm}$$

$$\Delta_{cuzinet} := 0.0005 \cdot d_m = 0.026 \quad \text{mm} \quad \text{Jocul dintre cuzinet si maneton} \\ (0.0003 \dots 0.002) \cdot d_m$$

Calculul suruburilor de biela:

Suruburile de biela se calculează având în vedere că forțele care le soliciță apar la montaj și în funcționare. Se presupune că deformările provocate sunt în domeniul elastic și dependența forței de deformare este liniară.

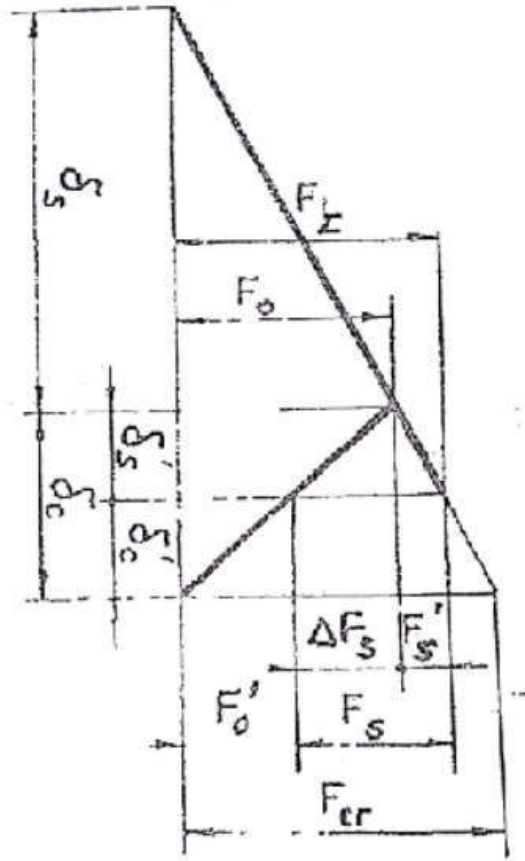


Diagrama forțe-deformații

Calculul suruburilor de biela se face la o turatie mai mare decat turatia nominala:

$$n_{\max} := 1.1 \cdot n = 6.27 \times 10^3 \text{ rpm}$$

$$\omega_{\max} := \frac{\pi \cdot n_{\max}}{30} = 656.593 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Forta maxima de intindere:

$$F_{ic\_srb} := [m_{tr} \cdot (1 + \Lambda) + m_A - m_{capac}] \cdot \frac{S}{2} \cdot \omega_{\max}^2 \cdot 10^{-3} = 2.018 \times 10^4 \text{ N}$$

Forta care revine unui surub este:

$$z_c := 2 \text{ suruburi} \quad \phi := 90 \text{ Unghiul de taiere al capacului}$$

$$F_s := \frac{F_{ic\_srb}}{z_c} \cdot \sin\left(\phi \cdot \frac{\pi}{180}\right) = 1.009 \times 10^4 \text{ N}$$

Forta de prestangere initiala:

$$F_0 := 2 \cdot F_s = 2.018 \times 10^4 \text{ N}$$

Forta suplimentara in exploatare:

$$F'_s := 0.16 \cdot F_s = 1.614 \times 10^3 \text{ N}$$

Forta maxima in exploatare:

$$F_{\Sigma} := F_0 + F'_s = 2.179 \times 10^4 \text{ N}$$



Predimensionarea surubului:

$$\sigma_{c\_srb} := 850 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad c := 2.5 \quad - \text{coeficient de siguranta la rupere (2.5...4)}$$

oc este limita de curgere a materialului surubului (800...850) MPa

Diametrul filetului:

$$d_s := \sqrt{\frac{4 \cdot c \cdot F_{\Sigma}}{1.15 \cdot \pi \cdot \sigma_{c\_srb}}} = 8.424 \quad \text{mm}$$

Tabelul 8.2. Şuruburi pentru biele [5, 6].

Tipul filetului	Filet normal		Filet fin	
	p	d0	p	d0
M6	1	4.917	0.75	5.188
			0.5	5.459
M7	1	5.917	0.75	6.188
			0.5	6.459
M8	1.25	6.647	1	6.917
			0.75	7.188
			0.5	7.459
M9	1.25	7.647	1	7.917
			0.75	8.188
			0.5	8.459
M10	1.5	8.376	1.25	8.647
			1	8.917
			0.75	9.188
			0.5	9.459
M11	1.5	9.376	1	9.917
			0.75	10.188
			0.5	10.459
M12	1.75	10.106	1.5	10.376
			1.25	10.647
			1	10.917
			0.75	11.188
			0.5	10.459

M14	2	11.835	1.5	12.376
			1.25	12.647
			1	12.917
			0.75	13.188
			0.5	13.459
M15	-	-	1.5	13.376
			1	13.917
M16	2	13.835	1.5	14.376
			1	14.917
			0.75	15.188
			0.5	15.459

Diametrul  $d_s$  se aproximează din tabel după predimensionare în funcție de tipul de filet dorit și cu valoarea aproximată se continuă calcul de verificare la rezistență al șurubului.

Se alege surubul M9x1.25mm care are  $d_s := 8.647$  mm  $d_{\text{varfuri}} := 10$  mm

Calculul sollicitarilor suruburilor:

$$\sigma_{\max} := \frac{F_{\Sigma}}{\pi \cdot \frac{d_s^2}{2}} = 185.547 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\min} := \frac{F_0}{\pi \cdot \frac{d_s^2}{2}} = 171.803 \text{ MPa}$$

Pe portiunea nefiletata a surubului rezulta:

$$d_0 := d_{\text{varfuri}} - 1 = 9 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\max\_nef} := \frac{F_{\Sigma}}{\pi \cdot \frac{d_0^2}{2}} = 171.278 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\min\_nef} := \frac{F_0}{\pi \cdot \frac{d_0^2}{2}} = 158.59 \text{ MPa}$$

Coeficientul de siguranta pe portiunea filetata:

$$\sigma_{v\_srb} := \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2} = 6.872 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m\_srb} := \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2} = 178.675 \text{ MPa}$$

$$c_{\sigma\_srb\_filet} := \frac{\sigma_{\text{minus1}}}{\frac{\beta_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma} \cdot \gamma_{\text{biela}}} \cdot \sigma_{v\_srb} + \sigma_{m\_srb}} = 2.338$$

Coeficientul de siguranta pe portiunea nefiletata:

$$\sigma_{v\_srb\_0} := \frac{\sigma_{\max\_nef} - \sigma_{\min\_nef}}{2} = 6.344 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m\_srb\_0} := \frac{\sigma_{\max\_nef} + \sigma_{\min\_nef}}{2} = 164.934 \text{ MPa}$$

$$c_{\sigma\_srb\_nefilet} := \frac{\sigma_{\text{minus1}}}{\frac{\beta_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma} \cdot \gamma_{\text{biela}}} \cdot \sigma_{v\_srb\_0} + \sigma_{m\_srb\_0}} = 2.532$$

Calculul distantei dintre suruburi:  $l_{\text{suruburi}} := d_{\text{ci}} + d_{\text{varfuri}} + 2 = 68.693 \text{ mm}$

## Capitolul IX. Arborele cotit

Arborele cotit este elementul component al mecanismului motor care transformă mișcarea de translație a pistonului în mișcare de rotație și are rolul de a transmite momentul și puterea motorului către utilizare, în cazul autovehiculelor rutiere schimbătorului de viteze. Momentul motor rezultat este obținut prin însumarea momentelor pe fiecare cilindru în cazul motoarelor policilindrice. De asemenea arborele cotit antrenează în partea frontală a acestuia o mare parte din elementele auxiliare ale autovehiculului.[5]

Arborele cotit este construit dintr-un ansamblu de coturi, acestea fiind egale cu numărul de cilindri la motoarele cu cilindri dispuși în linie și jumătate din numărul de cilindri la motoarele cu cilindri dispuși în V cu biele alăturate.[5]



Figura 9.1. Arbore cotit pentru un motor cu patru cilindri dispuși în linie.

Elementele componente ale cotului unui arbore cotit sunt: fusurile paliere; fusul maneton, pe care se montează biela; brațele, care fac legătura dintre fusul maneton și fusurile paliere; contragreutățile care se pot monta în prelungirea tuturor brațelor sau doar în prelungirea brațelor extreme și

intermediare. Pentru motoarele care utilizează soluția de arbore cotit cu plan central de simetrie și coturile două câte două în fază contragreutățile sunt utilizate pentru descărcarea lagărelor paliere și reducerea considerabilă a momentului intern al forțelor de inerție, date fie de masele cu mișcare de rotație, fie de masele cu mișcare de translație. Pentru celelalte cazuri contragreutățile pot îngloba mase și pentru echilibrarea forțelor de inerție sau a momentelor externe ale forțelor de inerție per ansamblul motorului. Pe partea frontală a arborelui cotit se montează flanșa de antrenare a instalațiilor anexe iar pe flanșa de capăt se montează volantul sau în cazul autovehiculelor echipate cu schimbător de viteze automat flanșa hidro-transformatorului. [5]

Arborele cotit este o componentă foarte solicitată a mecanismului motor, fiind încărcat de forțele de presiune a gazelor și inerție, iar elementele constituente ale arborelui cotit sunt solicitate la întindere, compresiune, încovoiere și răsucire. Solicitățile de încovoiere produc deformații care pot afecta coaxialitatea atât a fusurilor palier și maneton, cât și a cuzineților. De asemenea în cadrul liniei de arbore apar și solicitări produse de vibrațiile torsionale, care dacă se produc la rezonanță pot duce la ruperea fusului palier în dreptul nodului de vibrație, acesta putând fi ultimul fus palier sau penultimul.

### IX.1. Materiale pentru construcția arborilor cotiți.

Materialele pentru construcția arborilor cotiți depind de procedeele de fabricare și de dimensiunile acestora. Dacă procedeul ales pentru obținerea semifabricatului este forjarea atunci singurul material care poate fi utilizat este oțelul, iar dacă procedeul ales este turnarea atunci se poate folosi atât oțelul cât și fonta. Oțelurile care pot fi utilizate sunt oțeluri carbon de calitate sau oțeluri aliate cu Cr, Ni, Mo, V iar ca fonte se poate utiliza fonta cenușie cu grafit nodular, fonta maleabilă perlitică și fonta aliată cu Cr, Ni, Mo, Cu. Proprietățile materialului din care este construit arborele cotit pot fi îmbunătățite prin tratament termic, termochimic, sau prin creșterea durității superficiale a fusurilor, având ca deziderat final mărirea rezistenței la uzură și a limitei la oboseală. De obicei în