

Date inițiale:

$m = 23$

$U_{1m} = 230 \text{ [V]}$

$U_{2m} = 55 + 23 = 78 \text{ [V]}$

$S_{2m} = 80 + 1,5 \cdot 23 = 119,5 \text{ [VA]}$

$\sum t = 0,35 \text{ mm} - \text{grămea falei}$

Tale din tablă laminată la calcul2. Domeniul posibil al dimensiunilor conductelor:- rectanguloare:

$j = [2,5 \dots 3,5]$

$S_{1min} = \frac{I_{1m}}{j_{max}} = \frac{0,650}{3,5} = 0,185 \text{ mm}^2$

$j_{min} = 2,5$

$S_{1max} = \frac{I_{1m}}{j_{min}} = \frac{0,650}{2,5} = 0,26 \text{ mm}^2$

$j_{max} = 3,5$

$S_{2min} = \frac{I_{2m}}{j_{max}} = \frac{1,467}{3,5} = 0,419 \text{ mm}^2$

$S_{2max} = \frac{I_{2m}}{j_{min}} = \frac{1,467}{2,5} = 1,467 \text{ mm}^2$

- diametru: $d_{1min} = \sqrt{\frac{I_{1m} \cdot 4}{\pi \cdot j_{max}}} = \sqrt{\frac{0,650 \cdot 4}{\pi \cdot 3,5}} = 0,575 \text{ mm} = 0,486 \text{ mm}$

$d_{1max} = \sqrt{\frac{I_{1m} \cdot 4}{\pi \cdot j_{min}}} = \sqrt{\frac{0,650 \cdot 4}{\pi \cdot 2,5}} = 0,575 \text{ mm}$

$d_{2min} = \sqrt{\frac{I_{2m} \cdot 4}{\pi \cdot j_{max}}} = \sqrt{\frac{1,467 \cdot 4}{\pi \cdot 3,5}} = 0,730 \text{ mm}$

$d_{2max} = \sqrt{\frac{I_{2m} \cdot 4}{\pi \cdot j_{min}}} = \sqrt{\frac{1,467 \cdot 4}{\pi \cdot 2,5}} = 0,864 \text{ mm}$

3. Determinarea densității de curent de calcul:

$d_1 = 0,630 \text{ mm}$

$j_1 = \frac{I_{1m} \cdot 4}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{0,650 \cdot 4}{\pi \cdot 0,630^2} = 2,085 \text{ [A/mm}^2\text{]}$

$d_2 = 0,900 \text{ mm}$

$j_2 = \frac{I_{2m} \cdot 4}{\pi \cdot d_2^2} = \frac{1,467 \cdot 4}{\pi \cdot 0,900^2} = 2,305 \text{ [A/mm}^2\text{]}$

$J = \sqrt{j_1 \cdot j_2} = \sqrt{2,085 \cdot 2,305} = 2,192 \text{ [A/mm}^2\text{]}$

I Determinarea rectiunii conductorelor:

$\cos \gamma_{2m} = 1 \quad m = 0,86$

$\cos \gamma_{1m} = [0,86 \dots 0,92] = 0,89$

- secundar: $I_{2m} = \frac{S_{2m}}{U_{2m}} = \frac{119,5}{78} = 1,467 \text{ [A]}$

- primar: $I_{1m} = \frac{S_{2m} \cdot \cos \gamma_{2m}}{U_{1m} \cdot m \cdot \cos \gamma_{1m}} = \frac{119,5 \cdot 1}{230 \cdot 0,86 \cdot 0,89} = 0,650 \text{ [A]}$

II Dimensiunile sițorului magnetic:

1. Raportul pierderilor specifice în cupru și fier:

$$B'_C = 1,17 \text{ [T]}$$

$$P_{10} = [1,35, \dots, 3,6] \text{ W/kg} \quad \varphi = \frac{2,4 \cdot j^2}{P_{10} \cdot (B'_C)^2 \cdot \left(\frac{j}{50}\right)^2} = \frac{2,4 \cdot (2,192)^2}{2,8 \cdot (1,17)^2 \cdot (1)^2} = 3,0085$$

$$j = 50 \text{ Hz}$$

2. Secțiunea activă a caloanei sițorului magnetic:

$$C_f = 7$$

$$\left(\frac{S}{g} \right)_{xi} = [1,2 \dots 1,8] = 1,42$$

$$S'_{ac} = C_f \cdot \sqrt{\frac{S_{im} \cdot \varphi}{f \cdot B'_C \cdot j \cdot \varphi}} = \sqrt{\frac{149,5 \cdot 3,008}{50 \cdot 1,17 \cdot 2,192 \cdot 1,42}} = 11,0005 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$S_{im} = I_{1m} \cdot V_{1m} = 0,650 \cdot 230 = 149,5 \text{ [VA]}$$

3. Lățimea bc a caloanei:

a) calculul lățimii

$$k_f = 0,86$$

$$k_d = 1,5 \text{ (pt optimul economic)}$$

$$b'_C = \sqrt{\frac{S'_{ac}}{k_d \cdot k_f}} = \sqrt{\frac{11,0005}{1,5 \cdot 0,86}} = 2,96 \text{ [cm]}$$

Se delimită bc a caloanei timonel neamă de dimensiunea talelor normalizate:

$$b'_C = 2 \cdot h \Rightarrow h = \frac{b'_C}{2} = 1,48 \text{ [cm]} = 14,8 \text{ [mm]} \xrightarrow{\text{dim tale}} h = 16 \text{ [mm]}$$

$$bc = 2 \cdot h = 2 \cdot 16 = 32 \text{ [mm]} = 3,2 \text{ [cm]}$$

4. Grosimea packetului de tale:

$$d_f = d'_f = \frac{S'_{ac}}{k_f \cdot b'_C} = \frac{11,0005}{0,86 \cdot 3,2} = 3,997 \text{ [cm]}$$

5. Numărul de turnuri dim pocheț :

$$n_t = \frac{S_{ac}}{bc \cdot \delta t} = \frac{11,000S}{3,2 \cdot 0,035} = 98,21 \approx 98 = n_t$$

6. Delimitarea rectimagnetică S_{ac} :

$$S_{ac} = bc \cdot \delta t \cdot n_t = 3,2 \cdot 0,035 \cdot 99 = 11,088 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$A_{tc} = 11,2 \text{ mm}^2$$

$$S_{ac} = A_{tc} \cdot n_t = 11,2 \cdot 10^{-2} \cdot 99 = 11,088 \text{ [cm}^2\text{]}$$

7 Recalcularea inducției magnetice neutre dim calsonă - B_c :

$$B_c = B'_c \left(\frac{S_{ac}}{S_{oc}} \right)^2 = 1,17 \cdot \left(\frac{11,000S}{11,088} \right)^2 = 1,151 \text{ [T]}$$

III Dimensiunile Balanșului:

1. Tensiunea electromotoră ale întărirenilor: $\Delta U \% = 10 \% = 0,1$

$$\text{- primar: } E_1 = U_{1m} \cdot \left(1 - \frac{\Delta U \%}{200} \right) = 230 \cdot \left(1 - \frac{0,1}{200} \right) = 229,885 \text{ [V]}$$

$$\text{- secundar: } E_2 = U_{2m} \cdot \left(1 + \frac{\Delta U \%}{200} \right) = 78 \cdot \left(1 + \frac{0,1}{200} \right) = 78,035 \text{ [V]}$$

2. Numărul de spire ale întărirenilor:

$$\text{- primar: } N_1 = \frac{E_1}{4,44 \cdot f \cdot B_c \cdot S_{oc} \cdot 10^{-4}} = \frac{229,885}{4,44 \cdot 50 \cdot 1,151 \cdot 11,088 \cdot 10^{-4}} = 811,385$$

$$N_1 \approx 812$$

$$\text{- secundar: } N_2 = N_1 \cdot \frac{E_2}{E_1} = 812 \cdot \frac{78,035}{229,885} = 275,649 \approx 276$$

3. Numărul de opini într-un stâlp: $h_f = 3 \cdot h = 3 \cdot 16 = 48 \text{ mm}$

$$h_{bj} = [2 \dots 5] \text{ mm} = 4,29 \text{ [mm]}$$

$$d_{1j} = 0,730 \text{ mm}$$

$$d_{2j} = 1,017 \text{ mm}$$

$$N_{S_1} = \frac{h_f - 2 \cdot h_{bj}}{d_{1j}} = \frac{48 - 2 \cdot 4,29}{0,730} = 54$$

$$N_{S_2} = \frac{h_f - 2 \cdot h_{bj}}{d_{2j}} = \frac{48 - 2 \cdot 4,29}{1,017} = 38,76 \cong 39$$

4. Numărul otelărilor din întărirea

$$m_{S_1}^1 = \frac{N_1}{N_{S_1}} = \frac{812}{54} = 15,03 \cong 18 \text{ IS}$$

$$m_{S_2}^1 = \frac{N_2}{N_{S_1}} = \frac{276}{54} = 7,07 \cong 8 \text{ 7}$$

5. Dimensiunile radiale ale întărișurilor: $\delta_{D_1} = 0,08 \text{ mm}$

$$\delta_{D_2} = 0,18 \text{ mm}$$

$$m_{1i} = m_{D_1} - 1 = 15 - 1 = 14$$

$$m_{2i} = m_{D_2} - 1 = 7 - 1 = 6$$

$$a_1 = m_{D_1} \cdot d_{1j} + m_{1i} \cdot \delta_{D_1} = 15 \cdot 0,730 + 14 \cdot 0,08 = 12,07 \text{ [mm]}$$

$$a_2 = m_{D_2} \cdot d_{2j} + m_{2i} \cdot \delta_{D_2} = 7 \cdot 1,017 + 6 \cdot 0,18 = 8,199 \text{ [mm]}$$

6. Dimensiunile radiale a balonajului:

$$k_b = [1,2 \dots 1,3] = 1,2 \quad a_c = [1, \dots 2] = 1 \quad a_b = k_b \cdot (\delta_{CC} + a_1 + a_2 + a_{1e} + a_{2e} + a_e) + a_c$$

$$\delta_{CC} = 0,5 \text{ mm} \quad a_b = 1,2 \cdot (0,5 + 12,07 + 8,199 + 1,12 + 1,08 + 0,2) + 1$$

$$a_{1e} = m_{1i} \cdot \delta_{D_1} = 1,12 \text{ mm}$$

$$a_{2e} = m_{2i} \cdot \delta_{D_2} = 1,08 \text{ mm}$$

$$a_e = 0,2$$

7. Distanța dintre poarta laterală a jugului: $b_f = h = 16 \text{ mm}$

$$d_{bf} = b_f - a_b = 16 - 28,8028 = -12,8028$$

$$H = 32 [\text{mm}]$$

$$d_{bf} = b_f - a_b = 32 - 28,8028 = 3,1972 [\text{mm}]$$

IV Pierderile în întărirea:

1. Lungimea medie ale spinelor:

- coazul bolimelui dreptunghiular $b_c = \cancel{6,11}$

$$l_{s1} = 2 [b_c + d_f + 4(\delta_{cc} + a_c) + 2a_1]$$

$$l_{s1} = 2 [32 + 3,997 + 4(0,5 + 1) + 2 \cdot 12,07] = 204,22 [\text{mm}]$$

$$l_{s2} = 2 [b_c + d_f + 4(\delta_{cc} + a_c + a_{12} + a_{12}) + 2a_2]$$

$$l_{s2} = 2 [32 + 3,997 + 4(0,5 + 1 + 12,07 + 1,12 + 1,08 + 0,2) + 2 \cdot 8,199] = \cancel{225,3559} [\text{mm}]$$

2. Masa cuprului în întărirea:

$$M_{Cu1} = S_{Cu} N_{100} \cdot S_1 \cdot l_{s1} \quad S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,630}{4} = 0,494 \text{ mm}^2$$

$$M_{Cu1} = 8960 \cdot 812 \cdot 0,494 \cdot 10^{-6} \cdot 204,22 \cdot 10^{-3} = 0,733 \text{ kg}$$

$$M_{Cu2} = S_{Cu} N_2 S_2 \cdot l_{s2} \quad S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = 0,636 \text{ mm}^2$$

$$M_{Cu2} = 8960 \cdot 276 \cdot 0,636 \cdot 10^{-6} \cdot 309,996 \cdot 10^{-3} = 0,478 \text{ kg}$$

3. Pierderile prin efect Joule-Lenz în întărirea ($l_{a75^\circ\text{C}}$):

$$P_{Cu1} = 2,4 \cdot J_1^2 \quad M_{Cu1} = 2,4 \cdot (2,085)^2 \cdot 0,733 = 7,647 [\text{W}]$$

$$P_{Cu2} = 2,4 \cdot J_2^2 \quad M_{Cu2} = 2,4 \cdot (2,305)^2 \cdot 0,478 = 6,095 [\text{W}]$$

4. Pierderile totale în cuprul întărieturii;

$$P_{Cu} = P_{Cu1} + P_{Cu2} = 7,647 + 6,095 = 13,742 [\text{W}]$$

V Pierderile în interiorul magnetic: $m_{t_0} = 66,3$

$$1) M_{Fe} = m_t \cdot m_{t_0} = 99 \cdot 66,3 = 6,563 \text{ kg}$$

2) Pierderile specifice în fier:

$$P_{sFe} = P_{10} B^2 \cdot \left(\frac{t}{s_0} \right)^{\frac{1}{2}} = 2,8 \cdot (1,151) \cdot \left(\frac{s_0}{s_0} \right)^{\frac{1}{3}} = 3,705 \text{ W/kg}$$

3. Pierderile active totale în interiorul magnetic:

$$P_{Fe} = P_{sFe} \cdot M_{Fe} = 3,705 \cdot 6,563 = 24,342$$

VI Rendamentul transformatorului (la sarcină maximă)

$$\eta = \frac{s_2 \cdot \cos \varphi_2}{s_2 \cdot \cos \varphi_2 + P_{Fe} + P_{ce}} = \frac{119,5 \cdot 1}{119,5 \cdot 1 + 13,793 + 24,342} = 0,750 = 75\%$$