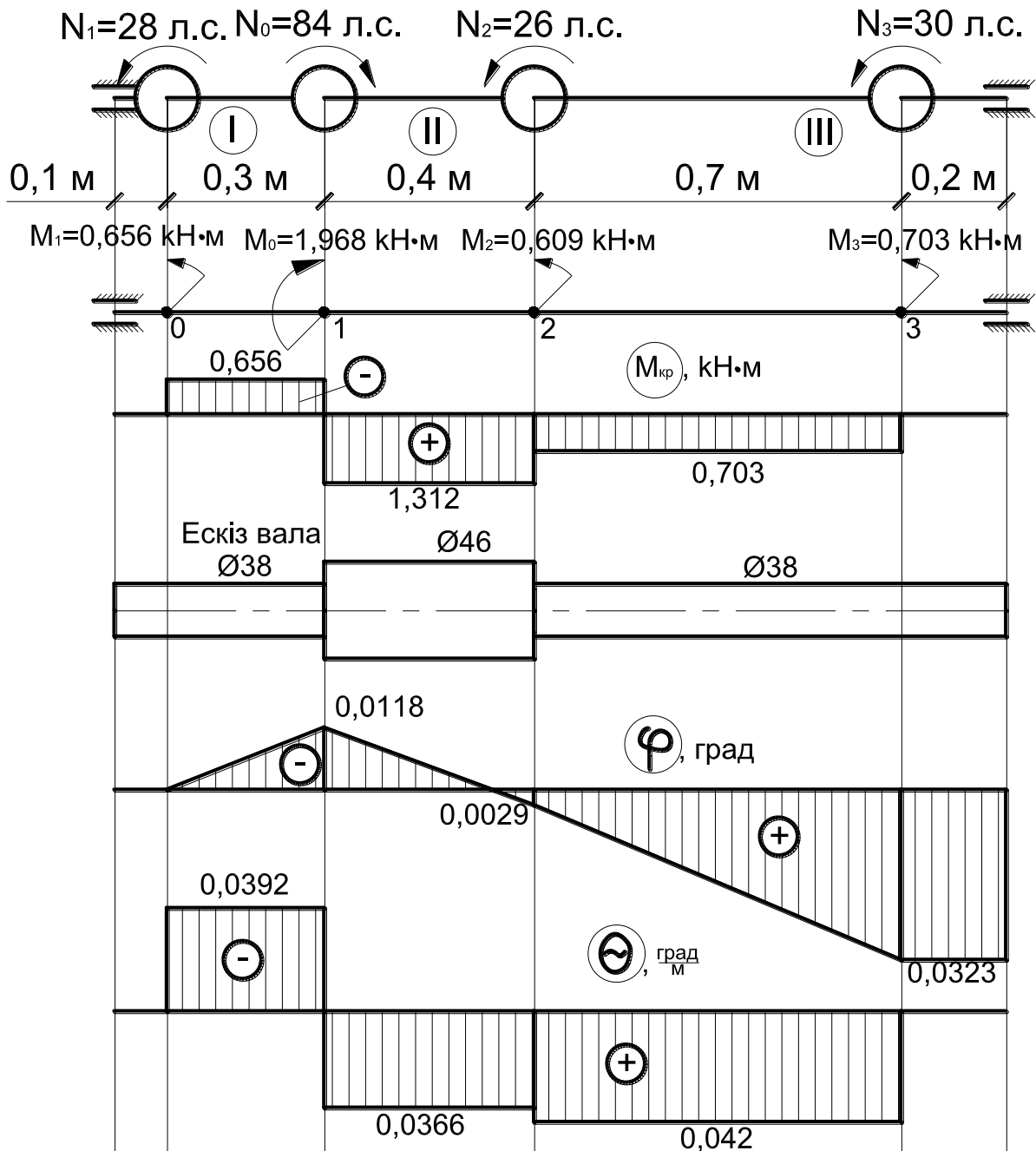


### Задача №4

Підібрати переріз ступінчатого вала з умови міцності. Побудувати епюри крутних моментів, кутів закручення, відносних кутів закручення. Перевірити жорсткість.

$$\tau_{adm} = 70 \text{ МПа}; \theta_{adm} = 1 \text{ град/м}; G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}; n = 300 \text{ об/хв}$$



1) Визначення крутних моментів:

$$M_0 = M_1 + M_2 + M_3 = 28 + 26 + 30 = 84 \text{ кВт.}$$

$$M = 7,03 \frac{N}{n};$$

$$M_1 = 7,03 \frac{28}{300} = 0,656 \text{ кН}\cdot\text{м}; \quad M_2 = 7,03 \frac{26}{300} = 0,609 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$M_3 = 7,03 \frac{30}{300} = 0,703 \text{ кН}\cdot\text{м}; \quad M_0 = 7,03 \frac{84}{300} = 1,968 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

2) Підбір перерізу вала:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16M_{кр}}{\pi\tau_{adm}}};$$

$$d_I = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 0,656 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 70 \cdot 10^6}} = 0,038 \text{ м} = 38 \text{ мм};$$

$$d_{II} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 1,312 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 70 \cdot 10^6}} = 0,046 \text{ м} = 46 \text{ мм};$$

$$d_{III} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 0,703 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 70 \cdot 10^6}} = 0,038 \text{ м} = 38 \text{ мм};$$

3) Епюра кутів закручення:

$$\varphi_i = \varphi_{i-1} + \frac{M_{\text{кри}} l_i}{GI_{pi}}; \quad \varphi_0 = 0;$$

$$I_{p1} = 0,1d_1^4 = 0,1 \cdot 0,038^4 = 2,09 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4;$$

$$I_{p2} = 0,1 \cdot 0,046^4 = 4,48 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4;$$

$$I_{p3} = 0,1 \cdot 0,038^4 = 2,09 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4;$$

$$\varphi_1 = 0 + \frac{-0,656 \cdot 10^3 \cdot 0,3}{8 \cdot 10^{10} \cdot 2,09 \cdot 10^{-7}} = -0,0118 \text{ рад};$$

$$\varphi_2 = -0,0118 + \frac{1,312 \cdot 10^3 \cdot 0,4}{8 \cdot 10^{10} \cdot 4,48 \cdot 10^{-7}} = 0,0029 \text{ рад};$$

$$\varphi_3 = 0,0029 + \frac{0,703 \cdot 10^3 \cdot 0,7}{8 \cdot 10^{10} \cdot 2,09 \cdot 10^{-7}} = 0,0323 \text{ рад};$$

4) Епюра відносних кутів закручення:

$$\theta_i = \frac{M_{\text{кри}}}{GI_{pi}};$$

$$\theta_I = \frac{-0,656 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^{10} \cdot 2,09 \cdot 10^{-7}} = -0,0392 \text{ рад/м};$$

$$\theta_{II} = \frac{1,312 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^{10} \cdot 4,48 \cdot 10^{-7}} = 0,0366 \text{ рад/м};$$

$$\theta_{III} = \frac{0,703 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^{10} \cdot 2,09 \cdot 10^{-7}} = 0,042 \text{ рад/м};$$

5) Перевірка жорсткості:

$$\theta_{\text{max}} = 0,042 \cdot \frac{180}{3,14} = 2,41 \text{ град/м} > \theta_{\text{adm}} = 1 \text{ град/м}$$

Умова жорсткості не виконується.