

| | |
|-------------------------------|----|
| $A = 100 \cdot 10^{-3}$ | м |
| $B = 110 \cdot 10^{-3}$ | м |
| $B = 40 \cdot 10^{-3}$ | м |
| $\Gamma = 30 \cdot 10^{-3}$ | м |
| $D = 30 \cdot 10^{-3}$ | м |
| $B_B = 1$ | Тл |
| $\delta = 0.25 \cdot 10^{-3}$ | м |
| $U = 27$ | В |

1. Полезный поток в воздушном зазоре

$$S_B = \Gamma \cdot D = 30 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 9 \times 10^{-4} \quad \text{м}^2$$

$$\Phi_B = B_B \cdot S_B = 9 \times 10^{-4} = 9 \times 10^{-4} \quad \text{Вб}$$

2. Поток в магнитопроводе с учетом рассеяния

$$\sigma = 1.1$$

$$\Phi = \sigma \cdot \Phi_B = 9.9 \times 10^{-4} \quad \text{Вб}$$

3. Индукция на участках I и II магнитопровода

$$S_I = \Gamma \cdot D = 30 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 9 \times 10^{-4} \quad \text{м}^2$$

$$S_{II} = B \cdot D = 40 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 1.2 \times 10^{-3} \quad \text{м}^2$$

$$B_I = \frac{\Phi}{S_I} = \frac{9.9 \times 10^{-4}}{9 \times 10^{-4}} = 1.1 \quad \text{Тл}$$

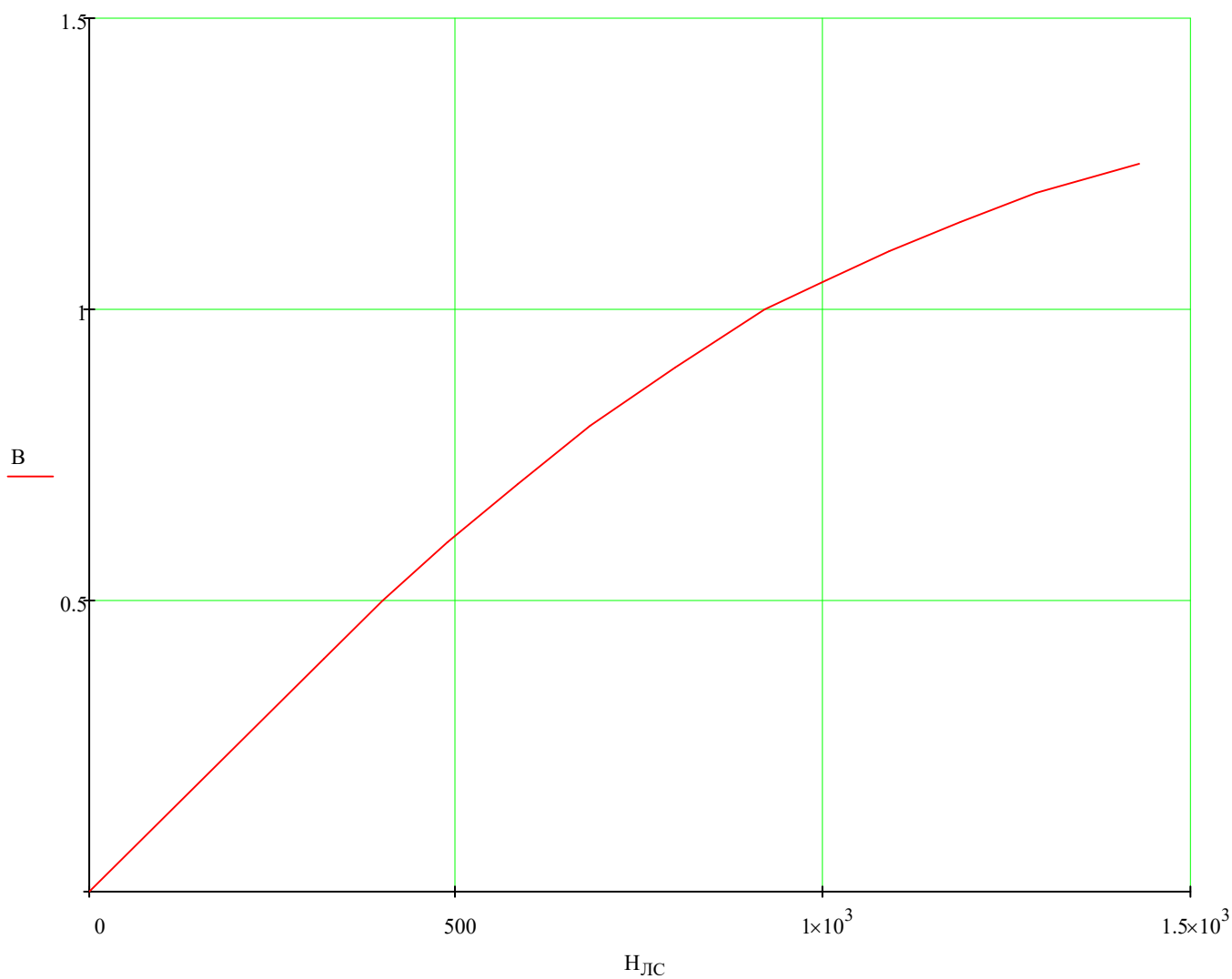
$$B_{II} = \frac{\Phi}{S_{II}} = \frac{9.9 \times 10^{-4}}{1.2 \times 10^{-3}} = 0.825 \quad \text{Тл}$$

4. Материал сердечника - литая сталь, материал ярма - сталь Э-41

Строим кривые намагничивания

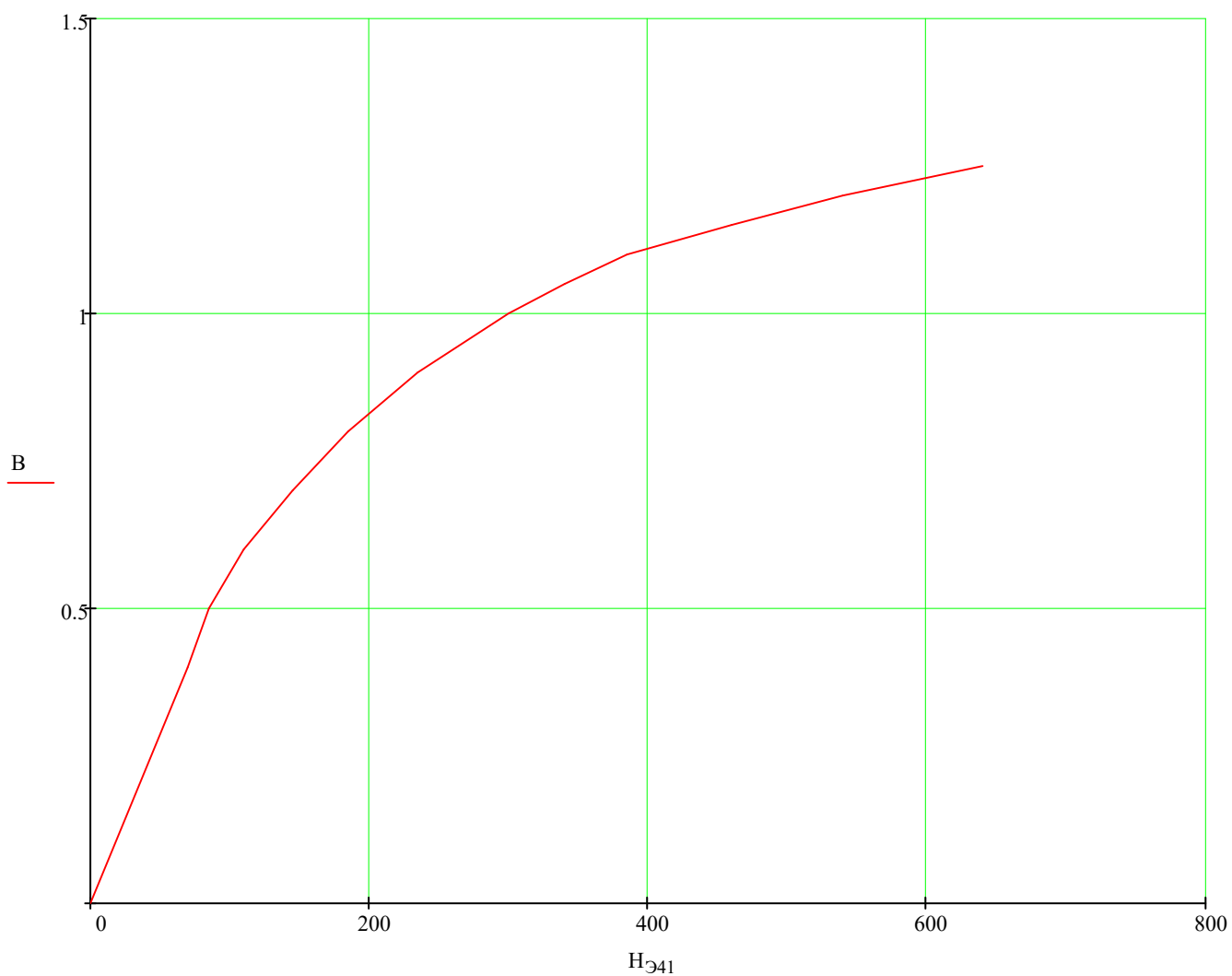
| | | | | | |
|-------|--|------------|--|-------------|---|
| $B =$ | $\begin{pmatrix} 0 \\ 0.4 \\ 0.5 \\ 0.6 \\ 0.7 \\ 0.8 \\ 0.9 \\ 1.00 \\ 1.05 \\ 1.1 \\ 1.15 \\ 1.20 \\ 1.25 \end{pmatrix}$ | $H_{ЛС} =$ | $\begin{pmatrix} 0 \\ 320 \\ 400 \\ 488 \\ 584 \\ 682 \\ 798 \\ 920 \\ 1004 \\ 1090 \\ 1187 \\ 1290 \\ 1430 \end{pmatrix}$ | $H_{Э41} =$ | $\begin{pmatrix} 0 \\ 70 \\ 85 \\ 110 \\ 145 \\ 185 \\ 235 \\ 300 \\ 340 \\ 385 \\ 460 \\ 540 \\ 640 \end{pmatrix}$ |
|-------|--|------------|--|-------------|---|

Кривая намагничивания сердечника



$B_1 = 1.1$ Тл
 $H_1 = 1090$ $\frac{A}{м}$

Кривая намагничивания ярма



$$B_{II} = 0.825 \quad \text{Тл}$$

$$H_{II} = 172.5 \quad \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

5. Определим напряженность в воздушном зазоре

$$\mu_0 = 1.26 \cdot 10^{-6} \quad \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$$

$$H_B = \frac{B_B}{\mu_0} = \frac{1}{1.26 \cdot 10^{-6}} = 7.937 \times 10^5 \quad \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

6. Определяем намагничивающие силы отдельных участков магнитопровода и воздушного зазора

$$I_I = \left(B - \frac{\Gamma}{2} \right) \cdot 2 + A - 2 \cdot \frac{\Gamma}{2} = \left(110 \cdot 10^{-3} - \frac{30 \cdot 10^{-3}}{2} \right) \cdot 2 + 100 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot \frac{30 \cdot 10^{-3}}{2} = 0.26 \quad \text{м}$$

$$I_{II} = A - 2 \cdot \frac{B}{2} = 100 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot \frac{40 \cdot 10^{-3}}{2} = 0.06 \quad \text{м}$$

$$F_I = H_I \cdot I_I = 1.09 \times 10^3 \cdot 0.26 = 283.4 \quad \text{А}$$

$$F_{II} = H_{II} \cdot I_{II} = 172.5 \cdot 0.06 = 10.35 \quad \text{А}$$

$$F_B = H_B \cdot \delta = 7.937 \times 10^5 \cdot 0.25 \cdot 10^{-3} = 198.413 \quad \text{А}$$

7. Полная намагничивающая сила равна сумме намагничивающих сил участков I и II и в воздушном зазоре

$$F = F_I + F_{II} + F_B = 283.4 + 10.35 + 198.413 = 492.163 \quad \text{А}$$

8. Средняя длина витка приближенно равна

$$l_{cp} = 1.15 \cdot 2 \cdot (\Gamma + Д) = 1.15 \cdot 2 \cdot (30 \cdot 10^{-3} + 30 \cdot 10^{-3}) = 0.138 \quad \text{м}$$

9. Сечение алюминиевого провода катушки можно определить по формуле

$$\rho_a = 0.028 \quad \text{Ом} \cdot \frac{\text{мм}^2}{\text{м}}$$
$$S = \frac{F \cdot \rho_a \cdot l_{cp}}{U} = \frac{492.163 \cdot 0.028 \cdot 0.138}{27} = 0.07 \quad \text{мм}^2$$

По данным таблицы подбираем стандартное сечение провода, диаметр провода и соответствующий этому диаметру провода с изоляцией

$$S_{ст} = 0.0706 \quad \text{мм}^2$$

$$d_{ст} = 0.3 \quad \text{мм}$$

$$d_{из} = 0.44 \quad \text{мм}$$

10. Ток, протекающий через катушку

$$j_{доп} = 3.5 \quad \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$$

$$I = j_{доп} \cdot S_{ст} = 3.5 \cdot 0.071 = 0.247 \quad \text{А}$$

11. Число витков катушки

$$\omega = \frac{F}{I} = \frac{492.163}{0.247} = 1.992 \times 10^3$$

$$\omega = 1992$$

12. Исходя из диаметра провода с изоляцией и с учетом размеров каркаса катушки и неплотности при намотке, определяем число витков в одном ряду катушки

$$\omega_p = 0.9 \cdot \frac{(B - \Gamma)}{d_{из} \cdot 10^{-3}} = 0.9 \cdot \frac{110 \cdot 10^{-3} - 30 \cdot 10^{-3}}{0.44 \cdot 10^{-3}} = 163.636$$

$$\omega_p = 164$$

13. Определяем число рядов катушки

$$n = \frac{\omega}{\omega_p} = \frac{1.992 \times 10^3}{164} = 12.146$$

$$n = 13$$

14. Площадь занимаемая обмоткой в окне сердечника

$$\alpha = 0.85$$

$$S_{обм} = 0.9 \cdot \alpha \cdot n \cdot d_{из} \cdot 10^{-3} \cdot (B - \Gamma) = 0.9 \cdot 0.85 \cdot 13 \cdot 0.44 \cdot 10^{-3} \cdot (110 \cdot 10^{-3} - 30 \cdot 10^{-3}) = 3.501 \times 10^{-4} \text{ м}^2$$

15. Площадь окна сердечника катушки равна

$$S_{ок} = (A - 2\Gamma) \cdot (B - \Gamma) = (100 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 30 \cdot 10^{-3}) \cdot (110 \cdot 10^{-3} - 30 \cdot 10^{-3}) = 3.2 \times 10^{-3} \text{ м}^2$$

16. Условие $S_{обм} < S_{ок}$ выполняется