

- $J_k = 40$ В
- $R_1 = 10$ Ом
- $R_2 = 2$ Ом
- $R_3 = 6$ Ом
- $R_4 = 4$ Ом
- $L = 0.1$ Гн

Решение

Токи и напряжения до коммутации

$$i_{20} = J_k \cdot \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 \cdot R_4 + R_2 \cdot R_4 + R_3 \cdot R_2} = 40 \cdot \frac{6 \cdot 4}{6 \cdot 4 + 2 \cdot 4 + 6 \cdot 2} = 21.818 \text{ А}$$

$$i_{30} = J_k \cdot \frac{R_2 \cdot R_4}{R_3 \cdot R_4 + R_2 \cdot R_4 + R_3 \cdot R_2} = 40 \cdot \frac{2 \cdot 4}{6 \cdot 4 + 2 \cdot 4 + 6 \cdot 2} = 7.273 \text{ А}$$

$$u_{L0} = 0 \text{ В}$$

$$i_{L0} = J_k - i_{30} = 40 - 7.273 = 32.727 \text{ А}$$

Токи и напряжения в момент коммутации

$$i_{20} = i_{L0} = 32.727 \text{ А}$$

$$i_{30} = J_k - i_{20} = 40 - 32.727 = 7.273 \text{ А}$$

$$u_{L0} = i_{30} \cdot R_3 - i_{20} \cdot R_2 = 7.273 \cdot 6 - 32.727 \cdot 2 = -21.818 \text{ В}$$

Токи и напряжения в установившемся режиме

$$i_{2y} = J_k \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 40 \cdot \frac{6}{2 + 6} = 30 \text{ А}$$

$$i_{3y} = J_k \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 40 \cdot \frac{2}{2 + 6} = 10 \text{ А}$$

$$u_{Ly} = 0 \text{ В}$$

Свободные составляющие токов и напряжений в момент коммутации

$$i_{2c} = i_{20} - i_{2y} = 32.727 - 30 = 2.727 \text{ А}$$

$$i_{3c} = i_{30} - i_{3y} = 7.273 - 10 = -2.727 \text{ А}$$

$$u_{Lc} = u_{L0} - u_{Ly} = -21.818 - 0 = -21.818 \quad \text{В}$$

Характеристическое уравнение цепи

$$Z(p) = p \cdot L + R_2 + R_3 = 0$$

$$p = -\frac{R_2 + R_3}{L} = -\frac{2 + 6}{0.1} = -80 \quad \text{с}^{-1}$$

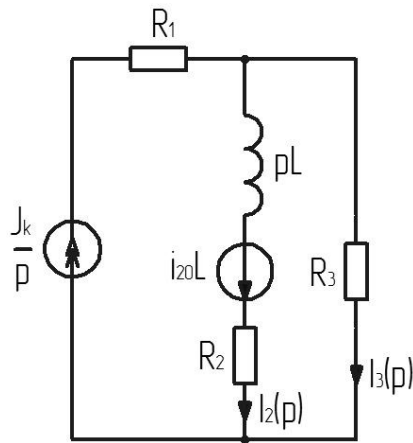
Выражения искомых токов и напряжений

$$i_2(t) = i_{2y} + i_{2c} \cdot e^{p \cdot t} = 2.727 \cdot e^{-80 \cdot t} + 30 \quad \text{В}$$

$$i_3(t) = i_{3y} + i_{3c} \cdot e^{p \cdot t} = -2.727 \cdot e^{-80 \cdot t} + 10 \quad \text{А}$$

$$u_L(t) = u_{Ly} + u_{Lc} \cdot e^{p \cdot t} = -21.818 \cdot e^{-80 \cdot t} \quad \text{В}$$

Повторим расчет операторным методом



$$I_2(p) = \frac{J_k}{p} \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_2 + p \cdot L} + \frac{i_{20} \cdot L}{p \cdot L + R_2 + R_3}$$

$$I_2(p) = \frac{J_k}{p} \cdot \frac{\frac{R_3}{L}}{p + \frac{R_3 + R_2}{L}} + \frac{i_{20}}{p + \frac{R_2 + R_3}{L}}$$

$$I_2(p) = \frac{J_k}{p} \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot \frac{\frac{R_2 + R_3}{L}}{p + \frac{R_3 + R_2}{L}} + \frac{i_{20}}{p + \frac{R_2 + R_3}{L}}$$

$$I_3(p) = \frac{J_k}{p} \cdot \frac{R_2 + p \cdot L}{R_3 + R_2 + p \cdot L} - \frac{i_{20} \cdot L}{p \cdot L + R_2 + R_3}$$

$$I_3(p) = \frac{J_k}{p} \cdot \frac{\frac{R_2}{L} + p}{p + \frac{R_3 + R_2}{L}} - \frac{i_{20}}{p + \frac{R_2 + R_3}{L}}$$

$$I_3(p) = \frac{J_k}{p} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \frac{\frac{R_2 + R_3}{L}}{p + \frac{R_3 + R_2}{L}} + \frac{J_k - i_{20}}{p + \frac{R_2 + R_3}{L}}$$

$$U_1(p) = I_2(p) \cdot p \cdot L - i_{20} \cdot L$$

$$U_1(p) = \left(\frac{J_k}{p} \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_2 + p \cdot L} + \frac{i_{20} \cdot L}{p \cdot L + R_2 + R_3} \right) \cdot p \cdot L - i_{20} \cdot L$$

$$U_1(p) = J_k \cdot \frac{R_3 \cdot L}{R_3 + R_2 + p \cdot L} + \frac{p \cdot L \cdot i_{20} \cdot L}{p \cdot L + R_2 + R_3} - i_{20} \cdot L$$

$$U_1(p) = J_k \cdot \frac{\frac{R_3}{R_3 + R_2} + p}{\frac{R_3 + R_2}{L} + p} + \frac{p \cdot i_{20} \cdot L}{p + \frac{R_2 + R_3}{L}} - i_{20} \cdot L$$

$$U_1(p) = J_k \cdot \frac{R_3}{\frac{R_3 + R_2}{L} + p} + \frac{p \cdot i_{20} \cdot L}{p + \frac{R_2 + R_3}{L}} - i_{20} \cdot L \cdot \frac{p + \frac{R_2 + R_3}{L}}{p + \frac{R_2 + R_3}{L}}$$

$$U_1(p) = \frac{J_k \cdot R_3 - i_{20} \cdot (R_2 + R_3)}{\frac{R_3 + R_2}{L} + p}$$

Проведем обратное преобразование

$$p = -\frac{R_3 + R_2}{L} = -\frac{6 + 2}{0.1} = -80 \quad c^{-1}$$

$$I_2(p) = \frac{J_k}{p} \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot \frac{\frac{R_2 + R_3}{L}}{p + \frac{R_3 + R_2}{L}} + \frac{i_{20}}{p + \frac{R_2 + R_3}{L}}$$

$$A_{11} = i_{20} - J_k \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 32.727 - 40 \cdot \frac{6}{2 + 6} = 2.727 \quad A$$

$$A_{12} = J_k \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 40 \cdot \frac{6}{2 + 6} = 30 \quad A$$

$$i_2(t) = A_{11} \cdot e^{p \cdot t} + A_{12} = 2.727 \cdot e^{-80 \cdot t} + 30 \quad B$$

$$I_3(p) = \frac{J_k}{p} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \frac{\frac{R_2 + R_3}{L}}{p + \frac{R_2 + R_3}{L}} + \frac{J_k - i_{20}}{p + \frac{R_2 + R_3}{L}}$$

$$A_{21} = J_k - i_{20} - J_k \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 40 - 32.727 - 40 \cdot \frac{2}{2 + 6} = -2.727 \quad A$$

$$A_{22} = J_k \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 40 \cdot \frac{2}{2 + 6} = 10 \quad A$$

$$i_3(t) = A_{21} \cdot e^{p \cdot t} + A_{22} = -2.727 \cdot e^{-80 \cdot t} + 10 \quad A$$

$$U_L(p) = \frac{J_k \cdot R_3 - i_{20} \cdot (R_2 + R_3)}{\frac{R_3 + R_2}{L} + p}$$

$$A_{31} = J_k \cdot R_3 - i_{20} \cdot (R_2 + R_3) = 40 \cdot 6 - 32.727 \cdot (2 + 6) = -21.818 \quad B$$

$$u_L(t) = A_{31} \cdot e^{p \cdot t} = -21.818 \cdot e^{-80 \cdot t} \quad B$$

Результаты совпали

Построим графики

$$\tau = \frac{1}{|p|} = 0.013 \quad c$$

