

## Задание 2 Трехфазные цепи синусоидального переменного тока

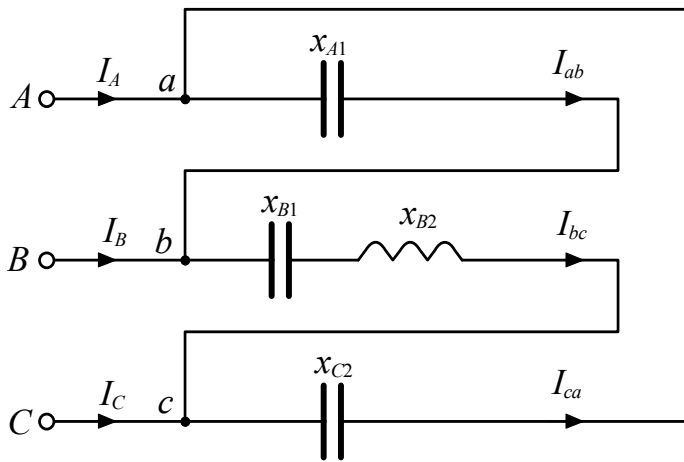


Рис. 1

$$U_{\text{Л}} = 220 \text{ В};$$

$$x_{A1} = 10 \text{ Ом};$$

$$x_{B1} = 6 \text{ Ом}; x_{B2} = 5 \text{ Ом};$$

$$x_{C2} = 2 \text{ Ом};$$

$$\overline{I_{\Phi}, U_{\Phi}, P_{\Phi}, S_{\Phi}, Q_{\Phi}} - ?$$

1 При соединении нагрузки по схеме "треугольник"

$$U_{\Phi} = U_{\text{Л}} = 220 \text{ В.}$$

2 Комплексные фазных напряжений нагрузки

$$\dot{U}_{ab} = U_{\Phi} \cdot e^{j30^{\circ}} = 220 \cdot e^{j30^{\circ}} = 190.5 + 110j \text{ В};$$

$$\dot{U}_{bc} = U_{\Phi} \cdot e^{-j90^{\circ}} = 220 \cdot e^{-j90^{\circ}} = -220j \text{ В};$$

$$\dot{U}_{ca} = U_{\Phi} \cdot e^{j150^{\circ}} = 220 \cdot e^{j150^{\circ}} = -190.5 + 110j \text{ В.}$$

3 Комплексные сопротивлений фаз нагрузки

$$\underline{Z}_{ab} = r_{ab} + jx_{ab} = -jx_{A1} = -j10 = 10 \cdot e^{-j90^{\circ}} \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_{bc} = r_{bc} + jx_{bc} = jx_{B2} - jx_{B1} = j(5 - 6) = -j = 1 \cdot e^{-j90^{\circ}} \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_{ca} = r_{ca} + jx_{ca} = -jx_{C2} = -j2 = 2 \cdot e^{-j90^{\circ}} \text{ Ом.}$$

4 Комплексные фазных токов нагрузки

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{ab}}{\underline{Z}_{ab}} = \frac{220 \cdot e^{j30^{\circ}}}{10 \cdot e^{-j90^{\circ}}} = 22 \cdot e^{j120^{\circ}} = -11 + 19.05j \text{ А};$$

$$\dot{I}_{bc} = \frac{\dot{U}_{bc}}{\underline{Z}_{bc}} = \frac{220 \cdot e^{-j90^{\circ}}}{1 \cdot e^{-j90^{\circ}}} = 220 \cdot e^{-j0^{\circ}} = 220 \text{ А};$$

$$\dot{I}_{ca} = \frac{\dot{U}_{ca}}{\underline{Z}_{ca}} = \frac{220 \cdot e^{j150^{\circ}}}{2 \cdot e^{-j90^{\circ}}} = 110 \cdot e^{-j120^{\circ}} = -55 - 95.26j \text{ А.}$$

## 5 Комплексы линейных токов

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca} = (-11 + 19.05j) - (-55 - 95.26j) = 44 + 114.31j = 122.5 \cdot e^{j 68.95^\circ} \text{ A};$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_{bc} - \dot{I}_{ab} = (220) - (-11 + 19.05j) = 231 - 19.05j = 231.8 \cdot e^{-j 4.72^\circ} \text{ A};$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{bc} = (-55 - 95.26j) - (220) = -275 - 95.26j = 291.0 \cdot e^{-j 160.89^\circ} \text{ A}.$$

## 6 Мощность трехфазной системы

Комплексы фазных напряжений генератора

$$U_{\phi\Gamma} = \frac{U_{\Pi}}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127 \text{ В};$$

$$\dot{U}_A = 127 \cdot e^{j 0^\circ} = 127 \text{ В};$$

$$\dot{U}_B = 127 \cdot e^{-j 120^\circ} = -63.5 - 110j \text{ В};$$

$$\dot{U}_C = 127 \cdot e^{j 120^\circ} = -63.5 + 110j \text{ В}.$$

Комплекс полной мощности источников

$$\begin{aligned} \tilde{S}_{\text{ист}} &= P_{\text{ист}} + jQ_{\text{ист}} = \dot{U}_A \cdot \dot{I}_A^* + \dot{U}_B \cdot \dot{I}_B^* + \dot{U}_C \cdot \dot{I}_C^* = \\ &= 0.127 \cdot 122.5 \cdot e^{-j 68.95^\circ} + 0.127 \cdot e^{-j 120^\circ} \cdot 231.8 \cdot e^{j 4.72^\circ} + 0.127 \cdot e^{j 120^\circ} \cdot 291 \cdot e^{j 160.89^\circ} = \\ &= (5.59 - 14.52j) + (-12.57 - 26.62j) + (6.98 - 36.29j) = -77.43j \text{ кВА}. \end{aligned}$$

Полная, активная и реактивная мощность источников

$$P_{ист} = 0 \text{ кВт};$$

$$Q_{ист} = -77.43 \text{ квар (характер нагрузки – емкостной)};$$

$$S_{ист} = \sqrt{P_{ист}^2 + Q_{ист}^2} = \sqrt{0^2 + (-77.43)^2} = 77.4 \text{ кВА}.$$

Полная, активная и реактивная мощность фаз нагрузки:

фаза **ab**

$$P_{ab} = I_{ab}^2 \cdot r_{ab} = 22^2 \cdot 0 = 0 \text{ ,}$$

$$Q_{ab} = I_{ab}^2 \cdot x_{ab} = 22^2 \cdot (-10) = -4.84 \times 10^3 \text{ вар} = -4.84 \text{ квар},$$

$$S_{ab} = \sqrt{P_{ab}^2 + Q_{ab}^2} = \sqrt{0^2 + (-4.84)^2} = 4.84 \text{ кВА};$$

фаза **bc**

$$P_{bc} = I_{bc}^2 \cdot r_{bc} = 220^2 \cdot 0 = 0 \text{ ,}$$

$$Q_{bc} = I_{bc}^2 \cdot x_{bc} = 220^2 \cdot (-1) = -4.84 \times 10^4 \text{ вар} = -48.4 \text{ квар},$$

$$S_{bc} = \sqrt{P_{bc}^2 + Q_{bc}^2} = \sqrt{0^2 + (-48.4)^2} = 48.4 \text{ кВА};$$

фаза **ca**

$$P_{ca} = I_{ca}^2 \cdot r_{ca} = 110^2 \cdot 0 = 0 \text{ ,}$$

$$Q_{ca} = I_{ca}^2 \cdot x_{ca} = 110^2 \cdot (-2) = -2.42 \times 10^4 \text{ вар} = -24.2 \text{ квар},$$

$$S_{ca} = \sqrt{P_{ca}^2 + Q_{ca}^2} = \sqrt{0^2 + (-24.2)^2} = 24.2 \text{ кВА}.$$

Полная, активная и реактивная мощность приемников

$$P_{np} = P_{ab} + P_{bc} + P_{ca} = 0 + 0 + 0 = 0 \text{ ;}$$

$$Q_{np} = Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{ca} = (-4.84) + (-48.4) + (-24.2) = -77.44 \text{ квар};$$

$$S_{np} = \sqrt{P_{np}^2 + Q_{np}^2} = \sqrt{0^2 + (-77.44)^2} = 77.44 \text{ кВА}.$$

# 7 Векторная диаграмма

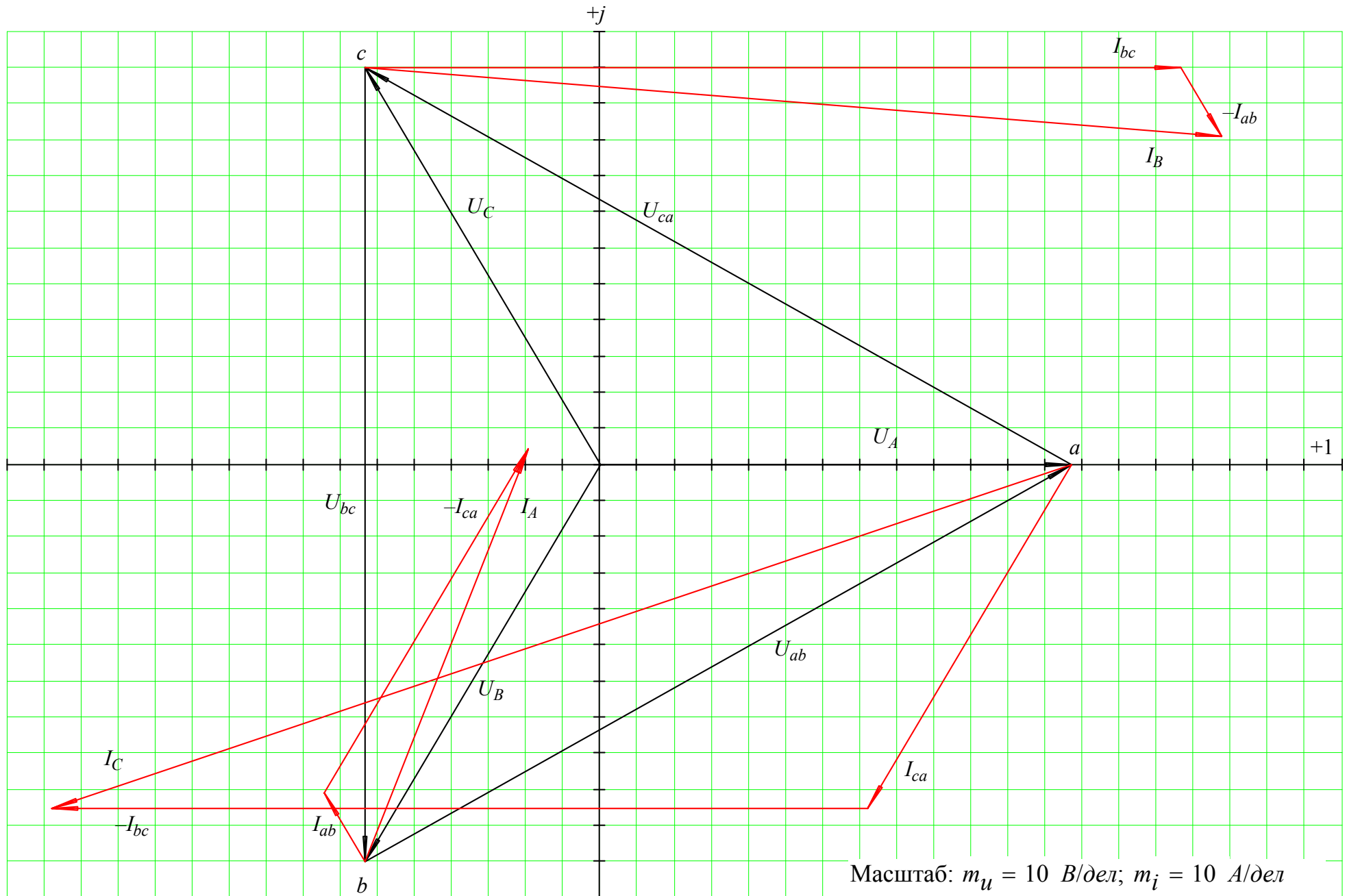


Рис. 2 Векторная диаграмма