

## Схема заміщення, рівняння напруг і намагнічуючих сил, векторні діаграми основної електричної машини АСМ в режимі генератора

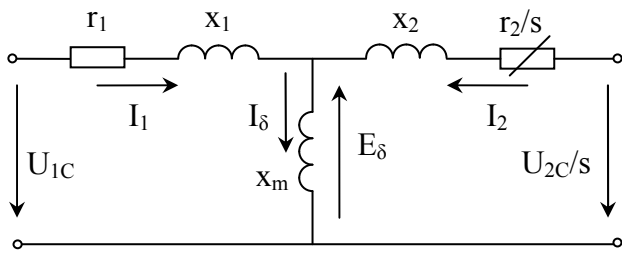


Рис.1 – Схема заміщення АМ

На рис.1 показана схема заміщення основної електричної машини (асинхронної машини, АМ) АСМ. На рис.:  $r_1, r_2, x_1, x_2$  – активні опори та опори розсіювання обмоток;  $x_m$  – реактивний опір намагнічуючого контуру;  $U_{1C}, I_1$  – напруга первинної мережі та струм статора;  $U_{2C}, I_2$  – напруга вторинної мережі та струм ротора;  $E_\delta$  – результуюча ЕРС повітряного проміжку;  $I_\delta$  – струм намагнічуючого контуру. Параметри ротора приведені до статора.

Рівняння напруг та намагнічуючих сил АМ при  $s=1$  та  $s \neq 1$ :

$$\begin{cases} \dot{U}_{1C} + \dot{E}_\delta - j\dot{I}_1 x_1 - \dot{I}_1 r_1 = 0 \\ \dot{U}_{2C} + \dot{E}_\delta - j\dot{I}_2 x_2 - \dot{I}_2 r_2 = 0 \\ \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = \dot{I}_\delta \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \dot{U}_{1C} + \dot{E}_\delta - j\dot{I}_1 x_1 - \dot{I}_1 r_1 = 0 \\ \frac{\dot{U}_{2C}}{s} + \dot{E}_\delta - j\dot{I}_2 x_2 - \dot{I}_2 \frac{r_2}{s} = 0 \\ \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = \dot{I}_\delta \end{cases} \quad (2)$$

Визначимо напругу  $U_{2C}$ , струм  $I_2$ ,  $\cos\phi_2$ , активну, реактивну та повну потужності ( $P_2, Q_2$  та  $S_2$ ) ротора АМ асинхронізованого генератора (АСГ). Відомі номінальні параметри первинної мережі:  $U_{1C} = U_{1CN} = \text{const}$ ;  $I_1 = I_{1N} = \text{const}$ ;  $\phi_1 = \phi_{1N} = \text{const}$ ;  $f_1 = f_{1N} = \text{const}$ . Відомі величини  $r_1, x_1, r_2, x_2, r_m$  та крива намагнічування машини.

Спочатку побудуємо векторну діаграму напруг та намагнічуючих сил при  $s=1$  (рис.2,а).

Відповідно (1) ЕРС повітряного проміжку  $\dot{E}_\delta = \dot{U}_1 + \dot{I}_1 r_1 + j\dot{I}_1 x_1$ , де  $\dot{U}_1 = -\dot{U}_{1C}$ . По кривій намагнічування знаходимо струм  $\dot{I}_\delta$ . Вектор  $\dot{I}_\delta$  випереджає вектор  $\dot{E}_\delta$  на кут  $\pi/2$ . Струм ротора  $\dot{I}_2 = \dot{I}_\delta - \dot{I}_1$ . При  $I_1 = \text{const}$   $I_\delta = \text{const}$  та  $I_2 = \text{const}$ . Напруга вторинної мережі

$$\dot{U}_{2C} = -(\dot{E}_\delta - j\dot{I}_2 x_2) + \dot{I}_2 r_2 = \dot{I}_2 r_2 - \dot{E}_{2P},$$

де результуюча ЕРС вторинного контуру ротора при  $s=1$   $\dot{E}_{2P} = \dot{E}_\delta - j\dot{I}_2 x_2$ .

Відповідно (2) при  $s \neq 1$ :  $\dot{U}_{2C} = -(\dot{E}_\delta - j\dot{I}_2 x_2) \cdot s + \dot{I}_2 r_2 = \dot{I}_2 r_2 - \dot{E}_{2P} \cdot s$ .

На рис.2,б показаний фрагмент векторної діаграми АМ в режимі генератора при  $s \neq 1$ . Кінець вектора напруги  $\dot{U}_{2C}$  переміщується по лінії напруги AF, яка проведена через кінець вектора  $\dot{I}_2 r_2$  (точка В) паралельно вектору  $\dot{E}_{2P}$  (рис.2,а).

В позначеннях величин напруг, струмів, потужностей, ковзань для окремо взятої точки на лінії AF доданий нижній індекс з назвою заданої точки. В точці В  $S_B = 0$ ,  $\dot{U}_{2B} = \dot{I}_2 r_2$ , активна та реактивна потужності перетворювача частоти (ПЧ):  $P_2 = I_2^2 r_2$ ;  $Q_{2B} = 0$ .

Величина ковзання  $s$  пропорційна довжині відрізка від вказаної точки до точки В, величина  $U_{2C}$  – довжині відрізка від вказаної точки до точки О. Мінімальна величина  $U_{2C}$  визначається по довжині перпендикуляра ОС, проведеного із точки О на лінію AF.

Опускаємо перпендикуляри із вказаної точки на лінії AF (наприклад, з точка А) на осі d та q. Точки перетинів перпендикулярів з осями d та q позначені однойменними буквами з верхніми індексами «`» та «`» відповідно. Величини активної і реактивної потужностей ротора пропорційні довжинам відрізків, проведених від крапки О до точок А` та А`` відповідно. Повна, активна, і реактивна потужності ПЧ:  $S_2 = mI_2 U_2$ ;  $P_2 = S_2 \cos \phi_2$ ;  $Q_2 = S_2 \sin \phi_2$ .

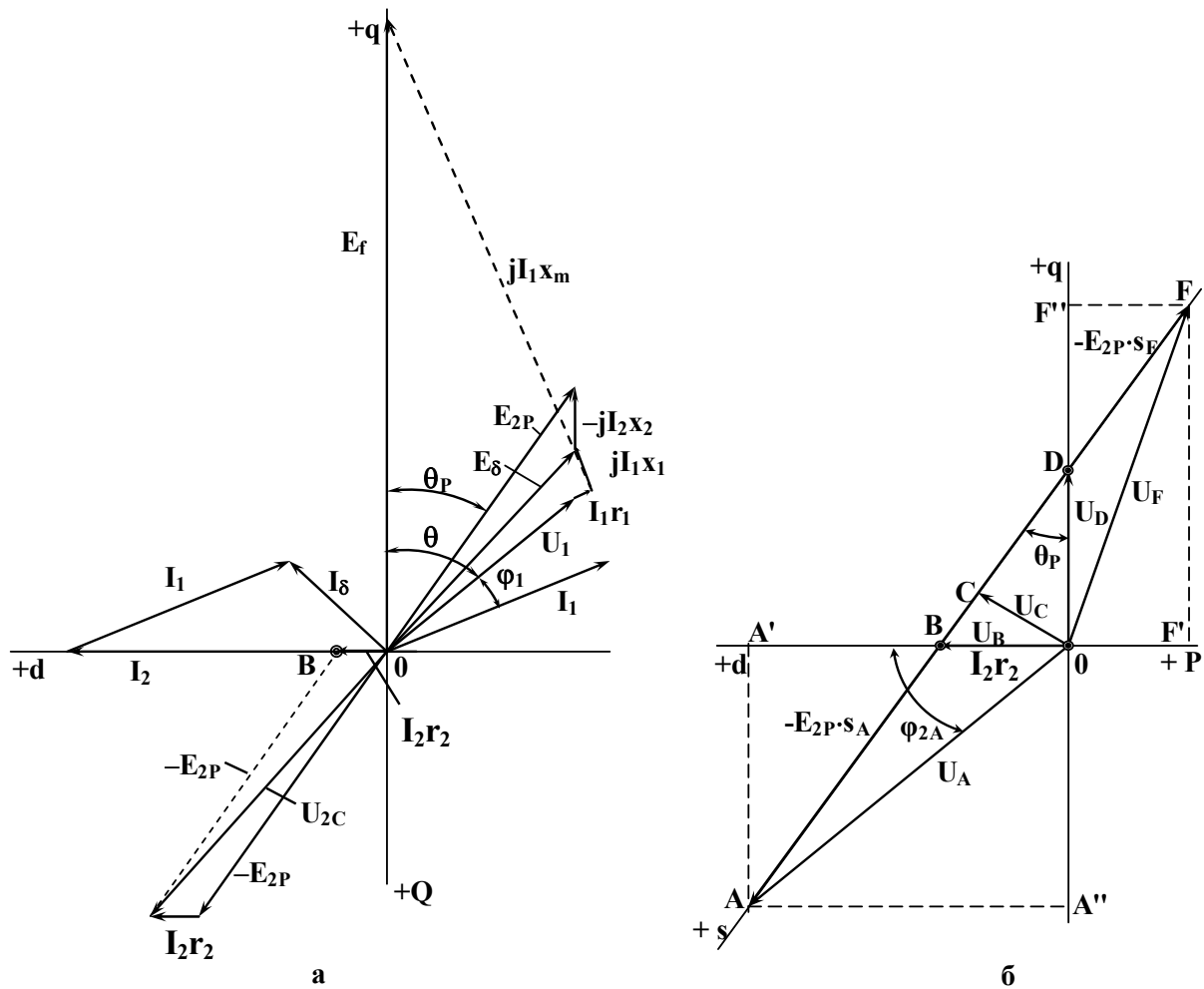


Рис.2 – Векторні діаграми напруг і струмів основної електричної машини АСГ при  $s = 1$  (а) та при  $1 > s > 0$  (б)

В режимі АСГ активна та реактивна потужності поступають в первинну мережу.

Ознаки передачі потужностей в первинну мережу: вектор активної складової струму  $\dot{I}_1$  направлений проти вектору  $\dot{U}_{1C}$  (згідно з напрямком вектору  $\dot{U}_1$ ); вектор реактивної складової струму  $\dot{I}_1$  випереджає вектор  $\dot{U}_{1C}$  на  $90^\circ$  (відстає на  $90^\circ$  від вектора  $\dot{U}_1$ ).