

## Лекция 14. Асинхронные двигатели

**Асинхронный двигатель (АД) трехфазного тока состоит из статора (неподвижная часть) и ротора (вращающаяся часть)**

**Статор** – полый цилиндр из *стальных пластин* (рис. 2.22, б), изолированных друг от друга, образуя неподвижную часть магнитопровода (рис. 2.22, а). Пластины стягиваются болтами. Магнитопровод статора закрепляется в стальном или алюминиевом корпусе двигателя.

**Ротор** набирают из стальных штампованных дисков (рис. 2.23, б).

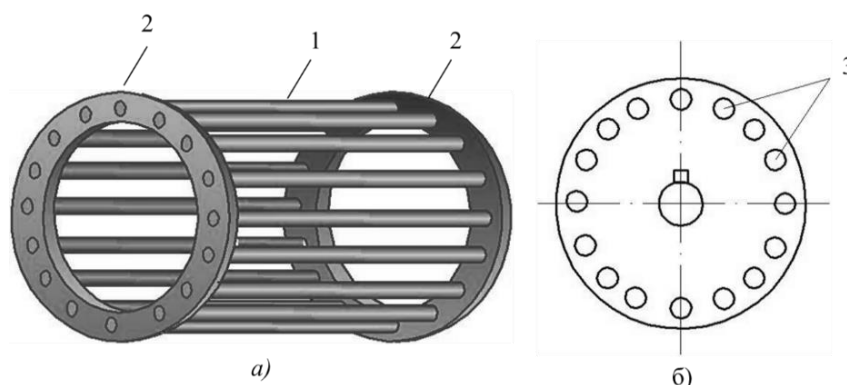


Рис. 2.22. Детали магнитопровода статора: а – магнитопровод в собранном виде; б – стальная пластина

По исполнению обмоток ротора асинхронные двигатели выполняются с *короткозамкнутым* и *фазным ротором*. **Короткозамкнутая обмотка** (рис. 2.23, а) образуется с помощью медных или латунных неизолированных стержней 1, помещаемых в пазы (3) дисков ротора (рис. 2.23, б). По торцам стержни 1 соединяются медными кольцами 2.

### **Обмотка фазного ротора** (рис. 2.24)

В пазы ротора, аналогично пазам статора, укладываются три фазные обмотки, смещенные в пространстве на  $120^\circ$ . Обмотки (1) ротора соединяются звездой. Их начала (рис. 2.24) соединяют с медными кольцами (2), вращающиеся вместе с валом (3).

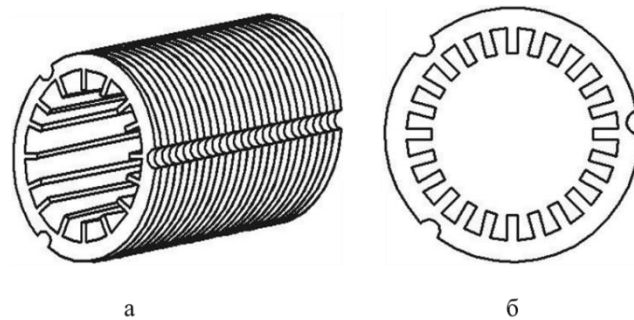


Рис. 2.23. Короткозамкнутая обмотка ротора («беличье колесо») (а): 1 – стержни в пазах 3 дисков ротора (б); 2 – короткозамыкающие кольца

В пазы ротора, аналогично пазам статора, укладываются три фазные обмотки, смещенные в пространстве на  $120^\circ$ . Обмотки (1) ротора соединяются звездой. Их начала (рис. 2.24) соединяют с медными кольцами (2), вращающиеся вместе с валом (3). По кольцам скользят неподвижные меднографитовые щетки (4), замкнутые через реостат  $R_d$ , служащий для уменьшения пусковых токов и регулирования скорости вращения ротора.

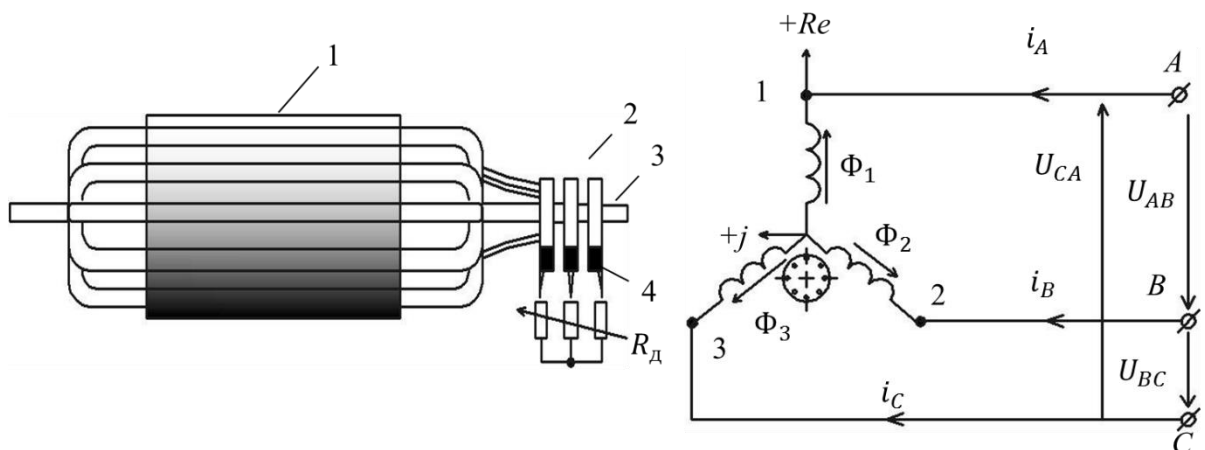


Рис. 2.24. Обмотка фазного ротора АД: 1 – обмотка ротора; 2 – медные кольца; 3 – вал ротора; 4 – меднографитовые щетки.

Рис. 2.25. Принципиальная схема работы асинхронного двигателя

### Принцип действия асинхронного электродвигателя

Если к трехфазной обмотке статора (рис. 49) подвести напряжение, то в его обмотках возникают синусоидальные магнитные потоки  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$ ,  $\Phi_3$ , смещенные на  $120^\circ$  друг относительно друга. **Результирующий магнитный поток статора  $\Phi_{рез}$**  становится вращающимся в пространстве. **Докажем это:**

1. **Мгновенные значения магнитных потоков фаз статора** во времени:

$$\Phi_1 = \Phi_m \sin \omega t ;$$

$$\Phi_2 = \Phi_m \sin(\omega t - 120^\circ);$$

$$\Phi_3 = \Phi_m \sin(\omega t + 120^\circ).$$

2. Векторы **магнитных потоков** статора в пространстве (при условии, что магнитный поток фазы  $A$  совпадает с положительной вещественной осью  $+Re$ ):

$$\underline{\Phi}_1 = \Phi_m \sin \omega t e^{j0} = \Phi_m \sin \omega t;$$

$$\underline{\Phi}_2 = \Phi_m \sin(\omega t - 120^\circ) e^{-j120} = \Phi_m \sin(\omega t - 120^\circ) (-1/2 - j\sqrt{3}/2);$$

$$\underline{\Phi}_3 = \Phi_m \sin(\omega t + 120^\circ) e^{j120} = \Phi_m \sin(\omega t + 120^\circ) (-1/2 + j\sqrt{3}/2).$$

3. **Результирующий магнитный поток статора:**

$$\underline{\Phi}_{\text{рез}} = \underline{\Phi}_1 + \underline{\Phi}_2 + \underline{\Phi}_3 = \frac{3}{2} \Phi_m (\cos(\omega t) - j \sin(\omega t)) j = \frac{3}{2} \Phi_m \exp \left[ j \left( \frac{\pi}{2} - \omega t \right) \right].$$

Анализируя эту зависимость, в диапазоне  $\omega t$  от 0 до  $2\pi$ , находим, **что результирующий магнитный поток статора во времени и пространстве вращается по часовой стрелке** (рис. 2.26):

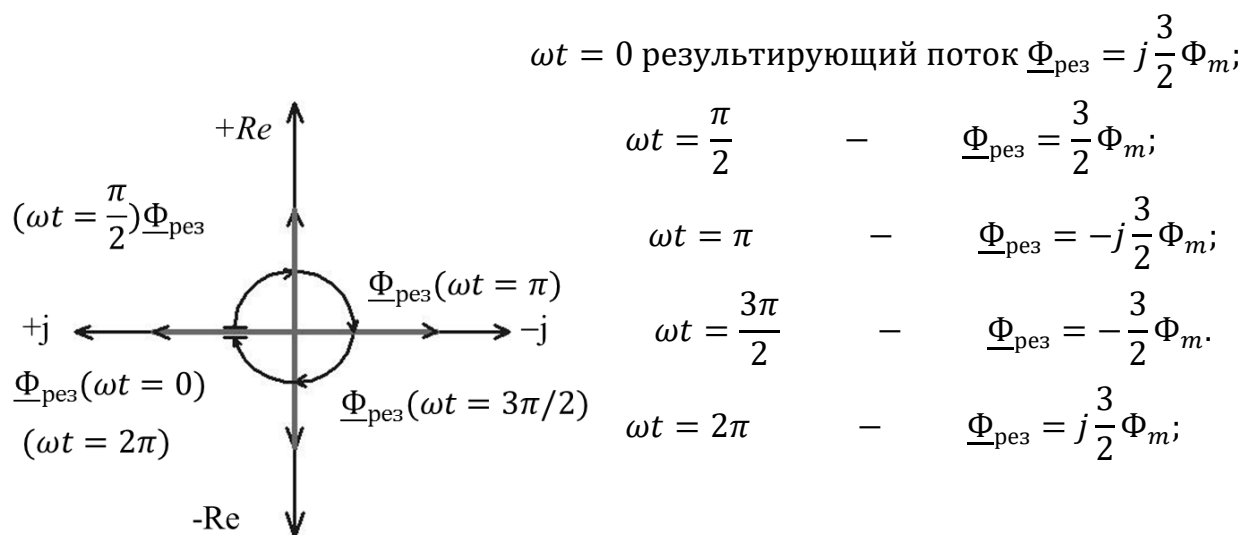


Рис. 2.26. Вращение результирующего магнитного потока во времени на комплексной плоскости

Частота (**скорость**) вращения **магнитного потока статора**  $n_1$  (об/мин) :

$$n_1 = \frac{60f_1}{p},$$

где  $f_1$  – частота напряжения сети, Гц;  $p$  – число пар полюсов обмотки статора.

Если  $f_1 = 50$  Гц: то при  $p = 1, n_1 = 3000$  об/мин; при  $p = 2, n_1 = 1500$  об/мин.

**Принцип действия АД:** Результирующий вращающийся магнитный поток статора, пересекая обмотки статора и ротора, наводит в них ЭДС, в результате чего протекают токи  $I_1$  и  $I_2$ , создающие магнитодвижущие силы (статора и ротора), с результирующим магнитным потоком, под действием которого ротор вращается со

скоростью  $n_2 \leq n_1$  в ту же сторону, что и магнитный поток статора. **Для изменения направления вращения ротора достаточно переставить местами два линейных провода на обмотке статора.**

**Упрощенная схема замещения АД.** Статорная и роторная цепи заменены упрощенной схемой замещения (рис. 2.27), как для трансформатора. Параметры обмотки ротора  $R_2$  и  $x_2$  приводятся к обмотке статора при условии  $E_1 = E'_2$ , где  $E'_2, R'_2, x'_2$  – приведенные параметры ротора.

Активное сопротивление на валу АД –  $R_H = R'_2 \frac{(1-s)}{s}$  (рис. 2.27) .

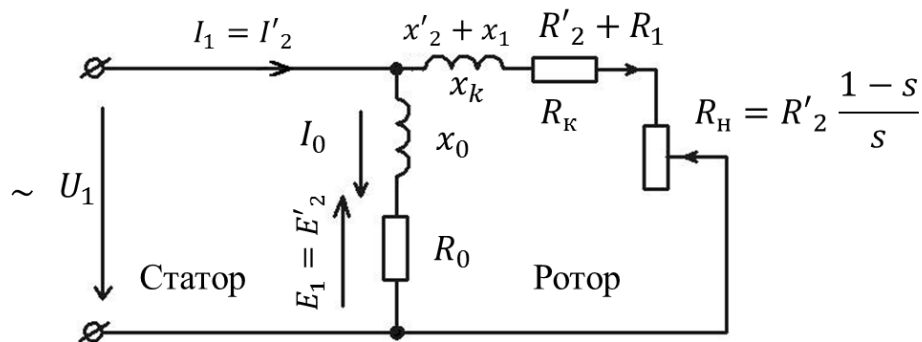


Рис. 2.27. Упрощенная схема замещения для одной фазы АД

Условные обозначения к рис. 2.27:

$I_0$  – токи на создание магнитного потока  $\Phi_i$  и потери в  $i$  - х фазах статора ( $i=3$ );

$R_0, x_0; R_1, x_1,$  – активные и индуктивные сопротивления в намагничивающем контуре и в  $i$  - х фазах статора;

$R'_2, x'_2$  – приведенные активные и индуктивные сопротивления в  $i$  - х фазах ротора;

$E_1, E'_2$  – ЭДС, индуцируемые в  $i$  - х фазах статора, приведенные ЭДС,

индуцируемые в  $i$  - х фазах ротора.

1. При  $s = 1, R_H = 0$  (закоротили  $R_H$ ). Двигатель сгорит.

2. При  $s = 0$  – холостой ход.  $R_H = \infty$  – обрыв.