

Лекция 15

II.

Магнитные цепи и электромагнитные устройства

Электрические машины (продолжение)

Содержание



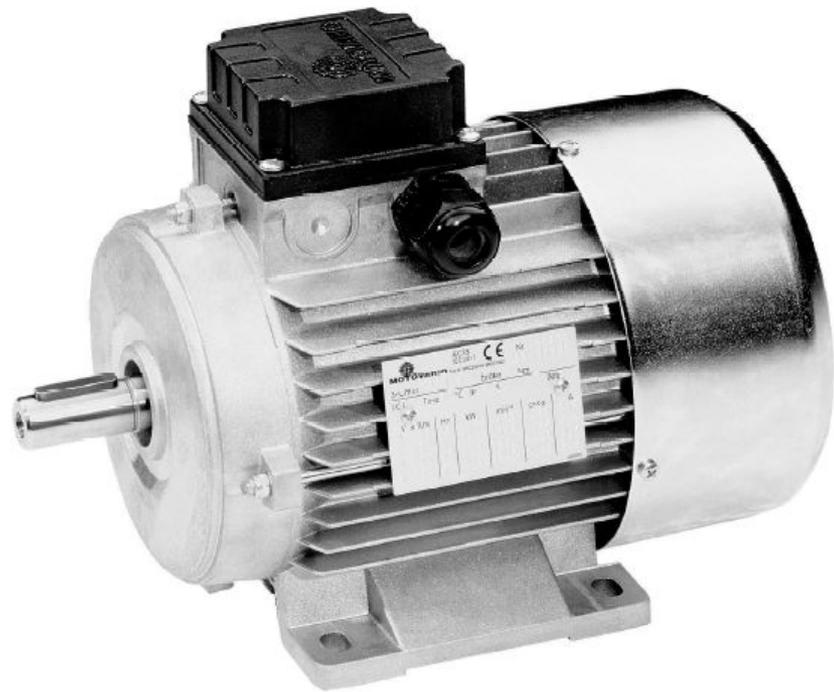
Асинхронный двигатель

1. Конструкция асинхронного двигателя
2. Принцип действия асинхронного двигателя

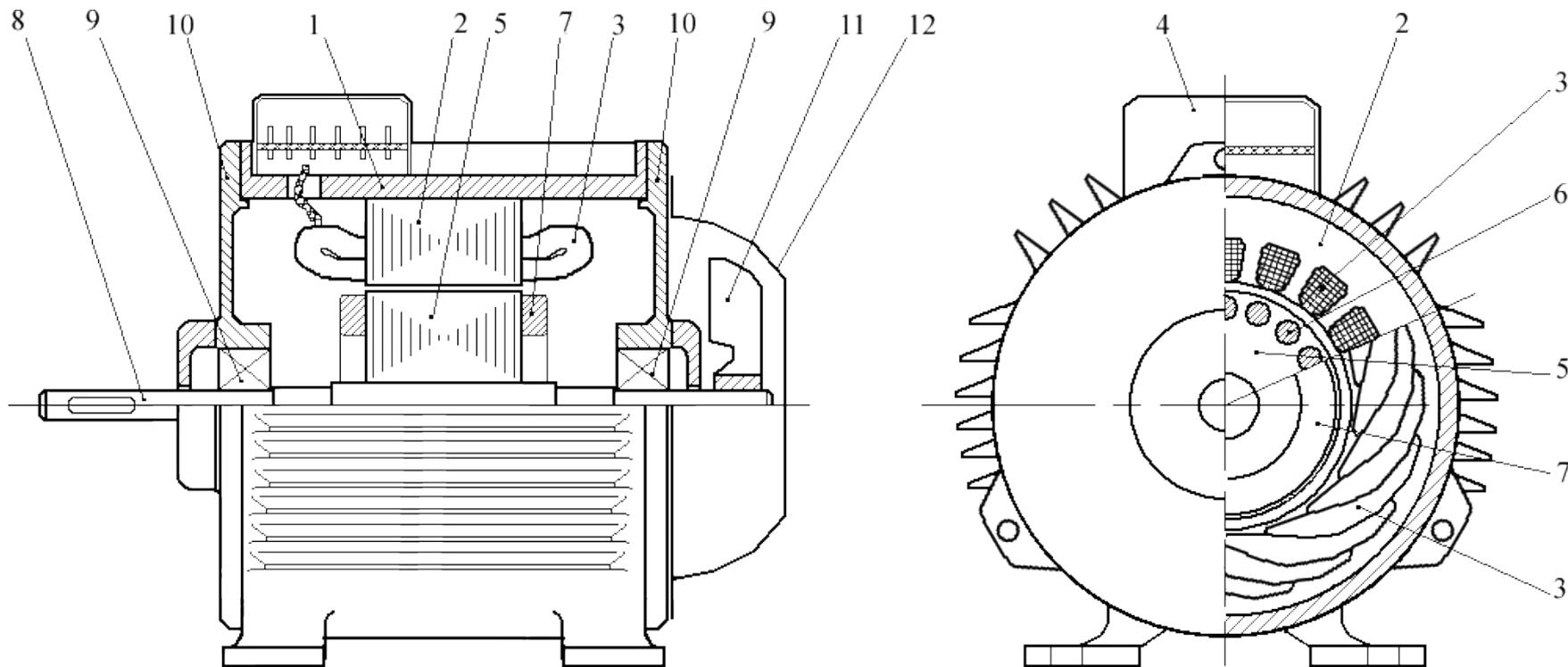
Асинхронный двигатель

Асинхронный двигатель потребляет электрическую энергию от трехфазного источника и преобразует ее в механическую энергию, вращая приводной механизм.

Асинхронный двигатель
АИР56А4У3

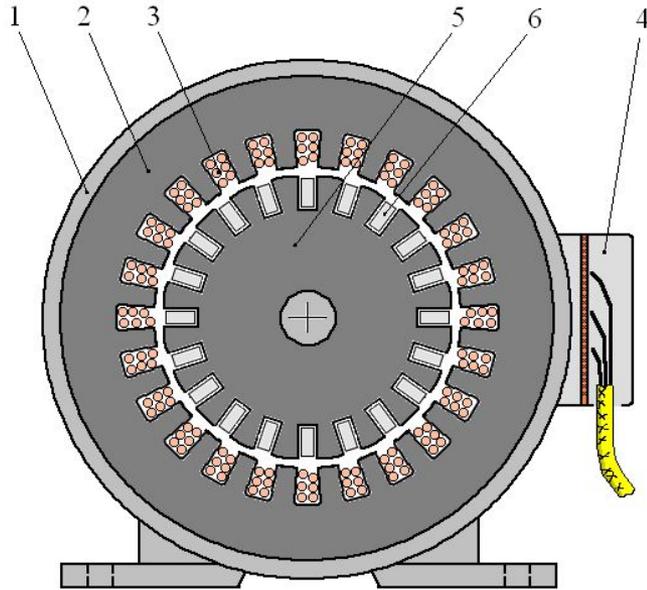


1. Конструкция асинхронного двигателя



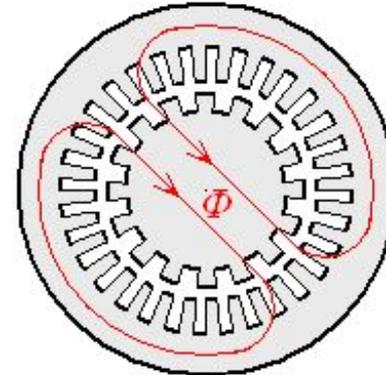
1-станина; 2-сердечник статора; 3-обмотка статора; 4-клеммная коробка;
5-сердечник ротора; 6-стержни обмотки ротора; 7-короткозамыкающие
кольца; 8-вал; 9-подшипник; 10-подшипниковый щит; 11-вентилятор;
12-крышка вентилятора.

1. Конструкция асинхронного двигателя (продолжение)

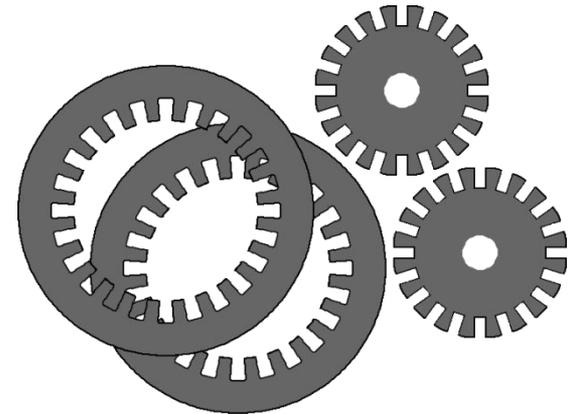


- 1 – станина;
- 2 – сердечник статора;
- 3 – трехфазная обмотка статора;
- 4 – клеммная коробка;
- 5 – сердечник ротора;
- 6 – обмотка ротора

Магнитная цепь асинхронного двигателя

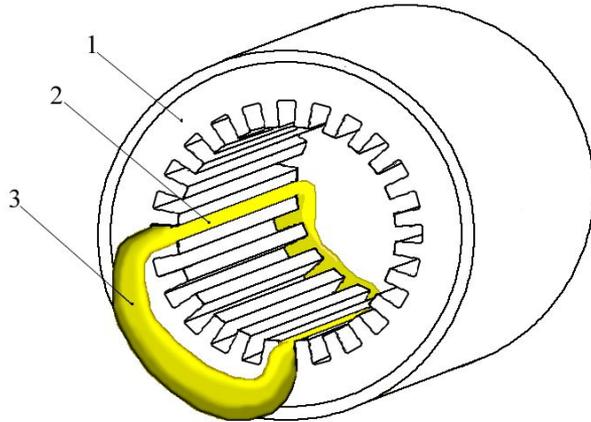


Листы магнитопровода статора и ротора асинхронного двигателя



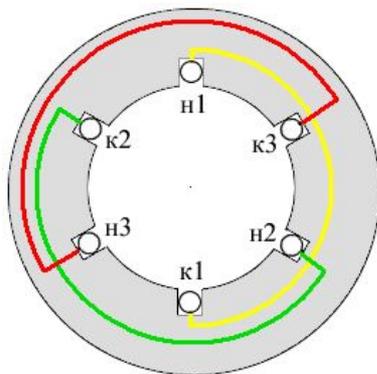
1. Конструкция асинхронного двигателя (продолжение)

Трехфазная обмотка статора асинхронного двигателя

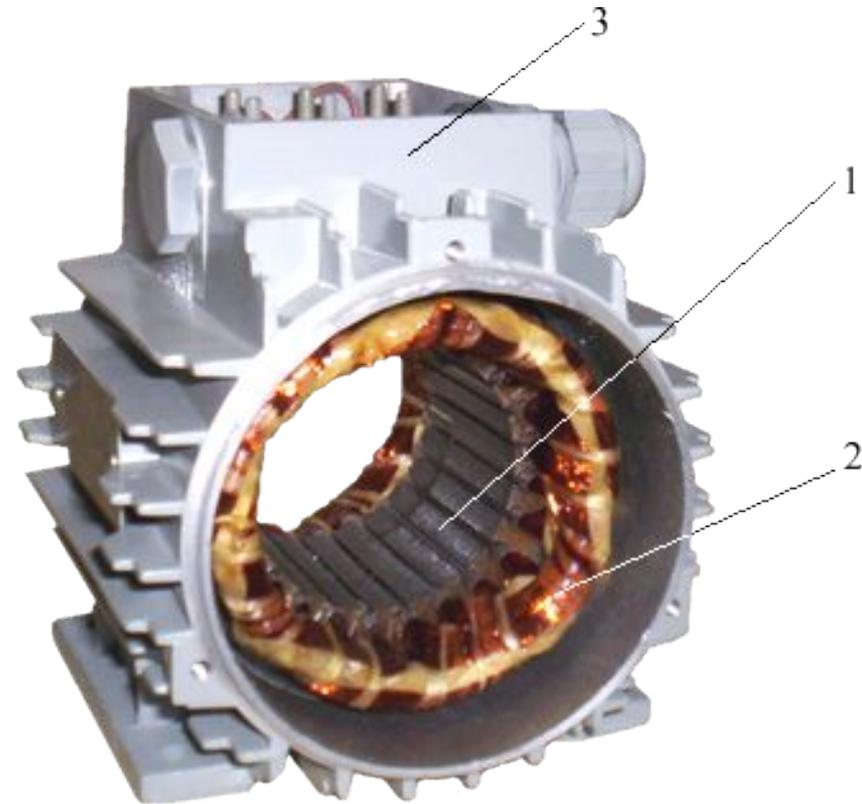


Катушка обмотки статора.

1 – сердечник статора, 2 – пазовая часть катушки,
3 – лобовая часть катушки



Расположение фаз трехфазной обмотки статора в пазах



Статор асинхронного двигателя АОЛ-012/4.

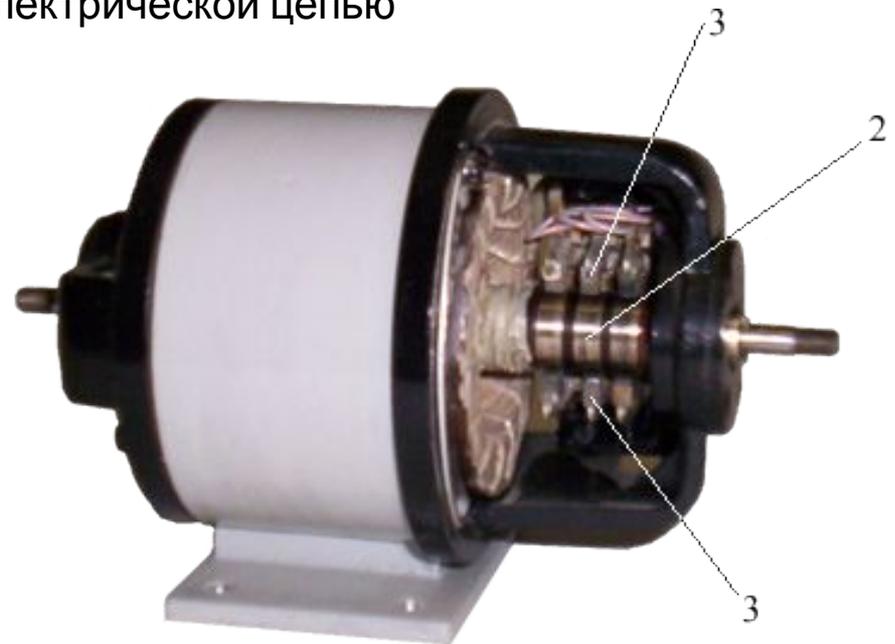
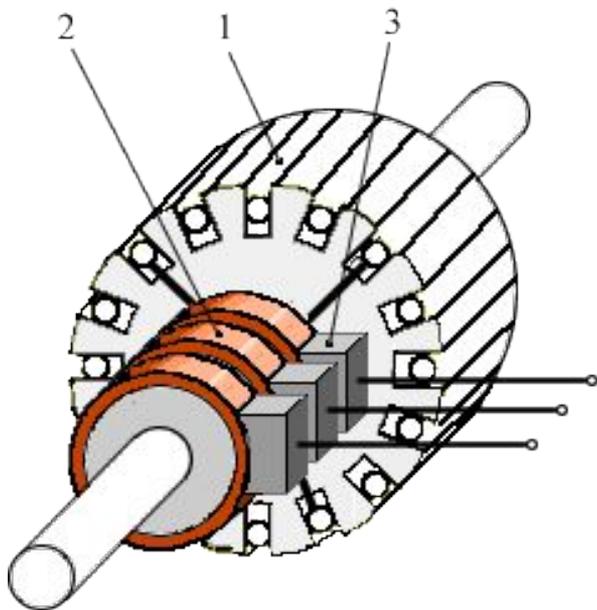
1 – сердечник статора с пазами;
2 – обмотка статора;
3 – клеммная коробка

1. Конструкция асинхронного двигателя (продолжение)

Ротор асинхронного двигателя

Фазная обмотка ротора – трехфазная обмотка в пазах ротора, соединенная способом «звезда».

Контактные кольца и электрические щетки - для соединения фазной обмотки вращающегося ротора с неподвижной электрической цепью

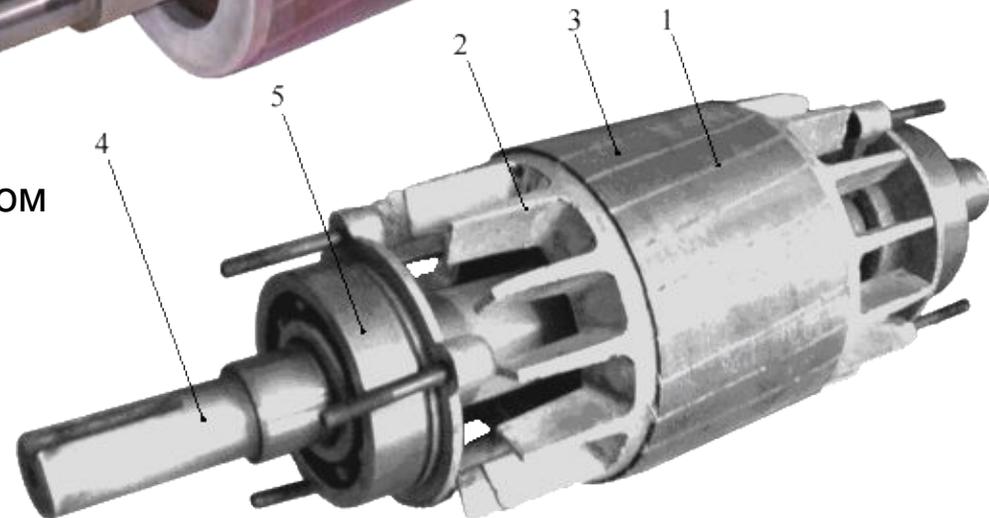
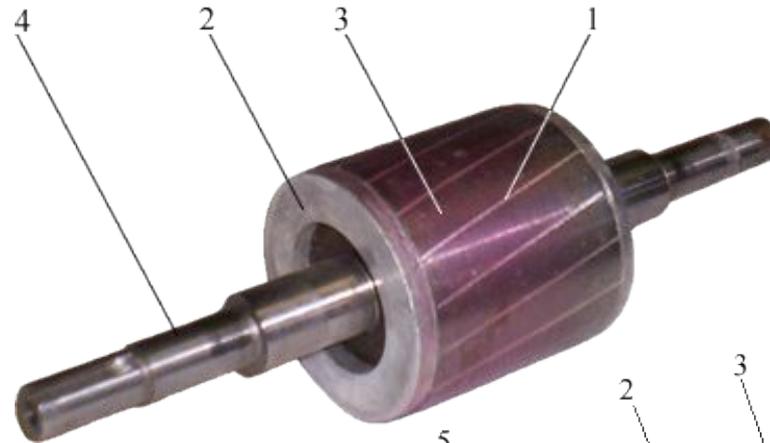
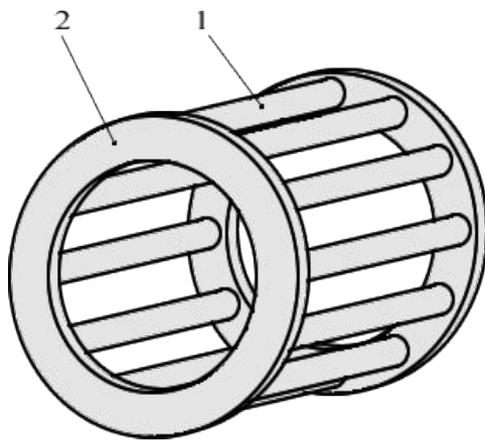


1 – проводник обмотки ротора в пазу; 2 – контактные кольца; 3 – электрические щетки

1. Конструкция асинхронного двигателя (продолжение)

Ротор асинхронного двигателя

Короткозамкнутая обмотка («беличья клетка») содержит в пазах сердечника ротора стержни обмотки, замкнутые между собой двумя короткозамыкающими кольцами, расположенными на торцах ротора.

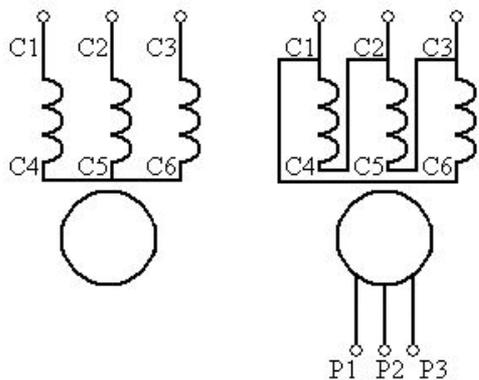


- 1 – стержень обмотки ротора в скошенном полузакрытом пазу;
- 2 – короткозамыкающее кольцо;
- 3 – шихтованный сердечник ротора;
- 4 – вал;
- 5 – подшипник.

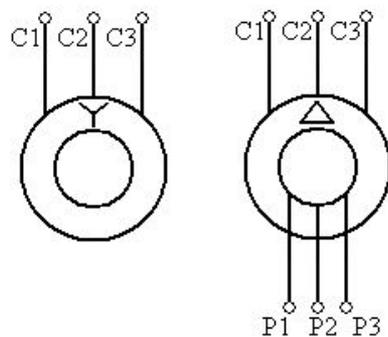
1. Конструкция асинхронного двигателя (продолжение)

Условные обозначения асинхронного двигателя в схемах электрических цепей:

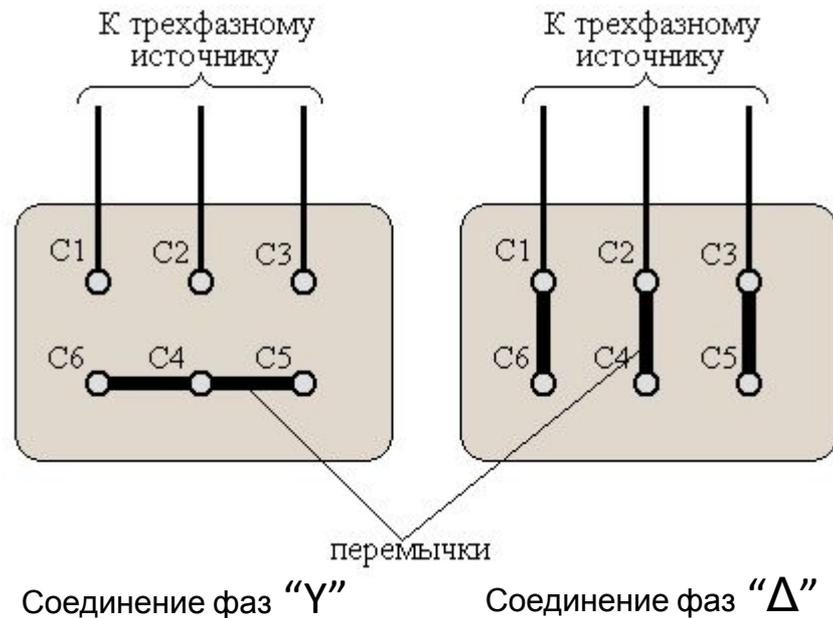
развернутое



упрощенное



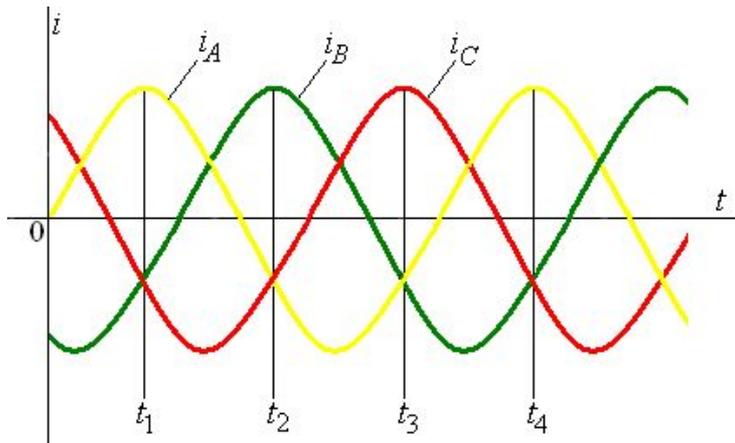
Расположение выводов фаз и их обозначение на клеммной панели асинхронного двигателя



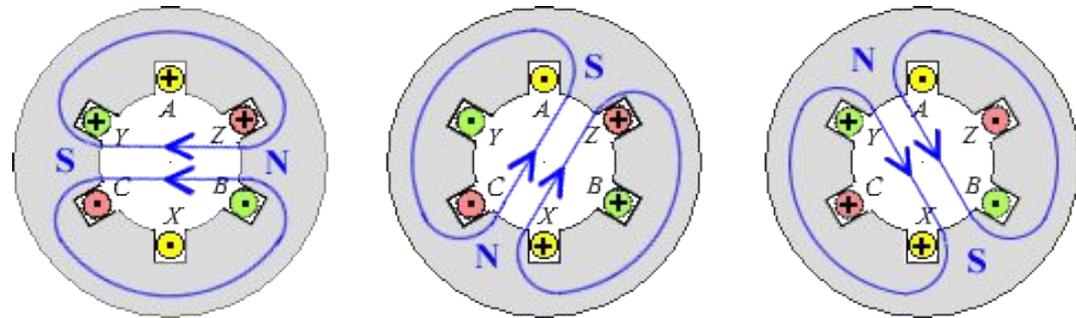
2. Принцип действия асинхронного двигателя

Магнитное поле асинхронного двигателя

Временная диаграмма фазных токов обмотки статора



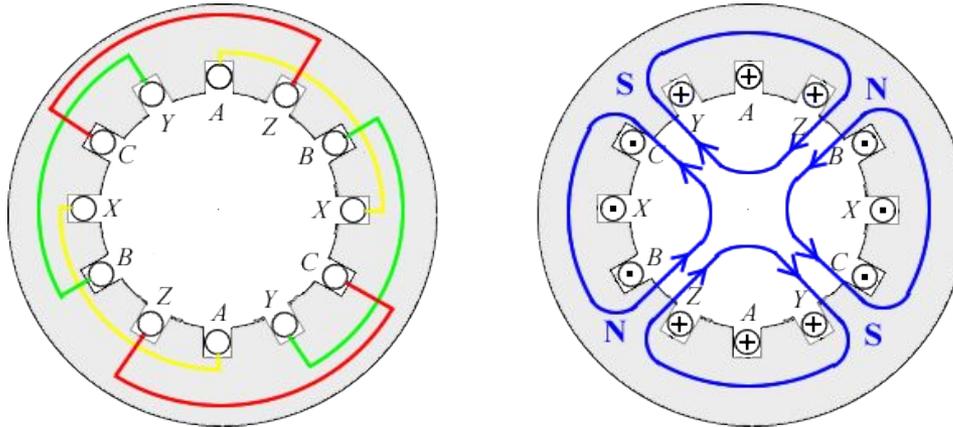
Направления токов в проводниках и силовые линии магнитного поля асинхронного двигателя в разные моменты времени



Симметричная трехфазная обмотка статора асинхронного двигателя, потребляющая от трехфазного источника симметричные фазные токи, создает равномерно вращающееся в пространстве магнитное поле.

2. Принцип действия асинхронного двигателя (продолжение)

Магнитное поле асинхронного двигателя



Четырехполюсная обмотка асинхронного двигателя ($p=2$)

Частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя

$$n_0 = \frac{60f}{p} \quad [\text{об/мин}]$$

Например, при стандартной частоте тока $f=50\text{Гц}$

| | | | | | |
|----------------|------|------|------|-----|-----|
| p | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| n_0 , об/мин | 3000 | 1500 | 1000 | 750 | 600 |

2. Принцип действия асинхронного двигателя (продолжение)

Взаимодействие вращающегося магнитного поля с обмоткой ротора

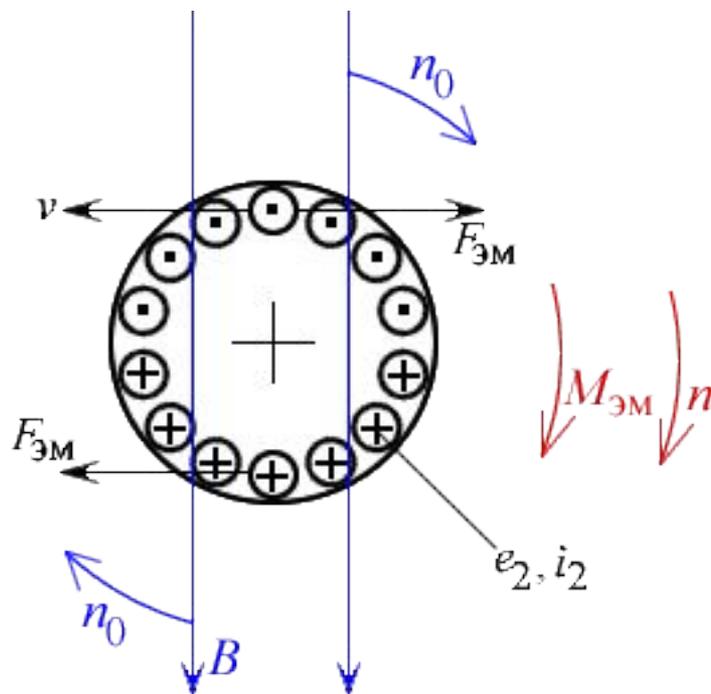
$$B \rightarrow e_2 = Bvl \rightarrow i_2 = \frac{e_2}{Z_2} \rightarrow F_{\text{эм}} = Bi_2l \rightarrow M_{\text{эм}} = F_{\text{эм}} \frac{D_2}{2} N_2$$

$$n < n_0$$

Скольжение: $s = \frac{n_0 - n}{n_0}$

Холостой ход: $n = n_0$; $s = 0$; $M = 0$

Пуск: $n = 0$; $s = 1$; $M = M_{\text{пуск}}$



Заключение

1. **Асинхронный двигатель** – электрическая машина, преобразующая электрическую энергию трехфазного источника в механическую энергию.
2. **Статор** асинхронного двигателя – шихтованный сердечник в форме полого цилиндра с продольными пазами на внутренней поверхности, в которых уложены проводники трехфазной обмотки статора.
3. **Ротор** асинхронного двигателя - стальной цилиндрический сердечник с продольными пазами на наружной поверхности, в которых уложены проводники обмотки ротора.
4. **Фазная обмотка ротора** подобна трехфазной обмотке статора. Для соединения фазной обмотки вращающегося ротора с неподвижной электрической цепью служат контактные кольца и электрические щетки. **Короткозамкнутая обмотка ротора** содержит в каждом пазу сердечника ротора один проводник (стержень). Все стержни обмотки замкнуты между собой двумя короткозамыкающими кольцами, расположенными на торцах ротора.

Заключение

5. Симметричная трехфазная обмотка статора асинхронного двигателя, потребляющая от трехфазного источника симметричные фазные токи, создает ***равномерно вращающееся*** в пространстве магнитное поле. Направление вращения магнитного поля определяется последовательностью чередования фазных токов. Частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя пропорциональна частоте тока в обмотке статора f и обратно пропорциональна числу пар полюсов p :

$$n_0 = \frac{60f}{p}$$

6. ***Электромагнитный вращающий момент*** асинхронного двигателя создается при взаимодействии вращающегося магнитного поля с обмоткой ротора.

Необходимое условие создания электромагнитного момента - неравенство частоты вращения ротора n и магнитного поля n_0 , т.е. ротор и магнитное поле должны вращаться асинхронно. Разница между величинами частоты вращения ротора и магнитного поля характеризуется скольжением:

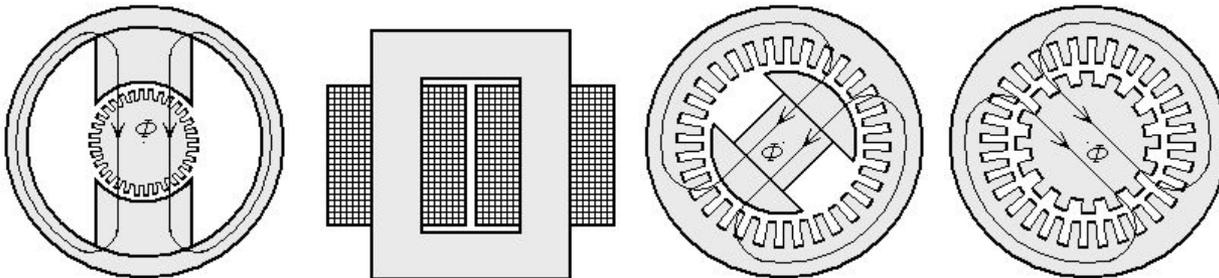
$$s = \frac{n_0 - n}{n_0}$$

Контрольные вопросы

Что такое асинхронный электродвигатель?

- Электрическая машина, преобразующая электрическую энергию переменного тока в механическую энергию.
- Электромагнитное устройство, преобразующее электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока.
- Электрическая машина, преобразующая механическую энергию в электрическую энергию постоянного тока.
- Электромагнитное устройство, преобразующее электрическую энергию одного напряжения в электрическую энергию другого напряжения.

Укажите магнитную цепь асинхронного двигателя



Контрольные вопросы

Основные элементы конструкции асинхронного двигателя

- Статор с полюсами, обмотка возбуждения постоянного тока, якорь с обмоткой якоря
- Статор с трехфазной обмоткой, ротор с короткозамкнутой обмоткой
- Статор с трехфазной обмоткой, ротор с обмоткой возбуждения постоянного тока
- Прямоугольный магнитопровод, первичная обмотка, вторичная обмотка

Конструкция статора АД

- Полюса с обмоткой возбуждения, закрепленные на внутренней поверхности цилиндрической станины
- Шихтованный цилиндрический сердечник с продольными пазами на наружной поверхности, в которых размещена обмотка якоря, и коллектор, расположенные на одном валу
- Шихтованный цилиндрический сердечник с продольными пазами на внутренней поверхности, в которых расположена трехфазная обмотка статора
- Прямоугольный шихтованный сердечник с первичной и вторичной обмотками

Тип обмотки статора асинхронного двигателя:

- Трехфазная, соединенная "звездой" или "треугольником".
- Двухфазная с общим выводом.
- Однофазная с выводом средней точки.

Контрольные вопросы

Конструкция ротора АД

- Полюса с обмоткой возбуждения, закрепленные на внутренней поверхности цилиндрической станины
- Шихтованный цилиндрический сердечник с продольными пазами на наружной поверхности, в которых размещена обмотка якоря, и коллектор, расположенные на одном валу
- Шихтованный цилиндрический сердечник с продольными пазами на наружной поверхности, в которых расположена обмотка ротора

Короткозамкнутая обмотка ротора АД – это:

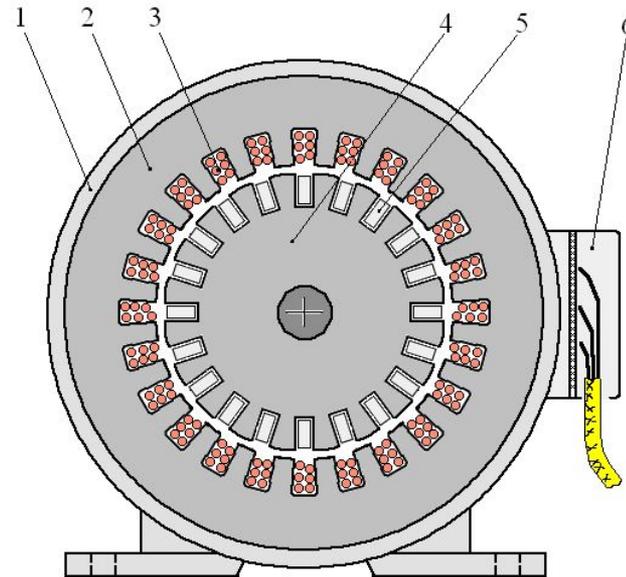
- Электрическая обмотка, состоящая из стержней, расположенных в продольных пазах сердечника ротора, и замкнутых между собой короткозамыкающими кольцами.
- Многовитковая электрическая обмотка, выводы которой замкнуты между собой.
- Многовитковая электрическая обмотка ротора, выводы которой соединены непосредственно с обмоткой статора.

Что такое фазная обмотка ротора асинхронного двигателя?

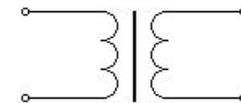
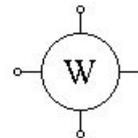
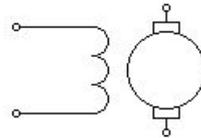
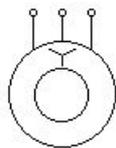
- Многовитковая катушечная обмотка, выводы которой замкнуты накоротко.
- Многовитковая трехфазная обмотка, подключаемая к ротору в режиме короткого замыкания.
- Трехфазная обмотка, выводы которой соединены с контактными кольцами.

Контрольные вопросы

Перечислить элементы конструкции асинхронного двигателя



Условное обозначение асинхронного двигателя в схемах :



Контрольные вопросы

Каков характер магнитного поля, создаваемого обмоткой статора асинхронного двигателя?

- Вращающееся магнитное поле.
- Пульсирующее магнитное поле.
- Постоянное магнитное поле.
- Экспоненциальное магнитное поле

Принцип действия асинхронного двигателя

- Создание электромагнитного вращающего момента при взаимодействии обмотки якоря с постоянным магнитным полем возбуждения.
- Создание электромагнитного вращающего момента при взаимодействии обмотки ротора с вращающимся магнитным полем статора.
- Создание электромагнитного вращающего момента при взаимодействии постоянного магнитного поля ротора с вращающимся магнитным полем статора.

Номинальная частота вращения 1460 об/мин. Определить количество полюсов обмотки статора

- 1) $2p=2$ 2) $2p=4$ 3) $2p=6$

Частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя:

- 1) $n_0 = 60f/p$ 2) $n_0 = 3UI$ 3) $n_0 = P/(3U)$

Контрольные вопросы

Скольжение асинхронного двигателя – это:

- Параметр, характеризующий разницу между величинами частоты вращения ротора и магнитного поля;
- Параметр, характеризующий коэффициент трения вращающихся частей;
- Параметр, характеризующий разность фаз между напряжением и током статора.

Скольжение асинхронного двигателя:

$$s = \frac{n_0 - n}{n_0} \quad s = \frac{n_0}{n_0 - n} \quad s = \frac{n}{n_0}$$

Указать схему включения АД, вращающегося в направлении, противоположном остальным двигателям.

