



Уважаемые студенты!
При возникновении
неполадок, скачайте
презентацию и
самостоятельно изучите тему
согласно плану лекции.

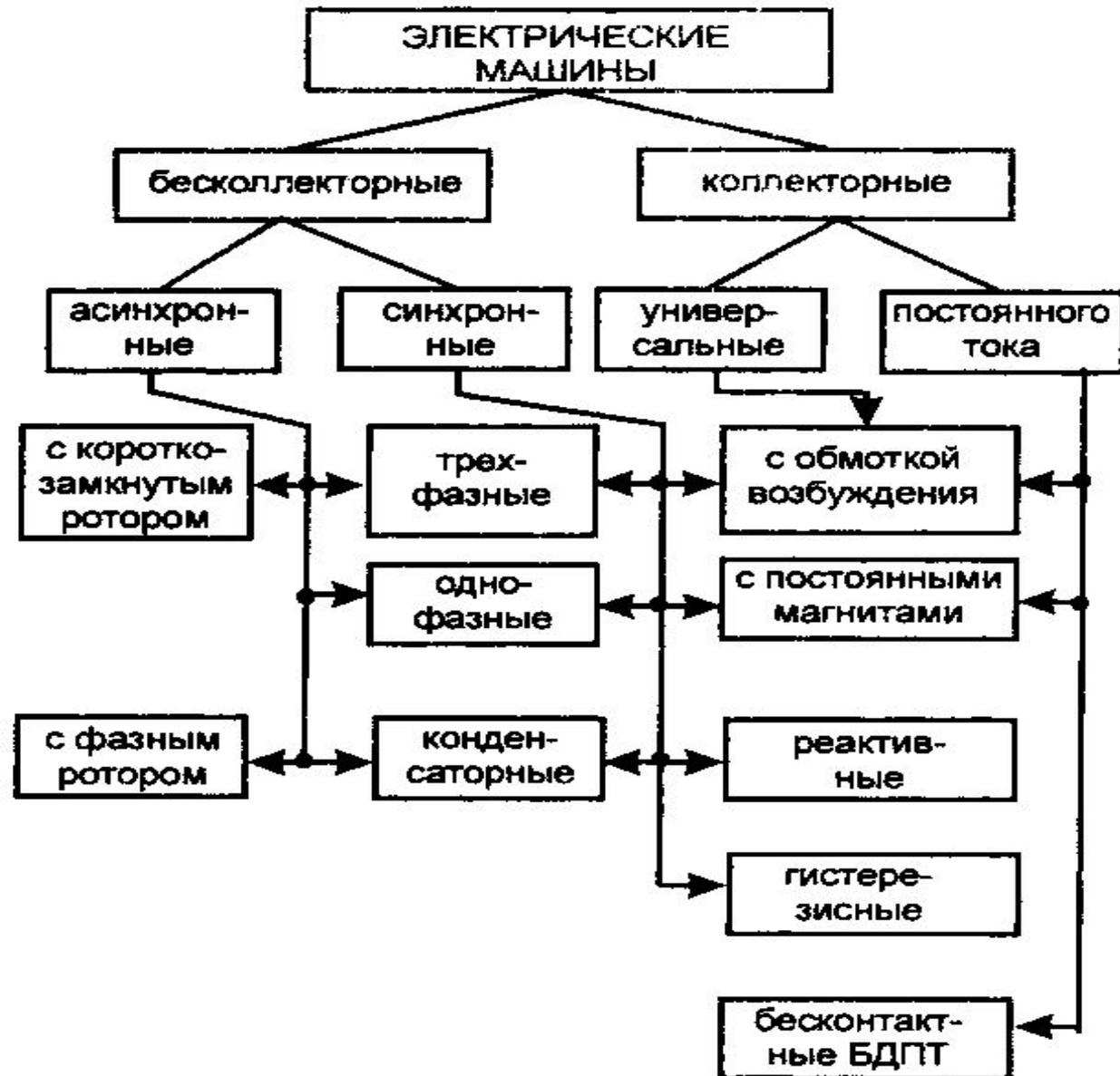


Тема: «Режимы работы и
конструкция асинхронных
машин»

План

1. Классификация электрических машин
2. Бесколлекторные машины переменного тока
3. Асинхронные машины
4. Режим работы асинхронной машины

1. Классификация электрических машин



2. Бесколлекторные машины переменного тока

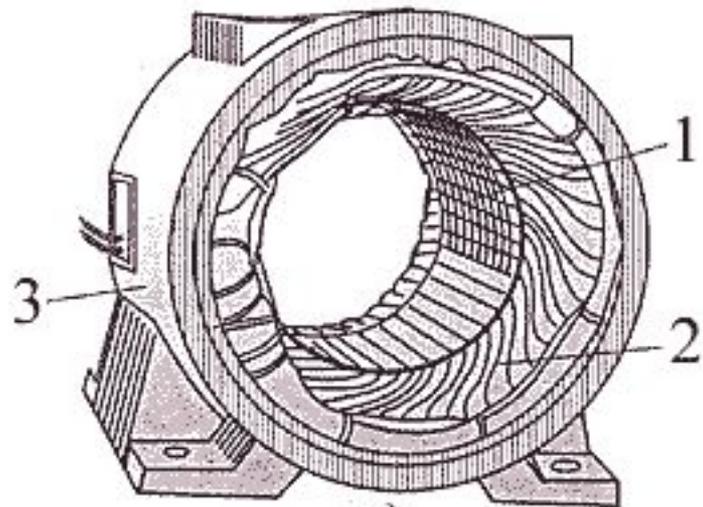
- Электрические машины переменного тока составляют основу современной электроэнергетики, как в сфере производства, так и в сфере потребления электрической энергии. За небольшим исключением все эти машины являются бесколлекторными. Существует два вида бесколлекторных машин переменного тока: **асинхронные и синхронные машины**. Отличаясь рабочими свойствами, эти машины имеют конструктивное сходство, и в основе их теории лежат некоторые общие вопросы, касающиеся процессов и явлений, связанных с рабочей обмоткой — обмоткой статора. Как асинхронные, так и синхронные машины обладают свойством обратимости, т. е. каждая из них может работать как в режиме генератора, так и в режиме двигателя.

3. Асинхронные машины

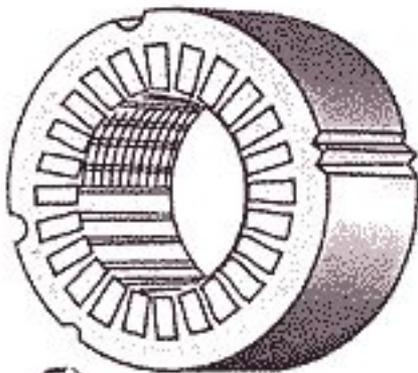
- Асинхронные машины получили наиболее широкое применение в современных электрических установках и являются самым распространенным видом бесколлекторных электрических машин переменного тока. Как и любая электрическая машина, асинхронная машина обратима и может работать как в генераторном, так и в двигательном режимах. Однако преобладающее применение имеют асинхронные двигатели, составляющие основу современного электропривода. Области применения асинхронных двигателей весьма широкие — от привода устройств автоматики и бытовых электроприборов до привода крупного горного оборудования (экскаваторов, дробилок, мельниц и т. п.). В соответствии с этим мощность асинхронных двигателей, выпускаемых электромашиностроительной промышленностью, составляет диапазон от долей ватт до тысяч киловатт при напряжении питающей сети от десятков вольт до 10 кВ. Наибольшее применение имеют трехфазные асинхронные двигатели, рассчитанные на работу от сети промышленной частоты (50 Гц). Асинхронные двигатели специального применения изготавливаются на повышенные частоты переменного тока (200, 400 Гц и более). Основное внимание в данном разделе уделено изучению трехфазных асинхронных двигателей общего применения.

Асинхронный двигатель состоит из двух основных частей, разделенных воздушным зазором: неподвижного статора и вращающегося ротора.

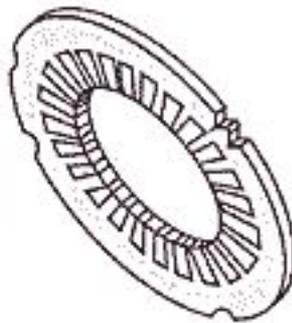
Каждая из этих частей имеет сердечник и обмотку. При этом обмотка статора включается в сеть и является как бы первичной, а обмотка ротора - вторичной, так как энергия в нее поступает из обмотки статора за счет магнитной связи между этими обмотками.



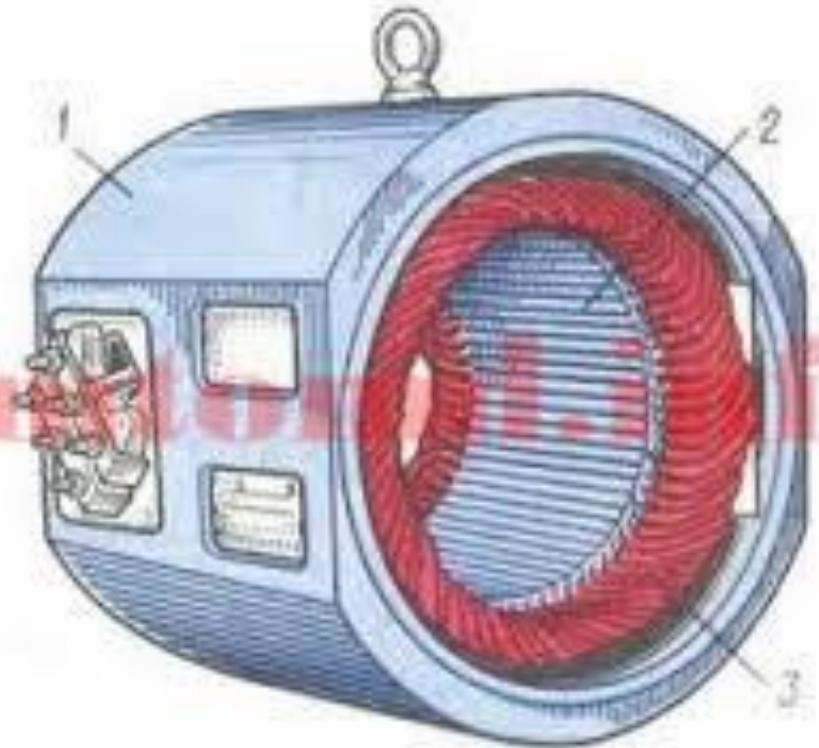
a)



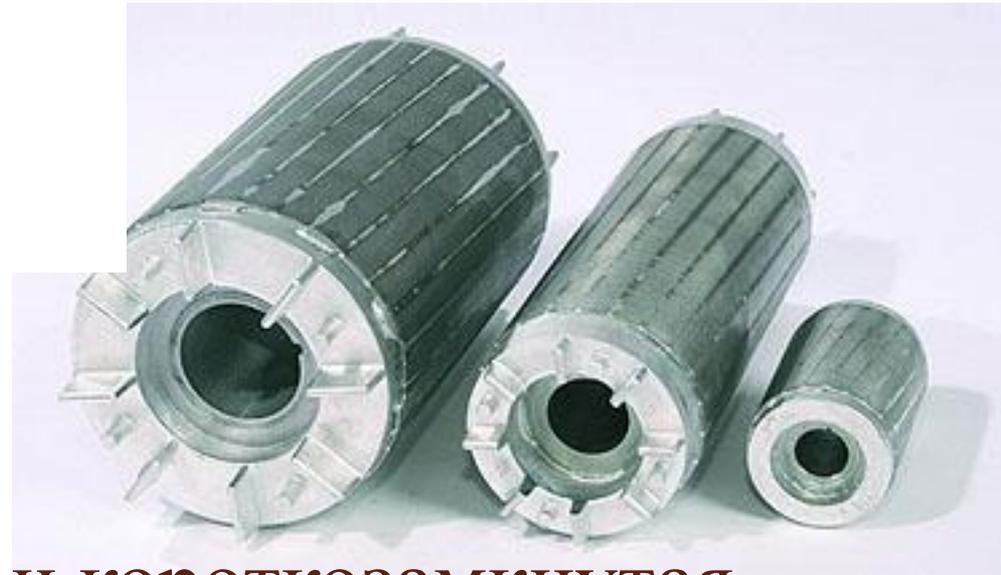
б)



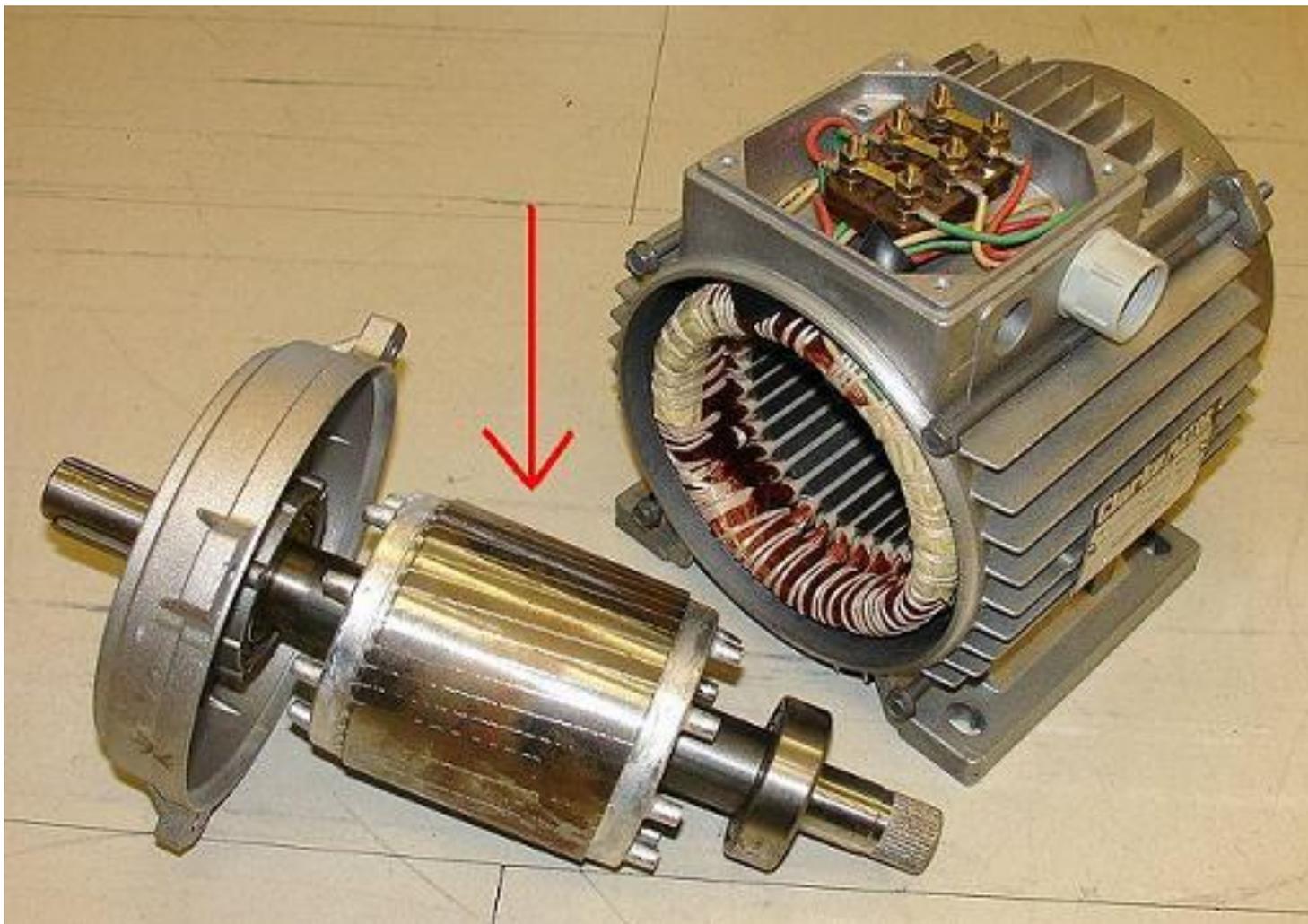
в)



Сердечник статора и обмотка статора



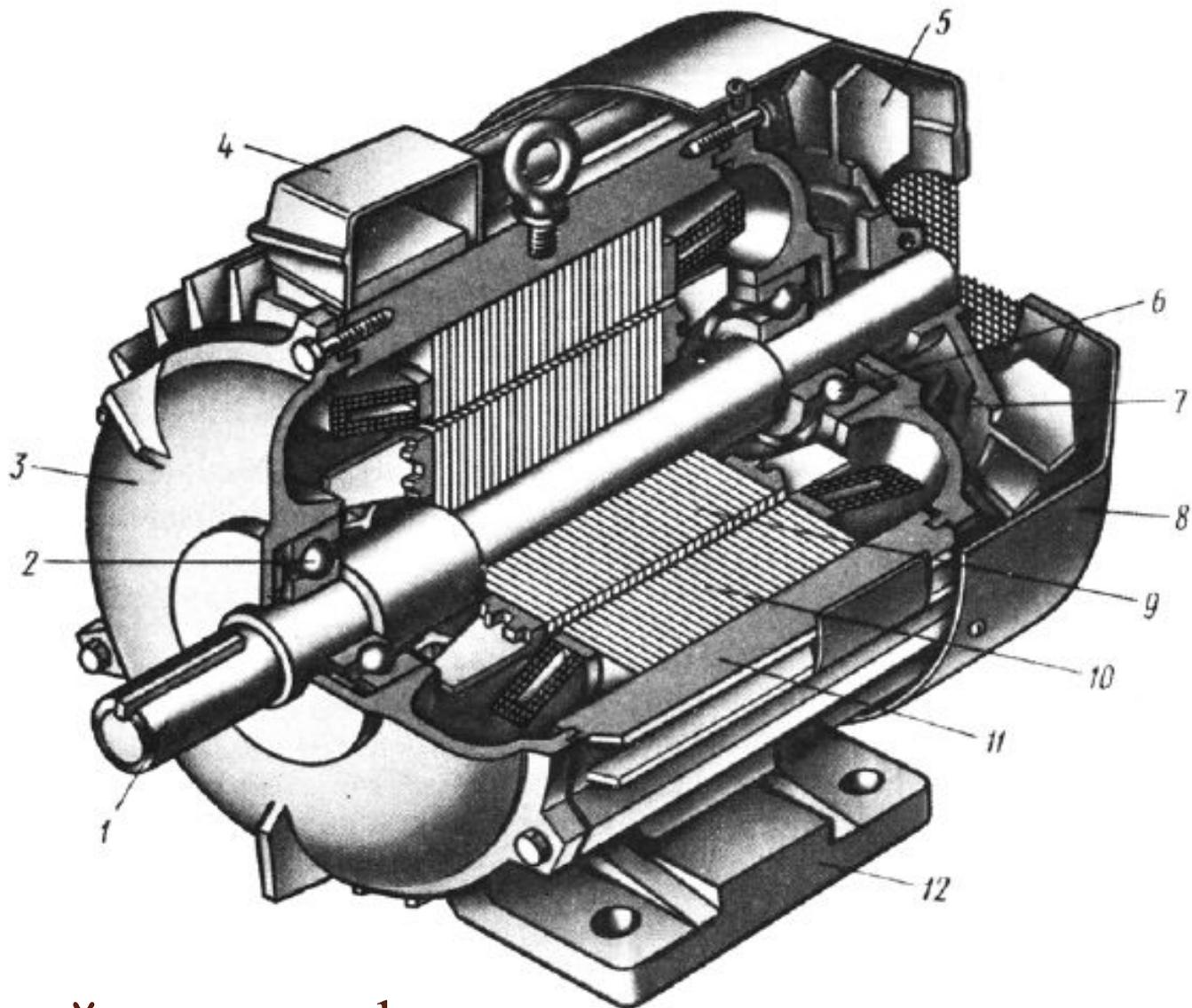
Сердечник ротора и короткозамкнутая обмотка ротора



Асинхронная машина с
короткозамкнутым ротором



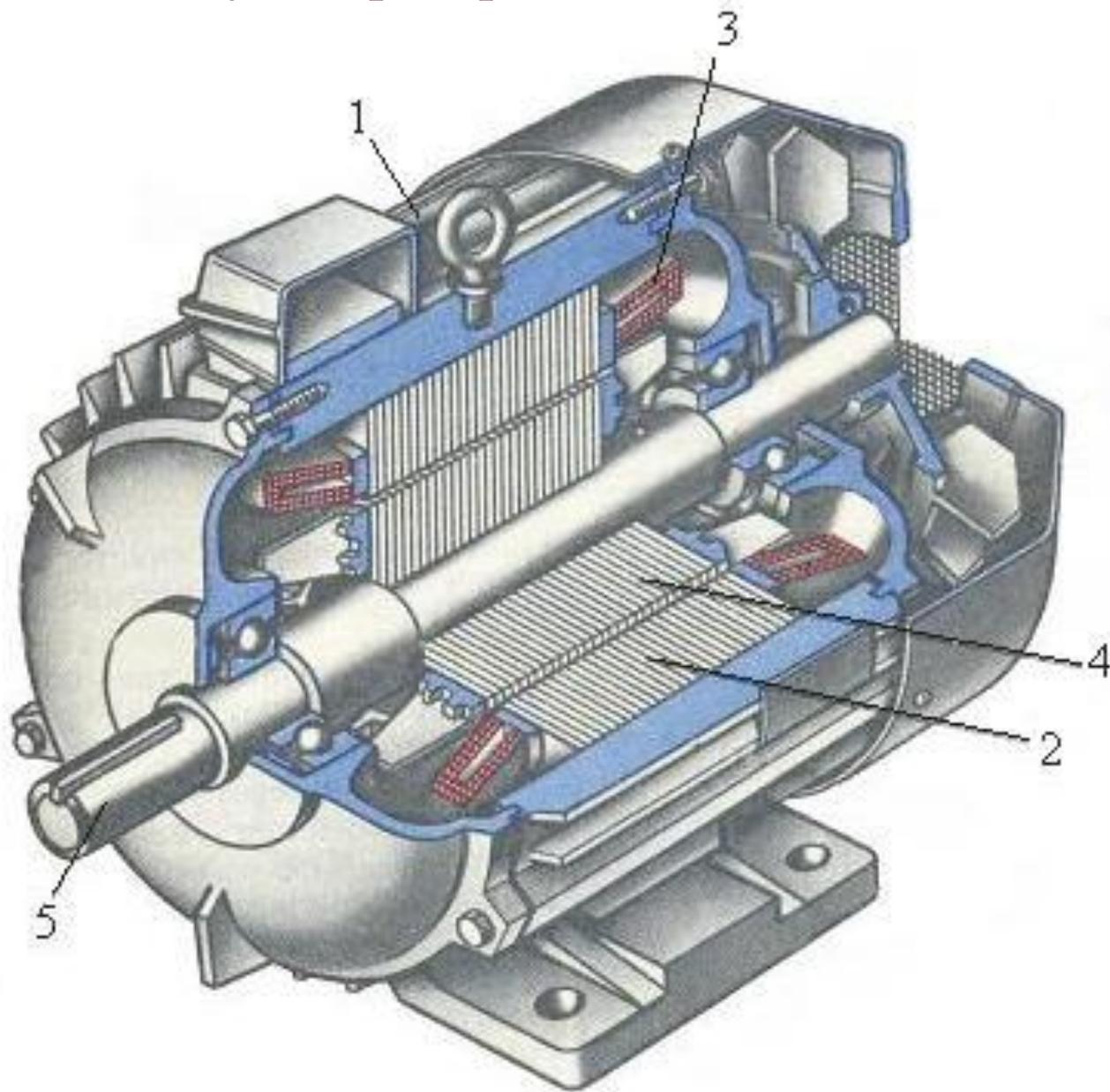
По своей конструкции асинхронные двигатели разделяются на два вида: **двигатели с короткозамкнутым ротором** и **двигатели с фазным ротором**. Рассмотрим устройство трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Двигатели этого вида имеют наиболее широкое применение.



Устройство трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором:

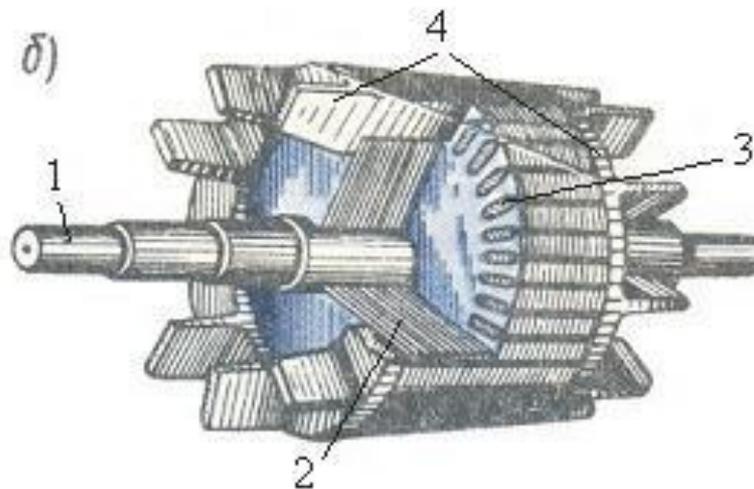
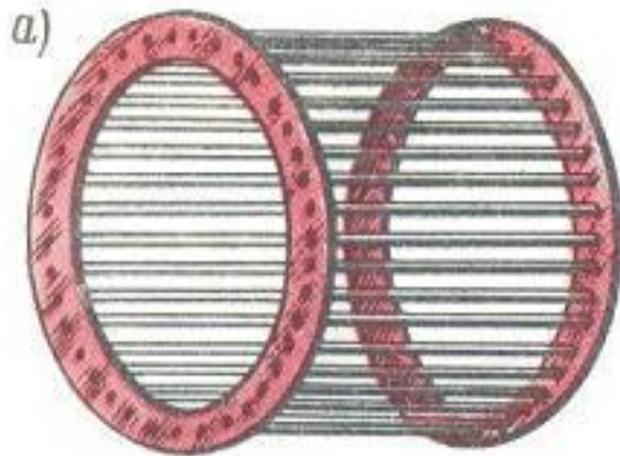
- 
- 1 — вал;
 - 2, 6 — подшипники;
 - 3, 7 — подшипниковые щиты;
 - 4 — коробка выводов;
 - 5 — вентилятор;
 - 8 — кожух вентилятора;
 - 9 — сердечник ротора с короткозамкнутой обмоткой;
 - 10 — сердечник статора с обмоткой;
 - 11 — корпус;
 - 12 — лапы

Устройство трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором:





В расточке статора расположена вращающаяся часть двигателя ротор, состоящий из вала 1 и сердечника 9 с короткозамкнутой обмоткой. Такая обмотка, называемая «беличье колесо», представляет собой ряд металлических (алюминиевых или медных стержней, расположенных в пазах сердечника ротора, замкнутых с двух сторон короткозамыкающими кольцами Сердечник ротора также имеет шихтованную конструкцию, но листы ротора не покрыты изоляционным лаком, а имеют на своей поверхности тонкую пленку окисла. Это является достаточной изоляцией, ограничивающей вихревые токи, так как величина их невелика из-за малой частоты перемагничивания сердечника ротора.



Короткозамкнутый ротор:

а — обмотка «беличья клетка», б — ротор с обмоткой, выполненной методом литья под давлением; 1 — вал; 2 — короткозамыкающие кольца; 3 — вентиляционные лопатки



Вал ротора вращается в подшипниках качения 2 и 6, расположенных в подшипниковых щитах 3 и 7.

Охлаждение двигателя осуществляется методом обдува наружной ребренной поверхности корпуса. Поток воздуха создается центробежным вентилятором 5, прикрытым кожухом 8. На торцовой поверхности этого кожуха имеются отверстия для забора воздуха.

Вопрос № 1

МАГНИТОПРОВОД АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НАБИРАЮТ ИЗ ТОНКИХ ЛИСТОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ, ИЗОЛИРОВАННЫХ ЛАКОМ ДРУГ ОТ ДРУГА ДЛЯ:

- 1) уменьшения потерь на гистерезис (перемагничивание);**
- 2) упрощения конструкции магнитопровода;**
- 3) уменьшения потерь на вихревые токи;**
- 4) упрощения сборки магнитопровода.**

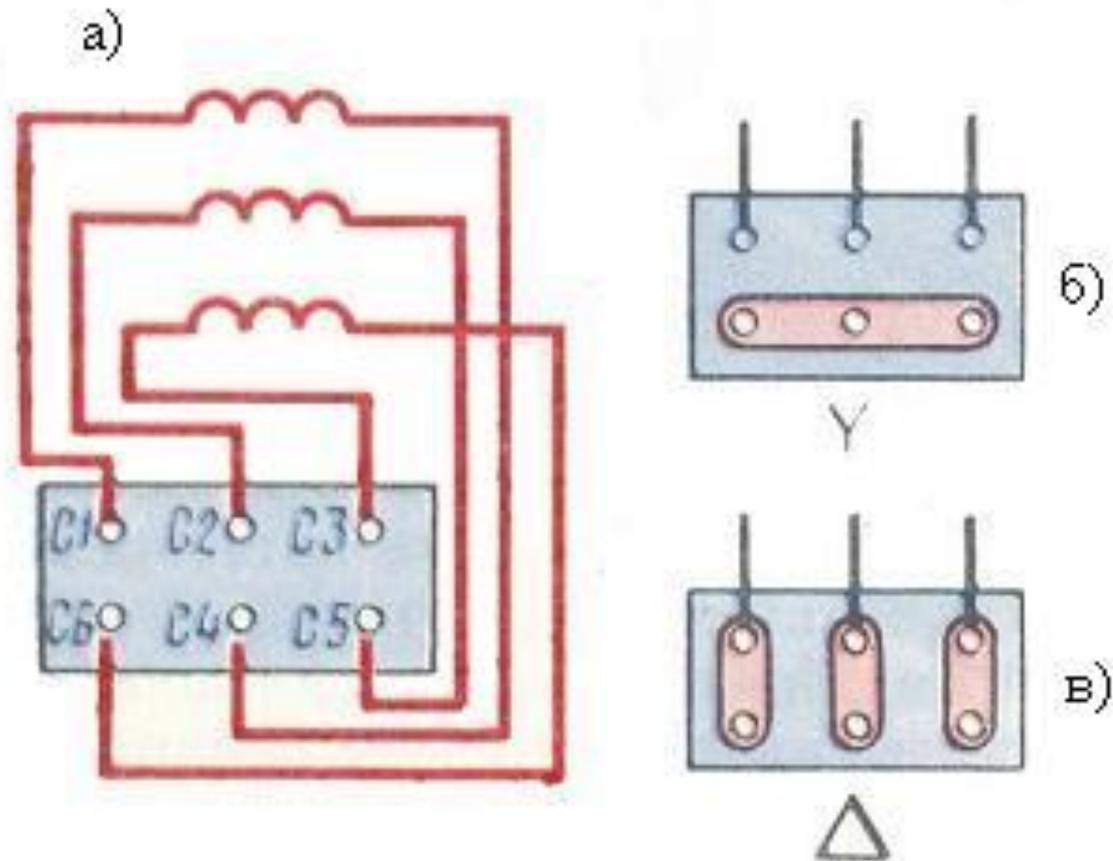
Вопрос №2

СЕРДЕЧНИК РОТОРА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ИЗГОТАВЛИВАЮТ...

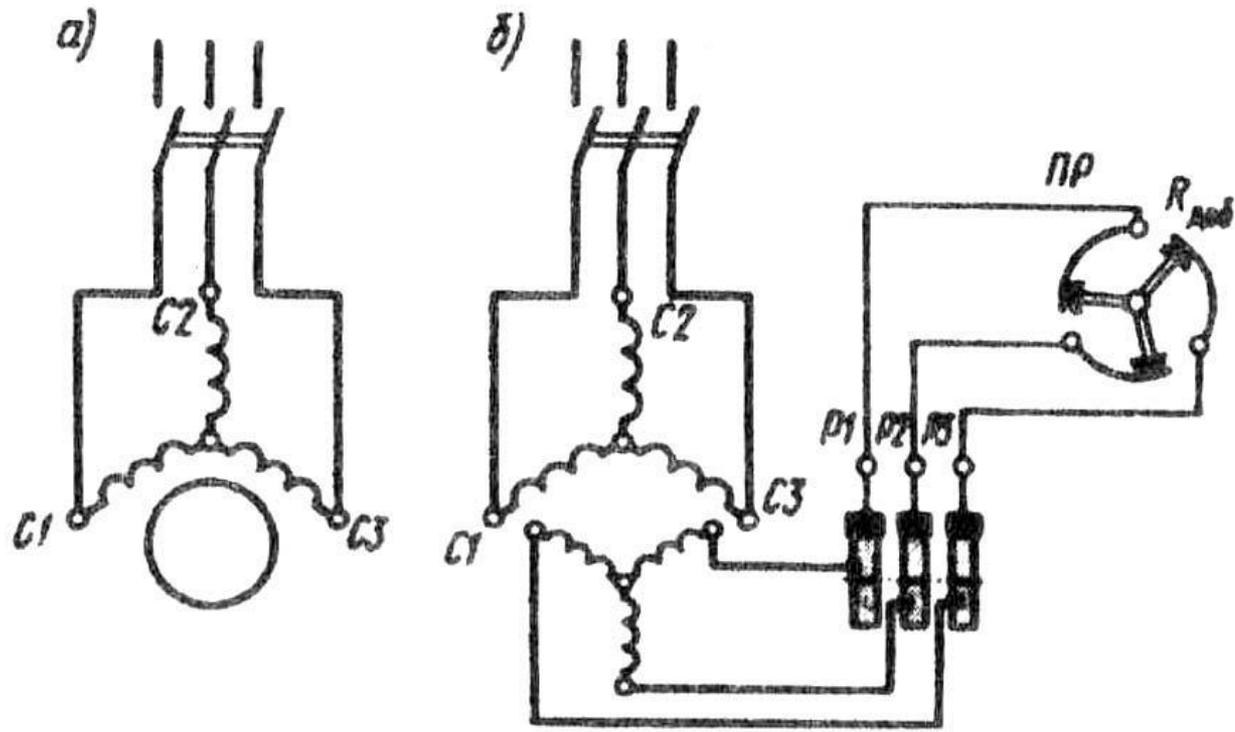
- 1. из изолированных листов электротехнической стали;**
- 2. отливая массивным из магнитной стали или чугуна;**
- 3. из неизолированных листов электротехнической стали;**
- 4. отливая массивным из немагнитной стали;**



Концы обмоток фаз выводят на зажимы коробки выводов 4. Обычно асинхронные двигатели предназначены для включения в трехфазную сеть на два разных напряжения, отличающиеся в раз. Например, двигатель рассчитан для включения в сеть на напряжения 380/660 В. Если в сети линейное напряжение 660 В, то обмотку статора следует соединить звездой, а если 380 В, то треугольником. В обоих случаях напряжение на обмотке каждой фазы будет 380 В. Выводы обмоток фаз располагают на панели таким образом, чтобы соединения обмоток фаз было удобно выполнять посредством перемычек.



Расположение выводов обмотки статора (а) и положение переключек при соединении обмотки статора звездой и треугольником (б)



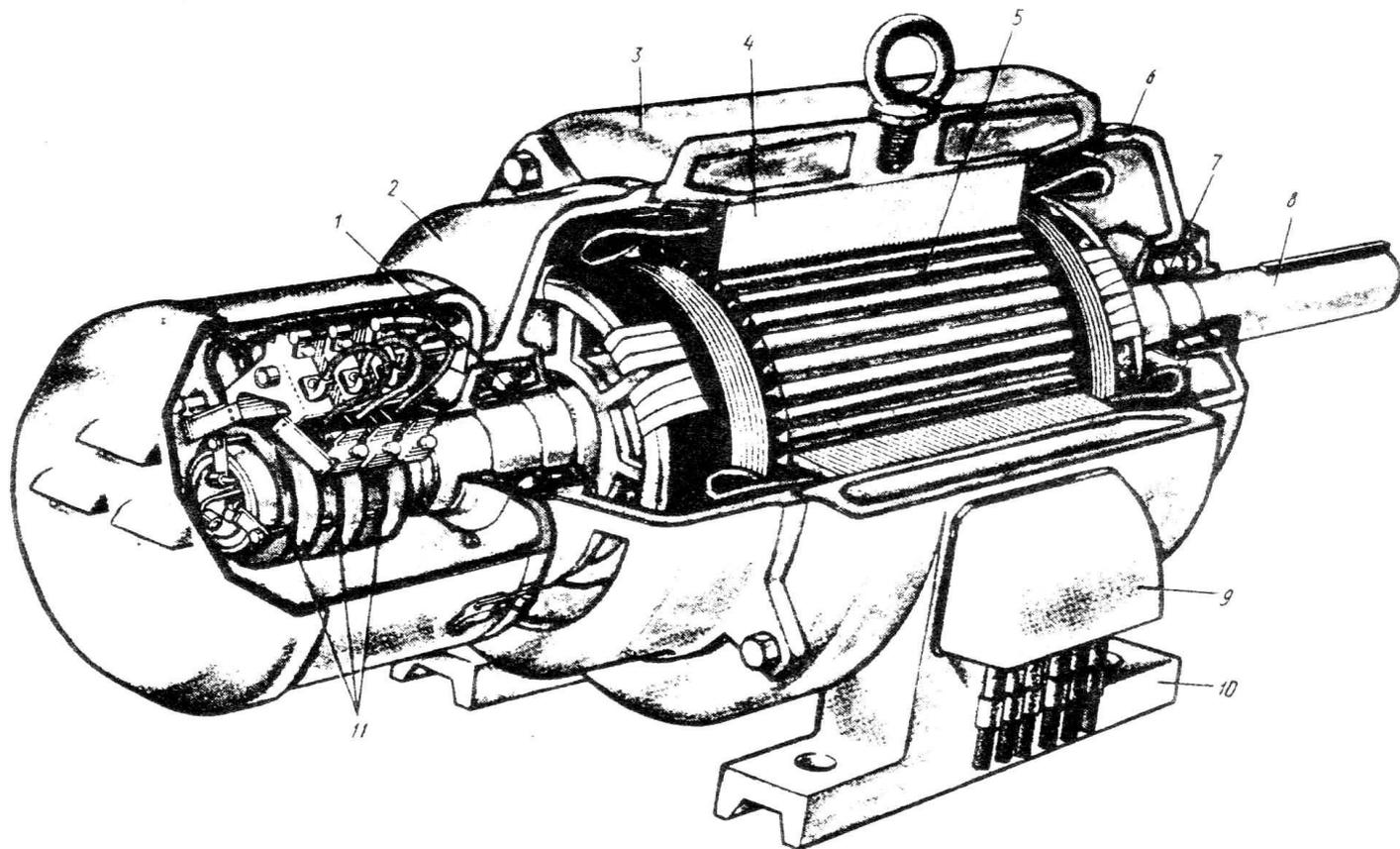
Принципиальные схемы включения трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым (а) и фазным (б) ротором



Другая разновидность трехфазных асинхронных двигателей - двигатели с фазным ротором — конструктивно отличается от рассмотренного двигателя главным образом устройством ротора. Статор этого двигателя также состоит из корпуса 3 и сердечника 4 с трехфазной обмоткой. У него имеются подшипниковые щиты 2 и 6 с подшипниками качения 1 и 7. К корпусу 3 прикреплены лапы 10 и коробка выводов 9.

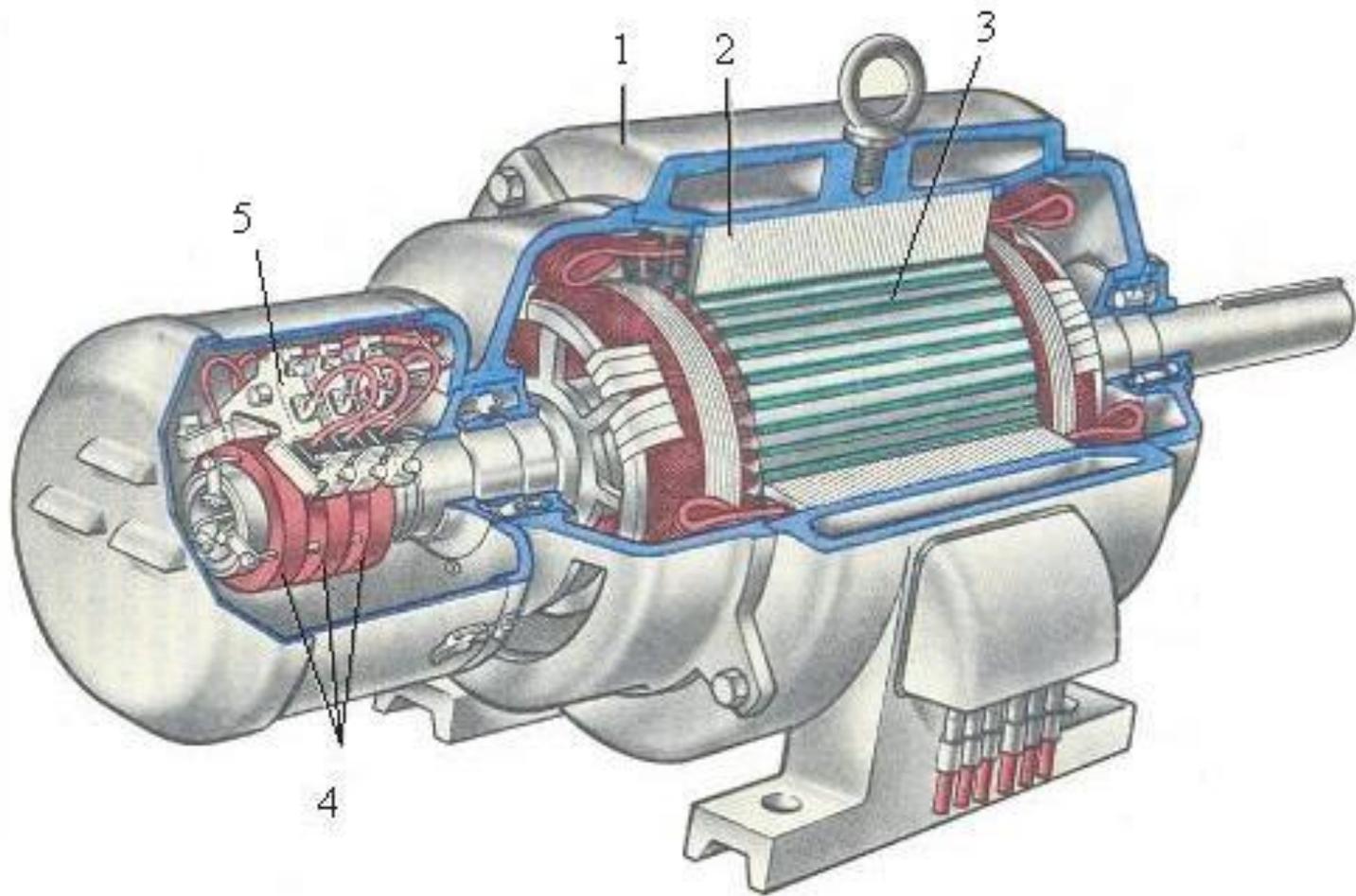


Однако ротор имеет более сложную конструкцию. На валу 8 закреплен шихтованный сердечник 5 с трехфазной обмоткой, выполненной аналогично обмотке статора. Эту обмотку соединяют звездой, а ее концы присоединяют к трем контактными кольцам 11, расположенным на валу и изолированным друг от друга и от вала. Для осуществления электрического контакта с обмоткой вращающегося ротора на каждое контактное кольцо 1 накладывают обычно две щетки 2, располагаемые в щеткодержателях 3. Каждый щеткодержатель снабжен пружинами, обеспечивающими прижатие щеток к контактному кольцу с определенным усилием.



Устройство трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором:

1, 7 – подшипники, 2, 6 – подшипниковые щиты, 3 – корпус, 4 – сердечник статора с обмоткой, 5 – сердечник ротора, 8 – вал, 9 – коробка выводов, 10 – лапы, 11 – контактные кольца



Асинхронная машина с фазным ротором в разрезе:
1 – станина, 2 – обмотка статора, 3 – ротор, 4 – контактные кольца, 5 – щетки.



На корпусе асинхронного двигателя прикреплена табличка, на которой указаны тип двигателя, завод-изготовитель, год выпуска и номинальные данные (полезная мощность, напряжение, ток, коэффициент мощности, частота вращения и КПД).

Вопрос № 3

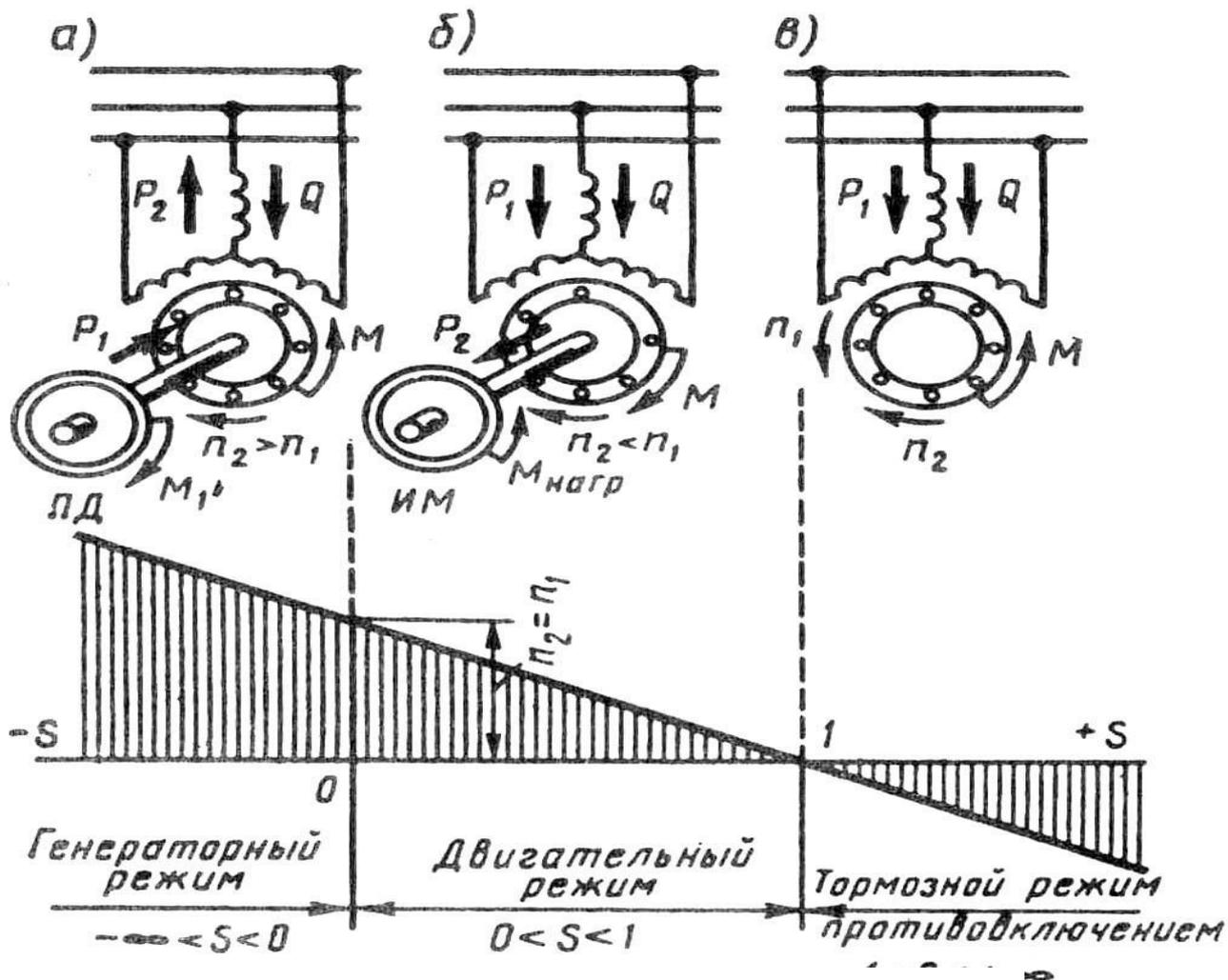
АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ:

- 1) наличием специальных пазов для охлаждения;
- 2) наличием контактных колец и щеток;
- 3) числом катушек обмотки статора;
- 4) использованием в качестве ротора постоянного магнита.

4. Режим работы асинхронной машины

В соответствии с принципом обратимости электрических машин асинхронные машины могут работать как в двигательном, так и в генераторном режимах. Кроме того, возможен еще и режим электромагнитного торможения противовключением.

Двигательный режим.



Режимы работы асинхронной машины

Скольжение — величина,
характеризующая разность частот
вращения ротора и вращающегося
поля статора:

$$S = (n_1 - n_2) / n_1$$

С увеличением нагрузочного момента на валу асинхронного двигателя частота вращения ротора n_2 уменьшается. Следовательно, скольжение асинхронного двигателя зависит от механической нагрузки на валу двигателя и может изменяться в диапазоне $0 < s < 1$.

Вопрос № 4

ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНУЮ ФОРМУЛУ
ДЛЯ СКОЛЬЖЕНИЯ S .

1) $S = \frac{n_1 - n_2}{n_2}$

2) $S = \frac{n_2 - n_1}{n_1}$

3) $S = \frac{n_1 - n_2}{n_2}$

4) $S = \frac{n_2 - n_1}{n_1}$

Вопрос № 5

**ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНУЮ ФОРМУЛУ
ДЛЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ
МАГНИТНОГО ПОТОКА СТАТОРА.**

$$1) n_1 = \frac{60 \cdot p}{f}$$

$$2) n_1 = \frac{60 \cdot f}{p}$$

$$3) n_1 = \frac{p}{60 \cdot f}$$

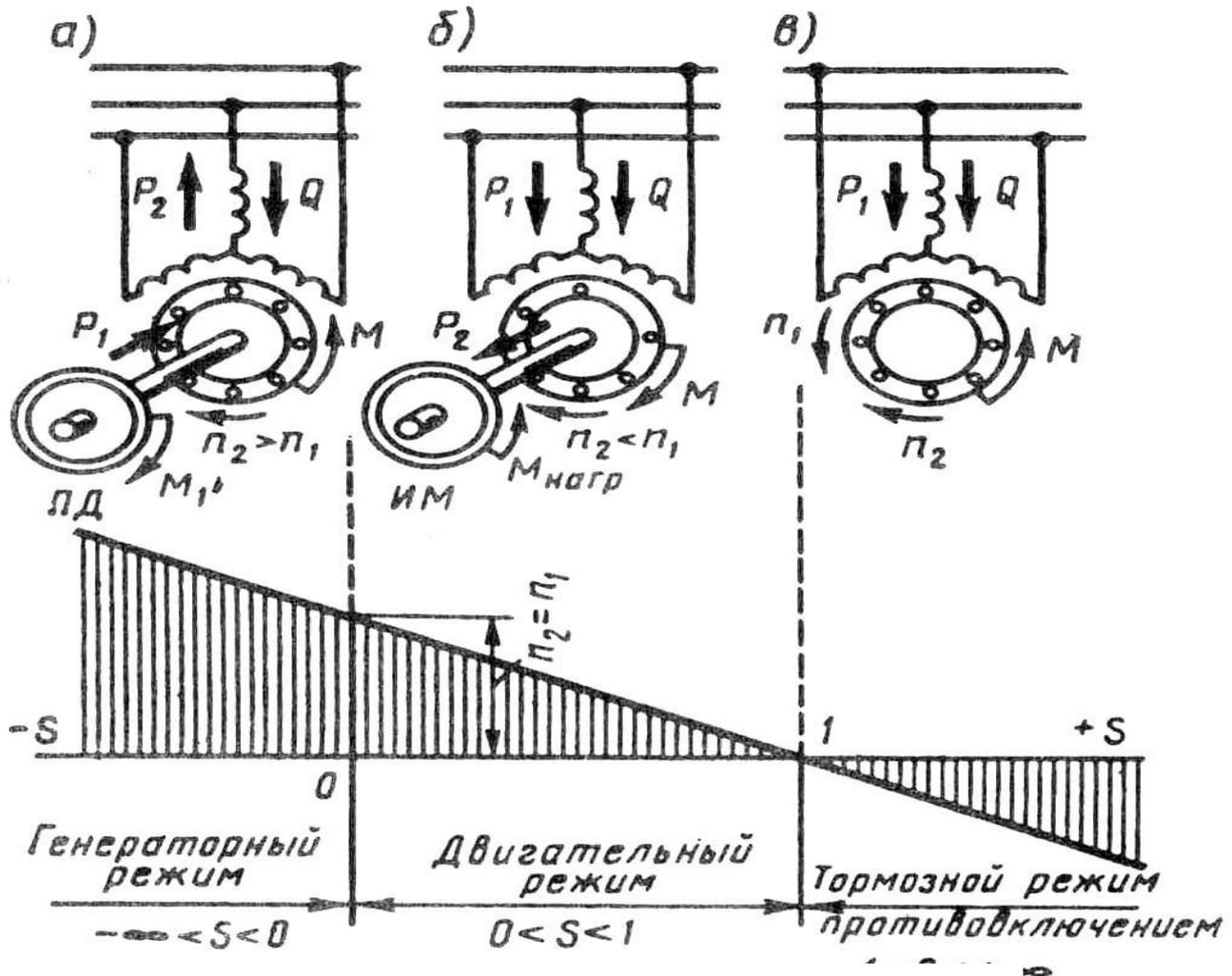
$$4) n_1 = 60 \cdot f \cdot p$$

$$5) n_1 = \frac{f \cdot p}{60}$$

Формула для определения
асинхронной частоты
вращения (об/мин):

$$n_2 = n_1(1-s).$$

Генераторный режим



Режимы работы асинхронной машины

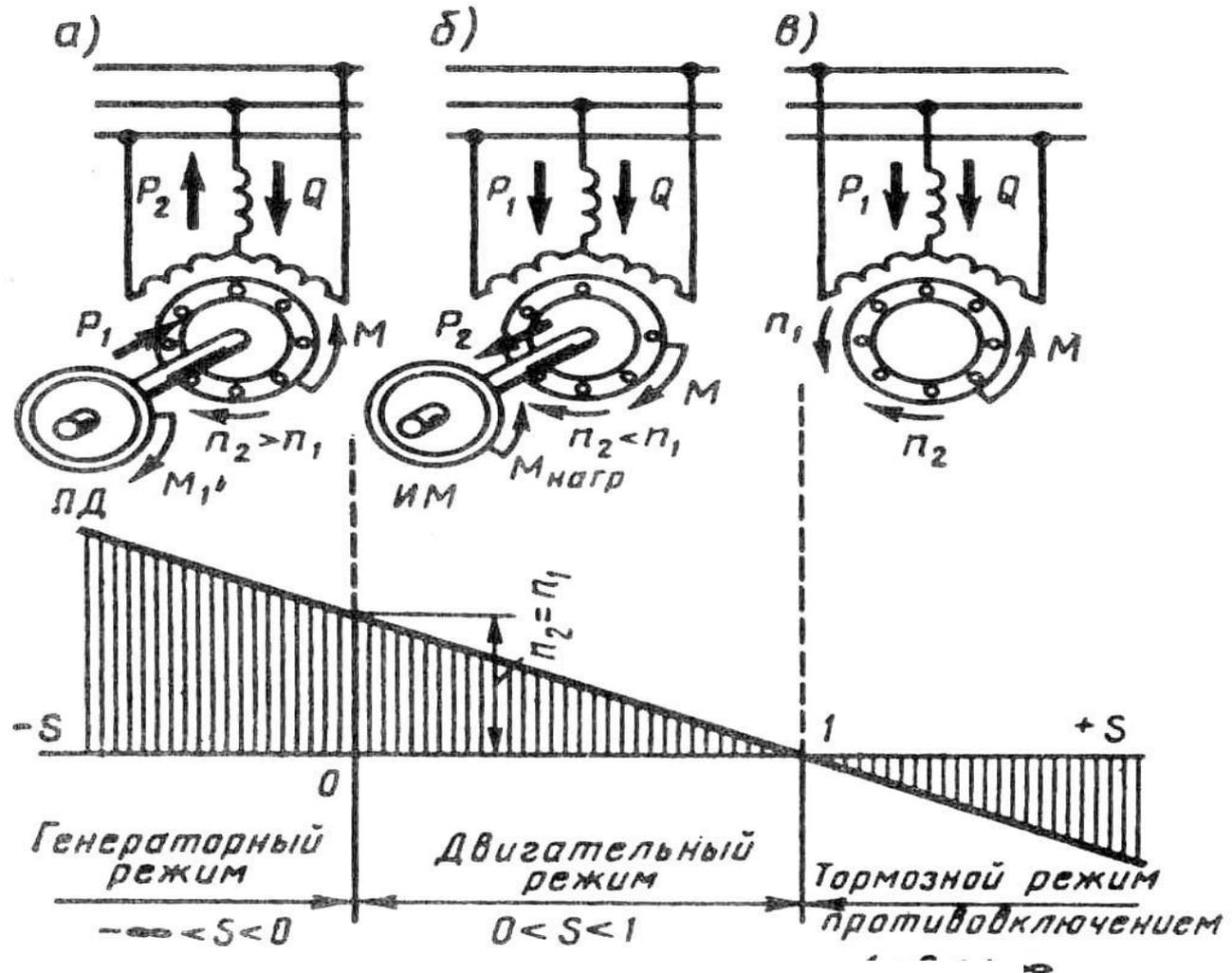
Скольжение асинхронной машины в генераторном режиме может изменяться в диапазоне $-\infty < s < 0$, т. е. оно может принимать любые отрицательные значения.

Вопрос № 6

ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ
СТАТОРА АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ,
РАБОТАЮЩЕЙ В ГЕНЕРАТОРНОМ РЕЖИМЕ,
И ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ РОТОРА

- 1) $n_1 = n_2$;
- 2) $n_1 < n_2$;
- 3) $n_1 > n_2$;
- 4) $n_1 + n_2 = 0$.

Режим торможения противовключением.



Режимы работы асинхронной машины

В режиме электромагнитного торможения частота вращения ротора является отрицательной, а поэтому скольжение приобретает положительные значения больше единицы:

$$s = [n_1 - (-n_2)] / n_1 = (n_1 + n_2) / n_1 > 1.$$

Скольжение асинхронной машины в режиме торможения противовключением может изменяться в диапазоне $1 < s < +\infty$, т. е. оно может принимать любые положительные значения больше единицы.

Вывод: характерной особенностью работы асинхронной машины является неравенство частот вращения магнитного поля статора n_1 и ротора n_2 , т. е. наличие скольжения, так как только в этом случае вращающееся магнитное поле наводит в обмотке ротора ЭДС и на роторе возникает электромагнитный момент. При этом каждому режиму работы асинхронной машины соответствует определенный диапазон изменений скольжения, а следовательно, и частоты вращения ротора.

Домашнее задание

1. Кацман М.М. Электрические машины [Текст] : Учеб. для учащихся электротехн. спец. техникумов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1990. – 463с. – ISBN 5-06-000120-2. стор. 97-101; стор. 137-145

2. ЗАКОНСПЕКТИРОВАТЬ принцип работы асинхронной машины и режимы работы асинхронной машины



Спасибо за внимание!