



Предмет: «Электрические машины»

Тема: «Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. АЭ-92»

Профессия: «Машинист электровоза»

Ярославское подразделение Северного УЦПК

Цель



Изучить назначение, устройство, принцип действия и технические характеристики асинхронных двигателей компрессоров и вентиляторов.

План занятия

1. Устройство асинхронного двигателя.
2. Вращающееся магнитное поле статора.
3. Назначение и устройство АЭ-92.
4. Принцип действия асинхронного двигателя.
5. Скольжение асинхронного двигателя.

Устройство асинхронного двигателя

Асинхронный двигатель состоит из статора и ротора. **Статор** включает в себя корпус, подшипниковые щиты, сердечник и обмотку.

Ротор включает в себя вал, сердечник и обмотку.

Сердечники и статора и ротора выполняются из листов электротехнической стали. В зависимости от типа обмотки ротор может быть фазным и короткозамкнутым.

Устройство асинхронного двигателя

Обмотка статора состоит из отдельных катушек, объединенных в группы по числу фаз. В каждой фазе катушки электрически соединены.

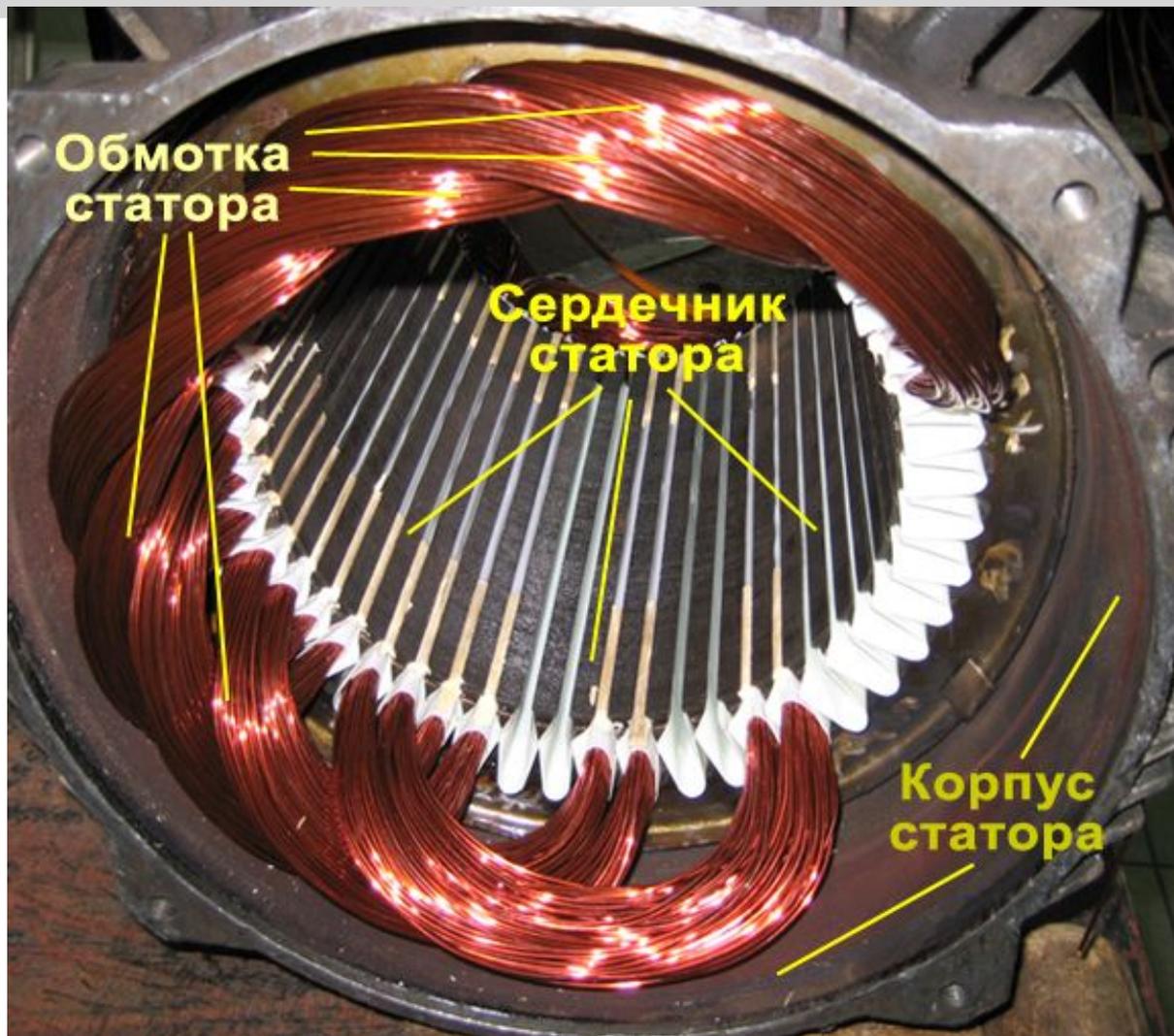


Начала и концы фаз выводятся к шести зажимам для того, чтобы можно было подключать обмотку статора по схеме «звезда» или «треугольник». При последовательном согласном соединении каждые три катушки дают пару полюсов.

Устройство асинхронного двигателя



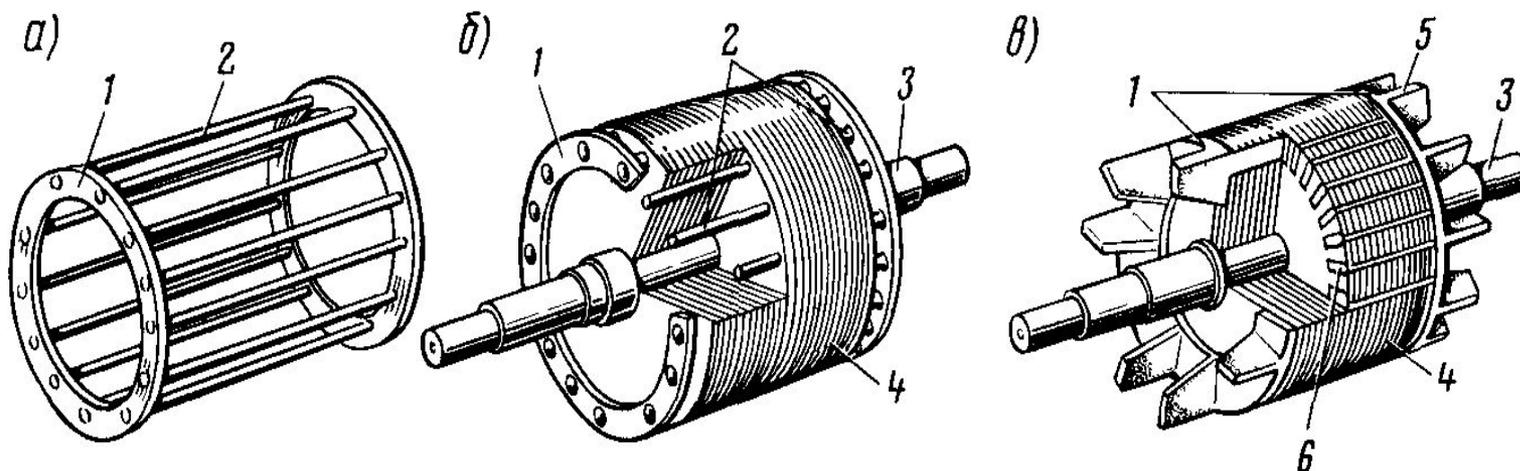
Устройство асинхронного двигателя



Устройство асинхронного двигателя

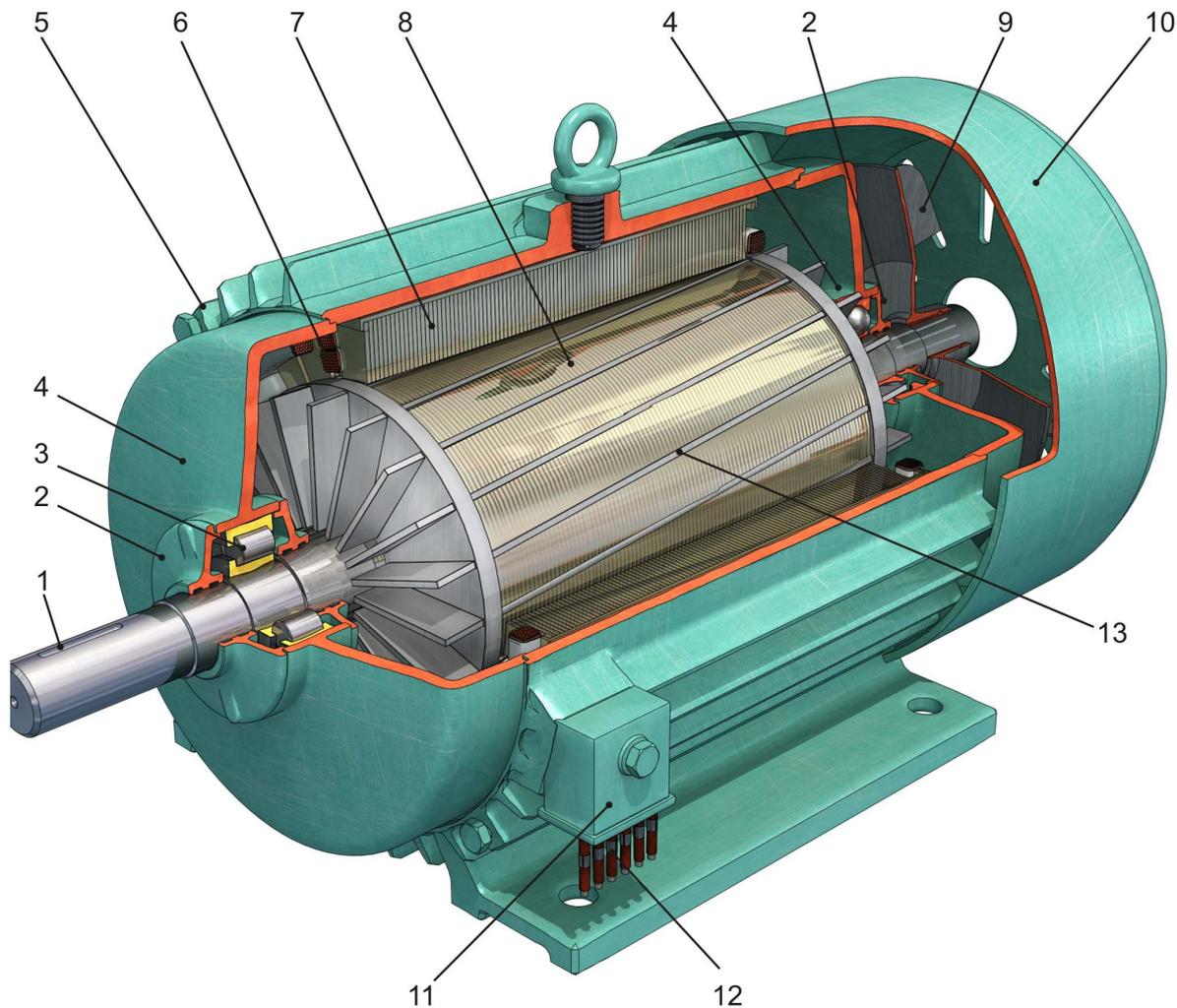
Обмотка короткозамкнутого ротора имеет вид беличьей клетки. Она выполнена из медных или алюминиевых стержней, замкнутых накоротко с торцов двумя кольцами. Стержни обмотки вставляют в пазы сердечника ротора без изоляции, т.к. напряжение в короткозамкнутой обмотке ротора равно нулю. Достоинствами двигателей с короткозамкнутым ротором являются простота конструкции и надежность в эксплуатации. Недостатки – большой пусковой ток и сравнительно малый пусковой момент.

Устройство асинхронного двигателя



a — беличья клетка, *б* — ротор с беличьей клеткой из стержней, *в* — ротор с литой беличьей клеткой, 1 — короткозамыкающие кольца, 2 — стержни, 3 — вал, 4 — сердечник ротора, 5 — вентиляционные лопасти, 6 — стержни литой клетки

Устройство асинхронного двигателя



Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором:

- 1 – вал ротора;
- 2 – крышка подшипника;
- 3 – подшипник;
- 4 – подшипниковый щит;
- 5 – корпус;
- 6 – обмотка статора;
- 7 – сердечник статора;
- 8 – короткозамкнутый ротор;
- 9 – вентилятор;
- 10 – кожух; 11 – коробка выводов;
- 12 – выводы обмотки статора;
- 13 – обмотка ротора.

Устройство асинхронного двигателя

Обмотка фазного ротора состоит из трех, шести, девяти т.д. катушек (в зависимости от числа полюсов машины), сдвинутых одна относительно другой на 120° (в двухполюсной машине), 60° (в четырехполюсной) и т.д.

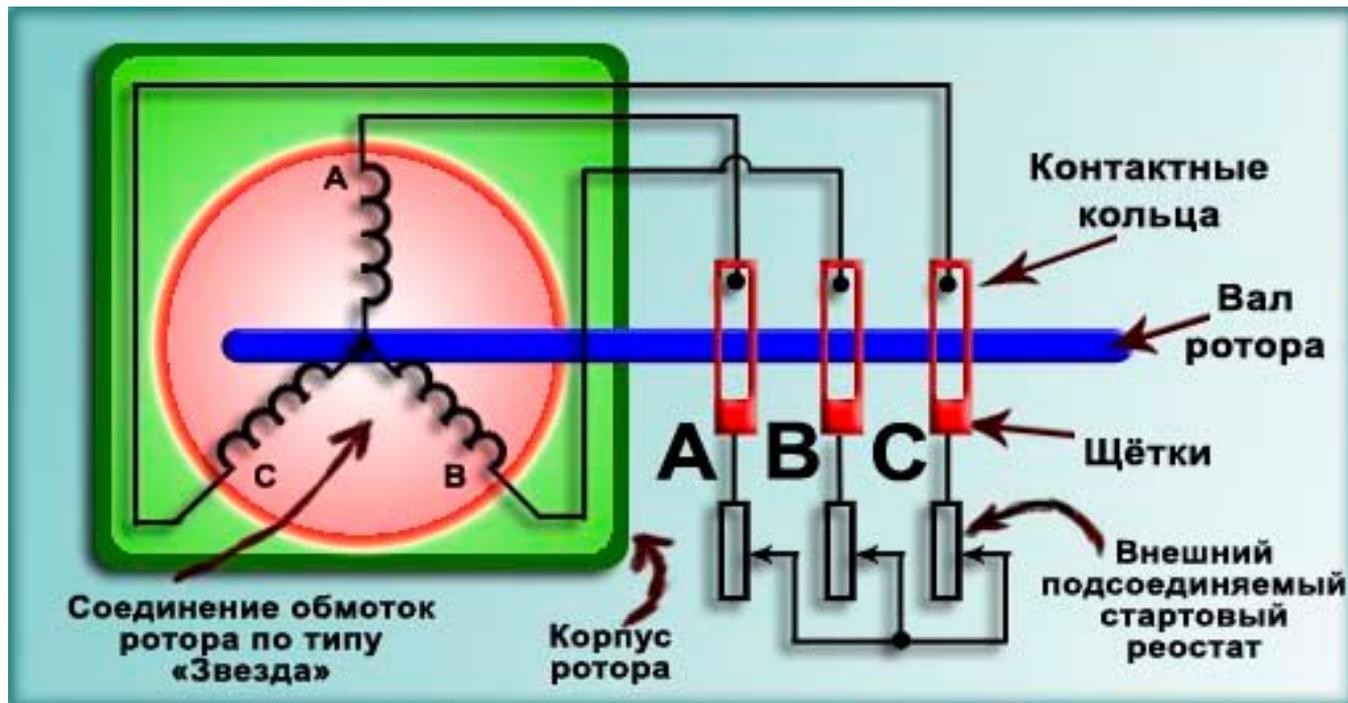
С одной стороны контакты проводников фазного ротора соединяются вместе в общую точку («звезда»), а противоположные концы выводятся на контактные кольца, к которым посредством щеток подключают трехфазный реостат.

Достоинством двигателей с фазным ротором является большой пусковой момент. Недостаток – сложность конструкции

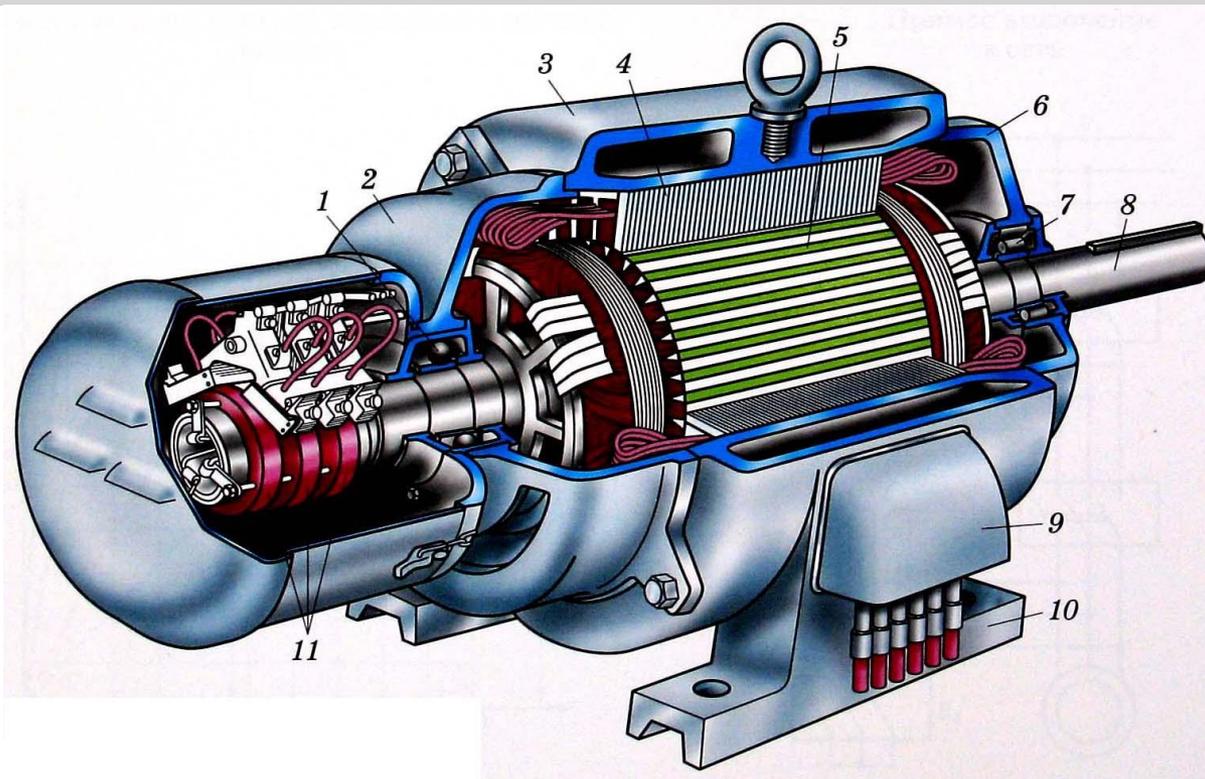


Устройство асинхронного двигателя

Подключение внешнего сопротивления в обмотку ротора используется для облегчения пуска двигателя и для контроля скорости двигателя. По мере пуска добавочное сопротивление в обмотке ротора уменьшают. Это происходит или плавно, или ступенчато, в зависимости от используемой пусковой аппаратуры.



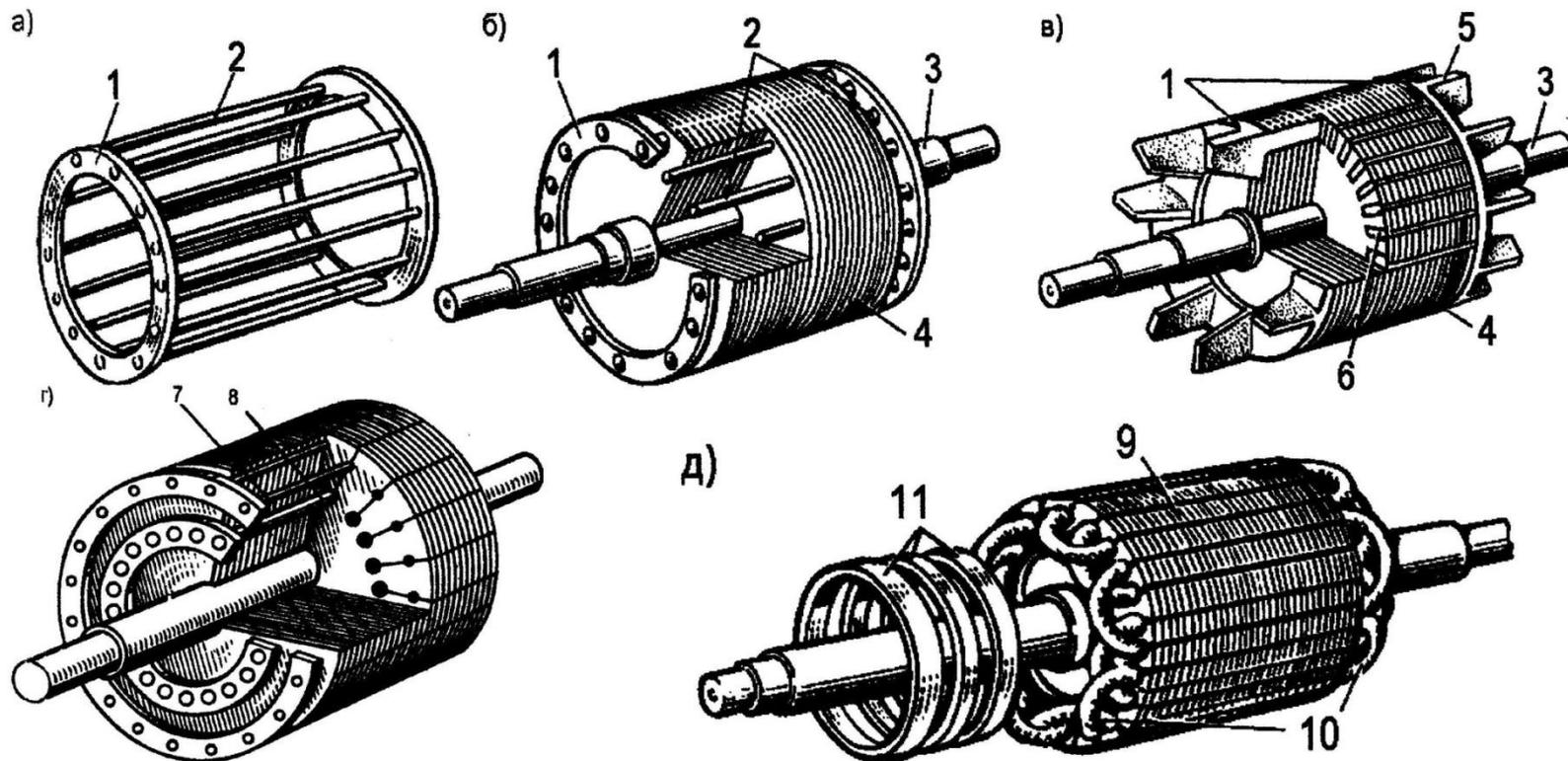
Устройство асинхронного двигателя



Асинхронный двигатель с фазным ротором:
1, 7 – подшипники; 2, 6 – подшипниковые щиты; 3 – корпус; 4 – сердечник статора с обмоткой; 5 – ротор; 8 – вал; 9 – коробка выводов; 10 – лапы; 11 – контактные кольца.

Устройство асинхронного двигателя

КОНСТРУКЦИЯ РОТОРОВ АСИНХРОННЫХ МАШИН



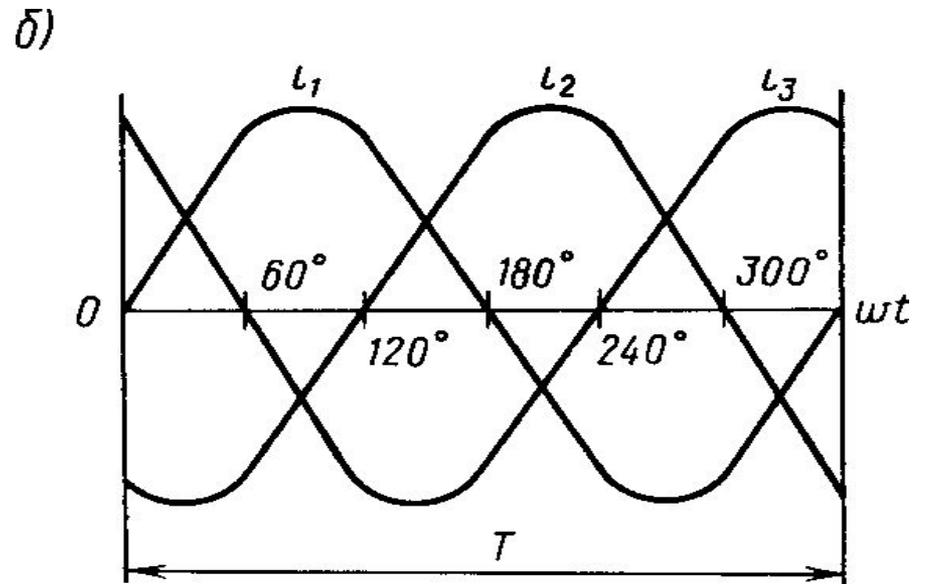
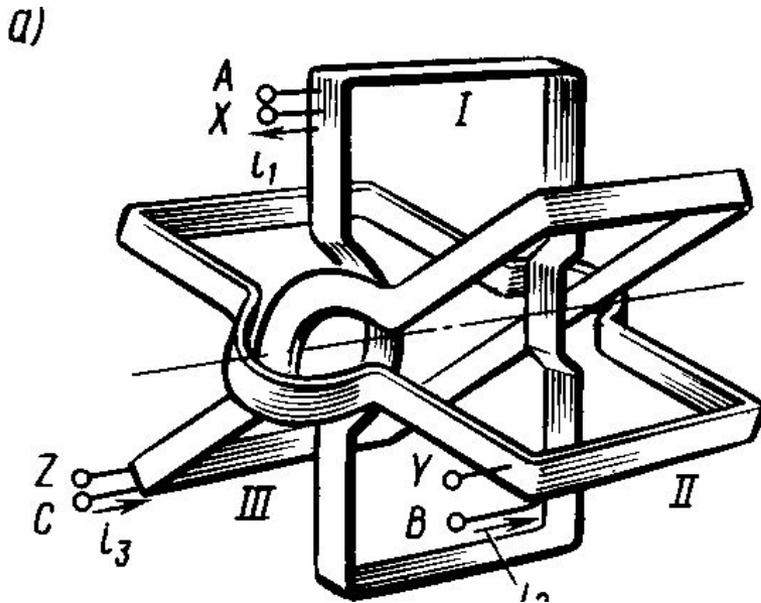
а) беличья клетка; б) ротор с беличьей клеткой из стержней; в) ротор с литой беличьей клеткой; г) ротор с двойной беличьей клеткой; д) фазный ротор.

1 – короткозамыкающие кольца; 2 – стержни; 3 – вал; 4 – сердечник ротора; 5 – вентиляционные лопасти; 6 – стержни литой клетки; 7 – наружная клетка; 8 – внутренняя клетка; 9 – сердечник ротора; 10 – обмотка ротора; 11 – контактные кольца.

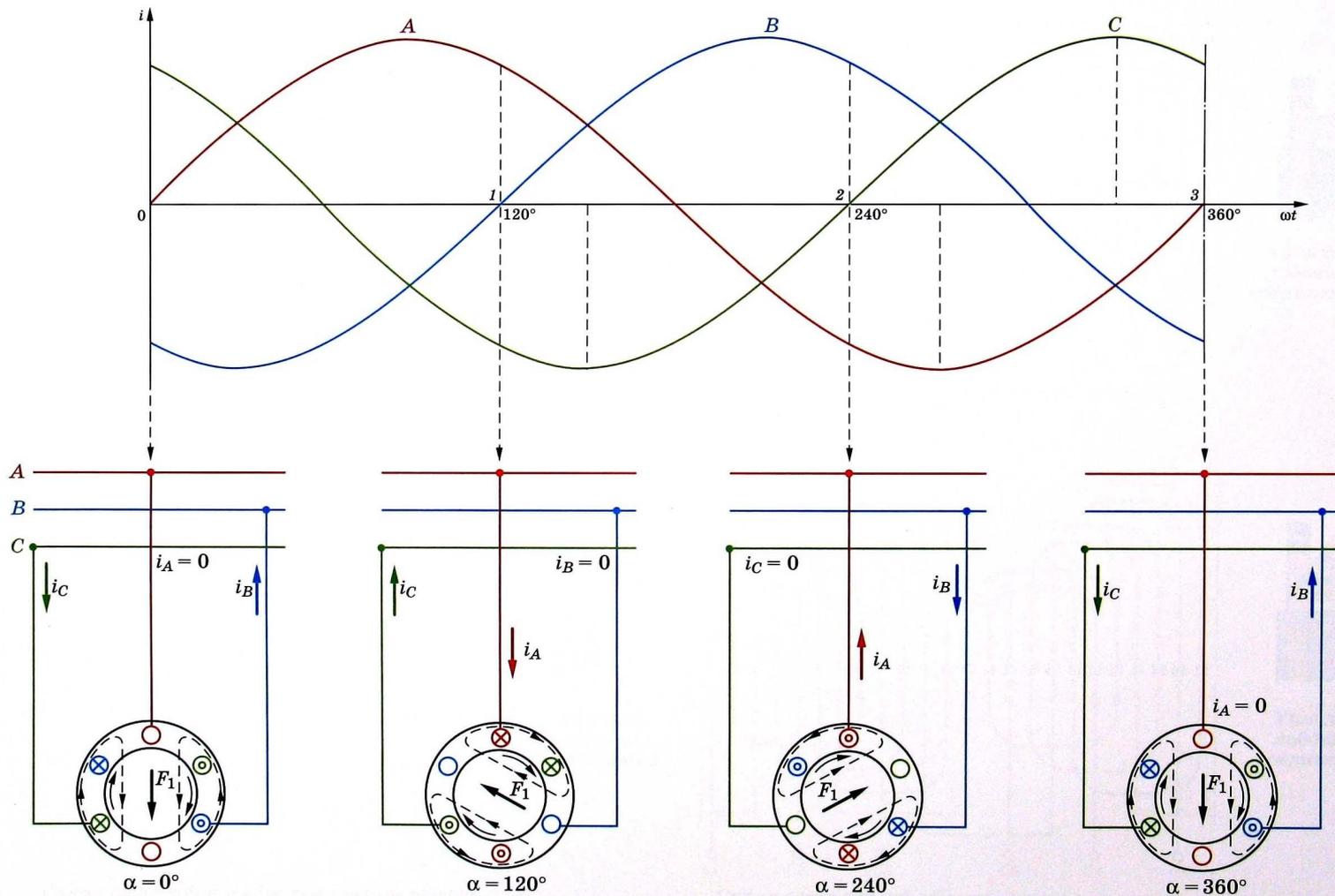
Вращающееся магнитное поле

Электрические машины переменного тока подразделяются на два основных вида: *асинхронные* и *синхронные*. Принцип действия этих машин основан на использовании вращающегося магнитного поля.

В двухполюсной машине переменного тока вращающееся поле создается при питании трехфазным током трех катушек (фаз) оси которых, сдвинуты одна относительно другой в пространстве на 120° .



Вращающееся магнитное поле



Вращающееся магнитное поле

Продолжая рассматривать процесс прохождения токов, по катушкам обмотки статора, можно легко доказать, что в течение одного периода изменения тока магнитный поток машины, а следовательно, и находящийся в ее поле магнит повернется на один оборот.

Т.о., при питании трехфазным током трех катушек, сдвинутых одна относительно другой на угол 120° , возникает магнитное поле, вращающееся в пространстве с постоянной частотой вращения.

Назначение и устройство АЭ-92

Асинхронный двигатель АЭ92-4/02.

А – асинхронный;

Э – электровозный;

9 – диаметр сердечника статора 900 мм;

2 – длина сердечника статора 200 мм;

4 – число полюсов рабочих обмоток.

Асинхронный трёхфазный электродвигатель с короткозамкнутым ротором служит приводом главных компрессоров и центробежных вентиляторов электровозов переменного тока.

Назначение и устройство АЭ-92

Техническая характеристика:

Напряжение линейное	В	380
Ток фазный	А	90
Мощность	кВА	40
Частота тока	Гц	50
Частота вращения ротора	об/мин	1425
КПД	-	0,855
Масса	кг	390 – 400

Назначение и устройство АЭ-92

Состоит из стальной сварной *станины* образованной из двух торцовых колец приваренных к продольным рёбрам и обшивки. В станине закреплён сердечник статора состоящий из шихтованных листов электротехнической стали, в пазах которой уложена обмотка.

Обмотка статора состоит из жёстких пропитанных катушек (медь прямоугольного сечения) которая в пазах статора закреплены клиньями. Изоляция обмотки применена класса Н, 6 выводов обмотки статора начало и конец закреплены в коробке выводов, расположенной на станине (две пары полюсов). Вывода соединены по схеме звезда.

Назначение и устройство АЭ-92

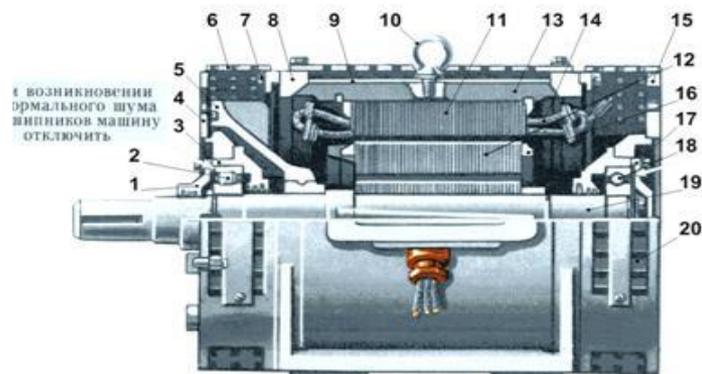
Ротор состоит из шихтованного сердечника так же набранного из листов электротехнической стали. Пазы сердечника залиты алюминиевым сплавом который образует короткозамкнутую обмотку в виде «беличьего» колеса. В сердечнике ротора имеются осевые вентиляционные каналы. Ротор вместе с валом вращается в подшипниках установленных в капсулах подшипниковых щитов.

Подшипниковые щиты крепят болтами к торцовым кольцам. Подшипники закрывают крышками для защиты от пыли и грязи. Подшипниковые щиты стальные, сварные, имеют вентиляционные окна с сетками. К щиту крепятся 2 лабиринтные крышки (внутренняя и наружная) которые в системе образуют капсулу для подшипников. В капсулу заправляют смазку.

Назначение и устройство АЭ-92

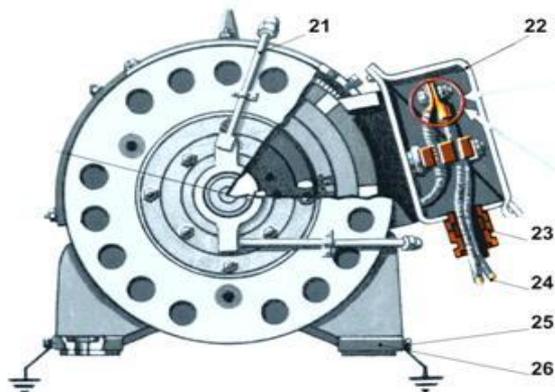
Внутри двигатель снабжён *вентилятором*. Вентилятор центробежный, с радиальными лопатками и направляющим диском, обтекаемой формы отлит из алюминиевого сплава. Вентилятор засасывает воздух с противоположной стороны через окна и отверстия в подшипниковом щите. Поступающий воздух охлаждает лобные части обмоток статора, после чего выбрасывается наружу через окна в подшипниковом щите.

Назначение и устройство АЭ-92

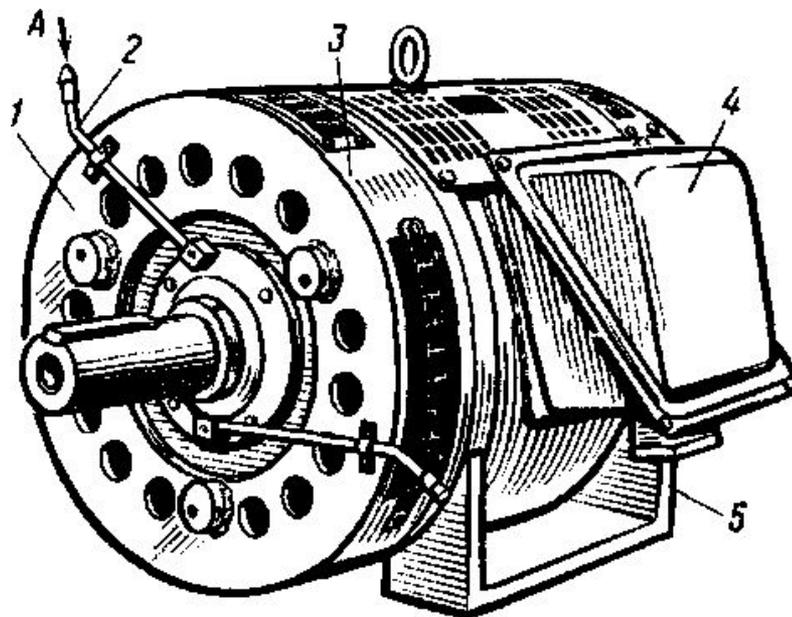


При возникновении
нормального шума
выключить машину

Не допускается
сильный нагрев
крышки подшипников
(выше 80°)



Не допускается



- 1 – крышка лабиринтная
- 2 – подшипники
- 3 – капсула подшипника
- 4 – подшипниковый щит
- 5 – вентилятор
- 6 – сетка
- 7 – болт
- 8 – кольцо стопорное
- 9 – обшивка станины

- 10 – болт грузовой
- 11 – сердечник статора
- 12 – сердечник ротора
- 13 – ребро станины
- 14 – обмотка статора
- 15 – подшипниковый щит
- 16 – клетка ротора
- 17 – крышка подшипника
- 18 – подшипники

- 19 – вал
- 20 – сетка
- 21 – маслопровод
- 22 – коробка выводов
- 23 – гайка сальника
- 24 – провод
- 25 – болт заземления
- 26 – лапа станины

Принцип действия асинхронного двигателя

$U \rightarrow \text{ВМП} \rightarrow \text{ЭДС в обм. ротора} \rightarrow \dot{i}_{\text{рот.}} \rightarrow F_{\text{эл.магн.}} \rightarrow M \rightarrow$
 $\rightarrow \text{ротор вращается в ту же сторону, что и МП статора}$

Частота вращения магнитного поля статора обозначается – n_1 , и определяется по формуле:

$$n_1 = \frac{60 f}{P}$$

где: f – частота питающего тока

P – число пар полюсов

60 – коэффициент перевода единиц измерения из об/сек в об/мин

Принцип действия асинхронного двигателя

Кол-во стат. обм.	Кол-во пар полюсов (P)	Подсчет n_1 по формуле	Значение n_1 (об/мин)	Примечание
3	1	$60 \times 50 / 1$	3000	3 обмотки по кругу занимают пространство 360° , поэтому за один период изменения тока магнитное поле повернется на 360° .
6	2	$60 \times 50 / 2$	1500	3 обмотки из 6 по кругу занимают пространство 180° , поэтому за один период изменения тока магнитное поле повернется на 180° .
9	3	$60 \times 50 / 3$	1000	3 обмотки из 9 по кругу занимают пространство 120° , поэтому за один период изменения тока магнитное поле повернется на 120° .

Каждые 3 обмотки у асинхронного двигателя приравниваются к одной паре полюсов

Скольжение асинхронного двигателя

Частота вращения ротора обозначается – n_2
Для того, чтобы на валу ротора создавался вращающий момент, необходимо выполнение данного условия:

$$n_2 < n_1$$

Поэтому такие двигатели называются асинхронными. Приставка «а» означает «не», то есть несинхронные двигатели.

Отставание ротора от магнитного поля статора характеризуется **скольжением (S)**. Скольжение определяется по данной формуле:

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100\%$$

Скольжение асинхронного двигателя

Скольжение показывает, на сколько процентов частота вращения ротора меньше частоты вращения магнитного поля статорных обмоток. Значение n_2 при определенном скольжении для различных асинхронных двигателей приведены в таблице:

Количество статорных обмоток	Количество пар полюсов (P)	n_1 (об/мин)	S (%)	n_2 (об/мин)
3	1	3000	4	2880
6	2	1500	4	1440
9	3	1000	4	960

Домашнее задание

1. А.В. Грищенко «Электрические машины и преобразователи подвижного состава», стр. 215-220.
2. А.А. Дайлидко «Электрические машины тягового подвижного состава », стр. 119-141, 143-146.
3. Работа с конспектом.
4. Подготовка к опросу по пройденному материалу.



Спасибо за внимание

Желаю успехов!