



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.

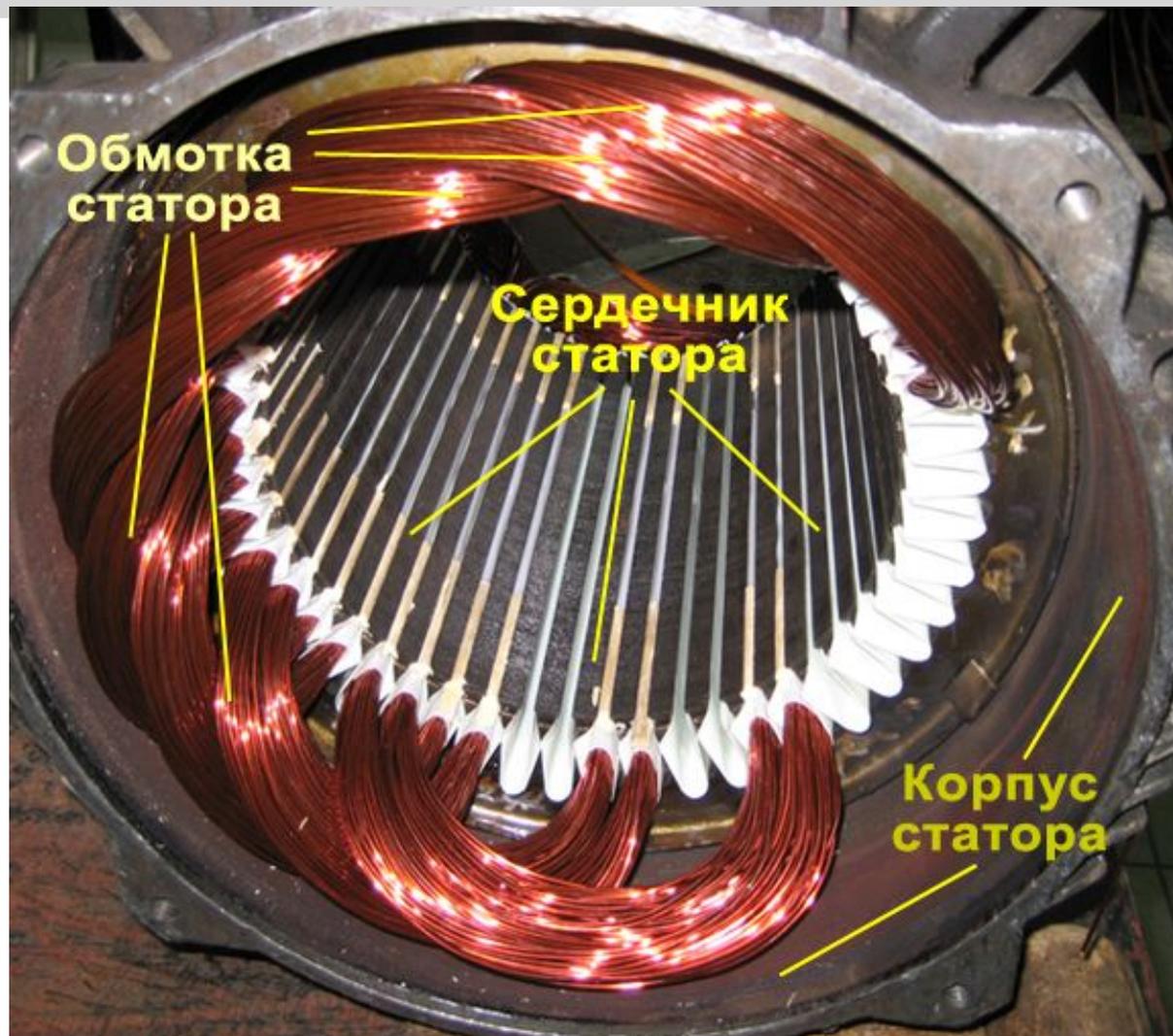


Начала и концы фаз выводятся к шести зажимам для того, чтобы можно было подключать обмотку статора по схеме «звезда» или «треугольник». При последовательном согласном соединении каждые три катушки дают пару полюсов.

# Устройство асинхронного двигателя



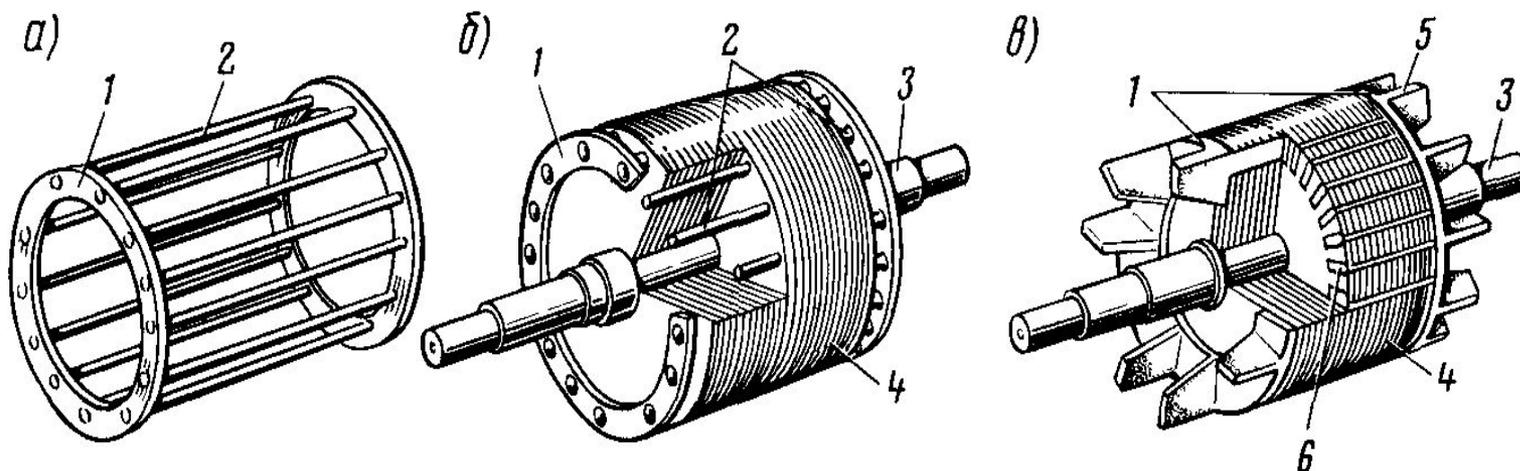
# Устройство асинхронного двигателя



# Устройство асинхронного двигателя

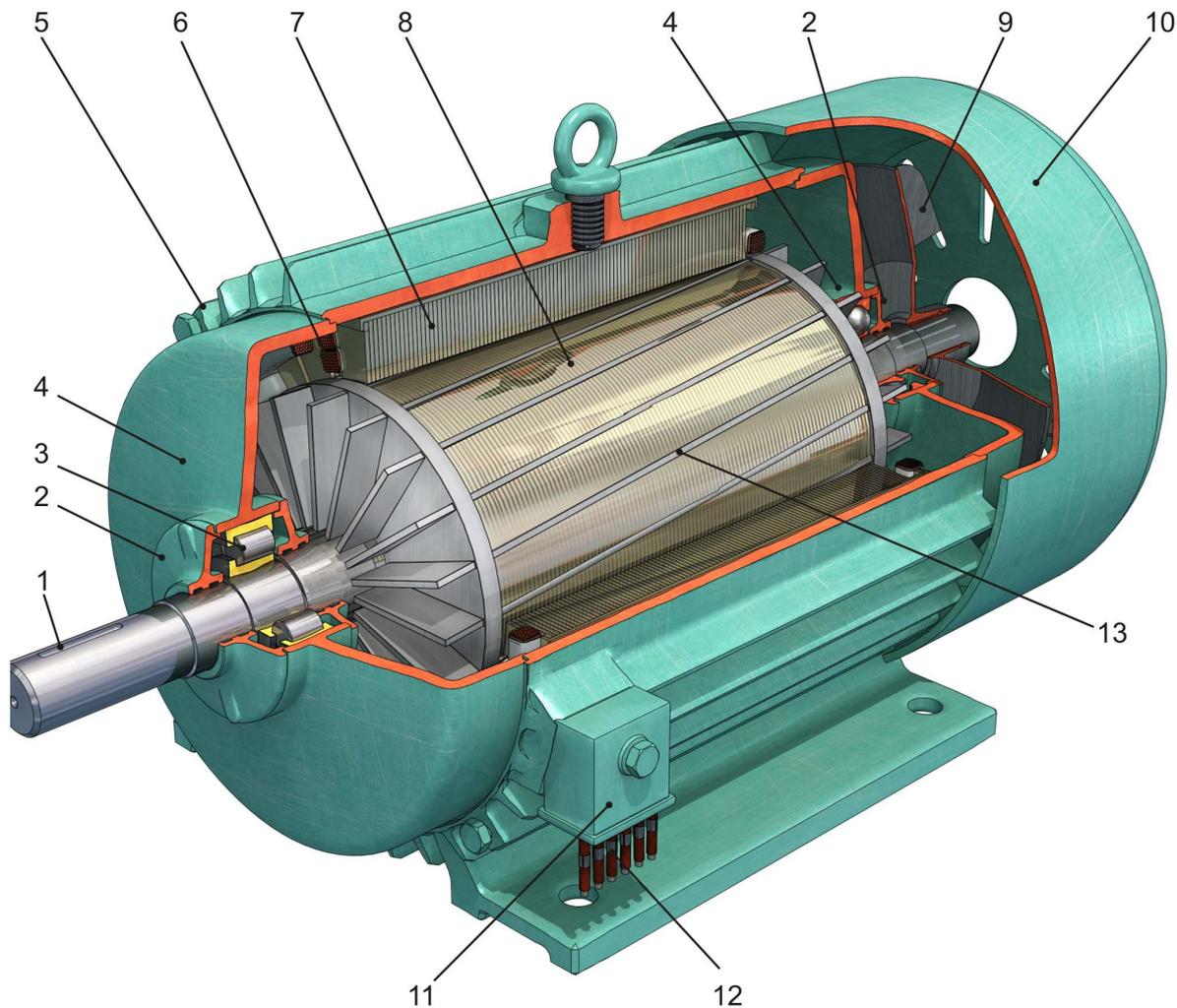
*Обмотка короткозамкнутого ротора* имеет вид беличьей клетки. Она выполнена из медных или алюминиевых стержней, замкнутых накоротко с торцов двумя кольцами. Стержни обмотки вставляют в пазы сердечника ротора без изоляции, т.к. напряжение в короткозамкнутой обмотке ротора равно нулю. Достоинствами двигателей 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  $120^\circ$  (в двухполюсной машине),  $60^\circ$  (в четырехполюсной) и т.д.

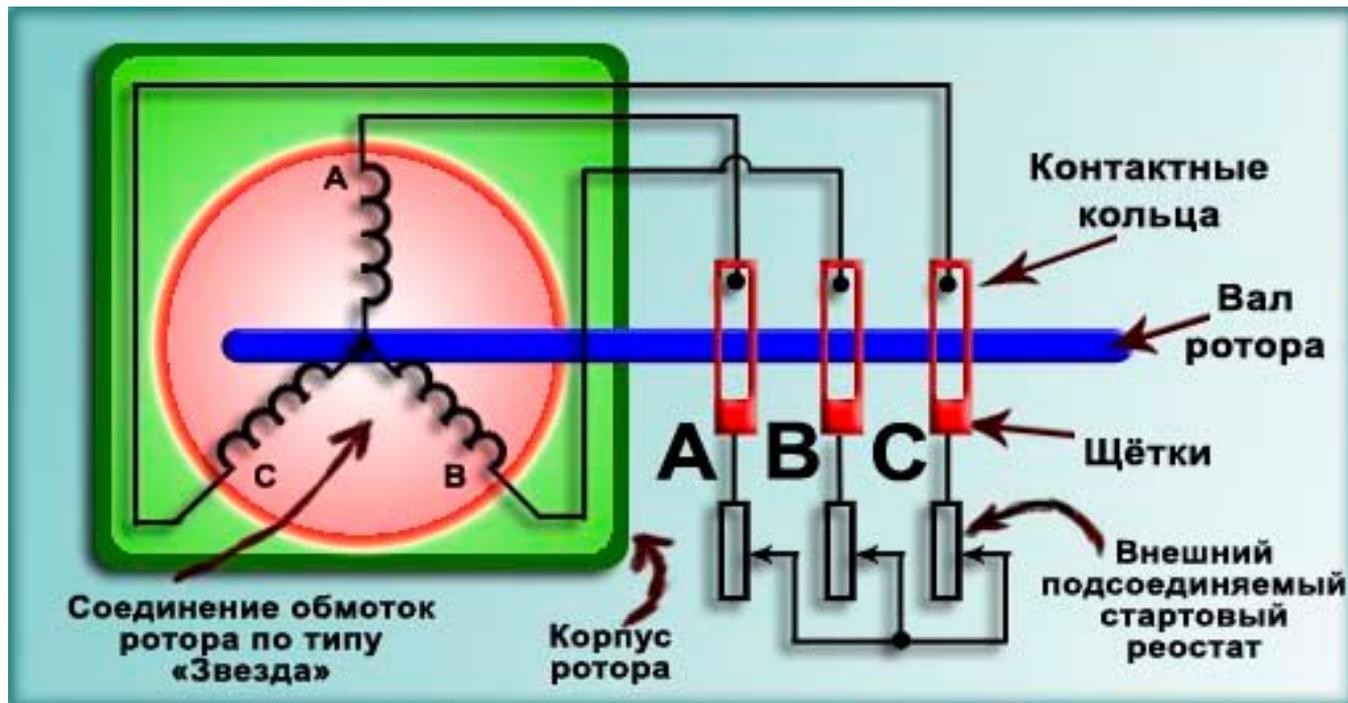
С одной стороны контакты проводников фазного ротора соединяются вместе в общую точку («звезда»), а противоположные концы выводятся на контактные кольца, к которым посредством щеток подключают трехфазный реостат.

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

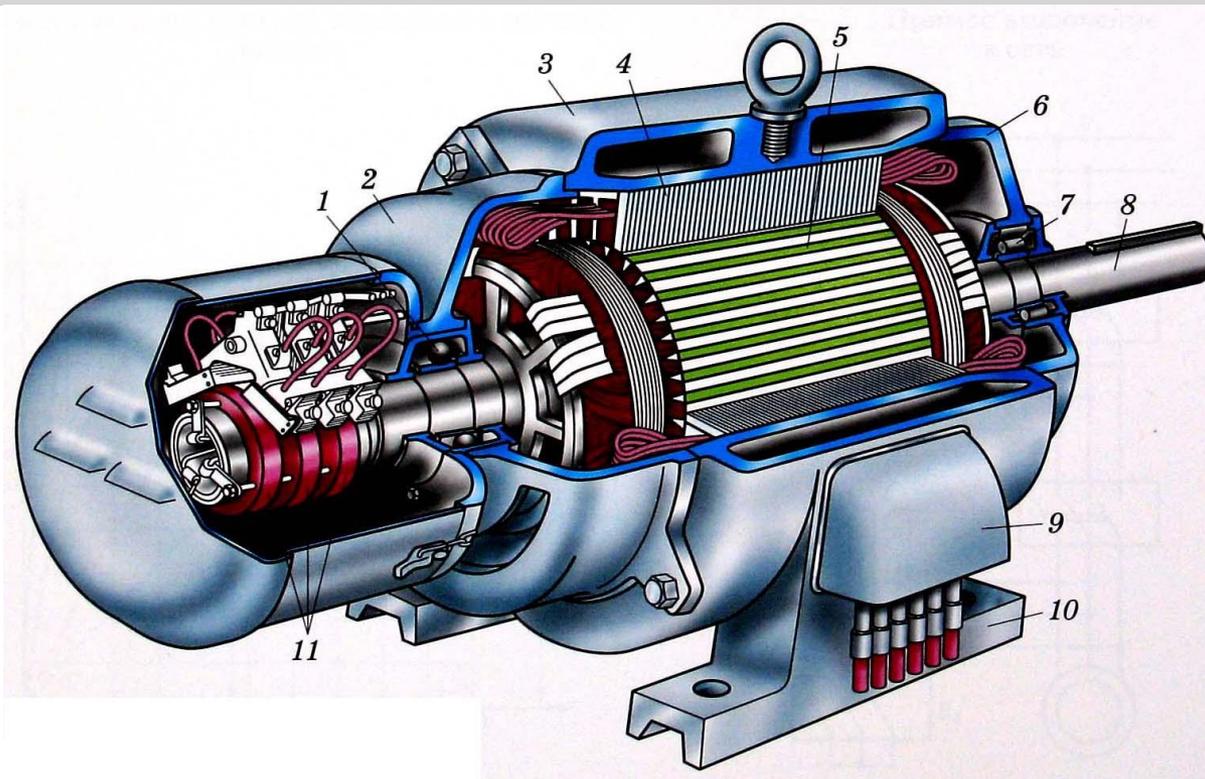


# Устройство асинхронного двигателя

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.



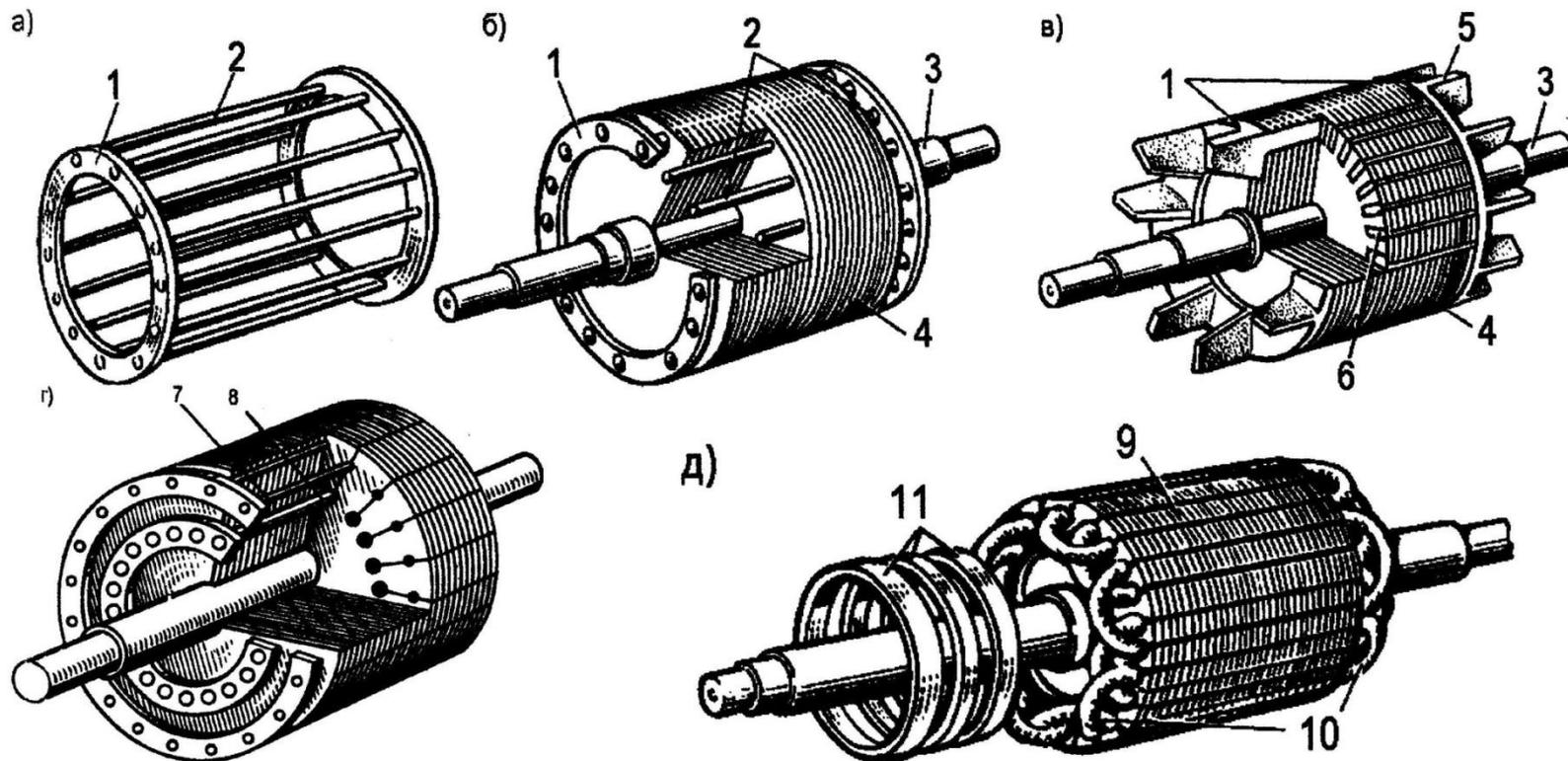
# Устройство асинхронного двигателя



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



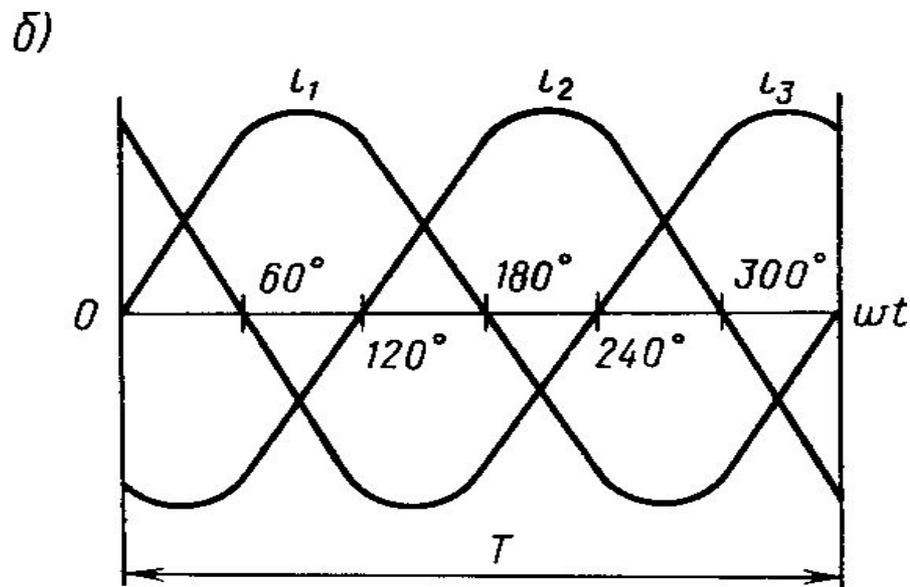
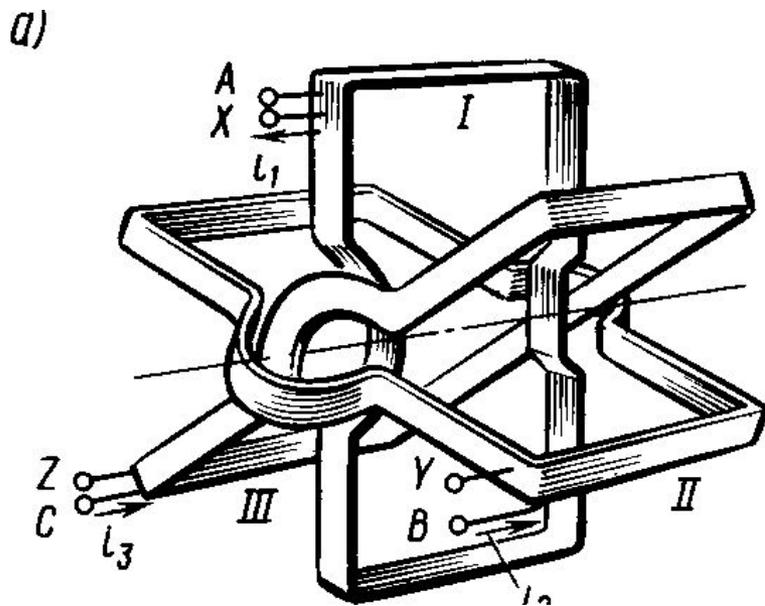
а) беличья клетка; б) ротор с беличьей клеткой из стержней; в) ротор с литой беличьей клеткой; г) ротор с двойной беличьей клеткой; д) фазный ротор.

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.

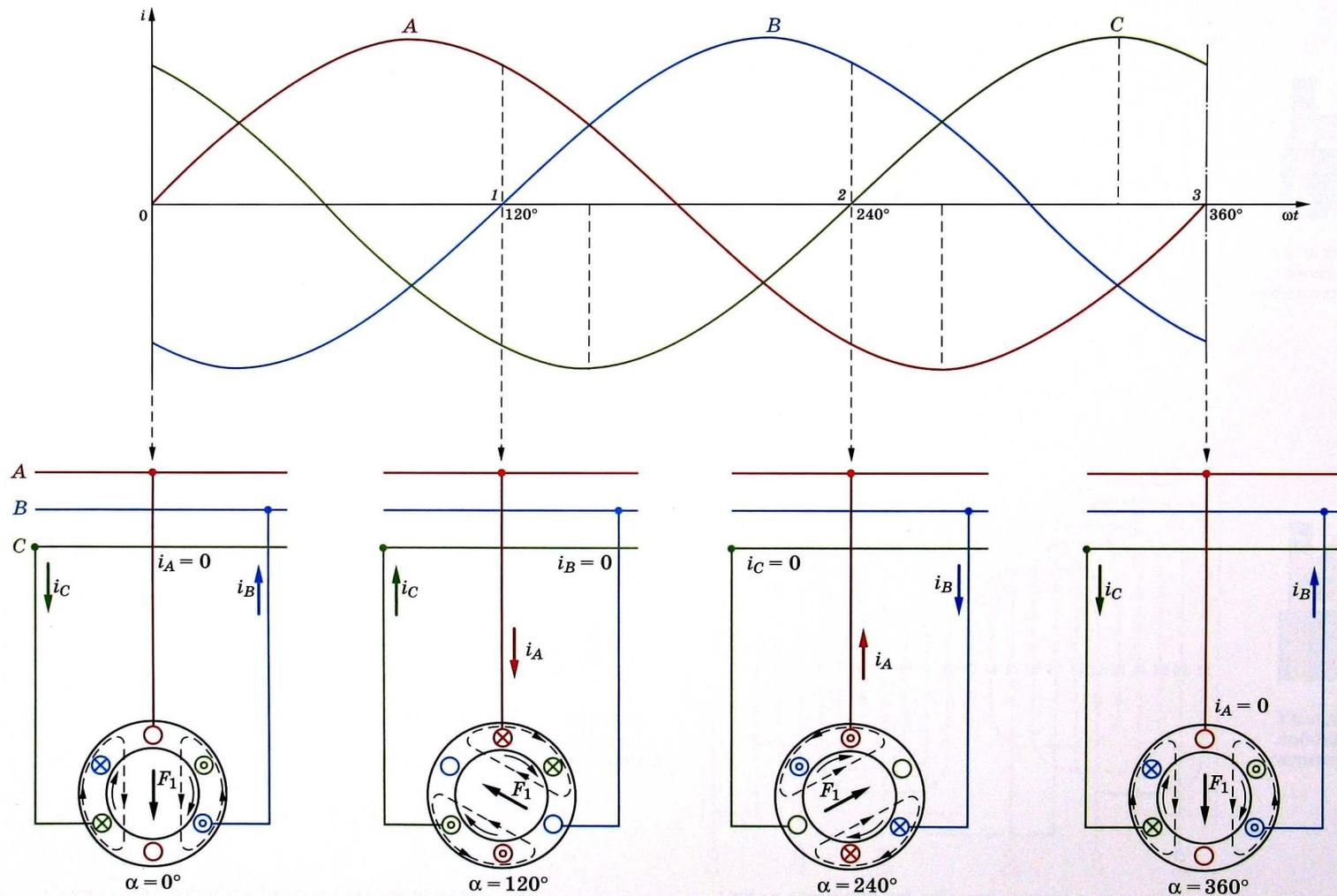
# Вращающееся магнитное поле

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  $120^\circ$ .



# 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  $120^\circ$ , 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

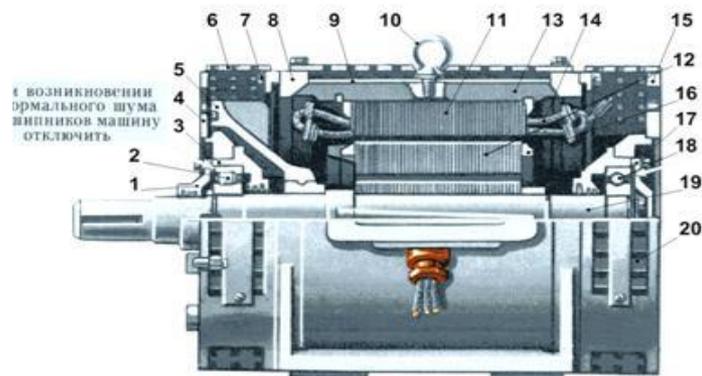
**Ротор** состоит из шихтованного сердечника так же набранного из листов электротехнической стали. Пазы сердечника залиты алюминиевым сплавом который образует короткозамкнутую обмотку в виде «беличьего» колеса. В сердечнике ротора имеются осевые вентиляционные каналы. Ротор вместе с валом вращается в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

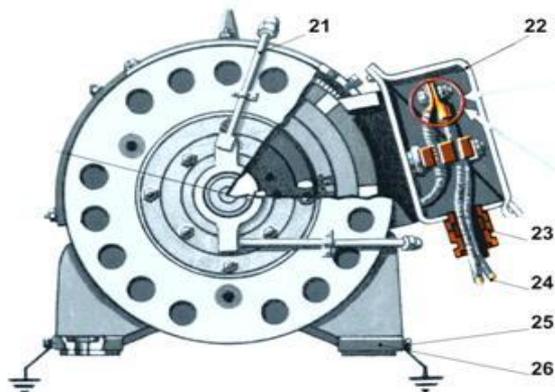
Внутри двигатель снабжён *вентилятором*. Вентилятор центробежный, с радиальными лопатками и направляющим диском, обтекаемой формы отлит из алюминиевого сплава. Вентилятор засасывает воздух с противоположной стороны через окна и отверстия в подшипниковом щите. Поступающий воздух охлаждает лобные части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

# Назначение и устройство АЭ-92

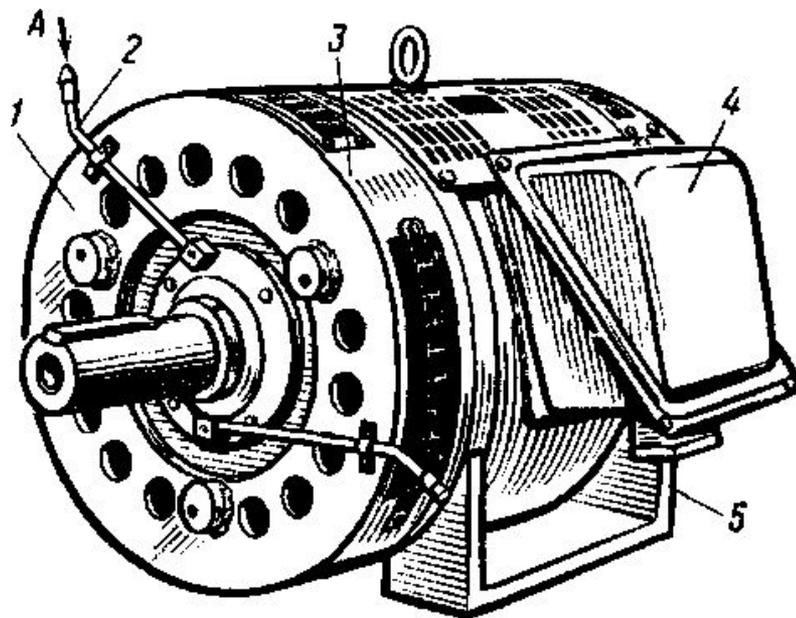


При возникновении нормального шума выпиников машину отключить.

Не допускается сильный нагрев крышки подшипников (выше 80°)



Не допускается



- |                        |                        |                      |
|------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 – крышка лабиринтная | 10 – болт грузовой     | 19 – вал             |
| 2 – подшипники         | 11 – сердечник статора | 20 – сетка           |
| 3 – капсула подшипника | 12 – сердечник ротора  | 21 – маслопровод     |
| 4 – подшипниковый щит  | 13 – ребро станины     | 22 – коробка выводов |
| 5 – вентилятор         | 14 – обмотка статора   | 23 – гайка сальника  |
| 6 – сетка              | 15 – подшипниковый щит | 24 – провод          |
| 7 – болт               | 16 – клетка ротора     | 25 – болт заземления |
| 8 – кольцо стопорное   | 17 – крышка подшипника | 26 – лапа станины    |
| 9 – обшивка станины    | 18 – подшипники        |                      |

# 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 $360^\circ$ , поэтому за один период изменения тока магнитное поле повернется на $360^\circ$ .
6	2	$60 \times 50 / 2$	1500	3 обмотки из 6 по кругу занимают пространство $180^\circ$ , поэтому за один период изменения тока магнитное поле повернется на $180^\circ$ .
9	3	$60 \times 50 / 3$	1000	3 обмотки из 9 по кругу занимают пространство $120^\circ$ , поэтому за один период изменения тока магнитное поле повернется на $120^\circ$ .

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)
<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3000</b>	<b>4</b>	<b>2880</b>
<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1500</b>	<b>4</b>	<b>1440</b>
<b>9</b>	<b>3</b>	<b>1000</b>	<b>4</b>	<b>960</b>

## 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!**