

Лекция №10

(Фамилия И. О.; группа; число)

Вопросы лекции: назначение и принцип действия асинхронных машин; устройство; серии; вращающееся магнитное поле .

Литература: Сукманов В. И. Электрические машины и аппараты. – М.; Колос, 2001, с. 130...142;

М. П. Костенко, Л. М. Пиотровский. Электрические машины. М.Л.; ГЭИ, 1958, с. 28...33.

11. НАЗНАЧЕНИЕ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И УСТРОЙСТВО АСИНХРОННЫХ МАШИН

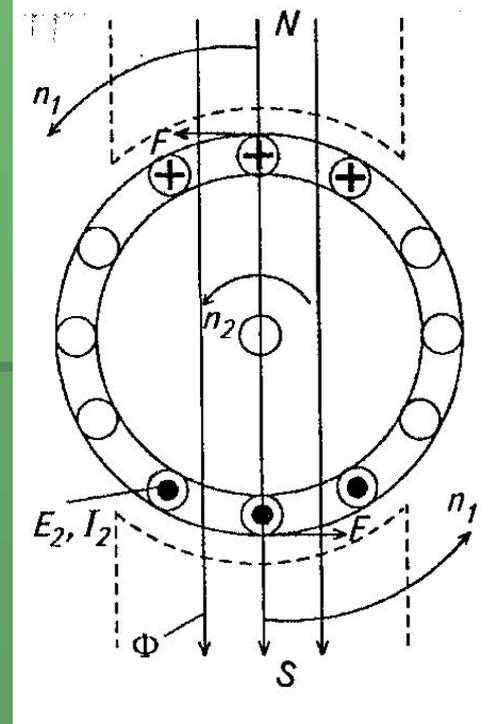
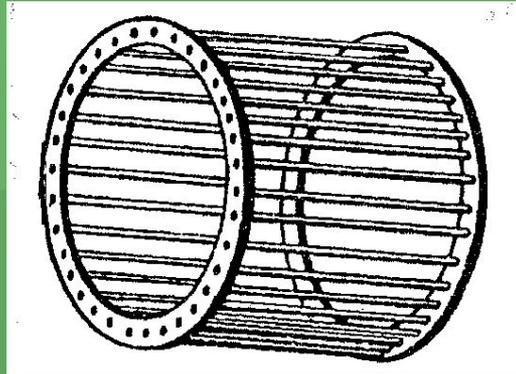
11.1 НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Определение: ...

Использование: ...

Принцип действия: ...





$$n_1 \longrightarrow E_2 \longrightarrow I_2 \longrightarrow \psi_2 \longrightarrow \vec{F}_2 \longrightarrow M = C_M \Phi_m I_2 \cos \psi_2 \longrightarrow n_2$$

$$n_2 \neq n_1 \longrightarrow S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}; \quad S\% = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100. \longrightarrow n_2 = n_1(1 - s);$$

$$s = 0,$$

$$s_{\text{HOM}} \approx 0,025 \dots 0,07.$$

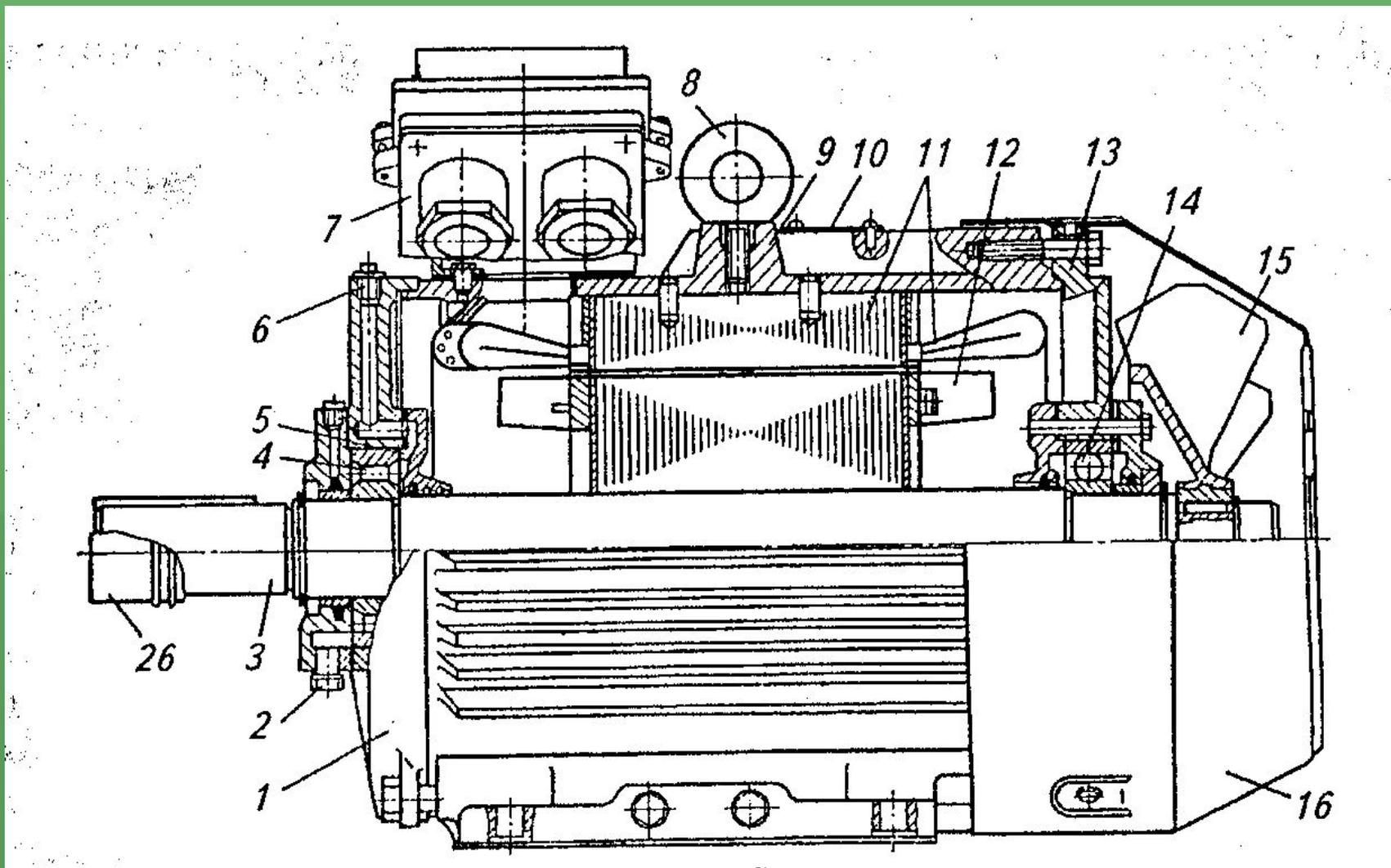
$$s = 1,$$

$$s > 1.$$

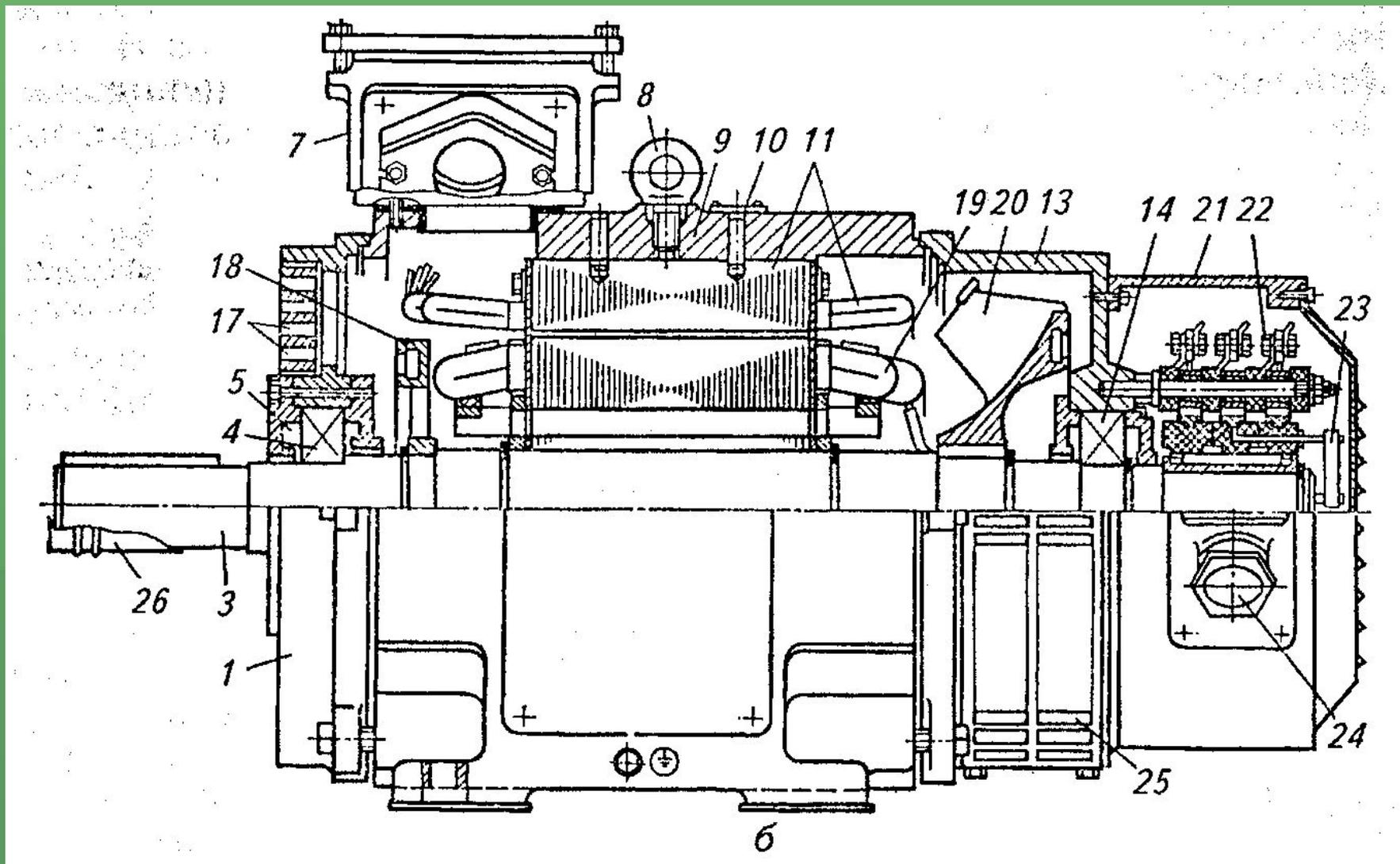
$$s < 0.$$

11.2. УСТРОЙСТВО АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

АД с короткозамкнутым ротором



АД с фазным ротором



Статор ...

Обмотка статора ...

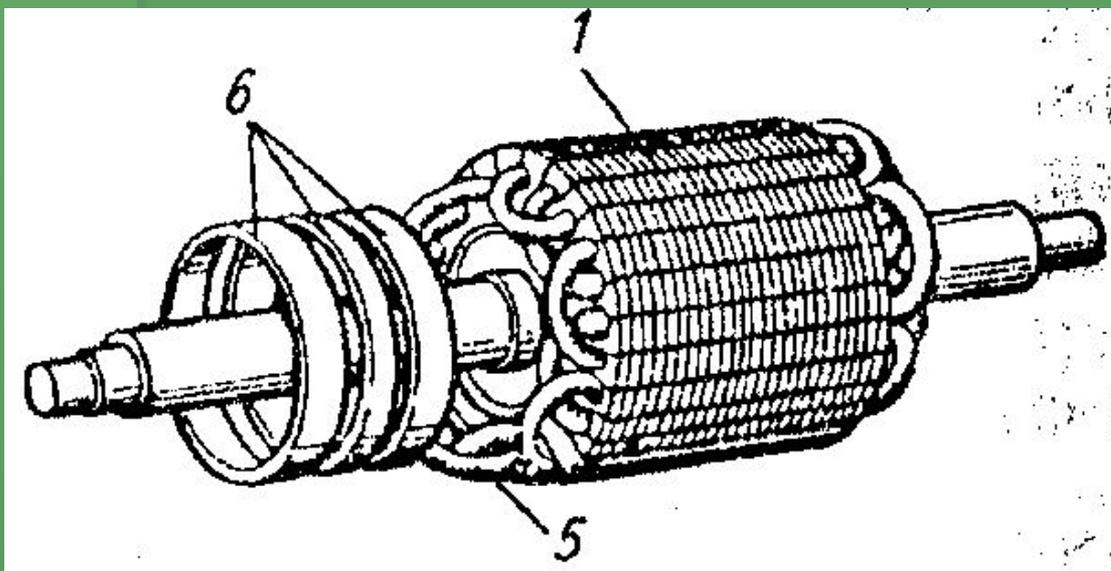
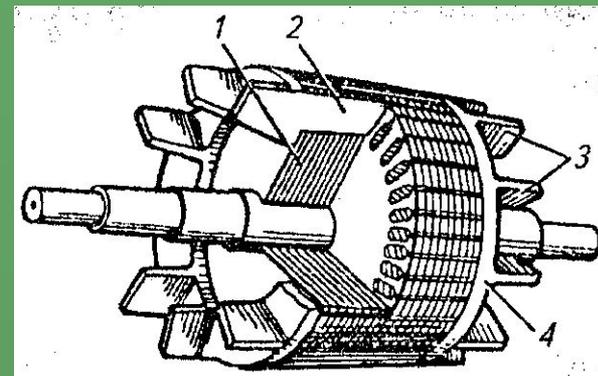
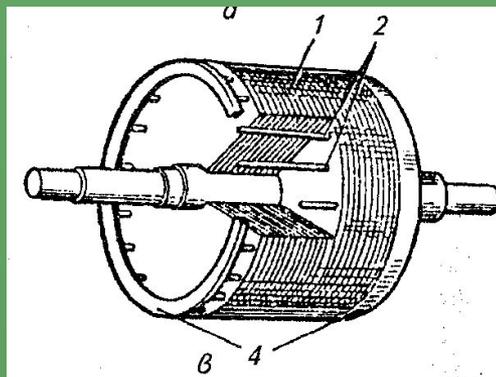
$U_1-U_2; V_1-V_2; W_1-W_2.$

C_1-C_4, C_2-C_5 и C_3-C_6

Ротор:

короткозамкнутый →

фазный ↙



Паспортные данные:

мощность;

напряжение;

ток;

частота вращения;

КПД и $\cos\phi$;

класс изоляции.

11.3. СЕРИИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

1951 г - Серия А (А, АО)

1959г - Серия А2 и АО2

1972г - Серия 4А и 4АМ

1981г - Серия АИР

1992г - Серия РА

1996г - Серия 5А

Каждая из серий характеризуется:

- диапазоном мощностей;
- количеством ступеней шкалы мощностей;
- фазными напряжениями обмоток (220/380В; 380/660В);
- синхронной частотой вращения (500...3000 об/мин);
- высотой оси вращения до опорной плоскости (габаритом);
- исполнением (основное и специализированные)

Структура обозначений электродвигателей:

X0X1X2X3X4X5X6X7X8X9

X0 - номер серии (**4А**, **АИР**, **АО** и т. д.);

X1 – исполнение (**Н** – защищённое; **□** - закрытое обдуваемое);

X2 – модификация (**□** - двигатель с КЗР; **К** – с фазным ротором; с повышенным: **С** - скольжением; **Р** –пусковым моментом);

X3 – материал (станина и подшипниковые щиты: **□**- чугунные;**А** – алюминиевые; **Х** – разные);

X4 – **цифра**, указывающая высоту оси вращения;

X5 – длина (**С** – меньшая; **М** – средняя; **Л** – большая)

X6 – длина сердечника статора (**А** – меньшая, **В** – большая, **□** - станины и сердечники одной длины)

X7 – число полюсов (**2**, **4**, **6** и т. д.)

X8 – климатическое исполнение (**У**, **УХЛ**, **Т**, **М**, **В**)

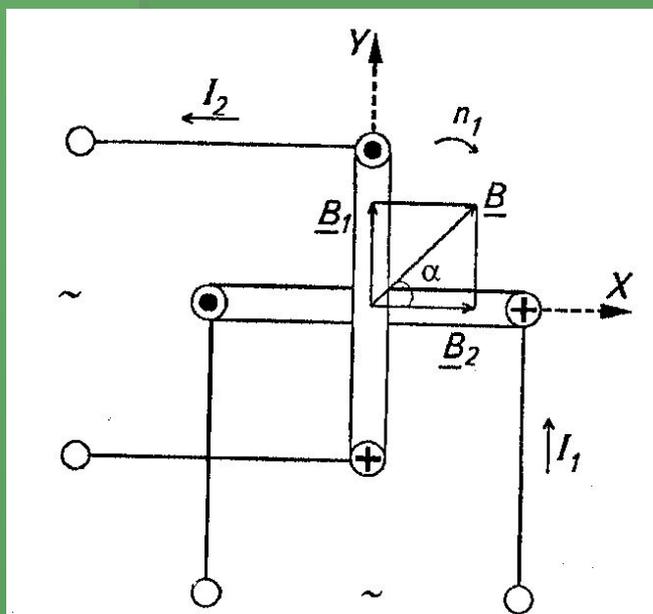
X9 – категория размещения (**1** – на открытом воздухе, **2** – под навесом, **3** – в сухих помещениях, и т. д.)

Например: **4А315S6У3**



12. ОБРАЗОВАНИЕ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ОБМОТКИ АСИНХРОННЫХ МАШИН

12.1. ВРАЩАЮЩЕЕСЯ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ДВУХФАЗНОЙ ОБМОТКИ



\vec{I}_1 и \vec{I}_2 сдвинуты по фазе на 90

$$\vec{I}_1 \rightarrow B_1 = B_m \sin \omega t$$

$$\vec{I}_2 \rightarrow B_2 = B_m \cos \omega t.$$

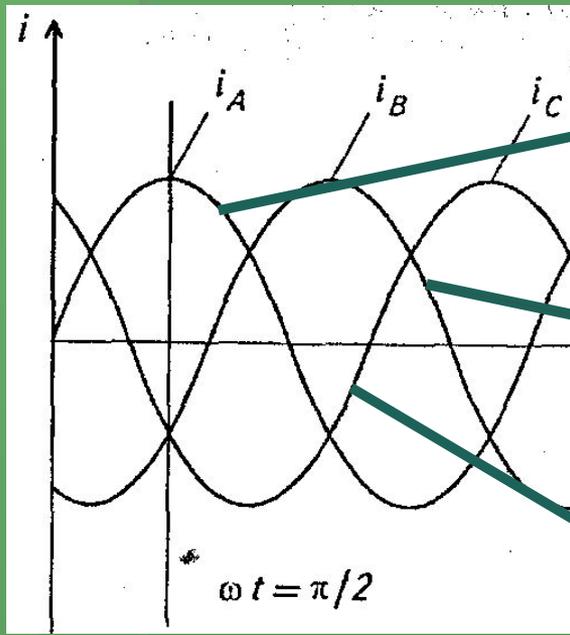
$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{B_m^2 \sin^2 \omega t + B_m^2 \cos^2 \omega t} = B_m.$$

Круговое поле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{B_1}{B_2} = \frac{B_m \sin \omega t}{B_m \cos \omega t} = \operatorname{tg} \omega t,$$

При $B_1 = B_{1m} \sin \omega t$
 $B_2 = B_{2m} \cos \omega t$ \rightarrow $\frac{B_1}{B_{1m}} = \sin \omega t; \frac{B_2}{B_{2m}} = \cos \omega t.$ \rightarrow $\left(\frac{B_1}{B_{1m}}\right)^2 + \left(\frac{B_2}{B_{2m}}\right)^2 = 1.$
 поле эллиптическое

2.2. ВРАЩАЮЩЕЕСЯ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТРЁХФАЗНОЙ ОБМОТКИ



$$B_A = B_m \sin \omega t;$$

$$i_A = I_m \sin \omega t;$$

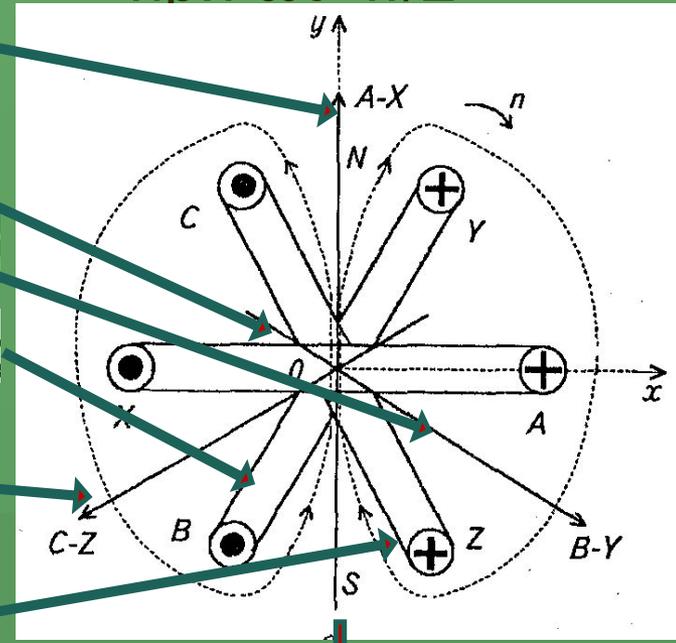
$$B_B = B_m \sin(\omega t - 120^\circ);$$

$$i_B = I_m \sin(\omega t - 120^\circ);$$

$$B_C = B_m \sin(\omega t + 120^\circ);$$

$$i_C = I_m \sin(\omega t + 120^\circ);$$

при $\omega t = \pi/2$



$$B_x = B_B \cos 30^\circ - B_C \cos 30^\circ = -\frac{3}{2} B_m \cos \omega t;$$

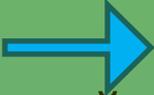
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{B_y}{B_x} = -\frac{3/2 B_m \sin \omega t}{3/2 B_m \cos \omega t} = -\operatorname{tg} \omega t,$$

$$B_y = B_A - B_B \cos 60^\circ - B_C \cos 60^\circ = \frac{3}{2} B_m \sin \omega t.$$

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \frac{3}{2} B_m,$$

$$\alpha = \pi - \omega t.$$

В рассматриваемый момент времени, так как $\omega t = \pi/2$

$\alpha = \pi - \pi/2 = \pi/2$,  совпадает с осью Y, т. е. с осью той катушки, ток в которой максимален.

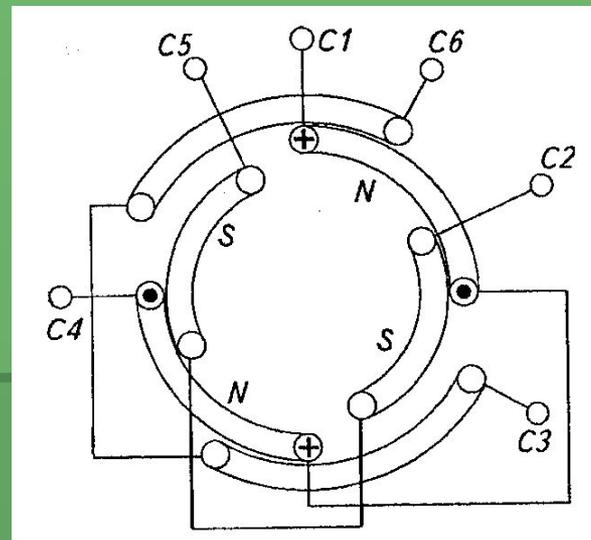
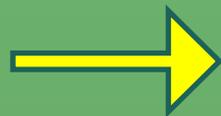
Условия образования кругового вращающегося магнитного поля:

1. симметричное расположение обмоток;
2. симметрия фазных токов;
3. равенство углов сдвига токов во времени и углов сдвига обмоток по окружности статора;
4. синусоидальное распределение индукции под полюсами машины

Частота вращения магнитного поля

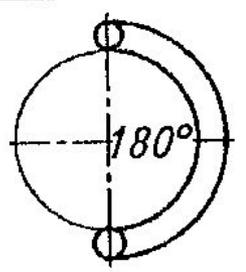
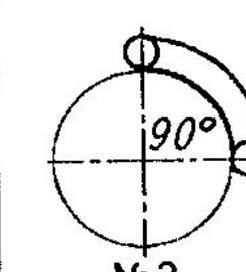
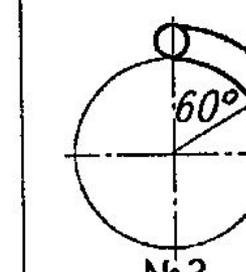
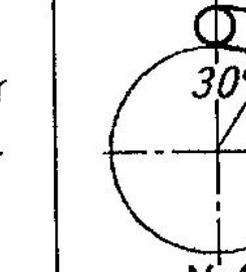
$$n_1 = 60f_1/p,$$

Размещение обмоток в электрической машине при двух парах полюсов



Вид лобовых частей асинхронной машины при различных парах полюсов



			
№1	№2	№3	№4
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$
2	4	6	8
3000	1500	1000	750

Шаг катушки в долях окружности



Число пар полюсов



Частота вращения



12.3. ЭЛЕМЕНТЫ ОБМОТОК МАШИН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И ПРИНЦИПЫ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

Обмотку статора размещают ...

Обмотка состоит из трёх однофазных, соединённых в Y или в Δ

Обмотки сдвинуты на 120 электрических градусов

Катушка. Лобовые и пазовые стороны катушек ...

Катушечная группа – число катушек на полюс и фазу.

Обмотка фазы состоит из p катушечных групп

Полюсное деление $\tau = Z/(2p)$

Шаг обмотки $y = \tau,$

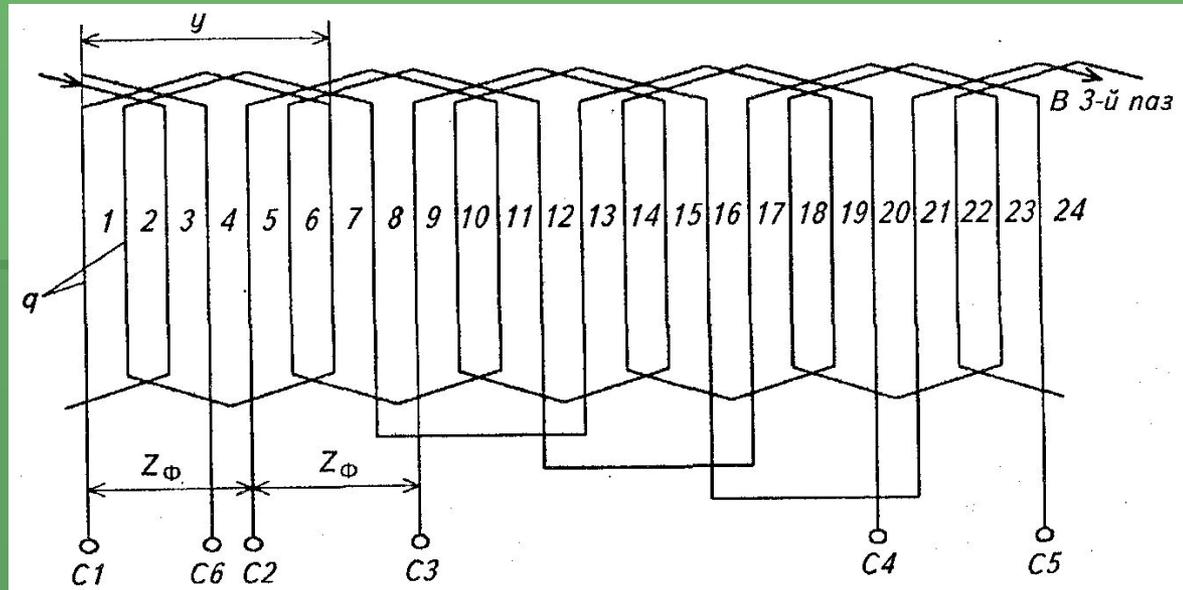
Укороченный шаг $y = 0,8\tau.$

Число пазов на полюс и фазу

$$q = \frac{Z}{2pm}.$$

Сдвиг в пазах между фазами $Z_{\Phi} = Z/(pm).$

Пример
выполнения
однослойной
обмотки



Пример
выполнения
двухслойной
обмотки

