

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИНАХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МАШИНАХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

- В современной промышленности преимущественно применяются многофазные М~Т. Чаще всего число фаз $m=3$. Действие всех многофазных машин основано на эффекте *вращающегося магнитного поля*.



ВИДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

- а) **синхронные (СМ)**, СМ - это машины, у которых ротор вращается с той же скоростью и в том же направлении, что и вращающееся магнитное поле (**синхронно**). Такие машин используются чаще всего в качестве генераторов переменного тока ($\Gamma \sim T$), в частности, на электростанциях, производящих электроэнергию для промышленности.

⦿б) **асинхронные (АМ)**, АМ - это машины у которых *скорость вращения ротора не равна скорости вращения магнитного поля*. АМ используются в основном в качестве двигателей переменного тока (Д~Т).

⦿в) **коллекторные (КМ)** также являются асинхронными, но их выделяют из-за особенностей, связанных с наличием коллектора. Используются такие двигатели переменного тока обычно в качестве *универсальных*, т.е. способных работать как на постоянном токе, так и на переменном.

○ Из числа различных видов современных электрических машин самой распространенной в наши дни является асинхронная бесколлекторная машина, которая обычно и применяется в качестве двигателя. Асинхронная машина - это машина, в которой при работе возбуждается вращающееся магнитное поле, но ротор вращается асинхронно, т.е. с угловой скоростью, отличной от угловой скорости поля.

◎ Иными словами, ротор стремится догнать магнитное поле статора, но не успевает за ним, и его скорость всегда меньше скорости магнитного поля статора. Равенством скоростей ротора и магнитного поля статора обладают другие двигатели, получившие название синхронных.

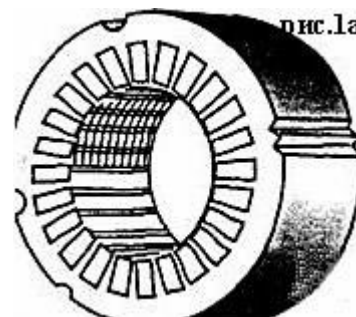
◎ Асинхронная машина была изобретена М. О. Доливо-Добровольским в 1888г., и до нашего времени сохранила, в основном, ту простую форму, которую ей придал русский изобретатель.

- В своей основе двигатель состоит из 3-х неподвижных катушек (обмоток), размещенных на общем сердечнике, и помещенной между ними четвертой, вращающейся катушки. Асинхронный двигатель может исполняться в однофазном, двухфазном и трехфазном исполнении.

КОНСТРУКЦИЯ АД

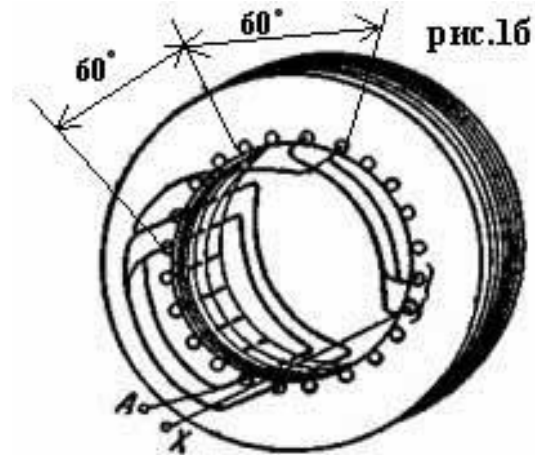
- Конструктивно двигатель состоит из статора и ротора.

Статор состоит из литого корпуса цилиндрической формы (см. рис. 1а). Внутри статора располагается магнитопровод с вырубленными пазами, в которые укладывается статорная обмотка. Концы обмоток выводятся в клеммную коробку и могут быть соединены как треугольником, так и звездой и подключаются к трехфазной сети.



- Каждая фазная обмотка содержит одну или несколько катушечных групп, соединенных последовательно и расположенных вдоль окружности статора на равном расстоянии друг от друга. Токи в фазных обмотках возбуждают в двигателе вращающееся магнитное поле статора с числом пар полюсов p , равным числу катушечных групп в одной фазной обмотке.

- Это достигается взаимным расположением фазных обмоток, при котором их катушечные группы сдвинуты по окружности статора относительно катушечных групп соседней фазной обмотки на угол $120^\circ / p$. Например, для обмотки четырехполюсной машины ($p=2$) этот угол равен 60° .



- **Корпус статора с торцов закрыт подшипниковыми щитами, в которые запресовываются подшипники вала ротора. Ротор состоит из стального вала с напресованным в него магнитопроводом.**

КЛАССИФИКАЦИЯ АД ПО КОНСТРУКЦИИ РОТОРА

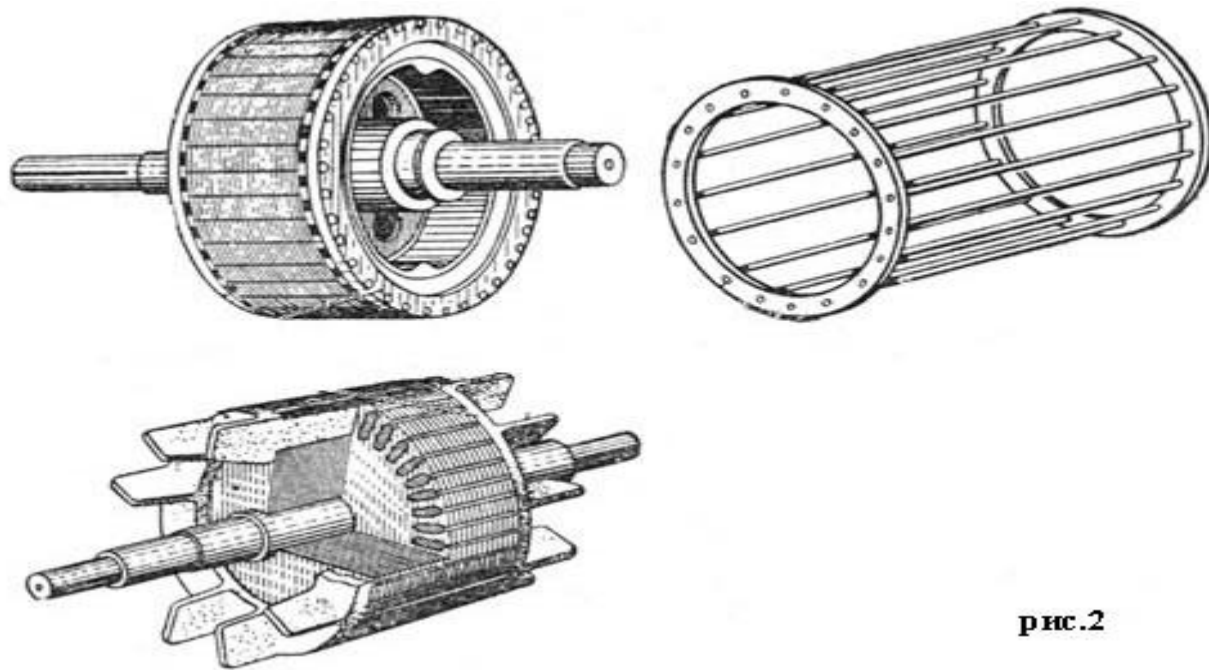


рис.2

- 1. с короткозамкнутым ротором,
- 2. с фазным.
- У двигателя с короткозамкнутым ротором в пазы заливаются алюминиевые стержни и накоротко замыкаются по торцам - так называемое "беличье" колесо (рис.2).

- У 3-х фазного имеются три обмотки, соединенные в звезду. Выводы обмоток присоединены к кольцам, закрепленным на валу (рис.3). К кольцам при пуске прижимаются неподвижные щетки, к которым подключаются сопротивления. В начальный момент пуска ротор находится в заторможенном состоянии, затем сопротивление уменьшают и двигатель плавно запускается, что позволяет снизить пусковой ток.

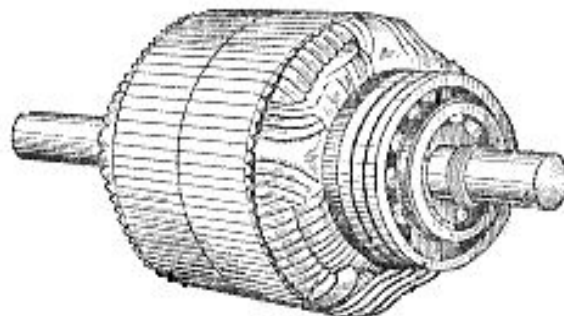


рис.3

○ К обмоткам статора подводится 3-х фазное напряжение, а ротор вращается посредством вращающегося магнитного поля, создаваемого системой 3-х фазного тока.

Особенностью короткозамкнутого АД является наличие постоянной частоты вращения поля статора, определяемой числом пар полюсов. Если поменять местами любые две фазы, то возникнет поле обратной последовательности и ротор начнет вращаться в другую сторону. Именно таким образом осуществляется реверсирование 3-х фазных асинхронных двигателей переменного тока.

ДВУХФАЗНЫЕ И ОДНОФАЗНЫЕ АД

- Если у статора двигателя только одна однофазная обмотка, то переменный ток в ней будет возбуждать в машине (пока ее ротор неподвижен) переменное мп, ось которого тоже неподвижна. Это поле будет индутировать в обмотке ротора ЭДС, под действием которой в ней возникнут токи.

⦿ Взаимодействие токов ротора с магнитным полем статора создаст электромагнитные силы, противоположно направленные в правой и левой половинах ротора, так что результирующий момент, действующий на ротор, окажется равным нулю, т.е. такой двигатель сам с места тронуться не сможет.

⦿ Применяют два способа создания в двигателях, подключаемых к одной фазе сети, начального пускового момента, в соответствии с чем эти двигатели делятся на **двухфазные** и **однофазные**.

ДВУХФАЗОВЫЕ АД (ИЛИ) ОДНОФАЗНЫЕ С КОНДЕНСАТОРНЫМ ПУСКОМ

- Фактически двигатель запитывается от одной фазы. Но напряжение на второй обмотке смещено по фазе из-за подачи на нее напряжения через конденсатор. Поэтому, если их назвать однофазными с конденсаторным пуском, то тоже будет правильно. Они помимо обмотки, включаемой непосредственно в сеть, имеют вторую обмотку, присоединяемую последовательно с тем или другим фазасдвигающим устройством (конденсатором, катушкой индуктивности).

- Наиболее выгодным является применение не третьей запускаящей обмотки, а конденсатора, и соответствующие двигатели называют конденсаторными (рис.1)

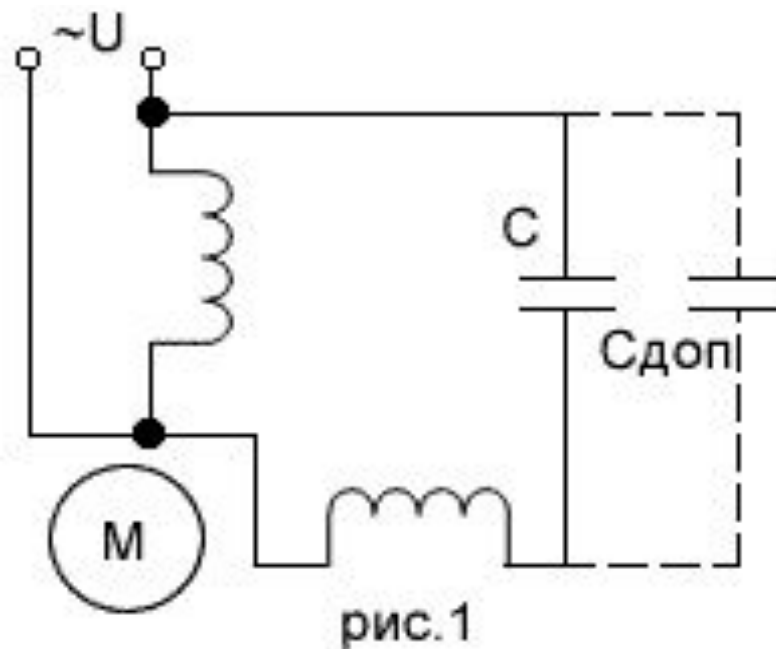


рис.1

- В пазах статора подобных двигателей размещают две фазные обмотки, оси которых смещены в пространстве относительно друг друга на 90° . Таким путем выполняется условие получения вращающегося магнитного поля - наличие двух переменных магнитных потоков, смещенных в пространстве и сдвинутых по фазе. Если емкость конденсатора подобрана так, что круговое магнитное поле создается при пуске двигателя, то при номинальной нагрузке изменение тока второй обмотки вызовет изменение напряжения на конденсаторе, а следовательно, и напряжения на второй обмотке по значению и фазе.

○ В результате вращающееся магнитное поле станет эллиптическим (при вращении поток будет пульсировать), что обусловит уменьшение вращающего момента. По окончании пускового тока и переходе к рабочему необходимо отключить дополнительный конденсатор. Это может быть получено автоматически центробежным выключателем, срабатывающим, когда частота вращения достигнет 75...80% номинальной либо воздействием реле времени

○ Применяются двухфазные двигатели в различных автоматических устройствах. Частота вращения или вращающий момент регулируется изменением действующего значения или фазы напряжения на одной из обмоток. Такие двигатели вместо обычного ротора с короткозамкнутой обмоткой имеют ротор в виде полого тонкостенного алюминиевого цилиндра ("стаканчика"), вращающегося в узком воздушном зазоре между статором и неподвижным центральным сердечником из листовой стали. Двигатели с таким ротором обладают ничтожной инерцией, что практически очень важно при регулировании некоторых производственных процессов.

ОДНОФАЗНЫЕ АД

- Такие двигатели не развивают начального пускового момента. Но если его ротор раскрутить в любую сторону при помощи внешней силы, например, руками, то в дальнейшем этот ротор будет вращаться самостоятельно. Сходные условия создаются у трехфазного двигателя при обрыве одной из питающих фаз. В таких условиях трехфазный двигатель продолжает работать.

- При этом во избежание сильного нагрева двух обмоток, остающихся включенными, необходимо, чтобы нагрузка двигателя не превышала 50...60% номинальной. Работу однофазного двигателя можно объяснить, рассматривая переменное магнитное поле как результат наложения двух магнитных полей, вращающихся в противоположные стороны с постоянной угловой скоростью.

- Амплитудные значения магнитных потоков этих полей $\Phi_{1м}$ и $\Phi_{2м}$ одинаковы и равны половине амплитуды магнитного потока переменного поля машины

$$\Phi_{1м} = \Phi_{2м} = \Phi_{м}/2.$$

Графическое построение (рис.4) показывает, как в результате сложения двух одинаковых магнитных потоков $\Phi_{1м}$ и $\Phi_{2м}$, вращающихся в противоположные стороны, получается магнитный поток, изменяющийся по синусоидальному закону:

$$\Phi = \Phi_{м} * \sin \omega t$$

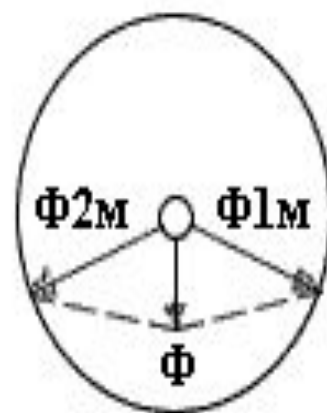
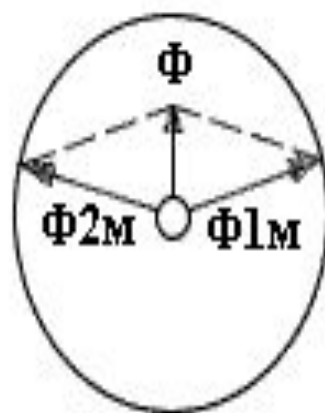
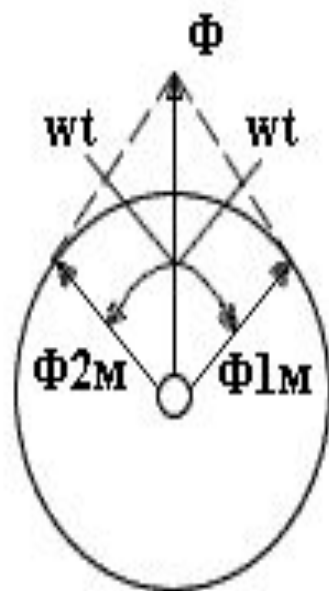
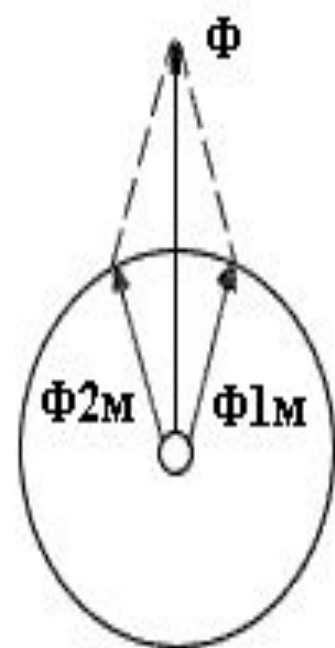


рис.4

○ В однофазном двигателе это справедливо до тех пор, пока ротор неподвижен. Рассматривая переменное поле как складывающееся из двух вращающихся полей, можно заключить, что под действием обоих полей в обмотке ротора будут одинаковые токи. Токи ротора, взаимодействуя с вращающимися полями, создают два одинаковых вращающихся момента, направленных в противоположные стороны и уравновешивающих друг друга. Равенство двух моментов нарушится, если привести ротор во вращение в любом направлении.

- В этих условиях вращающий момент, создаваемый полем, вращающимся в ту же сторону, что и ротор (прямым полем), становится значительно больше момента, развиваемого обратно вращающимся полем (обратным полем), благодаря чему ротор может не только сам вращаться, но и приводить во вращение какой-либо механизм.

Задача пуска в ход однофазного двигателя решается посредством применения того или другого пускового устройства. Чаще всего это дополнительная обмотка, рассчитанная на кратковременное включение и отключаемая по окончании пуска.

