Дата: **16.12.2020**

Группа: **19-ТО-1д**

Наименование дисциплины: **Электротехника и электроника**

Тема: **Однофазные асинхронные электродвигатели**

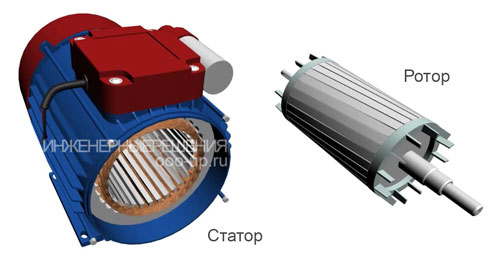
**Однофазный асинхронный электродвигатель**

**Однофазный асинхронный электродвигатель** — это [асинхронный электродвигатель](https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/induction/), который работает от электрической сети однофазного переменного тока без использования [частотного преобразователя](https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/vfd/) и который в основном режиме работы (после пуска) использует только одну обмотку (фазу) статора.

**Однофазный асинхронный электродвигатель с пусковой обмоткой**

**Конструкция однофазного двигателя с вспомогательной или пусковой обмоткой**

Основными компонентами любого [электродвигателя](https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/motor/) являются ротор и статор. Ротор - вращающаяся часть электродвигателя, статор - неподвижная часть электродвигателя, с помощью которого создается магнитное поле для вращения ротора.



Основные части однофазного двигателя: ротор и статор

**Статор** имеет две обмотки, расположенные под углом 90° относительно друг друга. Основная обмотка называется главной (рабочей) и обычно занимает 2/3 пазов сердечника статора, другая обмотка называется вспомогательной (пусковой) и обычно занимает 1/3 пазов статора.

Двигатель фактически является двухфазным, но так как рабочей является только одна обмотка, электродвигатель называют однофазным.

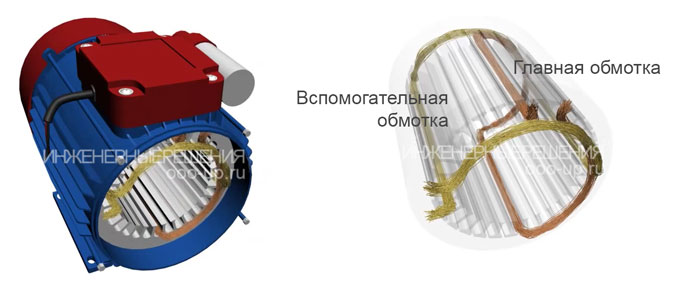
**Ротор** обычно представляет из себя короткозамкнутую обмотку, также из-за схожести называемой "беличьей клеткой". Медные или алюминиевые стержни которого с торцов замкнуты кольцами, а пространство между стержнями чаще всего заливается сплавом алюминия. Так же ротор однофазного двигателя может быть выполнен в виде полого немагнитного или полого ферромагнитного цилиндра.



Однофазный двигатель с вспомогательной обмоткой имеет 2 обмотки расположенные перпендикулярно относительно друг друга

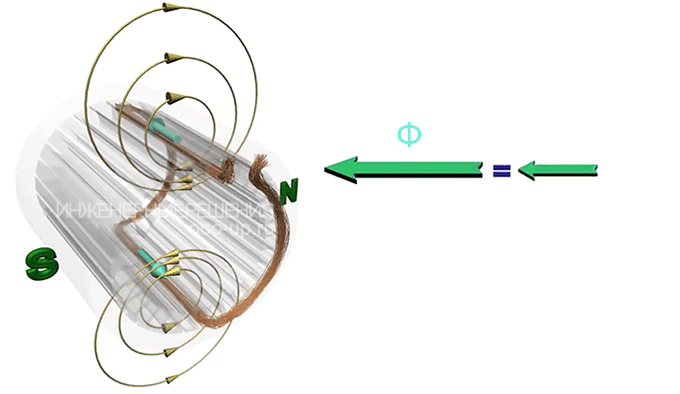
**Принцип работы однофазного асинхронного двигателя**

Для того чтобы лучше понять работу однофазного [асинхронного двигателя](https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/induction/), давайте рассмотрим его только с одним витком в главной и вспомогательной обмотки.



Проанализируем случай с двумя обмотками имеющими по оному витку

Рассмотрим случай когда в вспомогательной обмотки не течет ток. При включении главной обмотки статора в сеть, переменный ток, проходя по обмотке, создает пульсирующее магнитное поле, неподвижное в пространстве, но изменяющееся от +Фmах до -Фmах.



Пульсирующее магнитное поле

Если поместить ротор, имеющий начальное вращение, в пульсирующее магнитное поле, то он будет продолжать вращаться в том же направлении.

Чтобы понять принцип действия однофазного [асинхронного двигателя](https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/induction/) разложим пульсирующее магнитное поле на два одинаковых круговых поля, имеющих амплитуду равную Фmах/2 и вращающихся в противоположные стороны с одинаковой частотой:

n<sub>пp</sub> = n<sub>oбp</sub> = f<sub>1</sub>∙60/p = n<sub>1</sub>,

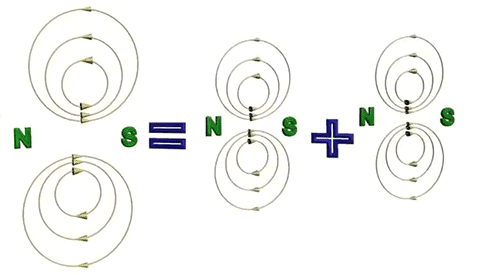
- где nпр – частота вращения магнитного поля в прямом направлении, об/мин,

- nобр – частота вращения магнитного поля в обратном направлении, об/мин,

- f1 – частота тока статора, Гц,

- p – количество пар полюсов,

- n1 – скорость вращения магнитного потока, об/мин



Разложение пульсирующего магнитного потока на два вращающихся

**Действие пульсирующего поля на вращающийся ротор**

Рассмотрим случай когда ротор, находящийся в пульсирующем магнитном потоке, имеет начальное вращение. Например, мы вручную раскрутили вал однофазного двигателя, одна обмотка которого подключена к сети переменного тока. В этом случае при определенных условиях двигатель будет продолжать развивать вращающий момент, так как **скольжение** его ротора относительно прямого и обратного магнитного потока будет неодинаковым.

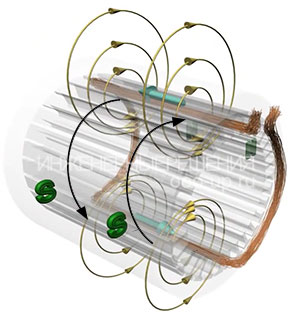
Будем считать, что прямой магнитный поток Фпр, вращается в направлении вращения ротора, а обратный магнитный поток Фобр - в противоположном направлении. Так как, частота вращения ротора n2 меньше частоты вращения магнитного потока n1, скольжение ротора относительно потока Фпр будет:

s<sub>пp</sub> = (n<sub>1</sub> - n<sub>2</sub>)/n<sub>1</sub> = s,

- где sпр – скольжение ротора относительно прямого магнитного потока,

- n2 – частота вращения ротора, об/мин,

- s – скольжение асинхронного двигателя



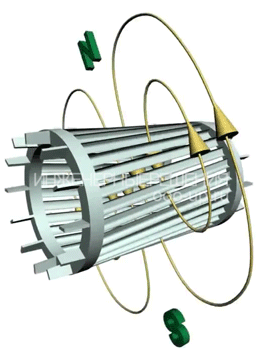
Прямой и обратный вращающиеся магнитные потоки вместо пульсирующего магнитного потока

Магнитный поток Фобр вращается встречно ротору, частота вращения ротора n2 относительно этого потока отрицательна, а скольжение ротора относительно Фобр

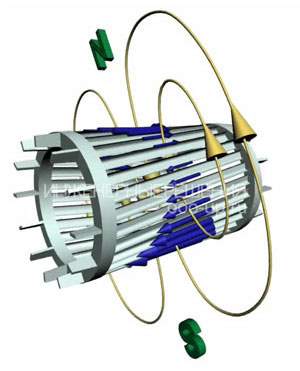
https://engineering-solutions.ru/files/images/motor/induction/f3.gif,

- где sобр – скольжение ротора относительно обратного магнитного потока

Запустить



Вращающееся магнитное поле пронизывающее ротор



Ток индуцируемый в роторе переменным магнитным полем

Согласно [закону электромагнитной индукции](https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/electricmachine/#faradey_law) прямой Фпр и обратный Фобр магнитные потоки, создаваемые обмоткой статора, наводят в обмотке ротора ЭДС, которые соответственно создают в короткозамкнутом роторе токи I2пр и I2обр. При этом частота тока в роторе пропорциональна скольжению, следовательно:

f2пр=f1sпр,

- где f2пр – частота тока I2пр наводимого прямым магнитным потоком, Гц

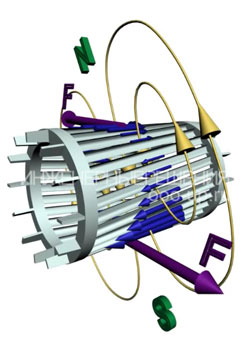
f2обр=f1sобр,

- где f2обр – частота тока I2обр наводимого обратным магнитным потоком, Гц

Таким образом, при вращающемся роторе, электрический ток I2обр, наводимый обратным магнитным полем в обмотке ротора, имеет частоту f2обр, намного превышающую частоту f2пр тока ротора I2пр, наведенного прямым полем.

**Пример:** для однофазного асинхронного двигателя, работающего от сети с частотой f1 = 50 Гц при n1 = 1500 и n2 = 1440 об/мин,

скольжение ротора относительно прямого магнитного потока sпр = 0,04;  
частота тока наводимого прямым магнитным потоком f2пр = 2 Гц;  
скольжение ротора относительно обратного магнитного потока sобр = 1,96;  
частота тока наводимого обратным магнитным потоком f2обр = 98 Гц



Согласно [закону Ампера](https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/electricmachine/#ampere_law), в результате взаимодействия электрического тока I2пр с магнитным полем Фпр возникает [вращающий момент](https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/motor/#torque)

Мпр=,

- где Mпр – магнитный момент создаваемый прямым магнитным потоком, Н∙м,

- сM — постоянный коэффициент, определяемый конструкцией двигателя

Электрический ток I2обр, взаимодействуя с магнитным полем Фобр, создает тормозящий момент Мобр, направленный против вращения ротора, то есть встречно моменту Мпр:

Мобр=,

- где Mобр – магнитный момент создаваемый обратным магнитным потоком, Н∙м

Результирующий вращающий момент, действующий на ротор однофазного асинхронного двигателя,

M = M<sub>пр</sub> - M<sub>обр</sub>,

В следствие того, что во вращающемся роторе прямым и обратным магнитным полем будет наводиться ток разной частоты, моменты сил действующие на ротор в разных направлениях будут не равны. Поэтому ротор будет продолжать вращаться в пульсирующем магнитном поле в том направлении в котором он имел начальное вращение.

**Контрольные вопросы:**

1. Однофазный асинхронный электродвигатель с пусковой обмоткой

2. Основные части однофазного двигателя

3. Принцип работы однофазного асинхронного двигателя

4. Действие пульсирующего поля на вращающийся ротор

Преподаватель Науразов М.А