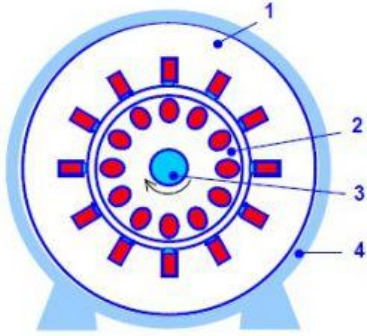


## **Общие сведения об электродвигателях**

# Электродвигатель. Виды электродвигателей и их конструктивные особенности. Устройство и принцип действия электродвигателя

Электродвигатель преобразует электроэнергию в энергию механического движения. Так же как и электрический генератор электродвигатель состоит обычно из статора и ротора, относясь к вращающимся электрическим машинам



Принцип устройства короткозамкнутого асинхронного двигателя.

1- статор, 2 – ротор, 3 - вал, 4 - корпус

Самым распространенным видом электродвигателей является **трехфазный короткозамкнутый асинхронный двигатель (АД)** принцип устройства которого представлен на рис. 1, роторная обмотка этого двигателя представляет собой систему массивных медных или алюминиевых стержней, размещенных параллельно друг другу в пазах ротора концы которых соединены между собой короткозамкнутыми кольцами

В случае применения алюминия вся обмотка (беличья клетка) обычно формируется путем литья под давлением. Вращающееся магнитное поле статора индуцирует в обмотке ротора ток, взаимодействие которого с магнитным полем статора приводит ротор во вращение.

Скорость вращения ротора при этом всегда меньше чем магнитного поля статора и ее относительную разность со скоростью вращения магнитного поля статора (с синхронной скоростью) называют скольжением. Эта величина зависит от нагрузки на валу двигателя и составляет при полной нагрузке обычно 3... 5%. Асинхронные двигатели могут работать с ПЧ и УПП VLT.

# Электродвигатель. Виды электродвигателей и их конструктивные особенности. Устройство и принцип действия электродвигателя

**Двигатели постоянного тока** используются при необходимости плавного регулирования скорости. Это достигается путем изменения тока якоря и/или возбуждения при помощи полупроводниковых устройств (раньше - с помощью регулировочных реостатов) или путем изменения напряжения питания. Так как в настоящее время легко и без существенного изменения КПД (при помощи преобразователей частоты) осуществляется и плавное регулирование скорости двигателей переменного тока, то двигатели постоянного тока, из-за их большей стоимости, больших размеров и дополнительных потерь, возникающих при регулировании, стали применяться значительно реже, чем раньше. **С двигателями постоянного тока** приводная техника **VLT не работает**

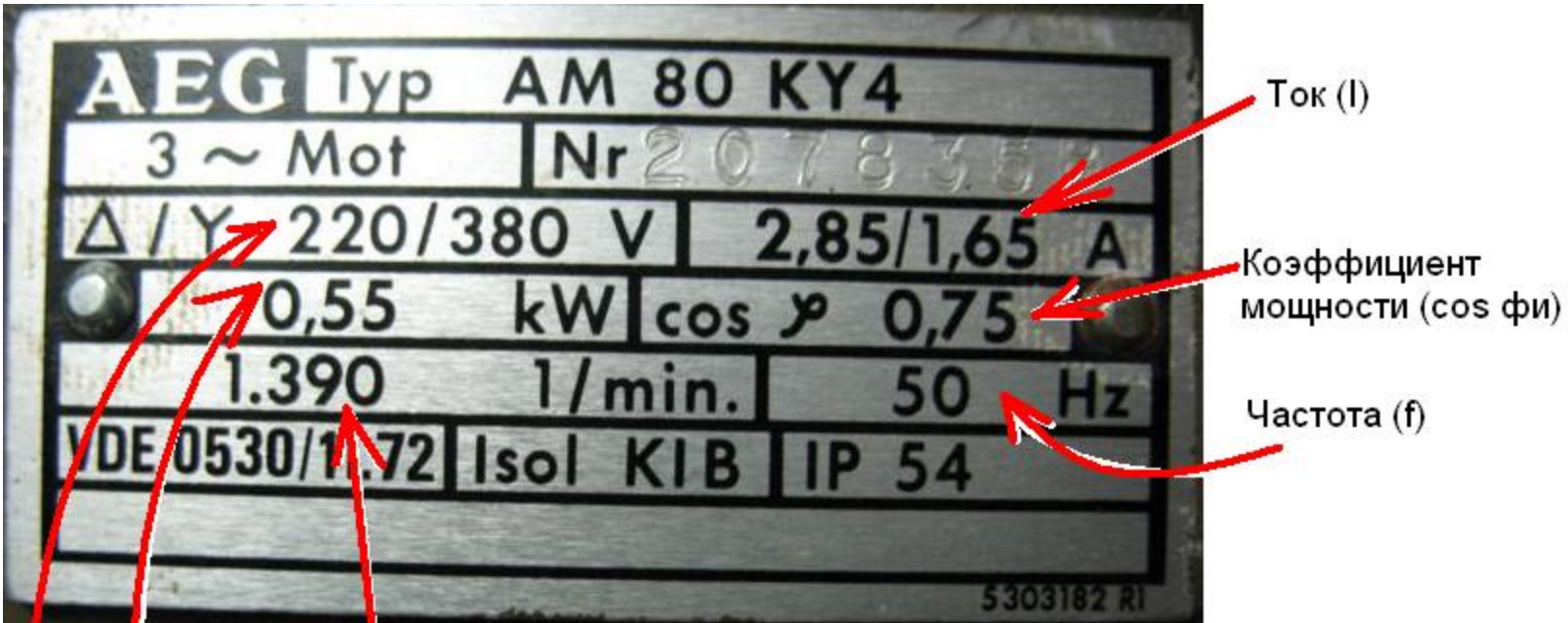
# Электродвигатель. Виды электродвигателей и их конструктивные особенности. Устройство и принцип действия электродвигателя

**Синхронные двигатели** устроены так же, как и синхронные генераторы: на роторе установлены постоянные магниты, а на статоре обмотки, на которые подается переменный ток. При неизменной сетевой частоте они вращаются с постоянной скоростью не зависимо от нагрузки. Их преимуществом перед асинхронными двигателями считается то, что они не потребляют из сети реактивную энергию, а могут отдавать ее в сеть покрывая этим потребление реактивной энергии другими электроприемниками. Синхронные двигатели не подходят для пусков от сети и от УШП.

При применении преобразователя частоты VLT с синхронным двигателем (неявнополюсным) можно осуществлять его плавный пуск и регулировать его скорость в широком диапазоне с высокой динамикой.

# Электродвигатель. Виды электродвигателей и их конструктивные особенности. Устройство и принцип действия электродвигателя

Основные параметры, которые обычно отображаются на шильдике двигателя:



Скорость (n)  
Мощность (P)  
Напряжение (U)

Также может присутствовать информация по Моменту (M) и Моменту Инерции (J)

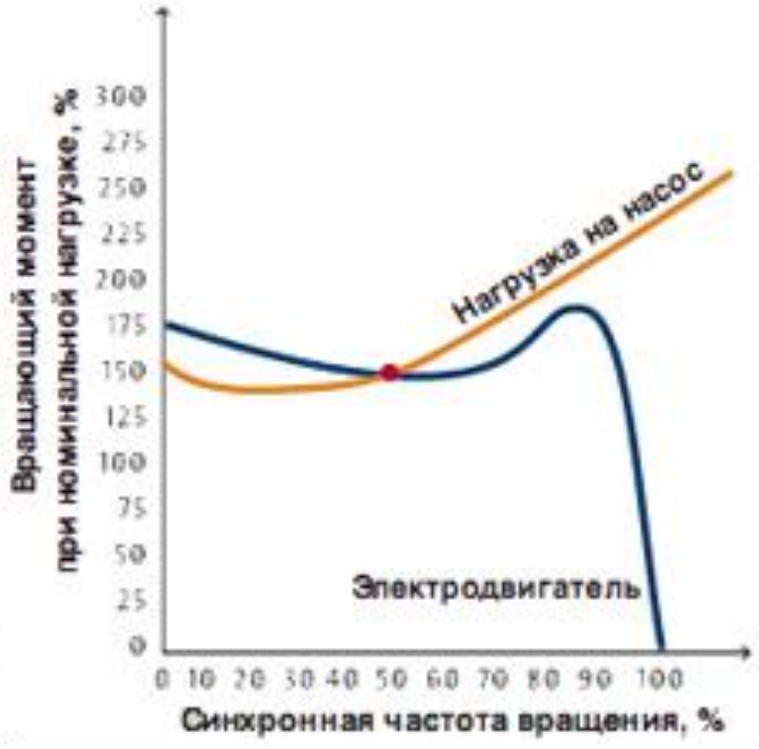
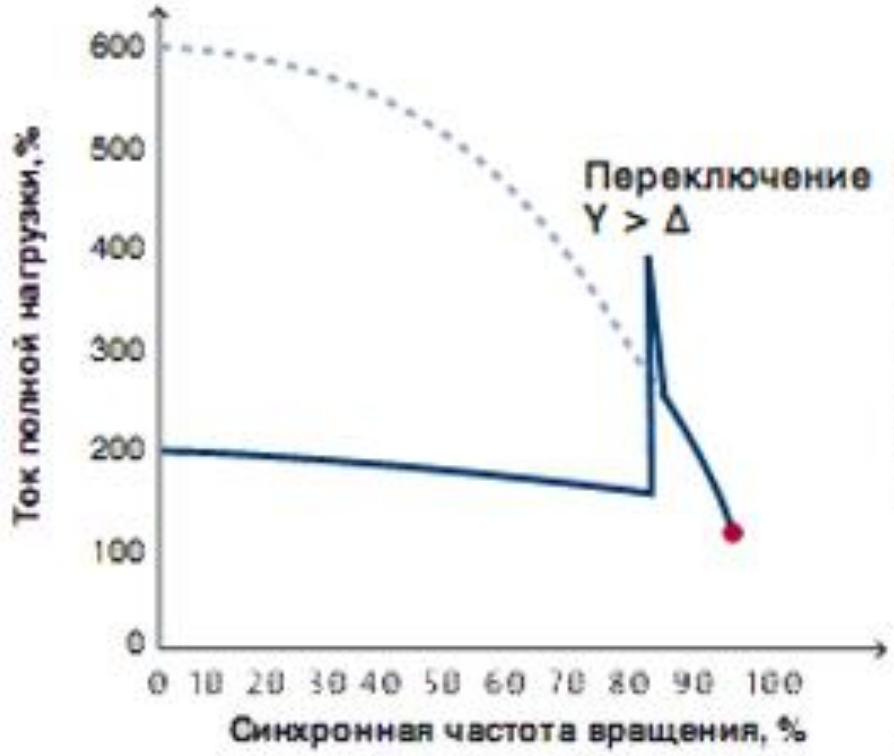
# Электродвигатель. Сравнение способов управления АД

## Сравнение способа прямого пуска DOL и пуска с переключением «звезда – треугольник»

В данных диаграммах показаны пусковые токи для насоса, с трехфазным асинхронным двигателем мощностью 7,5 кВт методом прямого пуска (DOL) и пуска переключением «звезда – треугольник», соответственно. На рисунке видно, что способ прямого пуска DOL отличается большими пусковыми токами, но который через некоторое время уменьшается и становится постоянным.

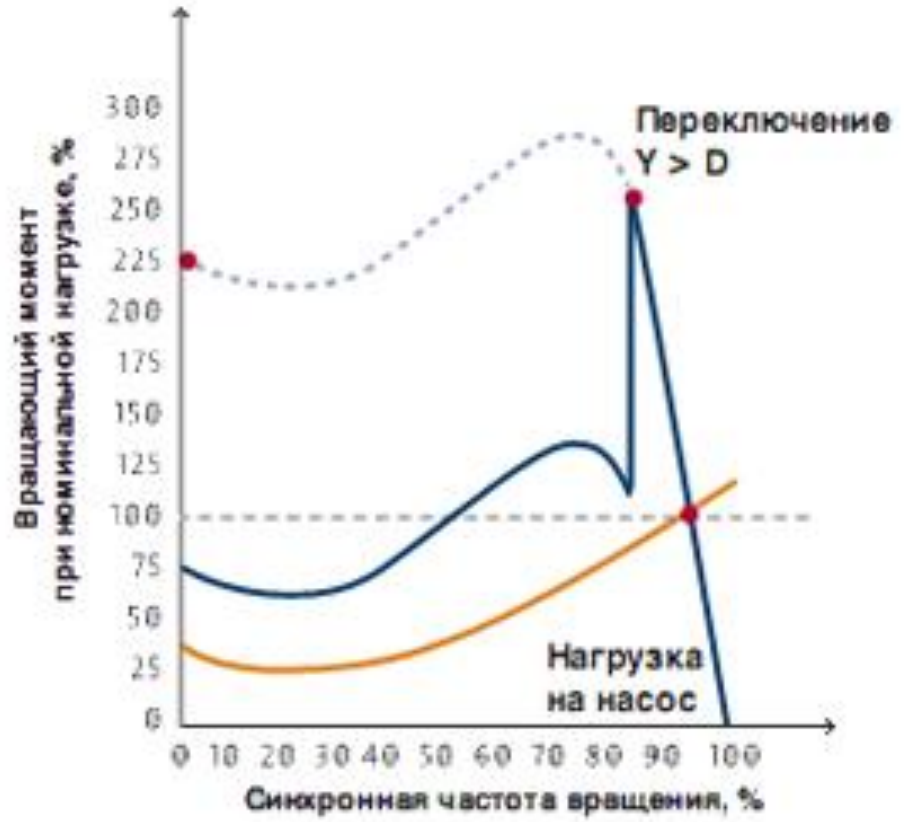
Способ пуска переключением «звезда – треугольник» отличается меньшими низким пусковыми токами. Однако, в момент запуска при переходе от «звезды» к «треугольнику» происходят скачки токов. Во время пуска по схеме «звезда», через ( $t = 0,3$  с), величина тока снижается. Однако, во время переключения со «звезды» на «треугольнику», через время  $t = 1,7$  с, величина тока достигает уровня пускового тока при прямом пуске. Более того, скачок тока может стать ещё больше, так как во время переключения на двигатель не подаётся напряжение и двигатель теряет скорость перед подачей полного напряжения

# Электродвигатель. Сравнение способов управления АД



Пусковой момент и ток при пуске переключением «звезда – треугольник» значительно ниже, чем при прямом пуске.

# Электродвигатель. Сравнение способов управления АД





# Электродвигатель. Сравнение способов управления АД

## Преимущества

Некоторые трехфазные двигатели на низкое напряжение с мощностью выше 5 кВт рассчитывают на напряжение 400 В при включении по схеме «треугольник» ( $\Delta$ ) или на 690 В при включении по схеме «звезда» ( $Y$ ). Такая схема включения дает возможность производить пуск двигателя при меньшем напряжении. При пуске двигателя по схеме «звезда – треугольник» удастся уменьшить пусковой ток, до  $1/3$  от тока прямого пуска от сети. Пуск по схеме «звезда – треугольник» особенно подходит для механизмов с большими маховыми массами, когда нагрузка набрасывается уже после разгона двигателя до номинальной скорости.

## Недостатки пуска асинхронного двигателя переключением «звезда – треугольник»

При пуске двигателя переключением «звезда – треугольник» происходит также снижение пускового момента, приблизительно на 33%. Данный метод можно использовать только для трехфазных асинхронных двигателей, которые имеют возможность подключения по схеме «треугольник». В таком варианте существует опасность переключения на «треугольник» при слишком низкой частоте вращения, что вызовет рост тока до такого же уровня, что и ток при «прямом» пуске DOL.

Во время переключения со «звезды» на «треугольник» асинхронный электродвигатель может быстро снизить скорость вращения, для увеличения которой также потребуются резкое увеличение тока.

## Электродвигатель. Сравнение способов управления АД

При использовании УПП Данфосс с АД значительно снижаются пусковые токи, уменьшается нагрузка на сеть и питающую подстанцию, продлевается срок службы привода, позволяет устранить ударные нагрузки на механизмы. Также заметно сокращается количество проблем, которые обычно возникают при тяжелых пусках. Но УПП не может регулировать частоту вращения двигателя в установившемся режиме, реверсировать направление вращения, увеличивать пусковой момент относительно номинального и снизить пусковой ток до значений меньших, чем требуется для вращения ротора в момент старта.

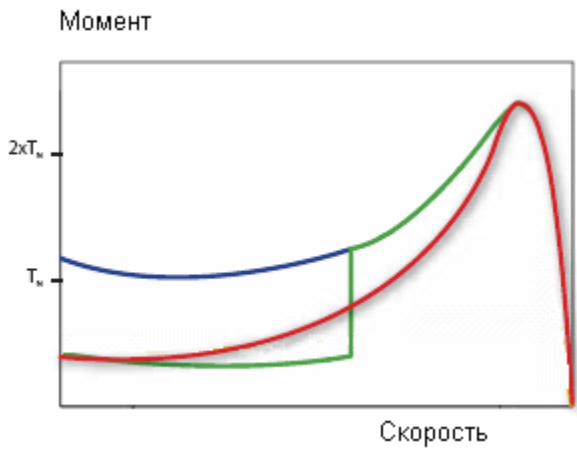
Для плавного регулирования скорости обычно осуществляется питание двигателя через регулируемый **преобразователь частоты VLT** изменяя частоту на двигателе.

**Cos φ** асинхронного двигателя в среднем равен 0.85, а для связки ПЧ+АД больше 0.9, для УПП+АД аналогично двигателю.

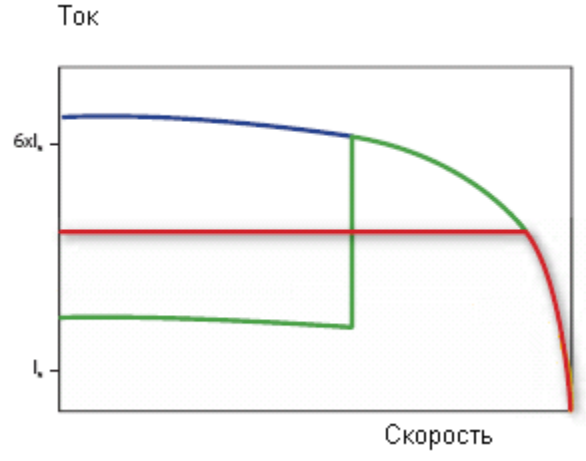
Номинальную скорость вращения вала двигателя можно изменить числом пар полюсов электродвигателя. При увеличении числа пар полюсов уменьшается скорость, но увеличивается момент на валу электродвигателя и номинальный ток.

# Электродвигатель. Сравнение способов управления АД

Изменение характеристики асинхронного двигателя при способе пуска с помощью Устройства Плавного Пуска (УПП), Звезда/Треугольник и Прямого включения (DOL)



- УПП
- Звезда / треугольник
- Прямое включение



# Электродвигатель. Сравнение способов управления АД

Преобразователи частоты для частотно-регулируемых электроприводов преобразуют электроэнергию, поступающую из сети переменного тока, в электроэнергию с меняющейся по заданным законам частотой и напряжением.

Изменение характеристики асинхронного двигателя при способе пуска с помощью Преобразователя Частоты (ПЧ)

