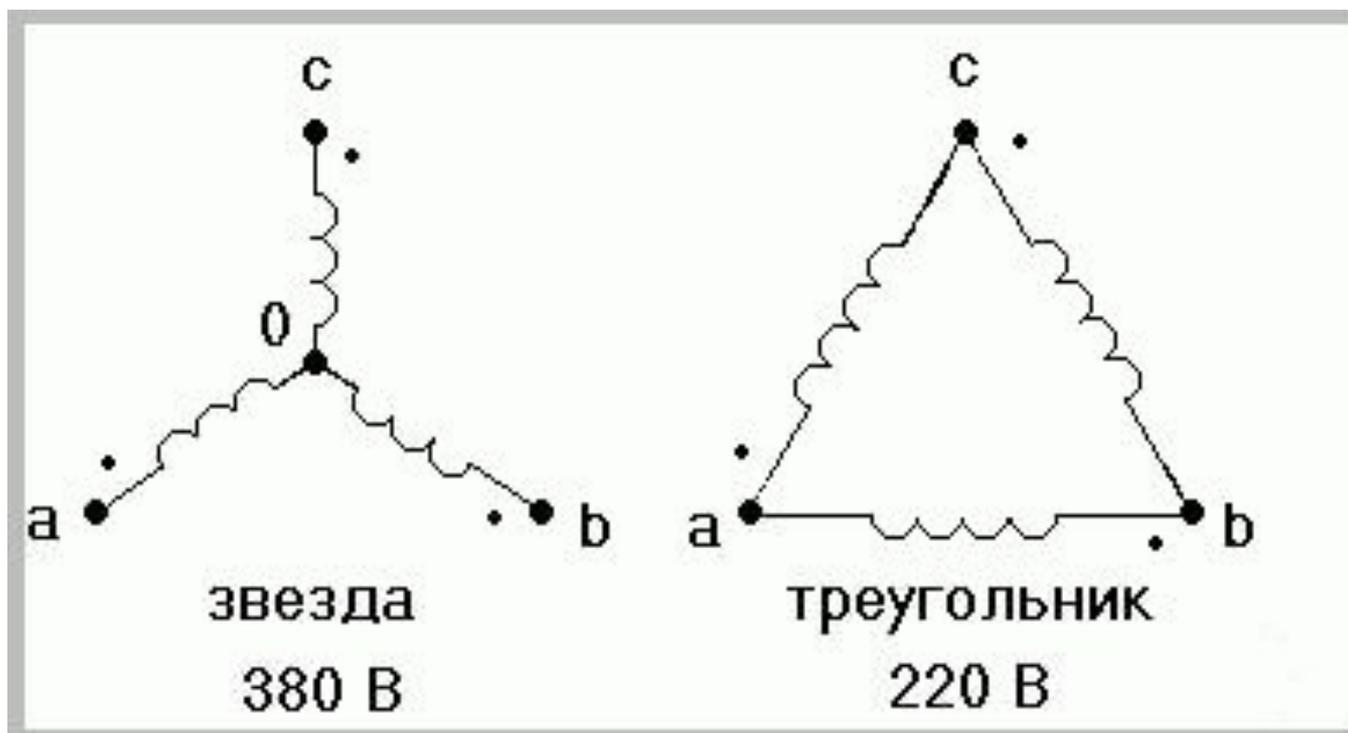


СПОСОБЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ТРЕХФАЗНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ОДНОФАЗНУЮ СЕТЬ.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

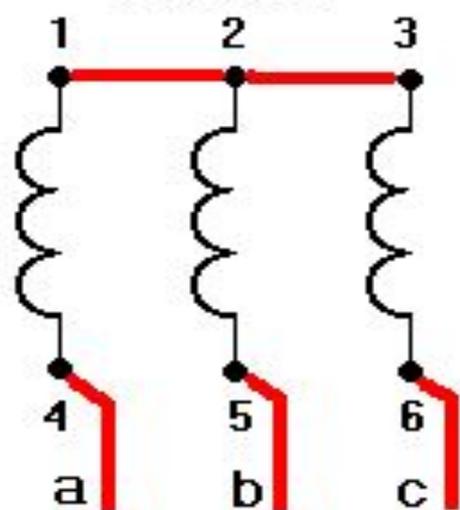
- Всякий асинхронный трехфазный двигатель рассчитан на два номинальных напряжения трехфазной сети 380 /220 - 220/127 и т. д. Наиболее часто встречаются двигатели 380/220В. **Переключение двигателя с одного напряжения на другое производится подключением обмоток «на звезду» - для 380 В или на «треугольник» - на 220 В.** Если у двигателя имеется колодка подключения, имеющая 6 выводов с установленными перемычками, следует обратить внимание в каком порядке установлены перемычки.

- Если у двигателя отсутствует колодка и имеются 6 выводов - обычно они собраны в пучки по 3 вывода. В одном пучке собраны начала обмоток, в другом концы (начала обмоток на схеме обозначены точкой).

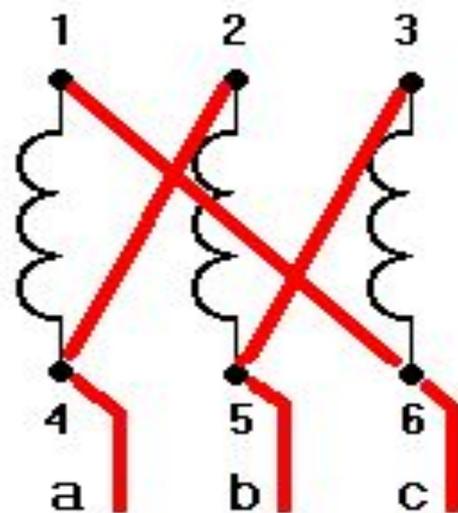


- В данном случае «начало» и «конец» - понятия условные, важно лишь чтобы направления намоток совпадали, т. е. на примере «звезды» нулевой точкой могут быть как начала, так и концы обмоток, а в «треугольнике» - обмотки должны быть соединены последовательно, т. е. конец одной с началом следующей. Для правильного подключения на «треугольник» нужно определить выводы каждой обмотки, разложить их попарно и подключить по след. схеме (рис). Если развернуть эту схему, то будет видно, что катушки подключены «треугольником».

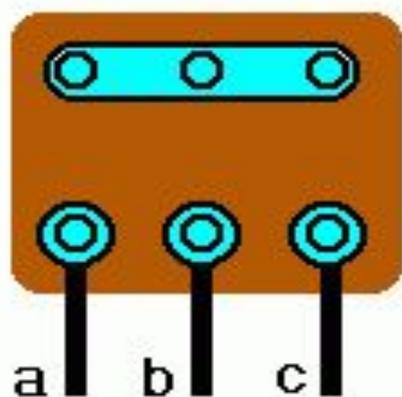
звезда



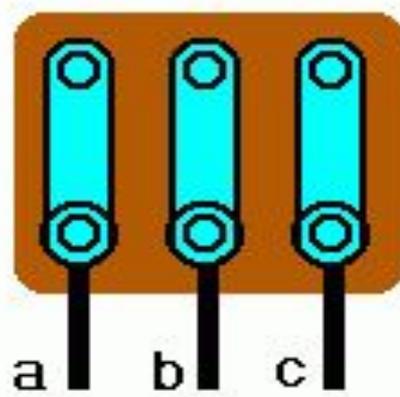
ТРЕУГОЛЬНИК



звезда
380 В



треугольник
220 В



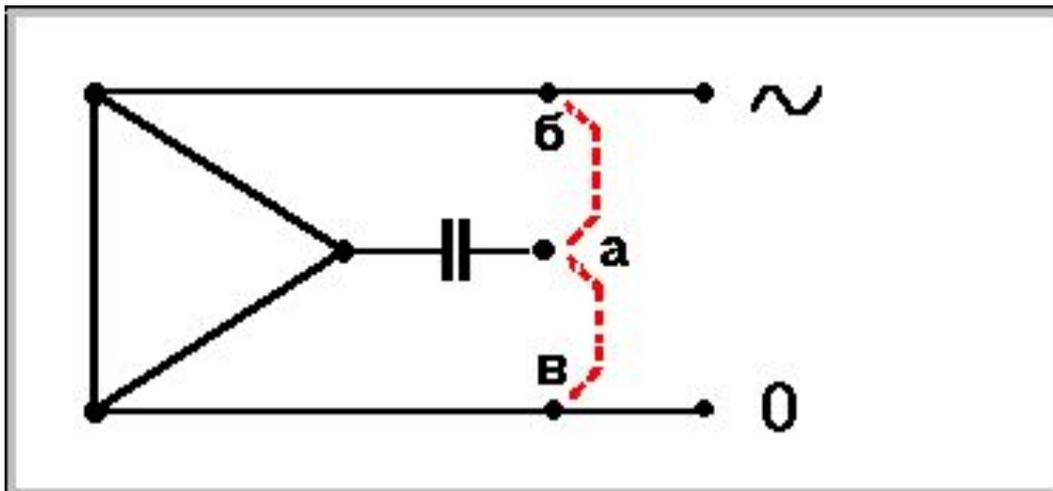
- Если у двигателя имеется только 3 вывода, следует разобрать двигатель: снять крышку со стороны колодки и в обмотках найти соединение трёх обмоточных проводов (все остальные провода соединены по 2). Соединение трёх проводов является нулевой точкой звезды. Эти 3 провода следует разорвать, припаять к ним выводные провода и объединить их в один пучок. Таким образом мы имеем уже 6 проводов, которые нужно соединить по схеме треугольника.

- Трехфазный двигатель вполне успешно может работать и в однофазной сети, но ждать от него чудес при работе с конденсаторами не придется. Мощность в самом лучшем случае будет не более 70% от номинала, пусковой момент сильно зависит от пусковой емкости, сложность подбора рабочей емкости при изменяющейся нагрузке. Трехфазный двигатель в однофазной сети это компромисс, но во многих случаях это является единственным выходом.

○ Существуют формулы для расчета емкости рабочего конденсатора, но они не корректными по следующим причинам:

1. Расчет производится на номинальную мощность, а двигатель редко работает в таком режиме и при недогрузке двигатель будет греться из-за лишней емкости рабочего конденсатора и как следствие увеличенного тока в обмотке.
2. Номинальная емкость конденсатора указанная на его корпусе отличается от фактической $\pm 20\%$, что тоже указано на конденсаторе. А если измерять емкость отдельного конденсатора, она может быть в два раза большей или на половину меньшей.

- Поэтому лучше подбирать емкость к конкретному двигателю и под конкретную нагрузку, измеряя ток в каждой точке треугольника, стараясь максимально выравнить его подбором емкости. Поскольку однофазная сеть имеет напряжение 220 В, то двигатель следует подключать по схеме «треугольник». Для запуска ненагруженного двигателя можно обойтись только рабочим конденсатором.



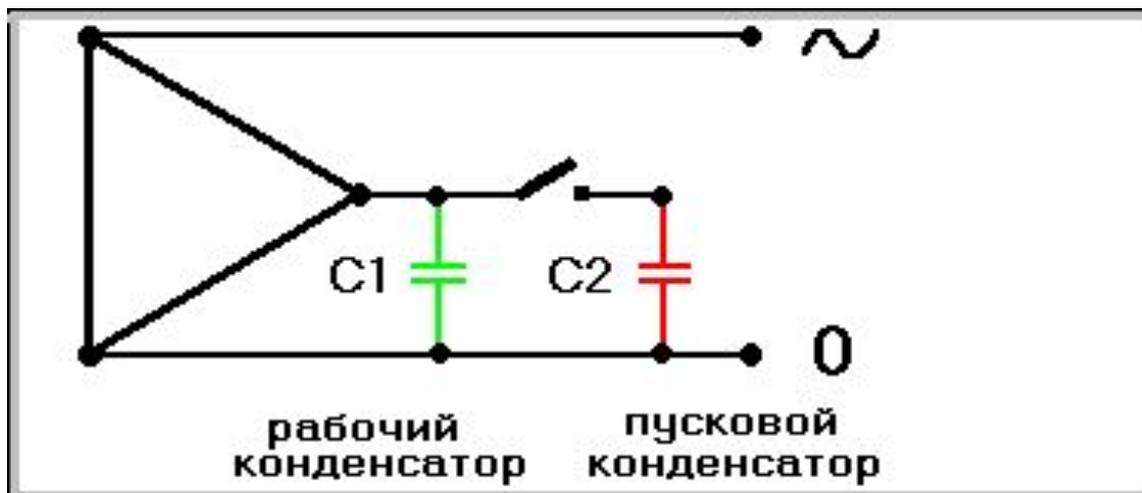
- Направление вращения двигателя зависит от подключения конденсатора (точка *a*) к точке *б* или *в*.

Практически ориентировочную ёмкость конденсатора можно определить по формуле:

$$C \text{ (мкФ)} = P \text{ (Вт)} / 10,$$

где *C* - ёмкость конденсатора, *P* - номинальная мощность двигателя.

- Включение двигателей с оборотами выше 1500 об/мин, либо нагруженных в момент пуска, затруднено. В таких случаях следует применить пусковой конденсатор, ёмкость которого зависит от нагрузки двигателя, подбирается экспериментально и ориентировочно может быть от равной рабочему конденсатору до в 1,5 - 2 раза большей. В дальнейшем, для понятности, все что относится к работе будет зеленого цвета, все что относится к пуску будет красного, что к торможению синего.



- ⊙ Включать пусковой конденсатор в простейшем случае можно при помощи нефиксированной кнопки. Для автоматизации пуска двигателя можно применить реле тока.

- Т. к. конденсатор остаётся заряженным и в момент повторного запуска двигателя, между контактами возникает довольно сильная дуга и серебряные контакты свариваются, не отключая пусковой конденсатор после пуска двигателя. Чтобы этого не происходило, следует контактную пластинку пускового реле изготовить из графитовой или угольной щётки (но не из медно-графитовой, т. к. она тоже залипает). Также необходимо отключить тепловую защиту этого реле, если мощность двигателя превышает номинальную мощность реле.

СПОСОБЫ ПУСКА АД В ХОД

Схемы пуска двигателей в ход должны предусматривать создание большого пускового момента при небольшом пусковом токе и, следовательно, при небольшом падении напряжения при пуске. При этом может требоваться плавный пуск, повышенный пусковой момент и т. д.

На практике применяются следующие способы пуска:

- непосредственное присоединение к сети – прямой пуск;
- понижение напряжения при пуске;
- включение сопротивления в цепь ротора в двигателях с фазовым ротором.

ПРЯМОЙ ПУСК

- Прямой пуск применяется для двигателей с короткозамкнутым ротором. Для этого они проектируются так, чтобы пусковые токи, протекающие в обмотке статора, не создавали больших механических усилий в обмотках и не приводили к их перегреву. Но при прямом пуске двигателей большой мощности в сети могут возникать недопустимые, более 15%, падения напряжения, что приводит к неустойчивой работе пусковой аппаратуры (дребезжание), подгоранию контактов и практически к невозможности пуска.

- Такие явления могут быть в мало мощной сети или при большом удалении от подстанции пускаемого двигателя.
- В момент включения асинхронного двигателя к электросети в цепи обмоток статора появляется большой пусковой ток. Он в 5-7 раз выше номинального тока асинхронного двигателя. При малой инерционности применяемого механизма скорость асинхронного двигателя довольно быстро увеличивается до установленного значения, а большой ток спадает, достигая значения нормальной нагрузки электродвигателя.

- В подобных условиях пусковая сила тока не представляет особой опасности для асинхронного двигателя, так как он быстро спадает и не может создать чрезмерного перегрева обмоток машин. Но этот большой бросок тока в электроцепи асинхронного двигателя влияет на питающую электросеть и при слабой мощности последней данное влияние легко может отобразиться в значительных колебаниях напряжения электросети. Хотя при современных мощных энергосистемах и электросетях асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, обычно, пускаются на полное напряжение.

- Существует несколько вариантов снижения напряжения в момент пуска асинхронного двигателя. Для асинхронных двигателей, функционирующих при соединении статорной обмотки треугольником, у которых напряжение приравнивается напряжению электросети, вполне может быть использован запуск непосредственным переключением статорной обмотки со звезды на треугольник. Во время подключения асинхронного двигателя к электросети переключатель ставят в положение «звезда», при котором статорная обмотка асинхронного двигателя оказывается соединенной по схеме «звезда».

- В данном варианте напряжение на статоре двигателя снижается. Уменьшается и сила тока в фазных обмотках асинхронного двигателя. При соединении статорных обмоток двигателя звездой линейный ток будет приравняться фазному, а во время соединения треугольником он больше фазного. Поэтому, использование метода пуска асинхронного двигателя переключением обмотки статора со звезды на треугольник дает снижение пускового тока в 3 раза.

- Как только ротор асинхронного двигателя наберёт обороты и разгонится до скорости, близкой к номинальной, можно осуществить переключение статорной обмотки в положение «треугольник». Появившийся при этом некоторый бросок тока невелик и особо не влияет на работу электросети. Хотя описанный вариант запуска имеет весомый недостаток. Уменьшение фазного напряжения в 3 раза при запуске несёт за собой понижение пускового момента в 3 раза, поскольку пусковой момент асинхронного двигателя прямо пропорционален квадрату напряжения. Это уменьшение пускового момента значительно ограничивает использование данного варианта запуска для асинхронных двигателей, что включаются под нагрузкой.

- Уменьшение напряжения при пуске асинхронного двигателя может быть осуществлено при помощи автотрансформатора или реактора. В данном случае пусковой ток асинхронного двигателя, измеренный на выходе автотрансформатора, снижается в несколько раз. Сила тока, измеренная на входе автотрансформатора, сниженная по сравнению с пусковым током электродвигателя при прямом подключении электродвигателя в электросеть.

- Смысл в том, что в понижающем автотрансформаторе первичная сила тока в несколько раз меньше вторичной силы тока, поэтому снижение пускового тока при автотрансформаторном запуске составляет довольно значительное понижение. Таким образом, автотрансформаторный запуск работает 3-мя ступенями. На первой ступени к электродвигателю подключают напряжение, которое равно 50-70% от номинального значения; на второй ступени, где электрический трансформатор служит реактором, электрическое напряжение составляет около 70-80% от номинального напряжения.

- Поскольку использование автотрансформатора дает снижение пускового тока в несколько раз. Автотрансформаторный метод пуска АД, как и иные варианты запуска, основанные на снижении подаваемого напряжения, протекает с уменьшением пускового момента. С точки зрения пусковых моментов и пусковых токов, автотрансформаторный вариант запуска выгоднее реакторного, поскольку при одинаковом снижении напряжения тока пуска при реакторном методе запуска снижается в $U'1/U1н$ раз, а при автотрансформаторном варианте запуска - в $(U'1/U1н)^2$ раз. Но трудность пусковой операции и высокая цена системы заметно ограничивают использование автотрансформаторного метода запуска асинхронных двигателей

ПРЯМОЙ ПУСК ДВИГАТЕЛЯ ОТ МАЛОМОЩНОЙ СЕТИ.

- В мало мощной сети условия пуска двигателя ухудшаются для самого двигателя, ухудшается работа уже включенных двигателей и ламп накаливания, поэтому должны быть ограничения по мощности двигателя в зависимости от вида нагрузки сети и количества пусков двигателя. Существуют следующие ограничения мощности двигателя.

- Трансформатор, питающий чисто силовую сеть: 20% мощности трансформатора при частых пусках; 30% мощности трансформатора при редких пусках.
- Трансформатор имеет смешанную нагрузку: 4% мощности трансформатора при частых пусках; 8% мощности трансформатора при редких пусках. Электростанция малой мощности – 12% мощности электростанции.

В маломощных сетях следует ограничивать число пусков сравнительно мощных двигателей, при затруднении их пуска по возможности отключать другие двигатели.

ПУСК ПРИ ПОНИЖЕННОМ НАПРЯЖЕНИИ.

- Этот способ пуска применяется для двигателей средней и большой мощности при ограниченной мощности сети