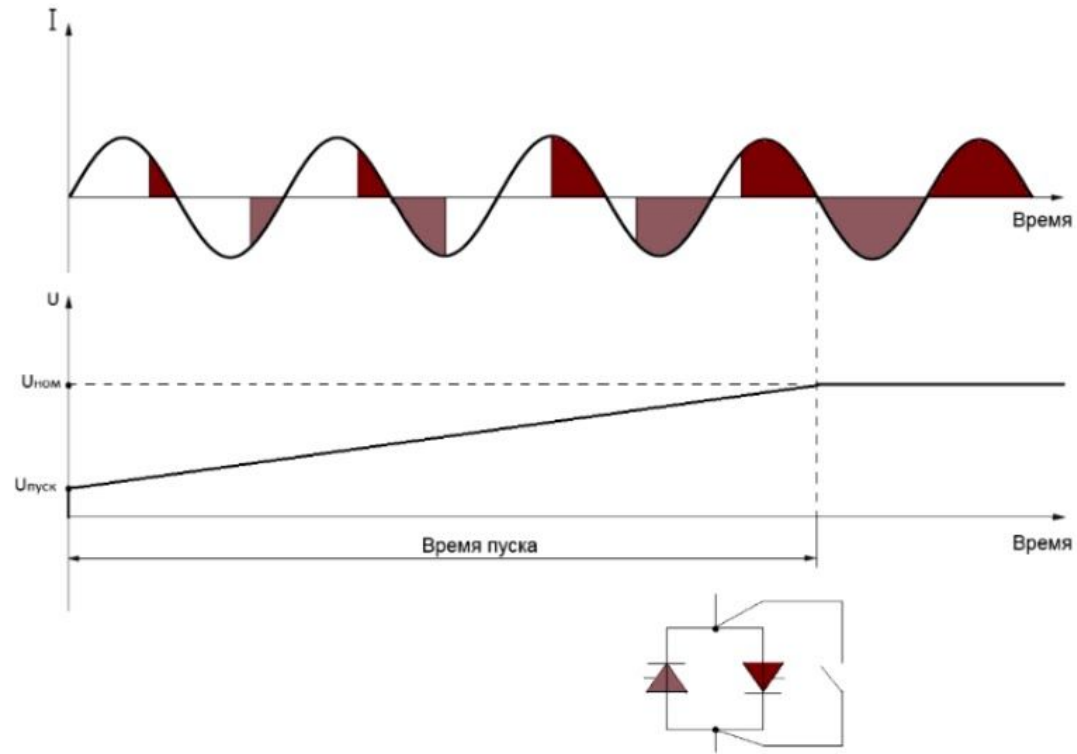


Принцип действия УПП

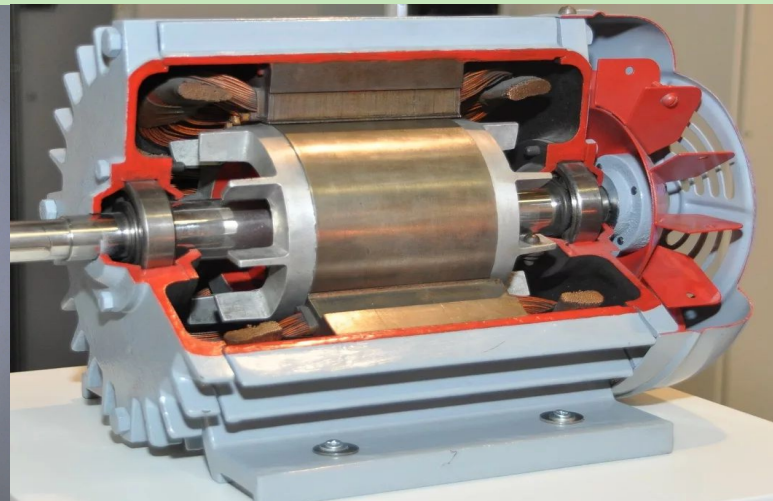
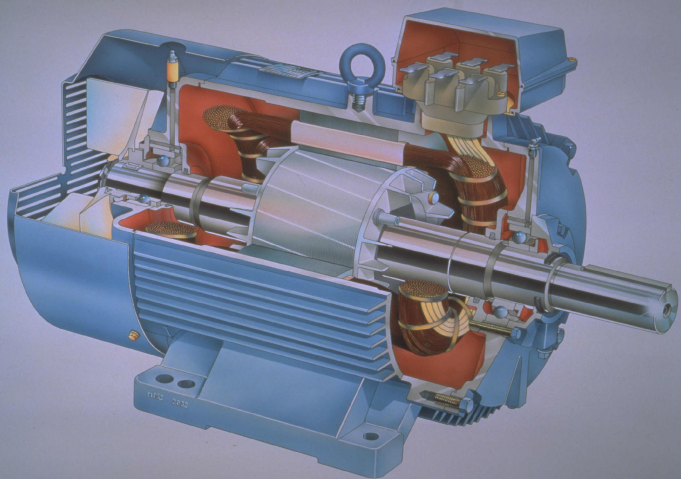


Асинхронные электродвигатели, помимо очевидных преимуществ имеют два существенных недостатка:

1. **Большой пусковой ток** (до семи раз больше номинального);
2. **Рывок на старте** (сила рывка ротора усиленно давит на обмоточные провода, тем самым убыстряя износ их изоляции, пробой которой называют межвитковым замыканием).

Данные недостатки негативно влияют на состояние электросетей, требуют применения автоматических выключателей с соответствующей времятоковой характеристикой, создают критические динамические нагрузки на оборудование.

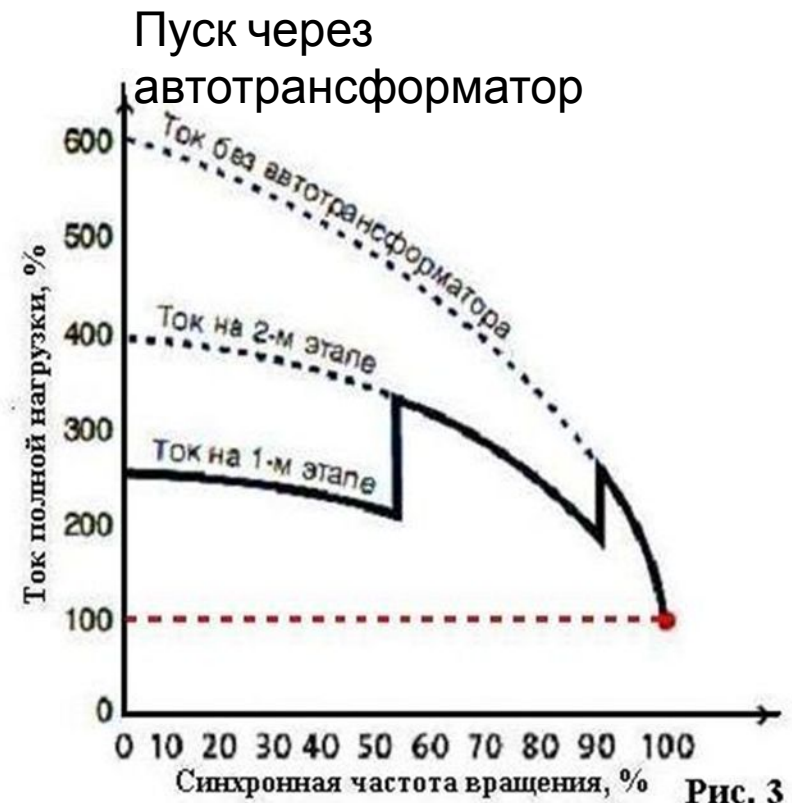
С эффектом запуска мощного асинхронного двигателя знакомы все: «**проседает напряжение и сотрясается все вокруг электродвигателя.** Поэтому, для уменьшения негативных воздействий были разработаны способы и схемы, позволяющие смягчить рывок и сделать запуск асинхронного двигателя **более**



Поскольку конструктивно нельзя уменьшить пусковой ток, придуманы способы, схемы и аппараты, обеспечивающие **плавный пуск** асинхронного двигателя.

Основные способы для осуществления плавного пуска электродвигателя это:

- ❑ Переключение звезда – треугольник;
- ❑ Запуск при помощи автотрансформатора;
- ❑ Устройства плавного пуска асинхронного двигателя (УПП) и др.



Запуск через «ЗВЕЗДА/ТРЕУГОЛЬНИК».

Чтобы уменьшить токовые перегрузки и падение напряжения в сети, применяют особый способ подключения трехфазного эл. двигателя, при котором происходит переключение со звезды на треугольник по мере набора оборотов.

При подключении соединенных звездой обмоток двигателя, рассчитанного на подключение треугольником в трехфазную сеть, напряжение, приведённое к каждой обмотке на **70% меньше от номинала**. Соответственно, ток при пуске эл. двигателя будет меньшим, но следует помнить, что стартовый момент вращения также будет меньшим.

Поэтому переключение режимов звезда-треугольник нельзя применять для вес груза лебедки или сопротивление поршневого компрессора.

Переключение звезда-треугольник можно применять только для электродвигателей, имеющих на валу свободно вращающуюся нагрузку – вентиляторы, центробежные насосы, валы станков, центрифуг и другого подобного оборудования.

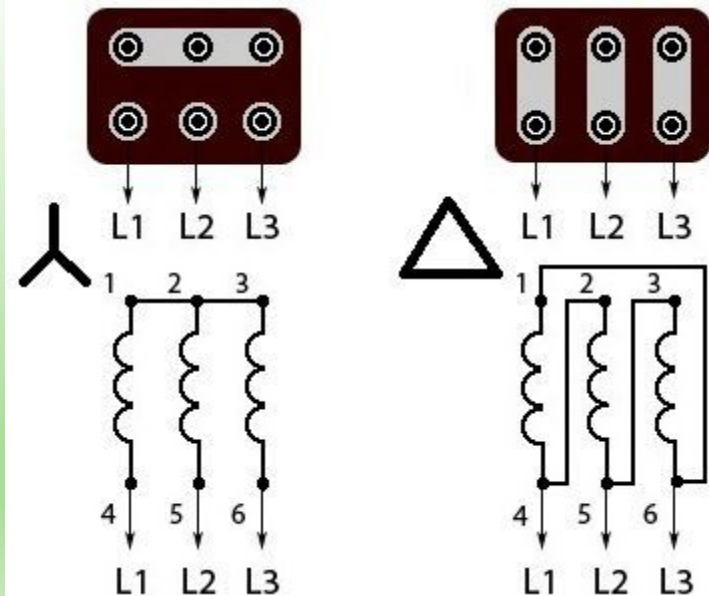
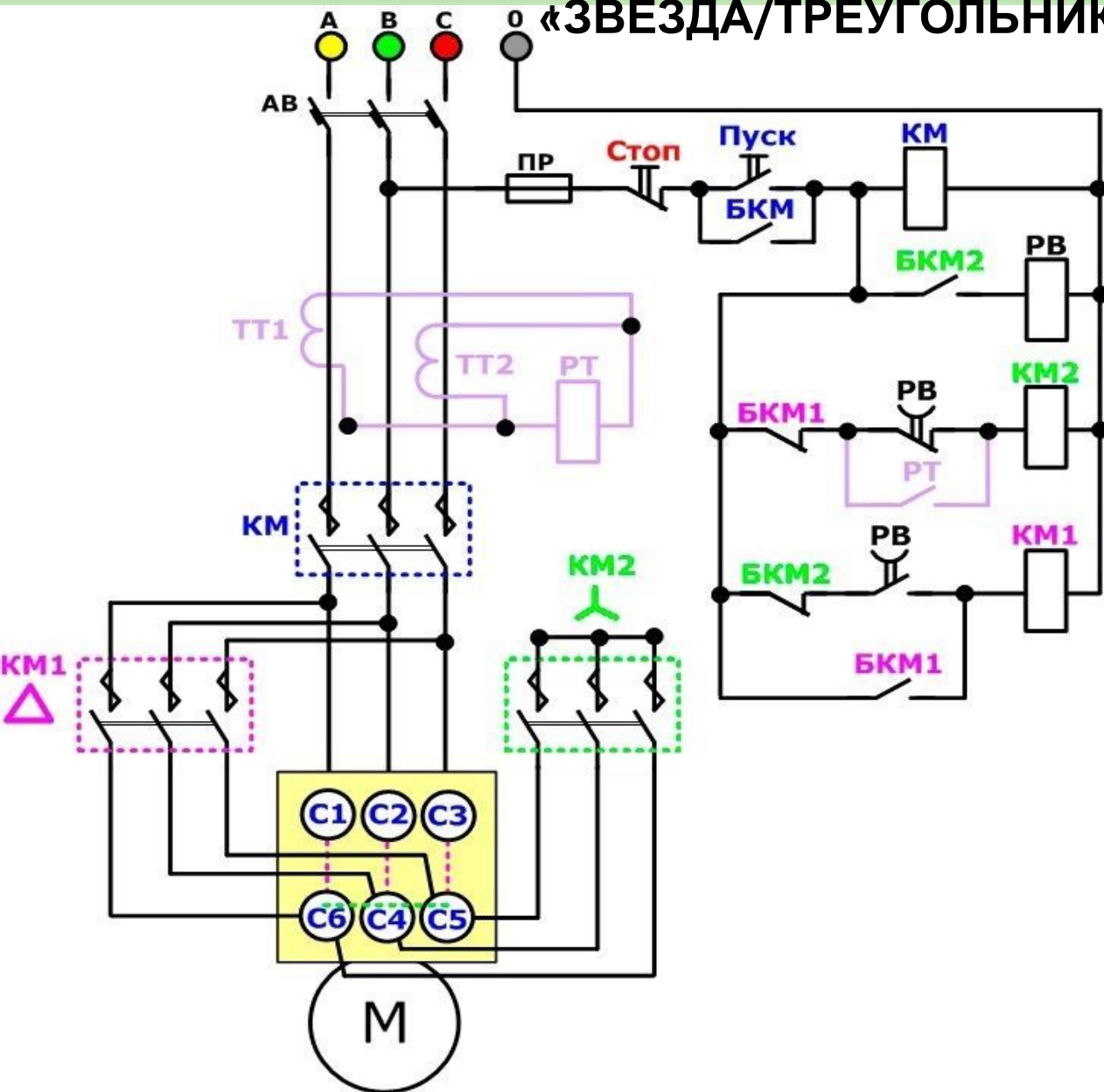


Схема подключения пуска электродвигателя через

«ЗВЕЗДА/ТРЕУГОЛЬНИК»



- AB** – Выключатель;
- ПР** – Предохранитель;
- БКМ** – Блок контактов магнитного пускателя;
- РВ** – Реле времени;
- KM** – Магнитный пускатель;
- РТ** – Реле тока;
- ТТ** – Трансформатор тока;
- М** – Электродвигатель;
- С1 – С6** – выводы обмоток;
- А, В, С, 0** – Фазные и нулевой провода

Схема подключения пуска электродвигателя через

«ЗВЕЗДА/ТРЕУГОЛО»

После **включения** трехфазного автоматического выключателя **АВ** пускатель готов к работе. Через нормально замкнутые контакты кнопки «**Стоп**», и замыкаемый оператором контакт кнопки «**Пуск**» ток протекает через катушку контактора **КМ**. Силовые контакты **КМ** удерживаются во включенном состоянии «самоподхватом»,

Реле (катушка) **КМ** необходимо для обеспечения возможности отключения двигателя кнопкой «**Стоп**». Импульс от кнопки «**Пуск**» также проходит через нормально замкнутые **БКМ1** и **РВ**, запуская контактор **КМ2**, основные контакты которого обеспечивают подачу напряжения на соединение обмоток по типу **звезда** – осуществляется раскрутка ротора.

Поскольку в момент пуска **КМ2** контакт **БКМ2** размыкается, то **КМ1**, обеспечивающий включения соединения обмоток треугольником, никак не может сработать (Рис. 2).

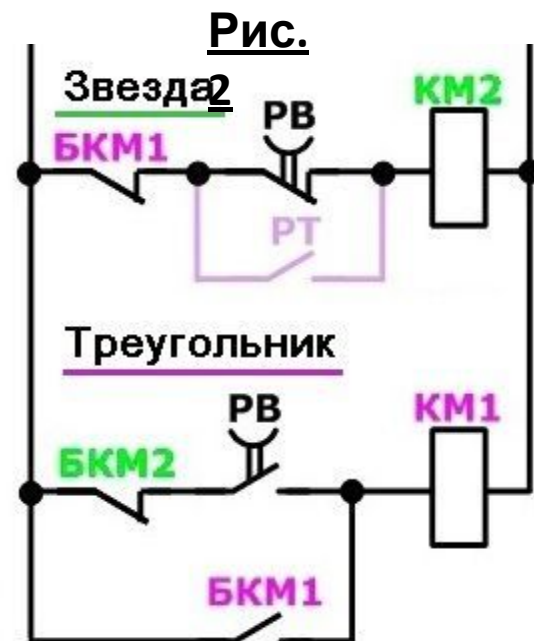
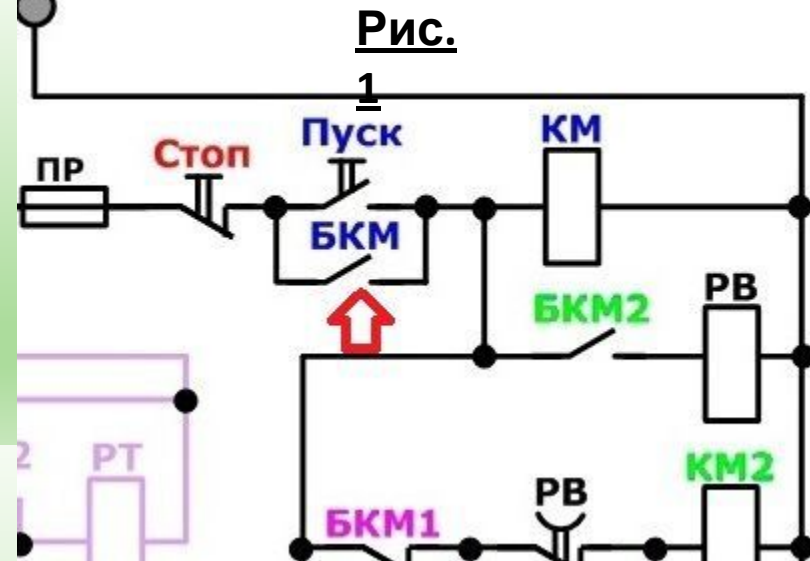


Схема подключения пуска электродвигателя через «ЗВЕЗДА/ТРЕУГОЛЬНИК»

Пусковые токовые перегрузки эл. двигателя заставляют практически мгновенно сработать **РТ**, включенное в цепи трансформаторов тока **ТТ1, ТТ2**. При этом цепь управления катушкой **КМ2** шунтируется контактом **РТ**, блокируя работу **РВ**.

Одновременно с запуском **КМ2** при помощи его дополнительного нормально разомкнутого контакта **БКМ2** запускается реле времени, контакты которого переключаются, но срабатывания **КМ1** не происходит, так как **БКМ2** в цепи катушки **КМ1** разомкнут (Рис. 3).

По мере набора оборотов пусковые токи уменьшаются и контакт **РТ** в цепи управления **КМ2** размыкается. Одновременно с отключением силовых контактов, обеспечивающих питанием соединение обмоток звездой, происходит замыкание **БКМ2** в цепи управления **КМ1** и размыкание **БКМ2** в цепи питания **РВ**.

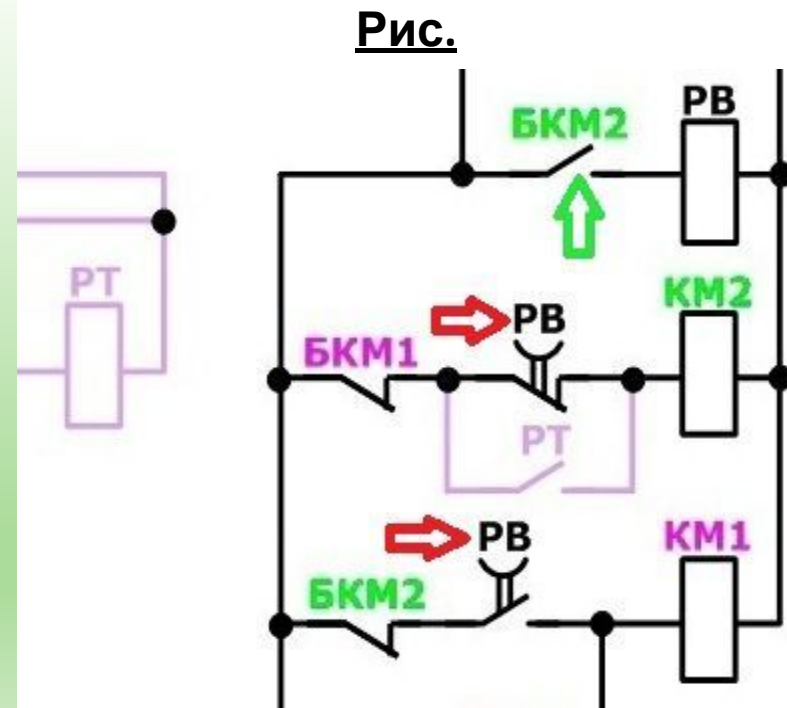
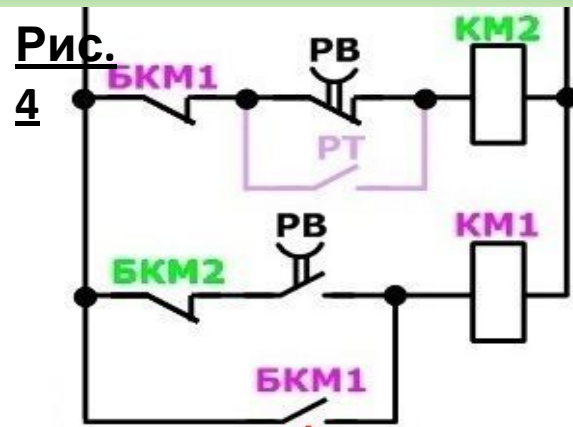


Схема подключения пуска электродвигателя через

«ЗВЕЗДА/ТРЕУГОЛЬ»

Но, поскольку **PВ** отключается с запаздыванием, этого времени достаточно, чтобы его нормально разомкнутый контакт в цепи **KM1** оставался замкнутым, благодаря чему происходит самоподхват **KM1**, подключающий соединение обмоток треугольником.



Самоподхват ↑

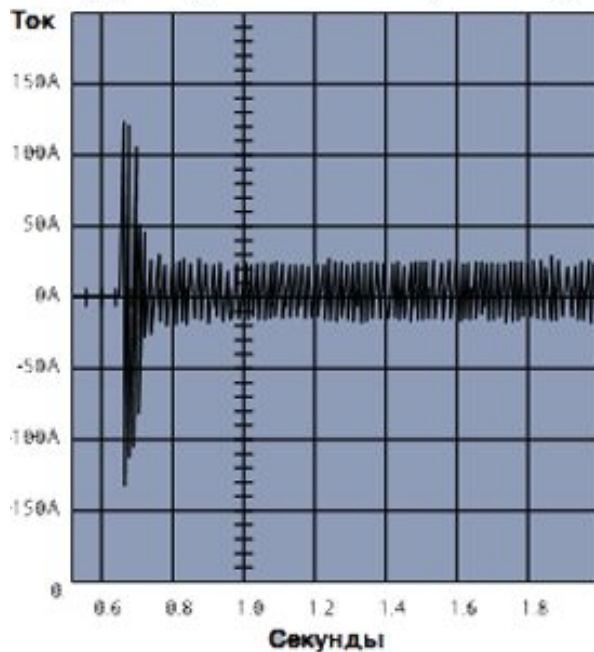
Правильные технические условия для использования переключения соединений обмоток.

При пуске любого трехфазного эл. двигателя должно соблюдаться важнейшее условие – **момент сопротивления нагрузки всегда должен быть меньше чем стартовый момент вращения**, иначе электромотор попросту не запустится, а его обмотки перегреются и перегорят, даже если используется стартовый режим звезды, при котором напряжение ниже номинального.

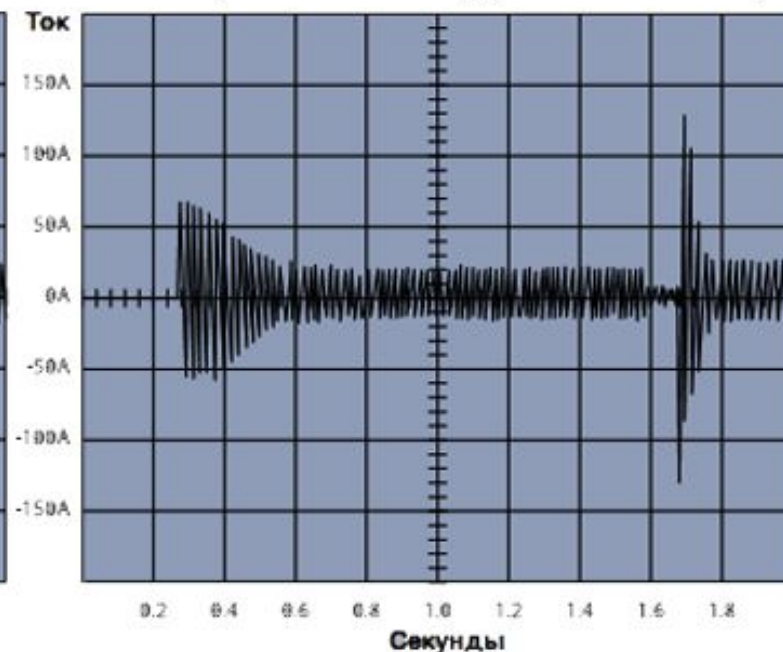
Даже если на валу свободно вращающаяся нагрузка, стартового момента при подключении звездой может не хватить и эл. двигатель не наберет обороты, **при которых должно осуществляться переключение в режим треугольника, так как сопротивление среды, в котором вращаются механизмы агрегатов, (лопасти вентилятора или крыльчатка насоса) будет увеличиваться по мере набора скорости вращения.**

Схема подключения пуска электродвигателя через

Диаграммы запусков двигателя 7,5 кВт с нагрузкой на валу



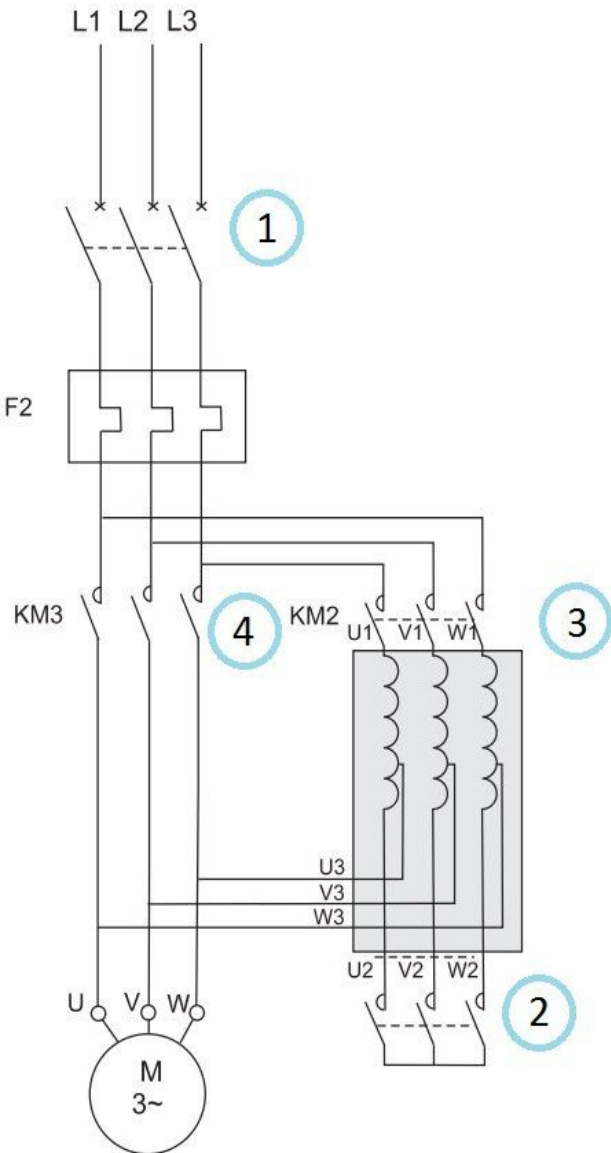
Прямой запуск двигателя, подключенного по схеме треугольника. На графике видны пусковые токи



Переключение режимов звезда-треугольник. При переходе на треугольник наблюдаются пусковые токи, равные по амплитуде прямому запуску

Очевидно, что такое подключение звезда-треугольник не даст никаких положительных результатов при неправильно рассчитанном стартовом моменте.

Запуск через АВТОТРАНСФОРМАТОР (АТ) похож на запуск электродвигателя по схеме звезда-треугольник, только посредственным звеном у нас является



1 Шаг.

Изначально мы включаем выключатель (1), чтобы подать питание на схему, далее замыкаем контакты (2), тем самым подаем питание на АТ и электродвигатель. Следующими замыкаем контакты (3), тем самым мы соединяем обмотки трансформатора в звезду, и автотрансформатор понижает подаваемое на электродвигатель напряжение (приблизительно на 50–80% от номинального напряжения).

Понижение напряжения, подаваемого на электродвигатель одновременно, приведёт к уменьшению пускового тока и вращающего пускового момента (связано это с коэффициентом трансформации автотрансформатора).

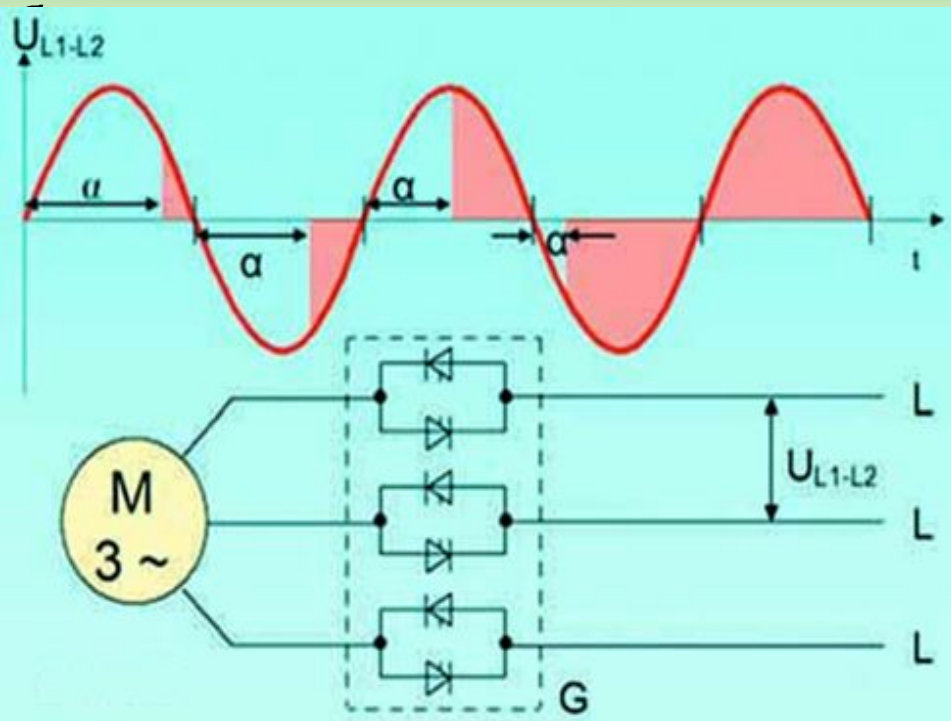
2 Шаг.

После того как ротор двигателя придет во вращение, мы размыкаем контакты (3) и автотрансформатор превращается в реактивную катушку, при этом напряжение несколько повышается.

3 Шаг.

Замыкаем контакты (4), тем самым начинаем питать электродвигатель на полное напряжение.

Устройство плавного пуска (УПП) или софтстартер — электротехническое устройство, используемое в асинхронных электродвигателях, которое позволяет во время запуска удерживать параметры двигателя (тока, напряжения и т.д.) в



Принцип работы ключевой схемы основывается на том, что **тиристоры отпираются на определенное время** в момент прохождения синусоидой нуля. Обычно в той части фазы, когда напряжение растет. Реже – при его падении. В результате на выходе УПП регистрируется пульсирующее напряжение, форма которого лишь приблизительно похожа на синусоиду. Амплитуда этой кривой растет по мере того, как увеличивается временной

Данные **тиристоры** через цепи управления, понижают начальное напряжение, поступающее на электродвигатель, что приводит к уменьшению пускового момента в электродвигателе. В процессе запуска «плавный пуск» постепенно повышает напряжение электродвигателя, что позволяет электродвигателю разогнаться до номинальной скорости вращения, не образуя большого момента и пиков тока. Использование устройства «плавного пуска» для асинхронных двигателей значительно увеличивают срок службы электродвигателя.

Проверка степени усвояемости материала

1. Зачем нужны схемы плавного пуска?
2. Назовите основные способы обеспечения плавного пуска электродвигателя.
3. В чем суть плавного пуска «Звезда/треугольник» + объясните как работает эта схема.
4. Основные недостатки подключения «Звезда/треугольник»
5. В чем суть схемы запуска с помощью АТ + объясните как работает эта схема.
6. Основные недостатки подключения через АТ.
7. В чем суть работы УПП?