

## 70 Бесконтактные электрические аппараты

### Достоинства и недостатки бесконтактных аппаратов по сравнению с обычными пускателями и контакторами

По сравнению с контактными аппаратами бесконтактные имеют преимущества:

- не образуется электрическая дуга, оказывающая разрушительное воздействие на детали аппарата; время срабатывания может достигать небольших величин, поэтому они допускают большую частоту срабатываний (сотни тысяч срабатываний в час),

- не изнашиваются механически,

В то же время, у бесконтактных аппаратов есть и недостатки:

- они не обеспечивают гальваническую развязку в цепи и не создают видимого разрыва в ней, что важно с точки зрения техники безопасности;

- глубина коммутации на несколько порядков меньше контактных аппаратов,

- габариты, вес и стоимость на сопоставимые технические параметры выше.

Бесконтактные аппараты, построенные на полупроводниковых элементах, весьма чувствительны к перенапряжениям и сверхтокам. Чем больше номинальный ток элемента, тем ниже обратное напряжение, которое способен выдержать этот элемент в непроводящем состоянии. Для элементов, рассчитанных на токи в сотни ампер, это напряжение измеряется несколькими сотнями вольт.

Возможности контактных аппаратов в этом отношении неограниченны: воздушный промежуток между контактами протяженностью 1 см способен выдержать напряжение до 30 000 В. Полупроводниковые элементы допускают лишь кратковременную перегрузку током: в течение десятых долей секунды по ним может протекать ток порядка десятикратного по отношению к номинальному. Контактные аппараты способны выдерживать стократные перегрузки током в течение указанных отрезков времени.

Падение напряжения на полупроводниковом элементе в проводящем состоянии при номинальном токе примерно в 50 раз больше, чем в обычных контактах. Это определяет большие тепловые потери в полупроводниковом элементе в режиме длительного тока и необходимость в специальных охлаждающих устройствах.

## Тиристорные пускатели

Тиристорные пускатели являются бесконтактными аппаратами и служат для включения и выключения электромеханических систем. В каждой фазе пускателя (рис. 1) включены незапирающиеся тиристоры VS1 — VS3 и диоды VD1 — VD3.

Тиристоры открываются один раз в течение периода последовательно через промежутки времени  $T/3$ , в моменты времени, когда подается импульс на открывание тиристора, при прохождении напряжения через нуль в сторону увеличения его в проводящем направлении.

После того как напряжение достигнет нулевого значения, тиристор становится непроводящим и напряжение данной фазы подается через параллельный диод. По истечении одной трети периода включается следующий тиристор и т. д. Этим обеспечивается непрерывная подача энергии приемнику, например асинхронному двигателю МА (рис. 1). Отметим, что в приводе отсутствуют контактные устройства, имеются только кнопки «Пуск» и «Стоп».

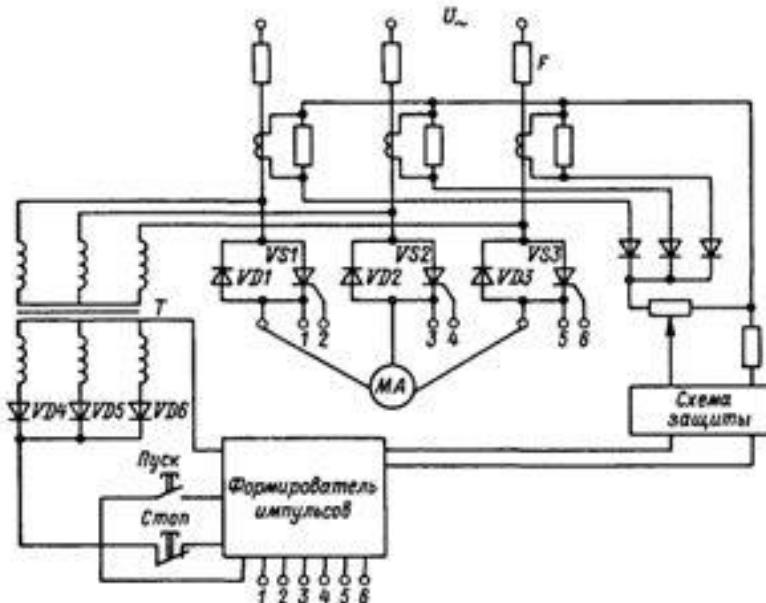


Рис. 1. Тиристорный пускатель

Импульсы на открывание тиристоров подаются на зажимы 1, 2, 3, 4, 5, 6 формирователя импульсов, который питается от отдельного трансформатора Т через диоды VD4, VD5 и VD6, чем обеспечивается подача импульсов одной полярности. При нажатии кнопки «Пуск» включаются формирователь импульсов и пускатель.

Зашита двигателя обеспечивается при помощи предохранителей F и схемы защиты от недопустимых токов. В каждой фазе пускателя включены трансформаторы тока. Токи трёх фаз суммируются и преобразуются в напряжение. При установленном значении напряжения, если оно действует не кратковременно, снимаются открывающие импульсы и привод останавливается. При нажатии кнопки «Стоп» также прекращается подача импульсов.



## Частотные преобразователи

### Что такое преобразователь частоты и для чего он нужен?

Для регулирования работы асинхронного двигателя с целью не допустить снижения его КПД применяют специальные устройства – частотные преобразователи. Их работа заключается в том, что они плавно изменяют скорость вращения двигателя, с помощью смены частоты питающего напряжения.

Мы постараемся рассмотреть ряд незаметных, на первый взгляд, особенностей в работе асинхронного электродвигателя и проанализируем, насколько важно в ходе его эксплуатации использовать частотный преобразователь.

### Что может привести к неисправности?

В асинхронном двигателе напряжение для работы чаще всего поступает через последовательно включенный автоматический выключатель. Таким образом, это провоцирует высокий рост тока пусковой обмотки, что для оборудования закончится весьма плачевно.

Частотный преобразователь обеспечивает плавный пуск двигателя с небольшими пусковыми токами.

Преобразователь частоты Danfoss



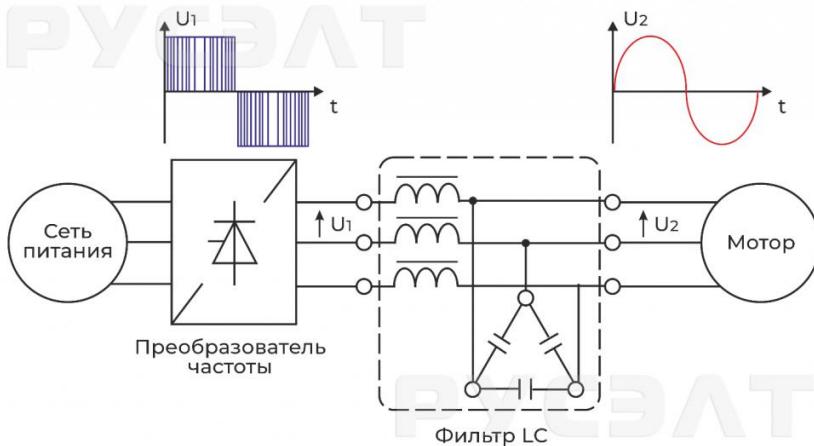
Преобразователь частоты Ритм-Н



Преобразователь частоты Веспер



Частотный преобразователь имеет к этому важное отношение – он контролирует ток электродвигателя. Формируя необходимое напряжение нужной амплитуды и частоты, частотник подает их на двигатель. Поясним – в процессе его запуска преобразователь отдает не полную частоту, скажем, в 50 Герц, а где-то 1 Гц (или чуть больше). То же самое и с напряжением – не все 220 В или 380 В, а около 20-30 (смотря, какие выставлены настройки).



Принцип работы преобразователя частоты для электродвигателя

Все это позволяет пропускать через обмотку статора ток оптимального значения, не выше номинального показателя, чтобы создать магнитное поле, которое, в свою очередь, вместе с созданным в обмотке током создаст крутящий момент. Выше мы описывали старт двигателя. Что касается разгона, то в ходе этого процесса преобразователь плавно повышает частоту и величину поступающего напряжения, тем самым разгоняя двигатель. Главное – настроить частотник таким образом, чтобы времени на разгон уходило как можно меньше, а ток обмотки статора не был выше её номинального значения. Кроме того, важно поддерживать достаточный крутящий момент на валу.

**Почему без преобразователя не обойтись? Главные преимущества его использования**

Итак, преобразователь частоты дает следующие преимущества при управлении асинхронным двигателем:

1. Плавный пуск и остановка электропривода
2. Управление производительностью оборудования
3. Установка оптимальных режимов работы
4. Взаимное согласование электроприводов в сложных системах

Самые важные – это 1 и 2 пункты. Почему именно они?

Плавный пуск позволяет наращивать скорость постепенно, что позволяет не допустить скачков тока. Неконтролируемые скачки опасны, так как при прямом пуске они превышают номинальные показатели в 5-7 раз, что может спровоцировать высокую нагрузку на электросеть, защитит оборудование от перегрузок и сэкономит деньги на затратах электроэнергии.

Что касается управления производительностью, то в этом случае преобразователь частоты контролирует скорость работы электродвигателя с учетом «реальных нужд» в системе в целом. Это также помогает напрасно не тратить энергию и гарантирует её экономию в 30-60%.

Помимо 4-х основных преимуществ описанных выше, использование преобразователя обеспечивает следующие преимущества:

- Понижение величины пусковых токов в 4-6 раз
- Регулировка частоты и напряжения с экономией до 50% электроэнергии
- Самостоятельное выключение контактора, снятие напряжения и с его плавной подачей в звено постоянного тока
- Устранение ударных нагрузок, защита двигателя от механической перегрузки, либо недогрузки
- Понижение общего числа ненужных отключений при ударных нагрузках
- Обеспечение нужной величины и частоты при запуске оборудования, поддержание обратной связи смежных приводов
- Контроль скорости вращения ротора и анализ работы двигателя

### Виды регулирования частотных преобразователей

- Амплитудно-частотное регулирование (скалярное) – применяются в обычных установках с вентиляторами, насосами, и т.д. где не требуется стабилизация оборотов двигателя
- Векторное регулирование – используются на любом оборудовании, где возможны резкие изменения крутящего момента на валу, причем в большом диапазоне и где нужна высокая стабильность оборотов на валу электродвигателя.

## Элементная база преобразователей частоты.

В современной электронике использование транзисторов в инверторах является предпочтительным, поскольку они имеют много преимуществ перед тиристорами.

Во-первых, транзисторы имеют более высокую электрическую изоляцию и низкую чувствительность к помехам, что обеспечивает более надёжную работу инвертора.

Во-вторых, транзисторы имеют более высокую скорость реакции, чем тиристоры, что позволяет использовать их в более сложных и высокоэффективных системах.

Наконец, транзисторы имеют меньшую стоимость производства и легче для массового производства, чем тиристоры, что делает их более доступными для широкого круга потребителей.



Тиристоры стержневого и таблеточного типа

В импульсных преобразователях средней мощности полевые транзисторы выигрывают. В настоящий момент, все производители инверторов делают их с использованием полевых транзисторов MOSFET (*metal-oxide-semiconductor field-effect transistor* или составных транзисторов (вход полевой, выход биполярный) IGBT (*Insulated Gate Bipolar Transistor*) или биполярный силовой транзистор с изолированным затвором). Основное различие между этими транзисторами — различный ток коммутации. Большим током обладают транзисторы IGBT.



## IGBT

