

УДК 621.391.823

### Особенности в работе преобразователей частоты для питания электродвигателей

Высоцкая В.А., Сазоненко Е.Р., Семериков К.В.

Научный руководитель – ст. препод. МИХАЛЫЦЕВИЧ Г.А.

В машиностроении в данный момент часто используют преобразователи частоты – это устройства, которые позволяют плавно регулировать скорость вращения электродвигателей переменного тока.

#### Анализ современных преобразователей частоты

Преобразователь частоты – это преобразовательное электротехническое устройство, позволяющее изменять или поддерживать скорость вращения асинхронного электродвигателя, благодаря изменению момента на валу путем регулирования напряжения питания и частоты, подаваемой на обмотку статора.

В состав преобразователя частоты входят: выпрямитель, с помощью которого переменное напряжение промышленной частотой превращается в постоянное, и инвертор, который преобразует постоянное напряжение в переменное с необходимой частотой и амплитудой.

Изменение частоты осуществляется блоком с микропроцессорным управлением, который содержит преобразователь. Он регулирует выходную частоту и напряжение питания обмоток статора таким образом, чтобы обеспечить заданные рабочие характеристики работы электродвигателя.

Преобразователь частоты имеет следующие блоки:

- силовой;
- управляющий.

Силовая структура имеет блок тиристоров или мощных *IGBT*-транзисторов, а управляющая структура – это микропроцессорный блок, который ими управляет.

Преобразователи частоты (ПЧ) отличаются между собой, поэтому их можно разделить на:

- ПЧ с промежуточным звеном постоянного напряжения;
- ПЧ с непосредственной связью с сетью (непосредственный преобразователь частоты).

#### Непосредственные преобразователи частоты

Непосредственные преобразователи частоты – это такие преобразователи частоты, которые характеризуются прямой связью с сетью и изменяют переменный ток с более высокой частотой, в ток с меньшей частотой.

Управление производится при помощи тиристоров (вентилей).

Коммутация таких преобразователей частоты делится на три вида:

- естественную;
- принудительную;
- комбинированную.

Естественная коммутация происходит при работе тиристоров в цепях переменного тока в момент падения тока через анод тиристора меньше тока удержания. Это происходит при значении напряжения на аноде тиристора относительно катода около нуля. Среди плюсов естественной коммутации можно выделить высокий КПД и возможность обмена энергией между двигателем и электрической сетью. ПЧ имеющие тиристоры, работающие с естественной коммутацией, являются более экономичными, надежными, дешевыми, часто обладающими более высокой перегрузочной способностью и малым уровнем создаваемых помех при своей работе.

Такие преобразователи являются наиболее распространёнными и применяются в тихоходных синхронных и асинхронных электроприводах средней и большой мощности. К таким приборам можно отнести насосы, вентиляторы, кондиционеры, увлажнители воздуха и т.п. устройства.

Непосредственные преобразователи частот также подразделяются:

- по числу фаз;
- по способу управления.

Наиболее эффективным для непосредственных преобразователей является раздельное управление.

Данный тип преобразователей не получил широкого применения из-за многих недостатков при его использовании. Среди них можно выделить сложность силовых цепей, из-за содержания большого количества элементов, и цепей управления, что является оправданным лишь при выполнении преобразователя на сравнительно большие мощности. Данный преобразователь обычно является очень габаритным и тяжёлым, кроме того имеющим низкий коэффициент мощности.

#### **Преобразователь частоты со звеном постоянного напряжения**

Для электроприводов, имеющих большой диапазон регулирования скорости необходимо использовать преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного напряжения. В таких преобразователях частоты напряжение сети сначала выпрямляется, а затем инвертируется в переменное напряжение с нужной частотой. Общая схема данного преобразователя частоты состоит из последовательно соединённых блоков: выпрямителя и инвертора.

Рассматриваемые преобразователи частоты бывают с управляемым и неуправляемым выпрямителем.

На данный момент наиболее распространёнными являются неуправляемые выпрямители.

Схемное решение такого управления – диоды. Они дешёвы, имеют простую конструкцию и высокий КПД. Все эти факторы делают преобразователь с ними очень удобным для использования. Но такие преобразователи сложны в регулировании выходного напряжения.

Другим видом схемного управления являются управляемые выпрямители – это выпрямители, у которого при неизменном входном напряжении можно регулировать выходное напряжение. К ним относятся тиристоры низкой частоты, но они имеют ряд недостатков: большие пульсации выходного напряжения, ток через них часто проходит только в одном направлении.

Главное достоинство преобразователя частоты со звеном постоянного напряжения – это возможность получения широкого диапазона выходных частот. Такие преобразователи можно питать от аварийных и резервных источников постоянного тока без использования сети при необходимости.

К недостаткам можно отнести необходимость двойного преобразования электроэнергии, что ведёт к некоторому ухудшению КПД и увеличению массогабаритных показателей.

Несмотря на это, на сегодняшний день, данные инверторы напряжения являются лидерами по использованию для питания электродвигателей переменного тока при необходимости плавной регулировки их скорости вращения.

#### **Методы управления электроприводом**

Для получения максимального КПД, максимального крутящего момента на валу электромашины, для повышения производительности механизма необходимо правильно подобрать способ управления электродвигателем. Эффективно работающим электродвигателям необходим минимум электроэнергии, тем самым они обеспечивают максимальную экономичность при своей работе.

На сегодняшний день существует два вида управления для асинхронного электрического двигателя переменного тока: векторное и скалярное.

Самым распространённым является электродвигатель со скалярным управлением. Он используется в конструкциях приводов вентилятора, компрессора, насоса и другого оборудования, для которого очень важно удерживать постоянную скорость вращения вала двигателя.

Скалярный метод управления заключается в поддержании постоянного отношения напряжение/частота во всем рабочем диапазоне скоростей, при этом контролируется только величина и частота питающего напряжения. Это единственный способ регулирования скорости электродвигателя, который позволяет регулировать несколько электроприводов от одного преобразователя частоты.

Векторное управление заключается в контроле не только величины и частоты напряжения питания, но и его фазы. Оно может быть с разомкнутым и замкнутым контуром. Преимуществами данного метода можно назвать плавную работу электродвигателя, точность регулирования, возникновение быстрой реакции на изменение нагрузки, высокий КПД, при значительном снижении потерь энергии при работе.

Одним из недостатков в его работе является такой как большая вычислительная сложность, в связи с большим количеством математических вычислений, которые должен обрабатывать микропроцессор в блоке управления. Он должен реагировать на изменение напряжения питания в сети и изменение нагрузки на валу электродвигателя, обеспечивать плавный пуск и выключение питания электродвигателя при перегрузке и в аварийных ситуациях.

### **Выводы**

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что применение электромеханического преобразователя энергии является экономически выгодным и эффективным.

Сделав анализ основных преимуществ и недостатков существующих преобразователей частоты, можно сделать вывод, что более целесообразно использовать преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного напряжения. При правильной эксплуатации преобразователя частоты можно добиться минимума потребляемой им энергии и получения максимальной надежности работы.

### **Литература**

1. <https://drives.ru/stati/chastotnye-preobrazovateli/>
2. <https://scienceforum.ru/2011/article/2011002091>