

УДК 621.311

**Управляемые электроприводы и энергоэффективность**

Ёч Э.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент ПЕТРУША Ю.С.

Под электроприводом понимают электроэнергетическую систему, приводящую в движение рабочие органы технического устройства и состоящую из передаточного, электродвигательного, преобразовательного и управляющего устройств. Так как самыми распространёнными электродвигателями являются асинхронные двигатели, то в дальнейшем и будем говорить о них.

Для управления режимами работ электродвигателей применяются следующие управляющие воздействия:

- включение и выключение электродвигателя;
- реверс электродвигателя;
- включение в цепь ротора резисторов;
- пуск с переключением со звезды на треугольник;
- регулирование частоты вращения переключением числа пар полюсов;
- изменение подаваемого напряжения на обмотки электродвигатель;
- изменение напряжения и частоты подаваемого на электродвигатель.

Теперь поподробнее разберём приведенный выше управляющие воздействия.

Включение и выключение является самым простым в реализации способом управления электродвигателем. Этот способ применим для случаев, когда нагрузка однородна и во времени изменяется по принципу «работает в номинальном режиме – выключен». По сути этот способ присущ всем электродвигателям, так как все они включаются через устройство включения и выключения.

Реверс электродвигателя — это изменения направления вращения ротора посредством изменения порядка подключения обмоток статора к питающей сети. Реализация реверса так же не составляет труда, а именно просто поменять местами соседние фазы.

Введение резисторов в цепь ротора приводит к увеличению потерь мощности и снижению частоты вращения ротора двигателя за счет увеличения скольжения, поскольку  $n = n_0 (1 - s)$ . При увеличении сопротивления в цепи ротора при том же моменте частота вращения вала двигателя уменьшается. Жесткость механических характеристик значительно снижается с уменьшением частоты вращения, что ограничивает диапазон регулирования до  $(2 - 3) : 1$ . Недостатком этого способа являются значительные потери энергии, которые пропорциональны скольжению. Такое регулирование возможно только для двигателя с фазным ротором.

Ступенчатое регулирование скорости можно осуществить, используя специальные многоскоростные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором. Из выражения  $n_0 = 60f/p$  следует, что при изменении числа пар полюсов  $p$  получают механические характеристики с разной частотой вращения по магнитного поля статора. Так как значение  $p$  определяется целыми числами, то переход от одной характеристики к другой в процессе регулирования носит ступенчатый характер. Существует два способа изменения числа пар полюсов. В первом случае в пазы статора укладывают две обмотки с разным числом полюсов. При изменении скорости к сети подключается одна из обмоток. Во втором случае обмотку каждой фазы составляют из двух частей, которые соединяют параллельно или последовательно. При этом число пар полюсов изменяется в два раза. Регулирование скорости путем изменения числа пар полюсов экономично, а механические характеристики сохраняют жесткость. Недостатком этого способа является ступенчатый характер изменения частоты вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Выпускаются двухскоростные двигатели с числом полюсов 4/2, 8/4, 12/6. Четырехскоростной электродвигатель с полюсами 12/8/6/4 имеет две переключаемые обмотки.

Контроллеры-оптимизаторы — это регуляторы напряжения питания электродвигателя, осуществляющие контроль за фазами тока и напряжения. Они обеспечивают полное управление приводом на всех этапах работы и защищают его от повышенного и пониженного напряжения, перегрузки, обрыва или нарушения чередования фаз и т.д. Контроллеры-оптимизаторы согласуют значение крутящего механического момента, развиваемого электродвигателем, со значением механического момента нагрузки на его валу за счет изменения напряжения питания двигателя. При этом скорость вращения ротора электродвигателя остается прежней, а коэффициент мощности повышается. Это оборудование является функционально законченным и не требует подключения дополнительных устройств. При работе привода в режиме динамично меняющихся нагрузок контроллер обеспечивает прекращение отбора мощности из питающей сети в те моменты, когда полупроводниковые переходы тиристоров (управляемых диодов) закрыты, то есть не пропускают электрический ток. Тиристоры открываются при поступлении управляющих импульсов, задержка подачи которых определяется степенью загрузки привода, а закрываются при переходе тока через ноль.

Контроллеры-оптимизаторы оперативно реагируют на изменение напряжения, снижают расходы электроэнергии на 30–40%, уменьшают влияние реактивной нагрузки на сеть, повышают КПД привода, позволяют сократить расходы на конденсаторные компенсирующие устройства, продлевают срок службы оборудования и повышают экологичность производства. Кроме того, они отличаются более доступной ценой, нежели преобразователи частоты. Единственным ограничением для применения контроллера является невозможность его использования в тех случаях, когда необходимо изменять скорость вращения электродвигателя.

Принцип частотного регулирования, при котором частота и напряжение питания двигателя могут изменяться в соответствии с установленным соотношением независимо друг от друга, является наиболее эффективным способом управления скоростью асинхронных двигателей. Реализация такого способа определяется тем, что скорость вращающегося магнитного поля статора пропорциональна частоте источника питания. Следовательно, изменяя частоту, можно плавно и в широких пределах регулировать скорость вращения ротора. При этом скольжение  $s$ , изменяется незначительно и, следовательно, потери, пропорциональные величине скольжения, также изменяются незначительно. Это важное преимущество частотного управления асинхронным двигателем позволяет реализовать энергосберегающие технологии как для двигателей с фазным ротором, так и с короткозамкнутым. В зависимости от видов нагрузки закон управления напряжением и частотой имеет различные формы. Наиболее используемым преобразователем частоты является преобразователь с промежуточным звеном постоянного тока. В подобных аппаратах производится двойное преобразование энергии: входное напряжение выпрямляется, затем фильтруется и сглаживается, а потом при помощи инвертора снова трансформируется в напряжение с необходимой амплитудой и частотой. Подобное преобразование может несколько снижать КПД оборудования, но такие преобразователи частоты имеют широкое применение в силу того, что могут давать на выходе напряжение с высокой частотой.

Таким образом к достоинствам можно отнести то, что преобразователь частоты для асинхронного двигателя, принцип работы которого описан выше, обеспечивает снижение расхода электроэнергии, плавный запуск привода и высокую точность регулировки, увеличивает пусковой момент и стабилизирует скорость вращения при переменной нагрузке. Все это в совокупности позволяет повысить коэффициент полезного действия машины. К недостаткам «частотника» можно отнести его высокую стоимость, а также создание электромагнитных помех в процессе работы.

Области применения частотных преобразователей

На базе частотных преобразователей могут быть реализованы системы регулирования скорости следующих объектов:

- о насосов горячей и холодной воды в системах водо- и теплоснабжения, вспомогательного оборудования котелен, ТЭС, ТЭЦ и котлоагрегатов;
- о песковые и пульповые насосы в технологических линиях обогатительных фабрик;
- о рольганги, конвейеры, транспортеры и другие транспортные средства;
- о дозаторы и питатели;
- о лифтовое оборудование;
- о дробилки, мельницы, мешалки, экструдеры;
- о центрифуги различных типов;
- о линии производства пленки, картона и других ленточных материалов;
- о оборудование прокатных станков и других металлургических агрегатов;
- о приводы буровых станков, электробуров, бурового оборудования;
- о электроприводы станочного оборудования;
- о высокооборотные механизмы (шпиндели шлифовальных станков и т.п.);
- о экскаваторное оборудование;
- о крановое оборудование;
- о механизмы силовых манипуляторов и т.п.

В заключение можно сказать, что каждый из приведенным методов должен применяется для выполнения задач, для которых это экономически целесообразно и (или) того требует технологический процесс.

#### Литература

1. Дайнеко В.А., Ковалинский А.И. Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий - Учебное пособие. Минск: Новое знание, 2008. - 320 с.