

Устройство плавного пуска

Назначение устройства плавного пуска и его применение

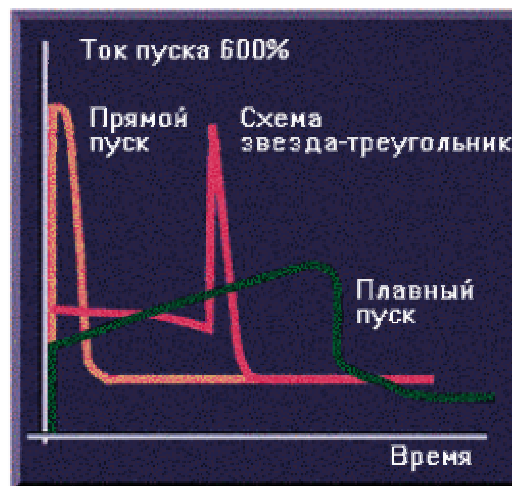
Телефон/факс +7 (495) 778-46-23 / 972-86-35

www.electrotechnica.ru

electrotechnica@ya.ru

С момента изобретения около ста лет назад, стандартный трехфазный асинхронный электродвигатель стал самым распространенным приводом промышленного оборудования всех времен. Простота конструкции, низкая стоимость, надежность и относительно высокий коэффициент полезного действия позволяют предположить, что данный тип двигателя останется в обозримом будущем главным источником механической энергии.

Основные проблемы такого типа электродвигателей сводятся к невозможности согласования крутящего момента двигателя с моментом нагрузки, как во время пуска, так и во время работы, а также высокий пусковой ток. Во время пуска крутящий момент за доли секунды часто достигает 150-200% (см. Рисунок), что может привести к выходу из строя кинематической цепи привода. В то же самое время стартовый ток может быть в 6-8 раз больше номинального, порождая проблемы со стабильностью питания (см. Рисунок).



Принцип обеспечения энергосбережения при использовании устройств плавного пуска

Типичный трехфазный асинхронный электродвигатель, работающий с полной нагрузкой, обладает относительно высоким КПД, достигающим 80-96%. Однако, как показано на рисунке 1, КПД двигателя резко падает, если нагрузка снижается.

Устройство плавного пуска

Назначение устройства плавного пуска и его применение

Телефон/факс +7 (495) 778-46-23 / 972-86-35

www.electrotechnica.ru

electrotechnica@ya.ru

Падение КПД особенно ощутимо, когда нагрузка снижается до значений менее 50% от номинальной. В действительности электродвигатели довольно редко работают на полную мощность. Подавляющее большинство двигателей работают с нагрузкой, значительно ниже номинальной вследствие того, что при проектировании электропривода они были выбраны с так называемым «конструктивным запасом», а так же из-за естественных колебаний нагрузки в условиях конкретного технологического процесса.

КПД

100%

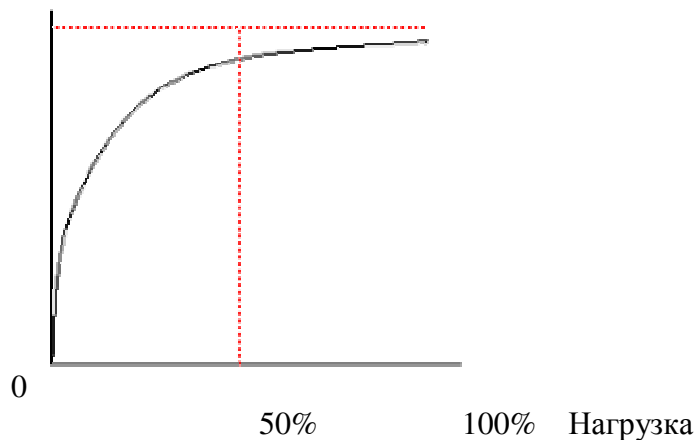


Рисунок 1

КПД асинхронного двигателя при постоянных скорости вращения и напряжении питания

В тех случаях, когда есть возможность менять скорость вращения двигателя, проблема может быть решена посредством частотных преобразователей, обеспечивающих такую скорость вращения двигателя, которая необходима и достаточна для выполнения работы в каждый конкретный момент времени.

Не столь современные, как ЭнерджиСейвер, устройства плавного пуска по окончании программы разгона сохраняют полную электропроводность, вследствие чего двигатель ведет себя так же, как если бы он был подключен напрямую к питающей сети, либо шунтируются контакторами, коммутирующими электродвигатель напрямую к питающей сети для избежания потерь электроэнергии на внутреннем сопротивлении открытых тиристоров. Однако при пониженных нагрузках и полной подаче напряжения асинхронные электродвигатели всегда получают избыточный ток намагничивания, расходующийся в том числе на перемагничивание созданного им же в предыдущий момент времени избыточного магнитного поля. Путем непрерывного контроля нагрузки и изменения напряжения на контактах двигателя по определенному алгоритму, ЭнерджиСейвер экономит часть энергии возбуждения и снижает потери (пропорциональные квадрату тока, который снижается при понижении напряжения), а также улучшает коэффициент мощности в тех случаях, когда электродвигатель используется неэффективно с пониженной нагрузкой.

В чем физический смысл подобных манипуляций? Момент, создаваемый двигателем, зависит как от приложенного напряжения, так и от скольжения (показатель «запаздывания» вращения ротора относительно поля статора). Чем

Устройство плавного пуска**Назначение устройства плавного пуска и его применение**

Телефон/факс +7 (495) 778-46-23 / 972-86-35

www.electrotechnica.ru

electrotechnica@ya.ru

меньший момент нагрузки приложен к ротору, тем больше ротор «догоняет» поле статора (скольжение уменьшается), тем дальше двигатель переходит в менее экономичный режим. Если соответствующим образом снизить напряжение питания, подаваемое на двигатель, скольжение вернется к номинальному значению. Рисунок 2 иллюстрирует описанный процесс на примере механических характеристик двигателя при различных значениях напряжения, приложенного к обмоткам. При этом снизятся ток, протекающий через обмотки двигателя, и потребляемая мощность, пропорциональная произведению напряжения и тока, потери уменьшатся, КПД двигателя возрастет.

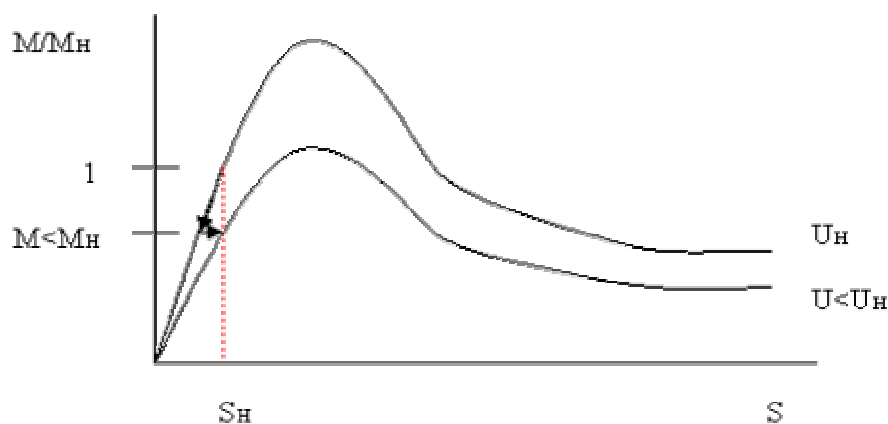


Рисунок 2

Механические характеристики двигателя при различных напряжениях питания

Каким образом снижается напряжение? Используется схема встречно-параллельно включенных тиристоров. Тиристор – электронный прибор, представляющий собой управляемый диод. Он открывается при подаче управляющего импульса и закрывается при переходе проходящего через него тока через ноль. Открывая тиристор с большей или меньшей задержкой по времени, возможно «вырезать» соответствующую часть синусоиды питающего напряжения. Таким образом, среднее напряжение на выходе устройства будет меняться пропорционально изменению времени задержки открытия тиристора. Поскольку подобный принцип регулирования напряжения предполагает, что в те интервалы времени, когда тиристоры остаются закрытыми, ток через обмотки двигателя не протекает, отбора мощности из питающей сети в эти моменты не происходит. Ротор двигателя в эти интервалы времени вращается по инерции.

Каким образом осуществляется определение требуемого момента открытия тиристоров? Обмотки двигателя представляют собой активно-индуктивную нагрузку. Активная часть сопротивления зависит только от температуры обмотки. Реактивное (индуктивное) сопротивление зависит от момента нагрузки, приложенного к ротору двигателя. Его величина тем больше, чем меньший момент нагрузки приложен. Величина реактивного сопротивления влияет на фазовый сдвиг между напряжением и током в цепи. Таким образом, измеряя фазовый сдвиг, возможно однозначно судить о величине нагрузки по отношению к номинальной.

ООО «ГлобалДевайс»

Устройство плавного пуска

Назначение устройства плавного пуска и его применение

Телефон/факс +7 (495) 778-46-23 / 972-86-35

www.electrotechnica.ru

electrotechnica@ya.ru

Снижение напряжения соответственно уменьшению величины нагрузки приводит к уменьшению индуктивной части сопротивления. Вследствие этого, помимо уже упомянутого снижения потребления активной мощности при понижении напряжения, снижение активной части тока уменьшает потери, равные произведению квадрата тока на активное сопротивление обмоток. Поскольку реактивный ток, как и активный, греет проводники, его снижение так же приводит к уменьшению активного сопротивления обмоток двигателя, что обеспечивает дополнительную экономию энергии, выделяющейся в виде тепла. Кроме того, уменьшение реактивной части сопротивления снижает отрицательное влияние реактивной нагрузки на питающую сеть, уменьшая фазовый сдвиг между током и напряжением, а так же потребляемую реактивную мощность.

Не только расчеты, но и практические исследования показывают, что если бы двигатель работал с максимальным КПД во всех режимах, экономия потребляемой электроэнергии могла бы достигать 30 и даже 40%.

Пусковые устройства предназначены для использования во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства, некоторые примеры применений даны ниже.

Центрифуги обладают большими инерционными массами, требующими достаточного времени для раскручивания. При прямом пуске двигателя длительное время находятся под воздействием пусковых токов, а на вал передаются значительные динамические воздействия, что приводит к быстрому выходу из строя как двигателя, так и приводимого в действие механизма. Применение тиристорных пусковых устройств позволяет плавно разогнать центрифугу и тем самым защитить и двигатель, и механизм центрифуги.

Вентиляторы, подобно центрифугам, также имеют большие инерционные массы, требующие длительного разгона. В такого рода оборудовании часто применяется схема переключения со звезды на треугольник, однако поскольку противодействующий момент с повышением скорости вращения увеличивается, получение достаточно высокой скорости перед переключением со звезды на треугольник оказывается затруднительным. При прямом включении, так же как и у центрифуги, на вал передаются значительные динамические воздействия, что приводит к быстрому износу подшипников и приводных ремней, которые при прямом включении часто проскальзывают и от резкого натяжения рвутся. Плавный пуск снимает эти проблемы.

Дробилки, если они заполнены материалом, должны преодолевать при пуске полный противодействующий момент. В этом случае тиристорное пусковое устройство оберегает от пиковых нагрузок как двигатель, так и силовую передачу. Кроме того, при низкой температуре окружающей среды дробилки нуждаются при пуске с большим, но плавно нарастающим вращающим моментом, прежде всего из-за того, что масло в подшипниках и передачах становится более вязким. Переменный характер нагрузки является предпосылкой для экономии бесполезно расходуемой части электроэнергии.

Мельницы имеют переменную нагрузку и нуждаются в высоком начальном пусковом моменте, поэтому для пуска обычно применяются двигатели с фазным

ООО «ГлобалДевайс»

Устройство плавного пуска

Назначение устройства плавного пуска и его применение

Телефон/факс +7 (495) 778-46-23 / 972-86-35

www.electrotechnica.ru

electrotechnica@ya.ru

ротором. Однако в ряде случаев достаточно применить короткозамкнутый двигатель с тиристорным пусковым устройством.

У мостовых кранов и подъемных устройств реверсивный пуск и перемещение при прямом пуске вызывают раскачивание подвешенного груза. В этом случае необходимо плавно запускать двигатель и разворачивать стрелу крана.

В мешалках, как правило, среда твердая или вязкая, поэтому при прямом пуске резко перегружаются кронштейны, силовые передачи и редукторы. Подобные проблемы легко устраняются посредством плавного пуска.

В двигателях насосов, при прямом пуске или переключении их обмоток со звезды на треугольник, а также при останове двигателя, часто возникают ударные волны в трубопроводах. Тиристорное пусковое устройство предотвращает подобные явления, плавно запуская и плавно останавливая двигатель

У ленточных транспортеров при реверсивном пуске на ленту и силовую передачу действуют большие нагрузочные силы. При высоком начальном пусковом моменте лента, вследствие проскальзывания, подвергается тяжелым нагрузкам и при рывке может произойти опрокидывание и повреждение транспортируемого груза.

Волоочильный станок, плавный пуск предотвращает разрыв проволоки.

При пуске от сети ограниченной мощности тиристорное пусковое устройство позволит запустить приводной двигатель с ограничением пускового тока, не перегружая сеть даже при одновременном запуске нескольких механизмов.

Прядильные, сновальные, крутильные машины. По мере наработки пряжи или в нити в бобины или сновальные барабаны, увеличивается нагрузка на вал приводного двигателя (диапазон колебания нагрузки от холостого хода до съема обычно составляет 40-60%), следовательно, применение тиристорного пускового устройства для таких механизмов позволит при изменении нагрузки на валу подобрать режим, соответствующий минимальному потреблению электроэнергии двигателем.

Распиловочные станки деревообрабатывающей промышленности, металлообрабатывающие станки, ткацкие станки, швейные машины и похожие по характеру нагрузки станки и механизмы, как правило, имеют два основных режима – холостой ход и рабочий режим. Причем по времени работы механизма эти режимы соизмеримы (холостой ход составляет от 20 до 60% рабочего времени). Применение тиристорных пусковых устройств с функцией энергосбережения для таких механизмов позволит существенно снизить потребление электроэнергии двигателями этих механизмов, разгрузить электрические сети и снизить мощность компенсирующих конденсаторных устройств на предприятии.

Большинство механизмов с тяжелыми режимами пуска (большие инерционные массы, большой противодействующий момент при пуске) в рабочем режиме работают с существенной недогрузкой и, соответственно, перерасходом электроэнергии. В этом случае целесообразно применять тиристорные пусковые устройства с энергосберегающей функцией.