



МИКРОЭЛЕКТРОНИКА КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

ВИКТОР ВАСИЛЬЕВ

victor@onitex.ru

В статье рассмотрены основные современные типы электродвигателей, которые в наше время неразрывно связаны с управляющей электроникой, образуя вместе с ней электропривод — рабочую лошадку промышленного производства.

Электропривод с момента своего появления является основой промышленной автоматизации как главный исполнительный элемент большинства устройств и механизмов. На сегодня развитие электропривода привело к созданию большого количества различных типов электродвигателей, способных решать широчайший спектр задач. При этом основную роль в последние десятилетия играет электроника. Именно появление новых электронных компонентов послужило мощным толчком к развитию электроприводов. Дешевые микроконтроллеры, цифровые сигнальные процессоры позволяют реализовывать новые, все более сложные алгоритмы управления электродвигателями, позволяя не только использовать новые типы электроприводов, но и расширять возможности применения классических электродвигателей, повышая их эксплуатационные характеристики, такие как точность и экономичность.

Основное применение в настоящее время находят следующие типы электродвигателей:

- асинхронные;
- двигатели постоянного тока;
- вентильные;
- шаговые.

Наиболее интересные изменения в последнее время наблюдаются в асинхронных, вентильных и шаговых двигателях. Рассмотрим, что нового смогла принести в них электроника.

АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Как известно, асинхронный двигатель (АД) — ветеран электропривода, являющийся, к тому же, самым распространенным в мире типом электродвигателей. К его безусловным достоинствам относятся простота изготовления, высокий ресурс, отсутствие механических контактов (щеток), низкая стоимость. Для вращения АД достаточно подключить его к трехфазной сети, то есть сам по себе он не требует сложной управляющей системы. Долгое время АД являлись в большинстве своем нерегулируемыми электроприводами. Ситуация изменилась с появлением полупроводниковых частотных преобразователей, способных изменять частоту питающего напряжения, и, таким образом, частоту вращения АД. Появление относительно недорогих частотных преобразователей позволило расширить границы применения АД. Однако развитие микроэлектроники показало, что простое изменение скорости вращения — отнюдь не предел возможностей асинхронной машины. Прорыв произошел, когда частотный преобразователь стал управляемым от микроконтроллера. Именно поэтому появилась возможность использовать алгоритмы управления, ранее недоступные в массовом производстве электроприводов.

Оказалось, что АД способен на нечто гораздо большее, чем простое вращение с постоянной скоростью или даже вращение с изменением скорости в диапазоне 1:10, достижимое при обычном изменении скорости вращения частот-

ным преобразователем. Микроконтроллеры позволяют реализовывать такие алгоритмы, как векторное управление, причем возможность векторного управления сегодня можно встретить даже в частотных преобразователях низкой ценовой категории. Применение алгоритмов бездатчикового векторного управления позволило достичь диапазонов регулирования до 1:100, а использование обратной связи по скорости расширило диапазоны регулирования до 1:10000 и даже больше, при этом существенно повысилась точность поддержания скорости, в том числе на низких оборотах. Более того, современная электроника позволяет использовать АД для позиционирования, что было немыслимо раньше, ведь даже сегодня многие подходят к АД как к машине, способной недорого выдать вращение с требуемой скоростью и моментом на валу, и не более того.

Разумеется, современные АД в части своей конструкции не стоят на месте. Появляются новые материалы, новые решения, повышается точность изготовления. Но решающим фактором в развитии этого ветерана электропривода стала именно электроника. Успехи в микроэлектронике позволяют использовать все более сложные алгоритмы управления, а развитие силовой электроники поднимает КПД, расширяет возможный диапазон мощностей применения современных частотных преобразователей.

ВЕНТИЛЬНЫЙ ПРИВОД

В отличие от асинхронного электродвигателя вентильный двигатель

(ВД) изначально требовал для своей работы электронный преобразователь, являющийся неотъемлемой частью вентильного электропривода. ВД можно рассматривать как бесколлекторный вариант классического двигателя постоянного тока (ДПТ). В определенном смысле этот тип электропривода вобрал в себя все достоинства ДПТ, избавившись от главного недостатка — коллекторного узла. Поэтому регулировочные и нагрузочные характеристики данного типа двигателя изначально были выше, чем у асинхронного.

Разумеется, развитие электроники существенно улучшило характеристики ВД и расширило сферу их применения. Именно микроэлектроника позволила создать синхронный сервопривод — комплексное высококачественное решение для широкого круга задач в промышленности. Сервопривод на основе синхронного двигателя на сегодня находит свое применение там, где требуются максимальная точность, динамические характеристики, широчайший диапазон регулирования (до 1:50000). Это открыло дорогу к применению таких электроприводов в робототехнике, мехатронике — везде, где недостаточно возможностей асинхронного электродвигателя даже с самым современным преобразователем частоты. Развитие алгоритмов управления привело к созданию адаптивных систем, позволяющих обеспечивать максимальное качество управления в меняющихся внешних условиях.

Более того, современная электроника позволяет не только существенно улучшить характеристики самих электроприводов, но и предоставить в распоряжение пользователя огромное количество сервисных функций для максимально простой, быстрой и качественной наладки и эксплуатации. Современные сервоприводы (как синхронные, так и асинхронные) умеют сами определять тип подключенного двигателя, измерять моменты инерции нагрузки, производить самодиагностику, автоматическую настройку и многое другое. Современный сервопривод имеет различные интерфейсы и протоколы подключения и легко интегрируется в самые различные промышленные системы.

ШАГОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Шаговый двигатель (ШД) является одним из основных исполнительных

механизмов в системах позиционирования небольшой мощности: станках с ЧПУ, различных устройствах для технологических операций и т. д. Преимущество ШД перед сервоприводом любого типа очевидно: он гораздо дешевле. Хотя ШД так же, как и ВД, нуждается в электронной системе управления, сам двигатель гораздо проще, к тому же он не требует наличия обратной связи по скорости и положению. Но, разумеется, и в области ШД электроника смогла существенно повысить рабочие характеристики устройства.

Как и в случае с АД, первый шаг произошел без участия вычислительной техники (микроконтроллеров). Существенным прогрессом в повышении характеристик ШД стало создание недорогих систем управления на основе полупроводникового ШИМ-стабилизатора тока в обмотках. Это позволило снизить влияние одного из главных недостатков ШД — падение момента на высоких оборотах. Стабилизируя ток в обмотках двигателя, стало возможным поднять напряжение, подаваемое на обмотки, и, соответственно, увеличить скорость нарастания тока — ключевой параметр, от которого зависит работа двигателя на высоких скоростях вращения.

Дальнейшее развитие шагового привода все так же связано с цифровой техникой. Одной из основных задач современного контроллера ШД является снижение влияния его врожденных недостатков. К примеру, ШД присуще явление резонанса, когда на определенных частотах момент двигателя существенно падает. Микроконтроллер с соответствующим программным обеспечением способен свести это явление к минимуму. Он же позволяет увеличить плавность работы ШД за счет дробления шага, когда двигатель, помимо основных рабочих положений вала, проходит через ряд дополнительных точек (микрошаговый режим). Пропуск шагов также является проблемой в шаговом приводе. Уже сейчас появляются алгоритмы, способные без датчиков положения определять остановку двигателя при повышении нагрузки. Есть и решения по снижению тока двигателя в зависимости от нагрузки, ведь ШД постоянно рассеивает на своих обмотках тепло, однако при меняющейся нагрузке вовсе не обязательно постоянно держать его под номинальным током. Измеряя и анализируя форму тока,

ЭДС и другие факторы, можно оценить текущую нагрузку на валу и скорректировать величину тока в обмотках. Все это было невозможно без действующих микроконтроллеров, быстродействующих высокоточных АЦП и других микроэлектронных компонентов.

Как и в случае сервоприводов, цифровая техника существенно улучшает потребительские и эксплуатационные свойства шаговых электроприводов. К примеру, современный контроллер ШД может иметь интерфейсы подключения к ПК или ПЛК (USB, RS-232, RS-485, Ethernet), несколько приводов можно объединять в сеть, многие приводы имеют средства самодиагностики. Использование микроконтроллеров позволяет создавать программируемые контроллеры ШД, которые можно запрограммировать на автономное выполнение определенной технологической операции. При этом стоимость таких контроллеров остается на уровне обычных устройств управления, ведь микроконтроллеры постоянно дешевеют, а весь алгоритм реализуется программно. Появляются также интересные решения ШД с обратной связью. Управление от микроконтроллера и применение обратной связи дает возможность приблизить характеристики ШД к сервоприводу. Хотя будущее такой технологии, с учетом дешевеющих сервоприводов, все-таки под вопросом, ведь применение обратной связи существенно увеличивает стоимость, а от недостатков ШД полностью избавиться не получается. Тем не менее это наглядно демонстрирует, как новые алгоритмы управления способны поднять на другой уровень достаточно старые технические решения.

Как мы видим, бурное развитие микроэлектроники позволяет говорить о целой революции в современном электроприводе. Даже классический асинхронный двигатель оказался способен выдавать такие характеристики, в которые вряд ли можно было поверить еще 15–20 лет назад. Можно ожидать, что в будущем появятся новые типы электроприводов, в которых электроника будет занимать центральное место, а современные типы электродвигателей, вероятно, еще не достигли пределов своих возможностей, ведь алгоритмы управления можно совершенствовать до бесконечности... ●