

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНЫМИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

А.В. Любимов, студент гр. 5А8Ж,

С.Н. Кладиев, к.т.н., доц.

Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,

E-mail: lyubimov14@tpu.ru

Вентильные двигатели, ВД (англ. BLDC – Brushless direct current motor, бесколлекторный двигатель постоянного тока) представляют собой перспективный класс электрических машин, бурно развивающийся в настоящее время. Для этих двигателей характерны существенные преимущества по сравнению с коллекторными двигателями: отсутствие щеточно-коллекторного узла, широкие пределы регулирования скорости, высокие энергетические и электромеханические показатели, удельная мощность и удельный момент. Так же вентильные электродвигатели издаюь меньше шума, чем другие типы двигателей. Они сочетают в себе надежность машин переменного тока и хорошую управляемость машин постоянного тока [1].

Управление ВД требует знания положения ротора и механизма переключения двигателя. Для управления скоростью обратной связью необходимо: измерение скорости двигателя и/или тока двигателя и сигнал управления ШИМ. Для определения положения ротора в вентильных двигателях используются датчики Холла. Это приводит к увеличению количества проводов и увеличению стоимости. Бездатчиковое управление устраняет необходимость в датчиках Холла, поскольку вместо этого для оценки положения ротора используется обратная ЭДС двигателя. Такое управление необходимо для устройств, таких как вентиляторы и насосы, компрессоры холодильников и кондиционеров.

Существует множество алгоритмов управления ВД. В основном двигатели используют ШИМ-управление и требуют микроконтроллер для обеспечения функций запуска и управления. Алгоритм управления должен предусматривать три вещи: напряжение ШИМ для управления скоростью двигателя, механизм коммутирования, метод оценки положения ротора с помощью датчиков. Широтно-импульсная модуляция используется для подачи переменного напряжения на обмотки двигателя, чтобы управлять скоростью двигателя и крутящим моментом; причем достаточно подавать ШИМ только на один ключ каждого плеча. Также необходимо учитывать “мертвое время”. А коммутация силовых транзисторов приводит в действие соответствующие обмотки статора, т. е. микроконтроллер должен знать положение ротора и переключаться в нужное время.

Один из простейших методов управления – трапецеидальная коммутация. Три датчика Холла, встроенные в двигатель, измеряют положение ротора в пределах 60-градусных секторов и передают эту информацию контроллеру двигателя. Поскольку в любой момент токи в двух обмотках равны по величине, а в третьей обмотке равны нулю, этот метод может создавать только пространственные векторы тока, имеющие одно из шести различных направлений. Форма волны тока представляет собой трапецию. Системы привода с трапецевидным током популярны из-за простоты их схем управления, но страдают от проблемы пульсаций крутящего момента во время коммутации.

Контроллеры бесщеточных двигателей с синусоидальной коммутацией пытаются управлять тремя обмотками двигателя с тремя токами, которые плавно и синусоидально изменяются по мере вращения двигателя. Относительные фазы этих токов выбираются так, чтобы они приводили к плавно вращающемуся пространственному вектору тока, который всегда отстает на 90° по отношению к ротору и имеет постоянную величину. Это устраняет пульсации крутящего момента и всплески коммутации, связанные с трапецеидальной коммутацией [2].

Для создания плавной синусоидальной модуляции токов двигателя при его вращении требуется угловая обратная связь от энкодера или аналогичного устройства. Информация о

положении от кодировщика используется для синтеза двух синусоид, одна из которых сдвинута по фазе на 120 градусов относительно другой. Затем эти сигналы умножаются на постоянную крутящего момента, чтобы амплитуды синусоидальных волн были пропорциональны желаемому крутящему моменту. Результатом являются два управляющих сигнала синусоидального тока, создающие пространственный вращающийся вектор тока статора.

Командные сигналы синусоидального тока подаются на вход пары ПИ-регуляторов, которые контролируют ток в двух соответствующих обмотках двигателя. Ток в третьей обмотке двигателя представляет собой отрицательную сумму токов в управляемых обмотках и поэтому не может управляться отдельно. Выходной сигнал каждого ПИ-регулятора подается на ШИМ-модулятор, а затем на выходной мост и две клеммы двигателя. Напряжение, приложенное к третьему выводу двигателя, получается, как отрицательная сумма сигналов, подаваемых на первые две обмотки, что соответствует трем синусоидальным напряжениям, сдвинутых на 120 градусов. На рисунке 1 представлены диаграммы синусоидального напряжения (V_a , V_b , V_c) и сигналы ШИМ (S1-S6), подаваемые на соответствующие ключи инвертора.

Синусоидальная коммутация приводит к плавности управления. Однако, хоть этот способ очень эффективен при низких скоростях двигателя, он не эффективен на высоких скоростях двигателя. Это связано с тем, что по мере увеличения скорости контроллеры контура тока должны отслеживать синусоидальный сигнал возрастающей частоты. В то же время они должны преодолевать обратную ЭДС двигателя, которая также увеличивается по амплитуде и частоте с ростом скорости. Зависящие от времени возмущения в контуре управления током вызывают фазовую задержку и ошибку усиления в токах двигателя, а потому создается меньший крутящий момент, и поэтому для поддержания крутящего момента требуется больший ток. Эффективность ухудшается.

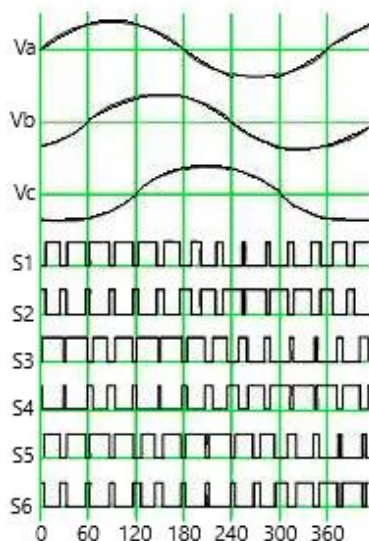


Рис. 1. Синусоидальное управление ВД

Список литературы:

1. Бабичев, А.В., Исследование вентильного электропривода колебательного движения при потенциально фазовой модуляции [текст] / ТПУ. – Томск, 2017.
2. Алексеев И. Управление вентильным электродвигателем, часть 2 [Текст] / И. Алексеев, А. Глубоков, А. Пашкевич // Электронные компоненты. – 2008. – №3. – С. 117–124.