



Руководство по работе ПЧВЗ с синхронным двигателем с постоянными магнитами



Синхронные двигатели (СД) с постоянными магнитами или магнитоэлектрические машины не имеют обмоток возбуждения на роторе. Вращение осуществляется за счет взаимодействия магнитных полей обмоток статора и постоянных магнитов, размещенных на роторе электрической машины.

Работа синхронных реактивных двигателей основана на технологии, разработанной много десятилетий назад. Если раньше приоритетным было обеспечение должного крутящего момента или оптимального размера устройства, то теперь на первый план вышла энергоэффективность работы. Двигатели данного типа используют реактивную силу, которая возникает в результате изменения магнитного сопротивления. Данная технология в последнее время была существенным образом доработана. Следует отметить, что ранее производители двигателей этого типа не делали акцент на достижении энергоэффективности. Теперь новые, специально разработанные роторные фрагменты управляют силовыми линиями магнитного поля внутри ротора для выработки реактивного крутящего момента с высокой энергоэффективностью.

Преимущество применения СД состоит в высоком коэффициенте мощности, близким $\cos\phi = 1$, что обеспечивает уменьшение потребляемого тока и потерь в СД. Вращающий момент синхронного двигателя пропорционален напряжению сети U_c , в первой степени, поэтому, при пониженном напряжении в сети СД сохраняет большую перегрузочную способность и обладает большей надёжностью. СД под нагрузкой имеет абсолютно жёсткое семейство механических характеристик, не допускает скольжения ротора, а только угол отклонения от центра полюсного деления, как показано на рисунке 1. Для исключения опрокидывания ротора СД (пунктир на рисунке 1), рекомендуется применять систему управления с замкнутым контуром ПИ-регулятора по сигналу энкодера.

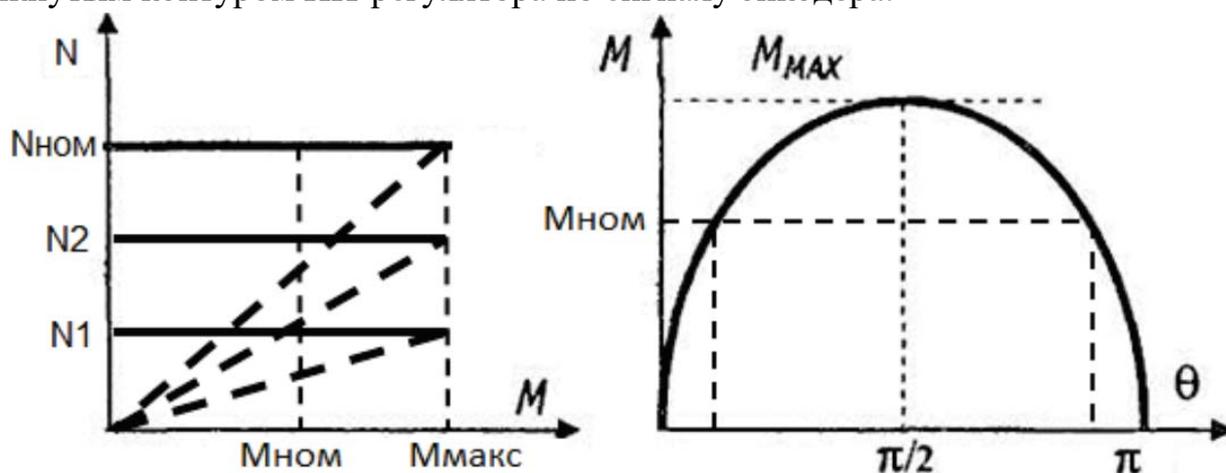


Рисунок 1, Механические характеристики частотно-регулируемого СД.

Управление синхронными машинами осуществляется при помощи частотных преобразователей и сервоконтроллеров. В нашем частотном преобразователе используется «Полеориентированное управление

синхронными машинами без датчика обратной связи”. Основано оно на “бездатчиковом векторном управлении”, который является базой нашего преобразователя.

Краткая инструкция по запуску

Для корректной работы данной системы *не требуется* наличие датчика положения, режим работы *бездатчиковый векторный*, а двигатель обязательно должен быть с *постоянными магнитами на роторе* (явнополюсным). Режим управления машиной “Бездатчиковый векторный(VVC+)”.

Таблица 1, Список параметров.

№	Код	Наименование	Знач./ диапазон	Примечание
1	1-10	Конструкция двигателя	3	Двигатель с постоянными магнитами
2	1-20	Мощность двигателя		В соотв. с двигателем
3	1-22	Напряжение двигателя		В соотв. с двигателем
4	1-23	Частота двигателя		В соотв. с двигателем
5	1-24	Ток двигателя		В соотв. с двигателем
6	1-25	Номинальная скорость двигателя		В соотв. с двигателем
7	1-26	Длительный номинальный момент двигателя		В соотв. с двигателем
8	1-40	Противо-ЭДС при 1000 об/мин	[1-9000] В	В соотв. с двигателем
9	1-42	Длина кабеля двигателя	[0-100] м	Длина кабеля двигателя настраивается во время пуска в эксплуатацию
10	1-43	Длина кабеля двигателя в футах	[0-328] футов	Длина кабеля двигателя настраивается во время пуска в эксплуатацию
11	1-44	Насыщение индуктивности по оси d (LdSat)	[0-65535] мГ	В соотв. с двигателем
12	1-45	Насыщение индуктивности по оси q (LqSat)	[0-65535] мГ	В соотв. с двигателем
13	1-46	Коэффициент усиления обнаружения положения	[20-200] %	В соотв. с двигателем
14	1-48	Ток при мин. индуктивности для оси d	[20-200] %	В соотв. с двигателем
15	1-49	Ток при мин. индуктивности для оси q	[20-200] %	В соотв. с двигателем

После ввода данных параметров, требуется провести ААД (Автоматическую адаптацию двигателя), для этого:

- 1) Нажмите на ЛПО «СТОП/СБРОС» и убедитесь, что вал АД неподвижен.
- 2) Установите для параметра 1-29 значение (2) – «ААД включено».
- 3) Нажмите кнопку «ВВОД» - на ЖКИ появится надпись «PUSH hand».
- 4) Нажмите кнопку «ПУСК/РУЧН.» для запуска процесса ААД.
- 5) После автоматического выполнения последовательности операций на ЖКИ появится сообщение «PUSH Ok».
- 6) Нажмите кнопку «ВВОД».

После проведённой ААД привод может приступить к работе.

Для дополнительной информации по данным параметрам необходимо прочитать следующий пункт данного руководства.

Подробное описание

Так как преобразователь частоты ПЧВЗ в основном предназначен для работы с асинхронными двигателями, часть параметров станет неактивной при работе с синхронным двигателем. В таблице 2, представлены параметры который активны в зависимости от выбранного двигателя (пар. 1-10).

Таблица 2, Таблица с активными параметрами для двигателей.

Параметр	АД/ 1-10-1	СД/ 1-10-3
Параметр 1-00 Режим конфигурирования	+	+
Параметр 1-03 Характеристика момента нагрузки	+	-
Параметр 1-06 По часовой стрелке	+	+
Параметр 1-08 Полоса управления двигателем	+	+
Параметр 1-14 Усиление подавлений	-	+
Параметр 1-15 Постоянная времени фильтра на низкой скорости	-	+
Параметр 1-16 Постоянная времени фильтра на высокой скорости	-	+
Параметр 1-17 Постоянная времени фильтра напряжения двигателя	-	+
Параметр 1-20 Мощность двигателя [кВт]	+	+
Параметр 1-22 Напряжение двигателя	+	+
Параметр 1-23 Частота двигателя	+	+
Параметр 1-24 Ток двигателя	+	+
Параметр 1-25 Номинальная скорость двигателя	+	+
Параметр 1-26 Длительный ном. Момент двигателя	-	+
Параметр 1-29 Автоматическая Адаптация двигателя (ААД)	+	+
Параметр 1-30 Сопротивление статора (Rs)	+	+

Параметр 1-33 Реактивное сопротивление рассеяния статора(X1)	+	-
Параметр 1-35 Основное реактивное сопротивление (Xh)	+	-
Параметр 1-37 Индуктивность по оси d(Ld)	-	+
Параметр 1-38 Индуктивность по оси q(Lq)	-	+
Параметр 1-39 Число полюсов двигателя	+	+
Параметр 1-40 Против-ЭДС при 1000 об/мин	-	+
Параметр 1-42 Длина кабеля двигателя	+	+
Параметр 1-43 Длина кабеля двигателя в футах	+	+
Параметр 1-44 Насыщение индуктивности по оси d (LdSat)	-	+
Параметр 1-45 Насыщение индуктивности по оси q (LqSat)	-	+
Параметр 1-46 Коэффициент усиления обнаружения положения	-	+
Параметр 1-48 Ток при мин. индуктивности для оси d	-	+
Параметр 1-49 Ток при мин. индуктивности для оси q	-	+
Параметр 1-50 Намагничивание двигателя при 0 скорости	+	-
Параметр 1-52 Минимальная скорость нормального намагничивания [Гц]	+	-
Параметр 1-55 Характеристика U/f - U	+	-
Параметр 1-56 Характеристика U/f - F	+	-
Параметр 1-62 Компенсация скольжения	+	-
Параметр 1-63 Постоянная времени компенсации скольжения	+	-
Параметр 1-64 Подавление резонанса	+	-
Параметр 1-65 Постоянная времени подавления резонанса	+	-
Параметр 1-66 Минимальная ток при низкой скорости	-	+
Параметр 1-70 Режим пуска	-	+
Параметр 1-71 Задержка запуска	+	+
Параметр 1-72 Функция запуска	+	+
Параметр 1-73 Запуск с хода	+	+
Параметр 1-80 Функция при останове	+	+
Параметр 1-90 Тепловая защита двигателя	+	+
Параметр 2-00 Ток удержания (постоянный ток)	+	+
Параметр 2-01 Ток торможения (постоянным током)	+	+
Параметр 2-02 Время торможения постоянным током	+	+
Параметр 2-04 Скорость включения торможения постоянным током [Гц]	+	+
Параметр 2-06 Ток торможения постоянным током	-	+
Параметр 2-07 Время торможения постоянным током	-	+
Параметр 2-10 Функция торможения	+	+
Параметр 2-16 Максимальный ток торможения переменным током	+	-
Параметр 2-17 Контроль перенапряжения	+	+

Параметр 4-10 Направление вращения двигателя	+	+
Параметр 4-14 Верхний предел скорости двигателя [Гц]	+	+
Параметр 4-18 Предел по току	+	+
Параметр 4-19 Максимальная выходная частота	+	+
Параметр 4-58 Функция при обрыве фазы двигателя	+	+
Параметр 14-01 Частота коммутации	+	+
Параметр 14-03 Сверхмодуляция	+	+
Параметр 14-07 Уровень Компенсации времени простоя	+	+
Параметр 14-08 Коэффициент усиления подавления	+	+
Параметр 14-09 Уровень тока поправки времени простоя	+	+
Параметр 14-10 Отказ питания	+	+
Параметр 14-11 Напряжение сети при отказе питания	+	+
Параметр 14-12 Функция при асимметрии сети	+	+
Параметр 14-27 Действие при отказе инвертора	+	+
Параметр 14-40 Уровень изменяющегося крутящего момента	+	+
Параметр 14-41 Минимальное намагничивание АОЭ	+	+
Параметр 14-44 Оптимизация тока по оси d для IPM	-	+
Параметр 14-50 Фильтр Высоко-частотных - помех	+	-
Параметр 14-51 Коррекция напряжения на шине постоянного тока	+	+
Параметр 14-55 Выходной фильтр	+	+
Параметр 14-64 Уровень нулевого тока при компенсации времени простоя	+	+
Параметр 14-65 Компенсация времени простоя при снижении номинальной скорости	+	+
Параметр 30-22 Защита от блокировки ротора	-	+
Параметр 30-23 Время определения блокировки ротора [с]	-	+

Данные параметры имеют подробное описание в руководстве по эксплуатации и руководстве пользователя по ПЧВЗ, здесь мы опишем данные параметры с точки зрения работы с СД.

- *Параметр 1-14 Усиление подавлений* - Этот параметр стабилизирует двигатель с постоянными магнитами и обеспечивает его плавную и устойчивую работу. Значение усиления подавления контролирует динамические характеристики двигателя с постоянными магнитами. Низкое значение усиления подавления приведет к повышению динамических характеристик, а высокое значение — к понижению динамических характеристик. Динамические характеристики связаны с данными двигателя и типом нагрузки. Если усиление подавления слишком высокое или низкое, управление станет неустойчивым.
- *Параметр 1-15 Постоянная времени фильтра на низкой скорости* - Постоянная времени подавления фильтра высоких частот определяет

время отклика на шаги нагрузки. При малой постоянной времени подавления обеспечивается быстрое управление. Однако если это значение слишком мало, управление становится неустойчивым. Эта постоянная времени используется при скорости, не превышающей 10 % от номинальной.

- *Параметр 1-16 Постоянная времени фильтра на высокой скорости* - Постоянная времени подавления фильтра высоких частот определяет время отклика на шаги нагрузки. При малой постоянной времени подавления обеспечивается быстрое управление. Однако если это значение слишком мало, управление становится неустойчивым. Эта постоянная времени используется при скорости, превышающей 10 % от номинальной.
- *Параметр 1-17 Постоянная времени фильтра напряжения двигателя* - Постоянная времени фильтра напряжения машины используется для уменьшения воздействия пульсации высокой частоты и резонанса в системе на расчет напряжения машины. Без этого фильтра пульсации тока могут исказить вычисленное напряжение и повлиять на устойчивость системы.
- *Параметр 1-26 Длительный ном. Момент двигателя* - Этот параметр действует только в том случае, если для параметра 1-10 Конструкция двигателя установлены значения, включающие режим двигателя с постоянными магнитами.
- *Параметр 1-37 Индуктивность по оси $d(Ld)$* - Возьмите это значение из листа технических характеристик двигателя с постоянными магнитами.
- *Параметр 1-38 Индуктивность по оси $q(Lq)$* - Введите значение индуктивности по оси q . Возьмите это значение из листа технических характеристик двигателя с постоянными магнитами. Во время работы двигателя это значение изменять нельзя.
- *Параметр 1-40 Против-ЭДС при 1000 об/мин* - Линейное среднеквадратическое значение напряжения против-ЭДС при 1000 об/мин.
- *Параметр 1-44 Насыщение индуктивности по оси $d(LdSat)$* - Этот параметр соответствует индуктивности насыщения Ld . Если поставщик двигателя не предоставил характеристики индуктивности, введите здесь значение индуктивности, равное 200% от номинального тока.
- *Параметр 1-45 Насыщение индуктивности по оси $q(LqSat)$* - Этот параметр соответствует индуктивности насыщения Lq . Если поставщик двигателя не предоставил характеристики индуктивности, введите здесь значение индуктивности, равное 200% от номинального тока.

- *Параметр 1-46 Коэффициент усиления обнаружения положения* - Используйте этот параметр для настройки высоты тестового импульса в процессе обнаружения положения при пуске.
 - *Параметр 1-48 Ток при мин. индуктивности для оси d* - Используйте этот параметр для установки точки насыщения индуктивности.
 - *Параметр 1-49 Ток при мин. индуктивности для оси q* - Этот параметр определяет кривую насыщения для значения индуктивности по оси q. При значениях данного параметра от 20-100% значения линейно аппроксимируются в соответствии со связанными параметрами. Ниже и выше эти значения задаются соответствующими параметрами. Эти параметры имеют отношение к компенсации нагрузки, указанным на паспортной табличке электродвигателя, типу применяемой нагрузки, а также к функции торможения для быстрого останова/удержания двигателя.
 - *Параметр 1-66 Минимальная ток при низкой скорости* - Применяется только в отношении двигателей с постоянными магнитами. Увеличение минимального тока улучшает крутящий момент двигателя при низкой скорости, но приводит к снижению КПД.
 - *Параметр 1-70 Режим пуска* - Этот параметр используется для выбора режима пуска двигателя с постоянными магнитами, то есть для инициализации модуля управления VVC+ для двигателя с постоянными магнитами (PM), ранее работавшего в свободном режиме. Этот параметр действует для двигателей с постоянными магнитами в режиме VVC+, только если двигатель остановлен (или работает на низкой скорости).
- [0] – Обнаружение ротора* - Функция обнаружения ротора оценивает электрический угол ротора и использует его в качестве исходной точки. Это стандартный вариант выбора для автоматизированных применений преобразователя частоты. Если функция запуска с хода обнаруживает, что двигатель вращается на низкой скорости или остановлен, преобразователь частоты может обнаружить положение ротора (угол). Затем преобразователь частоты запускает двигатель с этого угла.
- [1] – Ожидание* - Функция парковки применяет постоянный ток к обмоткам статора и вращает ротор до положения электрического нуля. Эта функция обычно используется для систем HVAC. Если функция запуска с хода обнаруживает, что двигатель вращается на низкой скорости или остановлен, преобразователь частоты посылает сигнал постоянного тока, чтобы запарковать двигатель на нужном угле. Затем преобразователь частоты запускает двигатель с этого угла.
- *Параметр 2-06 Ток торможения постоянным током* - Ток устанавливается в процентах от номинального тока двигателя, параметр 1-24 Motor Current (Ток двигателя). Активен с параметр 1-73 Запуск с хода. Ток ожидания действует в течение времени,

установленного в параметр 2-07 Время торможения постоянным током.

- *Параметр 2-07 Время торможения постоянным током* - Установите продолжительность протекания тока ожидания, заданную в параметре параметр 2-06 Ток торм. пост. т.. Активен с параметр 1-73 Запуск с хода.
- *Параметр 14-44 Оптимизация тока по оси d для IPM* - Группа параметров для настройки специальных функций преобразователя частоты.
- *Параметр 30-22 Защита от блокировки ротора* - Установите обнаружение блокировки ротора для двигателей с постоянными магнитами.
- *Параметр 30-23 Время определения блокировки ротора [с]* - Установите время определения блокировки ротора в секундах для двигателей с постоянными магнитами.