

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Серводрайвер LEADSHINE ACS606



1. Наименование и артикул изделий

Наименование	Артикул
Драйвер синхронного серводвигателя Leadshine ACS606	ACS606

2. Комплект поставки: драйвер синхронного серводвигателя.

3. Информация о назначении продукции

Leadshine ACS606 – цифровой драйвер бесщеточного серводвигателя постоянного и переменного тока серий BLM и ACM. Драйвер создан на основе 32-битного цифрового сигнального процессора с применением современных управляющих алгоритмов. Управление сигналами STEP/DIR позволяет применять приводы на основе драйверов ACS в качестве замены шаговым двигателям без изменения других частей системы ЧПУ. ACS606 позволяет добиться плавного и точного движения с высоким моментом и надежностью, на всем диапазоне скоростей привода. Встроенный контроллер позволяет произвести тесты и настройку без подключения источника управляющих сигналов. С помощью поставляемого вместе с контроллером ПО также возможно произвести точную настройку управляющих контуров привода.

Функциональные особенности драйвера:

- функция автономного тестирования с трапецеидальным профилем скорости;
- настройка параметров через COM-порт с компьютера;
- оптоизолированные входы, поддерживающие подключение по схеме общий коллектор и дифференциальных сигналов;
- настраиваемый предел рассогласования позиции;
- защита от превышения напряжения, превышения тока (короткого замыкания), ошибки энкодера;
- 10 ячеек сохранения ошибок.

Драйверы ACS606 подходят для автоматизированного оборудования среднего формата, таких как принтеры, гравировальные и фрезерные станки с ЧПУ, 3D-принтеры, координатные столы, установщики компонентов, и т.п.

4. Характеристики и параметры продукции

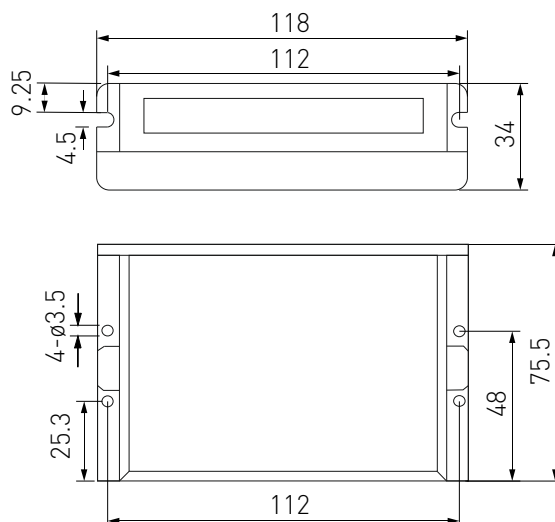


Рис. 1. Габаритные размеры изделия

Технические характеристики

Параметры	ACS606
Мощность, Вт	200
Напряжение питания, В постоянного тока	18-60
Номинальный выходной ток, А	6
Максимальный выходной ток, А	15
Динамическая ошибка позиционирования	±1 импульс энкодера
Точность позиционирования	±1 импульс энкодера
Ток потребления энкодера, мА	100 мА
Тип энкодера	инкрементальный
Частота сигналов управления, кГц	200
Режимы управления	STEP/DIR, CW/CCW

Примечание: длительность сигналов DIR и STEP должна быть не менее 0.85 мкс. Смена сигнала DIR должна опережать STEP не менее чем на 5 мкс для корректной отработки смены направления.

5. Устойчивость к воздействию внешних факторов

Окружающая среда	Избегать запыленности, масляного тумана и агрессивных газов
Рабочая температура	0°C ~+70°C
Температура хранения	-20°C ~ +80°C
Влажность	40% - 90% без конденсации
Вибрация	<4.9 м/с ²
Установка	Вертикальная

Правила установки драйвера:

- установку и подключение драйвера необходимо производить при отключенном напряжении питания;
- неправильная установка может привести к ошибкам в работе драйвера или досрочному выходу из строя драйвера и/или двигателя;
- драйвер необходимо устанавливать вертикально, перпендикулярно монтажной поверхности;
- место установки драйвера должно обеспечивать хорошую вентиляцию и свободное пространство;
- необходимо обязательно заземлять устройство.

7. Назначение и описание разъемов

7.1. Вход подключения сигналов энкодера

Контакт	Сигнал	Описание
1	EA+	Вход сигнала энкодера A+
2	EB+	Вход сигнала энкодера B+
3	EGD	Заземление
4	HW	Вход сигнала W датчика Холла
5	HU	Вход сигнала U датчика Холла
6	FG	
7	EZ+	Резерв
8	EZ-	Резерв
9	HV	Вход сигнала V датчика Холла
10	NC	Не используется
11	EA-	Вход сигнала энкодера A-
12	EB-	Вход сигнала энкодера B-
13	VCC	Питание +5 В (ток не более 100 мА)
14	NC	Не используется
15	NC	Не используется

7.2. Разъем сигналов управления

Контакт	Сигнал	Описание
1	PUL+	Вход сигнала STEP
2	PUL-	
3	DIR+	Вход сигнала DIR
4	DIR-	
5	ENA+	Вход сигнала ENABLE
6	ENA-	

7.3. Интерфейс RS232 для настройки драйвера

Контакт	Сигнал
1	NC
2	+5V
3	TxD
4	GND
5	RxD
6	NC

7.4. Вход напряжения питания

Контакт	Сигнал	Примечание
1	U	Подключение фаз двигателя
2	V	
3	W	
4	+Vdc	Напряжение питания 16-60 В
5	GND	Заземление

8. Подключение входов/выходов

Драйвер ACS606 имеет 3 дифференциальных входа для логических сигналов STEP, DIR и ENABLE. Входы гальванически развязаны. Для подключения драйвера к источнику сигналов рекомендуется использовать экранированную витую пару. Не прокладывайте этот кабель вблизи силовых цепей. Сигналы STEP/DIR/ENABLE могут быть подсоединены 2 способами: по дифференциальной схеме и по схеме с общим анодом.

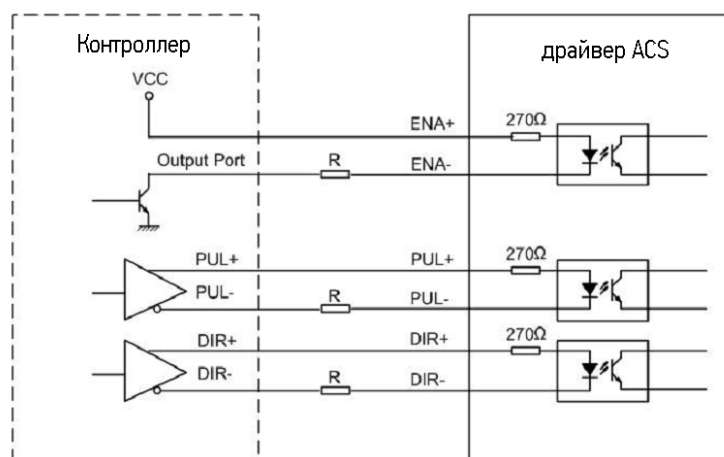


Рис. 2. Подключение по схеме дифференциальных сигналов

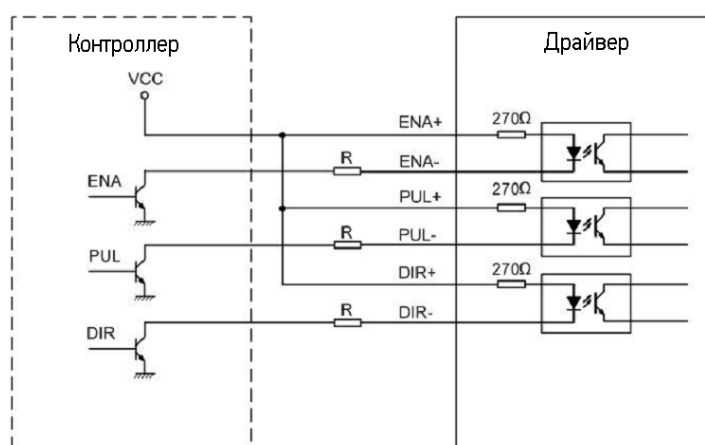


Рис. 3. Подключение по схеме с общим анодом

9. Подключение энкодера и датчика Холла

Серводрайвер ACS606 допускает подключение как инкрементального квадратурного энкодера, так и датчика Холла для определения позиции вала двигателя. Подключение рекомендуется осуществлять с помощью витой пары для повышения помехоустойчивости.

Если датчик питается напряжением 5 В и потребляет ток не более 100 мА, то он может питаться напрямую с ACS606 (см. рис. 4). Если потребление превышает 100 мА, необходимо использовать внешний источник питания 5 В (рис. 5).

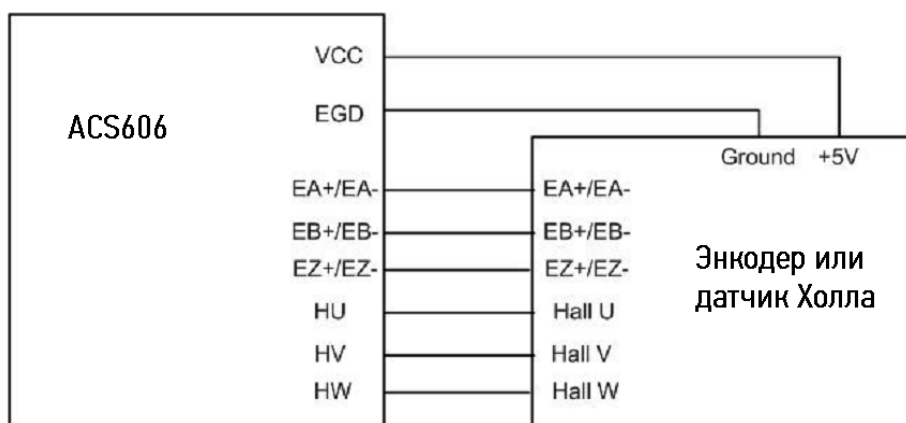


Рис. 4. Подключение энкодера с питанием от драйвера (ток потребления <100 мА)

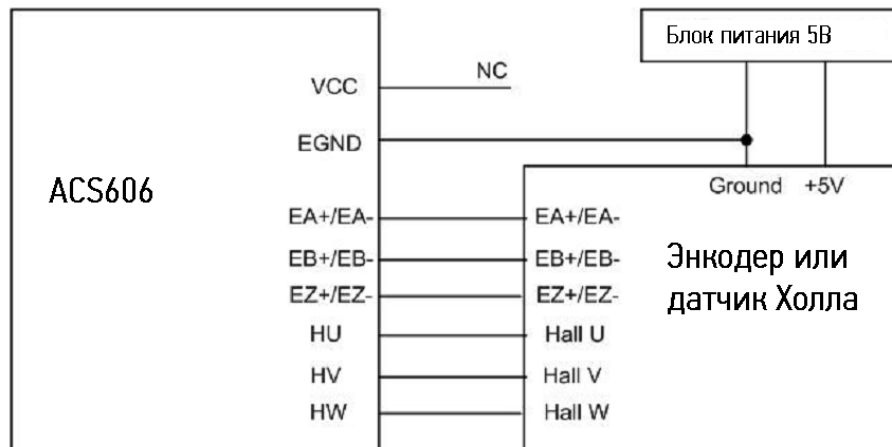


Рис. 5. Подключение энкодера с питанием от внешнего источника (ток потребления >100 мА)

10. Подключение к COM-порту ПК

Подключение драйвера к компьютеру с ПО ProTuner для настройки параметров осуществляется с помощью кабеля RJ12-RS232, поставляемого вместе с драйвером (по запросу).

11. Типовая схема подключения

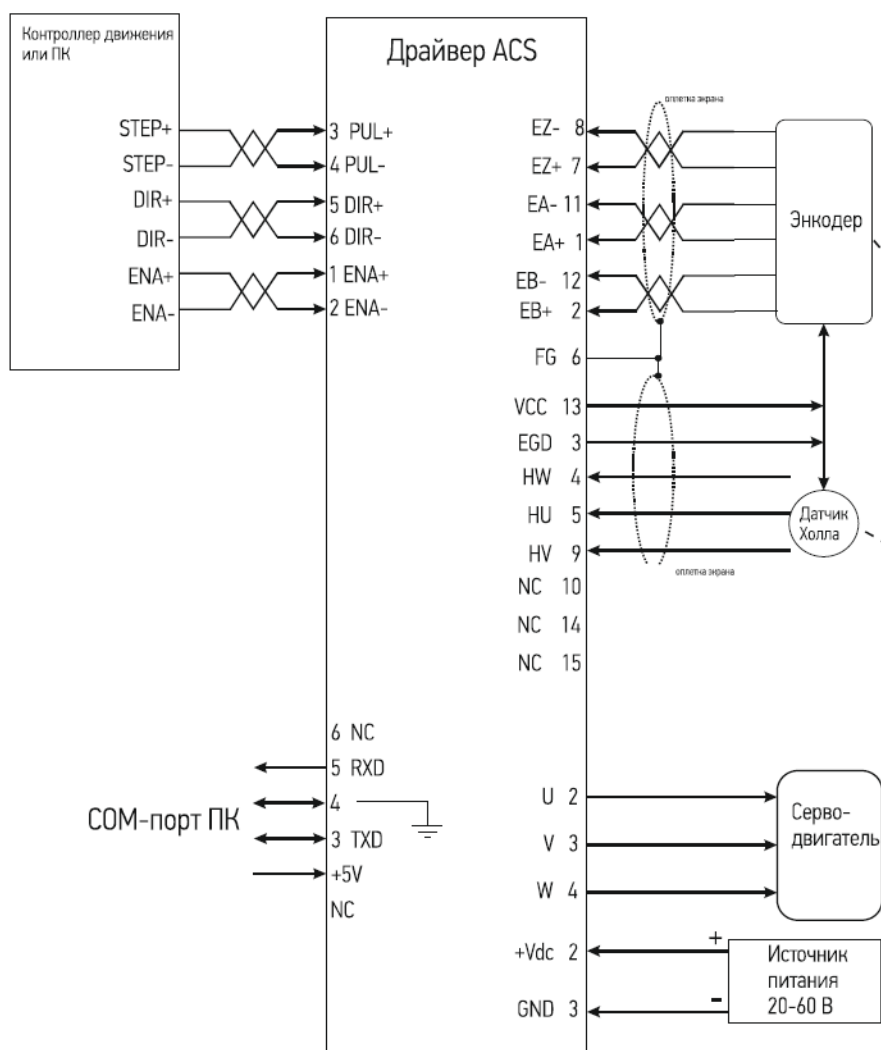


Рис. 6. Типовая схема подключения

12. Начало работы

12.1. Установка энкодера или датчика Холла

Энкодер и датчик Холла дают приводу информацию о положении вала двигателя и ориентации магнитного поля ротора. Перед подключением двигателя к драйверу убедитесь, что на моторе корректно установлены энкодер (не менее чем 200 линий) и датчик Холла.

Поставляемые вместе с приводами ACS бесщеточные двигатели серии BLM оснащены энкодером и датчиком Холла. При подключении двигателей BLM разместите кабели датчиков как можно дальше от возможных источников помех (минимум на 5 см).

12.2 Тип источника питания

Драйвер может быть запитан любым источником постоянного напряжения в пределах допустимого диапазона. Однако, вследствие выраженного импульсного характера потребления тока сервоприводом, при использовании регулируемых импульсных

источников питания важно иметь большой запас по току – максимальный ток ИБП должен превышать рабочий ток сервомотора на 30-60%. По этой причине наиболее предпочтительными являются линейные трансформаторные источники питания и нерегулируемые источники питания Leadshine серии SPS, которые являются более эффективными источниками тока для привода и без последствий переносят скачкообразное изменение потребляемой мощности. Применение линейных и нерегулируемых источников позволяет применять блоки питания с номинальным током, меньшим, чем рабочий ток двигателя(обычно примерно 70% от тока двигателя).

12.3. Выбор питающего напряжения

Напряжение питания ACS606 может лежать в пределах 18-60 В постоянного тока, включая обратную ЭДС и скачки питающего напряжения. При этом необходимо учитывать напряжение питания, заявленного производителем серводвигателя. Нельзя питать драйвер напряжением, значительно(на 5В и более) превосходящим данное значение.

12.4. Подключение управляющих сигналов

Внимание! Все коммутации и операции с кабелями необходимо выполнять на обесточенных устройствах!

Подключение управляющих сигналов желательно выполнять с помощью экранированной витой пары. Подключение выполняется согласно вышеприведенной схеме.

12.5. Выбор типа силовых кабелей

Кабели фаз серводвигателей должны соответствовать пиковому току потребления мотора. При наращивании длины силовых проводов желательно соблюдать следующие требования:

Ток, А	Сечение кабеля
10	AWG#20
15	AWG#18
20	AWG#16

Все кабели общего провода изолированной системы рекомендуется заземлить, соединив по схеме «звезда» - в одной точке, соединенной с землей проводником малого сопротивления. Аналогично, экраны кабелей также должны быть заземлены в одной точке –экран на одном конце кабеля должен быть свободен, второй подключен к земле. Обратите внимание на наличие кабеля заземления корпуса двигателя. Если двигатель оснащен данным проводом, то его заземление приведет к тому, что корпус двигателя, будучи установленным на заземленную станину и данный кабель образуют кольцо, по которому будут идти выравнивающие токи.

12.6. Подключение питания

Внимательно проверяйте полярность напряжения питания! Подключение питания в обратной полярности повредит драйвер!

Расстояние(длина кабеля) от источника питания до драйвера должно быть минимальным в целях снижения электромагнитных помех. Если кабель питания длиннее 500 мм, рекомендуется установить на входе драйвера(между клеммами) электролитический конденсатор на 1000мкФ, с макс. напряжением до 100 В, для сглаживания помех. При подключении нескольких драйверов к одному источнику питания используйте только схему подключения «звезда». При невозможности подключить приводы к ИП по схеме звезда - используйте несколько блоков питания.

13. Включение привода

После подключения кабелей согласно схеме, включите питание. Загорание зеленого светодиода и блокировка ротора двигателя свидетельствует о нормальном функционировании драйвера и готовности к работе. Рывок двигателя и индикация красным светодиодом говорит о неправильном подключении энкодера или фаз двигателя(в этом случае откройте фирменное ПО ProTuner и проверьте статус привода в пункте Err_Check).

14. Настройка привода с помощью ПО ProTuner

Сервопривод – привод с обратной связью по положению, т.е. драйвер старается устранить ошибку позиционирования, при этом «сила» коррекции(«усиление») зависит от величины расхождения реальной и заданной позиции(рассогласования позиции) и некоторых других параметров. Система с большим «усилением» может давать большой крутящий момент при очень малом рассогласовании.

Ротор серводвигателя и нагрузка обладают моментами инерции, которые сервопривод должен разгонять и тормозить согласно управляющим сигналам. Влияние моментов инерции проявляется в том, что реальное положение ротора постоянно смещается ими относительно требуемой позиции, в результате чего ротор совершает постоянные микроколебания вокруг требуемой точки. Если эти колебания велики, такое состояние будем называть «недостаточно демпфированным». Данные колебания должны быть сглажены с помощью интегрирования сигнала рассогласования. Однако, избыточный вклад интегральной составляющей может привести к тому, что привод будет реагировать на изменения слишком медленно, что приведет к «чрезмерно демпфированному» состоянию. Задача настройки - в нахождении таких коэффициентов, когда привод достаточно быстро реагирует на изменения рассогласования, при этом не происходит перебегов, вибраций и самоколебаний вокруг заданной позиции. Настройка сервосистемы производится в порядке, в каком следуют пункты данного раздела.

14.1. Ввод начальных параметров

Перед настройкой регуляторов необходимо сконфигурировать следующие параметры системы в меню Tuning->Position Loop:

а) Motor pole pairs (число полюсов). Для двигателей серии BLM это число равно 2, для двигателей ACM – 4;

б) Encoder resolution. Данный параметр отвечает за число импульсов, которое равно числу линий, умноженному на 4. Для двигателей серии BLM параметр Encoder lines =4000.

14.2. Настройка контура тока

Уровень тока в обмотках регулируется ПИ-регулятором и настраивается в меню Tuning→Current Loop. Установите в поле I-test значение, равное рабочему току двигателя, и нажмите кнопку Start. Система поднимет уровень тока в обмотке до заданного значения и снизит обратно, выведя график зависимости тока (зеленым отмечен уровень тока обмоток, красным – заданный уровень). Задача настройки регулятора – получить фигуру, максимально близкую к прямоугольнику. K_p – коэффициент пропорционального усиления. С увеличением K_p система быстрее реагирует на отклонение реального тока от необходимого уровня, слишком большие значения приводят к неустойчивости и перебегу – значение тока может «проскакивать» нужный уровень. Очень большие значения могут привести к возникновению самоколебаний тока. K_i – интегральный коэффициент, обладает сглаживающим эффектом и устраняет «статическую ошибку». Увеличение K_i приводит к увеличению «инерции» системы, замедлению её реакции. Слишком большие значения вызывают автоколебания регулируемого сигнала.

Ниже показан пример с заниженными коэффициентами K_p и K_i . Малое значение K_p приводит к слишком медленному нарастанию тока, по мере приближения тока к заданному значению влияние K_p падает все сильнее, а слишком малый K_i не способен компенсировать возникающую при этом статическую ошибку.

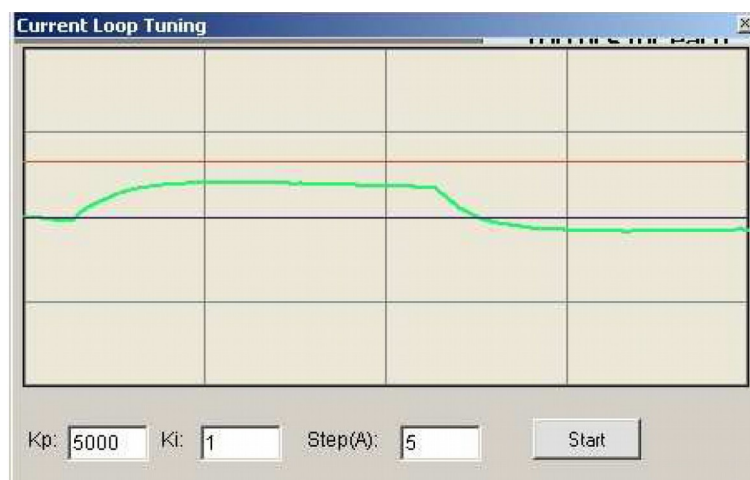


Рис. 7. Этапы настройки контура тока

Резко увеличив пропорциональный коэффициент, можно устранить медленную реакцию системы, однако, при этом возникает перебег и уровень тока все еще удерживается на некотором расстоянии от необходимого. Картинку можно приблизить, выделив участок мышью:



Рис. 8. Этапы настройки контура тока

Увеличение K_i компенсирует эту статическую ошибку, сравнивая уровень тока с заданным, однако, увеличившаяся инерция системы привела к возникновению некоторого перебега:

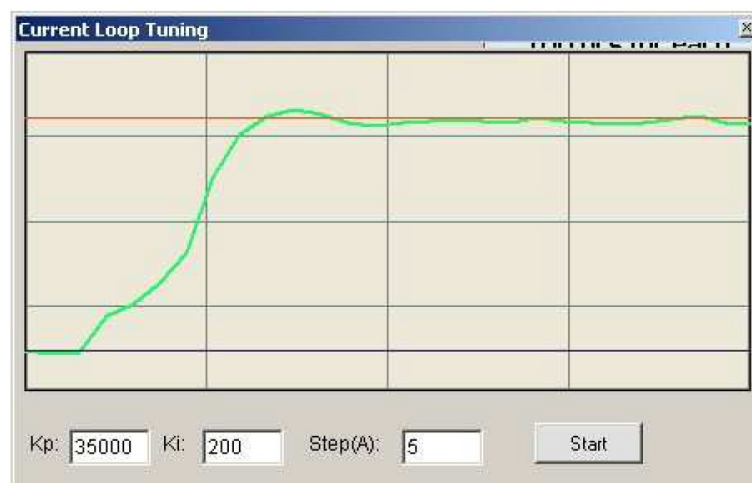


Рис. 9. Этапы настройки контура тока

Небольшой перебег не является ошибкой, если при этом не возникает неустойчивости или колебаний тока в обмотках.

14.3. Настройка контура позиционирования

После настройки контура тока настраивается контур контроля позиции. На графике отображается:

- зеленым цветом - профиль скорости (зависимость скорости от времени);
- синим цветом – зависимость отклонения реальной позиции от заданной (рассогласование) от времени.
- оранжевым – зависимость тока от времени.

Шкала времени для всех графиков общая.

На вкладке *Internal pulser* необходимо задать параметры движения, при которых будет производиться настройка – скорости и ускорения. Их лучше выбирать такими, чтобы они совпадали с рабочими скоростью и ускорением станка, на который будет установлен привод. Затем, перейдя на вкладку *Parameter*, нажать кнопку *Start*. Будут построены графики описанных величин. Основным графиком является синий график рассогласования. Идеальным случаем является рассогласование, равное нулю на протяжении всего отрезка (ровная горизонтальная линия), однако в реальности рассогласование колеблется около этого значения, особенно велико рассогласование в участках с ненулевым ускорением и ненулевыми производными от него. На графике видно два всплеска рассогласования в момент старта и остановки мотора:

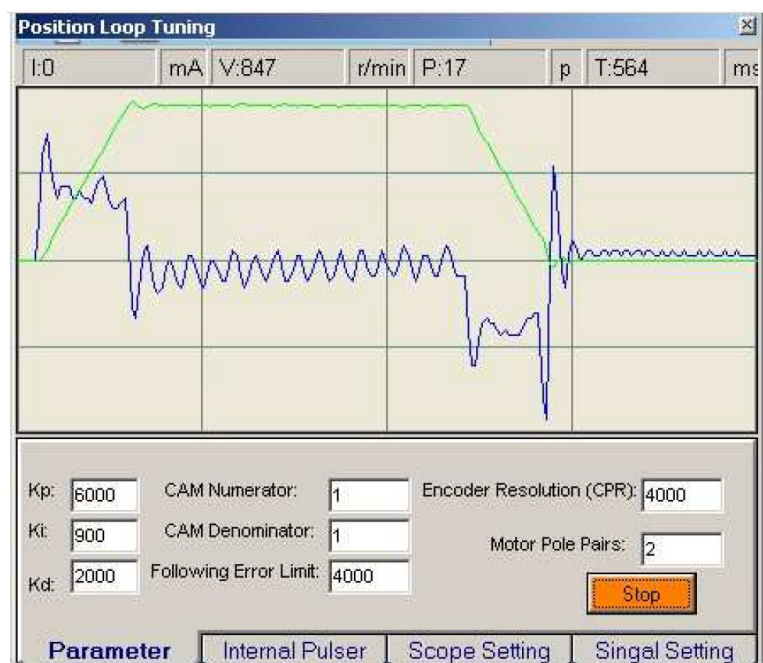


Рис. 10. Этапы настройка контура позиционирования

Задача подбора параметров заключается в максимальном уменьшении рассогласования и сглаживании его графика. Рассогласование регулируется ПИД-регулятором с коэффициентами K_p , K_i имеющими тот же смысл, что и при настройке контура тока, и коэффициента K_d , реагирующего на скорость изменения рассогласования. На вышеприведенном графике коэффициенты K_p и K_d были искусственно занижены, что привело к медленной реакции на возникновение отклонений. Увеличение этих коэффициентов с одновременным понижением вклада интегральной составляющей (т.к. перебег в точке старта и стопа был слишком значительный) существенно улучшает график рассогласования:

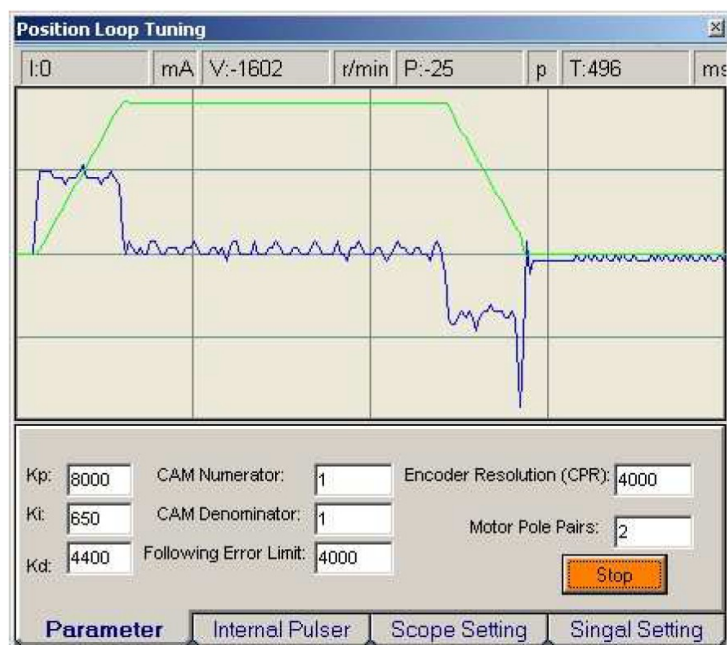


Рис. 11. Этапы настройка контура позиционирования

14.5. Настройка электронной редукции и максимального рассогласования

По умолчанию каждый импульс STEP соответствует одному импульсу энкодера, так, для двигателей серии BLM требуется 4000 импульсов STEP на 1 оборот. Это соотношение может быть изменено путем изменения параметров CAM Numerator и CAM Denominator.

$$\text{Импульсов на оборот} = (4 \times \text{Разрешение энкодера} \times \text{CAM Denominator}) / \text{CAM Numerator}$$

Максимальное рассогласование устанавливается параметром Following Error Limit. При достижении этого значения драйвер выдает сигнал ошибки.

14.6. Загрузка данных в драйвер

После окончания настройки данные необходимо отправить в память EEPROM драйвера через пункт меню Options→SaveToDrive.

15. Защитные функции драйвера

Для индикации ошибок используется один красный светодиод. Период мигания составляет 5 сек, тип ошибки идентифицируется по числу загораний диода в период:

- превышение тока или короткое замыкание – 1 раз. Данная ошибка индицируется при превышении тока в 20 А;
- превышение напряжения – 2 раза. Данная ошибка индицируется при превышении напряжения в 64.5 В;
- ошибка фаз двигателя – 4 раза. Данная ошибка возникает при неправильно подключенных фазах двигателя и/или кабеля энкодера;
- ошибка энкодера – 5 раз. Данная ошибка возникает при неправильно подключенном энкодере и/или датчике Холла;
- ошибка рассогласования – 7 раз. Данная ошибка возникает при достижении допустимого предела рассогласования. Эта ошибка также возникает при неправильном подключении двигателя.

Внимание! В драйвере нет защиты от неправильной полярности питающего напряжения!

16. Правила и условия безопасной эксплуатации

Перед подключением и эксплуатацией изделия ознакомьтесь с паспортом и соблюдайте требования безопасности.

Изделие может представлять опасность при его использовании не по назначению. Оператор несет ответственность за правильную установку, эксплуатацию и техническое обслуживание изделия.

При повреждении электропроводки изделия существует опасность поражения электрическим током. При замене поврежденной проводки драйвер должен быть полностью отключен от электрической сети. Перед уборкой, техническим обслуживанием и ремонтом должны быть приняты меры для предотвращения случайного включения изделия.

17. Монтаж и эксплуатация

Работы по монтажу и подготовке оборудования должны выполняться только квалифицированными специалистами, прошедшими инструктаж по технике безопасности и изучившими настоящее руководство, Правила устройства электроустановок, Правила технической эксплуатации электроустановок, типовые инструкции по охране труда при эксплуатации электроустановок.

17.1. Приемка изделия

После извлечения изделия из упаковки необходимо:

- проверить соответствие данных паспортной таблички изделия паспорту и накладной;
- проверить оборудование на отсутствие повреждений во время транспортировки и погрузки/разгрузки.

В случае несоответствия технических характеристик или выявления дефектов составляется акт соответствия.

17.2. По окончании монтажа необходимо проверить:

- правильность подключения выводов оборудования к электросети;
- исправность и надежность крепежных и контактных соединений;
- надежность заземления;
- соответствие напряжения и частоты сети указанным на маркировке изделия.

18. Маркировка и упаковка

18.1. Маркировка изделия

Маркировка изделия содержит:

- товарный знак;
- наименование или условное обозначение (модель) изделия;
- серийный номер изделия;
- дату изготовления.

Маркировка потребительской тары изделия содержит:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение и серийный номер;
- год и месяц упаковывания.

18.2. Упаковка

К заказчику изделие доставляется в собранном виде. Оборудование упаковано в картонный короб. Все разгрузочные и погрузочные перемещения вести с особым вниманием и осторожностью, обеспечивающими защиту от механических повреждений.

При хранении упакованного оборудования необходимо соблюдать условия:

- не хранить под открытым небом;
- хранить в сухом и незапыленном месте;
- не подвергать воздействию агрессивных сред и прямых солнечных лучей;
- оберегать от механических вибраций и тряски;
- хранить при температуре $-20^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$, при влажности не более 90%.

19. Условия хранения изделия

Изделие без упаковки должно храниться в условиях по ГОСТ 15150-69, группа 1Л (Отапливаемые и вентилируемые помещения с кондиционированием воздуха) при температуре от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 60% (при $+20^{\circ}\text{C}$).

Помещение должно быть сухим, не содержать конденсата и пыли. Запыленность помещения в пределах санитарной нормы. В воздухе помещения для хранения изделия не должно присутствовать агрессивных примесей (паров кислот, щелочей). Требования по хранению относятся к складским помещениям поставщика и потребителя.

При длительном хранении изделие должно находиться в упакованном виде и содержаться в отапливаемых хранилищах при температуре окружающего воздуха от $+10^{\circ}\text{C}$ до $+25^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 60% (при $+20^{\circ}\text{C}$).

При постановке изделия на длительное хранение его необходимо упаковать в упаковочную тару предприятия-поставщика.

Ограничения и специальные процедуры при снятии изделия с хранения не предусмотрены. При снятии с хранения изделие следует извлечь из упаковки.

20. Условия транспортирования

Допускается транспортирование изделия в транспортной таре всеми видами транспорта (в том числе в отапливаемых герметизированных отсеках самолетов) без ограничения расстояний. При перевозке в железнодорожных вагонах вид отправки —

мелкий малотоннажный. При транспортировании изделия должна быть предусмотрена защита от попадания пыли и атмосферных осадков.

Климатические условия транспортирования

Влияющая величина	Значение
Диапазон температур	От -50°C до +40 °C
Относительная влажность, не более	80% при 25 °C
Атмосферное давление	От 70 до 106.7 кПа (537-800 мм рт. ст.)

21. Гарантийные обязательства

Гарантийный срок службы составляет 6 месяцев со дня приобретения. Гарантия сохраняется только при соблюдении условий эксплуатации и регламентного обслуживания.

1. Общие положения

1.1. В случае приобретения товара в виде комплектующих Продавец гарантирует работоспособность каждой из комплектующих в отдельности, но не несет ответственности за качество их совместной работы (неправильный подбор комплектующих). В случае возникновения вопросов Вы можете обратиться за технической консультацией к специалистам компании.

1.2. Продавец не предоставляет гарантии на совместимость приобретаемого товара и товара, имеющегося у Покупателя, либо приобретенного им у третьих лиц.

1.3. Характеристики изделия и комплектация могут изменяться производителем без предварительного уведомления в связи с постоянным техническим совершенствованием продукции.

2. Условия принятия товара на гарантийное обслуживание

2.1. Товар принимается на гарантийное обслуживание в той же комплектности, в которой он был приобретен.

3. Порядок осуществления гарантийного обслуживания

3.1. Гарантийное обслуживание осуществляется путем тестирования (проверки) заявленной неисправности товара.

3.2. При подтверждении неисправности проводится гарантийный ремонт.

4. Гарантия не распространяется на стекло, электролампы, стартеры и расходные материалы, а также на:

4.1. Товар с повреждениями, вызванными ненадлежащими условиями транспортировки и хранения, неправильным подключением, эксплуатацией в нештатном режиме либо в условиях, не предусмотренных производителем (в т.ч. при температуре и влажности за пределами рекомендованного диапазона), имеющий повреждения вследствие действия сторонних обстоятельств (скачков напряжения электропитания, стихийных бедствий и т.д.), а также имеющий механические и тепловые повреждения.

4.2. Товар со следами воздействия и (или) попадания внутрь посторонних предметов, веществ (в том числе пыли), жидкостей, насекомых, а также имеющим посторонние надписи.

4.3. Товар со следами несанкционированного вмешательства и (или) ремонта (следы вскрытия, кустарная пайка, следы замены элементов и т.п.).

4.4. Товар, имеющий средства самодиагностики, свидетельствующие о ненадлежащих условиях эксплуатации.

4.5. Технически сложный Товар, в отношении которого монтажно-сборочные и пуско-наладочные работы были выполнены не специалистами Продавца или рекомендованными им организациями, за исключением случаев прямо предусмотренных документацией на товар.

4.6. Товар, эксплуатация которого осуществлялась в условиях, когда электропитание не соответствовало требованиям производителя, а также при отсутствии устройств электрозащиты сети и оборудования.

4.7. Товар, который был перепродан первоначальным покупателем третьим лицам.

4.8. Товар, получивший дефекты, возникшие в результате использования некачественных или выработавших свой ресурс запасных частей, расходных материалов, принадлежностей, а также в случае использования не рекомендованных изготовителем запасных частей, расходных материалов, принадлежностей.

22. Наименование и местонахождение импортера: ООО "Станкопром", Российская Федерация, 394033, г. Воронеж, Ленинский проспект 160, офис 333.

23. Маркировка ЕАС



Изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями действующей технической документации и признан годным для эксплуатации.

№ партии:

ОТК:



www.purelogic.ru

8 800 555-63-74 бесплатные звонки по РФ

Контакты

+7 (495) 505-63-74 Москва

+7 (473) 204-51-56 Воронеж

www.purelogic.ru

394033, Россия, г. Воронеж,
Ленинский пр-т, 160, офис 149

Пн-Чт: 8:00–17:00

Пт: 8:00–16:00

Перерыв: 12:30–13:30

info@purelogic.ru