

ЗАО «Лаборатория Электроники»

Руководство по эксплуатации

**Блок управления коллекторным
двигателем постоянного тока
AWD17**

Москва

2014

Содержание

1	Описание и работа.....	5
1.1	Назначение.....	5
1.1.1	Область применения	5
1.2	Функциональные возможности.....	5
1.3	Технические характеристики.....	6
1.4	Габаритные размеры.....	6
1.4.1	Габаритные размеры блока управления.....	6
1.4.2	Габаритные размеры блока управления в корпусе	7
1.5	Устройство блока управления.....	9
1.5.1	Внешний вид и расположение разъёмов блока управления	9
1.5.2	Описание разъёмов блока управления	9
1.5.2.1	Схема внутреннего подключения разъёмов к микроконтроллеру	10
1.6	Описание работы.....	10
1.6.1	Режимы работы.....	10
1.6.1.1	Режим прямого управления скоростью двигателя без обратной связи.....	10
1.6.1.2	Режим управления двигателем со стабилизацией скорости вращения.....	10
1.6.2	Описание функциональных возможностей	11
1.6.2.1	Плавный пуск и плавное торможение двигателя.....	11
1.6.2.2	Контроль рабочей температуры блока управления	11
1.6.2.3	Защита от короткого замыкания	11
2	Эксплуатация	13
2.1	Эксплуатационные ограничения	13
2.2	Ограничения на использование типов двигателей	13
2.3	Требования, предъявляемые к источнику питания.....	13
2.4	Подготовка блока управления к эксплуатации	13
2.5	Примеры подключения двигателя к блоку управления	14
2.5.1	Подключение двигателя к блоку управления AWD17.....	14
2.6	Настройка блока управления	15
2.6.1	Выбор сигналов и элементов управления.....	15
2.6.2	Описание параметров блока управления	15
2.6.3	Настройка параметров блока управления.....	16
2.7	Рекомендуемая последовательность настройки блока управления.....	18
2.7.1	Методика настройки блока управления в режиме прямого управления двигателем	19

2.7.2 Методика настройки блока управления в режиме стабилизации скорости вращения двигателя	19
3 Монтаж	20
3.1 Монтаж блока управления без корпуса	20
3.2 Монтаж блока управления в корпусе	20
4 Техническое обслуживание	20
5 Текущий ремонт	21
6 Хранение	21
7 Транспортирование	21
8 Сведения о содержании драгоценных металлов	21
9 Утилизация.....	21
10 Гарантии изготовителя.....	21

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с блоком управления коллекторным двигателем AWD17, принципом действия, конструкцией, порядком эксплуатации и обслуживания.

Блоки управления двигателем AWD17 выпускаются в различных модификациях, отличающихся напряжением питания:



По желанию заказчика блок управления может быть укомплектован корпусом на DIN рейку 35 мм.

1 Описание и работа

1.1 Назначение

Блок управления коллекторным двигателем постоянного тока AWD17 (далее – блок управления или блок AWD17) предназначен для реверсивного управления коллекторными двигателями постоянного тока с рабочим напряжением в диапазоне от 8 до 36В и током до 10А (15А).

1.1.1 Область применения

Блок управления AWD17 может быть применён для:

- управления коллекторными электродвигателями, питающимися от бортовой сети автомобиля;
- управления коллекторными электродвигателями в составе промышленного оборудования и робототехнических комплексах;
- управления работой электродвигателя подачи проволоки в сварочной полуавтоматической установке.

1.2 Функциональные возможности

Функциональные возможности блока управления:

- стабилизация скорости вращения двигателя без использования датчиков скорости;
- возможность выполнять плавный пуск и плавную остановку двигателя;
- возможность управления двигателем внешними элементами управления (кнопкой и потенциометром);
- возможность управления двигателем с помощью дискретного и аналогового сигналов;
- встроенный ПИ-регулятор для стабилизации скорости вращения двигателя;
- возможность настраивать параметры ПИ-регулятора блока на работающем двигателе без использования дополнительных приборов;
- защита от перегрузки блока управления и короткого замыкания в цепи двигателя;
- возможность задавать ограничение максимальной скорости вращения двигателя при авторегулировании;
- прямое управление двигателем при помощи ШИМ без обратной связи;
- контроль рабочей температуры блока.

1.3 Технические характеристики

Таблица 1 – Технические характеристики

Наименование параметра	Значение		
	AWD17-12	AWD17-24	AWD17-36
Общие характеристики			
Напряжение питания двигателя, В	От 8 до 15	От 15 до 30	От 30 до 40
Максимальный ток двигателя, А	15 ¹		
Уровень порога срабатывания защиты от перегрузки, А	От 15 до 40 ²		
Диапазон регулирования скорости вращения с погрешностью до 5%	1:50		
Ток собственного потребления, А	0,02		
Номинальное время разгона и торможения двигателя, с	От 0 до 16		
Порог срабатывания термозащиты, °С	100 ± 10		
Температурный диапазон работы, °С	От –40 до +50		
Корпус	Отсутствует / с креплением на DIN рейку 35 мм ³		
Габаритные размеры, мм	82 × 45 × 16		
Уровни управляющих сигналов			
Цифровые входы, В	Логический ноль	От 0 до 0,4	
	Логическая единица	От 4,5 до 5	
Аналоговый вход, В	Минимальное значение	0	
	Максимальное значение	5	

1.4 Габаритные размеры

1.4.1 Габаритные размеры блока управления

На рисунке 1 представлены габаритные и установочные размеры блока управления.

¹ При токах больше 10А требуется обеспечить активное охлаждение силовых транзисторов блока управления.

² Уровень порога срабатывания защиты от короткого замыкания зависит от температуры силовой части блока управления. Более подробную информацию можно получить из п. 1.6.2.3

³ По умолчанию блок управления поставляется в виде встраиваемой платы. По желанию заказчика может быть укомплектован корпусом на DIN рейку шириной 35 мм.

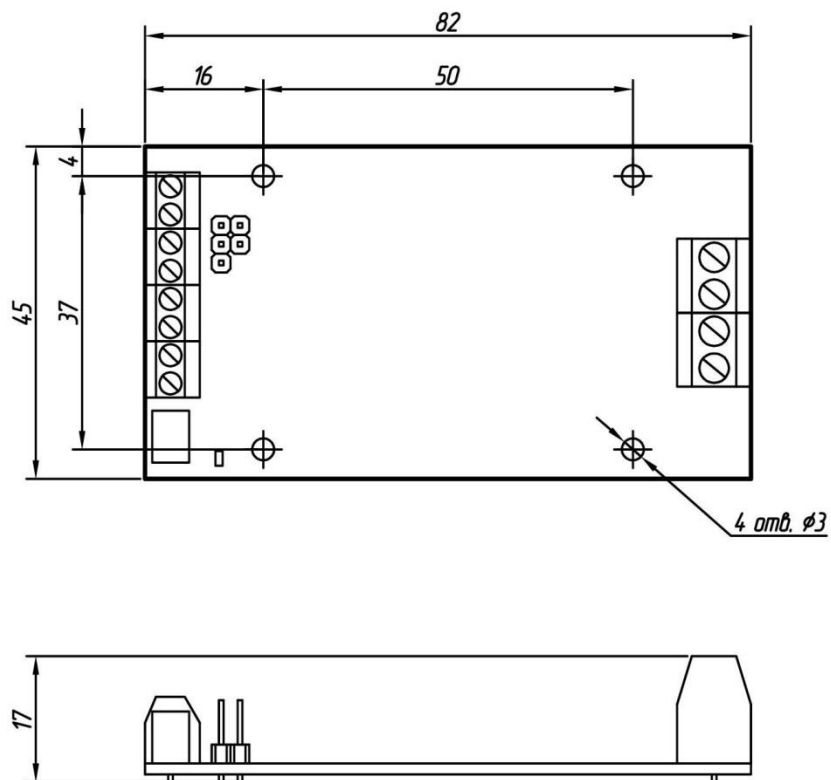


Рисунок 1 – Габаритные размеры блока управления

1.4.2 Габаритные размеры блока управления в корпусе

На рисунке 2 представлены габаритные и установочные размеры блока управления.

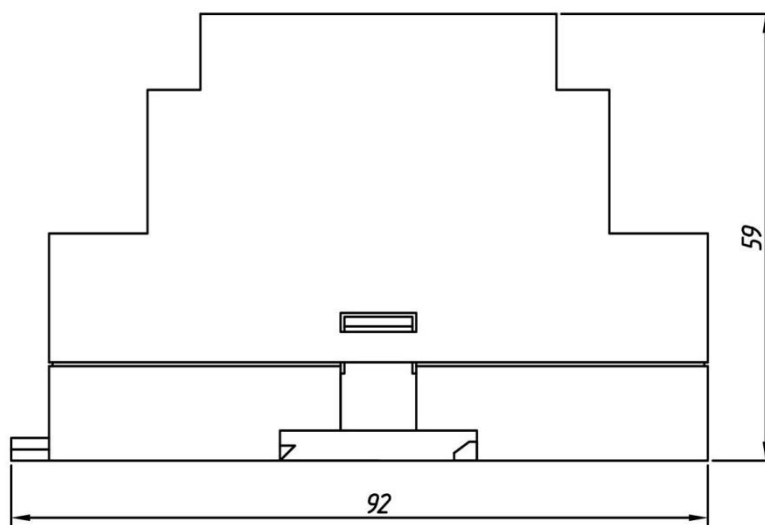
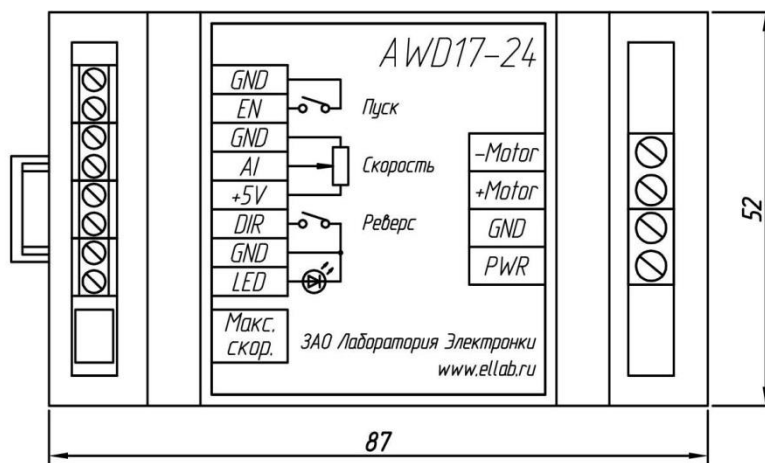


Рисунок 2 – Габаритные размеры блока управления в корпусе на DIN рейку

1.5 Устройство блока управления

1.5.1 Внешний вид и расположение разъемов блока управления

Блок управления AWD17 может поставляться в виде встраиваемой платы или в корпусе с креплением на DIN-рейку.

Внешний вид, расположение разъемов и индикатора платы блока управления показаны на рисунке 3.

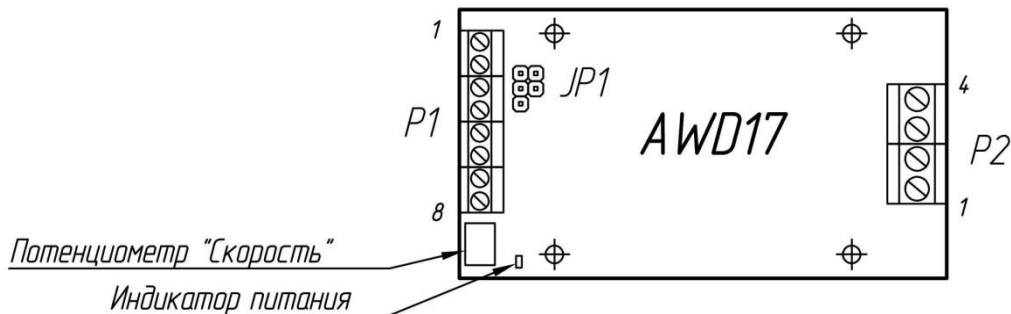


Рисунок 3 – Внешний вид, расположение разъемов и индикатора блока управления

1.5.2 Описание разъемов блока управления

Описание разъемов блока управления приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Описание разъемов блока AWD17

Разъём	Номер контакта	Наименование контакта	Назначение
P1	1	GND	Общий
	2	EN ⁴	Вход управления запуском двигателя
	3	GND	Общий
	4	AI	Аналоговый вход управления скоростью вращения
	5	+5V	Выход 5В
	6	DIR	Дискретный вход управления направлением вращения двигателя
	7	GND	Общий
	8	LED	Выход светодиода «индикатор питания»
P2	1	+Power	Силовое питание двигателя и блока управления
	2	-Power	Общий
	3	+Motor	Плюс выхода ШИМ/питание двигателя
	4	-Motor	Минус выхода ШИМ/питание двигателя

⁴ Входное сопротивление не менее 2кОм, вход подтянут к напряжению 5В.

Разъём JP1 используется для настройки параметров блока управления.

1.5.2.1 Схема внутреннего подключения разъемов к микроконтроллеру

Схема внутреннего подключения разъемов к микроконтроллеру приведена на рисунке 4.

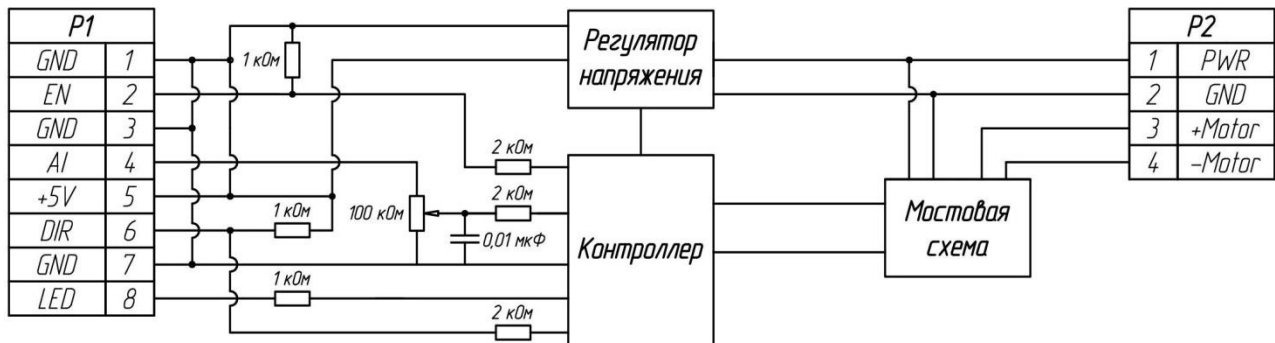


Рисунок 4 – Схема внутреннего подключения разъемов блока управления

1.6 Описание работы

1.6.1 Режимы работы

Блок AWD17 способен работать в следующих режимах:

- режим прямого управления скоростью двигателя без обратной связи;
- режим управления двигателем со стабилизацией скорости вращения по уровню противо-ЭДС;

1.6.1.1 Режим прямого управления скоростью двигателя без обратной связи

Данный режим реализует прямое управление двигателем без обратной связи. Блок управления работает как усилитель мощности управляющего сигнала. Функции ПИ-регулирования, плавного пуска и торможения не отрабатываются.

1.6.1.2 Режим управления двигателем со стабилизацией скорости вращения

Данный режим реализует стабилизацию оборотов коллекторного двигателя без использования внешнего тахогенератора. В качестве сигнала обратной связи используется уровень противо-ЭДС двигателя. Временные диаграммы управляющих сигналов показаны на рисунке 5.

EN – уровень сигнала на входе EN;

DIR – уровень сигнала на входе DIR (реверс включается при низком уровне)

Wдв – скорость двигателя, соответствующая значению на входе AI;

T0 – время до запуска двигателя (200 мс, не может изменяться пользователем);

T1 – номинальное время разгона двигателя;

T2 – номинальное время торможения двигателя.

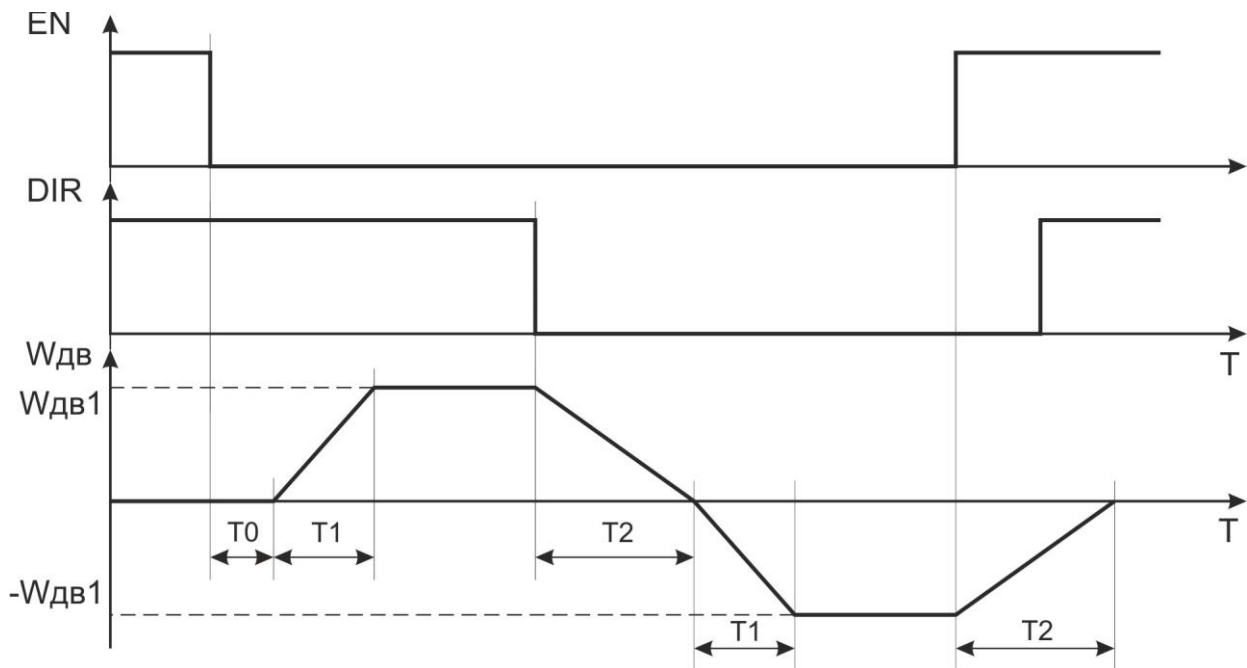


Рисунок 5 – Временные диаграммы управления двигателем

1.6.2 Описание функциональных возможностей

1.6.2.1 Плавный пуск и плавное торможение двигателя

Функция плавного пуска и плавного торможения уменьшает броски тока при старте и торможении двигателя, что позволяет увеличить ресурс двигателя и источника питания. Пользователем устанавливается скорость разгона и торможения.

1.6.2.2 Контроль рабочей температуры блока управления

На плате блока управления установлен терморезистор, при помощи которого осуществляется контроль температуры. При достижении значения $100 \pm 10^\circ\text{C}$ блок управления отключает двигатель. Порог срабатывания защиты не может быть изменён пользователем.

1.6.2.3 Защита от короткого замыкания

В блоке управления AWD17 реализована функция контроля тока в цепи двигателя. Если в процессе разгона, торможения или нормальной работы между выводами $-Motor$ и $+Motor$ будет протекать ток, значение которого превышает порог срабатывания защиты от короткого замыкания, микроконтроллер автоматически отключит подачу питания на двигатель. Порог срабатывания зависит от температуры силовой части блока управления и не может меняться пользователем. При температуре 20°C он находится в диапазоне от 20 до 25А, при температуре 100°C порог срабатывания защиты снижается до уровня от 15 до 20А. При срабатывании защиты от короткого замыкания индикатор питания начинает мигать. При устранении причины короткого замыкания блок управления автоматически начинает работать в штатном режиме.

1.6.3 Режим работы кнопок запуска и реверса

Блок управления коллекторным двигателем AWD17 имеет два режима работы использования кнопок “Пуск” и “Реверс”:

Обычный режим работы кнопок:

- кнопка “Пуск” используется для запуска/остановки двигателя.
- кнопка “Реверс” используется для выбора направления вращения двигателя.

Дополнительный режим работы кнопок:

- кнопка “Пуск” используется для запуска/остановки двигателя в направлении вперед;
- кнопка “Реверс” используется для запуска/остановки двигателя в направлении назад.

По умолчанию, согласно исходным заводским настройкам, задан обычный режим работы кнопок. Пользователь может изменить режим работы кнопок в процессе настройки блока.

2 Эксплуатация

2.1 Эксплуатационные ограничения

Условия эксплуатации:

- запрещается соединять разъемы при включенном питании;
- запрещается использовать блок управления при наличии в воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных примесей;
- не допускается эксплуатация блока управления с механическими повреждениями;
- не допускается попадание влаги на разъемы и плату блока управления;
- температура воздуха окружающей среды должна быть в пределах от -40 до $+50^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность воздуха должна быть не более 80% при температуре 20°C .

2.2 Ограничения на использование типов двигателей

Совместно с блоком управления возможно применение только двигателей с постоянными магнитами или двигателей с независимым возбуждением обмоток якоря и статора.

2.3 Требования, предъявляемые к источнику питания

В качестве источника питания для блока управления может использоваться аккумулятор, бортовая сеть автомобиля либо импульсные источники питания постоянного напряжения на 12 или 36В. Подключать блок управления к источнику питания рекомендуется через предохранитель 20А.

Внимание! При подключении блока управления к нестабилизированному источнику питания (трансформатор с диодным мостом) характеристики стабилизации скорости могут значительно ухудшиться.

2.4 Подготовка блока управления к эксплуатации

Перед началом эксплуатации блока AWD17 необходимо:

1. Убедиться в отсутствии внешних повреждений.
2. Подключить к разъемам блока управления кабели от двигателя и управляющих элементов.
3. Подключить к разъему блока управления P2 кабели источника питания (рекомендуется через предохранитель 20А).
4. Подать на блок управления питание.
5. После первого включения и апробации блока управления настроить параметры.

2.5 Примеры подключения двигателя к блоку управления

2.5.1 Подключение двигателя к блоку управления AWD17

Пример подключения двигателя к блоку управления AWD17 показан на рисунках 6 и 7.

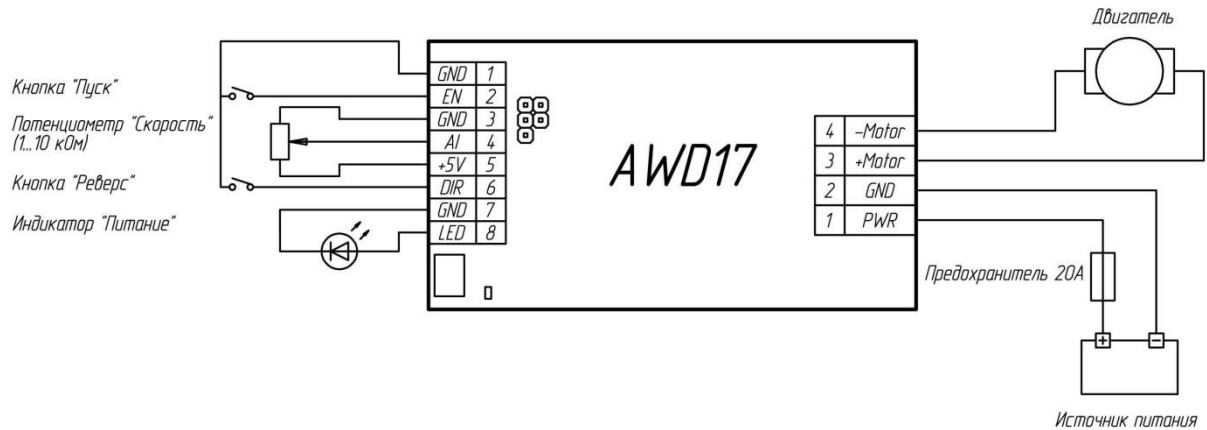


Рисунок 6 – Пример подключения двигателя к блоку управления AWD17 с внешним управлением скоростью вращения двигателем

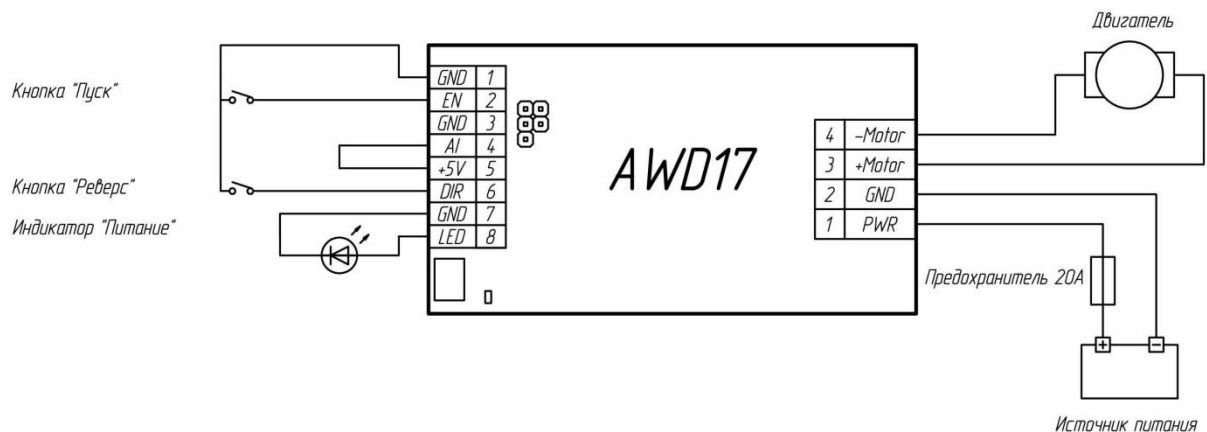


Рисунок 7 – Пример подключения двигателя к блоку управления AWD17 с управлением скоростью вращения двигателем от встроенного потенциометра

2.6 Настройка блока управления

2.6.1 Выбор сигналов и элементов управления

Управление аналоговыми входами, например, скоростью двигателя и настройка значений параметров блока управления может осуществляться следующими способами:

- напряжением аналогового сигнала, подаваемого на аналоговый вход А1, в диапазоне от 0 до 5В относительно "земли" разъёма P1;
- потенциометром с сопротивлением в диапазоне от 1 до 10кОм.

Внимание! Рекомендуется использовать потенциометр с линейной характеристикой.

Управление цифровыми входами, например, запуском двигателя может осуществляться:

- логическими сигналами, подаваемыми на цифровой вход относительно «земли» разъёма P1 (логический ноль – включено, логическая единица – выключено);
- кнопкой с фиксацией или без фиксации.

2.6.2 Описание параметров блока управления

Список параметров блока управления, а также допустимые значения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Таблица параметров блока управления

Обозначение	Наименование параметра	Диапазон значений параметра	Значение по умолчанию	Шкала
Wmax	Максимальная скорость двигателя, %	От 25 до 100	100	Лин ⁵
K	Коэффициент пропорциональности ПИ регулятора	От 0,01 до 255	0,125	Лог ⁶
I	Коэффициент интеграции ПИ регулятора	От 0,01 до 255	0,125	Лог
T1	Номинальное время разгона двигателя	От 0,0625 до 16	0,25	Лин
T2	Номинальное время торможения двигателя	От 0,0625 до 16	0,25	Лин

T1 и T2 – время разгона и торможения соответственно в секундах.

⁵ Линейная шкала

⁶ Логарифмическая шкала

2.6.3 Настройка параметров блока управления

Настройка параметров блока управления AWD17 осуществляется установкой переключателей в разъём JP1 согласно таблице 5. Значения параметров хранятся в энергонезависимой памяти и сохраняются при отключении питания. Перед настройкой блока управления в корпусе, необходимо снять верхнюю крышку корпуса.

Изменение значения какого-либо параметра осуществляется в следующей последовательности:

1. Установить переключатели согласно таблице 5.
2. Нажать кнопку «Пуск» или подать логический ноль на вход EN разъёма P1.
3. Установить новое значение потенциометром или аналоговым сигналом на входе AI разъёма P1.
4. Сохранить установленное значение размыканием кнопки «Пуск» или установкой логической единицы на входе AI разъёма P1.
5. Снять все переключатели.

В зависимости от параметра в блоке управления используется определённый тип настроечной шкалы соответствия значения напряжения на входе AI значению параметра:

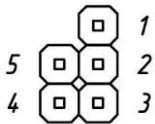
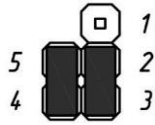
- для основного режима работы, настройки максимальной скорости вращения двигателя, выбора настроечной скорости, номинального времени⁷ разгона и торможения двигателя используется линейная шкала (см. таблицу 4);
- для настройки значений коэффициентов ПИ-регулятора используется логарифмическая шкала (см. таблицу 4).

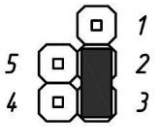
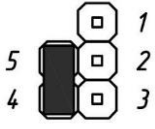
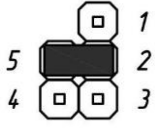
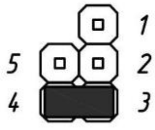
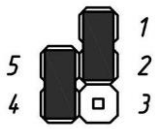
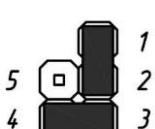
⁷ Время разгона и торможения двигателя настраивается параметром скорости разгона и торможения. Для настройки можно воспользоваться таблицей 5.

Таблица 4 – Соответствие значения настроечного напряжения значению настраиваемого параметра

Значение напряжения на входе АП1, В	Линейная шкала	Логарифмическая шкала	
	Параметры скорости	Параметры разгона/торможения, с	Параметры ПИ регулятора
0.00	0.0%	0,0625	1/128
0.31	6.25%		1/128
0.63	12.5%	0,125	1/64
0.94	18.75%		1/32
1.25	25.0%	0,25	1/16
1.56	31.25%		1/8
1.88	37.5%	0,5	1/4
2.19	43.75%		1/2
2.50	50.0%	1	1
2.81	56.25%		2
3.10	62.5%	2	4
3.44	68.75%		8
3.75	75.0%	4	16
4.06	81.25%		32
4.34	87.5%	8	64
4.69	93.75%		128
5.00	100%	16	255

Таблица 5 – Соответствие состояния блока AWD17 расположению перемычек JP1

Состояние блока управления AWD17	Расположение перемычек JP1
1. Основной режим работы блока	
Перемычки не устанавливаются. Запуск двигателя производится нажатием и удержанием кнопки "Пуск", остановка – отпусканием кнопки "Пуск". Переменный резистор задает скорость вращения двигателя.	
2. Установка (восстановление) заводских настроек	
После нажатия и удержания кнопки "Пуск" восстанавливаются все заводские настройки блока. Запуск двигателя не производится. Переменный резистор не используется.	

3. Определение значения напряжения питания и ограничение максимальной скорости вращения	
После нажатия и удержания кнопки "Пуск" определяется текущее значение напряжения питания. Переменным резистором задается максимально допустимая скорость вращения двигателя в режиме авторегулирования.	
4. Выбор настроечной скорости вращения двигателя	
После нажатия удержания кнопки "Пуск", переменным резистором устанавливается желаемая скорость вращения для режимов настройки коэффициентов ПИ-регулятора.	
5. Настройка коэффициента пропорциональности k	
После нажатия и удержания кнопки "Пуск" двигатель начинает работу на постоянной, настроечной скорости вращения, заданной в п. 4. Переменный резистор задает текущее значение коэффициента пропорциональности k для ПИ-регулятора.	
6. Настройка коэффициента интеграции i	
После нажатия и удержания кнопки "Пуск" двигатель начинает работу на постоянной, настроечной скорости вращения, заданной в п. 4. Переменный резистор задает текущее значение коэффициента интеграции i для ПИ-регулятора.	
7. Настройка номинального времени разгона двигателя	
После нажатия и удержания кнопки "Пуск" переменный резистор задает скорость разгона двигателя в основном режиме. Минимальное значение соответствует разгону двигателя от нулевой скорости до максимальной за время, примерно равное 16с. В этом режиме двигатель не запускается.	
8. Настройка номинального времени торможения двигателя	
После нажатия и удержания кнопки "Пуск" переменный резистор задает скорость торможения двигателя в основном режиме. Минимальное значение соответствует торможению двигателя от максимальной скорости до нулевой за время, примерно равное 16с. В этом режиме двигатель не запускается.	

2.6.4 Настройка режимов работы кнопок пуска и реверса

Блок управления коллекторным двигателем AWD17 имеет два режима работы использования кнопок «Пуск» и «Реверс». Подробнее описано в п 1.6.3 .

Порядок выбора режима работы кнопок следующий:

- 1) Переведите кнопки (выключатели) «Пуск» и «Реверс» в выключенное положение.
- 2) Установите переключки, для выбора режима «установка

(восстановление) заводских настроек блока»

3) Если требуется выбрать обычный режим работы кнопок, то нажмите и отпустите кнопку «Пуск».

4) Если требуется выбрать дополнительный режим работы кнопок, то нажмите и удерживайте обе кнопки «Пуск» и «Реверс». Затем отпустите кнопку «Пуск». Затем отпустите кнопку «Реверс».

5) Удалите перемычки.

Выбранный режим работы кнопок будет сохраняться как в рабочем, так и во всех настроечных режимах работы блока.

2.7 Рекомендуемая последовательность настройки блока управления

2.7.1 Методика настройки блока управления в режиме прямого управления двигателем

Для настройки блока управления в режиме прямого управления двигателем необходимо:

1. Подключить к плате электродвигатель, источник питания, потенциометр и кнопку "Пуск".
2. Установить настроечную скорость равной нулю.

Установка нулевого значения настроечной скорости вращения отключает авторегулирование. Настройка коэффициентов k и i , в этом случае, не производится. Блок переходит в режим прямого управления двигателем при помощи ШИМ без использования обратной связи – переменный резистор напрямую задает ширину импульса, а ограничение максимальной скорости вращения и настройка обратной связи на текущее напряжение питания не действуют. Плавный пуск и плавная остановка не обрабатываются.

2.7.2 Методика настройки блока управления в режиме стабилизации скорости вращения двигателя

Для настройки блока управления в режиме стабилизации скорости вращения двигателя необходимо:

1. Подключить к плате электродвигатель, источник питания, переменный резистор номиналом от 1 до 10 кОм и кнопку "Пуск".
2. Ограничить максимальную скорость вращения двигателя.

Данную настройку нужно выполнять, только если напряжение источника питания значительно отличается от номинального напряжения блока, а также, если нужно задать ограничение максимальной скорости вращения. В противном случае этот пункт рекомендуется пропустить.

Установите переключку на контакты 2 – 3 разъема JP1. Переведите переменный резистор в положение минимум. Нажмите и удерживайте кнопку "Пуск". Переменным резистором установите нужную, максимально допустимую скорость вращения. Дождитесь, когда установится постоянная скорость вращения двигателя, затем отпустите кнопку "Пуск" и удалите переключку.

3. Выбрать настроечную скорость вращения

Установите переключку на контакты 4 – 5 разъема JP1. Переведите переменный резистор в положение минимум. Нажмите и удерживайте кнопку "Пуск". Переменным резистором установите скорость вращения двигателя, на которой будет производиться настройка коэффициентов ПИ-регулятора. Дождитесь, когда установится постоянная скорость вращения двигателя, затем отпустите кнопку "Пуск" и удалите переключку.

4. Установить коэффициент пропорциональности k для ПИ-регулятора.

Установите переключку на контакты 2 – 5 разъема JP1. Переведите переменный резистор в положение минимум. Нажмите и удерживайте кнопку "Пуск". Переменным резистором медленно увеличивайте значение коэффициента k до возникновения заметных колебаний скорости вращения ("рывков") двигателя. Затем медленно уменьшите значение коэффициента до восстановления равномерной скорости вращения. Отпустите кнопку "Пуск" и удалите переключку.

5. Установить коэффициент интеграции i для ПИ-регулятора.

Установите переключку на контакты 3 – 4 разъема JP1. Переведите переменный резистор в положение минимум. Нажмите и удерживайте кнопку "Пуск". Переменным резистором медленно увеличивайте значение коэффициента i до возникновения заметных колебаний скорости вращения ("рывков") двигателя. Затем, медленно уменьшите значение коэффициента до восстановления равномерной скорости вращения. Отпустите кнопку "Пуск" и удалите переключку. Настройка блока завершена.

3 Монтаж

3.1 Монтаж блока управления без корпуса

Монтаж блока управления должен осуществляться на втулки винтами М3. Габаритные и установочные размеры указаны на рисунке 1.

3.2 Монтаж блока управления в корпусе

Монтаж блока управления в корпусе должен осуществляться на DIN рейку TH35 шириной 35 мм. Габаритные и установочные размеры корпуса блока управления указаны на рисунке 2.

4 Техническое обслуживание

Блок управления не требует технического обслуживания.

5 Текущий ремонт

Ремонт блока управления осуществляется только у изготовителя.

6 Хранение

Блок управления следует хранить в закрытых помещениях с естественной вентиляцией при температуре от -50 до $+85^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 80% при температуре 20°C . Наличие в воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных примесей не допускается.

7 Транспортирование

Блок управления может транспортироваться всеми видами закрытого транспорта в соответствии с правилами перевозок, действующими на каждом виде транспорта.

8 Сведения о содержании драгоценных металлов

Блок управления не содержит драгоценных металлов.

9 Утилизация

Утилизация блока управления производится в порядке, принятом на предприятии-потребителе. После окончания службы блок управления не представляет опасности для жизни, здоровья, и окружающей среды.

10 Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует соответствие блока управления требованиям технической документации при соблюдении потребителем условий эксплуатации, хранения и транспортирования.

Гарантийный срок эксплуатации – 24 месяца со дня продажи и не более 36 месяцев со дня изготовления.