

ЭЛЕКТРУМ АВ

Паспорт

Модули управления двигателями

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск +7 (8182) 45-71-35
Астрахань +7 (8512) 99-46-80
Барнаул +7 (3852) 37-96-76
Белгород +7 (4722) 20-58-80
Брянск +7 (4832) 32-17-25
Владивосток +7 (4232) 49-26-85
Волгоград +7 (8442) 45-94-42
Екатеринбург +7 (343) 302-14-75
Ижевск +7 (3412) 20-90-75
Казань +7 (843) 207-19-05
Калуга +7 (4842) 33-35-03

Кемерово +7 (3842) 21-56-70
Киров +7 (8332) 20-58-70
Краснодар +7 (861) 238-86-59
Красноярск +7 (391) 989-82-67
Курск +7 (4712) 23-80-45
Липецк +7 (4742) 20-01-75
Магнитогорск +7 (3519) 51-02-81
Москва +7 (499) 404-24-72
Мурманск +7 (8152) 65-52-70
Наб.Челны +7 (8552) 91-01-32
Ниж.Новгород +7 (831) 200-34-65

Новосибирск +7 (383) 235-95-48
Омск +7 (381) 299-16-70
Орел +7 (4862) 22-23-86
Оренбург +7 (3532) 48-64-35
Пенза +7 (8412) 23-52-98
Пермь +7 (342) 233-81-65
Ростов-на-Дону +7 (863) 309-14-65
Рязань +7 (4912) 77-61-95
Самара +7 (846) 219-28-25
Санкт-Петербург +7 (812) 660-57-09
Саратов +7 (845) 239-86-35

Сочи +7 (862) 279-22-65
Ставрополь +7 (8652) 57-76-63
Сургут +7 (3462) 77-96-35
Тверь +7 (4822) 39-50-56
Томск +7 (3822) 48-95-05
Тула +7 (4872) 44-05-30
Тюмень +7 (3452) 56-94-75
Ульяновск +7 (8422) 42-51-95
Уфа +7 (347) 258-82-65
Хабаровск +7 (421) 292-95-69
Челябинск +7 (351) 277-89-65
Ярославль +7 (4852) 67-02-35

сайт: electrum.pro-solution.ru | эл. почта: emt@pro-solution.ru
телефон: 8 800 511 88 70

Модуль управления двигателем коллекторным

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Модуль управления двигателем коллекторным (далее – МДК или модуль) предназначен для управления коллекторным двигателем постоянного тока. МДК выполнен на основе современных достижений технологий микроэлектроники, цифроаналоговых интегральных схем и контроллеров обработки цифровых и аналоговых сигналов со встроенными ШИМ-схемами.

МДК поддерживает следующие функции и возможности:

- контролируемый старт / стоп двигателя;
- изменение направления вращения вала двигателя;
- регулирование скорости;
- защиту электродвигателя от токовых перегрузок и короткого замыкания;
- защиту от одновременного включения транзисторов верхнего и нижнего плеча инвертора;
- внешнюю сигнализацию о возникновении аварии;
- возможность питания модуля непосредственно от силовой цепи;

МДК отличается простотой управления, малыми габаритами и не требует применения дополнительного охлаждения при эксплуатации, обеспечивая работу и защиту двигателей мощностью до 200 Вт. МДК выпускается с различными вариантами управления, что позволяет применять модуль, как для решения общепромышленных задач, так и для решения частных случаев.

2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ

МДК выпускается с различными вариантами управления и на различные токи инвертора. Рекомендуемые схемы включения модулей в зависимости от исполнения представлены в разделах 5, 6.

МДК выпускаются на токи 0,5, 1, 3 и 5 А. Ток в названии модуля указывает на максимальный ток инвертора, при котором схема управления разрешает нормальную работу; максимально допустимый ток транзисторов превышает указанный в названии изделия. При большем токе будет срабатывать защита по току и ток инвертора начнёт ограничиваться. Ток, указанный в названии изделия является током срабатывания защиты по среднему току. При этом ток защиты может регулироваться, но только в меньшую сторону (см. раздел 5).

Все варианты МДК имеют транзисторы инвертора на напряжение 55 В и максимальное напряжение питания силовой цепи 30 В.

МДК выпускаются со следующими вариантами управления:

«А» - стандартное с ШИМ. Цифро-аналоговое управление с использованием всех стандартных управляющих выводов модуля со встроенной схемой ШИМ-генератора.

«Б» - двуполярное с ШИМ. Управление, со встроенной схемой ШИМ-генератора, осуществляющееся по одному входу либо с помощью ЦАП, либо с помощью соответствующим образом подключенного переменного резистора. Напряжение управления лежит в диапазоне -10...+10 В с диапазоном торможения -0,5...+0,5 В. Скорость вращения при этом определяется амплитудой напряжения, а направление вращения его полярностью.

«В» - цифровое с ШИМ. В состав модуля входит ЦАП, позволяющий осуществлять управления скоростью с помощью цифрового кода, при этом модуль может управляться и по стандартной схеме управления (тип «А»); выбор варианта управления осуществляется наличием или отсутствием переключки (см. раздел 5). В модуле имеется внутренний ШИМ-генератор.

«Г» - стандартное без ШИМ. Алгоритм управления не отличается от типа «А», за исключением того, что в модуль не входит ШИМ-генератор. Для работы модуля необходимо внешнее подключение времязадающей цепочки для ШИМ-генератора, подключение обратных связей. Варианты модулей без внутреннего ШИМ-генератора могут быть удобны для решения сложных частных задач и для осуществления специфических обратных связей по скорости.

«Д» - двуполярное без ШИМ.

«Е» - цифровое без ШИМ.

Все варианты управления применимы ко всем МДК, независимо от максимального тока инвертора.

На рис.2.1 приведена расшифровка названия модулей серии МДК.

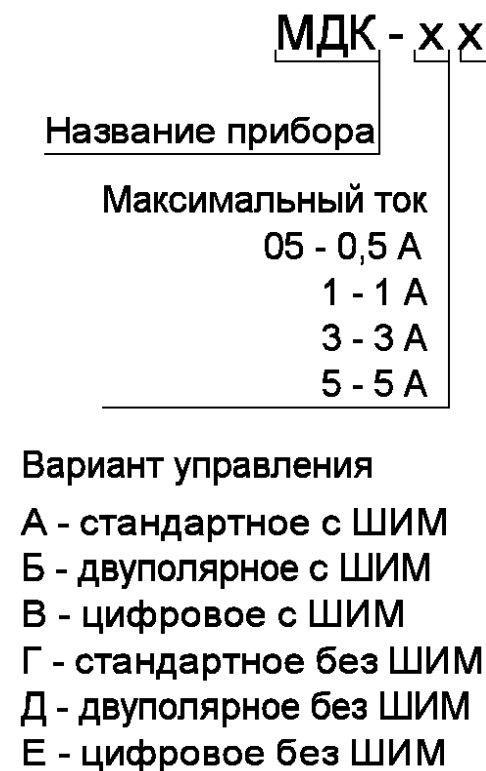


Рисунок 2.1 – Расшифровка условного обозначения модуля

Пример обозначения:

модуль МДК-1А: модуль управления коллекторным двигателем с максимальным током инвертора 1 А и вариантом управления «А».

3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

Структурная схема МДК представлена на рис.3.1.

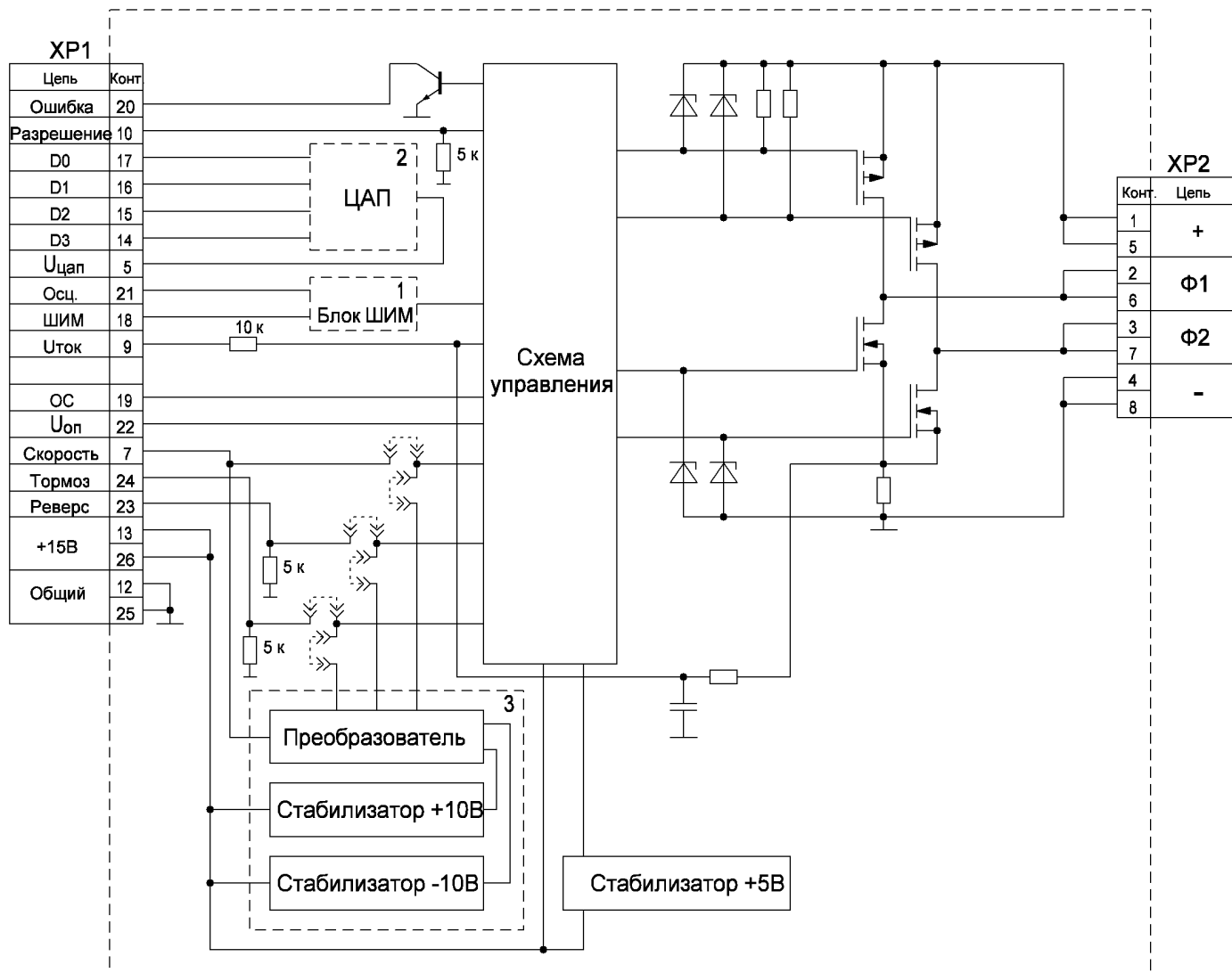


Рисунок 3.1 – Структурная схема МДК

«1» - схема внутреннего ШИМ-генератора, устанавливаемая для вариантов управления «А», «Б», «В».

«2» - внутренний ЦАП, устанавливаемый для вариантов управления «В», «Е»

«3» - схема управления, входящая в состав МДК для вариантов управления «Б» и «Д» (двуполярное управление).

Разъём XP1 представляет собой два ряда контактов PLS-13 с ответной частью типа PBS-13. Разъём XP2 – два ряда контактов PLS-5 (шаг 5,08 мм). Назначение выводов разъёмов XP1 (в колонках «Управление» значком «+» обозначено, что вывод используется для данного типа управления, значком «-» обозначено, что вывод не используется) и XP2 представлены в таб.3.1 и 3.2..

Таблица 3.1 – Назначение выводов разъёма XP1

Номер	Обозначение	Назначение	Управление					
			А	Б	В	Г	Д	Е
1		Не задействован						
2		Не задействован						
3		Не задействован						
4		Не задействован						
5	U _{цап}	Выход цифрового управления скоростью	-	-	+	-	-	+
6		Не задействован						
7	Скорость	Вход управления скоростью вращения вала двигателя	+	+	+	+	+	+
8		Не задействован	+	+	+	+	+	+
9	U _{ток}	Выход тока инвертора	+	+	+	+	+	+
10	Разрешение	Вход разрешения и запрета работы модуля	+	+	+	+	+	+
11		Не задействован						
12	Общий	Общий	+	+	+	+	+	+
13	+15В	Вход напряжения питания	+	+	+	+	+	+
14	D3	Третий разряд входа цифрового управления скоростью	-	-	+	-	-	+
15	D2	Второй разряд входа цифрового управления скоростью	-	-	+	-	-	+
16	D1	Первый разряд входа цифрового управления скоростью	-	-	+	-	-	+
17	D0	Нулевой разряд входа цифрового управления скоростью	-	-	+	-	-	+
18	ШИМ	Инвертирующий вход компаратора ШИМ	-	-	-	+	+	+
19	ОС	Вход обратной связи скорости	-	-	-	+	+	+
20	Ошибка	Выход сигнализации о сбое датчиков, токовой перегрузке и запрете на входе «Разрешение»	+	+	+	+	+	+
21	Осц.	Вход подключения времязадающих элементов частоты генератора ШИМ	-	-	-	+	+	+
22	U _{оп}	Выход источника опорного напряжения	+	+	+	+	+	+
23	Реверс	Вход управления направлением вращения вала двигателя	+	-	+	+	-	+
24	Тормоз	Вход тормоза	+	-	+	+	-	+
25	Общий	Общий	+	+	+	+	+	+
26	+15В	Вход напряжения питания	+	+	+	+	+	+

Таблица 3.2 – Назначение выводов разъёма ХР2

Номер контакта	Обозначение	Назначение
1	+	Вывод подключения «+» силового питания
2	Ф1	Вывод подключения двигателя
3	Ф2	Вывод подключения двигателя
4	-	Вывод подключения «-» силового питания
5	+	Вывод подключения «+» силового питания
6	Ф1	Вывод подключения двигателя
7	Ф2	Вывод подключения двигателя
8	-	Вывод подключения «-» силового питания

Для удобства подключения силовых цепей и цепей управления на рис.3.2 и рис.3.3 приведены схематические изображения внешних видов разъёмов ХР1 и ХР2 модуля МДК.

1				7							13	
				U _{цп}		Скорость	U _з	U _{ток}	Разр.		Общий	+15В
D3	D2	D1	D0	ШИМ	OC	Ошибка	Осц.	U _{оп}	Реверс	Тормоз	Общий	+15В
14				20							26	

Рисунок 3.2 – Внешний вид разъёма ХР1

1		4	
+	Ф1	Ф2	-
+	Ф1	Ф2	-
5		8	

Рисунок 3.3 – Внешний вид разъёма ХР2

4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Основные электрические параметры и предельно-допустимые электрические параметры модулей МДК при температуре 25⁰С представлены в таб.4.1.

Таблица 4.1 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры МДК

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры питания					
Напряжение питания цепей управления	В	11		16,5	
Ток потребления по цепям управления	мА			100	U _п =15 В
Напряжение питания силовой цепи	В	11		30	
Входные параметры					
Ток потребления по входам	мА	0,1		1	
Диапазон напряжений управления	В	-0,3		5,2	
Входное напряжение низкого уровня	В	-0,3		0,5	Для логических входов
Входное напряжение высокого уровня	В	2,4		5,2	Для логических входов
Напряжение, соответствующее останову	В		1,2		
Напряжение, соответствующее максимальной скорости	В		4,5		
Параметры генератора ШИМ					
Частота генератора ШИМ	кГц	15		25	
Максимальное пиковое пилообразное напряжение	В	4,2		4,6	
Минимальное пиковое пилообразное напряжение	В	1,0		1,2	
Выходные параметры					
Максимальное напряжение на выводе «Ошибка»	В			20	
Максимальный ток на выводе «Ошибка»	мА			20	
Напряжение на выводе «U _{оп} »	В	6,25	6,5	6,75	Без нагрузки
Максимальный ток нагрузки на выводе «U _{оп} »	мА			10	

Параметры защиты					
Ток срабатывания защиты	А		0,5		МДК-0,5
			1		МДК-1
			3		МДК-3
			5		МДК-5
Быстродействие токовой защиты	мкс			100	
Задержка срабатывания выхода «Ошибка»	мкс			2	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение сток-исток	В			55	
Максимальное напряжение инвертора	В			30	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			9	
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			56	
Ток ограничения при двукратном превышении током нагрузки тока срабатывания защиты	А		0,25		МДК-0,5
			0,5		МДК-1
			1,5		МДК-3
			2,5*		МДК-5
Ток срабатывания защиты	А		0,5		МДК-0,5
			1		МДК-1
			3		МДК-3
			5		МДК-5
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			0,2	МДК-0,5
				0,6	МДК-1
				3	МДК-3
				7	МДК-5
Ток утечки закрытого силового транзистора	мкА			100	

* Средний ток длительностью не более 1 мин; средний ток модуля МДК-5 длительностью более 1 мин не должен превышать 2,5 А

5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

В зависимости от типа управления модуля рекомендуются следующие схемы включения (рис.5.1 – 5.4).

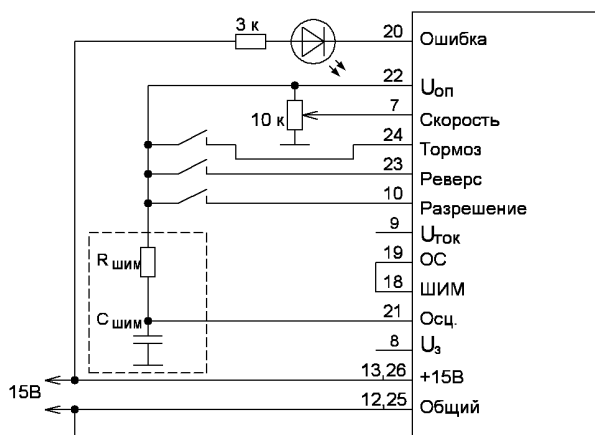


Рисунок 5.1 – Схема включения цепей управления МДК «А» и «Г»

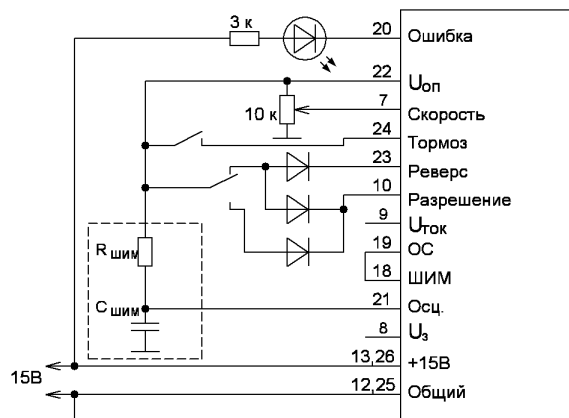


Рисунок 5.2 – Схема включения цепей управления МДК «А» и «Г» с общим переключателем

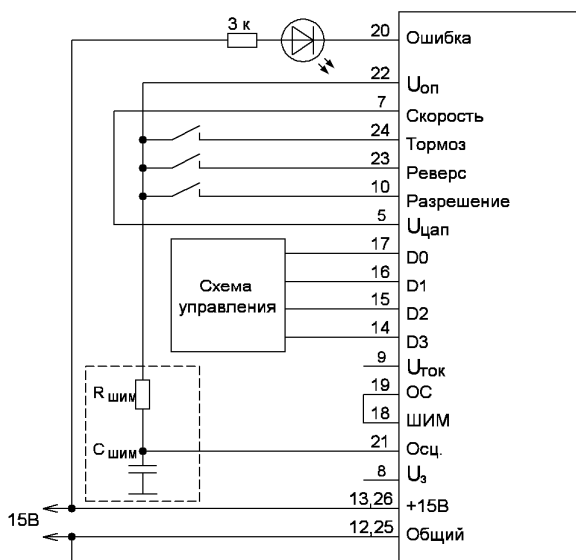


Рисунок 5.3 – Схема включения цепей управления МДК «В» и «Е»

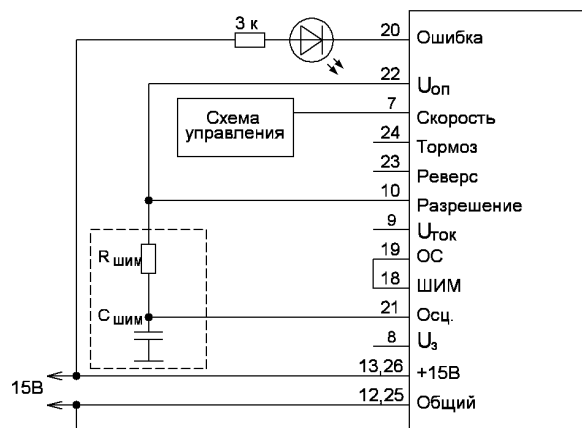


Рисунок 5.4 – Схема включения цепей управления МДК «Б» и «Д»

Пунктиром выделена часть схемы необходимая для включения моделей без внутреннего ШИМ-генератора (варианты «Г», «Д», «Е»). Для модулей с внутренним ШИМ-генератором означенные выводы следует оставить незадействованными.

На рис.5.2 приведена схема включения модуля с вариантом управления «А» или «Г» с общим переключателем на «Реверс» и «Разрешение». Запрет работы модуля будет только в случае размыкания ключа с обоими контактами.

Допускается вместо ключей использовать логическое управление ТТЛ-уровня.

Управление двигателем посредством МДК осуществляется с помощью следующих выводов:

«Разрешение». Вход ТТЛ-уровня выдающий запрет или разрешение на работу схемы управления. «Лог.1» соответствует разрешению, «лог.0» соответствует запрету. При запрете работы транзистор выхода «Ошибка» будет открыт (см. таб.1).

«Тормоз». Вход ТТЛ-уровня включающий или отключающий режим торможения. При наличии «лог.0» торможение будет отсутствовать. При подаче «лог.1» на данный вход все нижние транзисторы инвертора будут открыты, и двигатель перейдет в режим динамического торможения (см. таб.5.1).

«Реверс». Вход ТТЛ-уровня задающий направление вращения вала двигателя. Смена вращения осуществляется переключением верхних транзисторов фаз модуля.

«Скорость». Вход задания скорости вращения вала двигателя. Диапазон регулирования скорости лежит в пределах 1,5...4,5 В. Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на входе «Скорость» представлена на рис.5.5 и рис.5.6 (для вариантов управления «Б» и «Д»).

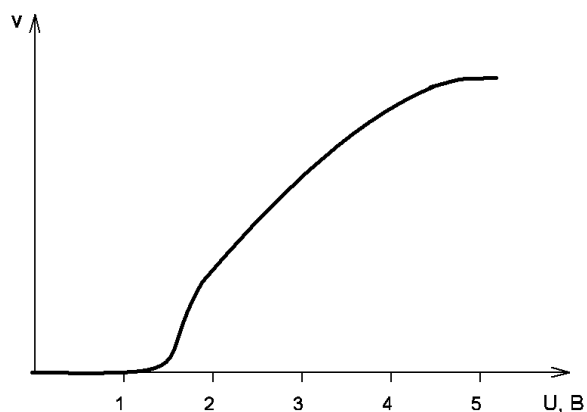


Рисунок 5.5 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость»

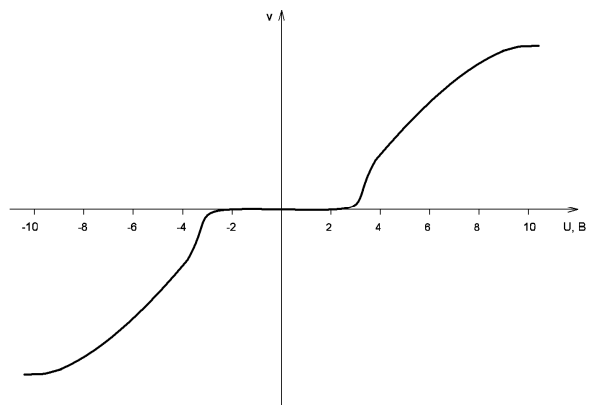


Рисунок 5.6 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» для вариантов управления «Б» и «Д»

Для вариантов «Б» и «Д» управление двигателем осуществляется только по выводу «Скорость»; выходы «Реверс» и «Тормоз» не задействованы. Вывод «Разрешение» можно подключить к « $U_{оп}$ », тогда данный вывод не будет влиять на работу модуля, если подключить вывод «Разрешение» к « $U_{оп}$ » через ключ, то управления по данному выводу будет осуществляться так же, как и для других вариантов управления.

Направление вращением двигателя выбирается исходя из полярности сигнала на выводе «Скорость», режиму торможения (открыты все нижние ключи) соответствует управляющее напряжение $-0,5...+0,5$ В, скорость вращения регулируется уровнем напряжения ($-10...+10$ В). Диаграмма, поясняющая работу модуля с вариантами управления «Б» и «Д» представлена на рис.5.7.

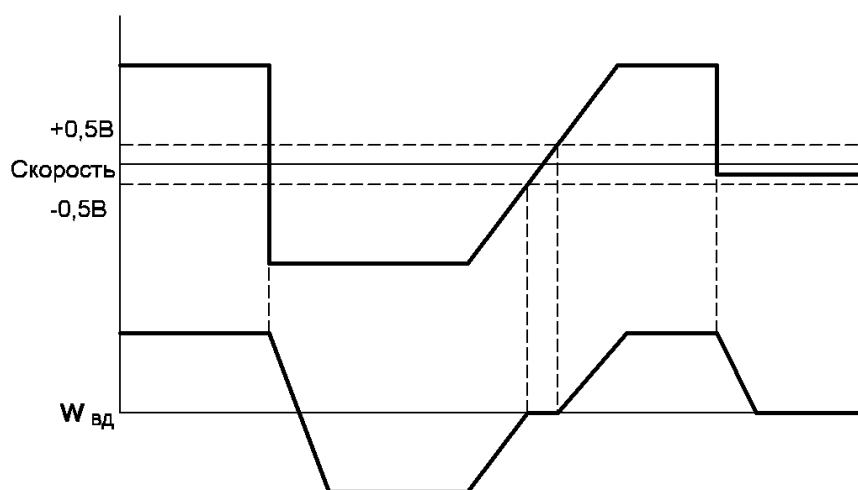


Рисунок 5.7 – Управление модулем с вариантом «Б» и «Д»

Ниже приведена таблица состояний модуля при управлении коллекторным двигателем постоянного тока.

Таблица 5.1 – Варианты состояний модуля при управлении коллекторным двигателем постоянного тока

Входы			Защита	Выходы			Прим.
Реверс	Разрешение	Тормоз		Ф1	Ф2	Ошибка 2	
1	1	0	0	1	0	1	п.1
0	1	0	0	0	1	1	п.1
X	1	1	0	0	0	1	п.2
X	0	1	0	0	0	0	п.3
X	0	0	0	-	-	0	п.4
X	1	0	1	-	-	0	п.5
п.1	На выходах «Ф1», «Ф2» высокий уровень (1) означает подключение к «+», низкий уровень (0) - подключение к «-» (общий минус).						
п.2	При высоком уровне (1) на входах «Разрешение» и «Тормоз» – выходы «Ф1», «Ф2» подключены к «-» (общий минус), выводы обмотки двигателя замкнуты между собой, этим создается тормозящая электромагнитная сила (динамический тормоз).						
п.3	Если на входе «Разрешение» низкий уровень (0), а на входе «Тормоз» - высокий уровень (1), выходы «Ф1», «Ф2» находятся в режиме динамического торможения; построенный по схеме с открытым коллектором выход «Ошибка» имеет активным низкий уровень (0).						
п.4	Если на входах «Разрешение» и «Тормоз» низкий уровень (0) - выходы «Ф1», «Ф2» отключены; на выходе «Ошибка» низкий уровень (0).						
п.5	При уровне тока (потребляемого двигателем от внешнего источника) выше заданного предела - выходы «Ф1», «Ф2» отключены; на выходе «Ошибка» низкий уровень (0).						

Где X – любое состояние на входе.

«U_{ток}». Выход тока шунта. Напряжению срабатыванию защиты всегда соответствует 100 мВ на данном выходе независимо от максимального тока модуля. При срабатывании защиты по току будет открываться транзистор выхода «Ошибка».

«Ошибка». Выход сигнализирующий о наличии запрета работы модуля («лог.0» на выводе «Разрешение»), о возникновении аварийной ситуации, вызванной перегрузкой по току, представляющий собой открытый коллектор транзистора схем защиты. Пояснение к работе данного вывода представлено в таблице 5.1.

«ШИМ» и «ОС». Входы стабилизации скорости вращения вала двигателя. Выводы задействованы только для вариантов управления «Г», «Д», «Е»; для вариантов управления «А», «Б» и «В» обратная связь настройке не подлежит. Если обратная связь не требуется, то данные выводы следует соединить (рис.5.1 - 5.4). Вариант использования модуля в режиме закрытой петли обратной связи показан на рисунке 5.8. Здесь импульсный сигнал, пропорциональный уровню скорости (сигнал тахометра), может быть получен с любого датчика (оптического, Холла и т.п.) с уровнем сигнала (0...6,5) В.

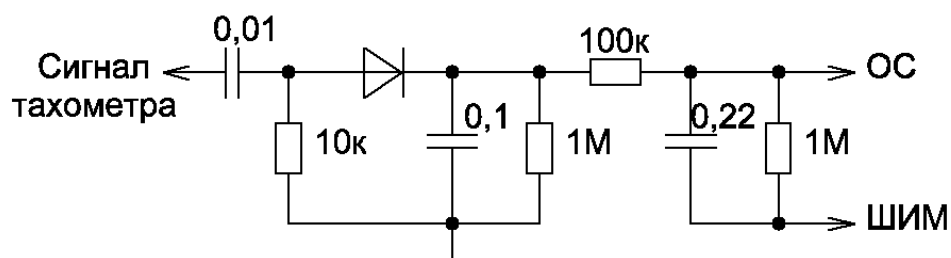


Рисунок 5.8 – Схема подключения обратной связи по скорости

Глубину обратной связи и корректность её работы при различной скорости вращения вала двигателя следует регулировать соотношением конденсатора 0,01 мкФ и резистора 10 кОм, или соотношением конденсатора 0,22 мкФ и резистора 100 кОм.

«Осц.». Вход, предназначенный для подключения времязадающей цепочки для внутреннего ШИМ-генератора. Рекомендуемая схема подключения данного входа представлена на рис.5.1 – 5.4. Частота, задаваемая внешней RC-цепочкой, должна лежать в пределах 15...50 кГц. Зависимость частоты от номиналов резистора и конденсатора представлена на рис.5.9.

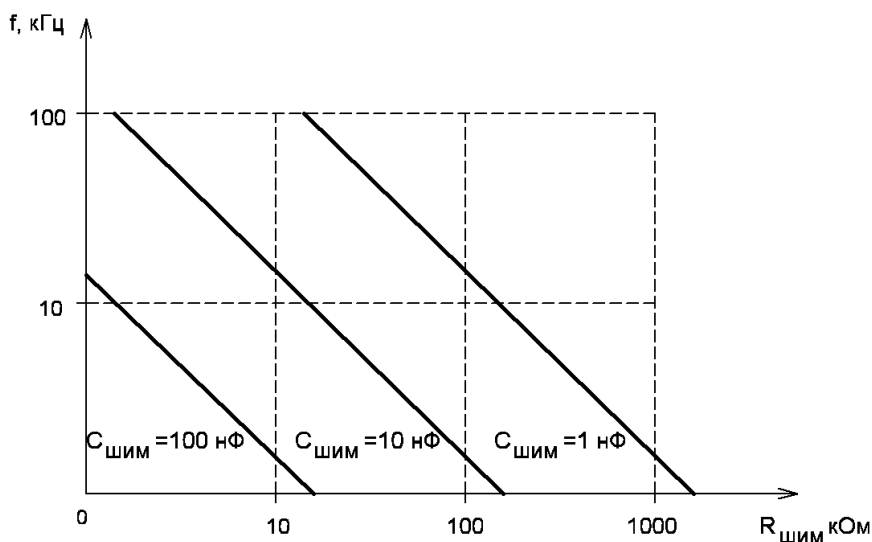


Рисунок 5.9 – Зависимость частоты ШИМ от номиналов $R_{\text{ШИМ}}$ и $C_{\text{ШИМ}}$

Для получения более линейного характера изменения скорости вращения вала двигателя от напряжения управления, рекомендуется вместо резистора $R_{\text{ШИМ}}$ установить источник тока 0,5...5 мА, в зависимости от требуемой частоты ШИМ.

Выход задействован только для вариантов управления «Г», «Д», «Е».

«D0», «D1», «D2», «D3». Входы ТТЛ-уровня внутреннего ЦАП. Частота вращения вала двигателя будет меняться от комбинации соответствующей 1,5 В на выходе ЦАП (вывод «U_{цап}»), до комбинации соответствующей 4,5 В.

Выходы задействованы только для вариантов управления «В» и «Е».

«U_{цап}». Выход внутреннего ЦАП. Для подключения управления с помощью ЦАП необходимо соединить данный вывод с выводом «Скорость», как указано на рис.5.3. Изменение значения входного кода от 0000 до 1001 приводит к ступенчатому изменению уровню скорости от 0% до 90% приблизительно по 10%. Значения входного кода от 1010 до 1111 соответствуют 100% уровню скорости. Для обеспечения более плавной регулировки скорости рекомендуется установить между выводами «U_{цап}» и «Скорость» интегрирующую RC-цепочку 1...10 кОм / 0,01...0,1 мкФ и подавать на один из цифровых входов задания скорости ШИМ-сигнал частотой 1...20 кГц. При этом чем старше разряд, тем в большем диапазоне (но и большей дискретностью) может осуществляться регулировка: изменения 1...1,5 В при подаче сигнала на вывод «D3»; изменения 0,1...0,2 В при подаче на вывод «D0».

Выход задействован только для вариантов управления «В» и «Е».

«U_{оп}». Выход источника опорного напряжения (6,5В±5%) с максимальным выходным током 10 мА. При подключении данного вывода следует соблюдать осторожность, во избежание перегрузки по току или короткого замыкания, т.к. в таком случае модуль может выйти из строя.

«+15В». Вход питания модуля с током потребления 60...100 мА (в зависимости от варианта управления и от температуры окружающей среды) без внешней нагрузки. Питание модуля можно осуществлять как от отдельного источника, так и от силового питания с установкой стабилизатора (рис.6.1 и 6.2). Не рекомендуется осуществлять питание от силовой цепи без стабилизатора даже в случае использования силового питания 12 В, т.к. схема управления может выйти из строя по коммутационным выбросам или по набросу напряжения в момент торможения.

6 СИЛОВЫЕ ВЫХОДЫ

Для подключения силовых цепей МДК рекомендуются схемы представленные на рис.6.1 и 6.2.

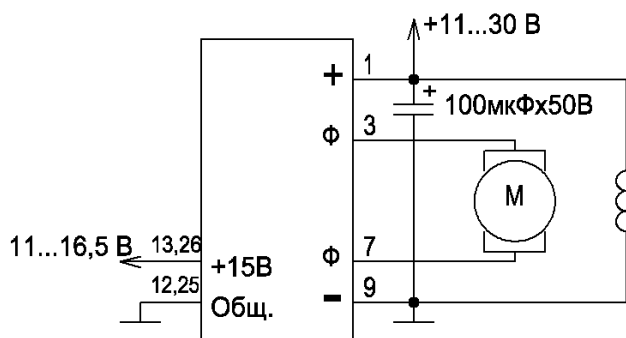


Рисунок 6.1 – Схема подключения МДК с отдельным питанием

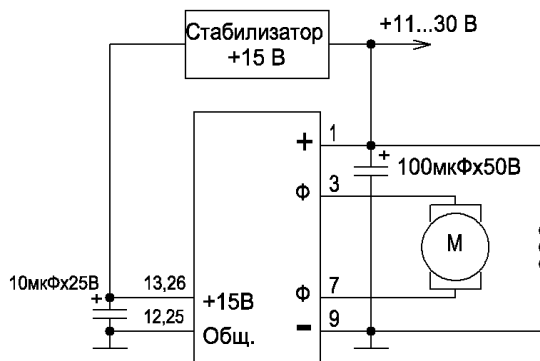


Рисунок 6.2 – Схема подключения МДК с питанием от силовой цепи

Особенность использования питания модуля от силовой цепи описана в предыдущем разделе.

Обмотку возбуждения допускается подсоединять любым способом: параллельно, последовательно или смешанно.

Фильтрующий конденсатор силовой цепи следует устанавливать как можно ближе к выводам модуля. Оптимальная ёмкость конденсатора 100 мкФ; не рекомендуется устанавливать конденсатор ёмкостью менее 10 мкФ, в том числе и при большой выходной ёмкости стабилизатора напряжения.

Допустимое напряжение питания силовой цепи равно 11...30 В, однако при работе двигателя могут возникать коммутационные выбросы большей амплитуды. Допустимая амплитуда выбросов составляет 36 В. Если двигатель может давать большие выбросы или при торможении возникает большой наброс напряжения, то рекомендуется к выводам модуля «+» и «-» подключить ограничитель напряжения с номинальным напряжением пробоя 30...36 В и мощностью не менее 1 Вт.

Порядок подключения фаз двигателя значения не имеет. Ниже приведена таблице 6.1, в которой указаны максимальные мощности двигателей поддерживаемые модулями МДК.

Таблица 6.1 – Максимально допустимый ток модуля и мощности коллекторного двигателя постоянного тока.

U, В	0,5 А	1 А	3 А	5 А
	P _{max} , Вт			
15	5	11	33	55
27	10	22	62	110

МДК различных типов могут обеспечивать корректную работу и защиту двигателей мощностью указанной в таб.6.1. При этом значения указанные в таблице (максимальная мощность двигателя P_{max}) действительны в том случае, если двигатель работает на свою полную мощность. Допускается установка двигателей с большей номинальной мощностью, если мощность на валу двигателя не будет превышать максимальную среднюю мощность поддерживаемую модулем. Однако, независимо от развиваемой двигателем мощности его номинальная мощность не должна превышать 110 Вт для питания 15 В и 200 Вт для питания 27 В, в противном случае модуль может выйти из строя по пусковому току.

7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Модуль предназначен для эксплуатации без применения охладителя.

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на него механических нагрузок согласно таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Воздействие механических нагрузок.

Внешний воздействующий фактор	Значение внешнего воздействующего фактора
Синусоидальная вибрация: - ускорение, м/с ² (g); - частота, Гц	100 (10) 1 - 500
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	400 (40) 0,1 – 2,0
Линейное ускорение, м/с ² (g)	5000 (500)

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 40 - 45
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

Выводы модуля предназначены для монтажа на печатную плату пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше 235°С. Продолжительность пайки не более 3 с.

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

8 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы модуля за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при $\gamma = 90\%$.

Гамма-процентный срок службы модулей, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при $\gamma = 90\%$.

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей, при $\gamma = 90\%$ и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

9 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

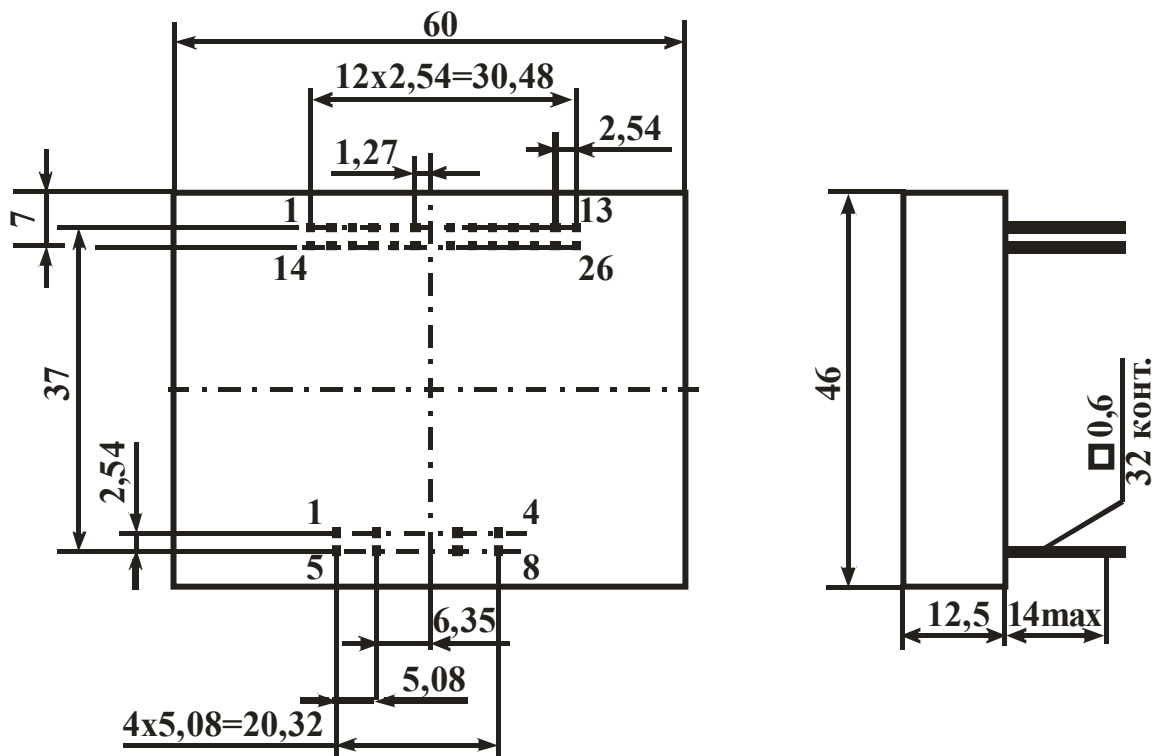


Рисунок 9.1 – Габаритные размеры МДК

Драгоценных металлов не содержится.

Сведения о приемке

Модуль МДК _____ зав. № _____ соответствует АЛЕИ.435724.002 ПС

Место для штампа ОТК

10 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕХФАЗНЫМ ВЕНТИЛЬНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ МУВДМ

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Модернизированный модуль управления вентильным двигателем (далее – МУВДМ или модуль) предназначен для управления трехфазным вентильным двигателем на постоянных магнитах с датчиками положения ротора. МУВДМ выполнен на основе современных достижений технологий микроэлектроники, цифроаналоговых интегральных схем и контроллеров обработки цифровых и аналоговых сигналов со встроенными ШИМ-схемами.

МУВДМ поддерживает следующие функции и возможности:

- контролируемый старт / стоп двигателя;
- изменение направления вращения вала двигателя с безопасным остановом при резкой смене направления вращения;
- регулирование скорости;
- стабилизацию скорости при изменении напряжения питания двигателя;
- защиту электродвигателя от токовых перегрузок и короткого замыкания;
- защиту от бросков импульсного тока;
- регулировку порога срабатывания токовой защиты;
- защиту от перегрева;
- защиту от одновременного включения транзисторов верхнего и нижнего плеча инвертора;
- защиту от работы при неверной комбинации сигналов с датчиков положения ротора;
- внешнюю сигнализацию о возникновении аварии;
- контроль за внутренним напряжением питания;
- питание модуля непосредственно от силовой цепи;
- позволяет запитывать внешние схемы собственным стабилизированным напряжением +5 В и +15 В с защитой от перегрузки по току;
- подключение переменного напряжения без предварительного выпрямления (МУВДМ с типом радиатора «3»);
- плавный заряд ёмкости фильтра без дополнительного зарядного резистора и схем управления зарядом (МУВДМ с типом радиатора «3»).

МУВДМ обеспечивает работу и защиту двигателей мощностью до 15 кВт. МУВДМ выпускается с различными типами радиаторов и различными вариантами управления, что позволяет применять модуль, как для решения общепромышленных задач, так и для решения частных случаев.

2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ

МУВДМ выпускается с различными типами радиаторов и различными типами управления. Рекомендуемые схемы подключения модулей в зависимости от исполнения представлены в разделах 5 и 6.

МУВДМ выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50, 70 и 100 А. Ток в названии модуля указывает на максимальный ток инвертора, при котором схема управления разрешает нормальную работу; максимально допустимый ток транзисторов превышает указанный в названии изделия. При большем токе будет срабатывать защита по току и ток инвертора будет ограничиваться. Ток, указанный в названии изделия является током срабатывания защиты по среднему току. При этом ток защиты может регулироваться, но только в меньшую сторону (см. раздел 5).

Максимальное напряжение, обозначенное в названии модуля, указывает максимально-допустимое напряжение коллектор-эмиттер используемых в модуле транзисторов. МУВДМ выпускается на напряжения 100, 200, 600 и 1200 В, что соответствует значениям 1, 2, 6 и 12 в названии модуля. При этом максимальное напряжение питания для модуля ниже, чем указанное в названии (см. раздел 4), что обусловлено мерами безопасности при работе силовых транзисторов модуля.

Модули на напряжение 100 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50, 70 и 100 А;

Модули на напряжение 200 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50 и 70 А;

Модули на напряжение 600 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30 и 50 А

Модули на напряжение 1200 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30 и 50 А;

Варианты силовых сборок:

«4» - только инвертор.

«3» - инвертор и выпрямительный мост. В данный вариант радиатора входит управляемый тиристорно-диодный выпрямительный мост, позволяющий работать модулю непосредственно от переменного напряжения. Схема управления тиристорами выпрямительного моста обеспечивает плавный (в течении 300 мс) заряд ёмкости фильтра, что, в свою очередь, позволяет обойтись без токоограничивающего резистора.

С типом силовой сборки «3» и выпускаются модули 1, 2, 6-го класса на токи 5 и 10 А, т.е. модули МУВДМ-5-1-х3, МУВДМ-10-1-х3, МУВДМ-5-2-х3, МУВДМ-10-2-х3, МУВДМ-5--6х3, МУВДМ-10-6-х3, Все остальные исполнения МУВДМ выпускаются только с типом силовой сборки «4».

Варианты управления:

«А» - стандартное с ШИМ. Цифро-аналоговое управление с использованием всех стандартных управляющих выводов модуля со встроенной схемой ШИМ-генератора.

«Б» - упрощённое с ШИМ. Вариант управления, со встроенной схемой ШИМ-генератора, позволяющий осуществлять выбор разрешения/запрета работы и выбор направления вращения вала двигателя одним переключателем, что удобно, в частности, при использовании модуля в подъёмно-тяговых механизмах.

«В» - двуполярное с ШИМ. Управление, со встроенной схемой ШИМ-генератора, осуществляющееся по одному входу либо с помощью ЦАП, либо с помощью соответствующим образом подключенного переменного резистора. Напряжение управления лежит в диапазоне -10...+10 В с диапазоном торможения -0,5...+0,5 В. Скорость вращения при этом определяется амплитудой напряжения, а направление вращения его полярностью.

«Г» - цифровое с ШИМ. В состав модуля входит ЦАП, позволяющий осуществлять управления скоростью с помощью цифрового кода, при этом модуль может управляться и по стандартной схеме управления (тип «А»); выбор варианта управления осуществляется наличием или отсутствием перемычки (см. раздел 5). В модуле имеется внутренний ШИМ-генератор.

«Д» - стандартное без ШИМ. Алгоритм управления не отличается от типа «А», за исключением того, что в модуль не входит ШИМ-генератор. Для работы модуля необходимо внешнее подключение вреязадающей цепочки для ШИМ-генератора, подключение обратных связей. Варианты модулей без внутреннего ШИМ-генератора могут быть удобны для решения сложных частных задач и для осуществления специфических обратных связей по скорости.

«Е» - упрощённое без ШИМ.

«Ж» - двуполярное без ШИМ.

«И» - цифровое без ШИМ.

Все варианты управления применимы ко всем типам силовыхборок, независимо от тока и напряжения модуля.

На рис.2.1 приведена расшифровка названия модулей серии МУВДМ.

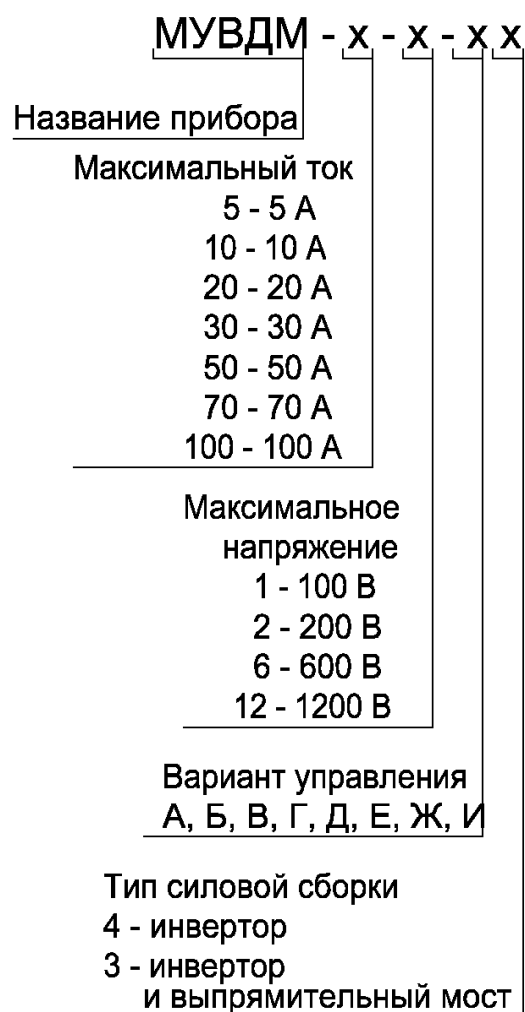


Рисунок 2.1 – Расшифровка названия модуля

Например, модуль МУВДМ-30-12-В4: модуль управления вентиляльным двигателем с максимальным током инвертора 30 А, максимальным напряжением инвертора 1200 В, с вариантом управления «В», силовая сборка – только инвертор.

3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

Модуль МУВДМ представляет собой сборку модуля управления транзисторами М31 и модуля управления МКВД. Структурная схема МУВДМ представлена на рис.3.1.

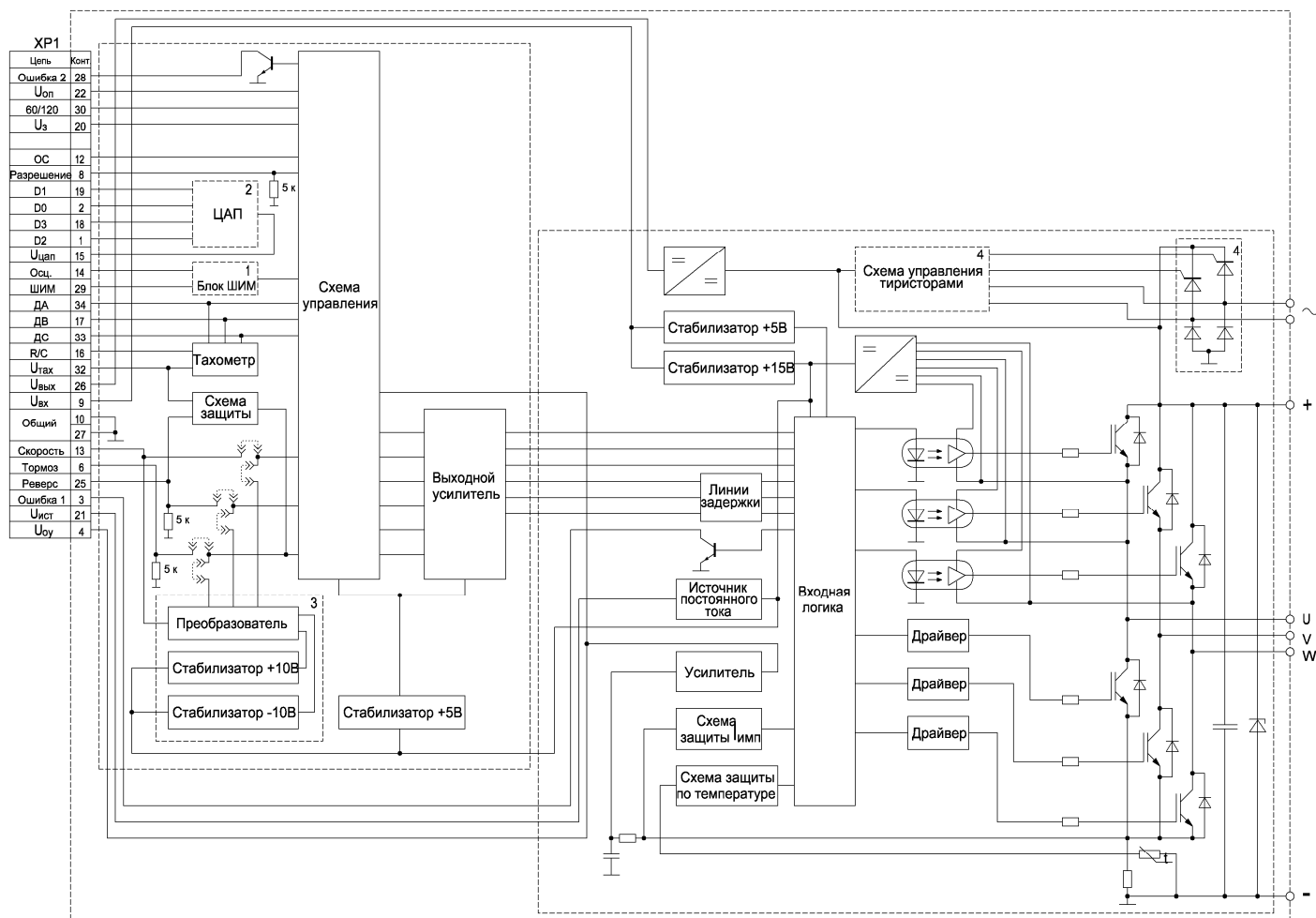


Рисунок 3.1 – Структурная схема МУВДМ

«1» - схема ШИМ-генератора, входящая в состав МУВДМ с типами управления «А», «Б», «В» и «Г».

«2» - внутренний ЦАП, входящий в состав МУВДМ с типами управления «Г», «И».

«3» - схема преобразования для двуполярного управления, входящая в состав МУВДМ с типами управления «В» и «Ж».

«4» - схема выпрямительного моста, обеспечивающая плавный заряд ёмкости фильтра и возможность работы модуля от переменного напряжения. Схема входит в состав МУВДМ с типом силовой сборки «З».

DC-DC преобразователь силового питания в питание схемы управления устанавливается на модулях 1, 2, 6 классов.

Разъём ХР1 представляет собой два ряда контактов PLS-17 с ответной частью типа PBS-17. Разъём предназначен для управления модулем. Силовые контакты – либо штыри (для модулей на токи 5 и 10 А), либо резьбовые контакты под винт М8 (см. габаритные чертежи). Назначение выводов разъёма ХР1 и назначение силовых выводов представлены в таб.3.1. В колонках «Управление» значком «+» обозначено, что вывод используется для данного типа управления, значком «-» обозначено, что вывод не используется.

Таблица 3.1 – Назначение выводов модуля

Номер	Обозначение	Назначение
1	D2	Второй разряд входа цифрового управления скоростью
2	D0	Нулевой разряд цифрового управления скоростью
3	Ошибка 1	Выход сигнализации о токовой и температурной перегрузке
4	U _{ov}	Выход усилителя тока шунта
5		Не задействован
6	Тормоз	Вход тормоза
7		Не задействован
8	Разрешение	Вход разрешения и запрета работы модуля
9	U _{вх}	Вход внутреннего стабилизатора напряжения
10	Общий	Общий
11		Не задействован
12	ОС	Вход обратной связи скорости
13	Скорость	Вход управления скоростью вращения вала двигателя
14	Осц.	Вход подключения времязадающих элементов частоты генератора ШИМ
15	U _{цап}	Выход цифрового управления скоростью
16	R/C	Выход RC-цепочки тахометра
17	ДВ	Вход для подключения датчика фазы V
18	D3	Третий разряд входа цифрового управления скоростью
19	D1	Первый разряд входа цифрового управления скоростью
20	U _з	Вывод подстройки тока срабатывания защиты
21	U _{ист}	Выход источника постоянного тока +15 В
22	U _{оп}	Источник опорного напряжения
23		Не задействован
24		Не задействован
25	Реверс	Вход управления направлением вращения вала двигателя
26	U _{вых}	Выход внутреннего DC/DC - преобразователя
27	Общий	Общий
28	Ошибка 2	Выход сигнализации о сбое датчиков, запрете работы модуля
29	ШИМ	Инвертирующий вход компаратора ШИМ
30	60/120	Вход управления режимом фазирования двигателя
31		Не задействован
32	U _{тах}	Выход сигнала тахометра
33	ДС	Вход для подключения датчика фазы W
34	ДА	Вход для подключения датчика фазы U
	+	Вывод подключения «+» силового питания
	U	Вывод подключения фазы А
	V	Вывод подключения фазы В
	W	Вывод подключения фазы С
	-	Вывод подключения «-» силового питания
	~	Вывод подключения переменного напряжения (только для модулей с выпрямительным мостом)

Для удобства подключения цепей управления на рис.3.2 приведено схематическое изображение внешнего вида разъёма ХР1 модуля МУВДМ.

1								10						17
		Ош.1	U _{оу}		Тормоз		Разр.	U _{вх}	Общий			Скор.		ДВ
		U ₃	Ист.	U _{оп}			Реверс	U _{вых}	Общий	Ош.2		60/120	U _{тах}	ДС ДА
18								27						34

Рисунок 3.2а – Внешний вид разъёма ХР1 с управлением А.

1								10						17
		Ош.1	U _{оу}		Тормоз		Разр.	U _{вх}	Общий			Скор.		ДВ
		U ₃	Ист.	U _{оп}			Реверс	U _{вых}	Общий	Ош.2		60/120	U _{тах}	ДС ДА
18								27						34

Рисунок 3.2.1 – Внешний вид разъёма ХР1 с управлением Б.

1								10						17
		Ош.1	U _{оу}				Разр.	U _{вх}	Общий			Скор.		ДВ
		U ₃	Ист.	U _{оп}				U _{вых}	Общий	Ош.2		60/120	U _{тах}	ДС ДА
18								27						34

Рисунок 3.2.2 – Внешний вид разъёма ХР1 с управлением В.

1								10						17
D2	D0	Ош.1	U _{оу}		Тормоз		Разр.	U _{вх}	Общий			Скор.	U _{цап}	ДВ
D3	D1	U ₃	Ист.	U _{оп}			Реверс	U _{вых}	Общий	Ош.2		60/120	U _{тах}	ДС ДА
18								27						34

Рисунок 3.2.3 – Внешний вид разъёма ХР1 с управлением Г.

1								10						17
		Ош.1	U _{оу}		Тормоз		Разр.	U _{вх}	Общий		ОС	Скор.	Осц.	Р/С ДВ
		U ₃	Ист.	U _{оп}			Реверс	U _{вых}	Общий	Ош.2	ШИМ	60/120	U _{тах}	ДС ДА
18								27						34

Рисунок 3.2.4 – Внешний вид разъёма ХР1 с управлением Д.

1								10						17
		Ош.1	U _{оу}		Тормоз		Разр.	U _{вх}	Общий		ОС	Скор.	Осц.	Р/С ДВ
		U ₃	Ист.	U _{оп}			Реверс	U _{вых}	Общий	Ош.2	ШИМ	60/120	U _{тах}	ДС ДА
18								27						34

Рисунок 3.2.5 – Внешний вид разъёма ХР1 с управлением Е.

1								10						17
		Ош.1	U _{оу}				Разр.	U _{вх}	Общий		ОС	Скор.	Осц.	Р/С ДВ
		U ₃	Ист.	U _{оп}				U _{вых}	Общий	Ош.2	ШИМ	60/120	U _{тах}	ДС ДА
18								27						34

Рисунок 3.2.6 – Внешний вид разъёма ХР1 с управлением Ж.

1								10						17
D2	D0	Ош.1	U _{оу}		Тормоз		Разр.	U _{вх}	Общий		ОС	Скор.	Осц.	U _{цап} Р/С ДВ
D3	D1	U ₃	Ист.	U _{оп}			Реверс	U _{вых}	Общий	Ош.2	ШИМ	60/120	U _{тах}	ДС ДА
18								27						34

Рисунок 3.2.7 – Внешний вид разъёма ХР1 с управлением З.

4. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Основные электрические и предельно-допустимые электрические параметры модулей МУВДМ при температуре 25°C представлены в таб.4.1 – 4.5.

Таблица 4.1 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры цепей управления

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры питания					
Напряжение питания (питание от силовой цепи)*	В	40		60	Модули 1 кл.
		40		160	Модули 2 кл.
		40		350	Модули 6 кл.
Ток потребления	мА			40	Питание от силовой цепи $U_n=350$ В
Напряжение питания	В	15		20	Внешнее питание
Ток потребления	мА		200	250	Внешнее питание без нагрузки
Входные параметры					
Ток потребления по входам	мА			1	
Ток потребления по входам «ДА», «ДВ», «ДС»	мА			5	$U=15$ В
Диапазон напряжений управления	В	-0,3		5,2	
Входное напряжение низкого уровня	В	-0,3		0,5	Для логических входов
Входное напряжение высокого уровня	В	2,4		5,2	Для логических входов
Напряжение, соответствующее останову	В		0,5		
Напряжение, соответствующее максимальной скорости	В		4,5		
Параметры генератора ШИМ					
Частота генератора ШИМ	кГц	15		25	
Максимальное пиковое пилообразное напряжение	В	4,2		4,6	
Минимальное пиковое пилообразное напряжение	В	1,0		1,2	
Параметры электронного тахометра					
Выходное напряжение	В	3,6		4,2	
Длительность положительного импульса	мс		1		
Нестабильность длительности импульса выходного сигнала	мкс			250	
Выходные параметры					
Максимальное напряжение на выводе «Ошибка»	В			20	
Максимальный ток на выводе «Ошибка»	мА			20	
Напряжение на выводе « $U_{он}$ »	В	6,25	6,5	6,75	Без нагрузки
Максимальный ток нагрузки на выводе « $U_{он}$ »	мА			10	
Напряжение на выводе « $U_{ист}$ »	В		15	16,5	Без нагрузки
Максимальный ток нагрузки на выводе « $U_{ист}$ »	мА			50	
Напряжение на выводе « $U_{оу}$ » соответствующее срабатыванию токовой защиты	В		1,0		

Параметры защиты					
Ток срабатывания защиты по среднему току	А		5		Модуль на ток 5 А
			10		Модуль на ток 10 А
			20		Модуль на ток 20 А
			30		Модуль на ток 30 А
			50		Модуль на ток 50 А
			70		Модуль на ток 70 А
			100		Модуль на ток 100 А
Быстродействие защиты по среднему току	мкс			100	
Ток срабатывания защиты по импульсному току	А		20		Модуль на ток 5 А
			40		Модуль на ток 10 А
			70		Модуль на ток 20 А
			120		Модуль на ток 30 А
			200		Модуль на ток 50 А
			250		Модуль на ток 70 А
			350		Модуль на ток 100 А
Быстродействие защиты по импульсному току	мкс			3	
Частота отключения защиты от торможения противовключением	Гц			4	
Температура включения температурной защиты	°С	90		100	
Температура отключения температурной защиты	°С	50		60	
Быстродействие температурной защиты	мс			1	
Задержка срабатывания выхода «Ошибка»	мкс			2	

* для модулей 12 класса возможность питания схемы управления от силового напряжения отсутствует.

Таблица 4.2 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 1-го класса (МУВДМ-xx-1-xx)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение сток-исток	В			100	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	В			60	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			12	Модуль на ток 5 А
				23	Модуль на ток 10 А
				30	Модуль на ток 20 А
				40	Модуль на ток 30 А
				68	Модуль на ток 50 А
				97	Модуль на ток 70 А
				107	Модуль на ток 100 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			60	Модуль на ток 5 А
				110	Модуль на ток 10 А
				140	Модуль на ток 20 А
				230	Модуль на ток 30 А
				380	Модуль на ток 50 А
				550	Модуль на ток 70 А
				600	Модуль на ток 100 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			5,5	Модуль на ток 5 А
				11	Модуль на ток 10 А
				36	Модуль на ток 20 А
				52	Модуль на ток 30 А
				75	Модуль на ток 50 А
				105	Модуль на ток 70 А
				200	Модуль на ток 100 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции выводы модуля – основание корпуса	В	1000			DC, 1мин

Таблица 4.3 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 2-го класса (МУВДМ -xx-2-xx)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение сток-исток	В			200	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	В			160	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			11	Модуль на ток 5 А
				17	Модуль на ток 10 А
				32	Модуль на ток 20 А
				44	Модуль на ток 30 А
				66	Модуль на ток 50 А
				76	Модуль на ток 70 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			70	Модуль на ток 5 А
				90	Модуль на ток 10 А
				180	Модуль на ток 20 А
				260	Модуль на ток 30 А
				380	Модуль на ток 50 А
				420	Модуль на ток 70 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			10	Модуль на ток 5 А
				25	Модуль на ток 10 А
				55	Модуль на ток 20 А
				55	Модуль на ток 30 А
				125	Модуль на ток 50 А
				270	Модуль на ток 70 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции выводы модуля – основание корпуса	В	2000			DC, 1мин

Таблица 4.4 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 6-го класса (МУВДМ -xx-6-xx)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение коллектор-эмиттер	В			600	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	В			400	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			11	Модуль на ток 5 А
				16	Модуль на ток 10 А
				30	Модуль на ток 20 А
				60	Модуль на ток 30 А
				60	Модуль на ток 50 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			35	Модуль на ток 5 А
				60	Модуль на ток 10 А
				105	Модуль на ток 20 А
				240	Модуль на ток 30 А
				240	Модуль на ток 50 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			20	Модуль на ток 5 А
				45	Модуль на ток 10 А
				80	Модуль на ток 20 А
				90	Модуль на ток 30 А
				280	Модуль на ток 50 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции выводы модуля – основание корпуса	В	4000			DC, 1мин

Таблица 4.5 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 12-го класса (МУВДМ -xx-12-xx)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение коллектор-эмиттер	В			1200	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	В			700	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			10	Модуль на ток 5 А
				15	Модуль на ток 10 А
				24	Модуль на ток 20 А
				60	Модуль на ток 30 А
				60	Модуль на ток 50 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			40	Модуль на ток 5 А
				60	Модуль на ток 10 А
				90	Модуль на ток 20 А
				240	Модуль на ток 30 А
				240	Модуль на ток 50 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			25	Модуль на ток 5 А
				65	Модуль на ток 10 А
				160	Модуль на ток 20 А
				90	Модуль на ток 30 А
				280	Модуль на ток 50 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции выводы модуля – основание корпуса	В	4000			DC, 1мин

5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

В зависимости от типа управления модуля рекомендуются следующие схемы включения (рис.5.1 – 5.4).

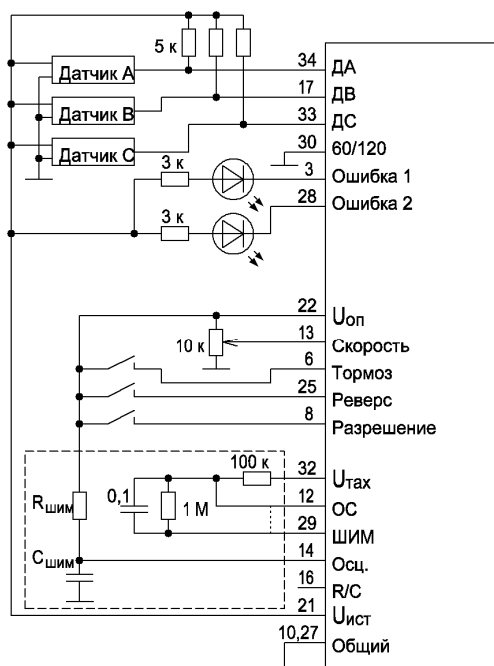


Рисунок 5.1 – Схема включения цепей управления МУВДМ «А» и «Д»

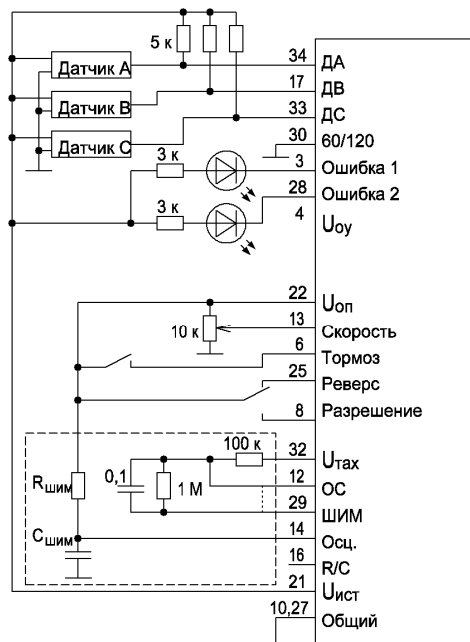


Рисунок 5.2 – Схема включения цепей управления МУВДМ «Б» и «Е»

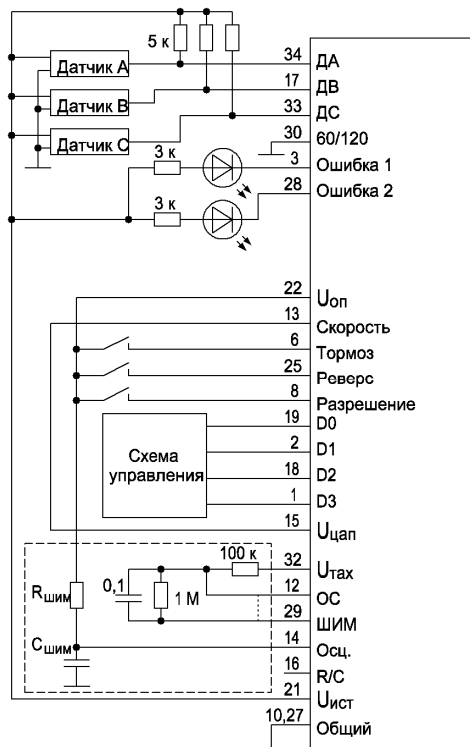


Рисунок 5.3 – Схема включения цепей управления МУВДМ «Г» и «И»

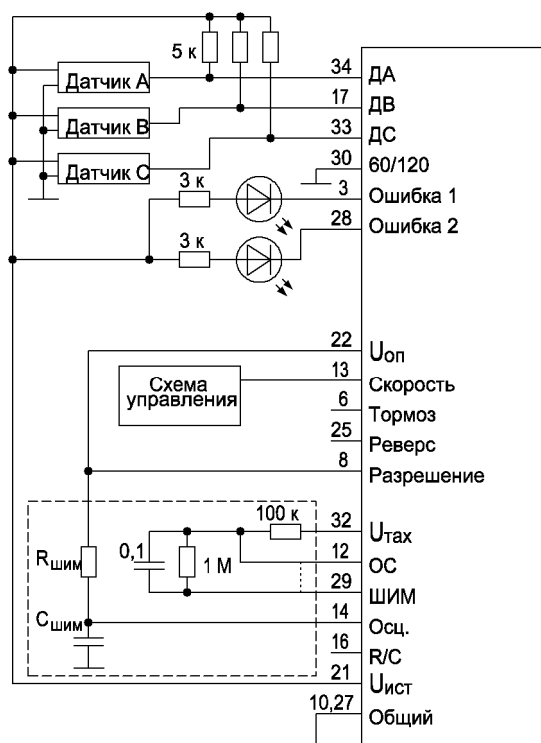


Рисунок 5.4 – Схема включения цепей управления МУВДМ «В» и «Ж»

Пунктиром выделена часть схемы необходимая для включения моделей без внутреннего ШИМ-генератора (варианты «Д», «Е», «Ж», «И»). Для модулей с внутренним ШИМ-генератором обозначенные выводы следует оставить незадействованными.

На рис.5.2 приведена схема включения модуля с вариантом управления «Б» или «Е» с общим переключателем на «Реверс» и «Разрешение». Запрет работы модуля будет только в случае размыкания ключа с обоими контактами. Варианты управления «Б» и «Е» так же могут управляться по схемам вариантов «А» и «Д».

Допускается вместо ключей использовать логическое управление TTL-уровня.

Управление двигателем посредством МУВДМ осуществляется с помощью следующих выводов:

«Разрешение». Вход ТТЛ-уровня выдающий запрет или разрешение на работу схемы управления. «Лог.1» соответствует разрешению, «лог.0» соответствует запрету. При запрете работы транзистор выхода «Ошибка 2» будет открыт (см. таб.1).

«Тормоз». Вход ТТЛ-уровня включающий или отключающий режим торможения. При наличии «лог.0» торможение будет отсутствовать. При подаче «лог.1» на данный вход все нижние транзисторы инвертора будут открыты, и двигатель перейдёт в режим динамического торможения (см. таб.5.1).

«Реверс». Вход ТТЛ-уровня задающий направление вращения вала двигателя. При смене вращения сработает динамический тормоз, который будет удерживаться до уменьшения частоты вращения вала до 1...3 Гц, после чего начнётся разгон в противоположную сторону. При подаче кратковременного импульса на вход «Реверс» или при возвращении исходного уровня сигнала ещё до останова двигателя, динамический тормоз всё равно сработает и разгон начнётся так же с 1...3 Гц.

«60/120». Вход ТТЛ-уровня определяющий режим фазирования. «Лог.1» на входе «60/120» устанавливает режим фазирования в 60 (300) эл. градусов; «лог.0» – режим фазирования в 120 (240) эл. градусов (см. таб.5.1).

Алгоритмы 60° и 300° или 120° и 240° являются симметричными, но направление вращения ротора для них противоположны. Например, при подаче на входы «ДА», «ДВ», «ДС» сигналов ДПР с алгоритмом фазирования 60° или 120°, модуль выдаёт токовые сигналы управления двигателем для вращения вперёд, а при поступлении сигналов ДПР с алгоритмом фазирования в 240° или 300° – для вращения назад.

Состояние датчиков в зависимости от положения ротора изменяется в соответствии с диаграммой, приведённой на рис.5.5.

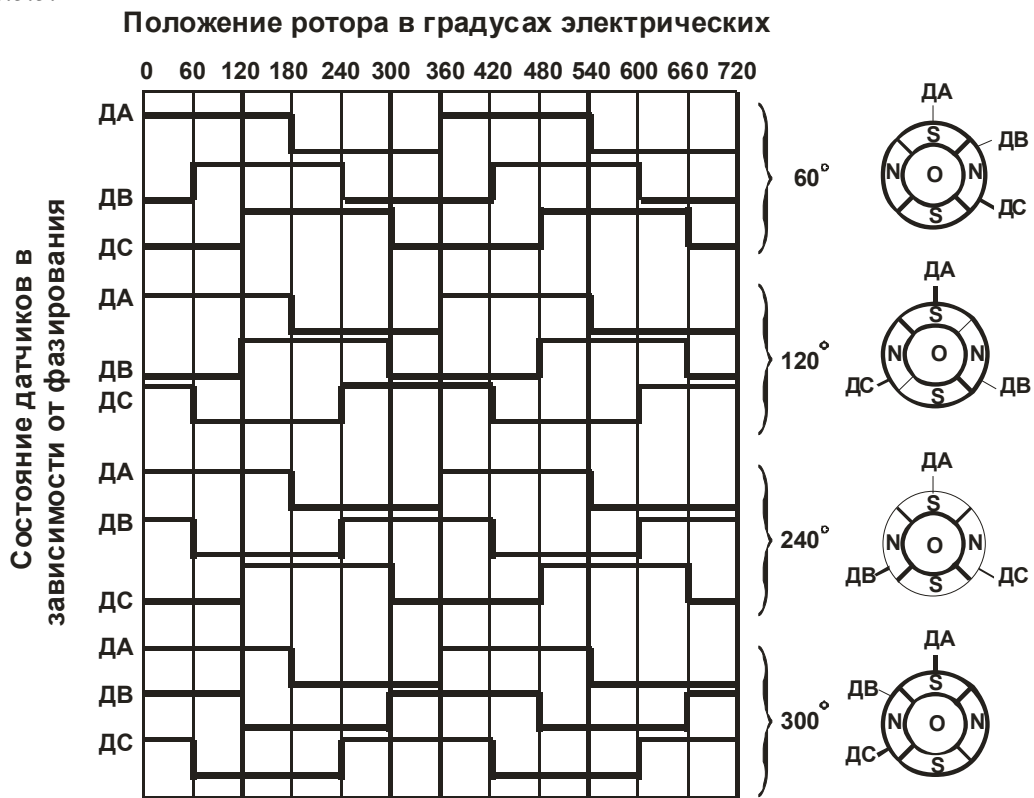


Рисунок 5.5 – Диаграмма состояний датчиков положения

«Скорость». Вход задания скорости вращения вала двигателя. Модуль осуществляет стабилизацию скорости вращения вала двигателя при изменении амплитуды напряжения питания. При установленной скорости вращения менее 50 % от максимальной скорость меняется не более $\pm 5\%$, при изменении напряжения питания $\pm 50\%$. При максимальной установленной скорости стабилизация осуществляется только при увеличении амплитуды напряжения питания (скорость меняется не более $+5\%$, при увеличении амплитуды не более $+50\%$). Диапазон регулирования скорости лежит в пределах 0,5...4,5 В для вариантов управления «А», «Б», «В», «Г» и для других вариантов с введением во внешнюю схему управления обратной связи (см. рис.5.1 – 5.4). Если обратная связь для вариантов управления «Д», «Е», «Ж», «И» отсутствует (установлена перемычка, как указано пунктиром на рис.5.1 – 5.4), то диапазон регулирования скорости будет лежать в пределах 1,5...4,5 В. Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на входе «Скорость» представлена на рис.5.6 и рис.5.7 (для вариантов управления «В» и «Ж»).

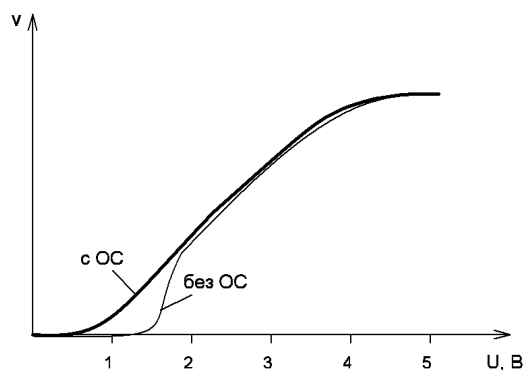


Рисунок 5.6 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» с цепью обратной связи и без неё

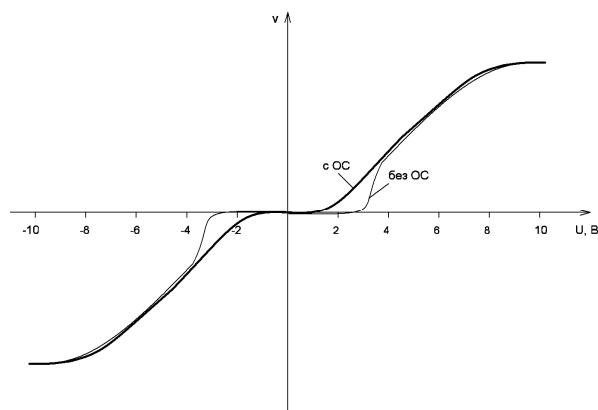


Рисунок 5.7 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» с цепью обратной связи и без неё для вариантов управления «В» и «Ж»

Для вариантов «В» и «Ж» управление двигателем осуществляется только по выводу «Скорость»; выходы «Реверс» и «Тормоз» не задействованы. Вывод «Разрешение» можно подключить к «U_{оп}», тогда данный вывод не будет влиять на работу модуля. Если подключить вывод «Разрешение» к «U_{оп}» через ключ, то управления по данному выводу будет осуществляться так же, как и для других вариантов управления.

Направление вращением двигателя выбирается исходя из полярности сигнала на выводе «Скорость», режиму торможения (открыты все нижние ключи) соответствует управляющее напряжение -0,5...+0,5 В, скорость вращения регулируется уровнем напряжения (-10...+10 В). Диаграмма, поясняющая работу модуля с вариантами управления «В» и «Ж» представлена на рис.5.8.

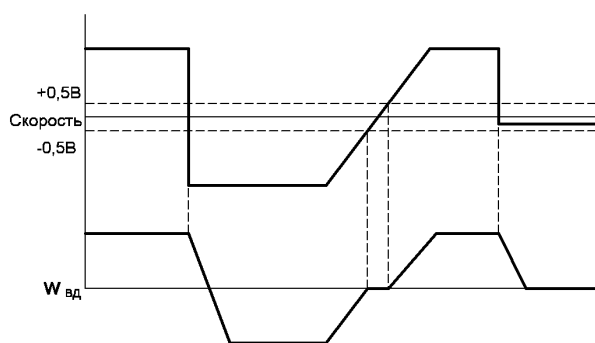


Рисунок 5.8 – Управление модулем с вариантом «В» и «Ж»

«ДА», «ДВ», «ДС». Входы датчиков положения ротора (ДПР). В качестве ДПР могут быть использованы датчики любого типа с напряжением на выходе +5...20 В. При подключении ДПР следует иметь в виду, что входы «ДА», «ДВ» и «ДС» не подвязаны к напряжению питания, поэтому, если выход датчика представляет собой открытый коллектор, то данные входы необходимо соединить с выводом напряжения питания через резисторы, как указано на рис.5.1 – 5.4.

Ниже приведена таблица состояний модуля при управлении трехфазным шестишаговым вентильным двигателем.

Таблица 5.1 – Варианты состояний модуля при управлении трехфазным шестишаговым вентильным двигателем

Входы						Ревёрс	Разр.	Тормоз	Защита	Выходы				Примечание
60°/120°=1			60°/120°=0							U	V	W	Ошибка 2	
ДА	ДВ	ДС	ДА	ДВ	ДС									
1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	-	0	1	Ревёрс=1 (п.1; п.2)
1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	-	1	0	1	
1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	-	1	
0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	-	1	1	
0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	-	0	1	1	
0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-	1	
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-	1	1	Ревёрс=0 (п.1; п.2)
1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	-	0	1	1	
1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	-	1	
0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	-	0	1	
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	-	1	0	1	
0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	-	1	
1	0	1	1	1	1	X	X	0	X	-	-	-	0	п.3
0	1	0	0	0	0	X	X	0	X	-	-	-	0	
1	0	1	1	1	1	X	X	1	X	0	0	0	0	п.4
0	1	0	0	0	0	X	X	1	X	0	0	0	0	
V	V	V	V	V	V	X	1	1	X	0	0	0	1	п.5
V	V	V	V	V	V	X	0	1	X	0	0	0	0	п.6
V	V	V	V	V	V	X	0	0	X	-	-	-	0	п.7
V	V	V	V	V	V	X	1	0	1	-	-	-	0	п.8
п.1	На выходах «U», «V», «W» высокий уровень (1) означает подключение к «+», низкий уровень (0) – подключение к «-» (общий минус).													
п.2	Высокий уровень (1) на входе «60°/120°» устанавливает режим фазирования в 60 эл. градусов, низкий уровень (0) – режим фазирования в 120 эл. градусов													
п.3	При неправильной комбинации на входах «ДА», «ДВ», «ДС», низком уровне (0) на входе «Тормоз» - выходы «U», «V», «W» отключены; построенный по схеме с открытым коллектором, выход «Ошибка 2» имеет активным низкий уровень (0)													
п.4	При неправильной комбинации на входах «ДА», «ДВ», «ДС», высоком уровне (1) на входе «Тормоз» - выходы «U», «V», «W» подключены к «-» (общий минус), обмотки двигателя замкнуты между собой, этим создается тормозящая электромагнитная сила (динамический тормоз); на выходе «Ошибка 2» - низкий уровень (0)													
п.5	При правильной комбинации на входах «ДА», «ДВ», «ДС», высоком уровне (1) на входах «Разрешение» и «Тормоз» - выходы «U», «V», «W» находятся в режиме динамического торможения; на выходе «Ошибка 2» - высокий уровень (1)													
п.6	Если на входе «Разрешение» низкий уровень (0), а на входе «Тормоз» высокий уровень (1) – выходы «U», «V», «W» находятся в режиме динамического торможения; на выходе «Ошибка 2» – низкий уровень (0)													
п.7	Если на входах «Разрешение» и «Тормоз» низкий уровень (0) – выходы «Фа», «Фв», «Фс» отключены; на выходе «Ошибка 2» - низкий уровень (0)													
п.8	При уровне тока потребляемого двигателем от внешнего источника выше заданного предела – выходы «U», «V», «W» отключены; на выходе «Ошибка 2» - низкий уровень (0).													

Где X – любое состояние на входе, V – любое правильное состояние на сенсорных входах соответствующее фазированию в 60° или 120°.

«U₃». Вывод задания порога срабатывания токовой защиты. При незадействованном выводе «U₃» защита будет срабатывать на максимально допустимом токе МУВДМ; при соединении выводов «U₃» и «Общий» защита будет срабатывать на уровне 10...20% от максимального тока. Для задания порога срабатывания защиты необходимо подключить к данному выводу резистор R₃, как указано на рис.5.1 – 5.4. Номинал данного резистора следует выбрать из следующего графика (рис.5.9).

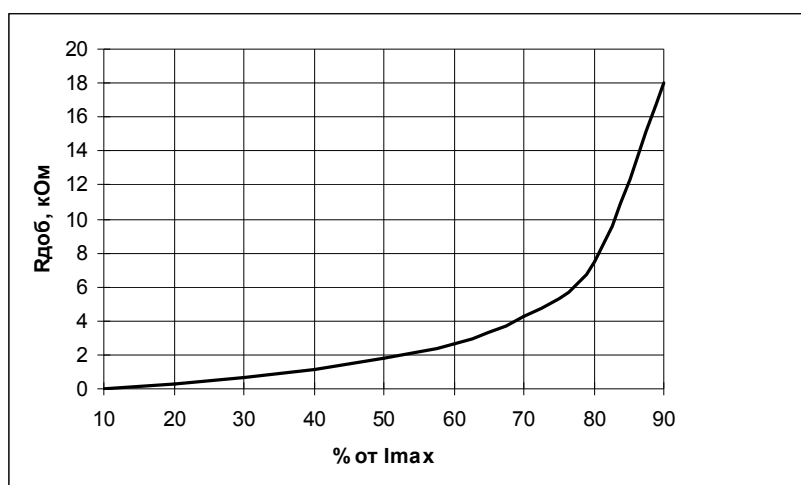


Рисунок 5.9 - Зависимость тока срабатывания защиты от величины резистора защиты.

Таким образом, если, к примеру, к МУВДМ на 10 А подключить резистор 2,7 кОм, то защита будет срабатывать на токе равном 6 А. Для удобства расчёта ниже приведена таблица 5.2 процентного соотношения настраиваемого тока защиты от максимального тока защиты.

Таблица 5.2 - Процентное соотношение возможного тока защиты от максимального тока защиты

%	Максимальный ток, указанный в названии изделия, А						
	5	10	20	30	50	70	100
20	1	2	4	6	10	15	20
40	2	4	8	12	20	30	40
60	3	6	12	18	30	40	60
80	4	8	16	24	40	55	80
100	5	10	20	30	50	70	100

«U_{0y}». Выход усилителя тока инвертора (тока двигателя). Максимальному току модуля соответствует 1,1 В на выходе усилителя независимо от паспортной величины поддерживаемого модулем тока. Зависимость напряжения на выводе «U_{0y}» от тока двигателя линейная.

«Ошибка 1». Выход, сигнализирующий о возникновении аварийной ситуации, вызванной перегрузкой по току или перегревом, представляющий собой открытый коллектор транзистора схем защиты.

«Ошибка 2». Выход сигнализирующий о наличии запрета работы модуля («лог.0» на выводе «Разрешение» или «лог.1» на выводе «Защита»), неправильной комбинацией на входах датчиков положения ротора, представляющий собой открытый коллектор транзистора схем защиты. Пояснение к работе данного вывода представлено в таблице 5.1.

«U_{опт}». Выход источника опорного напряжения (6,5В±5%) с максимальным выходным током 10 мА. При подключении данного вывода следует соблюдать осторожность, во избежание перегрузки по току или короткого замыкания, т.к. в таком случае модуль может выйти из строя.

«U_{ист}». Вывод источника постоянного напряжения +15 В с ограничением по току на уровне 50 мА. При подключении внешних цепей рекомендуется запитывать их от данного вывода, т.к. даже в случае короткого замыкания или перегрузки модуль не выйдет из строя.

«U_{вх}». Вход внутреннего стабилизатора питания +15 В и +5 В, необходимых для работы схем управления и защиты. Для корректной работы модуля напряжение по данному входу должно составлять +16...20 В; ток потребления не более 200 мА без внешней нагрузки.

«**U_{вых}**». Выход внутреннего DC/DC – преобразователя, предназначенного для преобразования напряжения силовой цепи 40...350 В в стабилизированное напряжение +18 В с нагрузочной способностью до 250 мА. В случае, если модуль запитывается от внешнего источника напряжения, подключённого к выводу «U_{вх}», данный вывод следует оставить незадействованным.

Внешнее питание рекомендуется использовать при рабочем напряжении силовой цепи не менее 40 В (т.к. при меньшем напряжении DC/DC – преобразователь не запустится) и не более 350 В (преобразователь может выйти из строя); т.е. при осуществлении силового питания от трехфазной сети 380 В питание модуля обязательно должно осуществляться от внешнего источника т.к. на модулях 12 класса DC/DC преобразователь не установлен. Очередность подачи силового и управляющего напряжения значения не имеет.

Допускается питание модуля от силового напряжения с установкой стабилизатора на 16...20 В. Если предусматривается питание модуля непосредственно от силового напряжения через внутренний DC/DC – преобразователь, то выводы «U_{вх}» и «U_{вых}» следует соединить.

«**U_{тах}**». Выход ТТЛ-уровня внутреннего тахометра модуля. При вращении вала двигателя на выходе «U_{тах}» должны наблюдаться импульсы длительностью 1 мс со скважностью меняющейся в зависимости от скорости вращения вала двигателя.

Для измерения скорости двигателя рекомендуется подключить к данному выводу RC-цепочку сглаживающую пульсации. В таком случае, при увеличении скорости вращения вала двигателя будет уменьшаться скважность на выводе «U_{тах}» и на выходе RC-фильтра будет увеличиваться амплитуда сигнала. Данный вывод целесообразно использовать либо для отображения скорости, либо для осуществления обратной связи по скорости.

«**R/C**». Вход контроля работоспособности внутреннего тахометра модуля. При нормальной работе тахометра на данном выводе должны наблюдаться импульсы амплитудой 3...5 В и скважностью зависящей от скорости вращения вала двигателя; передний фронт должен быть значительно длиннее заднего.

«**Осц.**». Вход, предназначенный для подключения времязадающей цепочки для внутреннего ШИМ-генератора. Рекомендуемая схема подключения данного входа представлена на рис.5.1 – 5.4. Частота, задаваемая внешней RC-цепочкой, должна лежать в пределах 15...50 кГц. Зависимость частоты от номиналов резистора и конденсатора представлена на рис.5.10.

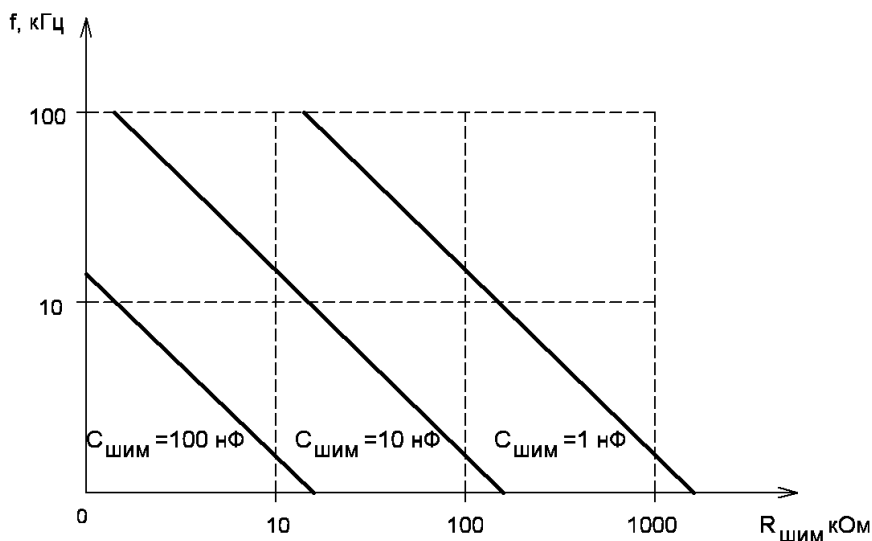


Рисунок 5.10 – Зависимость частоты ШИМ от номиналов R_{ШИМ} и C_{ШИМ}

Для получения более линейного характера изменения скорости вращения вала двигателя от напряжения управления, рекомендуется вместо резистора R_{ШИМ} установить источник тока 0,5...5 мА, в зависимости от требуемой частоты ШИМ.

Вывод задействован только для вариантов управления «Д», «Е», «Ж», «И».

«**ШИМ**» и «**ОС**». Входы стабилизации скорости вращения вала двигателя. Выводы задействованы только для вариантов управления «Д», «Е», «Ж», «И»; для вариантов управления «А», «Б», «В» и «Г» обратная связь заложена в схему модуля и настройке не подлежит. Если обратная связь не требуется, то данные выводы следует соединить (рис.5.1 - 5.4), при этом скорость будет регулироваться в диапазоне входного напряжения 1,5...4,5 В. Вариант использования модуля в режиме закрытой петли обратной связи показан на рисунке 5.8. Здесь импульсный сигнал, пропорциональный уровню скорости (сигнал тахометра), может быть получен с любого датчика (оптического, Холла и т.п.) с уровнем сигнала (0...6,5) В.

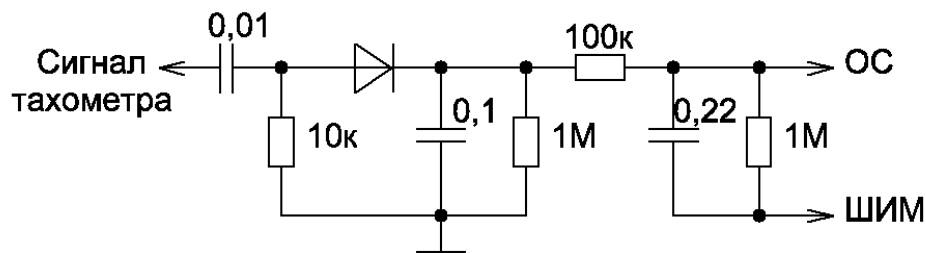


Рисунок 5.8 – Схема подключения обратной связи по скорости

Глубину обратной связи и корректность её работы при различной скорости вращения вала двигателя следует регулировать соотношением конденсатора 0,01 мкФ и резистора 10 кОм, или соотношением конденсатора 0,22 мкФ и резистора 100 кОм.

«D0», «D1», «D2», «D3». Входы ТТЛ-уровня внутреннего ЦАП. Частота вращения вала двигателя будет меняться от комбинации соответствующей 0,5 В на выходе ЦАП (вывод «U_{цап}»), до комбинации соответствующей 4,5 В для вариантов с внутренним ШИМ-генератором или с задействованной обратной связью. Для управления без обратной связи регулировка скорости будет осуществляться начиная с комбинации соответствующей 1,5 В.

Выводы задействованы только для вариантов управления «Г» и «И».

«U_{цап}». Выход внутреннего ЦАП. Для подключения управления с помощью ЦАП необходимо соединить данный вывод с выводом «Скорость», как указано на рис.5.3. Изменение значения входного кода от 0000 до 1001 приводит к ступенчатому изменению уровню скорости от 0% до 90% приблизительно по 10%. Значения входного кода от 1010 до 1111 соответствуют 100% уровню скорости. Для обеспечения более плавной регулировки скорости рекомендуется установить между выводами «U_{цап}» и «Скорость» интегрирующую RC-цепочку 1...10 кОм / 0,01...0,1 мкФ и подавать на один из цифровых входов задания скорости ШИМ-сигнал частотой 1...20 кГц. При этом чем старше разряд, тем в большем диапазоне (но и большей дискретностью) может осуществляться регулировка: изменения 1...1,5 В при подаче сигнала на вывод «D3»; изменения 0,1...0,2 В при подаче на вывод «D0».

Вывод задействован только для вариантов управления «Г» и «И».

Особенности работы защит модуля. МУВДМ имеет четыре защиты: защита по среднему току, защита по импульсному току, защита по температуре и защита от одновременного включения верхнего и нижнего транзисторов одной фазы.

Защита по среднему току ограничивает средний ток протекающий через обмотки двигателя. Быстродействие данной защиты – не более 100 мкс. Данная защита ограничивает ток на максимальном (если не установлен резистор R_з) для данного модуля уровне. В названии модуля указан именно ток срабатывания защиты по среднему току, однако ток ограничения в действительности меньше, чем ток срабатывания защиты, что обусловлено непостоянством тока протекающего через обмотки двигателя; защита срабатывает по всплескам тока длительностью более 100 мкс. Ток ограничения так же зависит от скорости вращения двигателя и от характера перегрузки (по одной фазе, по двум или по трём). Чем ниже скорость и чем меньше фаз перегружено, тем более низкий ток будет ограничивать модуль, т.к. при той же амплитуде импульсного тока скажность данных импульсов меняется, что проявляется в изменении среднего тока двигателя.

Сигнализация о срабатывании защиты по среднему току осуществляется через выход «Ошибка 1».

Защита по импульсному току выключает силовые транзисторы модуля при высоком импульсном токе двигателя. Быстродействие данной защиты – не более 2 мкс с током срабатывания в 3...4 раза превышающем ток срабатывания защиты по среднему току. При штатной работе двигателя данная защита будет срабатывать только при разгоне и торможении под большой нагрузкой, ограничивая пусковой и тормозной токи. Как и в случае с защитой по среднему току на выходе «Ошибка 1» будет появляться сигнал соответствующий срабатыванию данной защиты. В отличии от защиты по среднему току, порог срабатывания защиты по импульсному току не регулируется.

Защита по температуре отключает силовые транзисторы модуля при достижении температуры корпуса 90...100⁰С и включает при температуре 50...60⁰С, обеспечивая гистерезис 30...40⁰С. Во время срабатывания температурной защиты транзистор на выходе «Ошибка 1» будет открыт вплоть до снижения температуры корпуса модуля до 50...60⁰С.

При срабатывании температурной защиты выключение питания не сбрасывает защиту; модуль запустится только после снижения температуры корпуса до допустимого уровня.

Защита от одновременного включения верхнего и нижнего плеча одной фазы с блокировкой на переключение длительностью 5 мкс исключает выход из строя модуля по сквозным токам. В том числе, при неисправности схемы управления силовые транзисторы из строя не выйдут.

6 СИЛОВЫЕ ВЫХОДЫ

В зависимости от типа силовой сборки модуля рекомендуются следующие схемы подключения силовых цепей (рис.6.1 – 6.3).

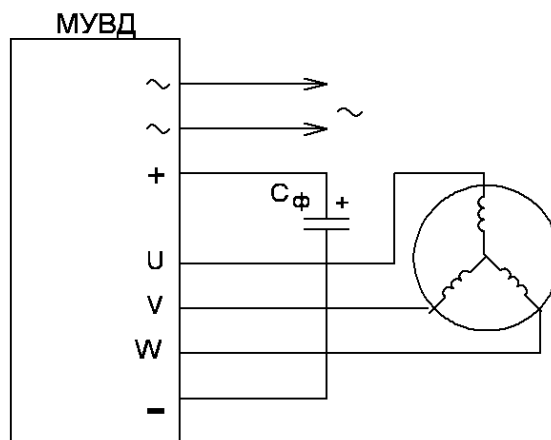
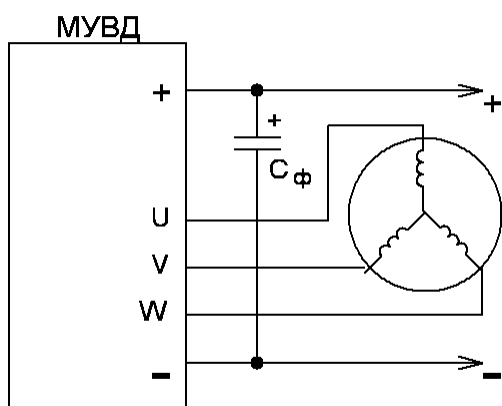


Рисунок 6.1 – Схема подключения МУВДМ с типом силовой сборки «4»

Рисунок 6.2 – Схема подключения МУВДМ с типом силовой сборки «3»

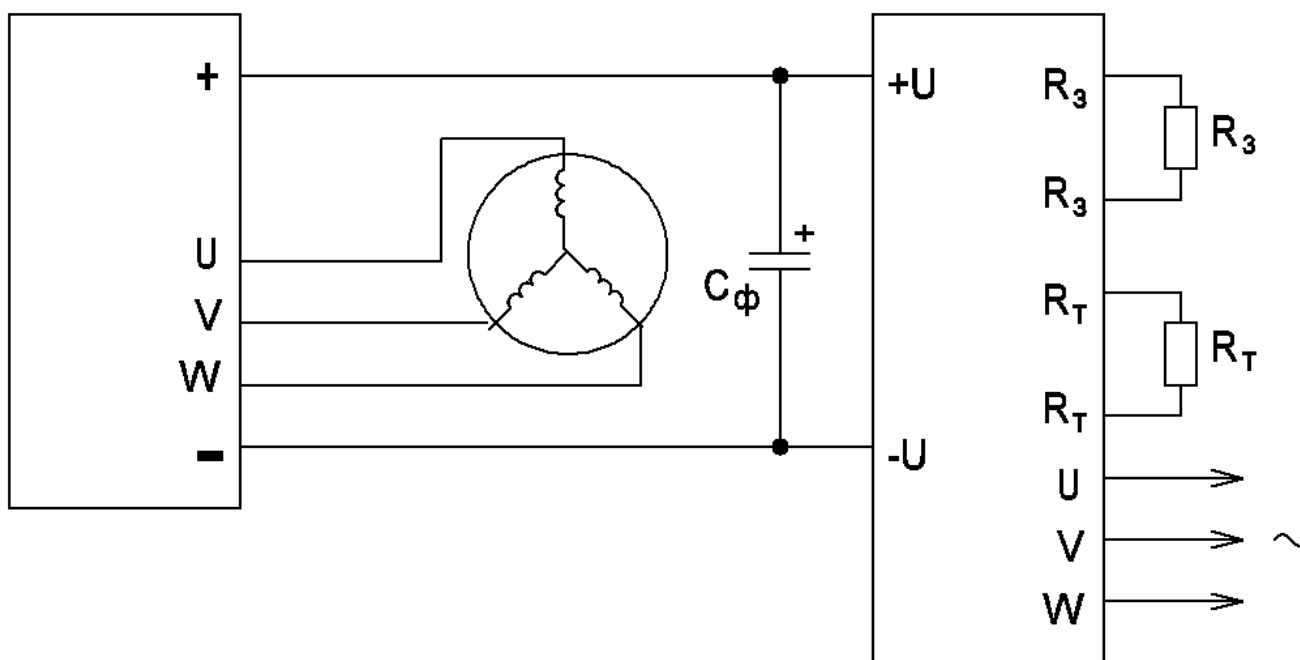


Рисунок 6.3 – Схема подключения МУВДМ с типом силовой сборки «4» вместе с МККН

МККН (модуль контроля коммутируемого напряжения, см. паспорт МККН) с выпрямительным мостом обеспечивает плавный заряд ёмкости C_{ϕ} и обеспечивает безопасное торможение, тем самым позволяя избавиться от дополнительных выпрямительных мостов, схем ограничения тока заряда ёмкости, схем торможения и схем контроля напряжения. Использовать МККН в составе с МУВДМ рекомендуется для всех модулей МУВДМ на напряжение питания 380 В и на токи свыше 20 А.

Между выводами «+» и «-» модуля включены фильтрующий конденсатор и ограничитель напряжения мощностью 1,5 Вт. В таб. 6.1 приведены максимально-допустимое напряжение конденсатора и напряжения пробоя ограничителя в зависимости от класса модуля.

Таблица 6.1 – Параметры конденсатора и ограничителя силовой цепи

Класс модуля	Максимально-допустимое напряжение конденсатора, В	Напряжения пробоя ограничителя, В
1	250	80
2	250	165
6	700	450
12	700	800

Среднее напряжение силовой цепи модуля не должно превышать наименьшего значения из указанных в таблице, в противном случае модуль может выйти из строя.

Ниже приведено описание силовых выводов модуля.

«U», «V», «W». Выводы подключения фаз двигателя. Фазы должны быть подключены к соответствующим выводам. При неправильном подключении фаз двигатель будет работать некорректно. Ниже приведена таб. 6.2, в которой указаны максимальные мощности двигателей поддерживаемые модулями МУВДМ.

Таблица 6.2 – Максимально допустимый ток модуля и мощности вентильного двигателя.

Прибор, МУВДМ	Максимальная средняя мощность поддерживаемая модулем, кВт	Максимальная мощность двигателя по P_{cp} в соот. с ГОСТ 12139-84, кВт	Максимальная пусковая мощность поддерживаемая модулем, кВт	Максимальная мощность двигателя по P_n в соот. с ГОСТ 12139-84, кВт
Выпрямленные 36 В				
-5-1	0,13	0,12	0,37	0,37
-10-1	0,27	0,25	0,68	0,55
-20-1	0,56	0,55	0,87	0,75
-30-1	0,81	0,75	1,2	1,1
-50-1	1,35	1,1	2,2	2,2
-70-1	1,9	1,8	3,1	3,0
-100-1	2,7	2,2	3,1	3,0
Выпрямленные 110 В				
-5-2	0,41	0,37	1,1	1,1
-10-2	0,82	0,75	1,6	1,5
-20-2	1,6	1,5	2,7	2,2
-30-2	2,5	2,2	4,0	4,0
-50-2	4,1	4,0	6,0	5,5
-70-2	5,8	5,5	6,0	5,5
Выпрямленные 220 В				
-5-6	0,82	0,75	2,2	2,2
-10-6	1,6	1,5	4,1	4,0
-20-6	3,3	3,0	5,6	5,5
-30-6	4,9	4,0	9,6	9
-50-6	8,3	7,5	9,6	9
Выпрямленные 380 В				
-5-12	1,5	1,5	4,1	4,0
-10-12	3,0	3,0	5,8	5,5
-20-12	5,7	5,5	9,2	9,0
-30-12	9,0	9,0	15,2	15
-50-12	15,2	15	15,2	15

МУВДМ различных типов могут обеспечивать корректную работу и защиту двигателей мощностью указанной в таб.6.1. При этом значения указанные в столбце 3 (максимальная мощность двигателя по P_{cp}) действительны в том случае, если двигатель работает на свою полную мощность. Допускается установка двигателей с большей номинальной мощностью, если мощность на валу двигателя не будет превышать максимальную среднюю мощность поддерживаемую модулем (столбец 2). Однако, независимо от развиваемой двигателем мощности его номинальная мощность не должна превышать указанную в столбце 5, в противном случае модуль может выйти из строя по пусковому току (P_n).

Например, двигатель мощностью 3 кВт, питание от однофазной сети 220 В. Двигатель развивает мощность на нагрузке соответствующую половине максимальной (1,5 кВт). Следовательно, необязательно ставить модуль МУВДМ-50-6; допустимо использование модуля МУВДМ-20-6, т.к. он обеспечивает нагрузку 1,5 кВт и позволяет запускать двигатели с номинальной мощностью до 3,0 кВт. В то же время, если мощность на валу (для того же двигателя на 3 кВт) равна 0,8 кВт, то модуль МУВДМ-10-6 использовать нельзя, хотя он и обеспечивает работу на нагрузке до 0,95 кВт, но при запуске двигателя максимальной мощностью свыше 2,2 кВт он может выйти из строя.

Таким образом, при выборе модуля следует ориентироваться не только на его номинальную мощность и средний рабочий ток двигателя, но и на его пусковой ток; при чём разница в мощностях модулей в зависимости от двигателей и их условий эксплуатации может быть значительной.

«+» и «-». Выводы подключения силового питания; от этого же питания работает схема управления, поэтому модуль не включится при напряжении питания ниже 40 В. К этим же выводам подключается ёмкость фильтра C_{ϕ} (см. рис.6.1 – 6.3), необходимая для сглаживания полуволн с выпрямительного моста и для фильтрации выбросов возникающих при работе двигателя. Ёмкость C_{ϕ} рекомендуется устанавливать как можно ближе к выводам модуля. Значения данной ёмкости меняются в зависимости от мощности двигателя, на который работает МУВДМ. Ниже приведена таблица минимальных и рекомендуемых значений C_{ϕ} .

Таблица 6.3 - Выбор ёмкостей к двигателям различных мощностей.

Мощность двигателя, кВт	Минимальная ёмкость, мкФ	Оптимальная ёмкость, мкФ
<0,51	100	300
0,75	200	500
1,1	200	500
1,5	250	750
2,2	400	1000
3,3	700	1500
5,1	1000	2500
7,5	1500	3500
11	2000	5000
15	3000	7000

Допустимое напряжение конденсатора должен быть не менее 450 В для однофазной сети и не менее 700 В для трёхфазной. Для трёхфазной сети допускается значение ёмкости фильтрующего конденсатора на порядок меньше указанных. Допускается с целью увеличения максимально допустимого напряжения подключать конденсаторы последовательно, с выравнивающими резисторами порядка 75 кОм мощностью не менее 1 Вт.

Ёмкость конденсатора должна составлять не менее 200 мкФ на 1 кВт мощности двигателя, оптимальная – 500 мкФ на 1 кВт мощности. Ёмкость менее 500 мкФ следует ставить только в тех случаях, когда двигатель работает на постоянную нагрузку без частых запусков и остановов. Если предполагается, что нагрузка на двигатель будет часто меняться или двигатель будет работать в нестабильных условиях, то не рекомендуется ставить конденсатор ёмкостью менее 500 мкФ на 1 кВт. Ёмкость номиналом менее 200 мкФ на 1 кВт ставить не следует, т.к. двигатель не будет развивать максимальной мощности, и МУВДМ может выключаться по провалам в питающем напряжении.

В том случае, если стабилизатор напряжения установлен до модуля, допускается устанавливать ёмкость меньше указанной в таб.6.2 (порядка сотен мкФ), однако не рекомендуется использовать МУВДМ без подключенной ёмкости C_{ϕ} .

В модулях МККН и МУВДМ с выпрямительным мостом используются различные принципы заряда конденсатора. МККН работает по петле гистерезиса, ограничивая напряжения на верхнем и нижнем пределе; МУВДМ обеспечивает плавный заряд ёмкости в течение 300 мс (тип.). Вследствие этого при быстром запуске двигателя малой мощности синхронно с подачей напряжения двигатель МУВДМ будет запускаться более плавно, что однако не указывает на неисправность модулей.

Если в составе используемого МУВДМ нет управляемого выпрямительного моста и не подключен МККН, то не рекомендуется устанавливать неуправляемый выпрямительный мост и непосредственно за ним фильтрующий конденсатор, т.к. мост и конденсатор могут выйти из строя по току зарядка ёмкости. В простейшем случае рекомендуется устанавливать токоограничивающий резистор, номинал которого следует выбирать исходя из максимально допустимого тока выпрямительного моста или стабилизатора (если таковой используется). Более сложным, но и более приемлемым, является вариант со схемой управления не допускающей перегрузок по току при заряде ёмкости.

Выводы подключения переменного напряжения используются только для варианта силовой сборки «3». При подключении фазировка значения не имеет.

7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Подсоединение к модулю

Силовая цепь крепится к модулю с помощью штыревых контактов или пайки (модули на ток до 10 А включительно) или с помощью винтов М5 (модули на ток свыше 20 А). Винты следует затягивать с крутящим моментом $(5\pm 0,5)$ Нм, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб, входящих в комплект поставки модуля.

Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

Сечение жил внешних проводников и кабелей должно быть не менее 5 мм^2 на токи до 10 А включительно и не менее 10 мм^2 на токи свыше 20 А.

Управляющие выводы модуля предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше 235°C . Продолжительность пайки не более 3 с.

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

Установка модуля

Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 или М6 с крутящим моментом $(5\pm 0,5)$ Нм, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб. В установках модуль следует располагать таким образом, чтобы предохранить его от дополнительного нагрева со стороны соседних элементов. Плоскости ребер охладителя желательно ориентировать в направлении воздушного потока.

Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость не более $2,5 \text{ мкм}$ и допуск плоскостности – не более 30 мкм . На поверхности охладителя не должно быть заусенцев, раковин. Между модулем и охладителем не должно быть никаких посторонних частиц. Для улучшения теплового баланса установку модуля на монтажную поверхность или охладитель необходимо осуществлять с помощью теплопроводящих паст типа КПТ-8 ГОСТ 19783-74 или аналогичных по своим теплопроводящим свойствам.

При монтаже необходимо обеспечивать равномерность прижатия основания модуля к охладителю. С этой целью следует все винты закручивать равномерно в 2 – 4 приема поочередно: сначала расположенные по одной диагонали, потом по другой. При демонтаже модуля раскручивание винтов производить в обратном порядке.

Не ранее, чем через три часа после монтажа винты необходимо довернуть, соблюдая заданный крутящий момент, так как часть теплопроводящей пасты под давлением вытекает и крепление может ослабнуть.

Допускается на один охладитель устанавливать несколько модулей без дополнительных изолирующих прокладок, при условии, что напряжение между выводами разных модулей не превышает минимального значения напряжения пробоя изоляции каждого из них или при заземленном охладителе.

Ниже приведена таблица 7.1 соответствия МУВДМ, потерь мощности на нём и необходимой площади охлаждения.

Таблица 7.1 – Необходимая площадь охлаждения для МУВДМ различных типов.

Прибор, МУВД	Мощность потерь на максимальной нагрузке, не более, Вт	Площадь охлаждения без принудительного обдува, не менее, см^2
-5-1	5	150
-10-1	10	300
-20-1	35	1000
-30-1	50	1500
-50-1	75	2000
-70-1	100	3000
-100-1	200	6000
-5-2	10	300
-10-2	25	750
-20-2	50	1500
-30-2	60	2000

-50-2	130	4000
-70-2	270	8000
-5-6	20	500
-10-6	50	1500
-20-6	80	2500
-30-6	100	3000
-50-6	300	9000
-5-12	25	750
-10-12	70	2000
-20-12	150	4000
-30-12	100	3000
-50-12	300	9000

Допускается меньшая площадь охлаждения в том случае, если модуль работает на нагрузку меньше максимальной, либо если предусмотрено принудительное охлаждение. Таблица дана для модулей с типом силовой сборки «4» (только инвертор). Если в состав модуля входит так же выпрямительный мост (тип силовой сборки «3»), то необходимо увеличить площадь охлаждения не менее чем на 20% от указанной в таблице 7.1.

Требования к эксплуатации

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Воздействие механических нагрузок.

Внешний воздействующий фактор	Значение внешнего воздействующего фактора
Синусоидальная вибрация: - ускорение, м/с ² (g); - частота, Гц	100 (10) 1 - 500
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	400 (40) 0,1 – 2,0
Линейное ускорение, м/с ² (g)	5000 (500)

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 40 - 45
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

Требования безопасности

1. Работа с модулем должна осуществляться только квалифицированным персоналом.
2. Не прикасаться к силовым выводам модуля при поданном напряжении питания, даже если двигатель остановлен.
3. Не подсоединять и не разъединять проводники и соединители, когда на силовые цепи модуля подано питание.
4. При проведении каких-либо операций с силовыми выводами модуля после останова двигателя убедиться в том, что конденсатор фильтра полностью разряжен.

5. Подключать щуп осциллографа только после снятия силового напряжения и разряда ёмкости фильтра.
6. Не разбирать и не переделывать модуль. При необходимости разборки обращаться к производителю.
7. Если радиатор не заземлён, нельзя дотрагиваться до него, когда на модуль подано силовое питание.
8. Не касаться радиатора или разрядного сопротивления, поскольку их температура может быть значительной.
9. Если из модуля идет дым, исходит запах или ненормальные шумы, немедленно отключить электропитание и проверить правильность подключения модуля.
10. Не допускать попадания на модуль воды и других жидкостей.

**Силовые цепи модуля гальванически не развязаны с цепями управления!
Соблюдайте осторожность при эксплуатации!**

Первый запуск модуля

1. Подключить модуль в соответствии с рекомендуемыми схемами включения.
2. Убедиться в отсутствии короткого замыкания по выводам «U_{оп}», «U_{ист}», и «+15В».
3. Выставить минимальную скорость, отключить тормоз и разрешение.
4. Подать на вывод «+» модуля напряжение не менее 35 В; убедиться, что ток потребления модулем не превышает максимального.
5. Запустить модуль и двигатель; убедиться в работоспособности выводов «Скорость», «Разрешение», «Тормоз» и «Реверс».
6. Поднять напряжение питания до рабочего и ещё раз убедиться в работоспособности модуля.

8 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы модуля за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при $\gamma = 90 \%$.

Гамма-процентный срок службы модулей, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при $\gamma = 90 \%$.

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей, при $\gamma = 90 \%$ и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

9 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ МОДУЛЕЙ

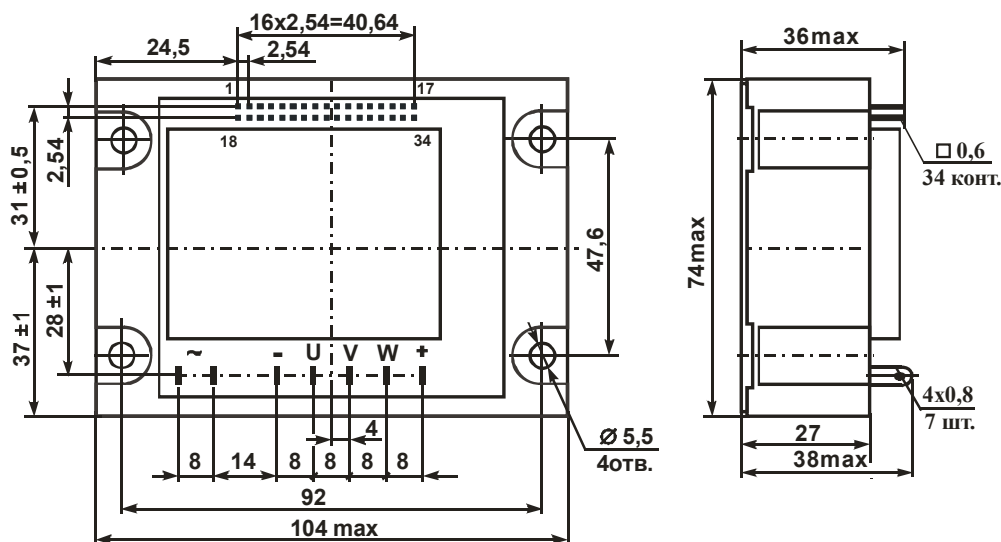


Рисунок 9.1 – Габаритные размеры МУВДМ-5,10-1,2,6 тип силовой сборки «3»*

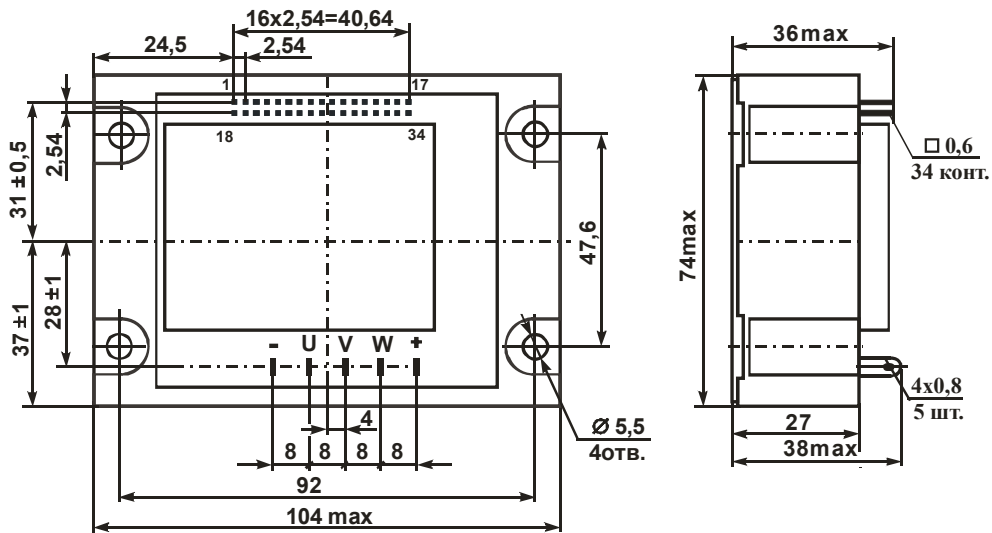


Рисунок 9.2 – Габаритные размеры МУВДМ-5,10-1,2,6 тип силовой сборки «4»*

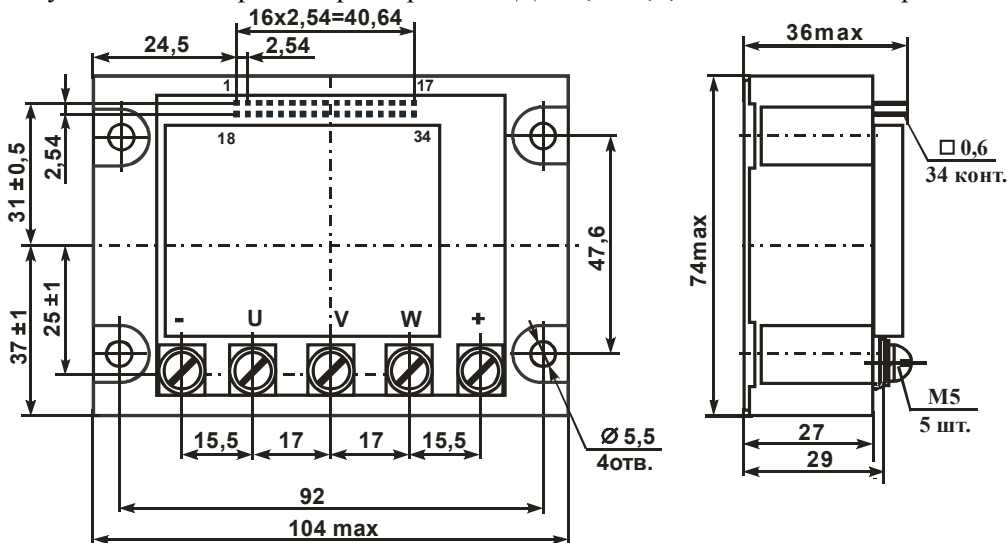


Рисунок 9.3 – Габаритные размеры МУВДМ-20,30,50,70,100-1,2,6 и МУВДМ-5,10,20,30,50-12 тип силовой сборки «4»*

*- допустимые отклонения между любыми двумя рядом расположенными силовыми выводами $\pm 0,5$ мм.

По заказу потребителя возможна поставка крепления для установки модуля на DIN-рейку. Рекомендуется установка на DIN-рейку модулей с номинальным током не более 10 А.

Драгоценных металлов не содержится.

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Модуль	_____	_____ шт.
Кабельный наконечник АЛЕИ.757478.002**	_____	_____ шт.
PBS 20 (40)	_____	_____ шт.

**для токов от 20 А и выше

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЛЕКТОРНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА МУКДМ

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Модуль управления коллекторным двигателем модернизированный (далее – МУКДМ или модуль) предназначен для управления коллекторным двигателем постоянного тока. МУКДМ выполнен на основе современных достижений технологий микроэлектроники, цифроаналоговых интегральных схем и контроллеров обработки цифровых и аналоговых сигналов со встроенными ШИМ-схемами.

МУКДМ поддерживает следующие функции и возможности:

- контролируемый старт / стоп двигателя;
- изменение направления вращения вала двигателя;
- регулирование скорости;
- защиту электродвигателя от токовых перегрузок и короткого замыкания;
- защиту от бросков импульсного тока;
- регулировку порога срабатывания токовой защиты;
- защиту от перегрева;
- защиту от одновременного включения транзисторов верхнего и нижнего плеча инвертора;
- внешнюю сигнализацию о возникновении аварии;
- контроль за внутренним напряжением питания;
- питание модуля непосредственно от силовой цепи (для модулей 1, 2, 6 кл.);
- позволяет запитывать внешние схемы собственным стабилизированным напряжением +5 В и +15 В с защитой от перегрузки по току;
- подключение переменного напряжения без предварительного выпрямления (МУКДМ с типом радиатора «3»);
- плавный заряд ёмкости фильтра без дополнительного зарядного резистора и схем управления зарядом (МУКДМ с типом радиатора «3»).

МУКДМ обеспечивает работу и защиту двигателей мощностью до 15 кВт. МУКДМ выпускается с различными типами радиаторов и различными вариантами управления, что позволяет применять модуль, как для решения общепромышленных задач, так и для решения частных случаев.

2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ

МУКДМ выпускается с различными типами радиаторов и различными типами управления. Рекомендуемые схемы подключения модулей в зависимости от исполнения представлены в разделах 5 и 6.

МУКДМ выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50, 70 и 100 А. Ток в названии модуля указывает на максимальный ток инвертора, при котором схема управления разрешает нормальную работу; максимально допустимый ток транзисторов превышает указанный в названии изделия. При большем токе будет срабатывать защита по току и ток инвертора будет ограничиваться. Ток, указанный в названии изделия является током срабатывания защиты по среднему току. При этом ток защиты может регулироваться, но только в меньшую сторону (см. раздел 5).

Максимальное напряжение, обозначенное в названии модуля, указывает максимально-допустимое напряжение коллектор-эмиттер используемых в модуле транзисторов. МУКДМ выпускается на напряжения 100, 200, 600 и 1200 В, что соответствует значениям 1, 2, 6 и 12 в названии модуля. При этом максимальное напряжение питания для модуля ниже, чем указанное в названии (см. раздел 4), что обусловлено мерами безопасности при работе силовых транзисторов модуля.

Модули на напряжение 100 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50, 70 и 100 А;

Модули на напряжение 200 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50 и 70 А;

Модули на напряжение 600 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30 и 50 А

Модули на напряжение 1200 В выпускаются на токи 5, 10, 20, 30 и 50 А;

Варианты силовых сборок:

«4» - только инвертор.

«3» - инвертор и выпрямительный мост. В данный вариант радиатора входит управляемый тиристорно-диодный выпрямительный мост, позволяющий работать модулю непосредственно от переменного напряжения. Схема управления тиристорами выпрямительного моста обеспечивает плавный (в течении 300 мс) заряд ёмкости фильтра, что, в свою очередь, позволяет обойтись без токоограничивающего резистора.

С типом силовой сборки «3» выпускаются модули 1, 2, 6-го класса на токи 5 и 10 А, т.е. модули МУКДМ-5-1-х3, МУКДМ-10-1-х3, МУКДМ-5-2-х3, МУКДМ-10-2-х3, МУКДМ-5-6-х3, МУКДМ-10-6-х3, Все остальные исполнения МУКДМ выпускаются только с типом силовой сборки «4».

Варианты управления:

«А» - стандартное с ШИМ. Цифро-аналоговое управление с использованием всех стандартных управляющих выводов модуля со встроенной схемой ШИМ-генератора.

«Б» - упрощённое с ШИМ. Вариант управления, со встроенной схемой ШИМ-генератора, позволяющий осуществлять выбор разрешения/запрета работы и выбор направления вращения вала двигателя одним переключателем, что удобно, в частности, при использовании модуля в подъёмно-тяговых механизмах.

«В» - двуполярное с ШИМ. Управление, со встроенной схемой ШИМ-генератора, осуществляющееся по одному входу либо с помощью ЦАП, либо с помощью соответствующим образом подключенного переменного резистора. Напряжение управления лежит в диапазоне -10...+10 В с диапазоном торможения -0,5...+0,5 В. Скорость вращения при этом определяется амплитудой напряжения, а направление вращения его полярностью.

«Г» - цифровое с ШИМ. В состав модуля входит ЦАП, позволяющий осуществлять управления скоростью с помощью цифрового кода, при этом модуль может управляться и по стандартной схеме управления (тип «А»); выбор варианта управления осуществляется наличием или отсутствием перемычки (см. раздел 5). В модуле имеется внутренний ШИМ-генератор.

«Д» - стандартное без ШИМ. Алгоритм управления не отличается от типа «А», за исключением того, что в модуль не входит ШИМ-генератор. Для работы модуля необходимо внешнее подключение времязадающей цепочки для ШИМ-генератора, подключение обратных связей. Варианты модулей без внутреннего ШИМ-генератора могут быть удобны для решения сложных частных задач и для осуществления специфических обратных связей по скорости.

«Е» - упрощённое без ШИМ.

«Ж» - двуполярное без ШИМ.

«И» - цифровое без ШИМ.

Все варианты управления применимы ко всем типам силовыхборок, независимо от тока и напряжения модуля.

На рис.2.1 приведена расшифровка названия модулей серии МУКДМ.



Рисунок 2.1 – Расшифровка названия модуля

Например, модуль МУКДМ-30-12-В4: модуль управления коллекторным двигателем с максимальным током инвертора 30 А, максимальным напряжением инвертора 1200 В, с вариантом управления «В», силовая сборка – только инвертор.

3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

Модуль МУКДМ представляет собой сборку модуля управления транзисторами М31 и модуля управления МККД. Структурная схема МУКДМ представлена на рис.3.1.

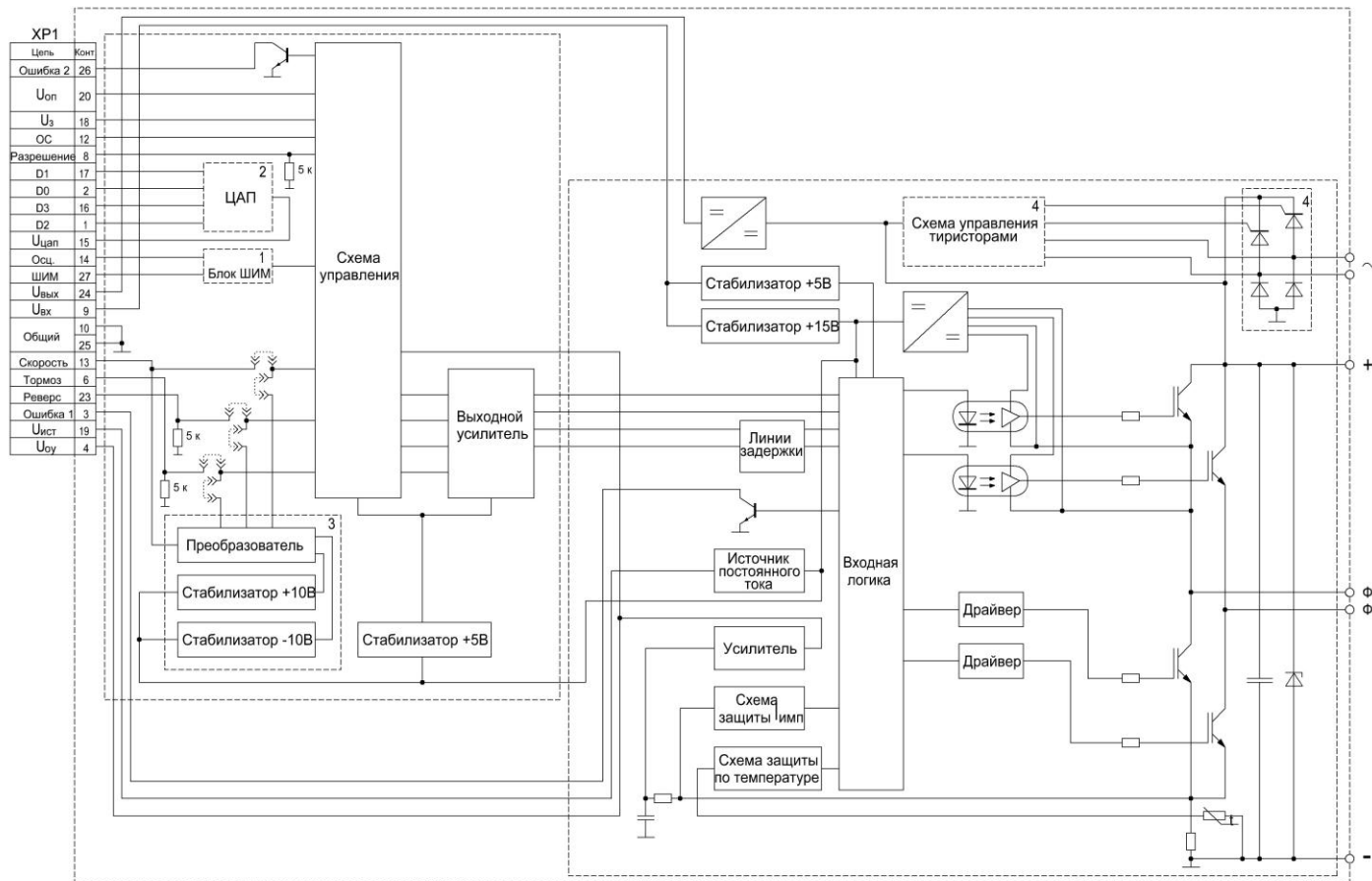


Рисунок 3.1 – Структурная схема МУКДМ

«1» - схема ШИМ-генератора, входящая в состав МУКДМ с типами управления «А», «Б», «В» и «Г».

«2» - внутренний ЦАП, входящий в состав МУКДМ с типами управления «Г», «И».

«3» - схема преобразования для двуполярного управления, входящая в состав МУКДМ с типами управления «В» и «Ж».

«4» - схема выпрямительного моста, обеспечивающая плавный заряд ёмкости фильтра и возможность работы модуля от переменного напряжения. Схема входит в состав МУКДМ с типом радиатора «3».

DC-DC преобразователь силового питания в питание схемы управления устанавливается на модулях 1, 2, 6 классов.

Разъём ХР1 представляет собой два ряда контактов PLS-15 с ответной частью типа PBS-15. Разъём предназначен для управления модулем. Силовые контакты – либо штыри (для модулей на токи 5 и 10 А), либо резьбовые контакты под винт М8 (см. габаритные чертежи). Назначение выводов разъёма ХР1 и назначение силовых выводов представлены в таб.3.1.

Таблица 3.1 – Назначение выводов модуля

Номер	Обозначение	Назначение
1	D2	Второй разряд входа цифрового управления скоростью
2	D0	Нулевой разряд цифрового управления скоростью
3	Ошибка 1	Выход сигнализации о токовой и температурной перегрузке
4	U_{oy}	Выход усилителя тока шунта
5		Не задействован
6	Тормоз	Вход управления торможением
7		Не задействован
8	Разрешение	Вход разрешения и запрета работы модуля
9	$U_{вх}$	Вход внутреннего стабилизатора напряжения
10	Общий	Общий
11		Не задействован
12	ОС	Вход обратной связи скорости
13	Скорость	Вход управления скоростью вращения
14	Осц.	Вход подключения времязадающих элементов частоты генератора ШИМ
15	$U_{цап}$	Вход цифрового управления скоростью
16	D3	Третий разряд входа цифрового управления скоростью
17	D1	Первый разряд входа цифрового управления скоростью
18	U_z	Вывод подстройки тока срабатывания защиты
19	$U_{ист}$	Вывод источника постоянного тока +15 В
20	$U_{оп}$	Источник опорного напряжения
21		Не задействован
22		Не задействован
23	Реверс	Вход управления направлением вращения вала двигателя
24	$U_{вых}$	Выход внутреннего DC/DC - преобразователя
25	Общий	Общий
26	Ошибка 2	Выход сигнализации запрета работы модуля
27	ШИМ	Инвертирующий вход компаратора ШИМ
28		Не задействован
29		Не задействован
30		Не задействован
	+	Вывод подключения «+» силового питания
	Ф	Выводы подключения двигателя
	-	Вывод подключения «-» силового питания
	~	Вывод подключения переменного напряжения (только для модулей с выпрямительным мостом)

Для удобства подключения цепей управления на рисунках 3.2.1 – 3.2.8 приведено схематическое изображение внешнего вида разъёма ХР1 модуля МУКДМ.

1								10						15
		Ошибка1	U_{OY}		Тормоз		Разр.	$U_{ВХ}$	Общий			Скор.		
		U_3	$U_{ИСТ}$	$U_{ОП}$			Реверс	$U_{ВЫХ}$	Общий	Ошибка2				
16								25						30

Рисунок 3.2.1 – Внешний вид разъёма ХР1 с управление А.

1								10						15
		Ошибка1	U_{OY}		Тормоз		Разр.	$U_{ВХ}$	Общий			Скор.		
		U_3	$U_{ИСТ}$	$U_{ОП}$			Реверс	$U_{ВЫХ}$	Общий	Ошибка2				
16								25						30

Рисунок 3.2.2 – Внешний вид разъёма ХР1 с управление Б.

1								10						15
		Ошибка1	U_{OY}				Разр.	$U_{ВХ}$	Общий			Скор.		
		U_3	$U_{ИСТ}$	$U_{ОП}$				$U_{ВЫХ}$	Общий	Ошибка2				
16								25						30

Рисунок 3.2.3 – Внешний вид разъёма ХР1 с управление В.

1								10						15
D2	D0	Ошибка1	U_{OY}		Тормоз		Разр.	$U_{ВХ}$	Общий			Скор.		$U_{ЦАП}$
D3	D1	U_3	$U_{ИСТ}$	$U_{ОП}$			Реверс	$U_{ВЫХ}$	Общий	Ошибка2				
16								25						30

Рисунок 3.2.4 – Внешний вид разъёма ХР1 с управление Г.

1								10						15
		Ошибка1	U_{OY}		Тормоз		Разр.	$U_{ВХ}$	Общий		ОС	Скор.	Осц.	
		U_3	$U_{ИСТ}$	$U_{ОП}$			Реверс	$U_{ВЫХ}$	Общий	Ошибка2	ШИМ			
16								25						30

Рисунок 3.2.5 – Внешний вид разъёма ХР1 с управление Д.

1								10						15
		Ошибка1	U_{OY}		Тормоз		Разр.	$U_{ВХ}$	Общий		ОС	Скор.	Осц.	
		U_3	$U_{ИСТ}$	$U_{ОП}$			Реверс	$U_{ВЫХ}$	Общий	Ошибка2	ШИМ			
16								25						30

Рисунок 3.2.6 – Внешний вид разъёма ХР1 с управление Е.

1								10						15
		Ошибка1	U_{OY}				Разр.	$U_{ВХ}$	Общий		ОС	Скор.	Осц.	
		U_3	$U_{ИСТ}$	$U_{ОП}$				$U_{ВЫХ}$	Общий	Ошибка2	ШИМ			
16								25						30

Рисунок 3.2.7 – Внешний вид разъёма ХР1 с управление Ж.

1								10						15
D2	D0	Ошибка1	U_{OY}		Тормоз		Разр.	$U_{ВХ}$	Общий		ОС	Скор.	Осц.	$U_{ЦАП}$
D3	D1	U_3	$U_{ИСТ}$	$U_{ОП}$			Реверс	$U_{ВЫХ}$	Общий	Ошибка2	ШИМ			
16								25						30

Рисунок 3.2.8 – Внешний вид разъёма ХР1 с управление Е.

4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Основные электрические параметры и предельно-допустимые электрические параметры модулей МУКДМ при температуре 25⁰С представлены в таб.4.1 – 4.5.

Таблица 4.1 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры цепей управления

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры питания					
Напряжение питания (питание от силовой цепи)*	В	40		60	Модули 1 кл.
		40		160	Модули 2 кл.
		40		350	Модули 6 кл.
Ток потребления	мА			40	Питание от силовой цепи $U_n=350$ В
Напряжение питания	В	15		20	Внешнее питание
Ток потребления	мА		200	250	Внешнее питание без нагрузки
Входные параметры					
Ток потребления по входам	мА			1	
Диапазон напряжений управления	В	-0,3		5,2	
Входное напряжение низкого уровня	В	-0,3		0,5	Для логических входов
Входное напряжение высокого уровня	В	2,4		5,2	Для логических входов
Напряжение, соответствующее останову	В		1,2		
Напряжение, соответствующее максимальной скорости	В		4,5		
Параметры генератора ШИМ					
Частота генератора ШИМ	кГц	15		25	
Максимальное пиковое пилообразное напряжение	В	4,2		4,6	
Минимальное пиковое пилообразное напряжение	В	1,0		1,2	
Выходные параметры					
Максимальное напряжение на выводе «Ошибка»	В			20	
Максимальный ток на выводе «Ошибка»	мА			20	
Напряжение на выводе « $U_{оп}$ »	В	6,25	6,5	6,75	Без нагрузки
Максимальный ток нагрузки на выводе « $U_{оп}$ »	мА			10	
Напряжение на выводе « $U_{ист}$ »	В		15	16,5	Без нагрузки
Максимальный ток нагрузки на выводе « $U_{ист}$ »	мА			20	
Напряжение на выводе « $U_{оу}$ » соответствующее срабатыванию токовой защиты	В		1,0		

* для модулей с двухфазным инвертором питание схемы управления осуществляется только от внешнего источника

Параметры защиты					
Ток срабатывания защиты по среднему току	А		5		Модуль на ток 5 А
			10		Модуль на ток 10 А
			20		Модуль на ток 20 А
			30		Модуль на ток 30 А
			50		Модуль на ток 50 А
			70		Модуль на ток 70 А
			100		Модуль на ток 100 А
Быстродействие защиты по среднему току	мкс			100	
Ток срабатывания защиты по импульсному току	А		20		Модуль на ток 5 А
			40		Модуль на ток 10 А
			70		Модуль на ток 20 А
			120		Модуль на ток 30 А
			200		Модуль на ток 50 А
			250		Модуль на ток 70 А
			350		Модуль на ток 100 А
Быстродействие защиты по импульсному току	мкс			3	
Температура включения температурной защиты	°C	90		100	
Температура отключения температурной защиты	°C	50		60	
Быстродействие температурной защиты	мс			1	
Задержка срабатывания выхода «Ошибка»	мкс			2	

* для модулей 12 класса возможность питания схемы управления от силового напряжения отсутствует.

Таблица 4.2 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 1-го класса (МУКДМ-xx-1-xx)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение сток-исток	В			100	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	В			60	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			12	Модуль на ток 5 А
				23	Модуль на ток 10 А
				30	Модуль на ток 20 А
				40	Модуль на ток 30 А
				68	Модуль на ток 50 А
				97	Модуль на ток 70 А
				107	Модуль на ток 100 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			60	Модуль на ток 5 А
				110	Модуль на ток 10 А
				140	Модуль на ток 20 А
				230	Модуль на ток 30 А
				380	Модуль на ток 50 А
				550	Модуль на ток 70 А
				600	Модуль на ток 100 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			5,5	Модуль на ток 5 А
				11	Модуль на ток 10 А
				36	Модуль на ток 20 А
				52	Модуль на ток 30 А
				75	Модуль на ток 50 А
				105	Модуль на ток 70 А
				200	Модуль на ток 100 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции выводы модуля – основание корпуса	В	1000			DC, 1мин

Таблица 4.3 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 2-го класса (МУКДМ -xx-2-xx)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение сток-исток	В			200	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	В			160	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			11	Модуль на ток 5 А
				17	Модуль на ток 10 А
				32	Модуль на ток 20 А
				44	Модуль на ток 30 А
				66	Модуль на ток 50 А
				76	Модуль на ток 70 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			70	Модуль на ток 5 А
				90	Модуль на ток 10 А
				180	Модуль на ток 20 А
				260	Модуль на ток 30 А
				380	Модуль на ток 50 А
				420	Модуль на ток 70 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			10	Модуль на ток 5 А
				25	Модуль на ток 10 А
				55	Модуль на ток 20 А
				55	Модуль на ток 30 А
				125	Модуль на ток 50 А
				270	Модуль на ток 70 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции выводы модуля – основание корпуса	В	2000			DC, 1мин

Таблица 4.4 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 6-го класса (МУКДМ -xx-6-xx)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение коллектор-эмиттер	В			600	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	В			400	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			11	Модуль на ток 5 А
				16	Модуль на ток 10 А
				30	Модуль на ток 20 А
				60	Модуль на ток 30 А
				60	Модуль на ток 50 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			35	Модуль на ток 5 А
				60	Модуль на ток 10 А
				105	Модуль на ток 20 А
				240	Модуль на ток 30 А
				240	Модуль на ток 50 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			20	Модуль на ток 5 А
				45	Модуль на ток 10 А
				80	Модуль на ток 20 А
				90	Модуль на ток 30 А
				280	Модуль на ток 50 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции выводы модуля – основание корпуса	В	4000			DC, 1 мин

Таблица 4.5 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 12-го класса (МУКДМ -xx-12-xx)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение коллектор-эмиттер	В			1200	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	В			700	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			10	Модуль на ток 5 А
				15	Модуль на ток 10 А
				24	Модуль на ток 20 А
				60	Модуль на ток 30 А
				60	Модуль на ток 50 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			40	Модуль на ток 5 А
				60	Модуль на ток 10 А
				90	Модуль на ток 20 А
				240	Модуль на ток 30 А
				240	Модуль на ток 50 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			25	Модуль на ток 5 А
				65	Модуль на ток 10 А
				160	Модуль на ток 20 А
				90	Модуль на ток 30 А
				280	Модуль на ток 50 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции выводы модуля – основание корпуса	В	4000			DC, 1 мин

5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

В зависимости от типа управления модуля рекомендуются следующие схемы включения (рис.5.1 – 5.4).

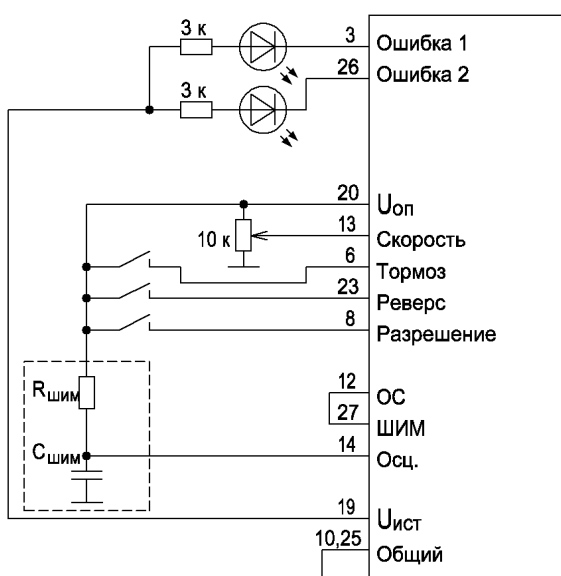


Рисунок 5.1 – Схема включения цепей управления МУКДМ «А» и «Д»

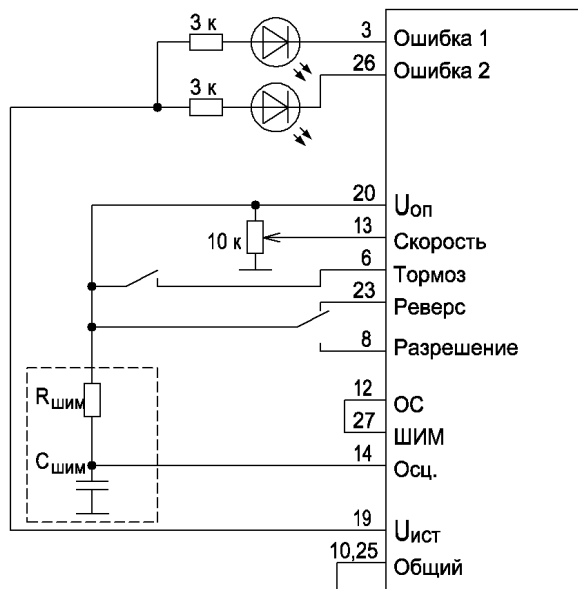


Рисунок 5.2 – Схема включения цепей управления МУКДМ «Б» и «Е»

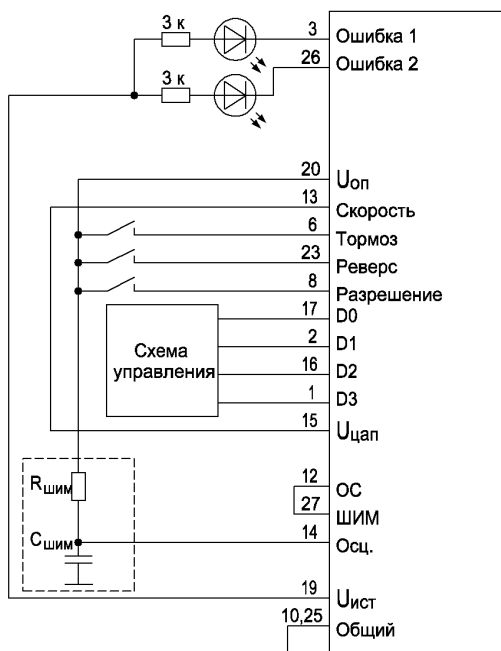


Рисунок 5.3 – Схема включения цепей управления МУКДМ «Г» и «И»

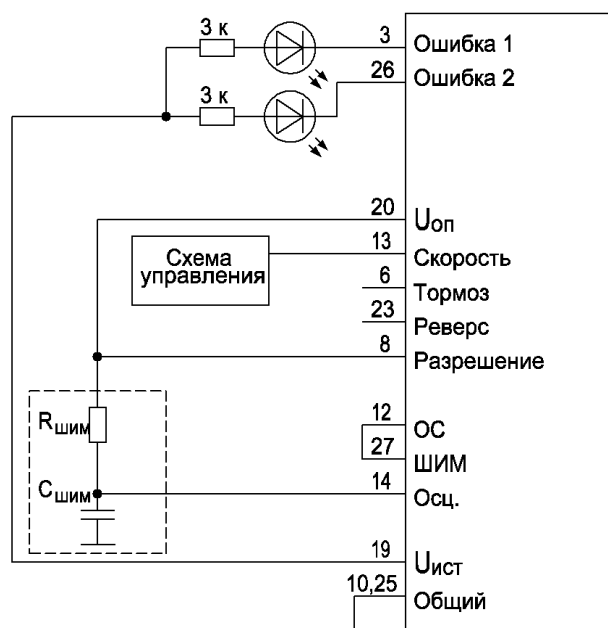


Рисунок 5.4 – Схема включения цепей управления МУКДМ «В» и «Ж»

Пунктиром выделена часть схемы необходимая для включения моделей без внутреннего ШИМ-генератора (варианты «Д», «Е», «Ж», «И»). Для модулей с внутренним ШИМ-генератором означенные выводы следует оставить незадействованными.

На рис.5.2 приведена схема включения модуля с вариантом управления «Б» или «Е» с общим переключателем на «Реверс» и «Разрешение». Запрет работы модуля будет только в случае размыкания ключа с обоими контактами. Варианты управления «Б» и «Е» так же могут управляться по схемам вариантов «А» и «Д».

Допускается вместо ключей использовать логическое управление ТТЛ-уровня.

Управление двигателем посредством МУКДМ осуществляется с помощью следующих выводов:

«Разрешение». Вход ТТЛ-уровня выдающий запрет или разрешение на работу схемы управления. «Лог.1» соответствует разрешению, «лог.0» соответствует запрету. При запрете работы транзистор выхода «Ошибка 2» будет открыт (см. таб.1).

«Тормоз». Вход ТТЛ-уровня включающий или отключающий режим торможения. При наличии «лог.0» торможение будет отсутствовать. При подаче «лог.1» на данный вход все нижние транзисторы инвертора будут открыты, и двигатель перейдет в режим динамического торможения (см. таб.5.1).

«Реверс». Вход ТТЛ-уровня задающий направление вращения вала двигателя. Смена вращения осуществляется переключением верхних транзисторов фаз модуля. При переключении направления вращения рекомендуется первоначально подать сигнал тормоза (или снять сигнал «Разрешение» для останова двигателя выбегом), т.к. при торможении противовключением двигатель может выйти из строя.

«Скорость». Вход задания скорости вращения вала двигателя. Диапазон регулирования скорости лежит в пределах 1,5...4,5 В. Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на входе «Скорость» представлена на рис.5.5 и рис.5.6 (для вариантов управления «В» и «Ж»).

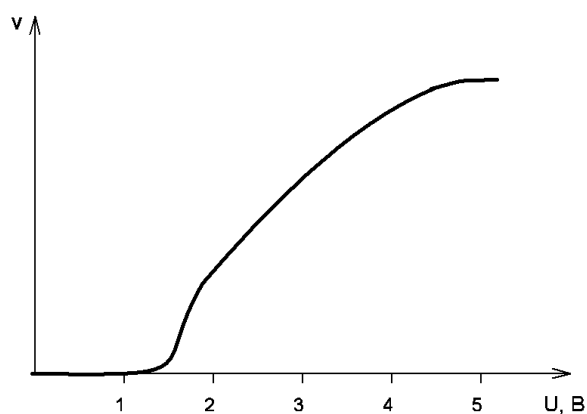


Рисунок 5.5 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость»

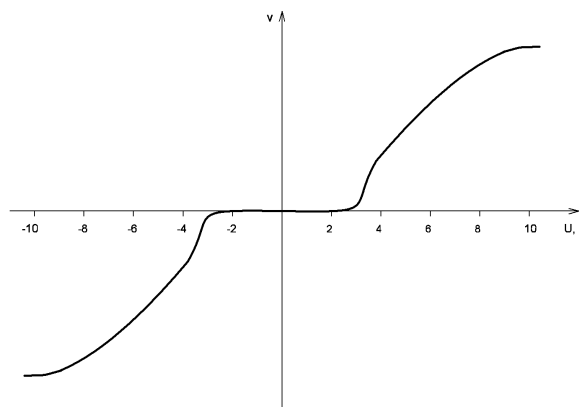


Рисунок 5.6 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» для вариантов управления «В» и «Ж»

Для вариантов «В» и «Ж» управление двигателем осуществляется только по выводу «Скорость»; выходы «Реверс» и «Тормоз» не задействованы. Вывод «Разрешение» можно подключить к «U_{оп}», тогда данный вывод не будет влиять на работу модуля, если подключить вывод «Разрешение» к «U_{оп}» через ключ, то управления по данному выводу будет осуществляться так же, как и для других вариантов управления.

Направление вращением двигателя выбирается исходя из полярности сигнала на выводе «Скорость», режиму торможения (открыты все нижние ключи) соответствует управляющее напряжение -0,5...+0,5 В, скорость вращения регулируется уровнем напряжения (-10...+10 В). Диаграмма, поясняющая работу модуля с вариантами управления «В» и «Ж» представлена на рис.5.7.

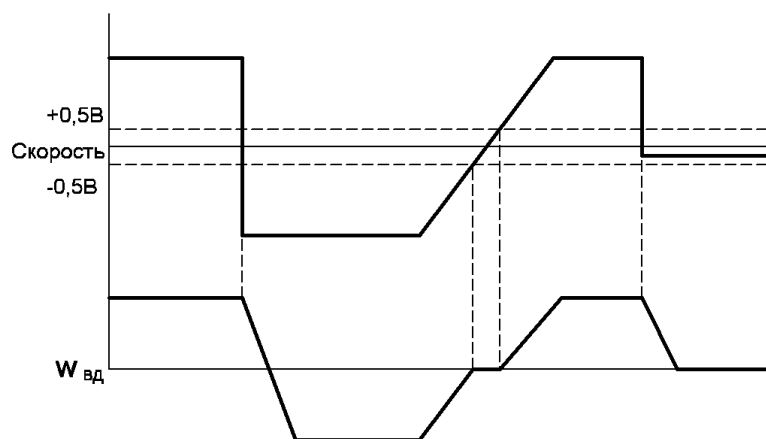


Рисунок 5.7 – Управление модулем с вариантом «В» и «Ж»

Ниже приведена таблица состояний модуля при управлении коллекторным двигателем постоянного тока.

Таблица 5.1 – Варианты состояний модуля при управлении коллекторным двигателем постоянного тока

Входы			Защита	Выходы			Прим.
Реверс	Разрешение	Тормоз		Ф1	Ф2	Ошибка 2	
1	1	0	0	1	0	1	п.1
0	1	0	0	0	1	1	п.1
X	1	1	0	0	0	1	п.2
X	0	1	0	0	0	0	п.3
X	0	0	0	-	-	0	п.4
X	1	0	1	-	-	0	п.5
п.1	На выходах «Ф1», «Ф2» высокий уровень (1) означает подключение к «+», низкий уровень (0) - подключение к «-» (общий минус).						
п.2	При высоком уровне (1) на входах «Разрешение» и «Тормоз» – выходы «Ф1», «Ф2» подключены к «-» (общий минус), выводы обмотки двигателя замкнуты между собой, этим создается тормозящая электромагнитная сила (динамический тормоз).						
п.3	Если на входе «Разрешение» низкий уровень (0), а на входе «Тормоз» - высокий уровень (1), выходы «Ф1», «Ф2» находятся в режиме динамического торможения; построенный по схеме с открытым коллектором выход «Ошибка 2» имеет активным низкий уровень (0).						
п.4	Если на входах «Разрешение» и «Тормоз» низкий уровень (0) - выходы «Ф1», «Ф2» отключены; на выходе «Ошибка 2» низкий уровень (0).						
п.5	При уровне тока (потребляемого двигателем от внешнего источника) выше заданного предела - выходы «Ф1», «Ф2» отключены; на выходе «Ошибка 2» низкий уровень (0).						

Где X – любое состояние на входе.

«U₃». Вывод задания порога срабатывания токовой защиты. При незадействованном выводе «U₃» защита будет срабатывать на максимально допустимом токе МУВД; при соединении выводов «U₃» и «Общий» защита будет срабатывать на уровне 10...20% от максимального тока. Для задания порога срабатывания защиты необходимо подключить к данному выводу резистор R₃, как указано на рис.5.1 – 5.4. Номинал данного резистора следует выбрать из следующего графика (рис.5.8).

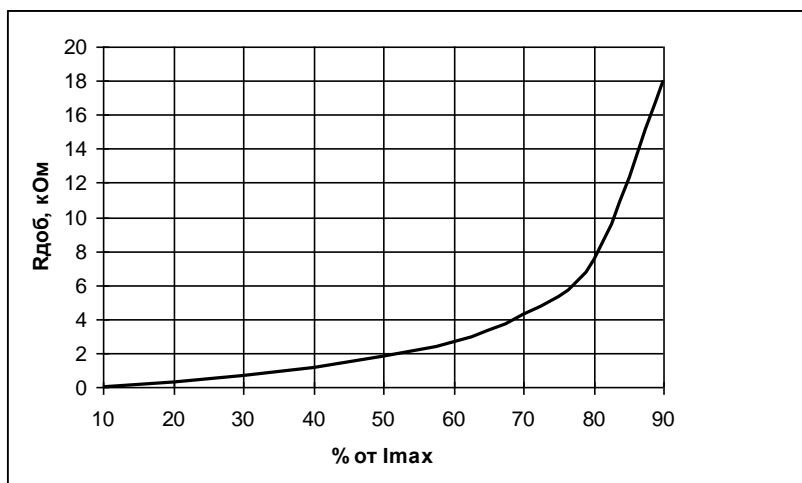


Рисунок 5.8 - Зависимость тока срабатывания защиты от величины резистора защиты.

Таким образом, если, к примеру, к МУКДМ на 10 А подключить резистор 2,7 кОм, то защита будет срабатывать на токе равном 6 А. Для удобства расчёта ниже приведена таблица 5.2 процентного соотношения настраиваемого тока защиты от максимального тока защиты.

Таблица 5.2 - Процентное соотношение возможного тока защиты от максимального тока защиты

%	Максимальный ток, указанный в названии изделия, А						
	5	10	20	30	50	70	100
20	1	2	4	6	10	15	20
40	2	4	8	12	20	30	40
60	3	6	12	18	30	40	60
80	4	8	16	24	40	55	80
100	5	10	20	30	50	70	100

«U_{оу}». Выход усилителя тока шунта (тока двигателя). Максимальному току модуля соответствует 1 В на выходе усилителя независимо от паспортной величины поддерживаемого модулем тока. Зависимость напряжения на выводе «U_{оу}» от тока двигателя линейная.

«**Ошибка 1**». Выход, сигнализирующий о возникновении аварийной ситуации, вызванной перегрузкой по току или перегревом, представляющий собой открытый коллектор транзистора схем защиты.

«**Ошибка 2**». Выход сигнализирующий о наличии запрета работы модуля («лог.0» на выводе «Разрешение» или «лог.1» на выводе «Защита»), представляющий собой открытый коллектор транзистора схем защиты. Пояснение к работе данного вывода представлено в таблице 5.1.

«U_{оп}». Выход источника опорного напряжения (6,5В±5%) с максимальным выходным током 10 мА. При подключении данного вывода следует соблюдать осторожность, во избежание перегрузки по току или короткого замыкания, т.к. в таком случае модуль может выйти из строя.

«U_{ист}». Вывод источника постоянного напряжения +15 В с ограничением по току на уровне 50 мА. При подключении внешних цепей рекомендуется запитывать их от данного вывода, т.к. даже в случае короткого замыкания или перегрузки модуль не выйдет из строя.

«U_{вх}». Вход внутреннего стабилизатора питания +15 В и +5 В, необходимых для работы схем управления и защиты. Для корректной работы модуля напряжение по данному входу должно составлять +16...20 В; ток потребления не более 200 мА без внешней нагрузки.

«U_{вых}». Выход внутреннего DC/DC – преобразователя, предназначенного для преобразования напряжения силовой цепи 40...350 В в стабилизированное напряжение +18 В с нагрузочной способностью до 250 мА. В случае, если модуль запитывается от внешнего источника напряжения, подключённого к выводу «U_{вх}», данный вывод следует оставить незадействованным.

Внешнее питание рекомендуется использовать при рабочем напряжении силовой цепи не менее 40 В (т.к. при меньшем напряжении DC/DC – преобразователь не запустится) и не более 350 В (преобразователь может выйти из строя); т.е. при осуществлении силового питания от трехфазной сети 380 В питание модуля обязательно должно осуществляться от внешнего источника т.к. на модулях 12 класса DC/DC преобразователь не установлен. Очередность подачи силового и управляющего напряжения значения не имеет.

Допускается питание модуля от силового напряжения с установкой стабилизатора на 16...20 В. Если предусматривается питание модуля непосредственно от силового напряжения через внутренний DC/DC – преобразователь, то выводы «U_{вх}» и «U_{вых}» следует соединить.

«**ШИМ**» и «**ОС**». Входы стабилизации скорости вращения вала двигателя. Выводы задействованы только для вариантов управления «Д», «Е», «Ж», «И»; для вариантов управления «А», «Б», «В» и «Г» обратная связь заложена в схему модуля и настройке не подлежит. Если обратная связь не требуется, то данные выводы следует соединить (рис.5.1 - 5.4). Вариант использования модуля в режиме закрытой петли обратной связи показан на рисунке 5.8. Здесь импульсный сигнал, пропорциональный уровню скорости (сигнал тахометра), может быть получен с любого датчика (оптического, Холла и т.п.) с уровнем сигнала (0...6,5) В.

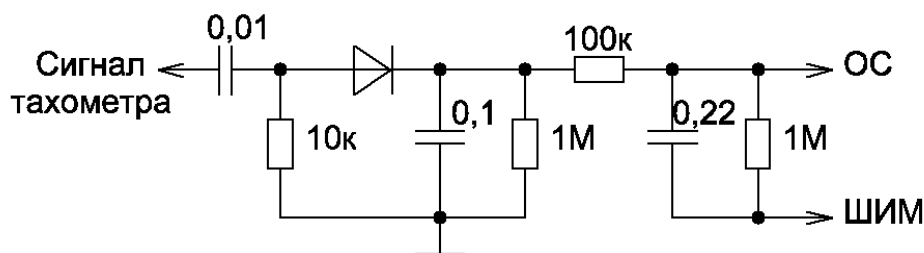


Рисунок 5.8 – Схема подключения обратной связи по скорости

Глубину обратной связи и корректность её работы при различной скорости вращения вала двигателя следует регулировать соотношением конденсатора 0,01 мкФ и резистора 10 кОм, или соотношением конденсатора 0,22 мкФ и резистора 100 кОм.

«Осц.». Вход, предназначенный для подключения времязадающей цепочки для внутреннего ШИМ-генератора. Рекомендуемая схема подключения данного входа представлена на рис.5.1 – 5.4. Частота, задаваемая внешней RC-цепочкой, должна лежать в пределах 15...50 кГц. Зависимость частоты от номиналов резистора и конденсатора представлена на рис.5.9.

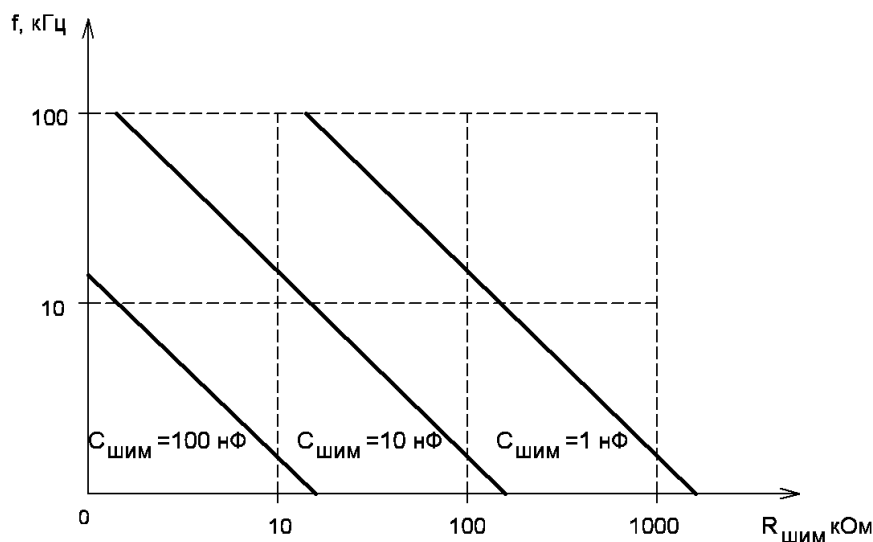


Рисунок 5.9 – Зависимость частоты ШИМ от номиналов $R_{\text{ШИМ}}$ и $C_{\text{ШИМ}}$

Для получения более линейного характера изменения скорости вращения вала двигателя от напряжения управления, рекомендуется вместо резистора $R_{\text{ШИМ}}$ установить источник тока 0,5...5 мА, в зависимости от требуемой частоты ШИМ.

Вывод задействован только для вариантов управления «Д», «Е», «Ж», «И».

«D0», «D1», «D2», «D3». Входы ТТЛ-уровня внутреннего ЦАП. Частота вращения вала двигателя будет меняться от комбинации соответствующей 1,5 В на выходе ЦАП (вывод «U_{цап}»), до комбинации соответствующей 4,5 В.

Выводы задействованы только для вариантов управления «Г» и «И».

«U_{цап}». Выход внутреннего ЦАП. Для подключения управления с помощью ЦАП необходимо соединить данный вывод с выводом «Скорость», как указано на рис.5.3. Изменение значения входного кода от 0000 до 1001 приводит к ступенчатому изменению уровню скорости от 0% до 90% приблизительно по 10%. Значения входного кода от 1010 до 1111 соответствуют 100% уровню скорости. Для обеспечения более плавной регулировки скорости рекомендуется установить между выводами «U_{цап}» и «Скорость» интегрирующую RC-цепочку 1...10 кОм / 0,01...0,1 мкФ и подавать на один из цифровых входов задания скорости ШИМ-сигнал частотой 1...20 кГц. При этом чем старше разряд, тем в большем диапазоне (но и большей дискретностью) может осуществляться регулировка: изменения 1...1,5 В при подаче сигнала на вывод «D3»; изменения 0,1...0,2 В при подаче на вывод «D0».

Вывод задействован только для вариантов управления «Г» и «И».

Особенности работы защит модуля.

МУКДМ имеет четыре защиты: защита по среднему току, защита по импульсному току, защита по температуре и защита от одновременного включения верхнего и нижнего транзисторов одной фазы.

Защита по среднему току ограничивает средний ток протекающий через обмотки двигателя. Быстродействие данной защиты – не более 100 мкс. Данная защита ограничивает ток на максимальном (если не установлен резистор R_3) для данного модуля уровне. В названии модуля указан именно ток срабатывания защиты по среднему току, однако ток ограничения в действительности меньше, чем ток срабатывания защиты, что обусловлено непостоянством тока протекающего через обмотки двигателя; защита срабатывает по всплескам тока длительностью более 100 мкс. Ток ограничения так же зависит от скорости вращения двигателя и от характера перегрузки (по одной фазе, по двум или по трём). Чем ниже скорость и чем меньше фаз перегружено, тем более низкий ток будет ограничивать модуль, т.к. при той же амплитуде импульсного тока скважность данных импульсов меняется, что проявляется в изменении среднего тока двигателя.

Сигнализация о срабатывании защиты по среднему току осуществляется через выход «Ошибка 1».

Защита по импульсному току выключает силовые транзисторы модуля при высоком импульсном токе двигателя. Быстродействие данной защиты – не более 2 мкс с током срабатывания в 3...4 раза превышающем ток срабатывания защиты по среднему току. При штатной работе двигателя данная защита будет срабатывать только при разгоне и торможении под большой нагрузкой, ограничивая пусковой и тормозной токи.

Как и в случае с защитой по среднему току на выходе «Ошибка 1» будет появляться сигнал соответствующий срабатыванию данной защиты. В отличии от защиты по среднему току, порог срабатывания защиты по импульсному току не регулируется.

Защита по температуре отключает силовые транзисторы модуля при достижении температуры корпуса 90...100⁰С и включает при температуре 50...60⁰С, обеспечивая гистерезис 30...40 ⁰С. Во время срабатывания температурной защиты транзистор на выходе «Ошибка 1» будет открыт вплоть до снижения температуры корпуса модуля до 50...60⁰С.

При срабатывании температурной защиты выключение питания не сбрасывает защиту; модуль запустится только после снижения температуры корпуса до допустимого уровня.

Защита от одновременного включения верхнего и нижнего плеча одной фазы с блокировкой на переключение длительностью 5 мкс исключает выход из строя модуля по сквозным токам. В том числе, при неисправности схемы управления силовые транзисторы из строя не выйдут.

6 СИЛОВЫЕ ВЫХОДЫ

В зависимости от типа силовой сборки модуля рекомендуются следующие схемы подключения силовых цепей (рис.6.1 – 6.3).

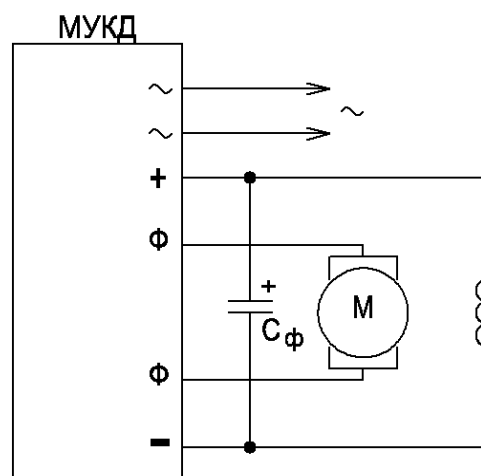
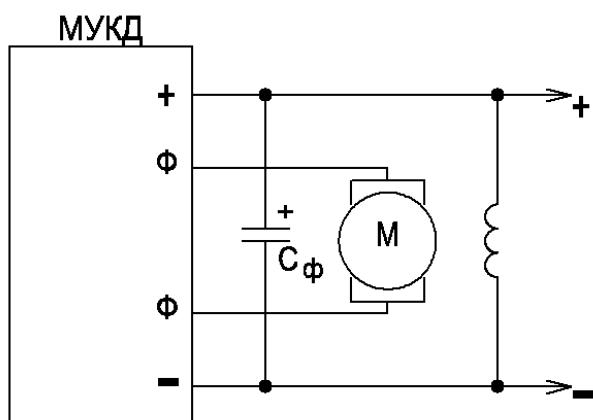


Рисунок 6.1 – Схема подключения МУКДМ с типом силовой сборки «4»

Рисунок 6.2 – Схема подключения МУКДМ с типом силовой сборки «3»

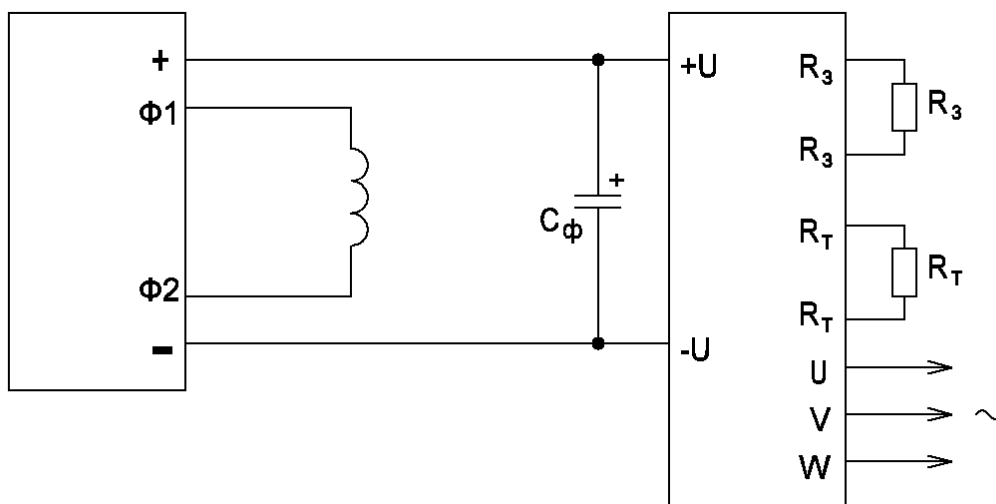


Рисунок 6.3 – Схема подключения МУКДМ с типом силовой сборки «4» вместе с МККН

МККН (модуль контроля коммутируемого напряжения, см. паспорт МККН) с выпрямительным мостом обеспечивает плавный заряд ёмкости C_Φ и обеспечивает безопасное торможение, тем самым позволяя избавиться от дополнительных выпрямительных мостов, схем ограничения тока заряда ёмкости, схем торможения и схем контроля напряжения. Использовать МККН в составе с МУКДМ рекомендуется для всех модулей МУКДМ на напряжение питания 380 В и на токи свыше 20 А.

Между выводами «+» и «-» модуля включены фильтрующий конденсатор и ограничитель напряжения мощностью 1,5 Вт. В таб. 6.1 приведены максимально-допустимое напряжение конденсатора и напряжения пробоя ограничителя в зависимости от класса модуля.

Таблица 6.1 – Параметры конденсатора и ограничителя силовой цепи

Класс модуля	Максимально-допустимое напряжение конденсатора, В	Напряжения пробоя ограничителя, В
1	250	80
2	250	165
6	700	450
12	700	800

Среднее напряжение силовой цепи модуля не должно превышать наименьшего значения из указанных в таблице, в противном случае модуль может выйти из строя.

Ниже приведено описание силовых выводов модуля.

«Ф1» и «Ф2». Выводы подключения фаз двигателя. Порядок подключения фаз значения не имеет. Ниже приведена таб 6.2, в которой указаны максимальные мощности двигателей поддерживаемые модулями МУКДМ.

Таблица 6.2 – Максимально допустимый ток модуля и мощности коллекторного двигателя постоянного тока.

Прибор, МУКДМ	Максимальная средняя мощность поддерживаемая модулем, кВт	Максимальная мощность двигателя по P_{cp} в соот. с ГОСТ 12139-84, кВт	Максимальная пусковая мощность поддерживаемая модулем, кВт	Максимальная мощность двигателя по P_n в соот. с ГОСТ 12139-84, кВт
Выпрямленные 36 В				
-5-1	0,13	0,12	0,37	0,37
-10-1	0,25	0,25	0,68	0,55
-20-1	0,55	0,55	0,87	0,75
-30-1	0,75	0,75	1,2	1,1
-50-1	1,3	1,1	2,2	2,2
-70-1	1,8	1,8	3,1	3,0
-100-1	2,5	2,2	3,1	3,0
Выпрямленные 110 В				
-5-2	0,38	0,37	1,1	1,1
-10-2	0,75	0,75	1,6	1,5
-20-2	1,5	1,5	2,7	2,2
-30-2	2,3	2,2	4,0	4,0
-50-2	3,7	3,3	6,0	5,5
-70-2	5,2	4,0	6,0	5,5
Выпрямленные 220 В				
-5-6	0,77	0,75	2,2	2,2
-10-2	1,6	1,5	4,1	4,0
-20-2	3,1	3,0	5,6	5,5
-30-2	4,6	4,0	9,6	9
-50-2	7,7	7,5	9,6	9
Выпрямленные 380 В				
-5-12	1,3	1,1	4,1	4,0
-10-12	2,6	2,2	5,8	5,5
-20-12	5,6	5,5	9,2	9,0
-30-12	7,9	7,5	15,2	15
-50-12	13,2	11	15,2	15

МУКДМ различных типов могут обеспечивать корректную работу и защиту двигателей мощностью указанной в таб.6.1. При этом значения указанные в столбце 3 (максимальная мощность двигателя по P_{cp}) действительны в том случае, если двигатель работает на свою полную мощность. Допускается установка двигателей с большей номинальной мощностью, если мощность на валу двигателя не будет превышать максимальную среднюю мощность поддерживаемую модулем (столбец 2). Однако, независимо от развиваемой двигателем мощности его номинальная мощность не должна превышать указанную в столбце 5, в противном случае модуль может выйти из строя по пусковому току (P_n).

Например, двигатель мощностью 3 кВт, питание от однофазной сети 220 В. Двигатель развивает мощность на нагрузке соответствующую половине максимальной (1,5 кВт). Следовательно, необязательно ставить модуль МУКДМ-30-6; допустимо использование модуля МУКДМ-10-6, т.к. он обеспечивает нагрузку 1,5 кВт и позволяет запускать двигатели с номинальной мощностью до 4,0 кВт. В то же время, если мощность на валу (для того же двигателя на 3 кВт) равна 0,7 кВт, то модуль МУКДМ-5-6 использовать нельзя, хотя он и обеспечивает работу на нагрузке до 0,77 кВт, но при запуске двигателя максимальной мощностью свыше 2,2 кВт он может выйти из строя.

Таким образом, при выборе модуля следует ориентироваться не только на его номинальную мощность и средний рабочий ток двигателя, но и на его пусковой ток; при чём разница в мощностях модулей в зависимости от двигателей и их условий эксплуатации может быть значительной.

«+» и «-». Выводы подключения силового питания; от этого же питания работает схема управления, поэтому модуль не включится при напряжении питания ниже 40 В. К этим же выводам подключается ёмкость фильтра C_{ϕ} (см. рис.6.1 – 6.3), необходимая для сглаживания полуволн с выпрямительного моста и для фильтрации выбросов возникающих при работе двигателя. Ёмкость C_{ϕ} рекомендуется устанавливать как можно ближе к выводам модуля. Значения данной ёмкости меняются в зависимости от мощности двигателя, на который работает МУКДМ. Ниже приведена таблица минимальных и рекомендуемых значений C_{ϕ} .

Таблица 6.3 - Выбор ёмкостей к двигателям различных мощностей.

Мощность двигателя, кВт	Минимальная ёмкость, мкФ	Оптимальная ёмкость, мкФ
<0,51	100	300
0,75	200	500
1,1	200	500
1,5	250	750
2,2	400	1000
3,3	700	1500
5,1	1000	2500
7,5	1500	3500
11	2000	5000
15	3000	7000

Допустимое напряжение конденсатора должен быть не менее 450 В для однофазной сети и не менее 750 В для трёхфазной. Для трёхфазной сети допускается значение ёмкости фильтрующего конденсатора на порядок меньше указанных. Допускается с целью увеличения максимально допустимого напряжения подключать конденсаторы последовательно, с выравнивающими резисторами порядка 75 кОм мощностью не менее 1 Вт.

Ёмкость конденсатора должна составлять не менее 200 мкФ на 1 кВт мощности двигателя, оптимальная – 500 мкФ на 1 кВт мощности. Ёмкость менее 500 мкФ следует ставить только в тех случаях, когда двигатель работает на постоянную нагрузку без частых запусков и остановов. Если предполагается, что нагрузка на двигатель будет часто меняться или двигатель будет работать в нестабильных условиях, то не рекомендуется ставить конденсатор ёмкостью менее 500 мкФ на 1 кВт. Ёмкость номиналом менее 200 мкФ на 1 кВт ставить не следует, т.к. двигатель не будет развивать максимальной мощности, и МУКДМ может выключаться по провалам в питающем напряжении.

В том случае, если стабилизатор напряжения установлен до модуля, допускается устанавливать ёмкость меньше указанной в таб.6.2 (порядка сотен мкФ), однако не рекомендуется использовать МУКДМ без подключенной ёмкости C_{ϕ} .

В модулях МККН и МУКДМ с выпрямительным мостом используются различные принципы заряда конденсатора. МККН работает по петле гистерезиса, ограничивая напряжения на верхнем и нижнем пределе; МУКДМ обеспечивает плавный заряд ёмкости в течение 300 мс (тип.). Вследствие этого при быстром запуске двигателя малой мощности синхронно с подачей напряжения двигатель МУКДМ будет запускаться более плавно, что однако не указывает на неисправность модулей.

Если в составе используемого МУКДМ нет управляемого выпрямительного моста и не подключен МККН, то не рекомендуется устанавливать неуправляемый выпрямительный мост и непосредственно за ним фильтрующий конденсатор, т.к. мост и конденсатор могут выйти из строя по току заряда ёмкости. В простейшем случае рекомендуется устанавливать токоограничивающий резистор, номинал которого следует выбирать исходя из максимально допустимого тока выпрямительного моста или стабилизатора (если таковой используется). Более сложным, но и более приемлемым, является вариант со схемой управления не допускающей перегрузок по току при заряде ёмкости.

Выводы подключения переменного напряжения используются только для варианта силовой сборки «3». При подключении фазировка значения не имеет.

7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Подсоединение к модулю

Силовая цепь крепится к модулю с помощью штыревых контактов или пайки (модули на ток до 10 А включительно) или с помощью винтов М5 (модули на ток свыше 20 А). Винты следует затягивать с крутящим моментом $(5\pm 0,5)$ Нм, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб, входящих в комплект поставки модуля.

Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

Сечение жил внешних проводников и кабелей должно быть не менее 5 мм^2 на токи до 10 А включительно и не менее 10 мм^2 на токи свыше 20 А.

Управляющие выводы модуля предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше 235°C . Продолжительность пайки не более 3 с.

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

Установка модуля

Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 или М6 с крутящим моментом $(5\pm 0,5)$ Нм, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб. В установках модуль следует располагать таким образом, чтобы предохранить его от дополнительного нагрева со стороны соседних элементов. Плоскости ребер охладителя желательно ориентировать в направлении воздушного потока.

Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость не более $2,5 \text{ мкм}$ и допуск плоскостности – не более 30 мкм . На поверхности охладителя не должно быть заусенцев, раковин. Между модулем и охладителем не должно быть никаких посторонних частиц. Для улучшения теплового баланса установку модуля на монтажную поверхность или охладитель необходимо осуществлять с помощью теплопроводящих паст типа КПТ-8 ГОСТ 19783-74 или аналогичных по своим теплопроводящим свойствам.

При монтаже необходимо обеспечивать равномерность прижатия основания модуля к охладителю. С этой целью следует все винты закручивать равномерно в 2 – 4 приема поочередно: сначала расположенные по одной диагонали, потом по другой. При демонтаже модуля раскручивание винтов производить в обратном порядке.

Не ранее, чем через три часа после монтажа винты необходимо довернуть, соблюдая заданный крутящий момент, так как часть теплопроводящей пасты под давлением вытекает и крепление может ослабнуть.

Допускается на один охладитель устанавливать несколько модулей без дополнительных изолирующих прокладок, при условии, что напряжение между выводами разных модулей не превышает минимального значения напряжения пробоя изоляции каждого из них или при заземленном охладителе.

Ниже приведена таблица 7.1 соответствия МУКДМ, потерь мощности на нём и необходимой площади охлаждения.

Таблица 7.1 – Необходимая площадь охлаждения для МУКДМ различных типов.

Прибор, МУКД	Мощность потерь на максимальной нагрузке, не более, Вт	Площадь охлаждения без принудительного обдува, не менее, см^2
-5-1	3	100
-10-1	7	200
-20-1	25	750
-30-1	30	900
-50-1	50	1500
-70-1	75	2000
-100-1	150	3500
-5-2	7	200
-10-2	15	500
-20-2	30	900

-30-2	40	1200
-50-2	100	3000
-70-2	200	6000
-5-6	15	500
-10-2	30	900
-20-2	50	1500
-30-2	70	2000
-50-2	200	6000
-5-12	15	500
-10-12	50	1500
-20-12	100	3000
-30-12	70	2000
-50-12	200	6000

Допускается меньшая площадь охлаждения в том случае, если модуль работает на нагрузку меньше максимальной, либо если предусмотрено принудительное охлаждение. Таблица дана для модулей с типом силовой сборки «4» (только инвертор). Если в состав модуля входит так же выпрямительный мост (тип силовой сборки «3»), то необходимо увеличить площадь охлаждения не менее чем на 20% от указанной в таблице 7.1.

Требования к эксплуатации

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Воздействие механических нагрузок.

Внешний воздействующий фактор	Значение внешнего воздействующего фактора
Синусоидальная вибрация: - ускорение, м/с ² (g); - частота, Гц	100 (10) 1 - 500
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	400 (40) 0,1 – 2,0
Линейное ускорение, м/с ² (g)	5000 (500)

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 40 - 45
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

Требования безопасности

1. Работа с модулем должна осуществляться только квалифицированным персоналом.
2. Не прикасаться к силовым выводам модуля при поданном напряжении питания, даже если двигатель остановлен.
3. Не подсоединять и не разъединять проводники и соединители, когда на силовые цепи модуля подано питание.
4. При проведении каких-либо операций с силовыми выводами модуля после останова двигателя убедиться в том, что конденсатор фильтра полностью разряжен.

5. Подключать шуп осциллографа только после снятия силового напряжения и разряда ёмкости фильтра.
6. Не разбирать и не переделывать модуль. При необходимости разборки обращаться к производителю.
7. Если радиатор не заземлён, нельзя дотрагиваться до него, когда на модуль подано силовое питание.
8. Не касаться радиатора или разрядного сопротивления, поскольку их температура может быть значительной.
9. Если из модуля идет дым, исходит запах или ненормальные шумы, немедленно отключить электропитание и проверить правильность подключения модуля.
10. Не допускать попадания на модуль воды и других жидкостей.

**Силовые цепи модуля гальванически не развязаны с цепями управления!
Соблюдайте осторожность при эксплуатации!**

Первый запуск модуля

1. Подключить модуль в соответствии с рекомендуемыми схемами включения.
2. Убедиться в отсутствии короткого замыкания по выводам «U_{оп}», «U_{ист}», и «+15В».
3. Выставить минимальную скорость, отключить тормоз и разрешение.
4. Подать на вывод «+» модуля напряжение не менее 35 В; убедиться, что ток потребления модулем не превышает максимального.
5. Запустить модуль и двигатель; убедиться в работоспособности выводов и «Скорость», «Разрешение», «Тормоз» и «Реверс».
6. Поднять напряжение питания до рабочего и ещё раз убедиться в работоспособности модуля.

8 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы модуля за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при $\gamma = 90 \%$.

Гамма-процентный срок службы модулей, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при $\gamma = 90 \%$.

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей, при $\gamma = 90 \%$ и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

9 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

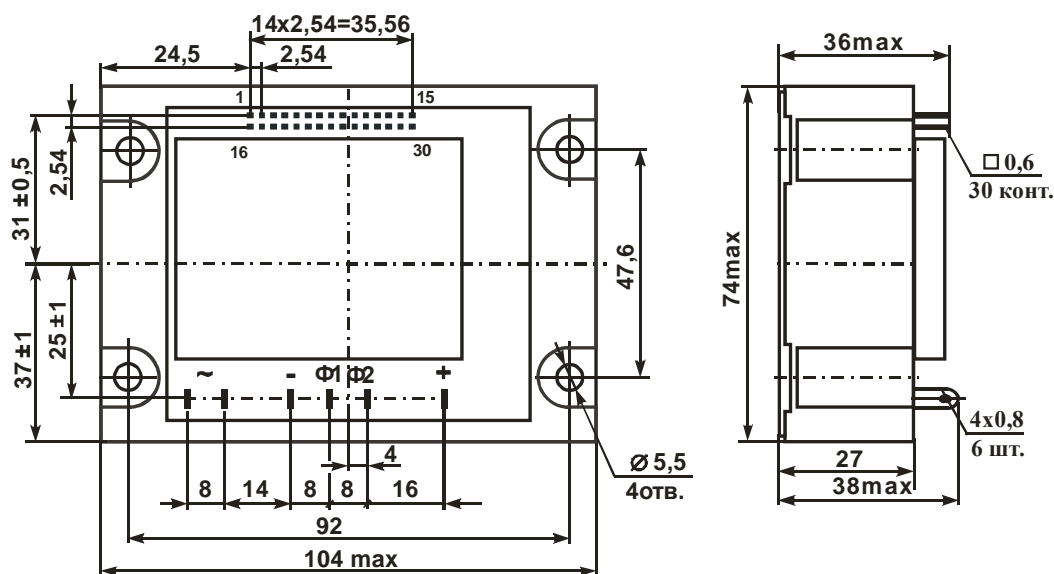


Рисунок 9.1 – Габаритные размеры МУКДМ-5,10-1,2,6 тип силовой сборки «3»*

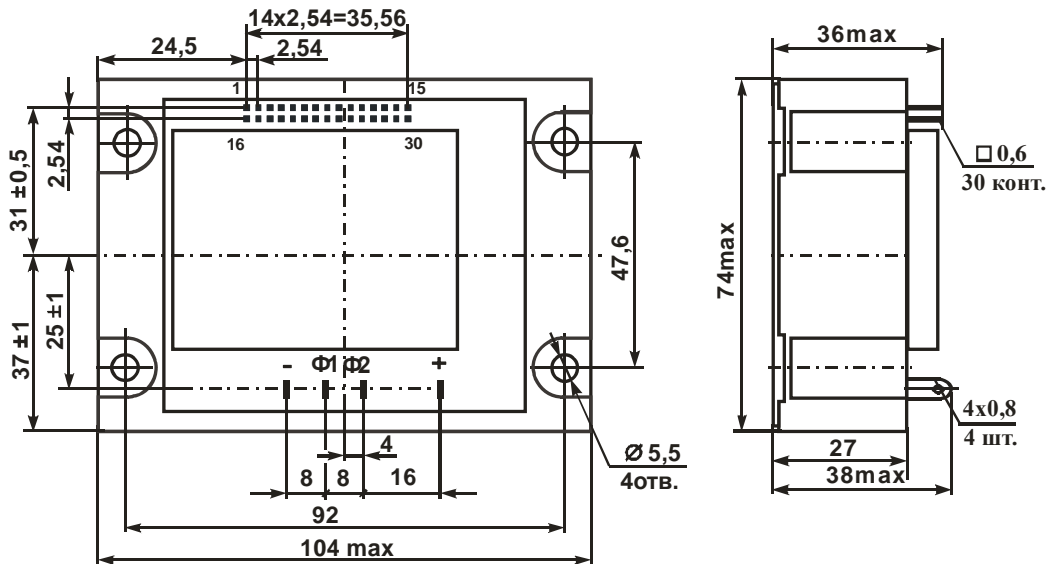


Рисунок 9.2 – Габаритные размеры МУКДМ-5,10-1,2,6 тип силовой сборки «4»*

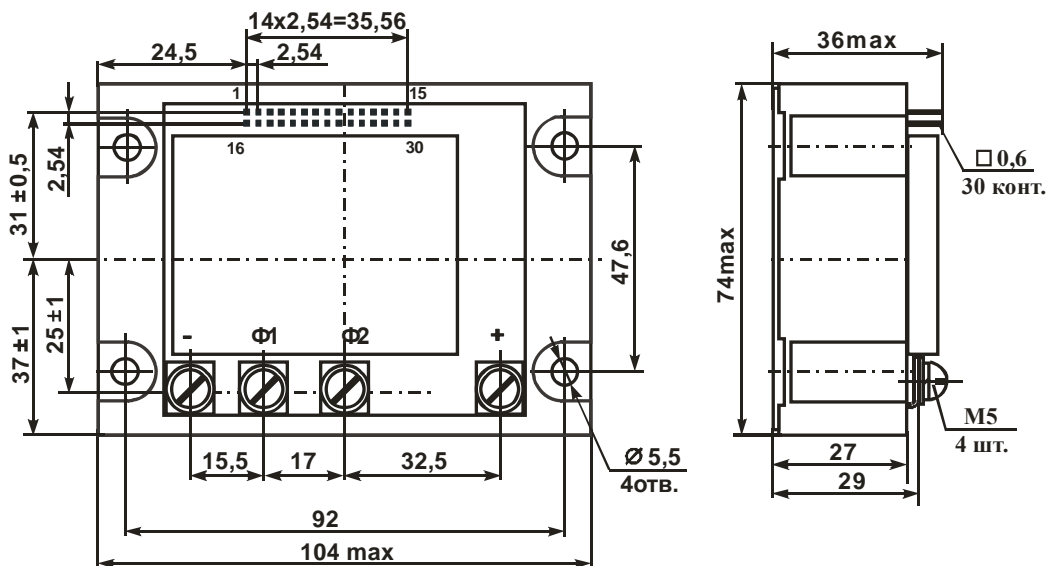


Рисунок 9.3 – Габаритные размеры МУКДМ-20,30,50,70,100-1, МУКДМ-20,30,50,70-2, МУКДМ-20,30,50-6, МУКДМ-5,10,20,30,50-12 тип силовой сборки «4»*

*- допустимые отклонения между любыми двумя рядом расположенными силовыми выводами $\pm 0,5$ мм.

По заказу потребителя возможна поставка крепления для установки модуля на DIN-рейку. Рекомендуется установка на DIN-рейку модулей с номинальным током не более 10 А.

Драгоценных металлов не содержится.

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Модуль	_____	_____ шт.
Кабельный наконечник АЛЕИ.757478.002**	_____	_____ шт.
PBS 20 (40)	_____	_____ шт.

**для токов от 20 А и выше

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕХФАЗНЫМ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ МУАДМ

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Модуль управления асинхронным двигателем модернизированный (далее – МУАДМ или модуль) предназначен для частотно-регулируемого управления асинхронным трехфазным электродвигателем. МУАДМ выполнен на основе современных достижений технологий микроэлектроники, цифроаналоговых интегральных схем и контроллеров обработки цифровых и аналоговых сигналов со встроенными ШИМ-схемами.

МУАДМ поддерживает следующие функции и возможности:

- контролируемый старт / стоп двигателя;
- изменение направления вращения двигателя с мягким остановом при резкой смене направления вращения;
- режим мягкого пуска и останова двигателя с контролируемым ускорением и торможением;
- регулирование скорости (скалярный алгоритм U/f);
- регулирование длительности разгона и торможения;
- защиту электродвигателя от токовых перегрузок и короткого замыкания;
- защиту от бросков импульсного тока;
- регулировку порога срабатывания токовой защиты;
- защиту от перегрева;
- защиту от одновременного включения транзисторов верхнего и нижнего плеча инвертора;
- внешнюю сигнализацию о возникновении аварии;
- контроль за внутренним напряжением питания;
- питание модуля непосредственно от силовой цепи (для модулей 1, 2, 6 кл.);
- позволяет запитывать внешние схемы собственным стабилизированным напряжением +5 В и +15 В с защитой от перегрузки по току;
- подключение переменного напряжения без предварительного выпрямления (МУАДМ с типом радиатора «1»);
- плавный заряд ёмкости фильтра без дополнительного зарядного резистора и схем управления зарядом (МУАДМ с типом радиатора «1»).

МУАДМ обеспечивает работу и защиту двигателей мощностью до 15 кВт. МУАДМ выпускается с различными типами радиаторов и различными вариантами управления, что позволяет применять модуль, как для решения общепромышленных задач, так и для решения частных случаев.

2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ

МУАДМ выпускается с различными типами радиаторов и различными типами управления. Рекомендуемые схемы подключения модулей в зависимости от исполнения представлены в разделах 5 и 6.

МУАДМ выпускаются на токи 5, 10, 20, 30, 50, 70, 100 А и напряжения инвертора 100, 200, 600, 1200 В. Ток в названии модуля указывает на максимальный ток инвертора, при котором схема управления разрешает нормальную работу; максимально допустимый ток транзисторов превышает указанный в названии изделия. При большем токе сработает защита по току и ток инвертора будет ограничиваться. Ток, указанный в названии изделия является током срабатывания защиты по среднему току. При этом ток защиты может регулироваться, но только в меньшую сторону (см. раздел 5).

Максимальное напряжение, обозначенное в названии модуля, указывает максимально-допустимое напряжение коллектор-эмиттер используемых в модуле транзисторов. МУАДМ выпускается на напряжения 100, 200, 600 и 1200 В, что соответствует значениям 1, 2, 6 и 12 в названии модуля. При этом максимальное напряжение питания для модуля ниже, чем указанное в названии (см. раздел 4), что обусловлено мерами безопасности при работе силовых транзисторов модуля.

Варианты силовых сборок:

«4» - только инвертор.

«2» - инвертор и тормозной транзистор. Тормозной транзистор в составе модуля позволяет подключать тормозной резистор непосредственно к модулю, т.е. позволяет обойтись без дополнительных блоков торможения. Тормозной транзистор управляется внутренней схемой управления; внешнее управление тормозным транзистором не предусмотрено.

«1» - инвертор, тормозной транзистор и выпрямительный мост. Помимо тормозного транзистора в данный вариант входит управляемый тиристорно-диодный выпрямительный мост, позволяющий работать модулю непосредственно от переменного напряжения. Схема управления тиристорами выпрямительного моста обеспечивает плавный (в течении 300 мс) заряд ёмкости фильтра, что, в свою очередь, позволяет обойтись без токоограничивающего резистора.

С типами силовой сборки «2» и «1» выпускаются модули 1,2,6-го класса на токи 5 и 10 А, т.е. модули МУАДМ-5-1,2,6x2, МУАДМ-10-1,2,6x2, МУАДМ-5-1,2,6x1, МУАДМ-10-1,2,6x1. Все остальные исполнения МУАДМ выпускаются только с типом силовой сборки «4».

Варианты управления:

«А» - стандартное. Цифро-аналоговое управление с использованием всех стандартных выводов модуля.

«Б» - упрощённое. Вариант управления, позволяющий осуществлять выбор разрешения/запрета работы и выбор направления вращения вала двигателя одним переключателем, что удобно, в частности, при использовании модуля в подъёмно-тяговых механизмах.

«В» - двуполярное. Управление по одному входу либо с помощью ЦАП, либо с помощью соответствующим образом подключенного переменного резистора. Напряжение управления лежит в диапазоне -10...+10 В с диапазоном запрета -0,5...+0,5 В. Скорость вращения при этом определяется амплитудой напряжения, а направление вращения его полярностью.

Все варианты управления применимы ко всем типам силовых сборок, независимо от тока и напряжения модуля.

На рис.2.1 приведена расшифровка названия модулей серии МУАДМ.

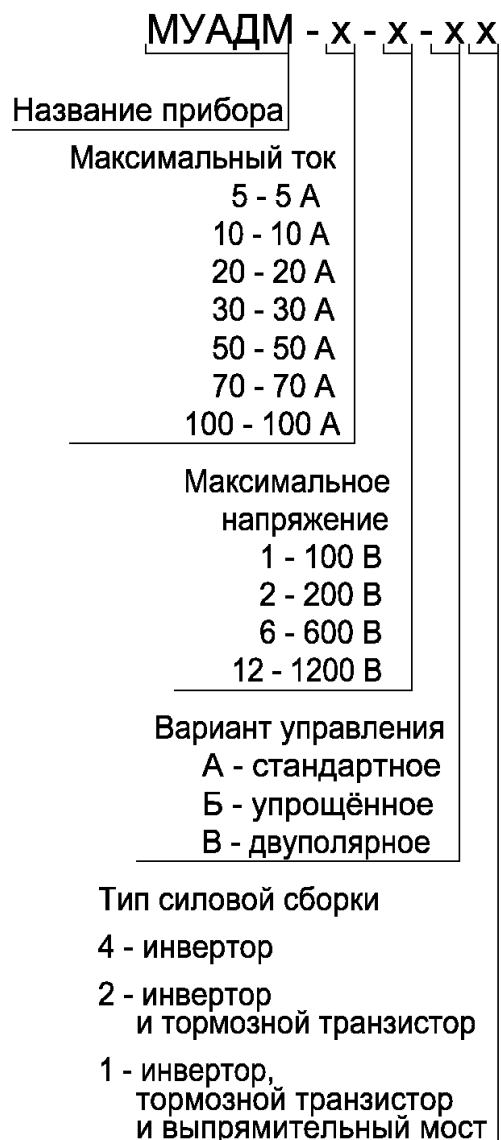


Рисунок 2.1 – Расшифровка названия модуля

Например, модуль МУАДМ-30-12-В4: модуль управления асинхронным двигателем с максимальным током инвертора 30 А, максимальным напряжением инвертора 1200 В, с вариантом управления «В», силовая сборка – только инвертор.

3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

Модуль МУАДМ представляет собой сборку модуля управления транзисторами М31 и модуля управления МКАД. Структурная схема МУАДМ представлена на рис.3.1.

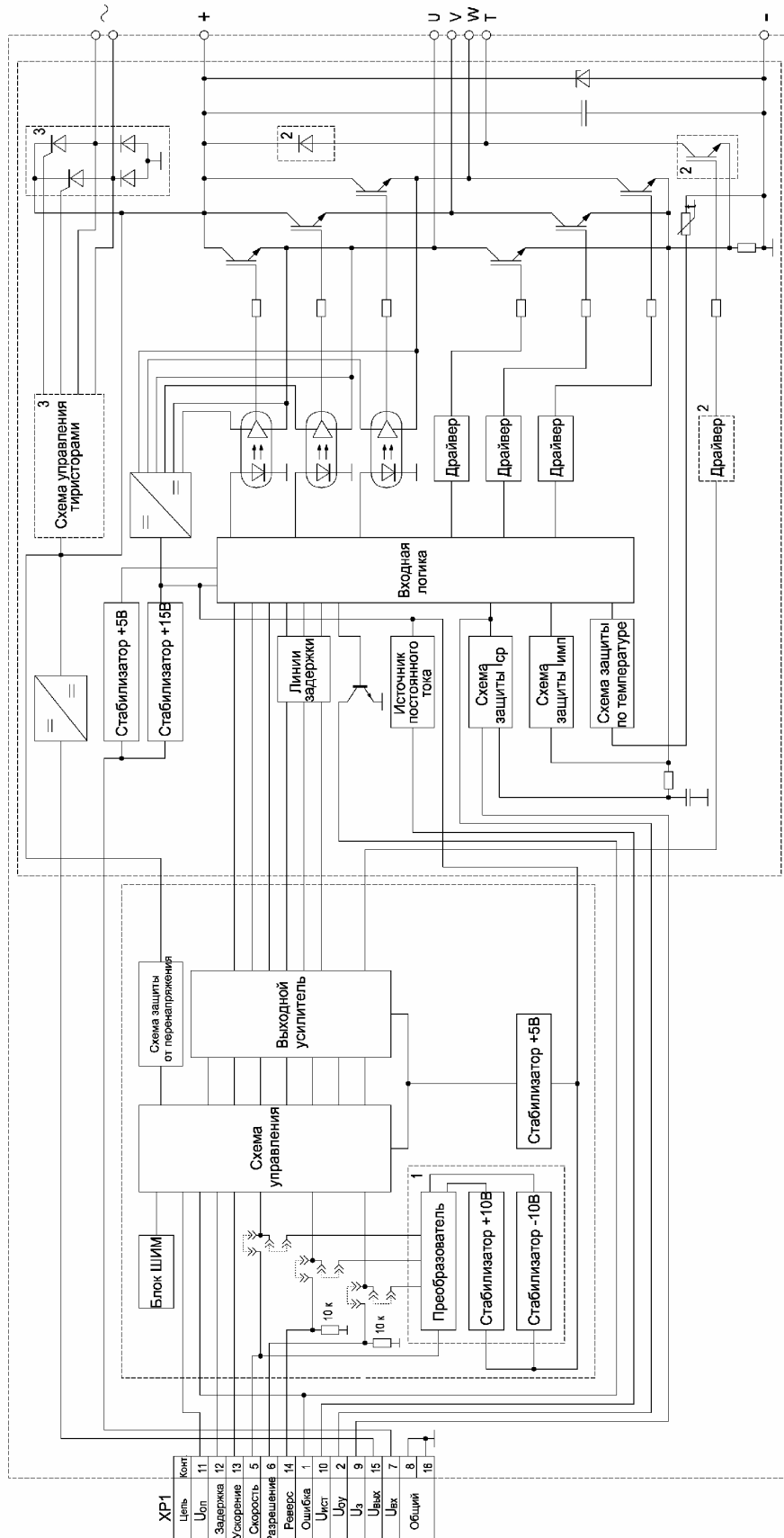


Рисунок 3.1 – Структурная схема МУАДМ

«1» - схема управления, входящая в состав МКАД для варианта управления «В» (двуполярное управление). Для вариантов «А» и «Б» схема отсутствует.

«2». 2» - схема тормозного транзистора, входящая в состав МУАДМ с типами силовой сборки «1» и «3» - схема выпрямительного моста, обеспечивающая плавный заряд ёмкости фильтра и возможность работы модуля от переменного напряжения. Схема входит в состав МУАДМ с типом силовой сборки «1».

DC-DC преобразователь силового питания в питание схемы управления устанавливается на модулях 1, 2, 6 классов.

Разъём ХР1 представляет собой два ряда контактов PLS-8 с ответной частью типа PBS-8. Разъём предназначен для управления модулем. Силовые контакты – либо штыри (для модулей на токи 5 и 10 А), либо резьбовые контакты под винт М8 (см. габаритные чертежи). Назначение выводов разъёма ХР1 и назначение силовых выводов представлены в таб.3.1.

Таблица 3.1 – Назначение выводов модуля

Номер контакта	Обозначение	Назначение
1	Ошибка	Выход сигнализации токовой и температурной перегрузки
2	U_{oy}	Выход усилителя тока инвертора
3		Не задействован
4		Не задействован
5	Скорость	Вход управления скоростью вращения вала двигателя
6	Разрешение	Вход разрешения и запрета работы модуля (не задействован для управления «В»)
7	$U_{вх}$	Вход внутреннего стабилизатора напряжения
8	Общий	Общий
9	U_3	Вывод подстройки тока срабатывания защиты
10	$U_{ист.}$	Вывод источника постоянного тока +15 В
11	$U_{оп}$	Выход источника опорного напряжения
12		Не задействован
13	Ускорение	Вход управления ускорением разгона и торможения
14	Реверс	Вход управления направлением вращения вала двигателя (не задействован для управления «В»)
15	$U_{вых}$	Выход внутреннего DC/DC - преобразователя
16	Общий	Общий
	+	Вывод подключения «+» силового питания
	U	Вывод подключения фазы U
	V	Вывод подключения фазы V
	W	Вывод подключения фазы W
	T	Вывод подключения тормозного резистора (только для модулей с тормозным транзистором)
	-	Вывод подключения «-» силового питания
	~	Выводы подключения переменного напряжения (только для модулей с выпрямительным мостом)

Для удобства подключения цепей управления на рис.3.2 приведено схематическое изображение внешнего вида разъёма ХР1 модуля МУАДМ.

1						8	
Ошибка	U_{oy}			Скорость	Разрешение	$U_{вх}$	Общий
U_3	$U_{ист.}$	$U_{оп}$		Ускорение	Реверс	$U_{вых}$	Общий
9							16

Рисунок 3.2 – Внешний вид разъёма ХР1.

4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Основные электрические параметры и предельно-допустимые электрические параметры модулей МУАДМ при температуре 25⁰С представлены в таб.4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры цепей управления

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры питания					
Напряжение питания (питание от силовой цепи)	В	40		60	Модули 1 кл.
		40		160	Модули 2 кл.
		40		350	Модули 6 кл.
Ток потребления	мА			40	Питание от силовой цепи $U_{п}=350 В$
Напряжение питания	В	15		20	Внешнее питание
Ток потребления	мА		200	250	Внешнее питание без нагрузки
Входные параметры					
Ток потребления по входам	мА			1	
Диапазон напряжений управления	В	-0,3		5,2	
Входное напряжение низкого уровня	В	-0,3		0,5	Для логических входов
Входное напряжение высокого уровня	В	2,4		5,2	Для логических входов
Напряжение, соответствующее максимальной скорости	В		5		
Напряжение, соответствующее максимальному ускорению	В		5		
Выходные параметры					
Максимальное напряжение на выводе «Ошибка»	В			20	
Максимальный ток на выводе «Ошибка»	мА			20	
Напряжение на выводе « $U_{оп}$ »	В	4,75	5	5,25	Без нагрузки
Максимальный ток нагрузки на выводе « $U_{оп}$ »	мА			10	
Напряжение на выводе « $U_{ист}$ »	В		15	16,5	Без нагрузки
Максимальный ток нагрузки на выводе « $U_{ист}$ »	мА			50	
Выходная частота	Гц	1		128	
Ускорение разгона, торможения	Гц/сек	0,5		128	
Частота ШИМ	кГц		10		
Напряжение на выводе « $U_{оу}$ » соответствующее срабатыванию токовой защиты	В		1		

Параметры защиты					
Ток срабатывания защиты по среднему току	А		5		Модуль на ток 5 А
			10		Модуль на ток 10 А
			20		Модуль на ток 20 А
			30		Модуль на ток 30 А
			50		Модуль на ток 50 А
			70		Модуль на ток 70 А
			100		Модуль на ток 100 А
Быстродействие защиты по среднему току	мкс			100	
Ток срабатывания защиты по импульсному току	А		20		Модуль на ток 5 А
			40		Модуль на ток 10 А
			70		Модуль на ток 20 А
			120		Модуль на ток 30 А
			200		Модуль на ток 50 А
			250		Модуль на ток 70 А
			350		Модуль на ток 100 А
Быстродействие защиты по импульсному току	мкс			3	
Задержка выключения транзисторов при перегрузке по току без дополнительной ёмкости на выводе «Задержка»	с	0,5		1	
Время ожидания после срабатывания защиты	с		30		
Температура включения температурной защиты	°С	90		100	
Температура отключения температурной защиты	°С	50		60	
Быстродействие температурной защиты	мс			1	
Задержка срабатывания выхода «Ошибка»	мкс			2	

* для модулей 12 класса возможность питания схемы управления от силового напряжения отсутствует.

Таблица 4.2 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 1-го класса (МУАДМ-хх-1-хх)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение сток-исток	В			100	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	В			60	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			12	Модуль на ток 5 А
				23	Модуль на ток 10 А
				30	Модуль на ток 20 А
				40	Модуль на ток 30 А
				68	Модуль на ток 50 А
				97	Модуль на ток 70 А
				107	Модуль на ток 100 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			60	Модуль на ток 5 А
				110	Модуль на ток 10 А
				140	Модуль на ток 20 А
				230	Модуль на ток 30 А
				380	Модуль на ток 50 А
				550	Модуль на ток 70 А
				600	Модуль на ток 100 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			5,5	Модуль на ток 5 А
				11	Модуль на ток 10 А
				36	Модуль на ток 20 А
				52	Модуль на ток 30 А
				75	Модуль на ток 50 А
				105	Модуль на ток 70 А
				200	Модуль на ток 100 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции выводы модуля – основание корпуса	В	1000			DC, 1мин

Таблица 4.3 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 2-го класса (МУАДМ -xx-2-xx)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение сток-исток	В			200	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	В			160	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			11	Модуль на ток 5 А
				17	Модуль на ток 10 А
				32	Модуль на ток 20 А
				44	Модуль на ток 30 А
				66	Модуль на ток 50 А
				76	Модуль на ток 70 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			70	Модуль на ток 5 А
				90	Модуль на ток 10 А
				180	Модуль на ток 20 А
				260	Модуль на ток 30 А
				380	Модуль на ток 50 А
				420	Модуль на ток 70 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			10	Модуль на ток 5 А
				25	Модуль на ток 10 А
				55	Модуль на ток 20 А
				55	Модуль на ток 30 А
				125	Модуль на ток 50 А
				270	Модуль на ток 70 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции выводы модуля – основание корпуса	В	2000			DC, 1мин

Таблица 4.4 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 6-го класса (МУАДМ -хх-6-хх)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение коллектор-эмиттер	В			600	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	В			400	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			11	Модуль на ток 5 А
				16	Модуль на ток 10 А
				30	Модуль на ток 20 А
				60	Модуль на ток 30 А
				60	Модуль на ток 50 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			35	Модуль на ток 5 А
				60	Модуль на ток 10 А
				105	Модуль на ток 20 А
				240	Модуль на ток 30 А
				240	Модуль на ток 50 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			20	Модуль на ток 5 А
				45	Модуль на ток 10 А
				80	Модуль на ток 20 А
				90	Модуль на ток 30 А
				280	Модуль на ток 50 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции выводы модуля – основание корпуса	В	4000			DC, 1мин

Таблица 4.5 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 12-го класса (МУАДМ -xx-12-xx)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение коллектор-эмиттер	В			1200	
Максимальное напряжение звена постоянного тока	В			700	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			10	Модуль на ток 5 А
				15	Модуль на ток 10 А
				24	Модуль на ток 20 А
				60	Модуль на ток 30 А
				60	Модуль на ток 50 А
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			40	Модуль на ток 5 А
				60	Модуль на ток 10 А
				90	Модуль на ток 20 А
				240	Модуль на ток 30 А
				240	Модуль на ток 50 А
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			25	Модуль на ток 5 А
				65	Модуль на ток 10 А
				160	Модуль на ток 20 А
				90	Модуль на ток 30 А
				280	Модуль на ток 50 А
Ток утечки закрытого транзистора силовой цепи	мкА			100	
Параметры изоляции					
Напряжение изоляции выводы модуля – основание корпуса	В	4000			DC, 1мин

5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

В зависимости от типа управления модуля рекомендуются следующие схемы включения (рис.5.1 – 5.3).

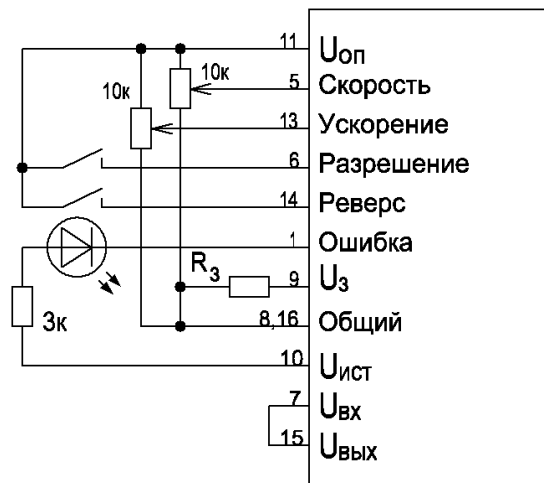


Рисунок 5.1 – Схема включения цепей управления МУАДМ «А»

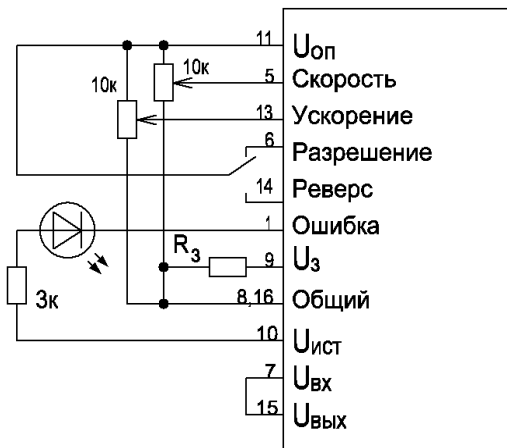


Рисунок 5.2 – Схема включения цепей управления МУАДМ «Б»

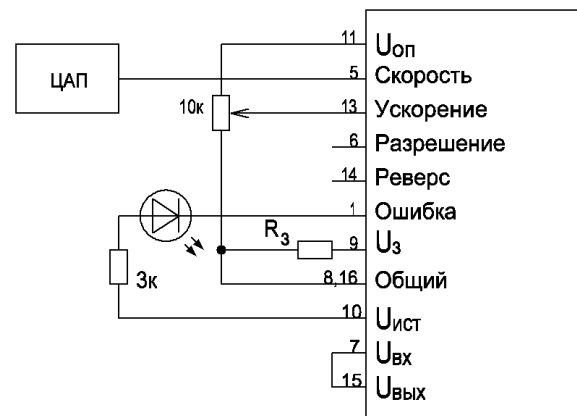


Рисунок 5.3 – Схема включения цепей управления МУАДМ «В»

На рис.5.2 приведена схема включения модуля с вариантом управления «Б» с общим переключателем на «Реверс» и «Разрешение». Запрет работы модуля будет только в случае размыкания ключа с обоими контактами.

Допускается вместо ключей использовать логическое управление ТТЛ-уровня.

Управление двигателем посредством МУАДМ осуществляется с помощью следующих выводов.

«Разрешение». Прямой цифровой вход. Разрешению работе МУАДМ соответствует «лог.1» ТТЛ-уровня; запрет – «лог.0». При этом запуск МУАДМ осуществляется по переднему фронту сигнала управления. Если на выводе «Разрешение» всегда присутствует «лог.1», то с подачей питания МУАДМ не запустится; будет необходимо сначала снять разрешение и затем включить модуль.

В случае если требуется автоматическое включение МУАДМ после подачи питания в силовую цепь, то рекомендуются следующие схемы подключения МУАДМ (рисунок 5.4).

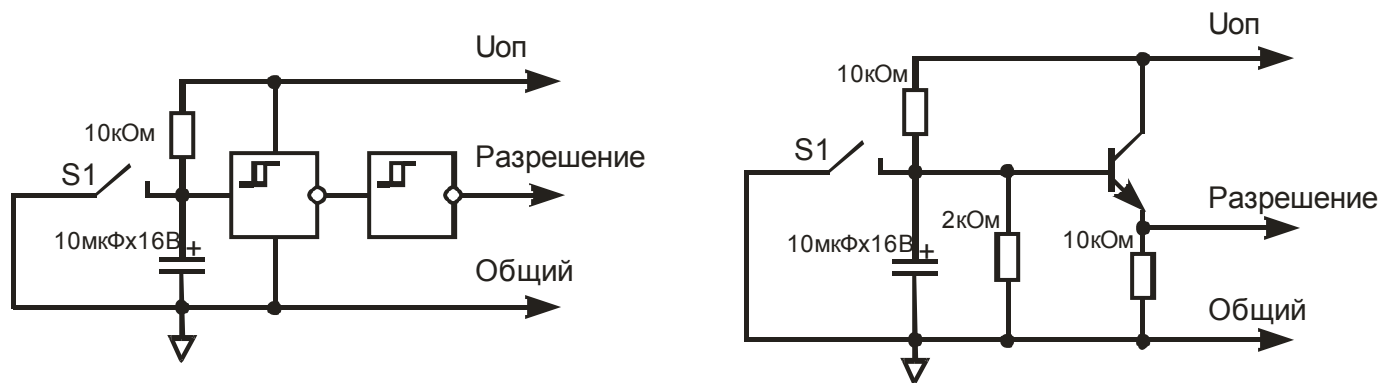


Рисунок 5.4 – Схема подключения МУАДМ с автоматическим запуском после подачи питания.

Ключ S1 необходим для того, чтобы можно было отключить МУАДМ без снятия питания; его установка рекомендуется, в частности, в целях безопасности.

«Реверс». Цифровой вход ТТЛ-уровня. Направление вращения вала двигателя зависит от порядка подключения его фаз. Допускается смена направления вращения вала двигателя без его предварительного останова, т.к. внутренняя схема управления автоматически обеспечивает плавный останов (длительность останова и разгона регулируется напряжением на входе «Ускорение») регулированием ШИМа при смене логических состояний на выводе «Реверс».

Диаграммы, поясняющие работу МУАДМ и управляемого им двигателя в зависимости от управляющих сигналов на выводах «Разрешение» и «Реверс», приведены на рис.5.5 и 5.6.

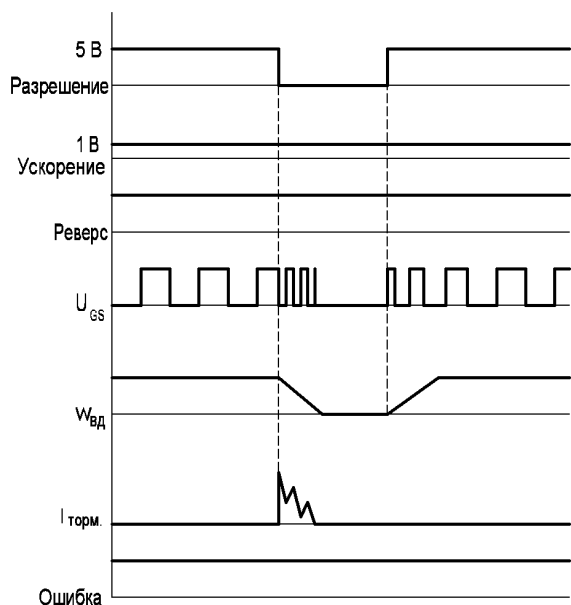


Рисунок 5.5 – Управление модулем с помощью вывода «Разрешение»

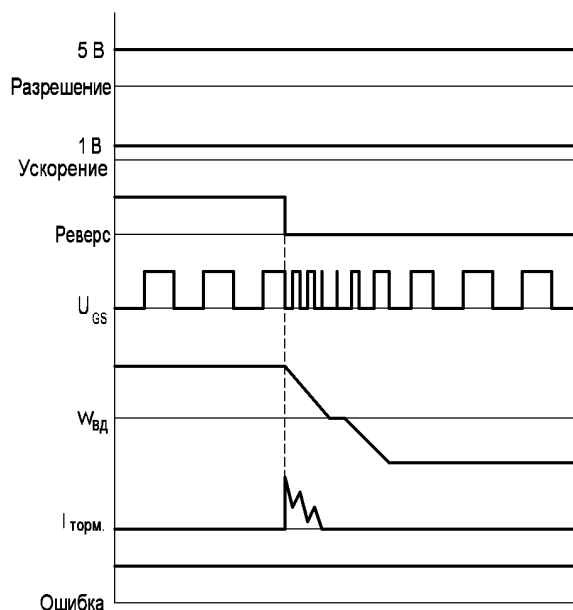


Рисунок 5.6 – Управление модулем с помощью вывода «Реверс»

Здесь $W_{вд}$ – частота вращения вала двигателя, U_{GS} – сигналы управления на затворах силовых транзисторов, $I_{торм}$ – ток, протекающий через тормозной резистор.

«Скорость». Аналоговый вход задания скорости вращения вала двигателя. Максимальной частоте вращения соответствует +5 В, останову соответствует 0 В, что эквивалентно частоте 1...128 Гц. Обращаем Ваше внимание на то, что при напряжении менее 0,5 В вал двигателя может не вращаться, что обусловлено слишком низкой частотой, на которой, в силу конструктивных особенностей, асинхронный двигатель работать не может. Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на входе «Скорость» представлена на рис.5.7 и рис.5.8 (для варианта управления «В»).

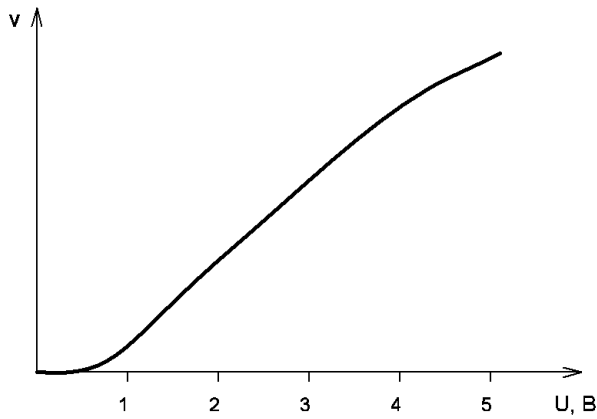


Рисунок 5.7 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость»

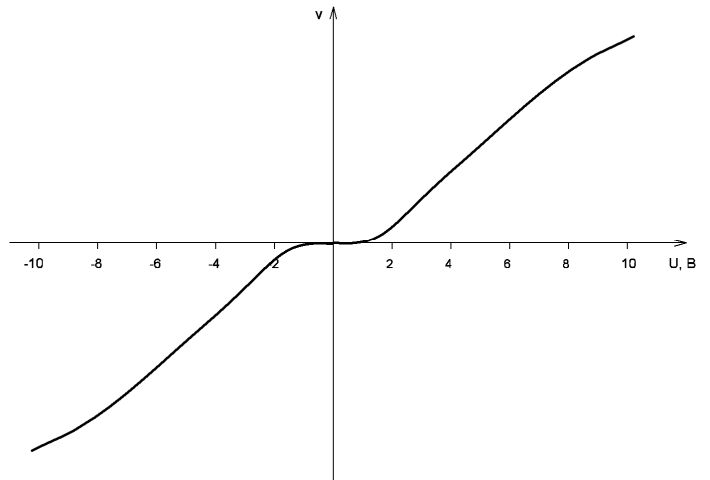


Рисунок 5.8 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» для варианта управления «В»

Если требуется постоянная частота вращения вала двигателя, то рекомендуется к выводу «Скорость» подключить резистивный делитель относительно «Uоп» и «Общий».

При запуске двигателя следует учитывать, что если на выводе «Скорость» будет 0В, то двигатель не запустится. Допускается запуск двигателя при изначальном задании максимальной скорости вращения вала двигателя; в таком случае скорость запуска рекомендуется регулировать напряжением на выводе «Ускорение».

Для варианта «В» управление двигателем осуществляется только по выводам «Скорость» и «Ускорение»; выходы «Реверс» и «Разрешение» не задействованы. При этом направление вращением двигателя выбирается исходя из полярности сигнала на выводе «Скорость», запрету соответствует управляющее напряжение $-0,5...+0,5$ В, скорость вращения регулируется уровнем напряжения. Диаграмма, поясняющая работу модуля с вариантом управления «В» представлена на рис.5.9.

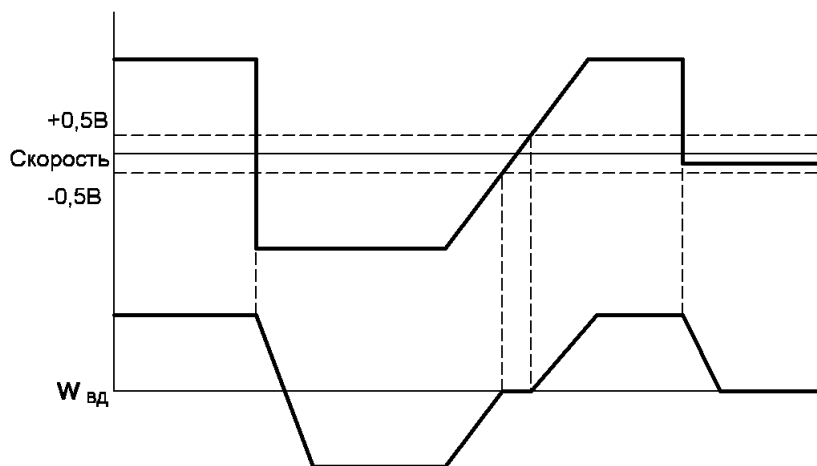


Рисунок 5.9 – Управления модулем с вариантом «В»

При включении модуля с вариантом управления «В» следует учитывать, что для запуска схемы управления необходим переход по входу «Скорость» из состояния запрета ($-0,5...+0,5$ В) в состояние разрешения любой полярности, в противном случае двигатель не запустится.

«Ускорение». Аналоговый вход задания скорости запуска и останова двигателя с задающим напряжением $0...+5$ В. При этом длительность запуска двигателя всегда будет равна длительности его останова, если на то не влияет нагрузка на валу двигателя.

Если двигатель будет запускаться в одних и тех же условиях, то рекомендуется к выводу «Ускорение» подключить резистивный делитель относительно «Uоп» и «Общий» (так же, как и для вывода «Скорость»).

Если на выводе «Ускорение» будет 0 В, двигатель не запустится.

При выборе длительности запуска двигателя следует учитывать характер нагрузки. Не рекомендуется для случаев, когда двигатель с момента запуска работает на максимальную (или приближенную к максимальной) нагрузку выставлять высокое ускорение, т.к. в таком случае двигатель может не запуститься (будет срабатывать токовая защита ввиду большого пускового тока).

Если требуется быстрый запуск двигателя при большой нагрузке, то целесообразно к выводу «Задержка» подключить конденсатор необходимой ёмкости (подробнее о выборе ниже). Таким образом, МУАДМ будет разрешать работать двигателю с перегрузкой определенное (заданное) время; МУАДМ не будет выключаться (на 30 с) по кратковременным броскам пускового тока. Однако следует учитывать, что такой запуск является более жёстким в сравнении с плавным ускорением, что может отрицательно сказаться на характере разгона вала двигателя и может привести к недопустимой перегрузке его обмоток.

На рис.5.10 и 5.11 приведены диаграммы, поясняющие запуск двигателя в зависимости от величин напряжений на выводах «Скорость» и «Ускорение».

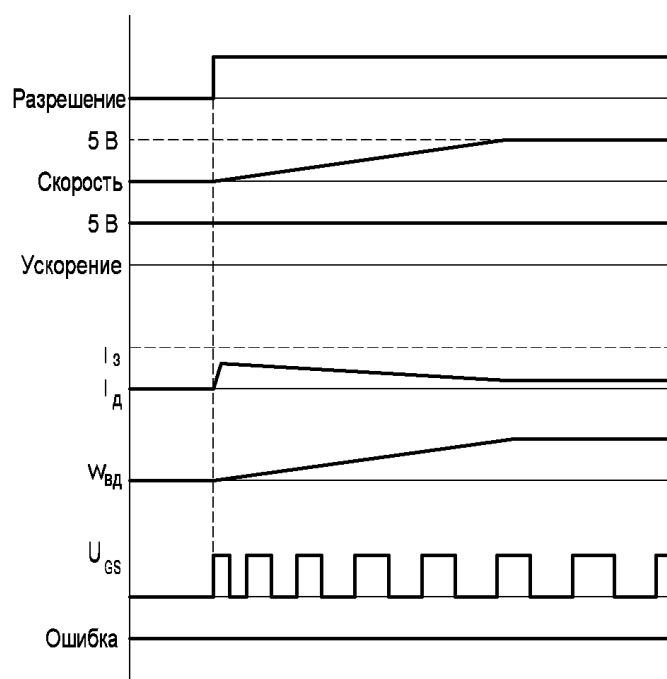
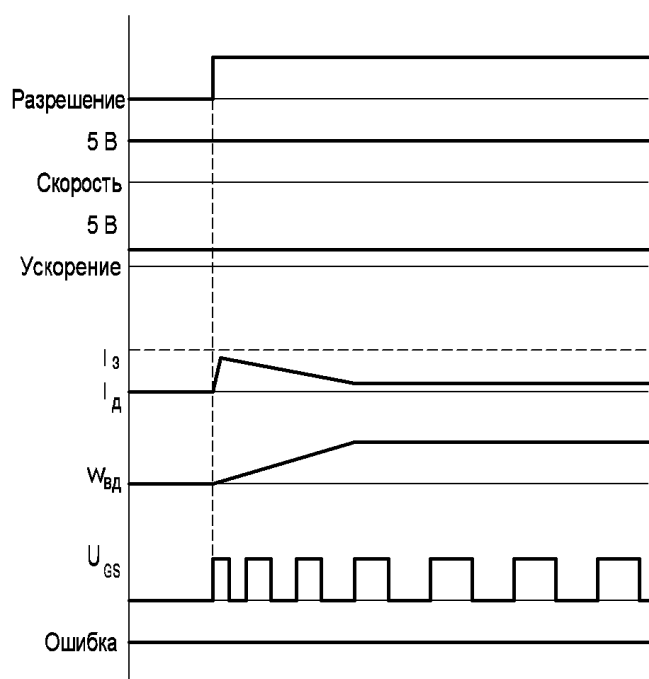


Рисунок 5.10 – Запуск двигателя с выставленным ускорением

Рисунок 5.11 – Запуск двигателя изменением скорости вращения вала двигателя

Здесь I_z – выставленный порог срабатывания токовой защиты, I_d – ток протекающий через обмотки двигателя.

«Задержка». Вывод настройки длительности разрешения работы двигателя с перегрузкой по току. При срабатывании токовой защиты МУАДМ работает 0,5...1 с. (изначальная настройка) в режиме ограничения тока двигателя, после чего схема управления закрывает силовые ключи на 30 с; затем вновь следует пачка импульсов перезапуска длительностью 1 с. и если перегрузка устранена двигатель запускается в стандартном режиме; если перегрузка не устранена, то схема управления снова блокирует силовые ключи на 30 с (смотри диаграмму на рисунке 5.12).

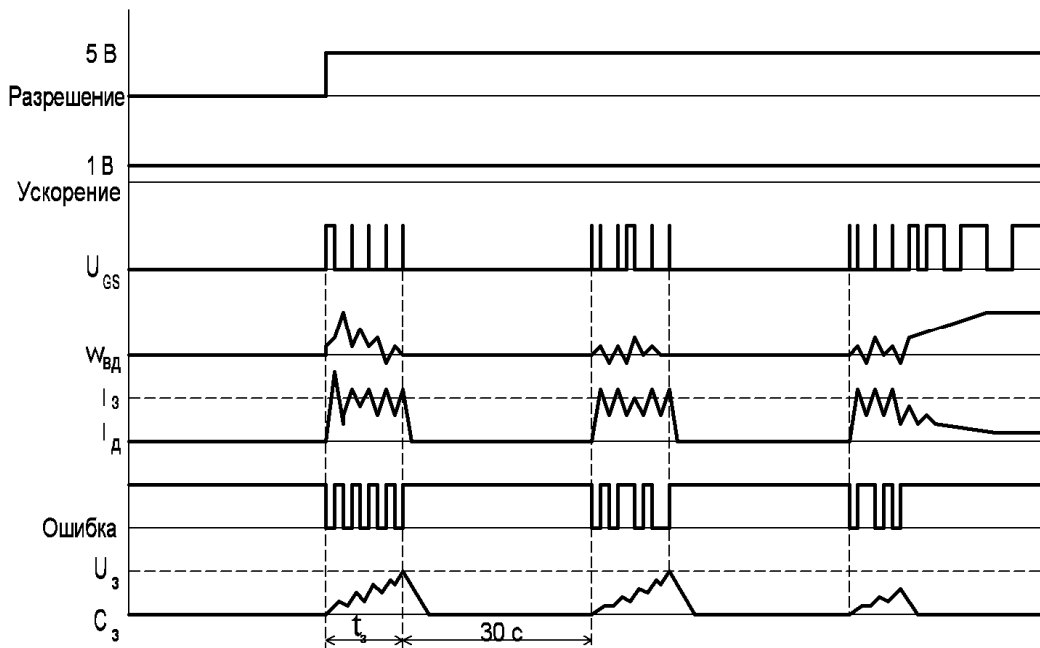


Рисунок 5.12 – Диаграмма работы модуля в режиме перегрузки по току

Путём подключения конденсатора (ёмкостью 1...10 мкФ, что эквивалентно разрешению работы 1...4 с) к выводу «Задержка» можно продлить длительность ограничения тока двигателя после срабатывания токовой защиты.

Продлить время перезапуска следует в тех случаях, если необходим быстрый запуск двигателя на грани срабатывания токовой защиты по пусковому току, если предусматривается резкое изменение нагрузки на двигатель в процессе его работы и т.п. Не рекомендуется настраивать время перезапуска более нескольких секунд, т.к. в таком случае возможен некорректный запуск, обусловленный конструктивными особенностями асинхронных двигателей. Помимо этого, при постоянном возникновении ошибки и её снятии ёмкость подстройки задержки может не заряжаться до порогового уровня и режим перезапуска может продлиться неопределённое время (см. рис.5.13).

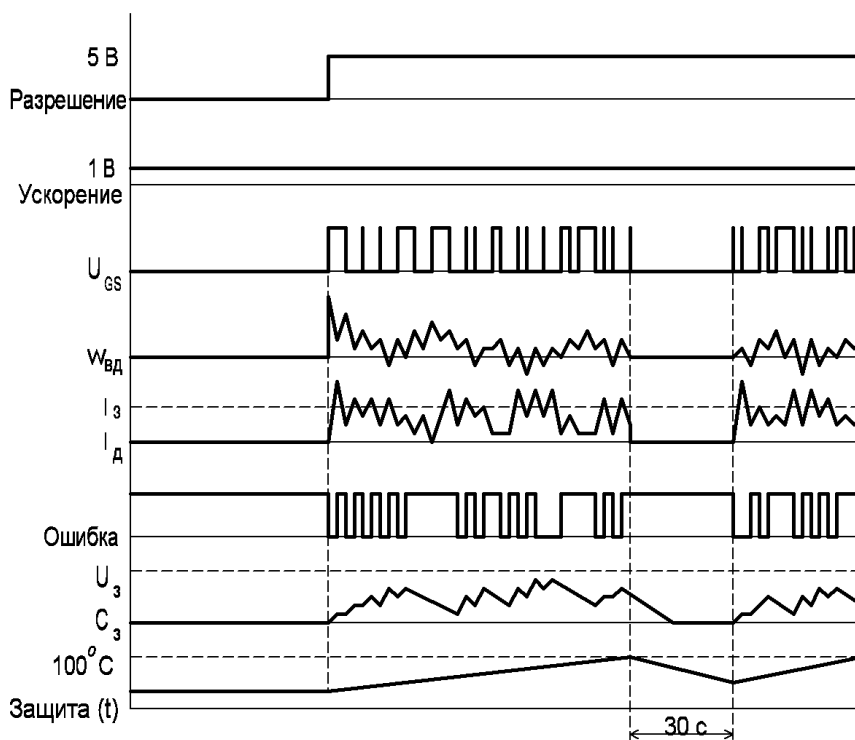


Рисунок 5.13 – Диаграмма работы МУАДМ с избыточной ёмкостью на выводе «Задержка»

При соединении выводов «Задержка» и «Общий» модуль не будет выдерживать паузу в 30 с при срабатывании токовой защиты и будет работать в режиме ограничения тока двигателя вплоть до устранения перегрузки. Однако закорачивать выводы рекомендуется только при использовании дополнительных защит (в частности, от перегрева двигателя). На рис.5.14 и 5.15 показан запуск двигателя без дополнительной ёмкости и с ёмкостью, подключённой к выводу «Задержка». В то же время следует помнить, что разгон двигателя на перезапуске является жёстким вариантом разгона и использовать его следует только в случае крайней необходимости.

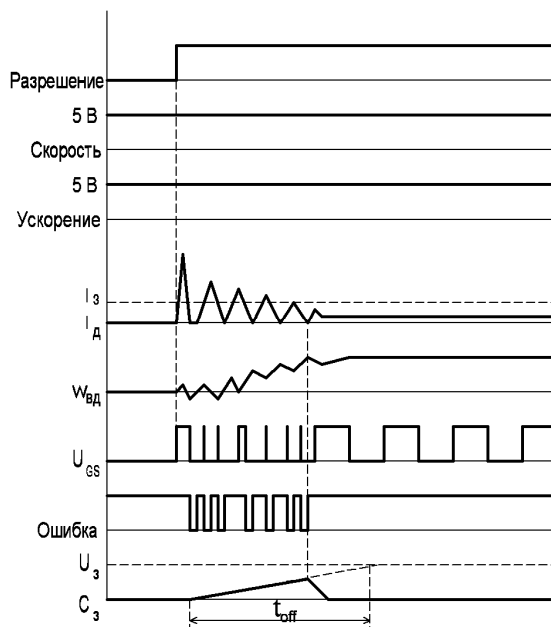
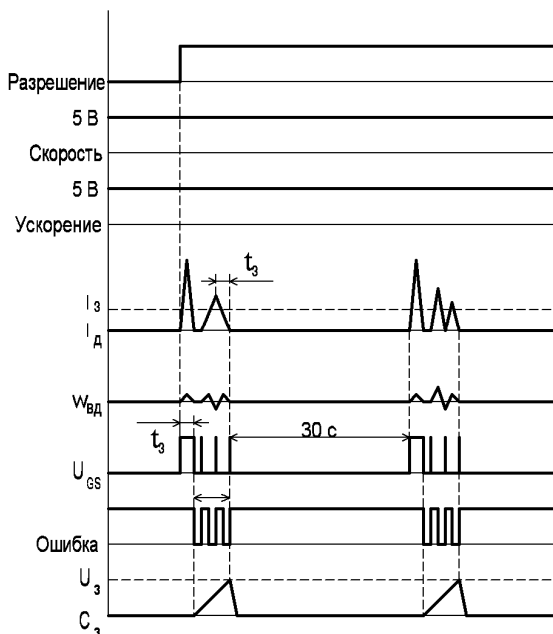


Рисунок 5.14 – Запуск двигателя без ёмкости на выводе «Задержка»

Рисунок 5.15 – Запуск двигателя с подключенной ёмкостью по выводу «Задержка»

« U_3 ». Вывод задания порога срабатывания токовой защиты. При незадействованном выводе « U_3 » защита будет срабатывать на максимально допустимом токе модуля; при соединении выводов « U_3 » и «Общий» защита будет срабатывать на уровне 10...20% от максимального тока. Для задания порога срабатывания защиты необходимо подключить между выводом « U_3 » и выводом «Общий» резистор, номинал которого следует выбирать из следующего графика (рис.5.16).

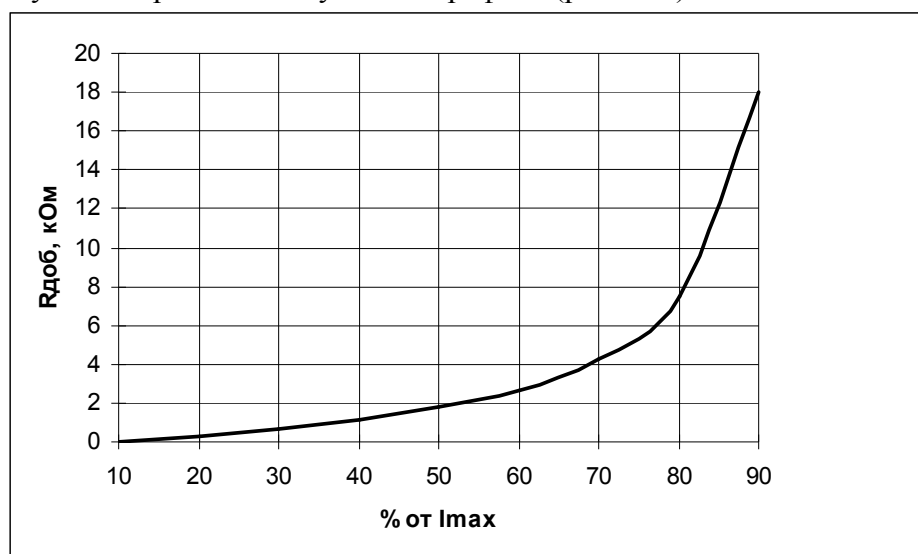


Рисунок 5.16 - Зависимость тока срабатывания защиты от величины добавочного резистора.

Таким образом, если, к примеру, для МУАДМ на 10 А к выводу « U_3 » подключить резистор 2,7 кОм, то защита будет срабатывать на токе равном 6 А. Для удобства расчёта ниже приведена таблица 5.1 процентного соотношения настраиваемого тока защиты от максимального тока защиты.

Таблица 5.1 - Процентное соотношение возможного тока защиты от максимального тока защиты

%	Максимальный ток, указанный в названии изделия, А				
	5	10	20	30	50
20	1	2	4	6	10
40	2	4	8	12	20
60	3	6	12	18	30
80	4	8	16	24	40
100	5	10	20	30	50

«**Ошибка**». Выход сигнализирующий о возникновении аварийной ситуации, представляющий собой открытый коллектор транзистора схем защиты. Диаграммы, поясняющие работу данного выхода, представлены на предыдущих рисунках.

«**U_{oy}**». Выход усилителя тока шунта (тока двигателя). Максимальному току модуля соответствует 1 В на выходе усилителя независимо от паспортной величины поддерживаемого модулем тока. Зависимость напряжения на выводе «U_{oy}» от тока двигателя линейная.

«**U_{ист}**». Вывод источника постоянного напряжения +15 В с ограничением по току на уровне 50 мА. При подключении внешних цепей рекомендуется запитывать их от данного вывода, т.к. даже в случае короткого замыкания или перегрузки модуль не выйдет из строя.

«**U_{оп}**». Выход источника опорного напряжения (5В±5%) с максимальным выходным током 10 мА. При подключении данного вывода следует соблюдать осторожность, во избежание перегрузки или короткого замыкания, т.к. в таком случае модуль может выйти из строя.

«**U_{вх}**». Вход внутреннего стабилизатора питания +15 В и +5 В, необходимых для работы схем управления и защиты. Для корректной работы модуля напряжение по данному входу должно составлять +16...20 В; ток потребления не более 200 мА без внешней нагрузки.

«**U_{вых}**». Выход внутреннего DC/DC – преобразователя, предназначенного для преобразования напряжения силовой цепи 40...350В в стабилизированное напряжение +18 В с нагрузочной способностью до 250 мА. В случае, если модуль запитывается от внешнего источника напряжения, подключённого к выводу «U_{вх}», данный вывод следует оставить незадействованным.

Внешнее питание рекомендуется использовать при рабочем напряжении силовой цепи не менее 40 В (т.к. при меньшем напряжении DC/DC – преобразователь не запустится) и не более 350 В (преобразователь может выйти из строя); т.е. при осуществлении силового питания от трехфазной сети 380 В питание модуля обязательно должно осуществляться от внешнего источника т.к. на модулях 12 класса DC/DC преобразователь не установлен. Очередность подачи силового и управляющего напряжения значения не имеет.

Допускается питание модуля от силового напряжения с установкой стабилизатора на 16...20 В. Если предусматривается питание модуля непосредственно от силового напряжения через внутренний DC/DC – преобразователь, то выводы «U_{вх}» и «U_{вых}» следует соединить.

Особенности работы защит модуля.

МУАДМ имеет четыре защиты: защита по среднему току, защита по импульсному току, защита по температуре и защита от одновременного включения верхнего и нижнего транзисторов одной фазы.

Защита по среднему току ограничивает средний ток протекающий через обмотки двигателя. Быстродействие данной защиты – не более 20 мкс. Данная защита ограничивает ток на максимальном (если не установлен резистор на выводе «U₃») для данного модуля уровне. В названии модуля указан именно ток срабатывания защиты по среднему току, однако ток ограничения в действительности меньше, чем ток срабатывания защиты, что обусловлено непостоянством тока протекающего через обмотки двигателя; защита срабатывает по всплескам тока длительностью более 20 мкс. Ток ограничения так же зависит от скорости вращения двигателя и от характера перегрузки (по одной фазе, по двум или по трём). Чем ниже скорость и чем меньше фаз перегружено, тем более низкий ток будет ограничивать модуль, т.к. при той же амплитуде импульсного тока скважность данных импульсов меняется, что проявляется в изменении среднего тока двигателя.

Защита по среднему току разрешает ограничение тока двигателя в течении 0,5...1 с, при неустановленной ёмкости на выводе «Задержка», после чего (если токовая перегрузка не пропала) схема защиты отключает транзисторы инвертора на 30 с, при этом транзистор на выходе «Ошибка» будет закрыт. Защита на 30 с сбрасывается только снятием напряжения питания и не сбрасывается перезапуском модуля.

Работа защиты по среднему току пояснена на рис.5.17.

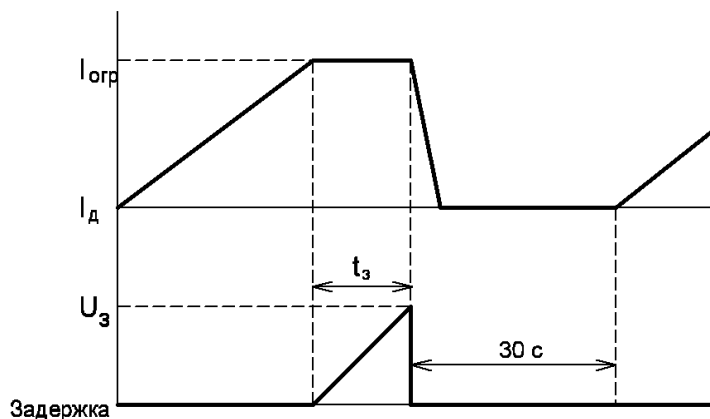


Рисунок 5.17 – Работа модуля в режиме перегрузки по току

Если необходима проверка работы защиты по среднему току, рекомендуется соединить между собой все три фазы модуля, выставить максимальную скорость и соединить выходы «Защита» и «Общий». В таком случае ток должен ограничиваться на уровне 70...80% от номинального тока модуля. Следует учитывать, что при проведении данного испытания модуль необходимо либо установить на охладитель, либо проводить испытание не более 10 с., либо не поднимать ток выше +50% от начала ограничения.

Защита по импульсному току выключает силовые транзисторы модуля при высоком импульсном токе двигателя. Быстродействие данной защиты – не более 2 мкс с током срабатывания в 3...4 раза превышающем ток срабатывания защиты по среднему току. При штатной работе двигателя данная защита будет срабатывать только при разгоне и торможении на высоком ускорении, ограничивая пусковой и тормозной токи. Как и в случае с защитой по среднему току на выходе «Ошибка» будет появляться сигнал соответствующий срабатыванию данной защиты. В отличии от защиты по среднему току, порог срабатывания защиты по импульсному току не регулируется.

Защита по температуре отключает силовые транзисторы модуля при достижении температуры корпуса 90...100⁰С и включает при температуре 50...60⁰С, обеспечивая гистерезис 30...40⁰С. Во время срабатывания температурной защиты транзистор на выходе «Ошибка» будет открыт вплоть до снижения температуры корпуса модуля до 50...60⁰С, после чего двигатель запустится на плавном разгоне в соответствии с выставленным ускорением (см. рис.5.18).

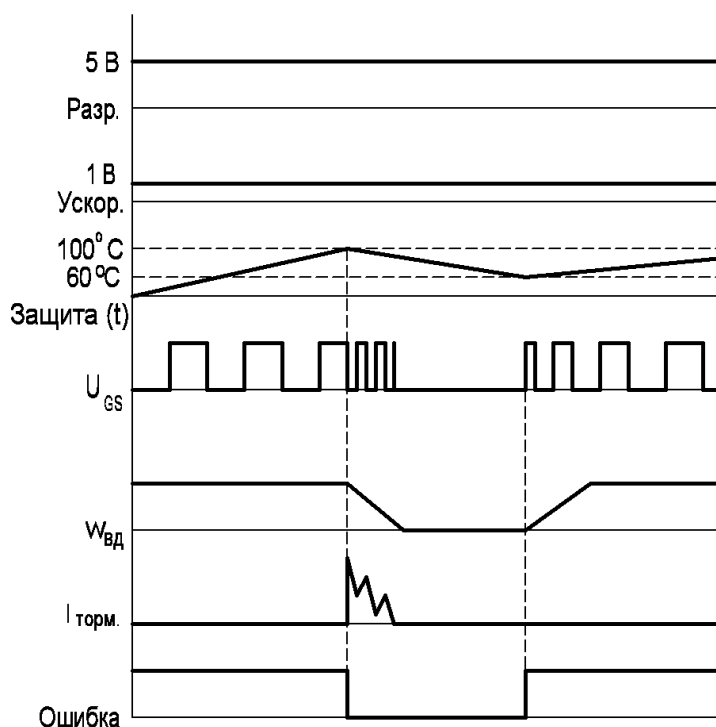


Рисунок 5.18 – Работа модуля при перегреве

При срабатывании температурной защиты выключение питания не сбрасывает защиту; модуль запустится только после снижения температуры корпуса до допустимого уровня.

Защита от одновременного включения верхнего и нижнего плеча одной фазы с блокировкой на переключение длительностью 5 мкс исключает выход из строя модуля по сквозным токам. В том числе, при неисправности схемы управления силовые транзисторы из строя не выйдут.

6 СИЛОВЫЕ ВЫХОДЫ

В зависимости от типа силовой сборки модуля рекомендуются следующие схемы подключения силовых цепей (рис 6.1 – 6.4).

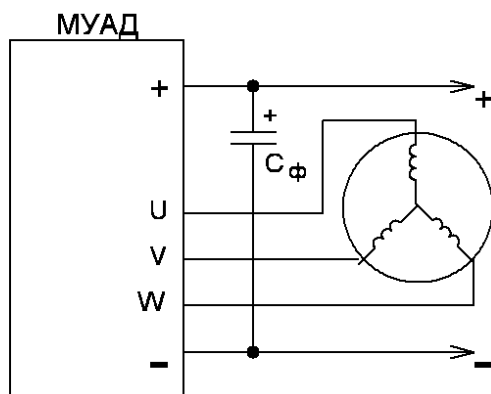


Рисунок 6.1 – Схема подключения МУАДМ с типом силовой сборки «4»

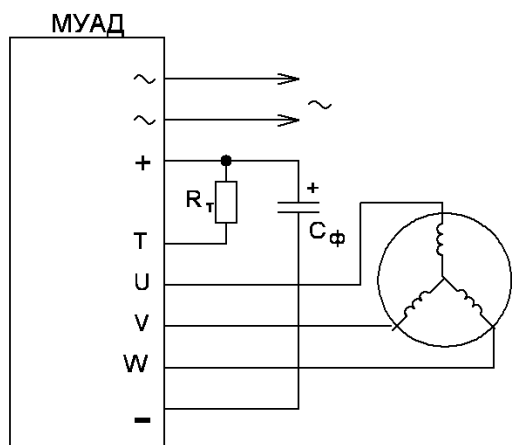


Рисунок 6.2 – Схема подключения МУАДМ с типом силовой сборки «1»

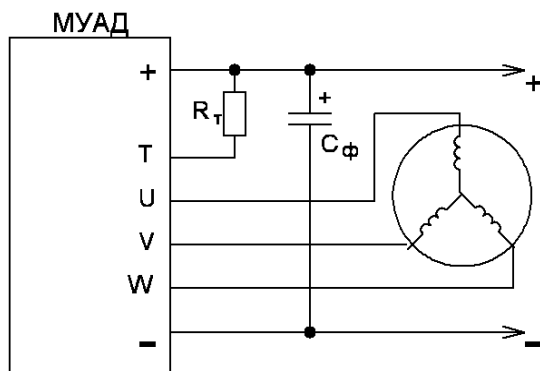


Рисунок 6.3 – Схема подключения МУАДМ с типом силовой сборки «2»

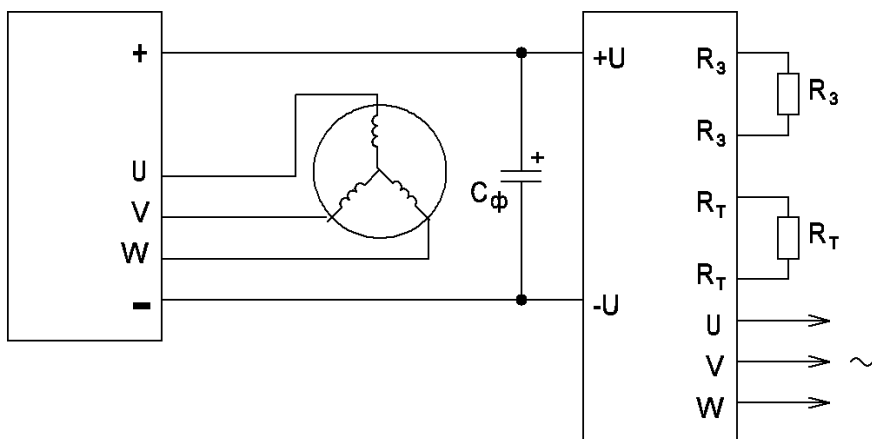


Рисунок 6.4 – Схема подключения МУАДМ с типом силовой сборки «4» вместе с МККН

МККН (модуль контроля коммутируемого напряжения, см. паспорт МККН) с выпрямительным мостом обеспечивает плавный заряд ёмкости C_{ϕ} и обеспечивает безопасное торможение, тем самым позволяя избавиться от дополнительных выпрямительных мостов, схем ограничения тока заряда ёмкости, схем торможения и схем контроля напряжения. Использовать МККН в составе с МУАДМ рекомендуется для всех модулей МУАДМ на питание 380 В и на токи свыше 20 А.

Между выводами «+» и «-» модуля включены фильтрующий конденсатор и ограничитель напряжения мощностью 1,5 Вт. В таб. 6.1 приведены максимально-допустимое напряжение конденсатора и напряжения пробоя ограничителя в зависимости от класса модуля.

Таблица 6.1 – Параметры конденсатора и ограничителя силовой цепи

Класс модуля	Максимально-допустимое напряжение конденсатора, В	Напряжения пробоя ограничителя, В
1	250	80
2	250	165
6	700	450
12	700	800

Среднее напряжение силовой цепи модуля не должно превышать наименьшего значения из указанных в таблице, в противном случае модуль может выйти из строя.

Ниже приведено описание силовых выводов модуля.

«U», «V», «W». Выводы подключения фаз двигателя. Порядок подключения фаз значения не имеет. Ниже приведена таблице 6.2, в которой указаны максимальные мощности двигателей, поддерживаемые модулями МУАДМ.

Таблица 6.2 – Максимально допустимый ток модуля и мощности асинхронного двигателя для обмоток соединённых треугольником и звездой

Прибор, МУАДМ	Максимальная средняя мощность, поддерживаемая модулем, кВт	Максимальная мощность двигателя по P_{cp} в соотв. с ГОСТ 12139-84, кВт	Максимальная пусковая мощность, поддерживаемая модулем, кВт	Максимальная мощность двигателя по P_n в соотв. с ГОСТ 12139-84, кВт
Выпрямленные 36 В				
-5-1	0,13	0,12	0,37	0,37
-10-1	0,27	0,25	0,68	0,55
-20-1	0,56	0,55	0,87	0,75
-30-1	0,81	0,75	1,2	1,1
-50-1	1,35	1,1	2,2	2,2
-70-1	1,9	1,8	3,1	3,0
-100-1	2,7	2,2	3,1	3,0
Выпрямленные 110 В				
-5-2	0,41	0,37	1,1	1,1
-10-2	0,82	0,75	1,6	1,5
-20-2	1,6	1,5	2,7	2,2
-30-2	2,5	2,2	4,0	4,0
-50-2	4,1	4,0	6,0	5,5
-70-2	5,8	5,5	6,0	5,5
Выпрямленные 220 В				
-5-6	0,82	0,75	2,2	2,2
-10-6	1,6	1,5	4,1	4,0
-20-6	3,3	3,0	5,6	5,5
-30-6	4,9	4,0	9,6	9
-50-6	8,3	7,5	9,6	9

Продолжение таблицы 6.2

Прибор, МУАДМ	Максимальная средняя мощность, поддерживаемая модулем, кВт	Максимальная мощность двигателя по P_{cp} в соотв. с ГОСТ 12139-84, кВт	Максимальная пусковая мощность, поддерживаемая модулем, кВт	Максимальная мощность двигателя по P_n в соотв. с ГОСТ 12139-84, кВт
Выпрямленные 380 В				
-5-12	1,5	1,5	4,1	4,0
-10-12	3,0	3,0	5,8	5,5
-20-12	5,7	5,5	9,2	9,0
-30-12	9,0	9,0	15,2	15
-50-12	15,2	15	15,2	15

МУАДМ различных типов могут обеспечивать корректную работу и защиту двигателей мощностью указанной в таб.6.1. При этом значения указанные в столбце 3 (максимальная мощность двигателя по P_{cp}) действительны в том случае, если двигатель работает на свою полную мощность. Допускается установка двигателей с большей номинальной мощностью, если мощность на валу двигателя не будет превышать максимальную среднюю мощность поддерживаемую модулем (столбец 2). Однако, независимо от развиваемой двигателем мощности его номинальная мощность не должна превышать указанную в столбце 5, в противном случае модуль может выйти из строя по пусковому току (P_n).

Например, двигатель мощностью 3 кВт, питание от однофазной сети 220 В, соединение обмоток треугольником. Двигатель развивает мощность на нагрузке соответствующую половине максимальной (1,5 кВт). Следовательно, необязательно ставить модуль МУАДМ-50-6; допустимо использование модуля МУАДМ-20-6, т.к. он обеспечивает нагрузку 1,5 кВт и позволяет запускать двигатели с номинальной мощностью до 3,0 кВт. В то же время, если мощность на валу (для того же двигателя на 3 кВт) равна 0,8 кВт, то модуль МУАДМ-10-6 использовать нельзя, хотя он и обеспечивает работу на нагрузке до 0,95 кВт, но при запуске двигателя максимальной мощностью свыше 2,2 кВт он может выйти из строя.

Таким образом, при выборе модуля следует ориентироваться не только на его номинальную мощность и средний рабочий ток двигателя, но и на его пусковой ток; при чём разница в мощностях модулей в зависимости от двигателей и их условий эксплуатации может быть значительной.

«+» и «-». Выводы подключения силового питания; от этого же питания работает схема управления, поэтому модуль не включится при напряжении питания ниже 40 В. К этим же выводам подключается ёмкость фильтра C_f (см. рис.6.1 – 6.3), необходимая для сглаживания полувольт с выпрямительного моста и для фильтрации выбросов возникающих при работе двигателя. Ёмкость C_f рекомендуется устанавливать как можно ближе к выводам модуля. Значения данной ёмкости меняются в зависимости от мощности двигателя, на который работает МУАДМ. Ниже приведена таблица минимальных и рекомендуемых значений C_f .

Таблица 6.3 - Выбор ёмкостей к двигателям различных мощностей.

Мощность двигателя, кВт	Минимальная ёмкость, мкФ	Оптимальная ёмкость, мкФ
<0,51	100	300
0,75	200	500
1,1	200	500
1,5	250	750
2,2	400	1000
3,3	700	1500
5,1	1000	2500
7,5	1500	3500
11	2000	5000
15	3000	7000

Допустимое напряжение конденсатора должен быть не менее 450 В для однофазной сети и не менее 700 В для трёхфазной. Для трёхфазной сети допускается значение ёмкости фильтрующего

нденсатора на порядок меньше указанных. Допускается с целью увеличения максимально допустимого напряжения подключать конденсаторы последовательно, с выравнивающими резисторами порядка 75 кОм мощностью не менее 1 Вт.

Ёмкость конденсатора должна составлять не менее 200 мкФ на 1 кВт мощности двигателя, оптимальная – 500 мкФ на 1 кВт мощности. Ёмкость менее 500 мкФ следует ставить только в тех случаях, когда двигатель работает на постоянную нагрузку без частых запусков и остановов. Если предполагается, что нагрузка на двигатель будет часто меняться или двигатель будет работать в нестабильных условиях, то не рекомендуется ставить конденсатор ёмкостью менее 500 мкФ на 1 кВт. Ёмкость номиналом менее 200 мкФ на 1 кВт ставить не следует, т.к. двигатель не будет развивать максимальной мощности, и МУАДМ может выключаться по провалам в питающем напряжении.

В том случае, если стабилизатор напряжения установлен до модуля, допускается устанавливать ёмкость меньше указанной в таб.6.2 (порядка сотен мкФ), однако не рекомендуется использовать МУАДМ без подключенной ёмкости C_{ϕ} .

В модулях МККН и МУАДМ с выпрямительным мостом используются различные принципы заряда конденсатора. МККН работает по петле гистерезиса, ограничивая напряжения на верхнем и нижнем пределе; МУАДМ обеспечивает плавный заряд ёмкости в течение 300 мс (тип.). Вследствие этого при быстром запуске двигателя малой мощности синхронно с подачей напряжения двигатель МУАДМ будет запускаться более плавно, что однако не указывает на неисправность модулей.

Если в составе используемого МУАДМ нет управляемого выпрямительного моста и не подключен МККН, то не рекомендуется устанавливать неуправляемый выпрямительный мост и непосредственно за ним фильтрующий конденсатор, т.к. мост и конденсатор могут выйти из строя по току зарядки ёмкости. В простейшем случае рекомендуется устанавливать токоограничивающий резистор, номинал которого следует выбирать исходя из максимально допустимого тока выпрямительного моста или стабилизатора (если таковой используется). Более сложным, но и более приемлемым, является вариант со схемой управления не допускающей перегрузок по току при заряде ёмкости.

«Т». Вывод тормозного транзистора, предназначенный для подключения тормозного резистора (см. рис.6.2 и 6.3), необходимого для уменьшения наброса напряжения во время торможения. Сопротивление резистора следует выбирать для каждого конкретного случая, исходя из условий работы и останова двигателя, однако его номинал не должен быть менее 16 Ом для МККН и не менее 20 Ом для МУАДМ. Мощность резистора также выбирается исходя из условий работы и останова двигателя, однако здесь можно привести общий и корректный расчёт мощности тормозного резистора.

Для определения мощности резистора необходимо вычислить коэффициент нагрузки (рис.6.5).

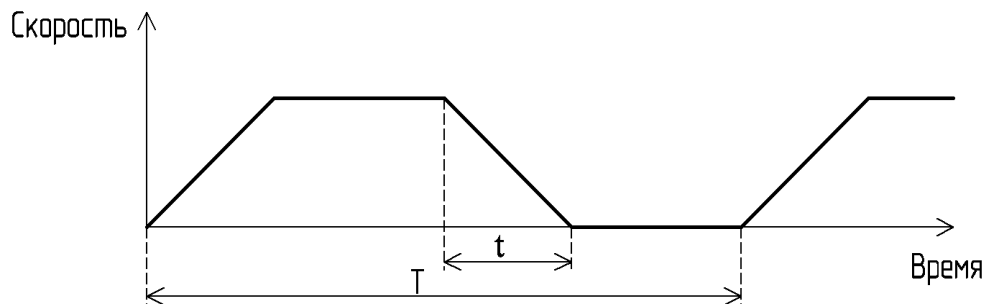


Рисунок 6.5 – Диаграмма работы двигателя.

Где t – время торможения, T - время цикла. Тогда коэффициент нагрузки (f_m) определяется как $f_m = (t/T)$. К примеру, предполагается, что двигатель будет тормозить 10 с один раз в течение 10 мин. Тогда коэффициент нагрузки для данного случая будет равен $f_m = 10/600 = 0,017$ или 1,7%.

В зависимости от тормозного момента и коэффициента нагрузки определяется поправочный коэффициент K_1 (рис.6.6).

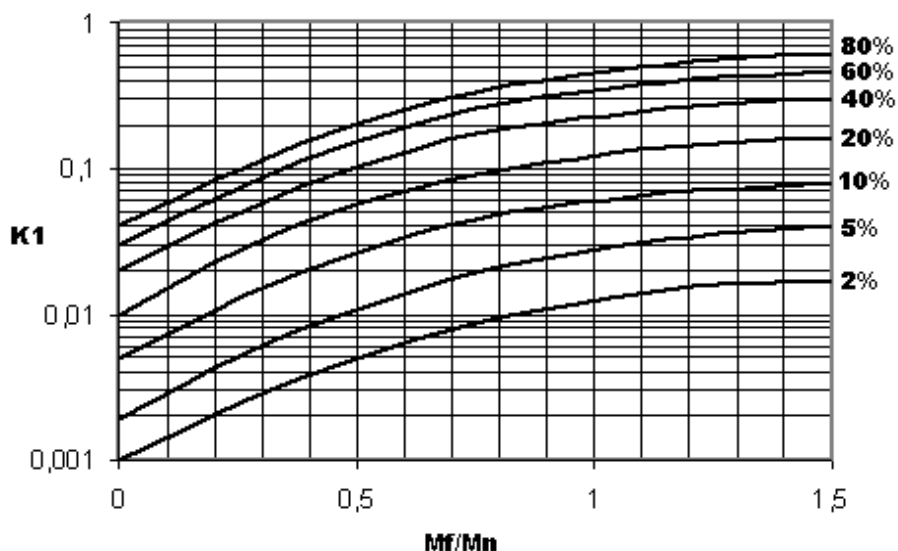


Рисунок 6.6 – Определение поправочного коэффициента K1

Где M_n – момент двигателя, M_f – тормозной момент двигателя.

Допустим, отношение тормозных моментов равно 0,5; коэффициент нагрузки был определён равным 1,6%. Для кривой соответствующей 2% (большее и ближайшее по значению) находится поправочный коэффициент $K_1=0,005$.

Не рекомендуется при значения коэффициента нагрузки значительно меньше 2% умозрительно достраивать кривую и выбирать меньший коэффициент K_1 ; значение в таком случае должно быть выбрано по кривой, соответствующей 2%.

При торможении допускается перегрузка тормозного резистора. Допустимая перегрузка определяется коэффициентом K_2 , исходя из рис.6.7.

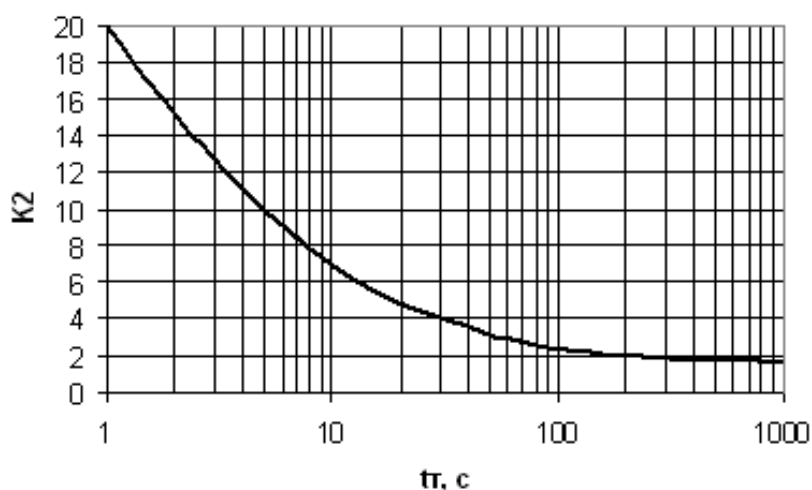


Рисунок 6.7 – Определение поправочного коэффициента K2

Ранее было предположено, что время торможения будет равно 10 с, тогда $K_2=7$.

Далее, определяется номинальная мощность тормозного резистора:
 $P_p = P_d \times \eta_d \times K_1 \times (1 + 1/(K_2 \times f_m))$, Вт.

Где P_p – мощность тормозного резистора, P_d – мощность двигателя, η_d – КПД двигателя. Допустим, мощность двигателя равна 11 кВт, а его КПД равен 0,85. Тогда для нашего примера $P_p = 11000 \times 0,85 \times 0,005 \times (1 + 1/7 \times 0,017) = 440$ Вт. Таким образом, мощность тормозного резистора для данного случая должна быть не менее 0,5 кВт.

Те же расчёты применимы и к тормозному резистору МККН в составе с МУАДМ.

Выводы подключения переменного напряжения используются только для варианта силовой сборки «1». При подключении фазировка значения не имеет.

7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Подсоединение к модулю

Силовая цепь крепится к модулю с помощью штыревых контактов или пайки (модули на ток до 10 А включительно) или с помощью винтов М5 (модули на ток свыше 20 А). Винты следует затягивать с крутящим моментом $(5\pm 0,5)$ Нм, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб, входящих в комплект поставки модуля.

Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

Сечение жил внешних проводников и кабелей должно быть не менее 5 мм^2 на токи до 10 А включительно и не менее 10 мм^2 на токи свыше 20 А.

Управляющие выводы модуля предназначены для монтажа в аппаратуре пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше 235°C . Продолжительность пайки не более 3 с.

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

Установка модуля

Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М5 или М6 с крутящим моментом $(5\pm 0,5)$ Нм, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб. В установках модуль следует располагать таким образом, чтобы предохранить его от дополнительного нагрева со стороны соседних элементов. Плоскости ребер охладителя желательно ориентировать в направлении воздушного потока.

Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость не более 2,5 мкм и допуск плоскостности – не более 30 мкм. На поверхности охладителя не должно быть заусенцев, раковин. Между модулем и охладителем не должно быть никаких посторонних частиц. Для улучшения теплового баланса установку модуля на монтажную поверхность или охладитель необходимо осуществлять с помощью теплопроводящих паст типа КПТ-8 ГОСТ 19783-74 или аналогичных по своим теплопроводящим свойствам.

При монтаже необходимо обеспечивать равномерность прижатия основания модуля к охладителю. С этой целью следует все винты закручивать равномерно в 2 – 4 приема поочередно: сначала расположенные по одной диагонали, потом по другой. При демонтаже модуля раскручивание винтов производить в обратном порядке.

Не ранее, чем через три часа после монтажа винты необходимо повернуть, соблюдая заданный крутящий момент, так как часть теплопроводящей пасты под давлением вытекает и крепление может ослабнуть.

Допускается на один охладитель устанавливать несколько модулей без дополнительных изолирующих прокладок, при условии, что напряжение между выводами разных модулей не превышает минимального значения напряжения пробоя изоляции каждого из них или при заземленном охладителе.

Ниже приведена таблица 7.1 соответствия МУАДМ, потеря мощности на нём и необходимой площади охлаждения.

Таблица 7.1 – Необходимая площадь охлаждения для МУАДМ различных типов.

Прибор, МУАД	Мощность потерь на максимальной нагрузке, не более, Вт	Площадь охлаждения без принудительного обдува, не менее, см ²
-5-1	5	150
-10-1	10	300
-20-1	35	1000
-30-1	50	1500
-50-1	75	2000
-70-1	100	3000
-100-1	200	6000
-5-2	10	300
-10-2	25	750
-20-2	50	1500
-30-2	60	2000
-50-2	130	4000
-70-2	270	8000
-5-6	20	500
-10-6	50	1500
-20-6	80	2500
-30-6	100	3000
-50-6	300	9000
-5-12	25	750
-10-12	70	2000
-20-12	150	4000
-30-12	100	3000
-50-12	300	9000

Допускается меньшая площадь охлаждения в том случае, если модуль работает на нагрузку меньше максимальной, либо если предусмотрено принудительное охлаждение. Таблица дана для модулей с типом силовой сборки «4» (только инвертор). Если в состав модуля входит тормозной транзистор (тип силовой сборки «2»), то рекомендуется увеличить площадь охлаждения на 0...20% в зависимости от того, как часто будет происходить останов двигателя. Если в состав модуля входит так же выпрямительный мост (тип силовой сборки «1»), то необходимо увеличить площадь охлаждения не менее чем на 20% от указанной в таблице 7.1.

Требования к эксплуатации

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Воздействие механических нагрузок.

Внешний воздействующий фактор	Значение внешнего воздействующего фактора
Синусоидальная вибрация: - ускорение, м/с ² (g); - частота, Гц	100 (10) 1 - 500
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	400 (40) 0,1 – 2,0
Линейное ускорение, м/с ² (g)	5000 (500)

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 40 - 45
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

Требования безопасности

1. Работа с модулем должна осуществляться только квалифицированным персоналом.
2. Не прикасаться к силовым выводам модуля при поданном напряжении питания, даже если двигатель остановлен.
3. Не подсоединять и не разъединять проводники и соединители, когда на силовые цепи модуля подано питание.
4. При проведении каких-либо операций с силовыми выводами модуля после останова двигателя убедиться в том, что конденсатор фильтра полностью разряжен.
5. Подключать щуп осциллографа только после снятия силового напряжения и разряда ёмкости фильтра.
6. Не разбирать и не переделывать модуль. При необходимости разборки обращаться к производителю.
7. Если радиатор не заземлён, не нельзя дотрагивайтесь до него, когда на модуль подано силовое питание.
8. Не касаться радиатора или разрядного сопротивления, поскольку их температура может быть значительной.
9. Если из модуля идет дым, исходит запах или ненормальные шумы, немедленно отключить электропитание и проверить правильность подключения модуля.
10. Не допускать попадания на модуль воды и других жидкостей.

Силовые цепи модуля гальванически не развязаны с цепями управления! Соблюдайте осторожность при эксплуатации!

Первый запуск модуля

1. Подключить цепи управления модуля в соответствии с рекомендуемой схемой включения.
2. Убедиться в отсутствии короткого замыкания по выводам «U_{оп}», «U_{ист}», и «+15В».
3. Выставить минимальную скорость и ускорение.
4. Подать на вывод «+» модуля напряжение не менее 35 В; убедиться, что ток потребления модулем не превышает максимального.
5. Запустить модуль и проверить наличие сигнала на всех фазах модуля; убедиться в работоспособности вывода «Разрешение» и «Скорость».
6. Подключить модуль к двигателю в соответствии с рекомендуемой схемой включения.
7. Выставить скорость на уровне 30...50% от максимальной, ускорение на уровне 10...30% от максимального.
8. Подать силовое питание и включить модуль; убедиться в работоспособности двигателя во всём диапазоне скорости и при реверсе.
9. Выставить необходимую скорость и увеличить величину ускорения; запустить двигатель. Если двигатель нормально запускается и останавливается, увеличивать величину ускорения до необходимой. Если модуль выключается на разгоне или торможении, то либо уменьшить величину ускорения, либо (если меньшее ускорение нежелательно) установить ёмкость C₃ к выводу «Задержка» в соответствии с вышеизложенными рекомендациями.
10. После отладки ускорения провести не менее четырёх запусков и остановов двигателя; контролируя температуру тормозного резистора.

8 ТРЕБОВАНИ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы модуля за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при $\gamma = 90 \%$.

Гамма-процентный срок службы модулей, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при $\gamma = 90 \%$.

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей, при $\gamma = 90 \%$ и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

9 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

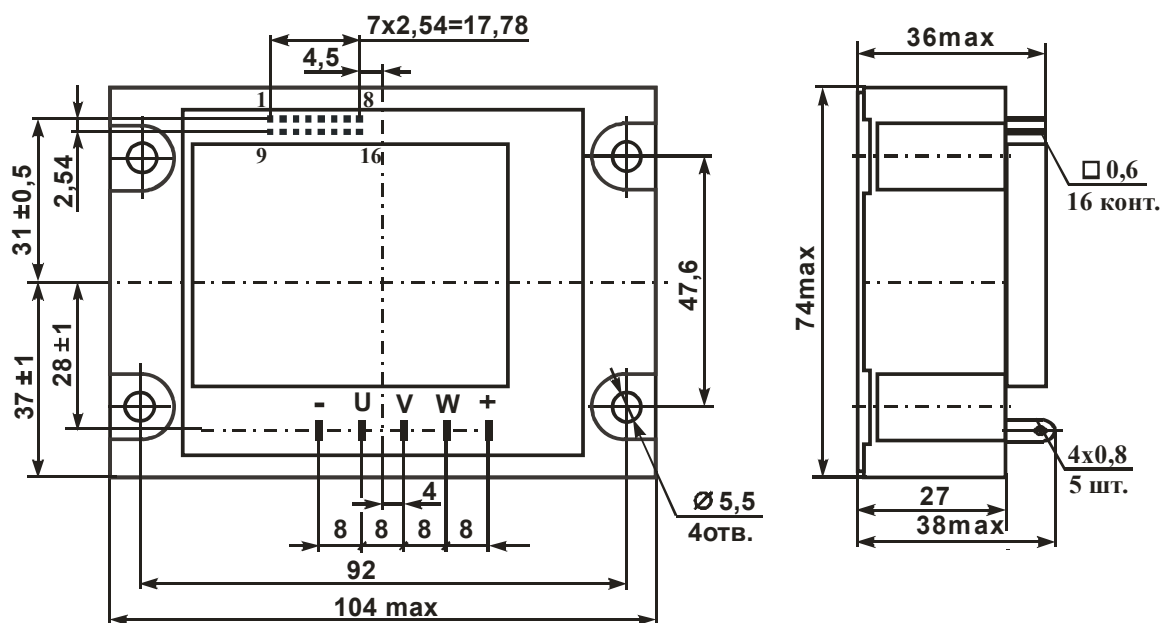


Рисунок 9.1 – Габаритные размеры МУАДМ-5,10-1, 2, 6 тип радиатора «4»*

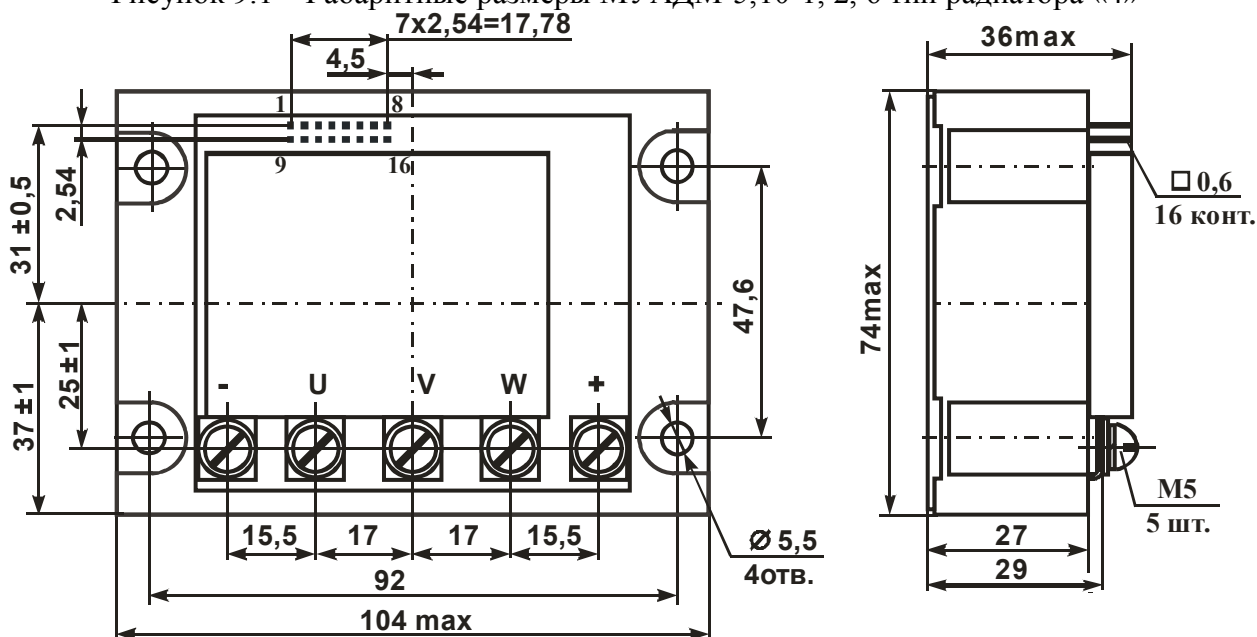


Рисунок 9.2 – Габаритные размеры МУАДМ-20,30,50-1, 2, 6, МУАДМ-5,10,20,30,50-12 тип радиатора «4»*

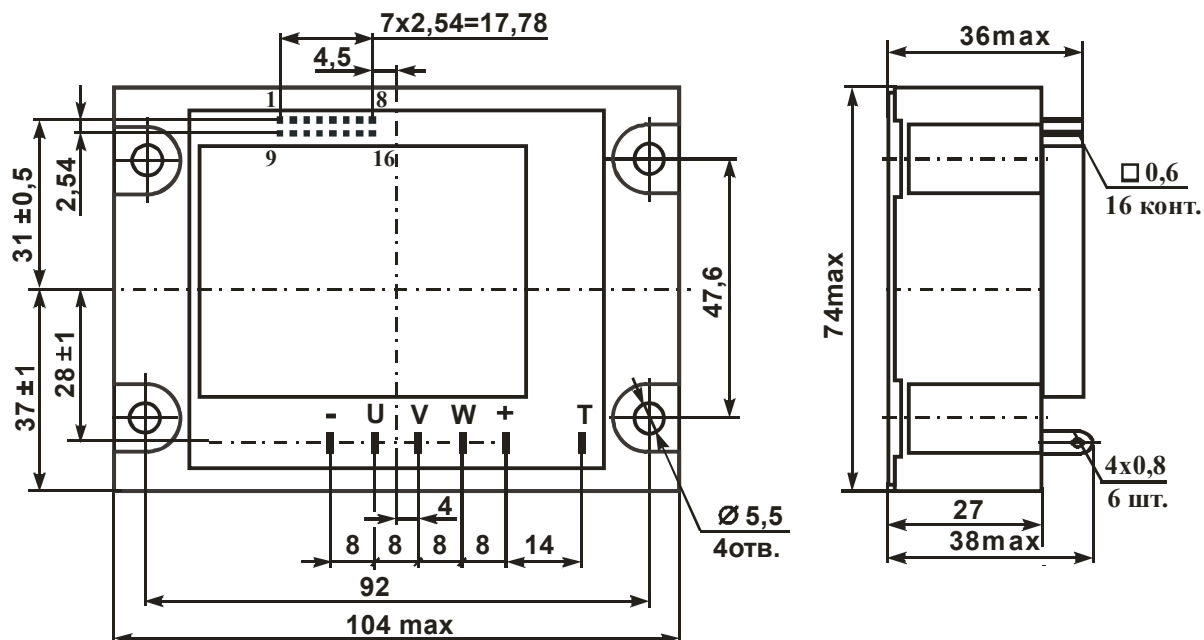


Рисунок 9.3 – Габаритные размеры МУАДМ-5,10-1, 2, 6 тип радиатора «2»*

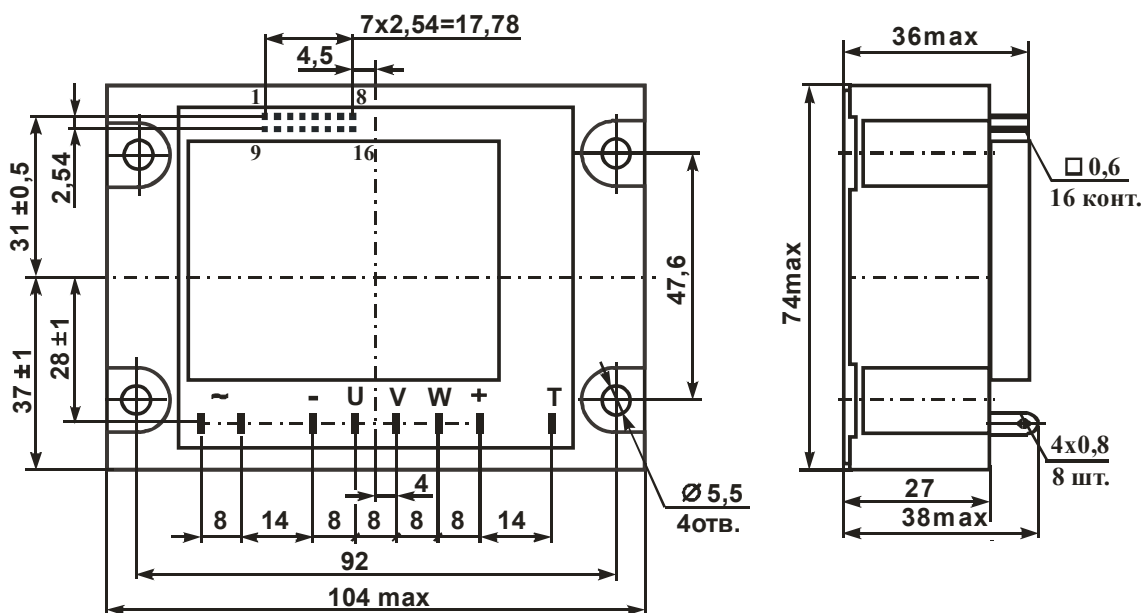


Рисунок 9.4 – Габаритные размеры МУАДМ-5,10-1, 2, 6 тип радиатора «1»*

*- Допустимые отклонения между любыми двумя рядом расположенными выводами $\pm 0,5$ мм.

По заказу потребителя возможна поставка крепления для установки модуля на DIN-рейку. Рекомендуется установка на DIN-рейку модулей с номинальным током не более 10 А.

Драгоценных металлов не содержится.

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Модуль	_____	_____ шт.
Кабельный наконечник АЛЕИ.757478.002*	_____	_____ шт.
PBS 20 (40)	_____	_____ шт.

*для токов от 20 А и выше

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕХФАЗНЫМ ВЕНТИЛЬНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ МДВ

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Модуль управления двигателем вентильным (далее – МДВ или модуль) предназначен для управления трехфазным вентильным двигателем на постоянных магнитах с датчиками положения ротора. МДВ выполнен на основе современных достижений технологий микроэлектроники, цифроаналоговых интегральных схем и контроллеров обработки цифровых и аналоговых сигналов со встроенными ШИМ-схемами.

МДВ поддерживает следующие функции и возможности:

- контролируемый старт / стоп двигателя;
- изменение направления вращения вала двигателя;
- регулирование скорости;
- стабилизацию скорости при изменении амплитуды напряжения питания двигателя;
- защиту электродвигателя от токовых перегрузок и короткого замыкания;
- защиту от одновременного включения транзисторов верхнего и нижнего плеча инвертора;
- защиту от работы при неверной комбинации сигналов с датчиков положения ротора;
- внешнюю сигнализацию о возникновении аварии;
- возможность питания модуля от силовой цепи;

МДВ отличается простотой управления, малыми габаритами и не требует применения дополнительного охлаждения при эксплуатации, обеспечивая работу и защиту двигателей мощностью до 200 Вт. МДВ выпускается с различными вариантами управления, что позволяет применять модуль, как для решения общепромышленных задач, так и для решения частных случаев.

2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ

МДВ выпускается с различными вариантами управления и на различные токи инвертора. Рекомендуются схемы включения модулей в зависимости от исполнения представлены в разделах 5 и 6.

МДВ выпускаются на токи 0,5, 1, 3 и 5 А. Ток в названии модуля указывает на максимальный ток инвертора, при котором схема управления разрешает нормальную работу; максимально допустимый ток транзисторов превышает указанный в названии изделия. При большем токе будет срабатывать защита по току и ток инвертора начнет ограничиваться. Ток, указанный в названии изделия является током срабатывания защиты по среднему току. При этом ток защиты может регулироваться, но только в меньшую сторону (см. раздел 5).

Все варианты МДВ имеют транзисторы инвертора на напряжение 55 В и максимальное напряжение питания силовой цепи 30 В.

МДВ выпускаются со следующими вариантами управления:

«А» - стандартное с ШИМ. Цифро-аналоговое управление с использованием всех стандартных управляющих выводов модуля со встроенной схемой ШИМ-генератора.

«Б» - двуполярное с ШИМ. Управление, со встроенной схемой ШИМ-генератора, осуществляющееся по одному входу либо с помощью ЦАП, либо с помощью соответствующим образом подключенного переменного резистора. Напряжение управления лежит в диапазоне $-10...+10$ В с диапазоном торможения $-0,5...+0,5$ В. Скорость вращения при этом определяется амплитудой напряжения, а направление вращения его полярностью.

«В» - цифровое с ШИМ. В состав модуля входит ЦАП, позволяющий осуществлять управления скоростью с помощью цифрового кода, при этом модуль может управляться и по стандартной схеме управления (тип «А»); выбор варианта управления осуществляется наличием или отсутствием переключателя (см. раздел 5). В модуле имеется внутренний ШИМ-генератор.

«Г» - стандартное без ШИМ. Алгоритм управления не отличается от типа «А», за исключением того, что в модуль не входит ШИМ-генератор. Для работы модуля необходимо внешнее подключение задающей цепочки для ШИМ-генератора, подключение обратных связей. Варианты модулей без внутреннего ШИМ-генератора могут быть удобны для решения сложных частных задач и для осуществления специфических обратных связей по скорости.

«Д» - двуполярное без ШИМ.

«Е» - цифровое без ШИМ.

Все варианты управления применимы ко всем МДВ, независимо от максимального тока инвертора.

На рис.2.1 приведена расшифровка названия модулей серии МДВ.

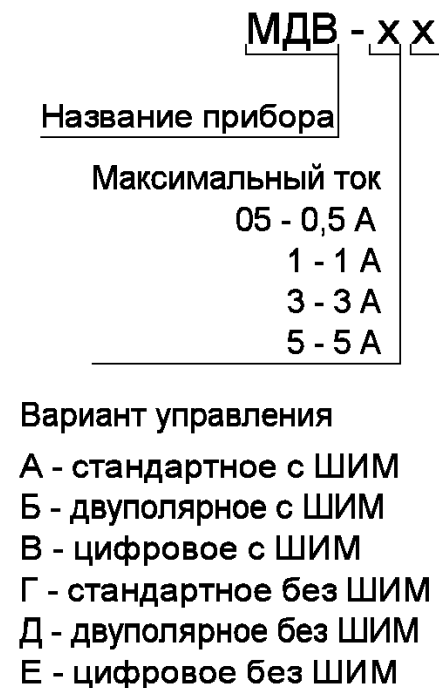


Рисунок 2.1 – Расшифровка названия модуля

Например, модуль МДВ-1А: модуль управления вентиляльным двигателем с максимальным током инвертора 1 А и вариантом управления «А».

3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

Структурная схема МДВ представлена на рис.3.1.

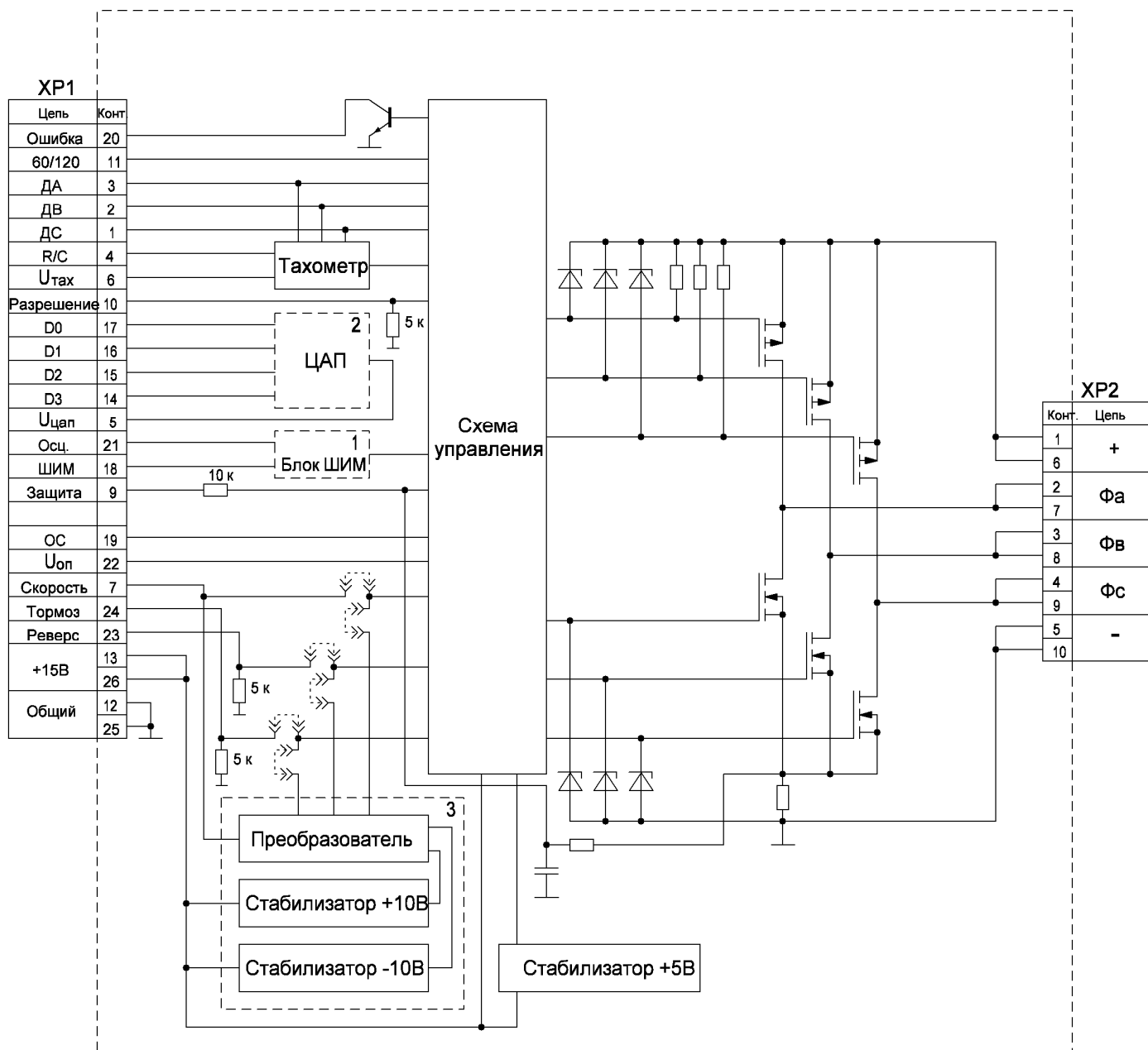


Рисунок 3.1 – Структурная схема МДВ

«1» - схема внутреннего ШИМ-генератора, устанавливаемая для вариантов управления «А», «Б», «В».

«2» - внутренний ЦАП, устанавливаемый для вариантов управления «В», «Е»

«3» - схема управления, входящая в состав МДВ для вариантов управления «Б» и «Д» (двуполярное управление).

Разъём XP1 представляет собой два ряда контактов PLS-13 с ответной частью типа PBS-13. Разъём XP2 – два ряда контактов PLS-5 (шаг 5,08 мм). Назначение выводов разъёмов XP1 (в колонках «Управление» значком «+» обозначено, что вывод используется для данного типа управления, значком «-» обозначено, что вывод не используется) и XP2 представлены в таб.3.1 и 3.2..

Таблица 3.1 – Назначение выводов разъёма XP1

Номер	Обозначение	Назначение	Управление					
			А	Б	В	Г	Д	Е
1	ДС	Вход для подключения датчика фазы С	+	+	+	+	+	+
2	ДВ	Вход для подключения датчика фазы В	+	+	+	+	+	+
3	ДА	Вход для подключения датчика фазы А	+	+	+	+	+	+
4	R/C	Выход RC-цепочки тахометра	+	+	+	+	+	+
5	U _{цап}	Выход цифрового управления скоростью	-	-	+	-	-	+
6	U _{тах}	Выход сигнала тахометра	+	+	+	+	+	+
7	Скорость	Вход управления скоростью вращения вала двигателя	+	+	+	+	+	+
8	-	Не задействован						
9	U _{ток}	Выход тока инвертора	+	+	+	+	+	+
10	Разрешение	Вход разрешения и запрета работы модуля	+	+	+	+	+	+
11	60/120	Вход управления режимом фазирования двигателя	+	+	+	+	+	+
12	Общий	Общий	+	+	+	+	+	+
13	+15В	Вход напряжения питания	+	+	+	+	+	+
14	D3	Третий разряд входа цифрового управления скоростью	-	-	+	-	-	+
15	D2	Второй разряд входа цифрового управления скоростью	-	-	+	-	-	+
16	D1	Первый разряд входа цифрового управления скоростью	-	-	+	-	-	+
17	D0	Нулевой разряд входа цифрового управления скоростью	-	-	+	-	-	+
18	ШИМ	Инвертирующий вход компаратора ШИМ	-	-	-	+	+	+
19	ОС	Вход обратной связи скорости	-	-	-	+	+	+
20	Ошибка	Выход сигнализации о сбое датчиков, токовой перегрузке и запрете на входе «Разрешение»	+	+	+	+	+	+
21	Осц.	Вход подключения времязадающих элементов частоты генератора ШИМ	-	-	-	+	+	+
22	U _{оп}	Выход источника опорного напряжения	+	+	+	+	+	+
23	Реверс	Вход управления направлением вращения вала двигателя	+	-	+	+	-	+
24	Тормоз	Вход тормоза	+	-	+	+	-	+
25	Общий	Общий	+	+	+	+	+	+
26	+15В	Вход напряжения питания	+	+	+	+	+	+

Таблица 3.2 – Назначение выводов разъёма ХР2

Номер контакта	Обозначение	Назначение
1	+	Вывод подключения «+» силового питания
2	Фа	Вывод подключения фазы А
3	Фв	Вывод подключения фазы В
4	Фс	Вывод подключения фазы С
5	-	Вывод подключения «-» силового питания
6	+	Вывод подключения «+» силового питания
7	Фа	Вывод подключения фазы А
8	Фв	Вывод подключения фазы В
9	Фс	Вывод подключения фазы С
10	-	Вывод подключения «-» силового питания

Для удобства подключения силовых цепей и цепей управления на рис.3.2 и рис.3.3 приведены схематические изображения внешних видов разъёмов ХР1 и ХР2 модуля МДВ.

1			7							13		
ДС	ДВ	ДА	R/C	U _{цaп}	U _{тaк}	Скорость	U _з	U _{тoк}	Разр.	60/120	Общий	+15В
D3	D2	D1	D0	ШИМ	OC	Ошибка	Осц.	U _{oп}	Реверс	Тормоз	Общий	+15В
14			20							26		

Рисунок 3.2 – Внешний вид разъёма ХР1

1	2	3	4	5
+	Фа	Фв	Фс	-
+	Фа	Фв	Фс	-
6	7	8	9	10

Рисунок 3.3 – Внешний вид разъёма ХР2

4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Основные электрические параметры и предельно-допустимые электрические параметры модулей МДВ при температуре 25⁰С представлены в таб.4.1.

Таблица 4.1 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры МДВ

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		Не менее	Тип.	Не более	
Параметры питания					
Напряжение питания цепей управления	В	11		16,5	
Ток потребления по цепям управления	мА			80	U _п =15 В
Напряжение питания силовой цепи	В	11		30	
Входные параметры					
Ток потребления по входам	мА	0,1		1	
Ток потребления по входам «ДА», «ДВ», «ДС»	мА			5	U=15 В
Диапазон напряжений управления	В	-0,3		5,2	
Входное напряжение низкого уровня	В	-0,3		0,5	Для логических входов
Входное напряжение высокого уровня	В	2,4		5,2	Для логических входов
Напряжение, соответствующее останову	В		0,5		
Напряжение, соответствующее максимальной скорости	В		4,5		
Параметры генератора ШИМ					
Частота генератора ШИМ	кГц	15		25	
Максимальное пиковое пилообразное напряжение	В	4,2		4,6	
Минимальное пиковое пилообразное напряжение	В	1,0		1,2	
Параметры электронного тахометра					
Выходное напряжение	В	3,6		4,2	
Длительность положительного импульса	мс		0,5		
Нестабильность длительности импульса выходного сигнала	мкс			250	
Выходные параметры					
Максимальное напряжение на выводе «Ошибка»	В			20	
Максимальный ток на выводе «Ошибка»	мА			20	
Напряжение на выводе «U _{оп} »	В	6,25	6,5	6,75	Без нагрузки
Максимальный ток нагрузки на выводе «U _{оп} »	мА			10	

Параметры защиты					
Ток срабатывания защиты	А		0,5		МДВ-0,5
			1		МДВ-1
			3		МДВ-3
			5		МДВ-5
Быстродействие токовой защиты	мкс			100	
Задержка сигнала на выходе «Ошибка»	мкс			2	
Параметры силовых ключей					
Максимальное напряжение сток-исток	В			55	
Максимальное напряжение питания инвертора	В			30	
Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 ⁰ С	А			9	
Максимальный импульсный ток силовых транзисторов при 25 ⁰ С	А			56	
Ток ограничения при двукратном превышении током нагрузки тока срабатывания защиты	А		0,25		МДВ-0,5
			0,5		МДВ-1
			1,5		МДВ-3
			2,5*		МДВ-5
Ток срабатывания защиты	А		0,5		МДВ-0,5
			1		МДВ-1
			3		МДВ-3
			5		МДВ-5
Мощность потерь при максимальной нагрузке	Вт			0,2	МДВ-0,5
				0,6	МДВ-1
				3	МДВ-3
				7	МДВ-5
Ток утечки закрытого силового транзистора	мкА			100	

* Средний ток длительностью не более 1 мин; средний ток модуля МДВ-5 длительностью более 1 мин не должен превышать 2,5 А

5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

В зависимости от типа управления модуля рекомендуются следующие схемы включения (рис.5.1 – 5.4).

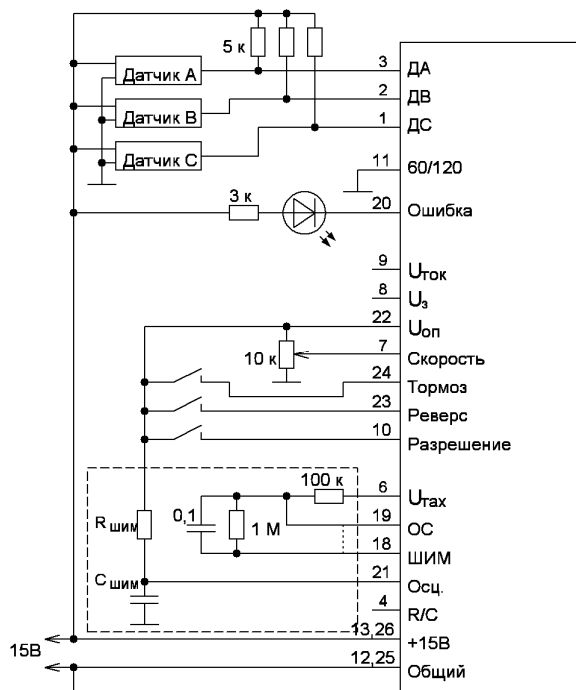


Рисунок 5.1 – Схема включения цепей управления МДВ «А» и «Г»

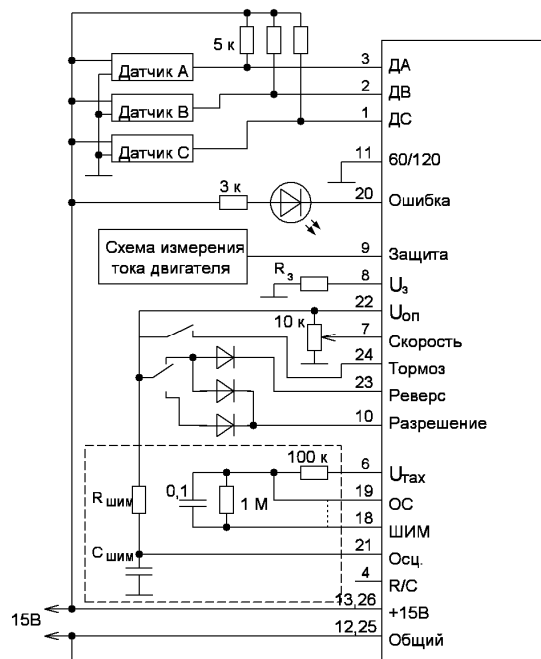


Рисунок 5.2 – Схема включения цепей управления МДВ «А» и «Г» с общим переключателем

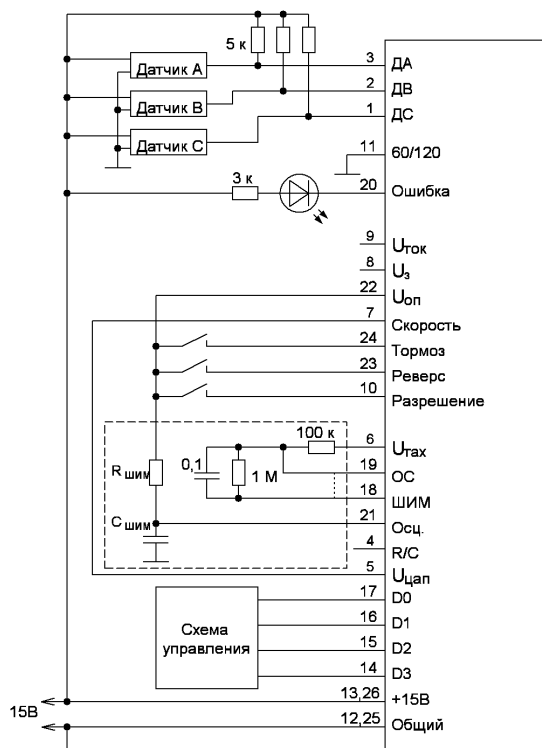


Рисунок 5.3 – Схема включения цепей управления МДВ «В» и «Е»

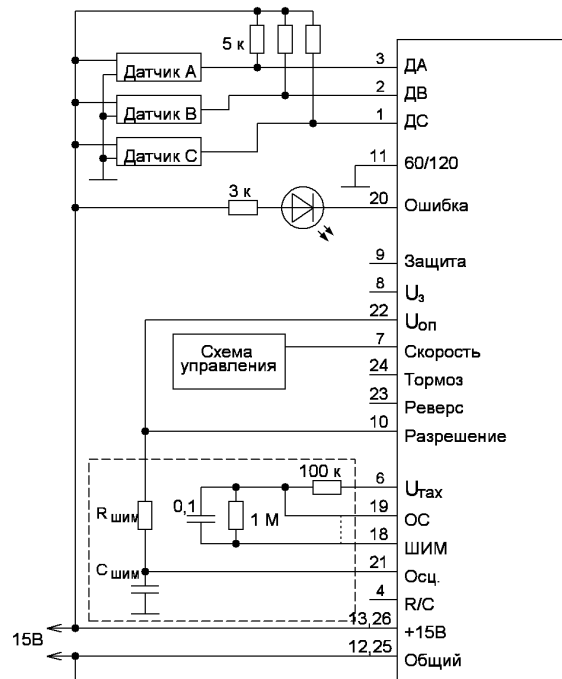


Рисунок 5.4 – Схема включения цепей управления МДВ «Б» и «Д»

Пунктиром выделена часть схемы необходимая для включения моделей без внутреннего ШИМ-генератора (варианты «Г», «Д», «Е»). Для модулей с внутренним ШИМ-генератором означенные выводы следует оставить незадействованными.

На рис.5.2 приведена схема включения модуля с вариантом управления «А» или «Г» с общим переключателем на «Реверс» и «Разрешение». Запрет работы модуля будет только в случае размыкания ключа с обоими контактами.

Допускается вместо ключей использовать логическое управление ТТЛ-уровня.

Управление двигателем посредством МУВД осуществляется с помощью следующих выводов:

«Разрешение». Вход ТТЛ-уровня выдающий запрет или разрешение на работу схемы управления. «Лог.1» соответствует разрешению, «лог.0» соответствует запрету. При запрете работы транзистор выхода «Ошибка» будет открыт (см. таб.1).

«Тормоз». Вход ТТЛ-уровня включающий или отключающий режим торможения. При наличии «лог.0» торможение будет отсутствовать. При подаче «лог.1» на данный вход все нижние транзисторы инвертора будут открыты, и двигатель перейдёт в режим динамического торможения (см. таб.5.1).

«Реверс». Вход ТТЛ-уровня задающий направление вращения вала двигателя.

«60/120». Вход ТТЛ-уровня определяющий режим фазирования. «Лог.1» на входе «60/120» устанавливает режим фазирования в 60 (300) эл. градусов; «лог.0» – режим фазирования в 120 (240) эл. градусов (см. таб.5.1).

Алгоритмы 60° и 300° или 120° и 240° являются симметричными, но направление вращения ротора для них противоположны. Например, при подаче на входы «ДА», «ДВ», «ДС» сигналов ДПР с алгоритмом фазирования 60° или 120°, модуль выдает токовые сигналы управления двигателем для вращения вперёд, а при поступлении сигналов ДПР с алгоритмом фазирования в 240° или 300° – для вращения назад.

Состояние датчиков в зависимости от положения ротора изменяется в соответствии с диаграммой, приведенной на рис.5.5.

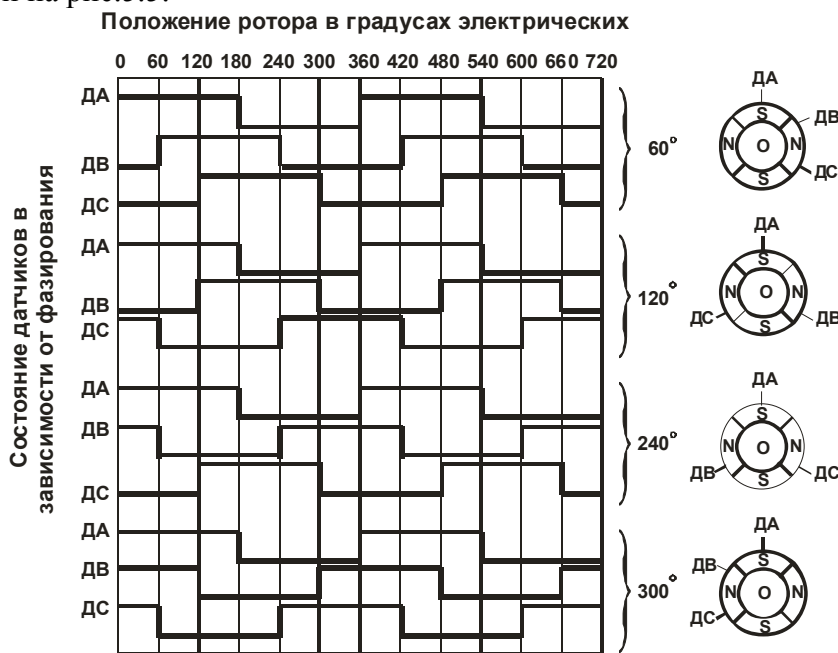


Рисунок 5.5 – Диаграмма состояний датчиков положения

«Скорость». Вход задания скорости вращения вала двигателя. Модуль осуществляет стабилизацию скорости вращения вала двигателя при изменении амплитуды напряжения питания. При установленной скорости вращения менее 50 % от максимальной скорость меняется не более $\pm 5\%$, при изменении напряжения питания $\pm 50\%$. При максимальной установленной скорости стабилизация осуществляется только при увеличении амплитуды напряжения питания (скорость меняется не более $+5\%$, при увеличении амплитуды не более $+50\%$). Диапазон регулирования скорости лежит в пределах 0,5...4,5 В для вариантов управления «А», «Б», «В», и для других вариантов с введением во внешнюю схему управления обратной связи (см. рис.5.1 – 5.4). Если обратная связь для вариантов управления «Г», «Д», «Е» отсутствует (установлена перемычка, как указано пунктиром на рис.5.1 – 5.4), то диапазон регулирования скорости будет лежать в пределах 1,5...4,5 В. Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на входе «Скорость» представлена на рис.5.6 и рис.5.7 (для вариантов управления «Б» и «Д»).

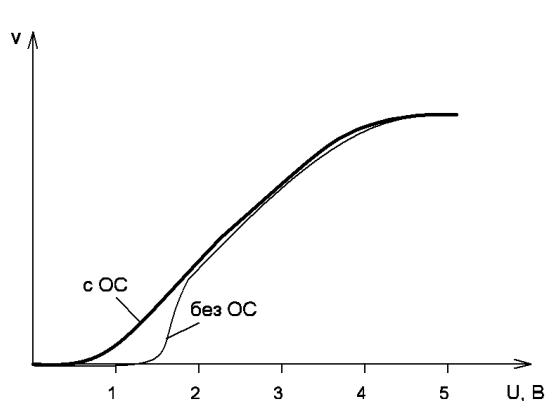


Рисунок 5.6 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» с цепью обратной связи и без неё

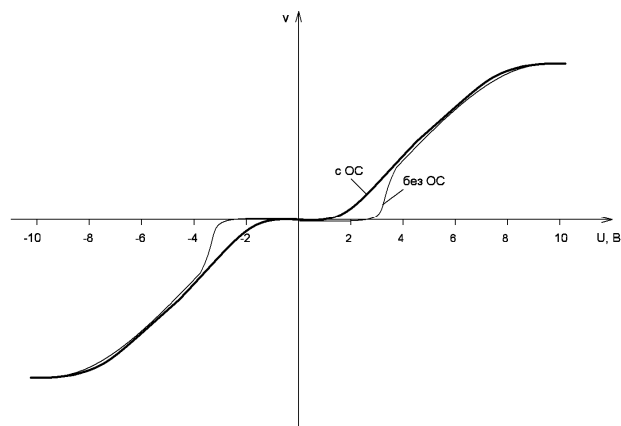


Рисунок 5.7 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» с цепью обратной связи и без неё для вариантов управления «Б» и «Д»

Для вариантов «Б» и «Д» управление двигателем осуществляется только по выводу «Скорость»; выходы «Реверс» и «Тормоз» не задействованы. Вывод «Разрешение» можно подключить к « $U_{оп}$ », тогда данный вывод не будет влиять на работу модуля, если подключить вывод «Разрешение» к « $U_{оп}$ » через ключ, то управления по данному выводу будет осуществляться так же, как и для других вариантов управления.

Направление вращением двигателя выбирается исходя из полярности сигнала на выводе «Скорость», режиму торможения (открыты все нижние ключи) соответствует управляющее напряжение $-0,5...+0,5$ В, скорость вращения регулируется уровнем напряжения ($-10...+10$ В). Диаграмма, поясняющая работу модуля с вариантами управления «Б» и «Д» представлена на рис.5.8.

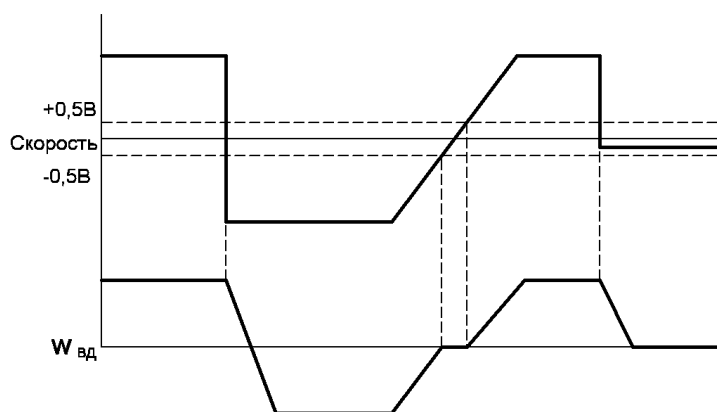


Рисунок 5.8 – Управления модулем с вариантом «Б» и «Д»

«ДА», «ДВ», «ДС». Входы датчиков положения ротора (ДПР). В качестве ДПР могут быть использованы датчики любого типа с напряжением на выходе $+5...20$ В. При подключении ДПР следует иметь ввиду, что входы «ДА», «ДВ» и «ДС» не подвязаны к напряжению питания, поэтому, если выход датчика представляет собой открытый коллектор, то данные входы необходимо соединить с выводом напряжения питания через резисторы, как указано на рис.5.1 – 5.4.

Ниже приведена таблица состояний модуля при управлении трехфазным шестишаговым вентильным двигателем.

Таблица 5.1 – Варианты состояний модуля при управлении трехфазным шестишаговым вентильным двигателем

Входы			Выходы							Примечание				
60°/120°=1			60°/120°=0			Реверс	Разр.	Тормоз	Защита		Фа	Фв	Фс	Ошибка
ДА	ДВ	ДС	ДА	ДВ	ДС									
1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	-	0	1	Реверс=1 (п.1; п.2)
1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	-	1	0	1	
1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	-	1	
0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	-	1	1	
0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	-	0	1	1	
0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-	1	
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-	1	1	Реверс=0 (п.1; п.2)
1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	-	0	1	1	
1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	-	1	
0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	-	0	1	
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	-	1	0	1	
0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	-	1	
1	0	1	1	1	1	X	X	0	X	-	-	-	0	п.3
0	1	0	0	0	0	X	X	0	X	-	-	-	0	
1	0	1	1	1	1	X	X	1	X	0	0	0	0	п.4
0	1	0	0	0	0	X	X	1	X	0	0	0	0	
V	V	V	V	V	V	X	1	1	X	0	0	0	1	п.5
V	V	V	V	V	V	X	0	1	X	0	0	0	0	п.6
V	V	V	V	V	V	X	0	0	X	-	-	-	0	п.7
V	V	V	V	V	V	X	1	0	1	-	-	-	0	п.8
п.1	На выходах «Фа», «Фв», «Фс» высокий уровень (1) означает подключение к «+», низкий уровень (0) – подключение к «-» (общий минус).													
п.2	Высокий уровень (1) на входе «60°/120°» устанавливает режим фазирования в 60 эл. градусов, низкий уровень (0) – режим фазирования в 120 эл. градусов													
п.3	При неправильной комбинации на входах «ДА», «ДВ», «ДС», низком уровне (0) на входе «Тормоз» - выходы «Фа», «Фв», «Фс» отключены; построенный по схеме с открытым коллектором, выход «Ошибка» имеет активным низкий уровень (0)													
п.4	При неправильной комбинации на входах «ДА», «ДВ», «ДС», высоком уровне (1) на входе «Тормоз» - выходы «Фа», «Фв», «Фс» подключены к «-» (общий минус), обмотки двигателя замкнуты между собой, этим создается тормозящая электромагнитная сила (динамический тормоз); на выходе «Ошибка» - низкий уровень (0)													
п.5	При правильной комбинации на входах «ДА», «ДВ», «ДС», высоком уровне (1) на входах «Разрешение» и «Тормоз» - выходы «Фа», «Фв», «Фс» находятся в режиме динамического торможения; на выходе «Ошибка» - высокий уровень (1)													
п.6	Если на входе «Разрешение» низкий уровень (0), а на входе «Тормоз» высокий уровень (1) – выходы «Фа», «Фв», «Фс» находятся в режиме динамического торможения; на выходе «Ошибка» – низкий уровень (0)													
п.7	Если на входах «Разрешение» и «Тормоз» низкий уровень (0) – выходы «Фа», «Фв», «Фс» отключены; на выходе «Ошибка» - низкий уровень (0)													
п.8	При уровне тока потребляемого двигателем от внешнего источника выше заданного предела – выходы «Фа», «Фв», «Фс» отключены; на выходе «Ошибка» - низкий уровень (0).													

Где X – любое состояние на входе, V – любое правильное состояние на сенсорных входах соответствующее фазированию в 60° или 120°.

« $U_{\text{ток}}$ ». Выход тока шунта. Напряжению срабатыванию защиты всегда соответствует 100 мВ на данном выходе независимо от максимального тока модуля.

При срабатывании защиты по току будет открываться транзистор выхода «Ошибка», так же, как и при подаче неверной комбинации с датчиков двигателя.

«**Ошибка**». Выход сигнализирующий о наличии запрета работы модуля («лог.0» на выводе «Разрешение»), о возникновении аварийной ситуации, вызванной перегрузкой по току или неправильной комбинацией на входах датчиков положения ротора, представляющий собой открытый коллектор транзистора схем защиты. Пояснение к работе данного вывода представлено в таблице 5.1.

« $U_{\text{тах}}$ ». Выход ТТЛ-уровня внутреннего тахометра модуля. При вращении вала двигателя на выходе « $U_{\text{тах}}$ » должны наблюдаться импульсы длительностью 0,5 мс со скажностью меняющейся в зависимости от скорости вращения вала двигателя.

Для измерения скорости двигателя рекомендуется подключить к данному выводу RC-цепочку сглаживающую пульсации. В таком случае, при увеличении скорости вращения вала двигателя будет уменьшаться скажность на выводе « $U_{\text{тах}}$ » и на выходе RC-фильтра будет увеличиваться амплитуда сигнала. Данный вывод целесообразно использовать либо для отображения скорости, либо для осуществления обратной связи по скорости.

«**R/C**». Вход контроля работоспособности внутреннего тахометра модуля. При нормальной работе тахометра на данном выводе должны наблюдаться импульсы амплитудой 3...5 В и скажностью зависящей от скорости вращения вала двигателя; передний фронт должен быть значительно длиннее заднего.

«**ШИМ**» и «**ОС**». Входы стабилизации скорости вращения вала двигателя. Выводы задействованы только для вариантов управления «Г», «Д», «Е»; для вариантов управления «А», «Б» и «В» обратная связь заложена в схему модуля и настройке не подлежит. Если обратная связь не требуется, то данные выводы следует соединить (рис.5.1 - 5.4), тогда скорость будет регулироваться в диапазоне управляющего напряжения 1,5...4,5 В. Вариант использования модуля в режиме закрытой петли обратной связи показан на рисунке 5.9. Здесь импульсный сигнал, пропорциональный уровню скорости (сигнал тахометра), может быть получен с любого датчика (оптического, Холла и т.п.) с уровнем сигнала (0...6,5) В.

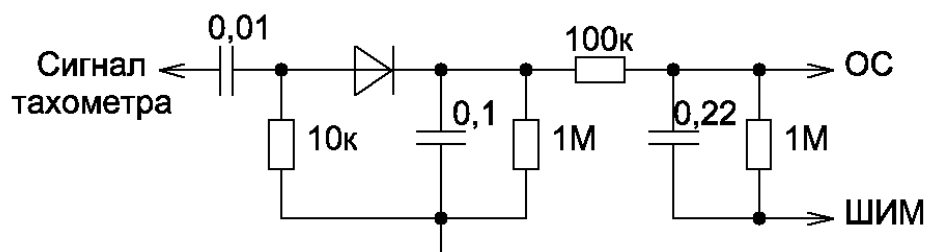


Рисунок 5.9 – Схема подключения обратной связи по скорости

Глубину обратной связи и корректность её работы при различной скорости вращения вала двигателя следует регулировать соотношением конденсатора 0,01 мкФ и резистора 10 кОм, или соотношением конденсатора 0,22 мкФ и резистора 100 кОм.

«**Осц.**». Вход, предназначенный для подключения времязадающей цепочки для внутреннего ШИМ-генератора. Рекомендуемая схема подключения данного входа представлена на рис.5.1 – 5.4. Частота, задаваемая внешней RC-цепочкой, должна лежать в пределах 15...50 кГц. Зависимость частоты от номиналов резистора и конденсатора представлена на рис.5.10.

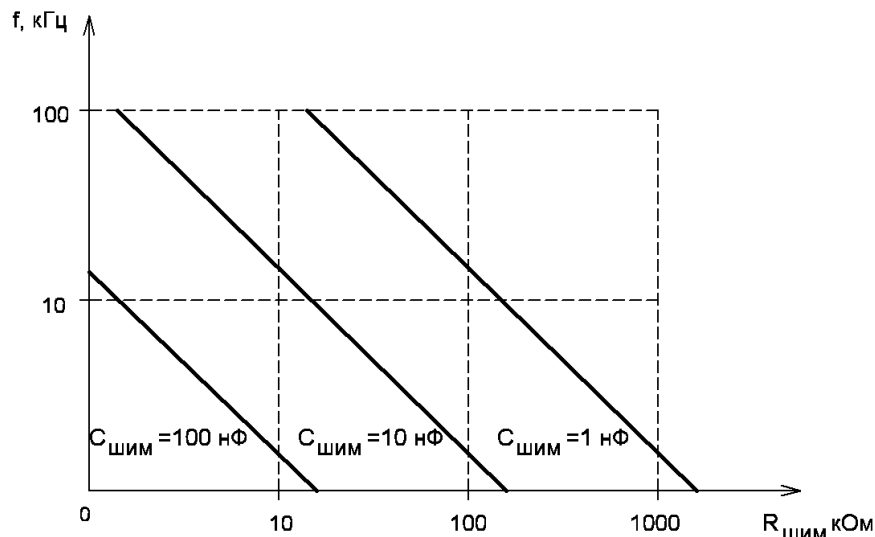


Рисунок 5.10 – Зависимость частоты ШИМ от номиналов R_{ШИМ} и C_{ШИМ}

Для получения более линейного характера изменения скорости вращения вала двигателя от напряжения управления, рекомендуется вместо резистора R_{ШИМ} установить источник тока 0,5...5 мА, в зависимости от требуемой частоты ШИМ.

Вывод задействован только для вариантов управления «Г», «Д», «Е».

«D0», «D1», «D2», «D3». Входы ТТЛ-уровня внутреннего ЦАП. Частота вращения вала двигателя будет меняться от комбинации соответствующей 0,5 В на выходе ЦАП (вывод «U_{цап}»), до комбинации соответствующей 4,5 В для вариантов с внутренним ШИМ-генератором или с задействованной обратной связью. Для управления без обратной связи регулировка скорости будет осуществляться начиная с комбинации соответствующей 1,5 В.

Выводы задействованы только для вариантов управления «В» и «Е».

«U_{цап}». Выход внутреннего ЦАП. Для подключения управления с помощью ЦАП необходимо соединить данный вывод с выводом «Скорость», как указано на рис.5.3. Изменение значения входного кода от 0000 до 1001 приводит к ступенчатому изменению уровню скорости от 0% до 90% приблизительно по 10%. Значения входного кода от 1010 до 1111 соответствуют 100% уровня скорости. Для обеспечения более плавной регулировки скорости рекомендуется установить между выводами «U_{цап}» и «Скорость» интегрирующую RC-цепочку 1...10 кОм / 0,01...0,1 мкФ и подавать на один из цифровых входов задания скорости ШИМ-сигнал частотой 1...20 кГц. При этом чем старше разряд, тем в большем диапазоне (но и большей дискретностью) может осуществляться регулировка: изменения 1...1,5 В при подаче сигнала на вывод «D3»; изменения 0,1...0,2 В при подаче на вывод «D0».

Вывод задействован только для вариантов управления «В» и «Е».

«U_{оп}». Выход источника опорного напряжения (6,5В±5%) с максимальным выходным током 10 мА. При подключении данного вывода следует соблюдать осторожность, во избежание перегрузки по току или короткого замыкания, т.к. в таком случае модуль может выйти из строя.

«+15В». Вход питания модуля с током потребления 60...100 мА (в зависимости от варианта управления и от температуры окружающей среды) без внешней нагрузки по цепям управления. Питание модуля можно осуществлять как от отдельного источника, так и от силового питания с установкой стабилизатора (рис.6.1 и 6.2). Не рекомендуется осуществлять питание от силовой цепи без стабилизатора даже в случае использования силового питания 12 В, т.к. схема управления может выйти из строя по коммутационным выбросам или по набросу напряжения в момент торможения.

6 СИЛОВЫЕ ВЫХОДЫ

Для подключения силовых цепей МДВ рекомендуются схемы представленные на рис.6.1 и 6.2.

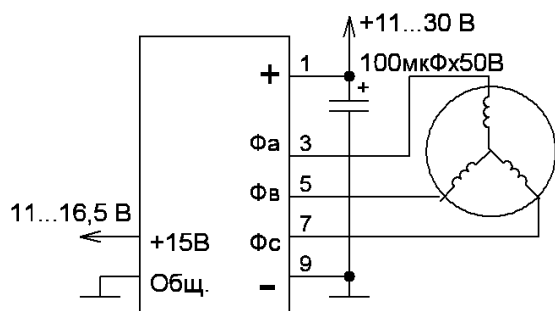


Рисунок 6.1 – Схема подключения МДВ с раздельным питанием

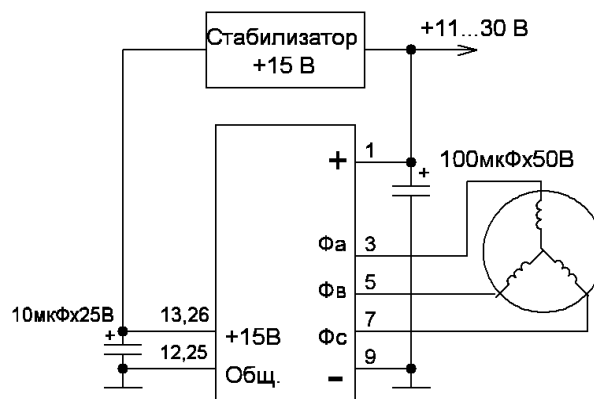


Рисунок 6.2 – Схема подключения МДВ с питанием от силовой цепи

Особенность использования питания модуля от силовой цепи описана в предыдущем разделе.

Фильтрующий конденсатор силовой цепи следует устанавливать как можно ближе к выводам модуля. Оптимальная ёмкость конденсатора 100 мкФ; не рекомендуется устанавливать конденсатор ёмкостью менее 10 мкФ, в том числе и при большой выходной ёмкости стабилизатора напряжения.

Допустимое напряжение питания силовой цепи равно 11...30 В, однако при работе двигателя могут возникать коммутационные выбросы большей амплитуды. Допустимая амплитуда выбросов составляет 36 В. Если двигатель может давать большие выбросы или при торможении возникает большой наброс напряжения, то рекомендуется к выводам модуля «+» и «-» подключить ограничитель напряжения с номинальным напряжением пробоя 30...36 В и мощностью не менее 1 Вт.

Фазы должны быть подключены к соответствующим выводам. При неправильном подключении фаз двигатель будет работать некорректно. Ниже приведена таблица 6.1, в которой указаны максимальные мощности двигателей поддерживаемые модулями МДВ.

Таблица 6.1 – Максимально допустимый ток модуля и мощности вентильного двигателя.

U, В	0,5 А	1 А	3 А	5 А
	P _{max} , Вт			
15	5	11	33	55
27	10	22	62	110

МДВ различных типов могут обеспечивать корректную работу и защиту двигателей мощностью указанной в таб.6.1. При этом значения указанные в таблице (максимальная мощность двигателя P_{max}) действительны в том случае, если двигатель работает на свою полную мощность. Допускается установка двигателей с большей номинальной мощностью, если мощность на валу двигателя не будет превышать максимальную среднюю мощность поддерживаемую модулем. Однако, независимо от развиваемой двигателем мощности его номинальная мощность не должна превышать 110 Вт для питания 15 В и 200 Вт для питания 27 В, в противном случае модуль может выйти из строя по пусковому току.

7. УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Модуль предназначен для эксплуатации без применения охладителя.

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Воздействие механических нагрузок.

Внешний воздействующий фактор	Значение внешнего воздействующего фактора
Синусоидальная вибрация: - ускорение, м/с ² (g); - частота, Гц	100 (10) 1 - 500
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	400 (40) 0,1 – 2,0
Линейное ускорение, м/с ² (g)	5000 (500)

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 40 - 45
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

Выводы модуля предназначены для монтажа на печатную плату пайкой или при помощи разъемных соединителей. Допустимое число перепаяк выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше 235°С. Продолжительность пайки не более 3 с.

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземленных низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

8 ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ

Вероятность безотказной работы модуля за 25000 часов должна быть не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ должен быть не менее 50000 часов при $\gamma = 90\%$.

Гамма-процентный срок службы модулей, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при $\gamma = 90\%$.

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей, при $\gamma = 90\%$ и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

9 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

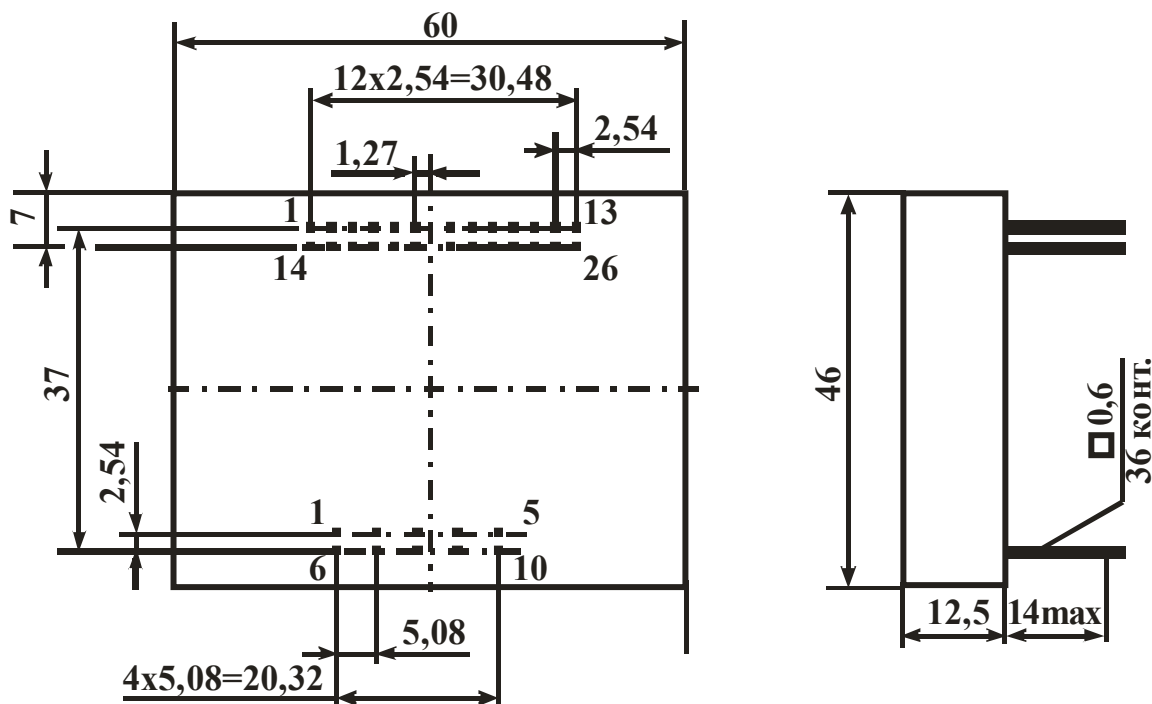


Рисунок 9.1 – Габаритные размеры МДВ

Драгоценных металлов не содержится.

Сведения о приемке

Модуль МДВ _____ зав. № _____ соответствует АЛЕИ.431162.163 ТУ

Место для штампа ОТК

10 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

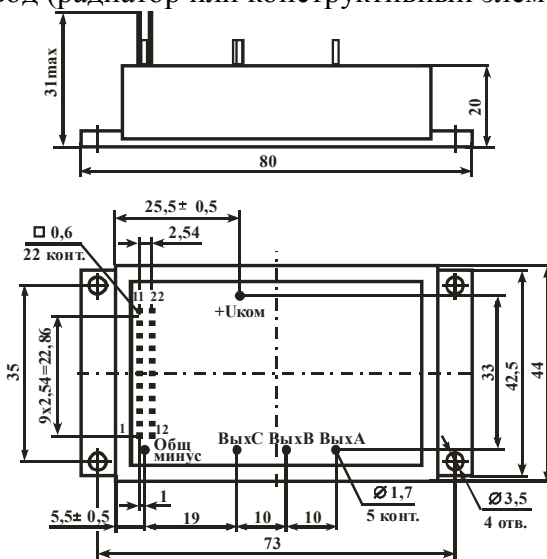
МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА МОУД 3105; МОУД 3110

1 Назначение

1.1 Модуль полупроводниковый предназначен для управления, регулирования и стабилизации скорости вращения синхронного двигателя с постоянными магнитами и датчиками положения ротора.

2 Устройство и работа модуля

2.1 Модуль представляет собой гибридную сборку герметичной конструкции в этало-пластмассовом корпусе (рис.1). На верхней поверхности корпуса расположены вертикальные выводы для подключения монтажных проводов. Нижняя металлическая поверхность корпуса является тепло-выделяющей. Для обеспечения надежной работы модуля необходимо установить корпус модуля на теплоотвод (радиатор или конструктивный элемент).



- | | |
|--------------|---------------|
| 1 – Общ | 12 – Общ |
| 2 – RC – | 13 – RC+ |
| 3 – TC – | 14 – TC+ |
| 4 – ТОРМ | 15 – 60°/120° |
| 5 – ВП/НЗ | 16 – РАЗР |
| 6 – Вх.ТАХ2 | 17 – ОСЦ |
| 7 – U УПР | 18 – Вх.ТАХ1 |
| 8 – Rт/Ст | 19 – U опорн |
| 9 – /ОШИБКА | 20 – F TAX |
| 10 – ДА | 21 – ДВ |
| 11 – Пит.ДПР | 22 – ДС |

Рисунок 1 – Габаритный чертеж и назначение выводов модуля

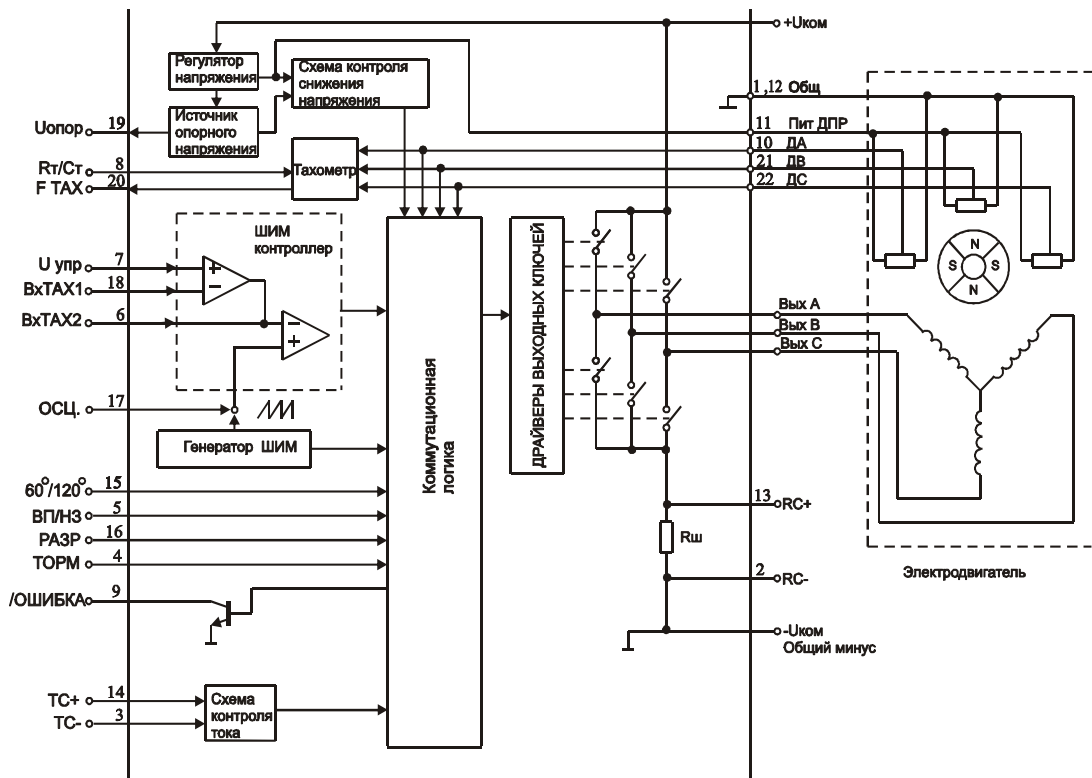


Рисунок 2 – Структурная схема модуля

2.2 Модуль является высокоинтегрированной гибридной схемой, включающей в своем составе монолитную схему управления, схему электронного тахометра, встроенный источник питания, мощные выходные ключи на полевых транзисторах, включенные по схеме трехфазного инвертора. Модуль позволяет управлять трехфазным двигателем постоянного тока с датчиками положения ротора, обеспечивая: регулирование и стабилизацию скорости вращения двигателя, торможение двигателя, измерение и ограничение уровня тока потребляемого обмотками двигателя от внешнего источника, выдачу сигнала «/ОШИБКА» в критических режимах.

Структурная схема модуля представлена на рисунке 2. Функциональное назначение выводов модуля отражено в таблице 1.

Таблица 1 – Функциональное назначение выводов модуля

Наименование	Назначение
+U ком	Рабочее напряжение двигателя
- U ком (общ)	Общий минус
Пит ДПР	Напряжение питания датчиков положения ротора (датчиков Холла или оптических датчиков)
ДА, ДВ, ДС	Входы контроля состояния датчиков положения ротора
Вых А, Вых В, Вых С	Выходы для подключения обмоток двигателя
U опорн	Источник опорного напряжения для организации Уупр и формирования тока заряда времязадающих емкостей C_t , C_r .
Rt/Ст	Подключение времязадающих элементов C_t и R_t определяющих длительность импульсов стабилизатора скорости (тахометра)
FTAХ	Выход сигнала тахометра, частота которого определяется скоростью вращения двигателя, длительность импульсов - величиной R_t , C_t и скоростью двигателя
U упр	Сигнал управления скоростью, неинвертирующий вход усилителя ШИМ
Вх ТАХ1	Дифференциальный вход сигнала рассогласования, инвертирующий вход усилителя ШИМ
Вх ТАХ2	Дифференциальный вход сигнала рассогласования, инвертирующий вход компаратора ШИМ
ОСЦ	Подключение времязадающих элементов C_r , R_r определяющих частоту генератора ШИМ
60°/120°	Управление режимом фазирования двигателя
ВП/НЗ	Управление направлением вращения ротора двигателя
РАЗР	Разрешение работы/Останов двигателя
ТОРМ	Динамическое торможение двигателя
/ОШИБКА	Выходной сигнал, построенный по схеме ОК, имеющий активным низкий уровень при ухудшении одного из контролируемых параметров: неправильная кодовая комбинация датчиков; наличие низкого уровня (0) на входе «РАЗР»; превышение тока потребления двигателя выше контролируемого предела; понижение напряжения питания ниже контролируемого уровня.
ТС+; ТС-	Сенсорные входы схемы контроля тока
РС+; РС-	Выходы (потенциальные) токоизмерительного шунта

2.3. Модуль содержит в своем составе следующие функциональные блоки:

- регулятор напряжения для питания элементов и узлов прибора;
- источник опорного напряжения с высокой температурной стабильностью;
- схему контроля необходимых уровней питающих напряжений для обеспечения безотказной работы прибора;
- генератор пилообразного сигнала для организации ШИМ-контроля скорости;
- ШИМ-контроллер реализующий регулирование (изменение и стабилизацию) скорости вращения ротора двигателя;
- электронный тахометр, реализующий обратную связь системы регулирования. Преобразует сигналы ДПР в сигнал рассогласования, пропорциональный уровню скорости;
- схему контроля и ограничения тока, потребляемого обмотками двигателя;
- схему измерения тока потребляемого обмотками двигателя;
- драйверы управления затворами выходных полевых транзисторов;
- трехфазный инвертор на комплементарных полевых транзисторах;

- коммутационную логику, управляемую при помощи четырех логических сигналов, воспринимающую кодовые комбинации от ДПР и формирующую сигналы управления драйверами выходных ключей, выдающую сигнал «/ОШИБКА» в критических режимах.

2.4 Варианты состояний модуля при управлении трехфазным шестишаговым вентильным двигателем приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Варианты состояний модуля при управлении трехфазным шестишаговым вентильным двигателем

Входы						Выходы				Примечание				
60°/120° = 1			60°/120° = 0			ВП/НЗ	РАЗР	Тормоз	Датчик тока		Вых А	Вых В	Вых С	/Ошибка
ДА	ДВ	ДС	ДА	ДВ	ДС									
1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	-	0	1	ВП/НЗ=1 (п.1; п.2)
1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	-	1	0	1	
1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	-	1	
0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	-	1	1	
0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	-	0	1	1	
0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-	1	
1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-	1	1	ВП/НЗ=0 (п.1; п.2)
1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	-	0	1	1	
1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	-	1	
0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	-	0	1	
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	-	1	0	1	
0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	-	1	
1	0	1	1	1	1	X	X	0	X	-	-	-	0	п.3
0	1	0	0	0	0	X	X	0	X	-	-	-	0	
1	0	1	1	1	1	X	X	1	X	0	0	0	0	п.4
0	1	0	0	0	0	X	X	1	X	0	0	0	0	
V	V	V	V	V	V	X	1	1	X	0	0	0	1	п.5
V	V	V	V	V	V	X	0	1	X	0	0	0	0	п.6
V	V	V	V	V	V	X	0	0	X	-	-	-	0	п.7
V	V	V	V	V	V	X	1	0	1	-	-	-	0	п.8
п.1	Двоичные входы «ДА», «ДВ», «ДС», «ВП/НЗ», «РАЗР», «ТОРМ», «60°/120°» имеют ТТЛ-совместимые уровни. На выходах «А», «В», «С» высокий уровень (1) означает подключение к «+Uком», низкий уровень (0) – подключение к «- Uком» (общий минус).													
п.2	Высокий уровень (1) на входе «60°/120°» устанавливает режим фазирования в 60 эл. градусов, низкий уровень (0) – режим фазирования в 120 эл. градусов													
п.3	При неправильной комбинации на входах «ДА», «ДВ», «ДС», низком уровне (0) на входе «ТОРМ»: выходы «А», «В», «С» - отключены; построенный по схеме с открытым коллектором, выход «/ОШИБКА» имеет активным низкий уровень (0)													
п.4	При неправильной комбинации на входах «ДА», «ДВ», «ДС», высоком уровне (1) на входе «ТОРМ»: выходы «А», «В», «С» - подключены к «-Uком» (общ. минус), обмотки двигателя замкнуты между собой, этим создается тормозящая электромагнитная сила (динамический тормоз); на входе – «/ОШИБКА» - низкий уровень (0)													
п.5	При правильной комбинации на входах «ДА», «ДВ», «ДС» (V – любое правильное состояние на сенсорных входах, соответствующее фазированию в 60° или 120°), высоком уровне (1) на входах «РАЗР» и «ТОРМ» - выходы «А», «В», «С» находятся в режиме динамического торможения; на выходе « /ОШИБКА» - высокий уровень (1)													
п.6	Если на входе «РАЗР» низкий уровень (0), а на входе «ТОРМ» высокий уровень (1) - выходы «А», «В», «С» находятся в режиме динамического торможения; на выходе - «/ОШИБКА» - низкий уровень (0)													
п.7	Если на входах «РАЗР» и «ТОРМ» низкий уровень (0) - выходы «А», «В», «С» отключены; на выходе « /ОШИБКА» - низкий уровень (0)													
п.8	При уровне тока (потребляемого двигателем от внешнего источника) выше заданного предела - выходы «А», «В», «С» отключены; на выходе « /ОШИБКА» - низкий уровень (0). Сигнал датчика тока является внутрисхемным, с порогом срабатывания по уровню 100 мВ на токоизмерительном шунте. Логический ноль (0) вырабатывается при уровне < 85 мВ, логическая единица (1) – при уровне > 115 мВ.													

3 Основные технические данные и характеристики

3.1 Основные электрические параметры приведены в таблице 3.

3.2 Предельно допустимые режимы эксплуатации приведены в таблице 4.

Таблица 3 – Основные электрические параметры

Наименование параметра	Обозначение	Ед. изм.	Значение параметра		Примечание
			МОУД3105	МОУД3110	
1 Максимальное импульсное напряжение питания	Uпит. max	В	45		$t_i = 5 \text{ мс}$
2 Максимальное напряжение закрытого транзистора канала управления обмоткой двигателя	Uтр.max	В	100		
3 Напряжение на входах управления (выводы 4,5,15,16,10,21,22)	Uвх.max	В	Uопорн		
4 Ток входной генератора ШИМ (втекающий или вытекающий) (вывод 17)	Iюсц	мА	30		
5 Ток выходной тахометра (втекающий или вытекающий) (вывод 20)	Iтах	мА	20		
6 Диапазон входного напряжения усилителя ШИМ (выводы 7,18)	Uвх.ус.max	В	$-0,3 \div U_{\text{опорн}}$		
7 Ток выходной усилителя ШИМ (втекающий или вытекающий) (вывод 6)	Iвых.ус	мА	10		$-0,3 < U_{\text{вх.ус}} < U_{\text{опорн}}$
8 Диапазон входного напряжения, схемы контроля тока (выводы 3, 14)	Uвх.тс.max	В	$-0,3 \div 5,0$		
9 Напряжение выхода «ОШИБКА» (вывод 9)	Uкэ(/ош)max	В	20		
10 Ток втекающий выхода «ОШИБКА» (вывод 9)	Iкэ(/ош) max	мА	20		
11 Ток выходной импульсный	I и max	А	15		$t_i < 30 \text{ мкс}$ $Q = 100$
12 Ток ограничения максимальный	Iогр. max	А	7,5	15,0	При $di/dt=0,4\text{А/мкс}$
13 Напряжение изоляции	Uиз	В	500		пост. тока 1 мин
14 Максимальная температура перехода транзисторов	Tпер.max	°С	+150		
15 Тепловое сопротивление переход-корпус	R т. п-к	°С/Вт	2		

Таблица 4 – Предельно-допустимые режимы эксплуатации

Наименование параметра	Обозначение	Ед. изм.	Значение параметра				Примечание
			МОУД3105		МОУД3110		
			min	max	min	max	
1 Рабочий диапазон температур	Траб	°С	-40	+85	-40	+85	
2 Температура хранения	Тхран	°С	-60	+100	-60	+100	
Параметры входного и опорного напряжений							
1 Напряжение питания	Uпит	В	15	29,7	15	29,7	
2 Ток потребления модуля	Iпотр	мА	40	60	40	60	$U_{\text{ком}}=27 \text{ В} \pm 10\%$
3 Напряжение питания ДПР	Uпдпр	В	21,9	25,1	21,9	25,1	$I_{\text{пдпр}}=30 \text{ мА}$
4 Опорное напряжение (вывод 19)	Uопорн	В	5,82	6,57	5,82	6,57	$T = (-40 \div 85) \text{ °С}$ $I_{\text{опорн}}=1 \text{ мА}$
5 Изменение опорного напряжения	$\Delta U_{\text{опорн}}$	мВ	30				$I_{\text{опорн}} = (1 \div 20) \text{ мА}$

Продолжение таблицы 4

Наименование параметра	Обозначение	Ед. изм.	Значение параметра				Примечание
			МОУД3105		МОУД3110		
			min	max	min	max	
6 Выходной ток источника опорного напряжения	Uоп.рн	мА	40	70	40	70	
7 Пороговое напряжение выключения источника опорного напряжения	Uоп.выкл	В	4	5	4	5	
8 Напряжение отключения модуля при снижении питающего напряжения	Uоткл	В	9,5	11,3	9,5	11,3	
Параметры ШИМ- контроллера							
1 Входное напряжение смещения усилителя	Uсм	мВ	0,4	10	0,4	10	
2 Разность входных токов усилителя	Iю	нА	80	500	80	500	
3 Входной ток смещения	Iсм	нА	-46	-1000	-46	-1000	
4 Диапазон входного синфазного напряжения	U _{ICR}	В	0÷Uоп.рн				
5 Коэффициент усиления без обратной связи	A _{VOL}	дБ	70	80	70	80	U _{вх} =3 В, R _L =15 кОм
6 Коэффициент ослабления синфазного сигнала	CMMR	дБ	55		55		
7 Выходное напряжение переключения компаратора:							
высокий уровень	U _{вв}	В		4,6		4,6	R _L =15 кОм, подкл. к ОБЩ, R _L =15 кОм подкл. к Uоп.рн
низкий уровень	U _{вн}		1,0		1,0		
Параметры генератора ШИМ (вывод 17)							
1 Частота генератора	Fосц	кГц	22	28	22	28	
2 Максимальное пиковое пилообразное напряжение	Uосц.(в)	В	4,6		4,6		
3 Минимальное пиковое пилообразное напряжение	Uосц.(н)	В		1,0		1,0	
Параметры электронного тахометра							
1 Ток разряда Ст (втекающий) (вывод8)	Iразр	мА	20	60	20	60	
2 Выходное напряжение (вывод 20):							
высокий уровень	U _{вв}	В	3,6	4,2	3,6	4,2	I _{тах} =5 мА I _{тах} = -10 мА
низкий уровень	U _{вн}	В	0	0,5	0	0,5	
3 Нестабильность длительности импульса выходного сигнала	tнест	мкс	205	245	205	245	T= (-40÷85) °C
Параметры сигналов управления							
1 Входное пороговое напряжение (выводы 4, 5, 15, 16, 10, 21, 22):							
высокий уровень	U _{вв}	В	3,0		3,0		
низкий уровень	U _{вн}			0,8		0,8	
2 Входной ток (выводы 10, 21, 22):							
высокий уровень	I _{вв}	мкА	-190	-100	-190	-100	U _{вв} =5 В
низкий уровень	I _{вн}	мкА	-800	-500	-800	-500	U _{вн} =0 В
3 Входной ток (выводы 4, 5, 15):							
высокий уровень	I _{вв}	мкА	-75	-10	-75	-10	U _{вв} =5 В
низкий уровень	I _{вн}	мкА	-300	-150	-300	-150	U _{вн} =0 В
4 Входной ток (вывод 16)							
высокий и низкий уровень	I _в	мкА	-60	-10	-60	-10	U _{вв} =5 В; U _{вн} =0 В

Продолжение таблицы 4

Наименование параметра	Обозначение	Ед. изм.	Значение параметра				Примечание
			МОУД3105		МОУД3110		
			min	max	min	max	
Параметры схемы контроля и ограничения тока							
1 Пороговое напряжение	Упор	мВ	85	115	85	115	
2 Входной ток смещения	I _{см}	мкА		-5,0		-5,0	
3 Диапазон входного синфазного напряжения	U _{ICR}	В	3				
4 Напряжение на выходах токоизмерительного резистора (выводы 2, 13)	URC	мВ	95	105	95	105	I _м = I _{огр}
5 Ток ограничения	I _{огр}	А	4,5	5,5	9,0	11,0	
Параметры выходных сигналов							
1 Сопротивление в открытом состоянии силовых транзисторов	R _{си.вкл}	Ом		0,1		0,1	I _м = I _{огр}
2 Ток утечки закрытого транзистора трехфазного инвертора	I _{ут.тр}	мкА		100		100	U _{си} =100 В U _{зи} =0 В
3 Напряжение насыщения на выходе «/ОШИБКА» (вывод 9)	U _{кэ.нас}	мВ		500		500	I _к =16 мА
4 Ток утечки выхода «/ОШИБКА» (вывод 9)	I _{к.ут}	мкА		100		100	U _{кэ} = 20 В
5 Время переключения верхних ключей время нарастания время спада	t _{нар.в}	мкс	2,5	5	2,5	5	
	t _{сп.в}	мкс	5	10	5	10	
6 Время переключения нижних ключей время нарастания время спада	t _{нар.н}	мкс	1	1,5	1	1,5	
	t _{сп.н}	мкс	1	1,5	1	1,5	
7 Задержка переключения при превышении уровня тока	t _{откл.т}	мкс	10	20	10	20	

4 Рекомендации по применению

4.1 Входы «ДА», «ДВ», «ДС» допускают возможность непосредственного подключения датчиков положения ротора (датчики Холла; оптронные датчики), имеющих выходы с открытым коллектором, либо выдающие сигналы ТТЛ-уровней.

4.2 Модуль позволяет применять различные алгоритмы фазирования ротора двигателя. В зависимости от расположения датчиков возможны четыре алгоритма позиционирования двигателя (60°, 120°, 240°, 300°). Состояние датчиков в зависимости от положения ротора изменяется в соответствии с диаграммой, приведенной на рисунке 3.

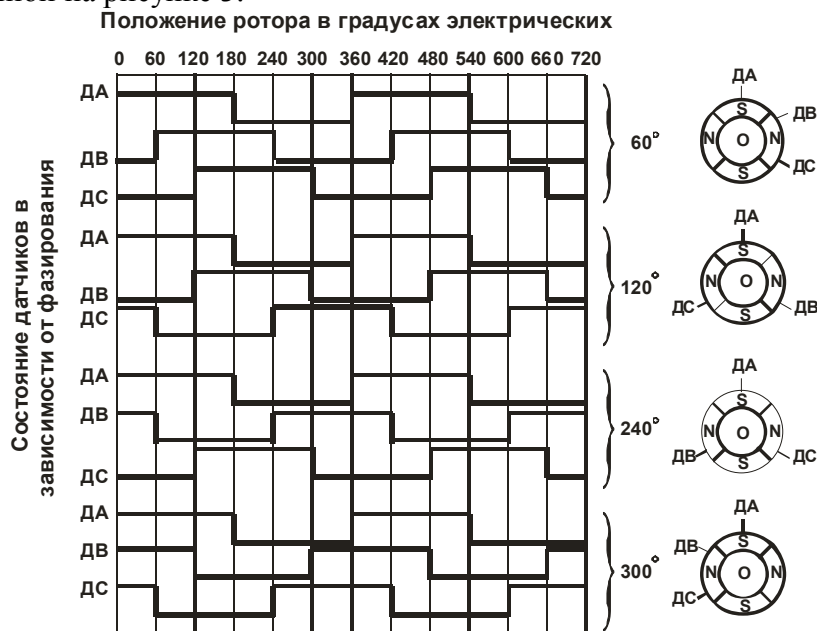


Рисунок 3 – Диаграмма состояний датчиков положения

Алгоритмы 60° и 300° или 120° и 240° являются симметричными, но направление вращения ротора для них противоположны. Например, при подаче на входы «ДА», «ДВ», «ДС» сигналов ДПР с алгоритмом фазирования 60° или 120° , модуль выдает токовые сигналы управления двигателем для вращения вперед, а при поступлении сигналов ДПР с алгоритмом фазирования в 240° или 300° – для вращения назад.

Изменить направление вращения двигателя позволяет сигнал низкого уровня (0), поданный на вход «ВП/НЗ», при этом происходит инвертирование токовых сигналов управления двигателем в соответствии с таблицей 2.

Таким образом, модуль, используя команды « $60^\circ/120^\circ$ » и «ВП/НЗ», позволяет реализовать любой алгоритм фазирования из предложенных.

Эти алгоритмы соответствуют шести из восьми возможных комбинаций трехразрядного кода. Две кодовые комбинации являются запрещенными. При поступлении на входы «ДА», «ДВ», «ДС» неправильной, для определенного алгоритма фазирования, кодовой комбинации модуль отключает выходные транзисторы и выдает сигнал «/ОШИБКА».

4.3 Сигнал «РАЗР» возможно использовать при переключении направления вращения двигателя и для управления режимом динамического торможения.

4.3.1 При изменении направления вращения, необходимо на входе «РАЗР» установить сигнал низкого уровня (0), при этом силовые транзисторы модуля закрываются. После чего произвести изменение сигнала направления вращения «ВП/НЗ».

Временная диаграмма рекомендуемой последовательности поступления сигналов на входы «РАЗР» и «ВП/НЗ» представлена на рисунке 4.

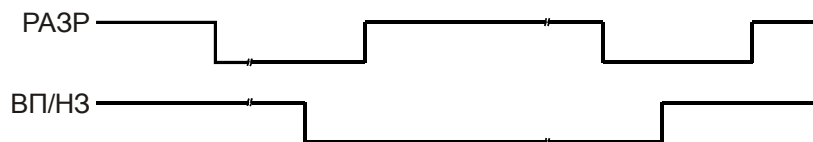


Рисунок 4

4.3.2. Для управления режимом динамического торможения необходимо на входе «РАЗР» установить сигнал низкого уровня, при этом силовые транзисторы модуля закрываются. После чего, для открывания «нижних» транзисторов трехфазного инвертора, подавать на вход «ТОРМ» импульсы с требуемой скважностью. Изменяя скважность сигнала «ТОРМ» возможно изменять жесткость режима динамического торможения.

Временная диаграмма сигналов управления ШИМ-регулирования динамическим торможением представлена на рисунке 5.

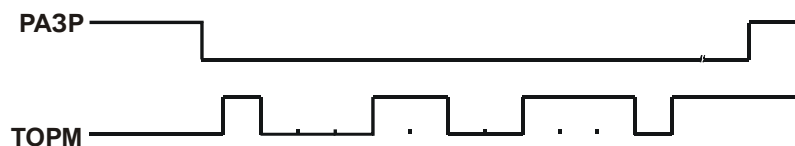


Рисунок 5

4.4 Вход «ТОРМ» имеет приоритет перед другими входами управления. Поступление сигнала высокого уровня (1) обеспечивает переход модуля в режим динамического торможения. При этом «верхние» транзисторы трехфазного инвертора, подключенные к «+Uком», закрываются. «Нижние» транзисторы трехфазного инвертора открываются, подключая все обмотки двигателя к «-Uком» (ОБЩ. МИНУС). Таким образом, обмотки оказываются замкнуты между собой, этим создается тормозящая электромагнитная сила.

4.5 Генератор ШИМ настраивается с помощью внешних элементов R_g и C_g , схема подключения показана на рисунке 6а.

Конденсатор C_g заряжается от источника опорного напряжения $U_{опорн}$ через резистор R_g и разряжается через внутренний транзистор. Для снижения уровня акустического шума, и при этом обеспечения эффективного уровня токового сигнала управления двигателем, необходимо частоту генератора ШИМ установить в диапазоне 20...30 кГц.

Зависимость частоты генератора ШИМ от величин C_g и R_g показана на номограмме рисунка 6б. Например, оптимальная частота генератора 25 кГц устанавливается при выборе $C_g=0,01$ мкФ, $R_g=4,7$ кОм.

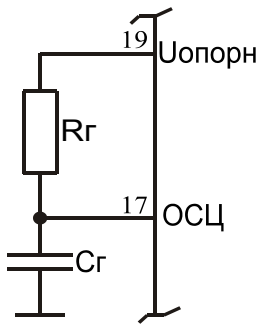


Рисунок 6а

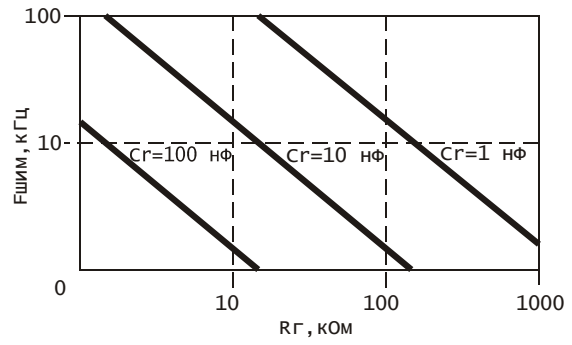


Рисунок 6б

4.6 При вращении вала двигателя электронный тахометр преобразует сигналы «ДПР» в импульсную последовательность выходного сигнала «ФТАХ». Период следования генерируемых импульсов соответствует скорости вращения двигателя, длительность импульсов $t_{и}$ задается величиной элементов R_t и C_t .

Схема подключения элементов R_t и C_t показана на рисунке 7а. При этом максимальную скорость двигателя (для случая применения внутренней обратной связи) возможно ограничить длительностью импульсов R_t/C_t – цепи, т.е. увеличение значения $t_{и}$ уменьшает скорость двигателя $t_{и} = 10/(N \times A)$,

где N - скорость двигателя, об/мин;

A - кол-во циклов повторения кодовых комбинаций за один оборот вала двигателя.

Для выбора элементов R_t , C_t необходимо воспользоваться номограммой, представленной на рисунке 7б.

Например, если скорость двигателя 5000 об/мин, и за один оборот вала происходит два цикла изменений кодовых последовательностей на выходах «ДПР», то $t_{и} = 1$ мс. Для выбранных элементов $R_t = 43$ кОм, $C_t = 22$ нФ, длительность импульсов $t_{и} = 950$ мкс.

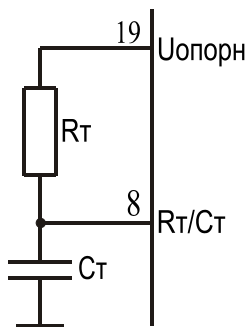


Рисунок 7а

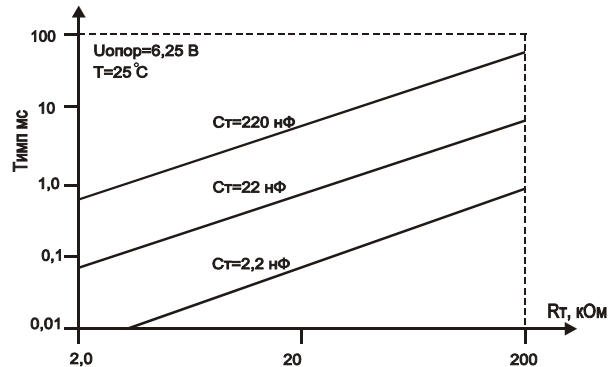


Рисунок 7б

4.7 Модуль контролирует величину тока потребляемого двигателем от внешнего источника на внутреннем токоизмерительном резисторе (выходы «Rc+», «Rc-»). Сигнал с этих выходов можно непосредственно подключить к схеме ограничения тока (входы «Tc+», «Tc-») или использовать в цепи внешней схемы ограничения тока. Возможная схема подключения показана на рисунке 8.

Дополнительные элементы R_1 , R_2 , C_1 составляют ФНЧ, предотвращающий попадание импульсных помех на вход компаратора схемы ограничения тока.

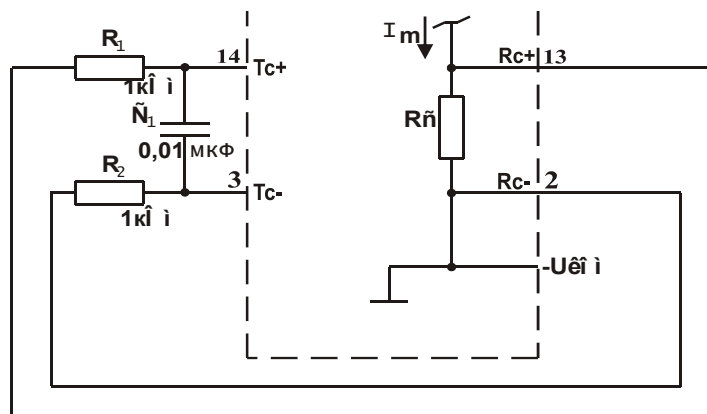


Рисунок 8

4.8 Для регулирования скорости вращения двигателя в модуле используется метод многократной однополярной, двусторонней ШИМ, изменяющей среднее значение напряжения, приложенного к каждой обмотке статора двигателя, в течение цикла коммутации. При этом верхний транзистор трехфазного инвертора (подключающий обмотку статора к «+Уком») остается в проводящем состоянии, регулирование производится переключением нижнего транзистора (подключающий обмотку двигателя к «-Уком»). Временная диаграмма ШИМ - регулирования скорости двигателя показана на рисунке 9. Как только конденсатор C_g генератора ШИМ разрядится, транзисторы трехфазного инвертора открываются, подавая в обмотку статора ток. Когда уровень нарастающего пилообразного напряжения на конденсаторе C_g станет больше, чем уровень сигнала на выходе усилителя ШИМ («Вх ТАХ2»), нижний транзистор трехфазного инвертора закрывается, прерывая ток в цепи питания обмотки статора двигателя. Если уровень сигнала на выходе усилителя ШИМ («Вх ТАХ2») превысит пиковую величину пилообразного напряжения генератора ШИМ, ШИМ-регулирование прекращается, двигатель вращается с максимальной скоростью. При уровне тока, потребляемого обмоткой двигателя, выше предельного значения (на входах «Тс+», «Тс-» сигнал $U > 100$ мВ) происходит полное отключение транзисторов трехфазного инвертора, на выходе «/ОШИБКА» - низкий уровень (0).

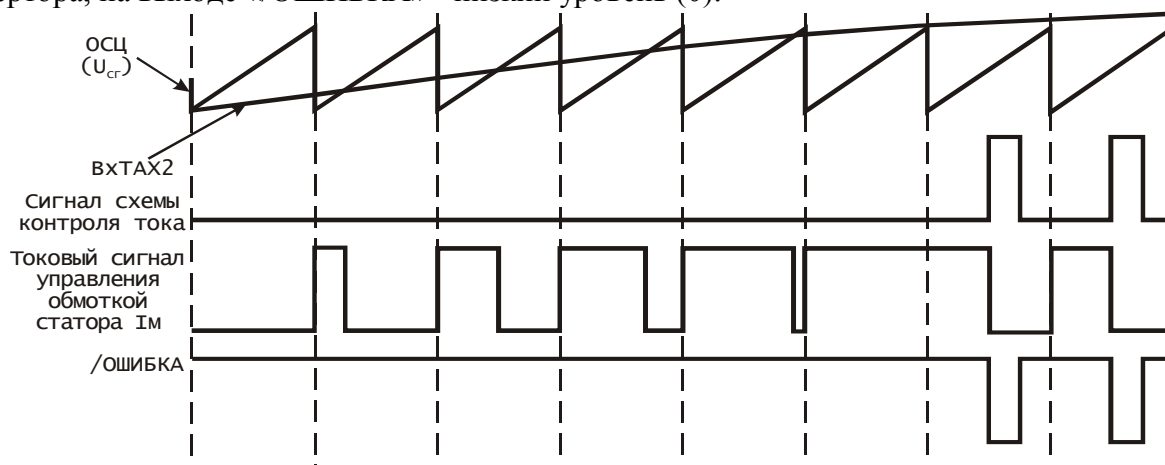


Рисунок 9 - Диаграмма ШИМ-регулирования скорости двигателя

4.9 Модуль возможно использовать в режимах открытой петли обратной связи (когда задача стабилизации и управления скоростью решается другими устройствами) и закрытой петли обратной связи (когда управление скоростью двигателя в различных функциях осуществляется возможностями модуля).

4.10 Управление уровнем скорости производится при помощи потенциального сигнала, подаваемого на вход «Уупр», возможная схема подключения показана на рисунке 10.

4.11 В случае использования модуля в режиме открытой петли обратной связи усилитель ШИМ работает в режиме повторителя напряжения. Пример подключения показан на рисунке 11.

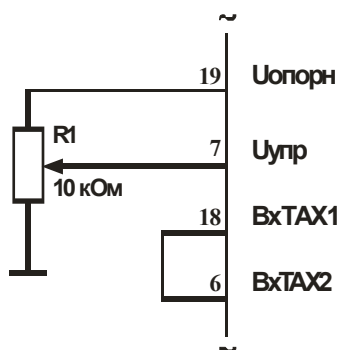


Рисунок 10

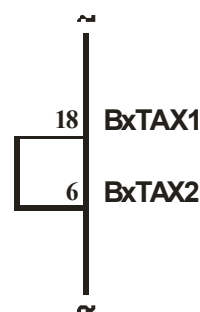
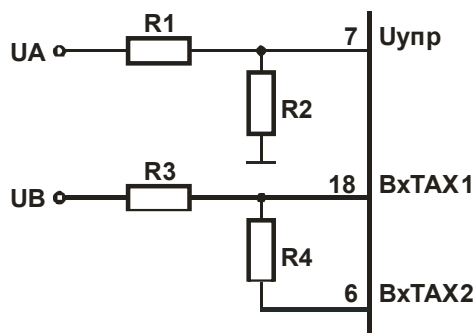


Рисунок 11

Вариант применения режима управления скоростью по двум дифференциальным входам показан на рисунке 12.

Зависимость длительности токового сигнала управления обмоткой двигателя от напряжения на входе ШИМ показана на графике рисунке 13.



$$U_{\text{ВхТАХ2}} = U_A \times \left(\frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2} \right) \times \frac{R_2}{R_3} - \left(\frac{R_4}{R_3} \times U_B \right)$$

Рисунок 12

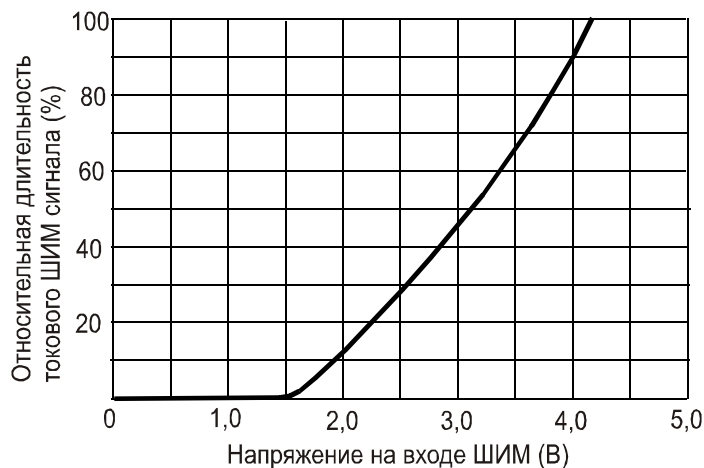


Рисунок 13

4.12 Модуль возможно использовать в режиме управления ускорением/замедлением двигателя. Возможная схема включения представлена на рисунке 14. Резистор R1 и конденсатор C1 определяют постоянную времени ускорения, а R2 и C1 – замедления. Величины сопротивлений R1 и R2 должны быть на порядок меньше, чем величина сопротивления R3.

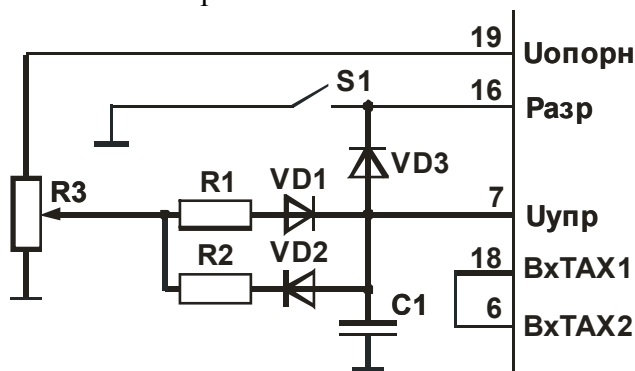


Рисунок 14

4.13 В случае использования модуля в режиме закрытой петли обратной связи (для стабилизации скорости используют возможности модуля необходимо ввести на инвертирующий вход усилителя ШИМ сигнал обратной связи, пропорциональный уровню скорости.

Принцип формирования сигнала обратной связи показан на диаграмме рисунке 15. Достаточно просто такой сигнал формируется интегрированием сигнала электронного тахометра «FTAX». Схема подключения элементов интегратора пропорционального регулирования (стабилизации) скорости показана на рисунке 16. При условии правильно выбранных номиналов элементов интегратор/усилитель ШИМ будет вырабатывать свободный от пульсаций сигнал даже при низкой скорости двигателя. Однако при таком схемном решении на самой низкой скорости несколько ухудшается время реакции системы. Номиналы компонентов необходимо применять в соответствии с электромеханическими характеристиками двигателей. Для данных элементов постоянная времени интегратора $t=100$ мс, что позволяет получить для большинства применений хорошую динамическую реакцию и стабильность.

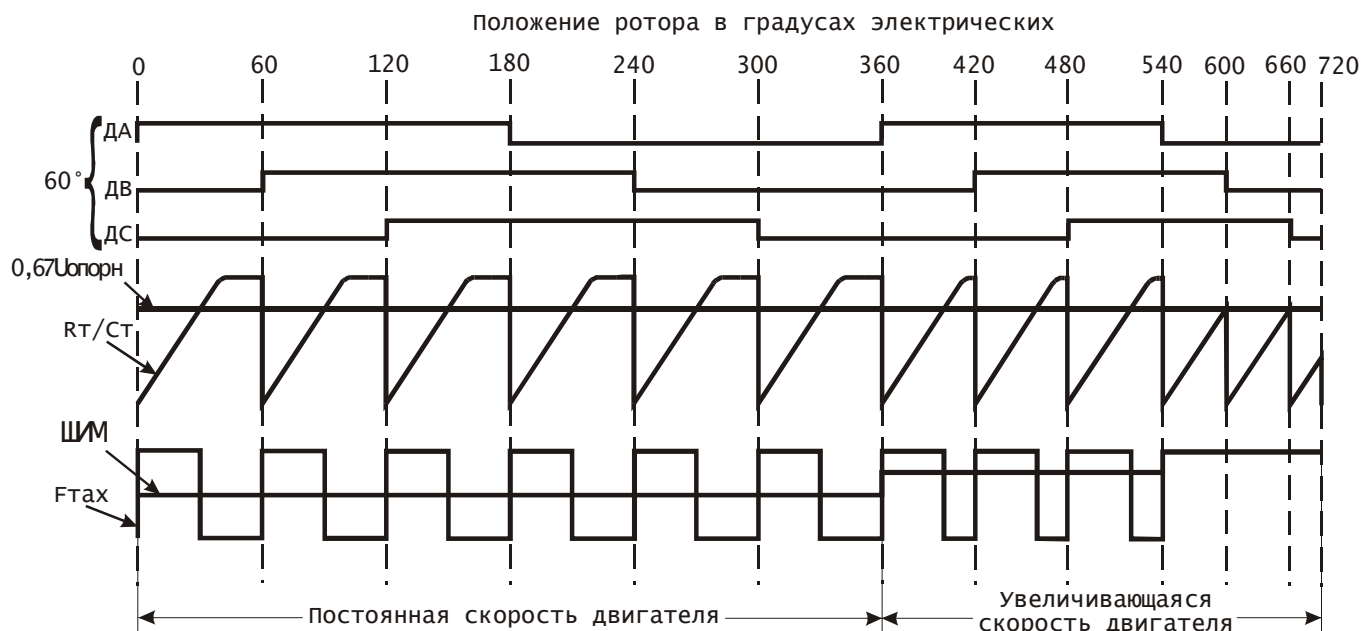


Рисунок 15 – Формирование сигнала обратной связи пропорционального регулирования скорости

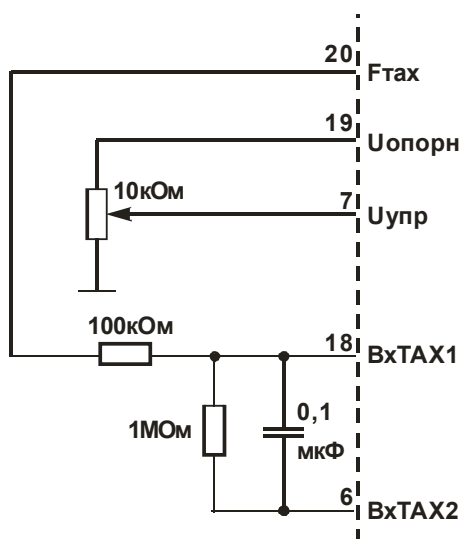


Рисунок 16

5 Сведения о приемке

Модуль _____ соответствует техническим условиям АЛЕИ.435744.061 ТУ

Место для штампа ОТК

6 Рекомендации по утилизации

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЛЕКТОРНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА МОУД 1105; МОУД 1110

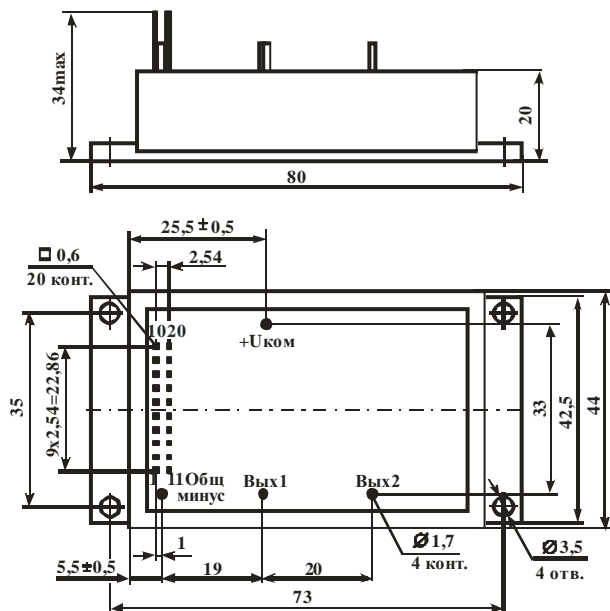
ПАСПОРТ

1 Назначение

1.1 Модуль полупроводниковый предназначен для управления, регулирования и стабилизации скорости вращения коллекторным двигателем постоянного тока малой мощности.

2 Устройство и работа модуля

2.1 Модуль представляет собой гибридную сборку герметичной конструкции в металлопластмассовом корпусе (рисунок 1). На верхней поверхности корпуса расположены вертикальные выводы для подключения монтажных проводов. Нижняя металлическая поверхность корпуса является тепловыделяющей. Для обеспечения надежной работы модуля необходимо установить корпус модуля на теплоотвод (радиатор или конструктивный элемент).



- | | |
|--------------|--------------|
| 1 – ОБЩ; | 11 – ОБЩ; |
| 2 – Rc-; | 12 – Rc+; |
| 3 – Tc+; | 13 – Tc-; |
| 4 – /ОШИБКА; | 17 – Uопорн; |
| 7 – ШИМ; | 18 – -Uупр; |
| 8 – Uупр; | 19 – ОСЦ; |
| 9 – ТОРМ; | 20 – РАЗР; |
| 10 – ВП/НЗ; | |

Контакты 5, 6, 14, 15, 16 не используются.

Рисунок 1 – Габаритный чертеж и назначение выводов модуля

2.2 Модуль является высокоинтегрированной гибридной схемой, включающей в своем составе монолитную схему управления, встроенный источник питания, схему драйверов выходных ключей, мощные выходные ключи на полевых транзисторах, включенные по схеме H-моста.

2.3 Модуль позволяет управлять коллекторным двигателем постоянного тока, обеспечивая: регулирование скорости вращения двигателя; торможение двигателя; измерение и ограничение уровня тока, потребляемого обмоткой якоря двигателя от внешнего источника, выдачу сигнала «ОШИБКА» в критических режимах.

2.4 Структурная схема модуля представлена на рисунке 2. Функциональное назначение выводов модуля отражено в таблице 1.

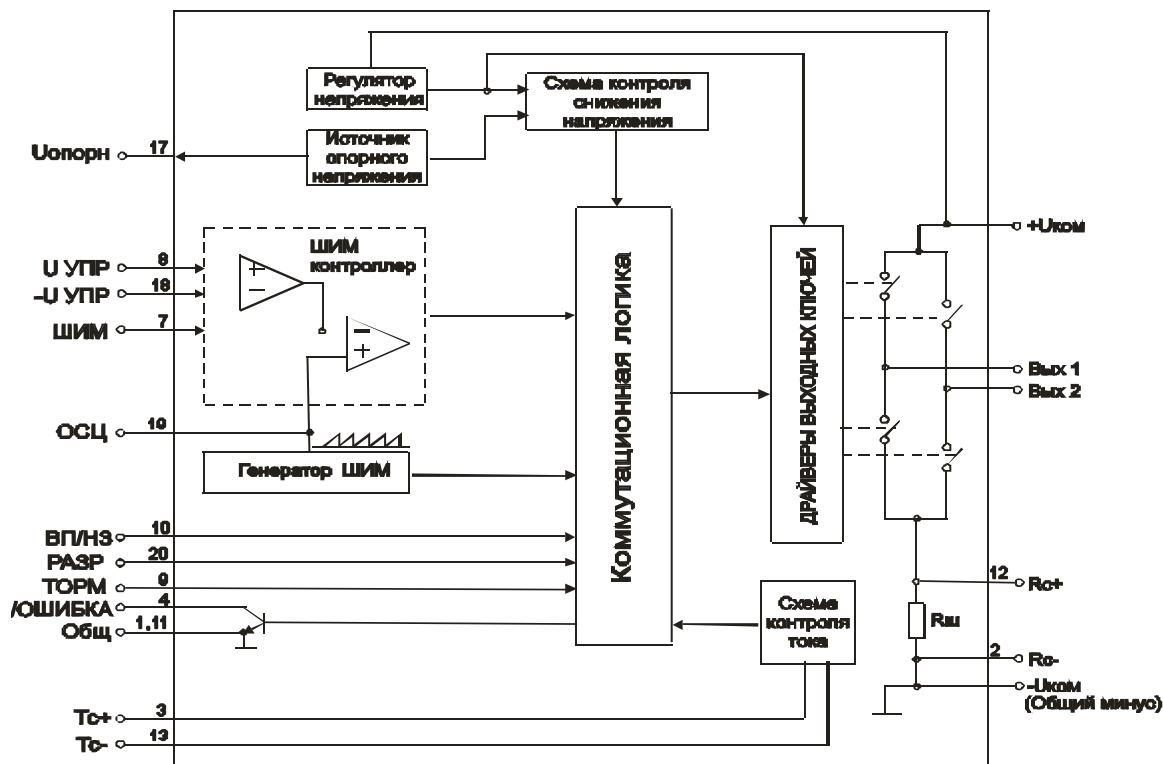


Рисунок 2 – Структурная схема модуля

Таблица 1 – Функциональное назначение выводов модуля

Наименование	Назначение
+Uком	Рабочее напряжение двигателя
-Uком	Общий минус
Вых1, Вых2	Выходы для подключения обмотки якоря
Упорн	Источник опорного напряжения для формирования тока заряда времязадающей емкости Cг и организации Уупр
Уупр	Вход сигнала управления скоростью, неинверсный вход усилителя ШИМ
- Уупр	Дифференциальный вход сигнала рассогласования, инверсный вход усилителя ШИМ
ШИМ	Дифференциальный вход сигнала рассогласования, инверсный вход компаратора ШИМ
ОСЦ	Подключение времязадающих элементов Cг, Rг, определяющих частоту генератора ШИМ
ВП/НЗ	Вход управления направлением вращения ротора двигателя
РАЗР	Вход разрешения работы/останов двигателя
ТОРМ	Вход сигнала динамического торможения двигателя
/ОШИБКА	Выходной сигнал, построенный по схеме ОК, имеющий активным низкий уровень при ухудшении одного из контролируемых параметров: наличие низкого уровня (0) на входе «РАЗР»; превышение тока потребления двигателя выше контролируемого предела; понижение напряжения питания ниже контролируемого уровня
Тс+; Тс-	Сенсорные входы схемы контроля тока
Рс+; Рс-	Выходы (потенциальные) токоизмерительного шунта

Модуль содержит в своем составе следующие функциональные блоки:

- регулятор напряжения для питания элементов и узлов прибора;
- источник опорного напряжения с высокой температурной стабильностью позволяет организовать сигнал управления скоростью для систем с обратной связью;
- схему контроля необходимых уровней питающих напряжений для обеспечения безотказной работы прибора;
- ШИМ-контроллер, реализующий регулирование скорости вращения ротора двигателя;
- генератор пилообразного сигнала для организации ШИМ-регулирования скорости;
- коммутационную логику, управляемую при помощи трех логических сигналов, воспринимающую сигналы функциональных блоков, выдающую сигналы управления драйверами выходных ключей и сигнал «ОШИБКА» в критических режимах;
- драйверы управления затворами выходных полевых транзисторов, обеспечивающие большую скорость переключения полевых транзисторов;

- схему контроля и ограничения тока, потребляемого обмоткой двигателя;
- схему измерения тока, потребляемого обмоткой двигателя;
- H-мост на полевых транзисторах, позволяющий изменять направление протекания тока через обмотку двигателя и величину действующего значения напряжения.

2.6 Варианты состояний модуля при управлении коллекторным двигателем постоянного тока для случая задания максимальной скорости приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Варианты состояний модуля при управлении коллекторным двигателем постоянного тока

Входы			Датчик тока	Выходы			Прим.
ВП/НЗ	РАЗР	ТОРМ		Вых1	Вых2	/ОШИБКА	
1	1	0	0	1	0	1	п.1
0	1	0	0	0	1	1	п.1
X	1	1	0	0	0	1	п.2
X	0	1	0	0	0	0	п.3
X	0	0	0	-	-	0	п.4
X	1	0	1	-	-	0	п.5
п.1	Двоичные входы «ВП/НЗ», «РАЗР», «ТОРМ» имеют ТТЛ-совместимые уровни. X – любое состояние. На выходах «Вых1», «Вых2» высокий уровень (1) означает подключение к «+Уком», низкий уровень (0) - подключение к «- Уком» (общий минус).						
п.2	При высоком уровне (1) на входах «РАЗР» и «ТОРМ» – выходы «Вых1» и «Вых2» подключены к «-Уком» (общий минус), выводы обмотки двигателя замкнуты между собой, этим создается тормозящая электромагнитная сила (динамический тормоз)						
п.3	Если на входе «РАЗР» - низкий уровень (0), а на входе «ТОРМ» - высокий уровень (1), выходы «Вых1», «Вых2» находятся в режиме динамического торможения; построенный по схеме с открытым коллектором выход «/ОШИБКА» имеет активным низкий уровень (0).						
п.4	Если на входах «РАЗР» и «ТОРМ» - низкий уровень (0) - выходы «Вых1», «Вых2» отключены; на выходе «/ОШИБКА» - низкий уровень (0).						
п.5	При уровне тока (потребляемого двигателем от внешнего источника) выше заданного предела - выходы «Вых1», «Вых2» отключены; на выходе «/ОШИБКА» - низкий уровень (0). Сигнал датчика тока является внутрисхемным, с порогом срабатывания по уровню 100 мВ на токоизмерительном шунте. Логический ноль (0) вырабатывается при уровне < 85 мВ, логическая единица (1) - при уровне > 115 мВ.						

3 Основные технические данные и характеристики

3.1 Основные электрические параметры приведены в таблице 3.

3.2 Предельно допустимые режимы эксплуатации приведены в таблице 4.

Таблица 3 – Основные электрические параметры

Наименование параметра	Обозначение	Ед. изм.	Значение параметра		Примечание
			МОУД1105	МОУД1110	
1 Максимальное импульсное напряжение питание	Упит. max	В	45		ti=5 мс
2 Максимальное напряжение закрытого транзистора канала управления обмоткой двигателя	Утр.max	В	100		
3 Напряжение на входах управления (выводы 9, 10, 20)	Увх.max	В	Uопорн		
4 Ток входной генератора ШИМ (втекающий или вытекающий) (вывод 19)	Юсц	мА	30		
5 Диапазон напряжения входного, усилителя ШИМ (выводы 8, 18)	Увх.ус.max	В	-0,3÷Uопорн		

Продолжение таблицы 3

Наименование параметра	Обозначение	Ед. изм.	Значение параметра		Примечание
			МОУД1105	МОУД1110	
6 Ток выходной усилителя ШИМ (втекающий или вытекающий) (вывод 7)	I _{вых.ус}	мА	10		-0,3<U _{вх.ус} <U _{порн.}
7 Диапазон входного напряжения схемы контроля тока (выводы 3, 13)	U _{вх.тс.max}	В	-0,3÷5,0		
8 Напряжение выхода «/ОШИБКА» (вывод 4)	U _{кэ(/ош)max}	В	20		
9 Ток втекающий выхода «/ОШИБКА» (вывод 4)	I _{кэ(/ош)max}	мА	20		
10 Ток выходной импульсный	I _{и max}	А	15		t _и <30 мкс Q=100
11 Ток ограничения максимальный	I _{огр. max}	А	7,5	15	При di/dt=0,4А/мкс
12 Напряжение изоляции (выводы - корпус)	U _{из}	В	500		Пост. тока 1 мин
13 Максимальная температура перехода транзисторов	T _{пер.max}	°С	+150		
14 Тепловое сопротивление переход-корпус	R _{т. п-к}	°С/Вт	2		

Таблица 4 – Предельно-допустимые режимы эксплуатации

Наименование параметра	Обозначение	Ед. изм.	Значение параметра				Примечание
			МОУД1105		МОУД1110		
			min	max	min	max	
1 Рабочий диапазон температур	T _{раб}	°С	-40	+85	-40	+85	
2 Температура хранения	T _{хран}	°С	-60	+100	-60	+100	
Параметры входного и опорного напряжений							
1 Напряжение питания	U _{пит}	В	15	29,7	15	29,7	
2 Ток потребления модуля	I _{потр}	мА	40	60	40	60	U _{ком} =27 В±10%
3 Опорное напряжение (вывод 17)	U _{опорн}	В	5,82	6,57	5,82	6,57	T= (-40÷85) °С I _{опорн} =1 мА
4 Изменение опорного напряжения	ΔU _{опорн}	мВ	30				I _{опорн} = (1÷20) мА
5 Выходной ток источника опорного напряжения	I _{опорн}	мА	40	70	40	70	
6 Пороговое напряжение выключения источника опорного напряжения	U _{оп.выкл}	В	4	5	4	5	
7 Напряжение отключения модуля при снижении питающего напряжения	U _{откл}	В	9,5	11,3	9,5	11,3	
Параметры ШИМ- контроллера							
1 Входное напряжение смещения усилителя	U _{см}	мВ	0,4	10	0,4	10	
2 Разность входных токов усилителя	I _{ио}	нА	80	500	80	500	
3 Входной ток смещения	I _{см}	нА	-46	-1000	-46	-1000	
4 Диапазон входного синфазного напряжения	U _{ICR}	В	0÷U _{опорн}				
5 Коэффициент усиления без обратной связи	A _{VOL}	дБ	70	80	70	80	U _{вх} =3 В, R _L =15 кОм
6 Коэффициент ослабления синфазного сигнала	CMMR	дБ	55		55		

Продолжение таблицы 4

Наименование параметра	Обозначение	Ед. изм.	Значение параметра				Примечание
			МОУД1105		МОУД1110		
			min	max	min	max	
7 Выходное напряжение переключения компаратора: высокий уровень низкий уровень	U _{ВВ} U _{ВН}	В	4,6	1,0	4,6	1,0	R _L =15кОм, подкл.к ОБЩ, R _L =15кОм подкл.к Упорн
Параметры генератора ШИМ (вывод 19)							
1 Частота генератора	F _{осц}	кГц	22	28	22	28	
2 Максимальное пиковое пилообразное напряжение	U _{осц.(в)}	В		4,6		4,6	
3 Минимальное пиковое пилообразное напряжение	U _{осц.(н)}	В	1,0		1,0		
Параметры сигналов управления							
1 Входное пороговое напряжение (выводы 9,10,20) высокий уровень низкий уровень	U _{ВВ} U _{ВН}	В	3,0	0,8			
2 Входной ток (выводы 9,10) высокий уровень низкий уровень	I _{ВВ} I _{ВН}	мкА	-190	-100	-190	-100	U _{ВВ} =5 В U _{ВН} =0 В
3 Входной ток (вывод 20) высокий и низкий уровень	I _В	мкА	-60	-10	-60	-10	U _{ВВ} =5 В; U _{ВН} =0 В
Параметры схемы контроля и ограничения тока							
1 Пороговое напряжение	U _{пор}	мВ	85	115	85	115	
2 Входной ток смещения	I _{см}	мкА		-5,0		-5,0	
3 Диапазон входного синфазного напряжения (выводы 3 , 13)	U _{ICR}	В	3				
4 Напряжение на выходах токоизмерительного резистора (выводы 2 , 12)	U _{RC}	мВ	95	105	95	105	I _м = I _{огр}
5 Ток ограничения	I _{огр}	А	4,5	5,5	9,0	10,5	
Параметры выходных сигналов							
1 Сопротивление в открытом состоянии силовых транзисторов	R _{си.вкл}	Ом		0,1		0,1	I _м = I _{огр}
2 Ток утечки закрытого транзистора канала управления обмоткой двигателя	I _{ут.тр}	мкА		100		100	U _{си} =100 В U _{зи} =0 В
3 Напряжение насыщения на выходе «/ОШИБКА» (вывод 4)	U _{кэ.нас}	мВ		500		500	I _к =16 мА
4 Ток утечки выхода «/ОШИБКА» (вывод 4)	I _{к.ут}	мкА		100		100	U _{кэ} = 20 В
5 Время переключения верхних ключей время нарастания время спада	t _{нар.в} t _{сп.в}	мкс	2,5 5	5 10	2,5 5	5 10	
6 Время переключения нижних ключей время нарастания время спада	t _{нар.н} t _{сп.н}	мкс	1 1	1,5 1,5	1 1	1,5 1,5	
7 Задержка переключения при превышении уровня тока	t _{откл.т}	мкс	10	20	10	20	

4 Рекомендации по применению

4.1 Модуль позволяет плавно регулировать в широких пределах частоту вращения мощных коллекторных двигателей постоянного тока. Модуль можно использовать и в составе систем автоматического управления.

4.2 Регулирование частоты вращения производится изменением действующего значения напряжения, прикладываемого к обмотке якоря. Схема подключения двигателя параллельного возбуждения представлена на рисунке 3.

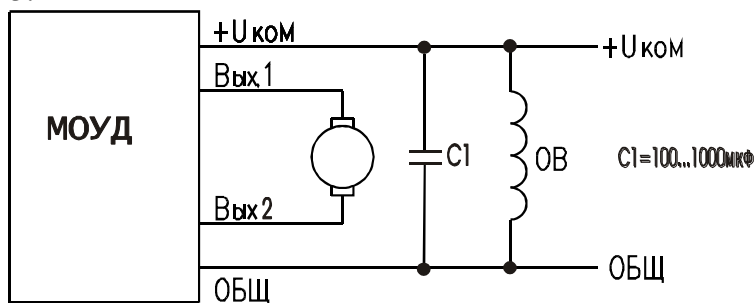


Рисунок 3

4.3 Сигнал «РАЗР/ОСТАНОВ» можно использовать при переключении направления вращения двигателя и для управления режимом динамического торможения.

4.3.1 При изменении направления вращения, необходимо на входе «РАЗР» установить сигнал низкого уровня (0), при этом силовые транзисторы модуля закрываются. После чего произвести изменение сигнала направления вращения «ВП/НЗ».

Временная диаграмма рекомендуемой последовательности поступления сигналов на входы «РАЗР» и «ВП/НЗ» представлена на рисунке 4.

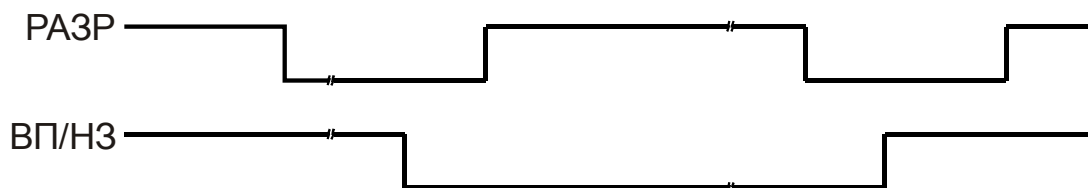


Рисунок 4

4.3.2. Для управления режимом динамического торможения необходимо на входе «РАЗР» установить сигнал низкого уровня, при этом силовые транзисторы модуля закрываются. После чего, для открывания «нижних» транзисторов Н-моста, подавать на вход «ТОРМ» импульсы с требуемой скважностью. Изменяя скважность сигнала «ТОРМ» возможно изменять жесткость режима динамического торможения.

Временная диаграмма сигналов управления ШИМ-регулирования динамическим торможением представлена на рисунке 5.

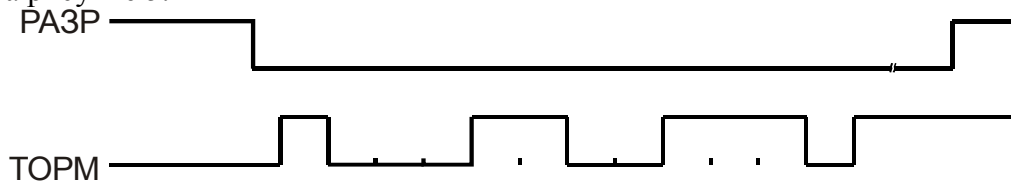


Рисунок 5

4.4 Вход «ТОРМ» имеет приоритет перед другими входами управления. Поступление сигнала высокого уровня (1) обеспечивает переход модуля в режим динамического торможения. При этом «верхние» транзисторы Н-моста, подключенные к «+Uком», закрываются. «Нижние» транзисторы Н-моста открываются, подключая обмотку якоря к «-Uком» (общий минус). Таким образом, обмотка оказывается замкнутой, этим создается тормозящая электромагнитная сила.

4.5 Генератор ШИМ настраивается с помощью внешних элементов R_г и C_г, схема подключения показана на рисунке 6а.

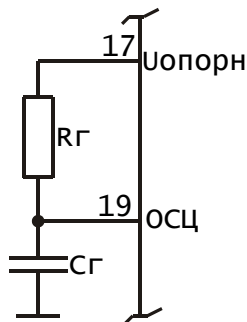


Рисунок 6а

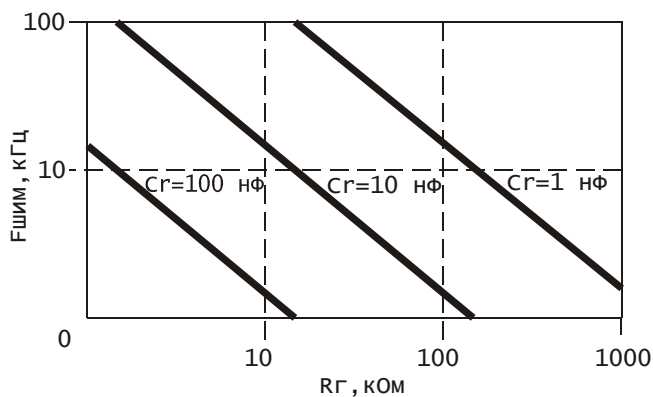


Рисунок 6б

Конденсатор C_{Γ} заряжается от источника опорного напряжения $U_{\text{опорн}}$ через резистор R_{Γ} и разряжается через внутренний транзистор. Для снижения уровня акустического шума и при этом создания режима непрерывного тока якоря (для сохранения наклона механических характеристик двигателя – обеспечения их жесткости при минимальной скорости) предпочтительно частоту генератора ШИМ установить в диапазоне 20...30 кГц.

Зависимость частоты генератора ШИМ от величины R_{Γ} и C_{Γ} показано на номограмме рисунка 6б. Например, оптимальная частота генератора 25 кГц устанавливается $C_{\Gamma}=0,01$ мкФ, $R_{\Gamma}=4,7$ кОм.

4.6 Модуль контролирует величину тока, потребляемого двигателем от внешнего источника на токоизмерительном шунте. Сигнал с потенциальных выходов шунта можно непосредственно подключить к схеме ограничения тока (входы «Тс+» и «Тс-») или использовать в цепи внешней схемы ограничения тока. Возможная схема подключения показана на рисунке 7. Дополнительные элементы R_1 , R_2 , C_1 составляют ФНЧ, предотвращающий попадание импульсных помех на вход компаратора схемы ограничения тока.

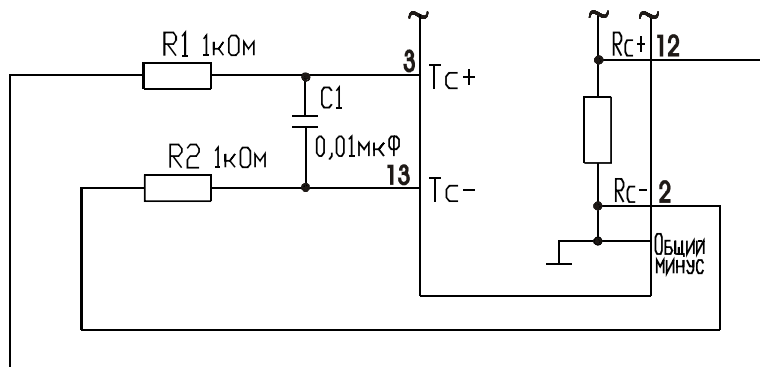


Рисунок 7

4.7. Для регулирования скорости вращения двигателя в модуле используется метод многократной ШИМ, изменяющей среднее значение напряжения, приложенного к коллекторной обмотке двигателя. При этом верхний транзистор (подключающий якорь к «+Uком») остается в проводящем состоянии, регулирование проводится переключением нижнего транзистора (подключающий якорь к «-Uком»). Временная диаграмма ШИМ- регулирования скорости двигателя показана на рисунке 8. Как только конденсатор C_{Γ} генератора ШИМ разрядится, силовой транзистор открывается, подавая в обмотку ток. Когда уровень нарастающего пилообразного напряжения на конденсаторе C_{Γ} станет больше, чем уровень сигнала на выходе усилителя ШИМ (вход ШИМ), нижний транзистор закрывается, отключая обмотку от напряжения источника питания. Если уровень сигнала на выходе усилителя ШИМ (вход ШИМ) превысит пиковую величину пилообразного напряжения генератора ШИМ, ШИМ-регулирование прекращается, двигатель вращается с максимальной скоростью. При уровне тока, потребляемого обмоткой двигателя, выше предельного значения (на входах «Тс+», «Тс-» сигнал $U > 100$ мВ) происходит полное отключение транзисторов, на выходе «/ОШИБКА» – низкий уровень.

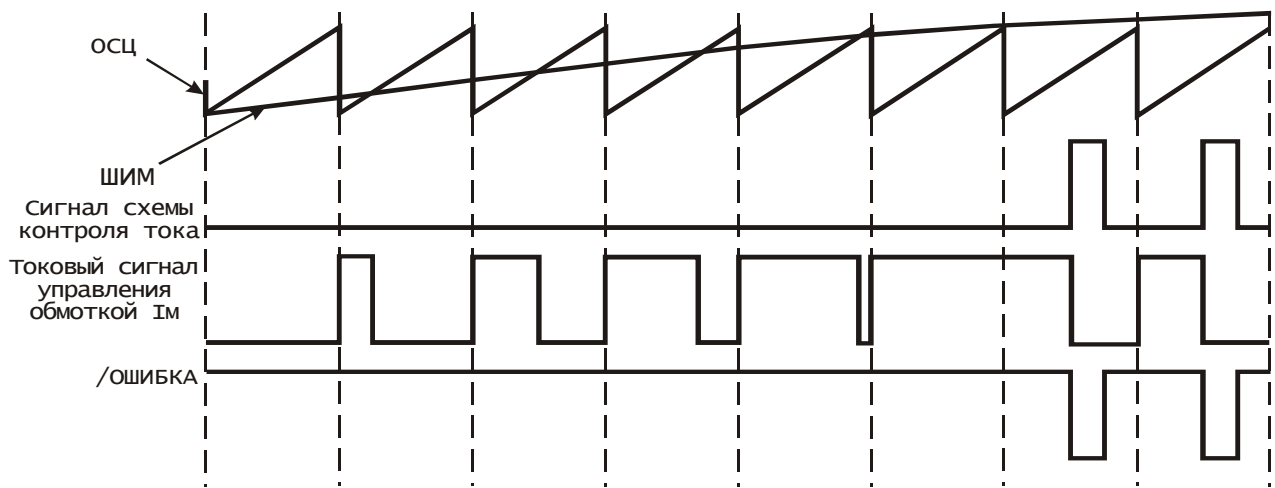


Рисунок 8

4.8 Модуль возможно использовать в режимах открытой петли обратной связи (когда задача стабилизации и управления скоростью решается другими устройствами) и закрытой петли обратной связи (когда управление скоростью двигателя в различных функциях осуществляется возможностями модуля).

4.9 Управление уровнем скорости производится при помощи потенциального сигнала, подаваемого на вход «Уупр», возможная схема подключения показана на рисунке 9.

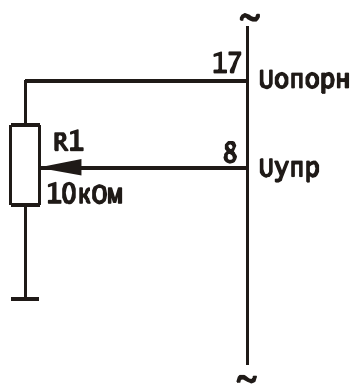


Рисунок 9

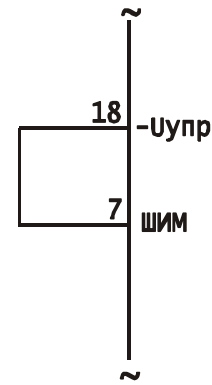
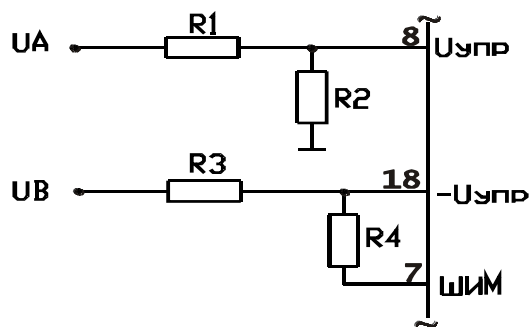


Рисунок 10

4.10 В случае использования модуля в режиме открытой петли обратной связи усилитель ШИМ работает в режиме повторителя напряжения. Пример подключения показан на рисунке 10.

Вариант применения режима управления скоростью по двум дифференциальным входам показан на рисунке 11.

Зависимость длительности токового сигнала управления обмоткой двигателя от напряжения на входе ШИМ показана на графике рисунка 12.



$$U_{\text{ШИМ}} = U_A \times \left(\frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2} \right) \times \frac{R_2}{R_3} - \left(\frac{R_4}{R_3} \times U_B \right)$$

Рисунок 11

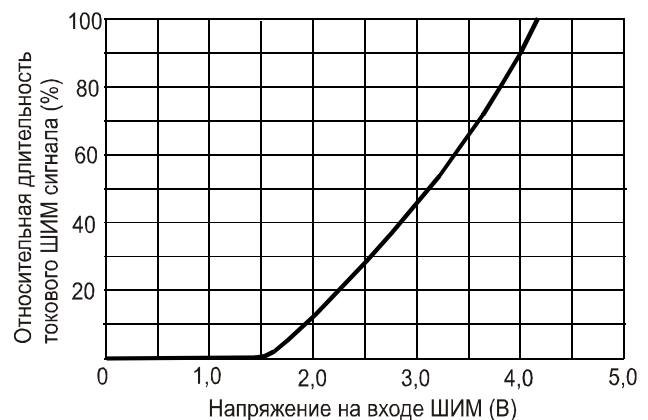


Рисунок 12

4.11 Модуль можно использовать в режиме управления ускорением/замедлением двигателя. Возможная схема включения представлена на рисунке 13. Резистор R1 и конденсатор C1 определяют

постоянную времени ускорения, а R2 и C1 – замедления. Величины сопротивлений R1 и R2 должны быть на порядок меньше, чем величина сопротивления R3.

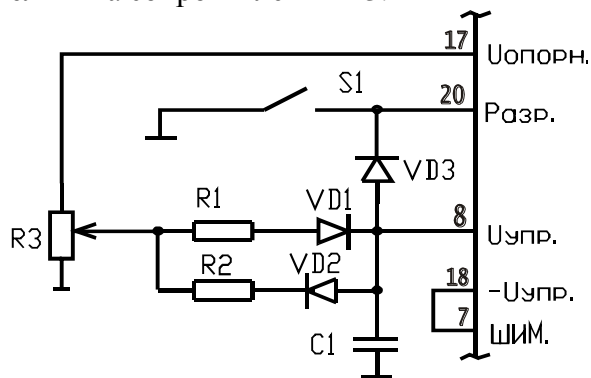
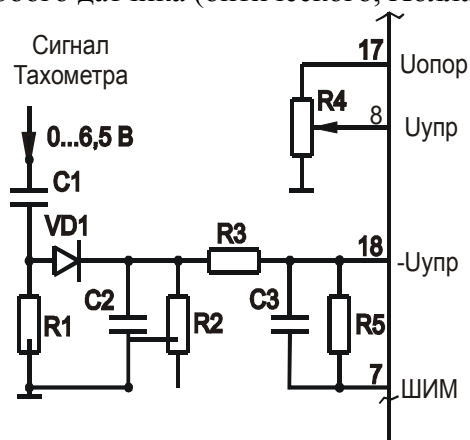


Рисунок 13

4.12 Вариант использования модуля в режиме закрытой петли обратной связи показан на рисунке 14. Импульсный сигнал, пропорциональный уровню скорости (сигнал тахометра) может быть получен с любого датчика (оптического, Холла и т.п.) с уровнем сигнала $0 \div 6,5$ В.



- C1 – 0,01 мкФ
- C2 – 0,1 мкФ
- C3 – 0,22 мкФ
- R1 – 10 кОм
- R2 – 1 МОм
- R3 – 100 кОм
- R4 – 10 кОм
- R5 – 1 МОм

Рисунок 14

5 Сведения о приемке

Модуль _____ соответствует техническим условиям АЛЕИ.435744.061 ТУ

Место для штампа ОТК

6 Рекомендации по утилизации

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск +7 (8182) 45-71-35	Кемерово +7 (3842) 21-56-70	Новосибирск +7 (383) 235-95-48	Сочи +7 (862) 279-22-65
Астрахань +7 (8512) 99-46-80	Киров +7 (8332) 20-58-70	Омск +7 (381) 299-16-70	Ставрополь +7 (8652) 57-76-63
Барнаул +7 (3852) 37-96-76	Краснодар +7 (861) 238-86-59	Орел +7 (4862) 22-23-86	Сургут +7 (3462) 77-96-35
Белгород +7 (4722) 20-58-80	Красноярск +7 (391) 989-82-67	Оренбург +7 (3532) 48-64-35	Тверь +7 (4822) 39-50-56
Брянск +7 (4832) 32-17-25	Курск +7 (4712) 23-80-45	Пенза +7 (8412) 23-52-98	Томск +7 (3822) 48-95-05
Владивосток +7 (4232) 49-26-85	Липецк +7 (4742) 20-01-75	Пермь +7 (342) 233-81-65	Тула +7 (4872) 44-05-30
Волгоград +7 (8442) 45-94-42	Магнитогорск +7 (3519) 51-02-81	Ростов-на-Дону +7 (863) 309-14-65	Тюмень +7 (3452) 56-94-75
Екатеринбург +7 (343) 302-14-75	Москва +7 (499) 404-24-72	Рязань +7 (4912) 77-61-95	Ульяновск +7 (8422) 42-51-95
Ижевск +7 (3412) 20-90-75	Мурманск +7 (8152) 65-52-70	Самара +7 (846) 219-28-25	Уфа +7 (347) 258-82-65
Казань +7 (843) 207-19-05	Наб.Челны +7 (8552) 91-01-32	Санкт-Петербург +7 (812) 660-57-09	Хабаровск +7 (421) 292-95-69
Калуга +7 (4842) 33-35-03	Ниж.Новгород +7 (831) 200-34-65	Саратов +7 (845) 239-86-35	Челябинск +7 (351) 277-89-65
			Ярославль +7 (4852) 67-02-35