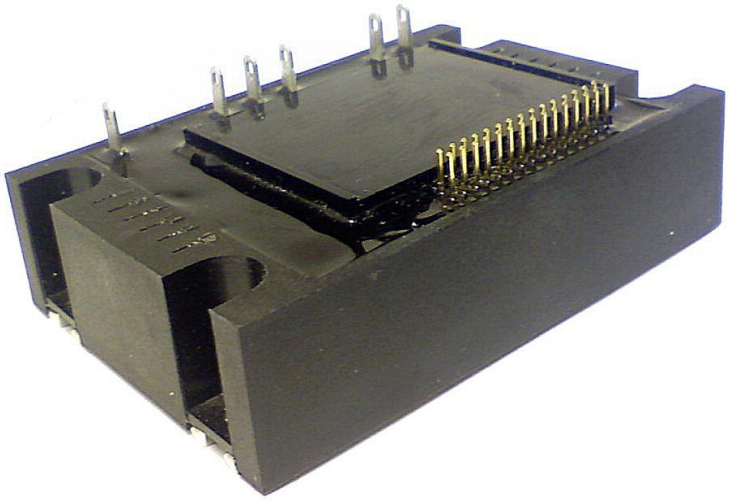
# АО "ЭЛЕКТРУМ АВ"

## МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕХФАЗНЫМ ВЕНТИЛЬНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ МУВДМ

## ПАСПОРТ

## АЛЕИ.435744.083 ПС



302020 г. Орел, Наугорское шоссе, 5 тел. (4862) 44-03-44, факс (4862) 44-03-48,
e-mail: mail@electrum-av.com, www.electrum-av.com

**СОДЕРЖАНИЕ**

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ ..... 3
2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ ..... 4
3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ ..... 6
4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ..... 9
5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ ..... 15
6 СИЛОВЫЕ ВЫХОДЫ ..... 22
7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ..... 23
8 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ МОДУЛЕЙ ..... 25
9 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ ..... 26
10 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ ..... 26
11 ГАРАНТИИ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ ..... 26
12 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ ..... 26

Данный документ является паспортом с описанием характеристик данного изделия, для которых предоставляется гарантия. Все изделия в процессе производства проходят полный контроль всех параметров, который выполняется дважды, один раз до герметизации, а затем еще раз после.

Любая такая гарантия предоставляется исключительно в соответствии с условиями соглашения о поставке (договор на поставку или другие документы в соответствии с действующим законодательством). Информация представленная в этом документе не предполагает гарантии и ответственности «Электрум АВ» в отношении использовании такой информации и пригодности изделий для Вашей аппаратуры. Данные, содержащиеся в этом документе, предназначены исключительно для технически подготовленных сотрудников. Вам и Вашим техническим специалистам придется оценить пригодность этого продукта, предназначенного для применения и полноту данных продукта, в связи с таким применением.

Любые изделия «Электрум АВ» не разрешены для применения в приборах и системах жизнеобеспечения и специальной техники, без письменного согласования с «Электрум АВ».

Если вам необходима информация о продукте, превышающая данные, приведенные в этом документе, или которая относится к конкретному применению нашей продукции, пожалуйста, обращайтесь в офис продаж к менеджеру, который является ответственным за Ваше предприятие.

Инженеры «Электрум АВ» имеют большой опыт в разработке, производстве и применении мощных силовых приборов и интеллектуальных драйверов для силовых приборов и уже реализовали большое количество индивидуальных решений. Если вам нужны силовые модули или драйверы, которые не входят в комплект поставки, а также изделия с отличиями от стандартных приборов в характеристиках или конструкции обращайтесь к нашим менеджерам и специалистам, которые предложат Вам лучшее решение Вашей задачи.

«Электрум АВ» оставляет за собой право вносить изменения без дополнительного уведомления в настоящем документе для повышения надежности, функциональности и улучшения дизайна.

# 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;
- 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 узла коммутатора «3»);
- плавный заряд ёмкости фильтра без дополнительного зарядного резистора и схем управления зарядом (МУВДМ с типом узла коммутатора «3»).

МУВДМ выпускается с различными типами узлов коммутаторов 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 узлов коммутаторов 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 узла коммутатора:**

«4» - только инвертор.

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

С типом узла коммутатора «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 узла коммутатора «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 минус 10 плюс 10 В с диапазоном торможения от минус 0,5 до плюс 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 силовых коммутаторов, независимо от тока и напряжения модуля.

На рис.2.1 приведена расшифровка названия модулей серии МУВДМ.

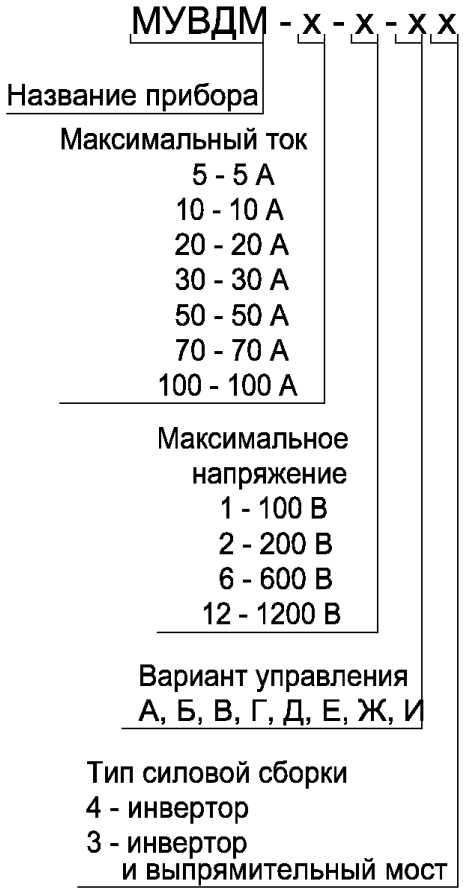



Рисунок 2.1 – Расшифровка названия модуля

Например, модуль МУВДМ-30-12-В4: модуль управления вентильным двигателем с максимальным током инвертора 30 А, пиковым напряжением транзисторов инвертора 1200 В, с вариантом управления «В», узел коммутатора – 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.

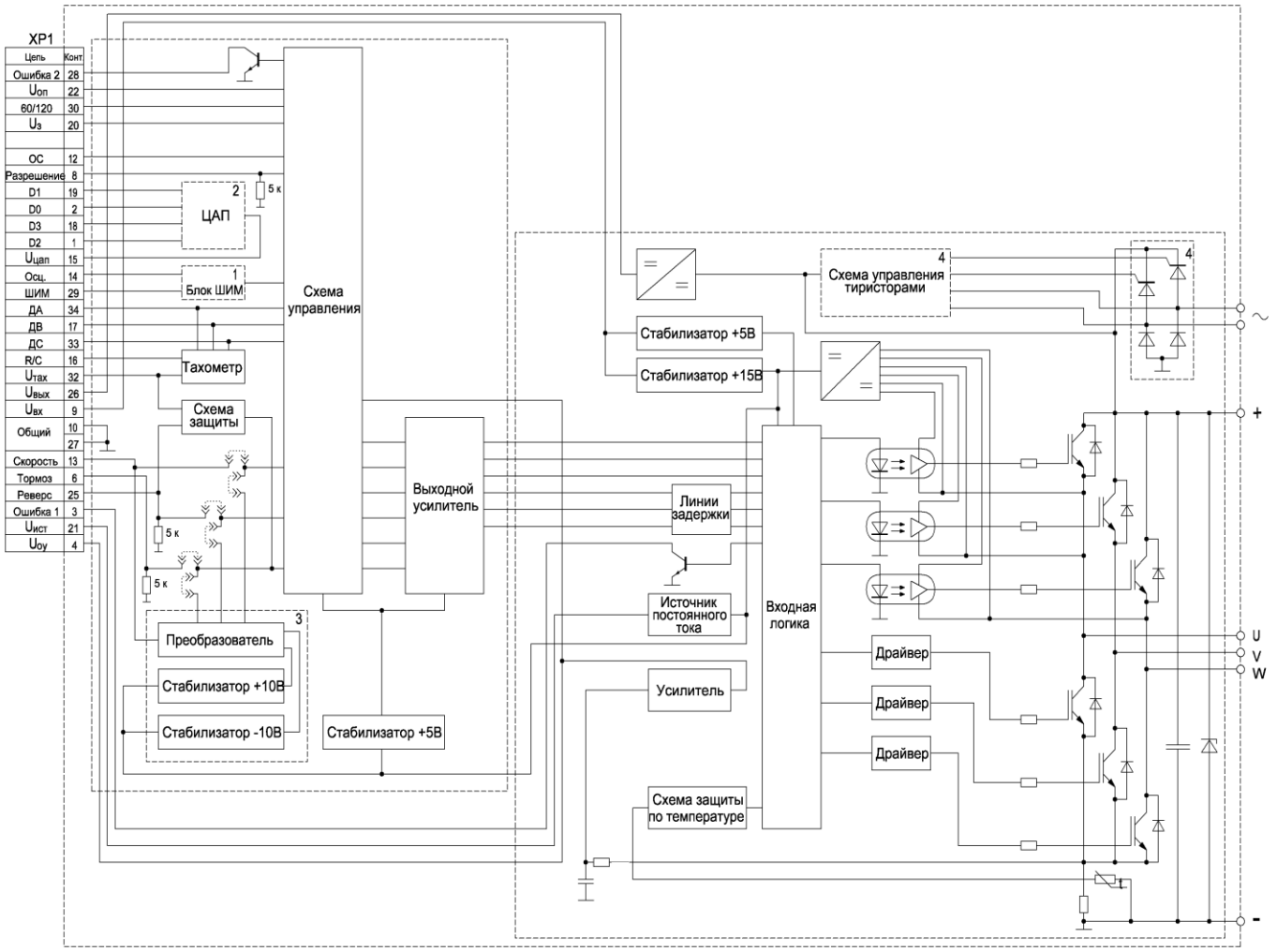



Рисунок 3.1 – Структурная схема МУВДМ

«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 узла коммутатора «3».

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

Разъём XP1 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 М5 (см. габаритные чертежи). Назначение выводов разъёма XP1 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 | $U_{оу}$ | 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 A |
| | V | Вывод подключения фазы B |
| | W | Вывод подключения фазы C |
| | - | 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 XP1 модуля МУВДМ.

| 1 | | | | | | | | | 10 | | | | | | | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ош.1 | $U_{оу}$ | | Тормоз | | Разр. | $U_{вх}$ | Общий | | | Скор. | | | | ДВ |
| | | $U_з$ | Ист. | $U_{оп}$ | | | Реверс | $U_{вых}$ | Общий | Ош.2 | | 60/120 | | $U_{тах}$ | ДС | ДА |
| 18 | | | | | | | | | 27 | | | | | | | 34 |

Рисунок 3.2а – Внешний вид разъёма XP1 с управлением А.

| 1 | | | | | | | | | 10 | | | | | | | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ош.1 | $U_{оу}$ | | Тормоз | | Разр. | $U_{вх}$ | Общий | | | Скор. | | | | ДВ |
| | | $U_з$ | 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 XP1 с управлением Б.

| 1 | | | | | | | | | 10 | | | | | | | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ош.1 | $U_{оу}$ | | | | Разр. | $U_{вх}$ | Общий | | | Скор. | | | | ДВ |
| | | $U_з$ | Ист. | $U_{оп}$ | | | | $U_{вых}$ | Общий | Ош.2 | | 60/120 | | $U_{тах}$ | ДС | ДА |
| 18 | | | | | | | | | 27 | | | | | | | 34 |

Рисунок 3.2.2 – Внешний вид разъёма XP1 с управлением В.

| 1 | | | | | | | | | 10 | | | | | | | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D2 | D0 | Ош.1 | $U_{оу}$ | | Тормоз | | Разр. | $U_{вх}$ | Общий | | | Скор. | | $U_{цап}$ | | ДВ |
| D3 | D1 | $U_з$ | 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 XP1 с управлением Г.

| 1 | | | | | | | | | 10 | | | | | | | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ош.1 | $U_{оу}$ | | Тормоз | | Разр. | $U_{вх}$ | Общий | | ОС | Скор. | Осц. | | R/C | ДВ |
| | | $U_з$ | 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 XP1 с управлением Д.

| 1 | | | | | | | | | 10 | | | | | | | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ош.1 | $U_{оу}$ | | Тормоз | | Разр. | $U_{вх}$ | Общий | | ОС | Скор. | Осц. | | R/C | ДВ |
| | | $U_з$ | 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 XP1 с управлением Е.

| 1 | | | | | | | | | 10 | | | | | | | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ош.1 | $U_{оу}$ | | | | Разр. | $U_{вх}$ | Общий | | ОС | Скор. | Осц. | | R/C | ДВ |
| | | $U_з$ | 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 XP1 с управлением Ж.

| 1 | | | | | | | | | 10 | | | | | | | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D2 | D0 | Ош.1 | $U_{оу}$ | | Тормоз | | Разр. | $U_{вх}$ | Общий | | ОС | Скор. | Осц. | $U_{цап}$ | R/C | ДВ |
| D3 | D1 | $U_з$ | 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 XP1 с управлением З.

## 4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Основные электрические и предельно-допустимые электрические параметры модулей МУВДМ при температуре 25 $^0$С представлены в таб.4.1 – 4.5.

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

| Наименование | Обозначение параметра | Ед.изм. | Норма | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | не менее | тип. | не более | |
| **Параметры питания** | | | | | | |
| Напряжение питания (питание от силовой цепи)* | $U_{П\,С}$ | В | 40 | – | 60 | Модули 1 кл. |
| | | | 40 | – | 160 | Модули 2 кл. |
| | | | 40 | – | 350 | Модули 6 кл. |
| Ток потребления | $I_П$ | мА | – | – | 40 | Питание от силовой цепи $U_п$=350 В |
| Напряжение питания | $U_П$ | В | 15 | – | 20 | Внешнее питание |
| Ток потребления | $I_П$ | мА | – | 200 | 250 | Внешнее питание без нагрузки |
| **Входные параметры** | | | | | | |
| Ток потребления по входам управления | $I_{УПР}$ | мА | – | – | 1 | – |
| Ток потребления по входам «ДА», «ДВ», «ДС» | $I_Д$ | мА | – | – | 5 | U=5 В |
| Диапазон напряжений управления | $U_{УПР}$ | В | -0,3 | – | 5,2 | |
| Входное напряжение низкого уровня | $U_{0\,УПР}$ | В | -0,3 | – | 0,5 | Для логических входов |
| Входное напряжение высокого уровня | $U_{1\,УПР}$ | В | 3,0 | – | 5,2 | Для логических входов |
| Напряжение, соответствующее останову | $U_{СТ}$ | В | 0,5 | – | – | – |
| Напряжение, соответствующее максимальной скорости | $U_{V\,макс}$ | В | – | – | 4,5 | – |
| **Параметры генератора ШИМ** | | | | | | |
| Частота генератора ШИМ | $f_{ШИМ\,Г}$ | кГц | 5 | – | 7 | – |
| Максимальное пиковое пилообразное напряжение | $U_{ПН\,макс}$ | В | 3,5 | – | 4,5 | – |
| Минимальное пиковое пилообразное напряжение | $U_{ПН\,мин}$ | В | 1,2 | – | 1,8 | – |
| **Параметры электронного тахометра** | | | | | | |
| Выходное напряжение | $U_{ВЫХ\,Т}$ | В | 3,6 | – | 4,2 | – |
| Длительность положительного импульса | $t_{ИМП\,Т}$ | мс | – | 1 | – | – |
| Нестабильность длительности импульса выходного сигнала | $t_{Д\,Т}$ | мкс | – | – | 250 | – |
| **Выходные параметры** | | | | | | |
| Максимальное напряжение на выводе «Ошибка» | $U_{ОШ}$ | В | – | – | 20 | – |
| Максимальный ток на выводе «Ошибка» | $I_{ОШ}$ | мА | – | – | 20 | – |
| Напряжение на выводе «$U_{оп}$» | $U_{ОП}$ | В | 6,25 | 6,5 | 6,75 | Без нагрузки |
| Максимальный ток нагрузки на выводе «$U_{оп}$» | $I_{ОП}$ | мА | – | – | 10 | – |
| Напряжение на выводе «$U_{ист}$» | $U_{ИСТ}$ | В | – | 15 | 16,5 | Без нагрузки |
| Максимальный ток нагрузки на выводе «$U_{ист}$» | $I_{ИСТ}$ | мА | – | – | 20 | – |
| Напряжение на выводе «$U_{оу}$» соот. срабатыванию токовой защиты | $U_{ОУ}$ | В | – | 1,0 | – | – |
| * для модулей 12 класса возможность питания схемы управления от силового напряжения отсутствует. | | | | | | |

Окончание таблицы 4.1

| Наименование | Обозначение параметра | Ед.изм. | Норма | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | не менее | тип. | не более | |
| **Параметры защиты** | | | | | | |
| Ток срабатывания защиты по среднему току | $I_{З\,СР}$ | 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 |
| Длительность задержки срабатывания защиты по среднему току | $t_{З\,СР}$ | мкс | – | – | 300 | При $I_И$ = 1,5х$I_{З\,СР}$ |
| Частота отключения защиты от торможения противовключением | $f_{З\,Т}$ | Гц | – | – | 4 | – |
| Температура включения температурной защиты | $T_{ВКЛ}$ | $^0$C | 90 | – | 100 | – |
| Температура отключения температурной защиты | $T_{ВЫКЛ}$ | $^0$C | 50 | – | 60 | – |
| Задержка срабатывания выхода «Ошибка» | $t_{З\,ОШ}$ | мкс | – | – | 2 | – |

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

| Наименование | Обозначение параметра | Ед.изм. | Норма | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | не менее | тип. | не более | |
| **Параметры силовых ключей** | | | | | | |
| Максимальное напряжение сток-исток | $U_{СИ}$ | В | – | – | 100 | – |
| Максимальное напряжение питания инвертора | $U_{П\ ИНВ}$ | В | – | – | 60 | – |
| Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 $^0$С | $I_{СР\ VT}$ | 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 | $I_{ИМП\ VT}$ | 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 |
| Сопротивление канала в открытом состоянии на максимальном среднем токе при 25 $^0$С | $R_{С-И}$ | мОм | – | – | 90 | Модуль на ток 5 А |
| | | | – | – | 44 | Модуль на ток 10 А |
| | | | – | – | 36 | Модуль на ток 20 А |
| | | | – | – | 23 | Модуль на ток 30 А |
| | | | – | – | 9 | Модуль на ток 50 А |
| | | | – | – | 7 | Модуль на ток 70 А |
| | | | – | – | 5 | Модуль на ток 100 А |
| Ток утечки инвертора | $I_{УТ}$ | мА | – | – | 0,1 | – |
| **Параметры изоляции** | | | | | | |
| Напряжение изоляции электрической схемы от основания корпуса | $U_{ИЗ\ СХ-ОК}$ | В | 1000 | – | – | DC, 1мин |

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

| Наименование | Обозначение параметра | Ед.изм. | Норма | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | не менее | тип. | не более | |
| **Параметры силовых ключей** | | | | | | |
| Максимальное напряжение сток-исток | $U_{СИ}$ | В | – | – | 200 | – |
| Максимальное напряжение питания инвертора | $U_{П\ ИНВ}$ | В | – | – | 130 | – |
| Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 $^0$С | $I_{СР\ VT}$ | 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 | $I_{ИМП\ VT}$ | 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 |
| Сопротивление канала в открытом состоянии на максимальном среднем токе при 25 $^0$С | $R_{С-И}$ | мОм | – | – | 300 | Модуль на ток 5 А |
| | | | – | – | 150 | Модуль на ток 10 А |
| | | | – | – | 54 | Модуль на ток 20 А |
| | | | – | – | 31 | Модуль на ток 30 А |
| | | | – | – | 23 | Модуль на ток 50 А |
| | | | – | – | 10 | Модуль на ток 70 А |
| Ток утечки инвертора | $I_{УТ}$ | мА | – | – | 0,1 | – |
| **Параметры изоляции** | | | | | | |
| Напряжение изоляции электрической схемы от основания корпуса | $U_{ИЗ\ СХ-ОК}$ | В | 2000 | – | – | DC, 1мин |

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

| Наименование | Обозначение параметра | Ед.изм. | Норма | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | не менее | тип. | не более | |
| **Параметры силовых ключей** | | | | | | |
| Максимальное напряжение коллектор-эмиттер | $U_{КЭ}$ | В | – | – | 600 | – |
| Максимальное напряжение питания инвертора | $U_{П\ ИНВ}$ | В | – | – | 400 | – |
| Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 $^0$С | $I_{СР\ VT}$ | 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 | $I_{ИМП\ VT}$ | 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 |
| Напряжение насыщения на максимальном среднем токе при 25 $^0$С | $U_{К-Э}$ | В | – | – | 3,1 | Модуль на ток 5 А |
| | | | – | – | 2,7 | Модуль на ток 10 А |
| | | | – | – | 2,2 | Модуль на ток 20 А |
| | | | – | – | 2,2 | Модуль на ток 30 А |
| | | | – | – | 2,2 | Модуль на ток 50 А |
| Ток утечки инвертора | $I_{УТ}$ | мА | – | – | 0,1 | – |
| **Параметры изоляции** | | | | | | |
| Напряжение изоляции электрической схемы от основания корпуса | $U_{ИЗ\ СХ-ОК}$ | В | 4000 | – | – | DC, 1мин |

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

| Наименование | Обозначение параметра | Ед.изм. | Норма | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | не менее | тип. | не более | |
| **Параметры силовых ключей** | | | | | | |
| Максимальное напряжение коллектор-эмиттер | $U_{КЭ}$ | В | – | – | 1200 | – |
| Максимальное напряжение питания инвертора | $U_{П\ ИНВ}$ | В | – | – | 700 | – |
| Максимальный средний ток силовых транзисторов при 100 $^0$С | $I_{СР\ VT}$ | 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 | $I_{ИМП\ VT}$ | 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 |
| Напряжение насыщения на максимальном среднем токе при 25 $^0$С | $U_{К-Э}$ | В | – | – | 4,2 | Модуль на ток 5 А |
| | | | – | – | 3,8 | Модуль на ток 10 А |
| | | | – | – | 3,5 | Модуль на ток 20 А |
| | | | – | – | 3,4 | Модуль на ток 30 А |
| | | | – | – | 2,5 | Модуль на ток 50 А |
| Ток утечки инвертора | $I_{УТ}$ | мА | – | – | 0,1 | – |
| **Параметры изоляции** | | | | | | |
| Напряжение изоляции электрической схемы от основания корпуса | $U_{ИЗ\ СХ-ОК}$ | В | 4000 | – | – | DC, 1мин |

## 5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

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

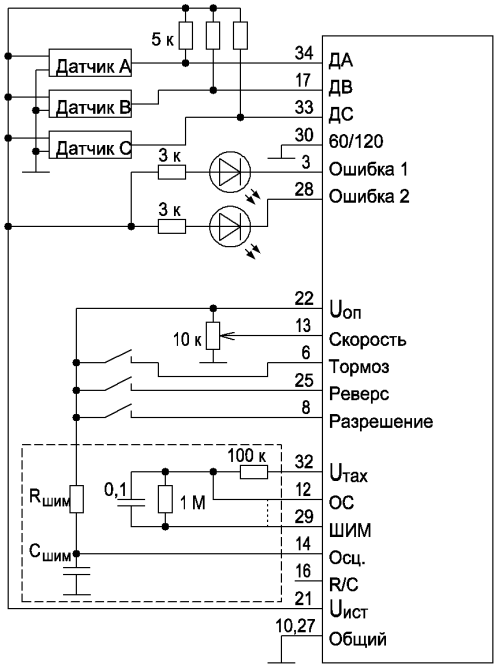



Рисунок 5.1 – Схема включения цепей управления МУВДМ «А» и «Д»

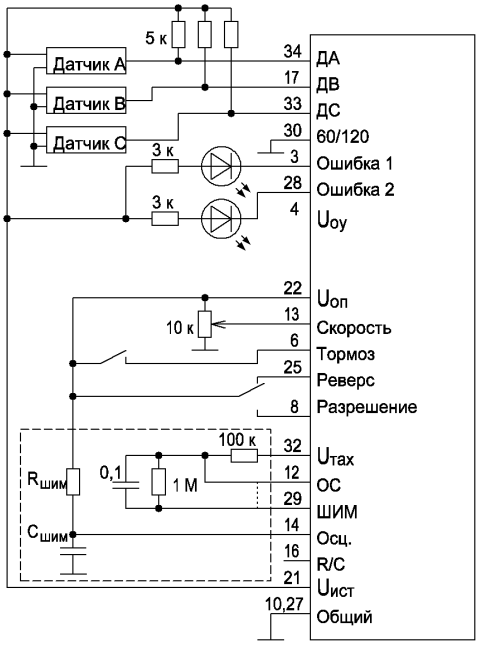



Рисунок 5.2 – Схема включения цепей управления МУВДМ «Б» и «Е»

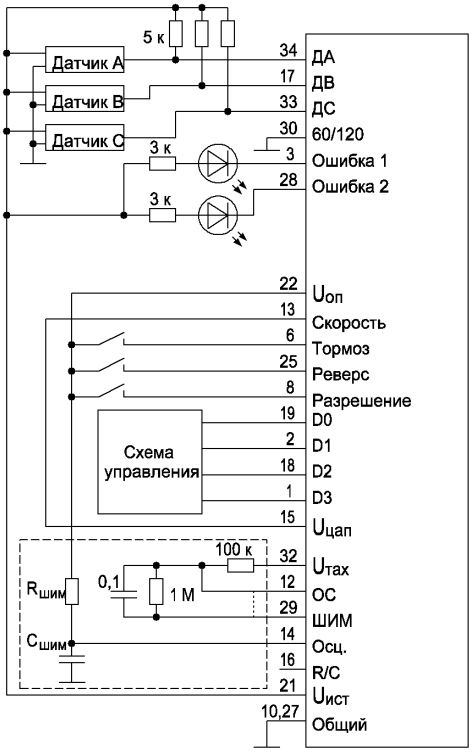



Рисунок 5.3 – Схема включения цепей управления МУВДМ «Г» и «И»

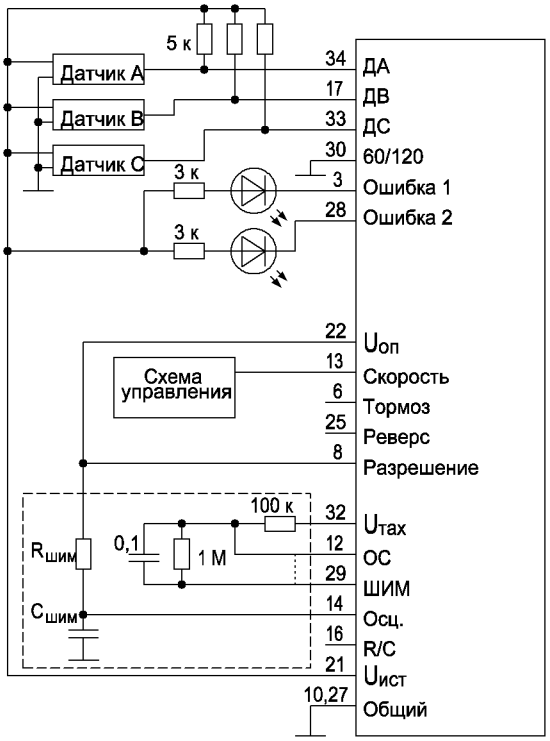



Рисунок 5.4 – Схема включения цепей управления МУВДМ «В» и «Ж»

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 ТТЛ-уровня.

Управление двигателем посредству 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) электрических градусов; «лог.0» – режим фазирования в 120 (240) электрических 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.

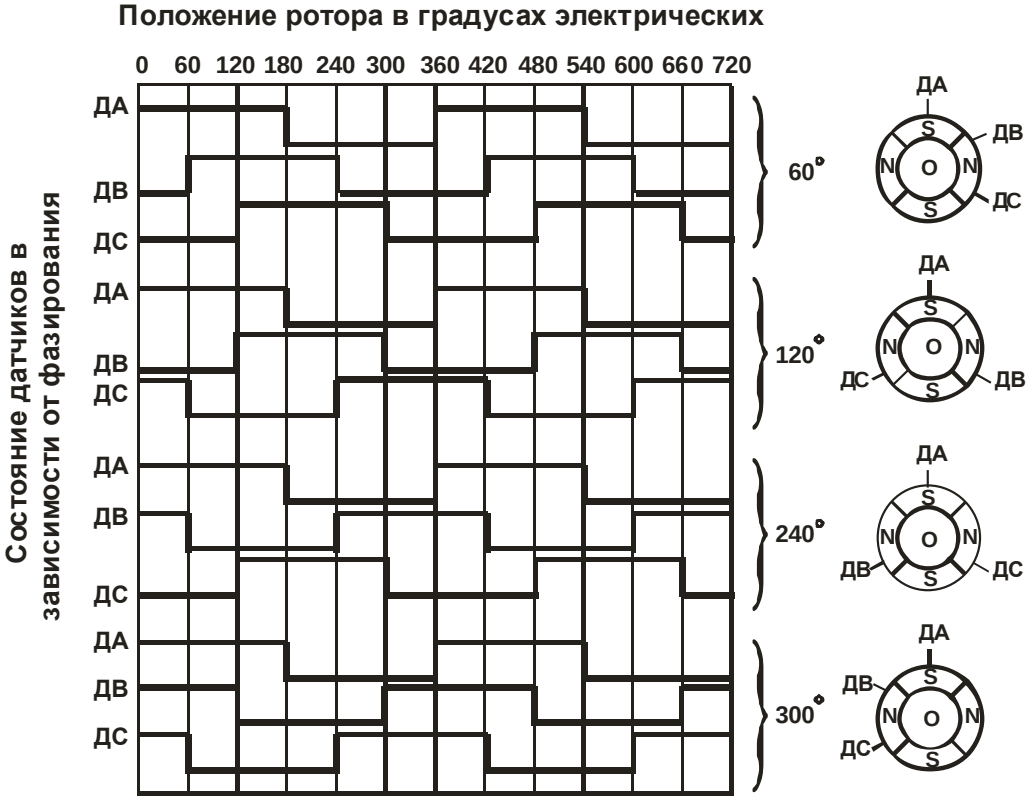



Рисунок 5.5 – Диаграмма состояний датчиков положения

**«Скорость».** Вход задания скорости вращения вала двигателя. Модуль осуществляет стабилизацию скорости вращения вала двигателя при изменения амплитуды напряжения питания. При установленной скорости вращения менее 50 % от максимальной скорость меняется не более ± 5 %, при изменении напряжения питания ± 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»).

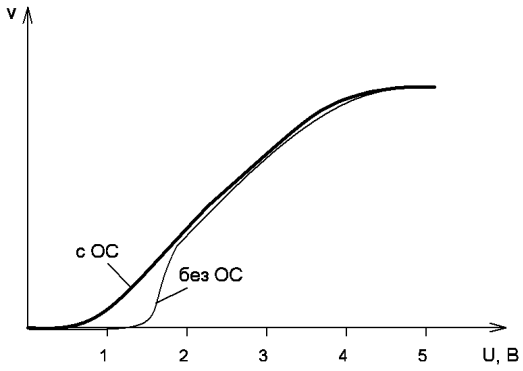



Рисунок 5.6 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» с цепью обратной связи и без неё

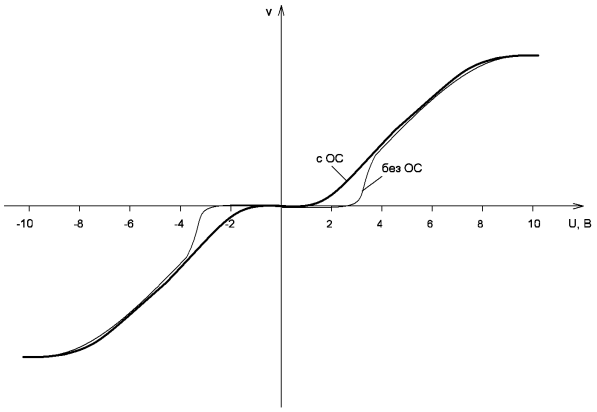



Рисунок 5.7 – Зависимость скорости вращения вала двигателя от напряжения на выводе «Скорость» с цепью обратной связи и без неё для вариантов управления «В» и «Ж»

Для вариантов «В» и «Ж» управление двигателем осуществляется только по выводу «Скорость»; выводы «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.

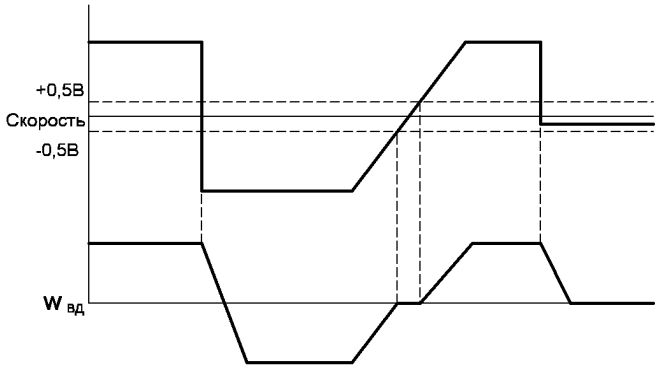



Рисунок 5.8 – Управления модулем с вариантом «В» и «Ж»

**«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 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 60º/120º=1 | | | 60º/120º=0 | | | Реверс | Разр. | Тормоз | Защита | U | V | W | Ошибка 2 | |
| ДА | ДВ | ДС | ДА | ДВ | ДС | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | - | 0 | 1 | |
| 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 | Реверс=1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 | 1 | (п.1; п.2) |
| 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 | |
| 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 | Реверс=0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | - | 0 | 1 | (п.1; п.2) |
| 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 «60º/120º» 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 60º или 120º.

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

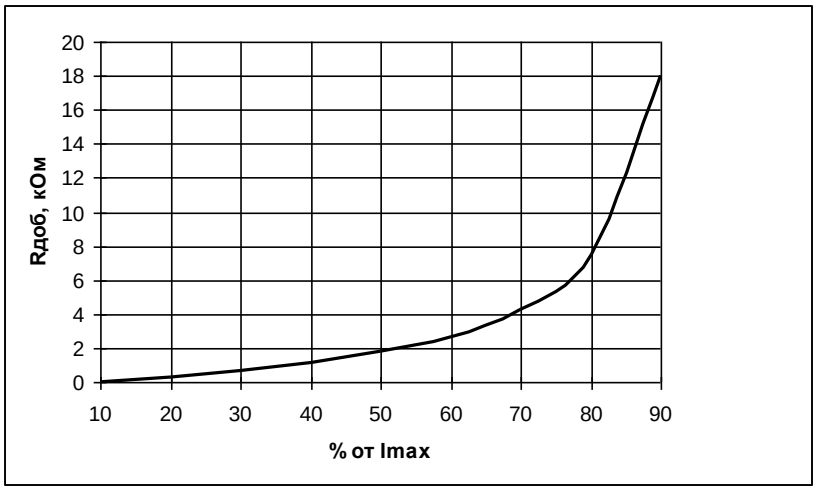



Рисунок 5.9 - Зависимость тока срабатывания защиты от величины резистора защиты.

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 |

**«$U_{оу}$».** 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 «$U_{оу}$» 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»), неправильной комбинацией на входах датчиков положения ротора, представляющий собой открытый коллектор транзистора схем защиты. Пояснение к работе данного вывода представлено в таблице 5.1.

**«$U_{оп}$».** Выход источника опорного напряжения (6,5В$\pm$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.

**«Uвых».** 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 «Uвх», 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). В 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 «Uвх» и «Uвых» 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. Зависимость частоты от номиналов резистора и конденсатора представлена на рис.5.10.

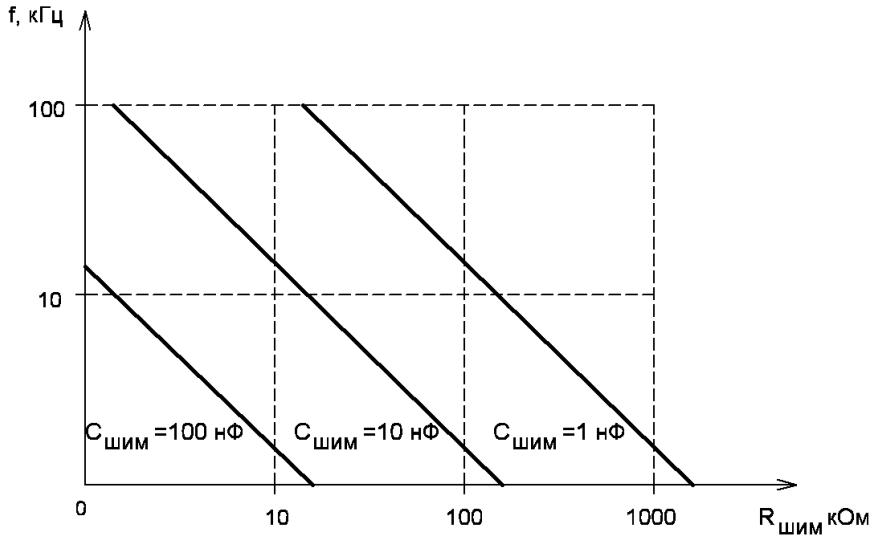



Рисунок 5.10 – Зависимость частоты ШИМ от номиналов $R_{шим}$ и $C_{шим}$

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.

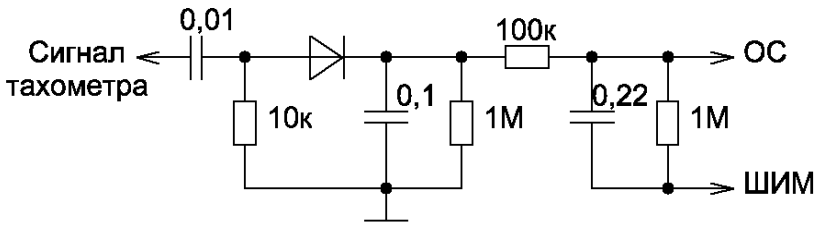



Рисунок 5.8 – Схема подключения обратной связи по скорости

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% уровня скорости. Для обеспечения более плавной регулировки скорости рекомендуется установить между выводами «Uцап» 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**.

Модуль имеет защиты: защита по среднему току, защита по температуре и защита от противовключения.

Защита по среднему току ограничивает средний ток, протекающий через обмотки двигателя. Быстродействие защиты – не более 300 мкс при полуторакратном превышении порога срабатывания защиты. Данная защита ограничивает ток на максимальном (если не установлен резистор на выводе «$U_З$») для данного модуля уровне. В названии модуля указан ток срабатывания защиты по среднему току, однако ток ограничения в действительности меньше, чем ток срабатывания защиты, что обусловлено пульсациями тока, протекающего через обмотки двигателя; защита срабатывает по всплескам тока длительностью более 300 мкс при полуторакратном превышении порога срабатывания защиты. 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 температуре отключает силовые транзисторы модуля при достижении температуры корпуса (90…100)°С и включает при температуре (50…60)°С, обеспечивая гистерезис (30…40)°С. Во время срабатывания температурной защиты транзистор на выходе «Ошибка» будет открыт вплоть до снижения температуры корпуса модуля до (50…60)°С.

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

Защита от противовключения включает динамическое торможение при подаче сигнала реверса. Вращение вала в противоположную сторону разрешается при снижении частоты вращения ниже 4 Гц.

## 6 СИЛОВЫЕ ВЫХОДЫ

В зависимости от типа узла коммутатора рекомендуются следующие схемы подключения силовых цепей (рис.6.1 – 6.2).

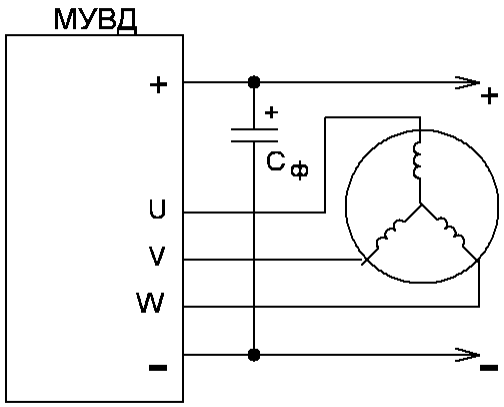



Рисунок 6.1 – Схема подключения МУВДМ с типом силовой узла коммутатора «4»

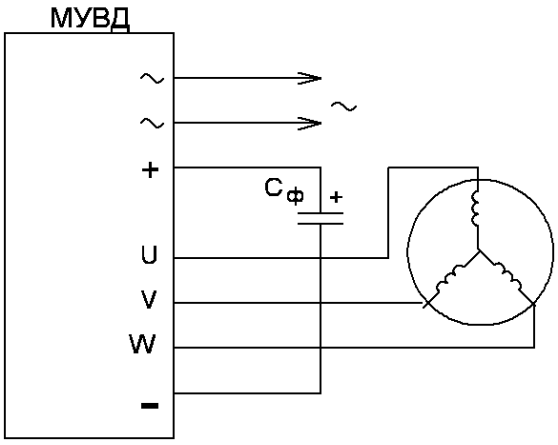



Рисунок 6.2 – Схема подключения МУВДМ с типом узла коммутатора «3»

Между выводами «+» и «-» модуля включены снабберный конденсатор 0,22 мкФ 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 | 82 |
| 2 | 250 | 160 |
| 6 | 700 | 500 |
| 12 | 700 | 800 |

Среднее напряжение силовой цепи модуля не должно превышать наименьшего значения из указанных в таблице, иначе 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.

«+» и «-». Выводы подключения силового питания; от этого же питания работает схема управления, поэтому модуль не включится при напряжении питания ниже 40 В (при питании от внутреннего DC/DC-преобразователя). К этим же выводам подключается ёмкость фильтра Сф (см. рис. 6.1 – 6.4), необходимая для сглаживания полуволн с выпрямительного моста и для фильтрации выбросов возникающих при работе двигателя. Ёмкость Сф рекомендуется устанавливать как можно ближе к выводам модуля. Значения данной ёмкости меняются в зависимости от мощности двигателя и должно составлять для трёхфазной сети и сети постоянного напряжения не менее 10 мкФ / А, оптимально 20…30 мкФ / А, но не менее 200 мкФ для любого тока нагрузки. Для однофазной сети значение ёмкости не нормируется.

«~». Выводы подключения переменного напряжения.

## 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±0,5) Н·м, 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 рекомендуется закрепить соединение краской.

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 (+260±5)°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 заземлённых 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 с крутящим моментом (3,5±0,5) Н·м, 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 довернуть, соблюдая заданный крутящий момент, так как 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.

**Требования к эксплуатации**

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:<br>- ускорение, м/с$^2$ (g);<br>- частота, Гц | <br>100 (10)<br>1 - 500 |
| Механический удар многократного действия:<br>- пиковое ударное ускорение, м/с$^2$ (g);<br>- длительность действия ударного ускорения, мс | <br><br>400 (40)<br>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:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С | <br>- 40<br>- 45 |
| Повышенная температура среды*:<br>- рабочая, °С;<br>- предельная, °С | <br>+ 85<br>+ 100 |
| Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более | 98 |

*- при задействованном понижающем преобразователе (задействованный вывод $U_{ВЫХ}$) максимальная температура не более + 55 °С.

**Требования безопасности**

1. Работа с модулем должна осуществляться только квалифицированным персоналом.
2. Не касаться к силовым выводам модуля при поданном напряжении питания, даже если двигатель остановлен.
3. Не подсоединять и не разъединять проводники и соединители, пока 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. Нельзя дотрагиваться до модуля, если радиатор не заземлён и на него подано силовое питание.
8. Не дотрагиваться до 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! Соблюдать 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 напряжения питания; убедиться, что ток потребления модулем не превышает максимального и отсутствует ток потребления нагрузкой.
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 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ МОДУЛЕЙ

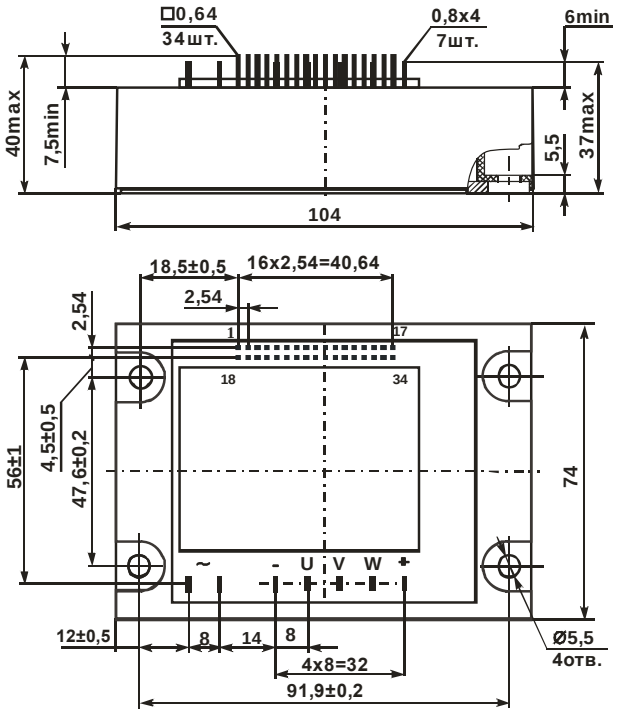



Рисунок 8.1 – Габаритные размеры МУВДМ-5,10-1,2,6 тип узла коммутатора «3»*

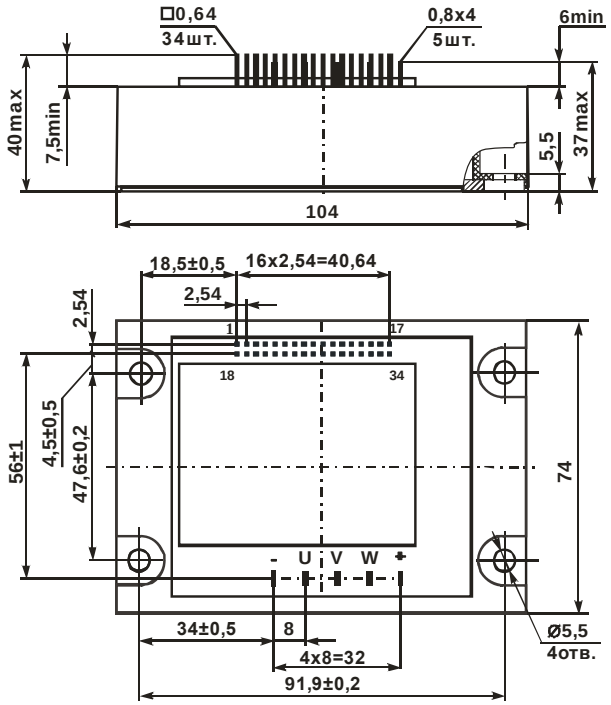



Рисунок 8.2 – Габаритные размеры МУВДМ-5,10-1,2,6 тип узла коммутатора «4»*

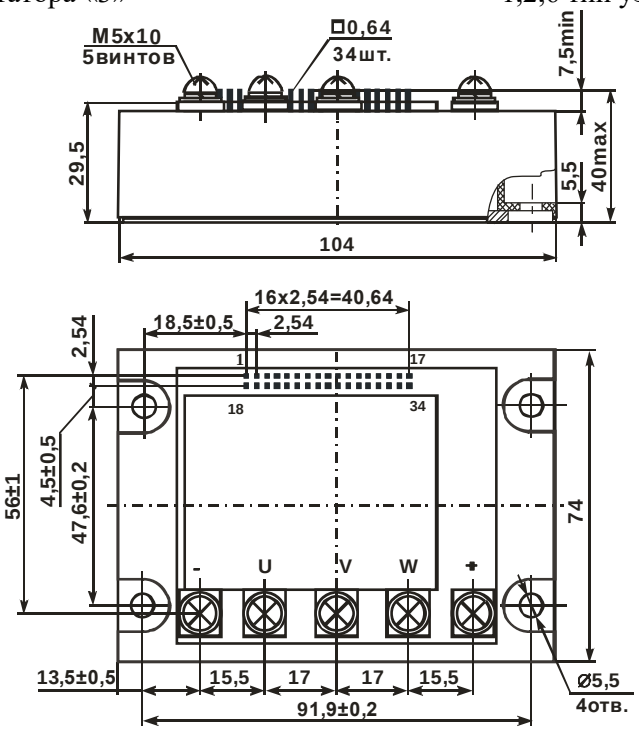



Рисунок 8.3 – Габаритные размеры МУВДМ-20,30,50,70,100-1,2,6 и МУВДМ-5,10,20,30,50-12 тип узла коммутатора «4»*

*- неуказанные предельные отклонения присоединительных размеров ±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.

## 9 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Модуль _____ _____ шт.

Кабельный наконечник АЛЕИ.757478.002** _____ шт.

PBS 20 (40) _____ _____ шт.

**для токов от 20 А и выше

## 10 СВЕДЕНИЯ О ПРИЕМКЕ

Модуль МУВДМ _____ _____ зав. №_____ соответствует АЛЕИ.435744.083 ТУ

Место для штампа ОТК Дата изготовления

## 11 ГАРАНТИИ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие модуля требованиям АЛЕИ.435744.083 ТУ при условии соблюдения правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

Гарантийный срок – 2,5 года с даты изготовления.

Гарантийный срок хранения – 2 года с даты изготовления.

Гарантийный срок эксплуатации – 2 года с даты ввода модулей в эксплуатацию в пределах гарантийного срока.

## 12 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.