

Твердотельные реле MAXWELL™

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Выключатели нагрузки серии MS-3



«ОвенКомплектАвтоматика»

Москва 2022 год

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Меры безопасности	5
2 Краткие сведения	6
2.1 Назначение и область применения	6
2.2 Сведения об изготовителе	6
2.3 Расшифровка условного обозначения	7
2.4 Данные с заводской таблички	7
2.5 Модельный ряд твердотельных реле MAXWELL.....	8
3 Технические характеристики	9
3.1 Технические характеристики ТТР серий MS-3DA●●-332/ MS-3AA●●	9
3.1.1 Модификации и номинальные токи	13
3.1.2 Габаритные размеры	14
3.1.3 Схемы подключения	14
4. Выбор твердотельного реле	15
4.1 Конструкция твердотельных реле	15
4.2 Дискретные сигналы напряжения 3...32 VDC и 90...250 VAC	16
4.3 Типы силовых коммутационных элементов	17
4.4 Способы коммутации напряжения	17
4.4.1 ТТР с контролем перехода напряжения через «0»	17
4.5 Допустимые схемы коммутации.....	18
4.6 Алгоритм подбора ТТР под конкретную задачу	18
4.6.1 Общие рекомендации по выбору ТТР	18
4.6.2 Общие рекомендации по выбору радиатора охлаждения	20
4.6.3 Габаритные размеры радиаторов.....	21
4.6.4 Пример подбора трехфазного ТТР под конкретную задачу	23
5 Монтаж и эксплуатация	23
5.1 Требования к монтажу	23
5.1.1 Установка ТТР на радиатор	23
5.1.2 Установка нескольких ТТР с радиаторами в одном шкафу управления	25
5.2 Требования к условиям окружающей среды	25
5.3 Защита силовых цепей ТТР	26
5.3.1 Встроенная снабберная цепь (RC - цепочка).....	27
5.3.2 Выбор варистора	27
6. Гарантийное и плановое техническое обслуживание	27
6.1 Плановое техническое обслуживание	27
6.2 Условия хранения	28
6.3 Гарантии изготовителя	28
6.4 Гарантийное обслуживание	28
6.5 Комплект поставки.....	29




Введение

Уважаемый покупатель! Мы благодарим Вас за выбор твердотельного реле MAXWELL. Настоящее руководство по эксплуатации (далее по тексту руководство) предназначено для специалистов, осуществляющих монтаж, обслуживание и эксплуатацию твердотельных реле MAXWELL (далее по тексту ТТР).

Целью настоящего руководства является ознакомление пользователя с техническими характеристиками ТТР MAXWELL, их модификациями, конструкцией, особенностями монтажа и эксплуатации, алгоритмом подбора, правилами подключения, а также мерами безопасности при выполнении работ с ТТР.

Перед началом эксплуатации ТТР внимательно ознакомьтесь с содержанием настоящего руководства и строго следуйте его рекомендациям. Это обеспечит безопасность персонала при работе с ТТР, позволит эксплуатировать ТТР с максимальной эффективностью весь срок его эксплуатации.

Особое внимание уделяйте пунктам, отмеченным знаками:

	ОПАСНО!	Несоблюдение примечаний, обозначенных этим знаком может привести к серьезным травмам обслуживающего персонала или повреждению сопутствующего оборудования.
	ВНИМАНИЕ!	Несоблюдение примечаний, обозначенных этим знаком может привести к повреждению ТТР или иного сопутствующего оборудования.
	РЕКОМЕНДАЦИЯ	Этим знаком отмечены полезные рекомендации, которые помогут Вам в работе с ТТР, сделав её проще и понятнее.

1 Меры безопасности



- Монтаж, подключение и эксплуатация ТТР должны выполняться только квалифицированными специалистами, имеющими допуск к проведению электромонтажных работ.
- Твердотельные реле являются изделиями общепромышленного назначения. Они не являются изделием медицинского назначения, не являются электрическим оборудованием лифтов и грузовых подъемников, не являются оборудованием оборонного назначения.
- Твердотельные реле не допускается эксплуатировать во взрывоопасной среде, а также на предприятиях / объектах ВПК и атомной отрасли.
- Наличие во внутренней схеме ТТР сглаживающего фильтра обуславливает наличие тока утечки на коммутационном выходе даже при отсутствии сигнала на управляющих клеммах. В связи с этим при выполнении работ по ремонту или техническом обслуживанию нагрузки, её напряжение питания необходимо отключить механическим способом, например, рубильником, автоматическим выключателем, контактором или иным аппаратом, обеспечивающим физическое размыкание электрической цепи.
- Твердотельные реле не предназначены для использования в слаботочных цепях управления и сигнализации, а также в цепях защиты.
- Все работы по монтажу, подключению, обслуживанию ТТР следует выполнять со снятием напряжения, так как на открытые клеммы во время работы устройства может подаваться напряжение до 400 В.
- Установку ТТР следует производить только в специальных щитах (шкафах) для исключения доступа к ТТР неквалифицированного персонала.
- Несоблюдение пользователем правил и рекомендаций, изложенных в данном Руководстве может повлечь за собой сокращение срока службы ТТР, его выход из строя и лишение права на гарантийное обслуживание изделия!
- Небрежный подход к процедуре выбора твердотельного реле, как правило, приводит к подбору модификации, не соответствующей реальным условиям эксплуатации и выходу ТТР из строя.
- Для правильного подбора реле необходимо иметь абсолютно четкое представление о параметрах нагрузки. Особое внимание уделяйте токовым характеристикам и коэффициенту мощности. При необходимости запросите эти данные у поставщика оборудования, подключаемого к ТТР.
- Управление высокоиндуктивной нагрузкой ($\cos \varphi$ менее 0,5) требует применения реле мгновенного переключения. Данные реле в линейке ТТР MAXWELL не представлены.
- Нагрев основания ТТР до температуры 80 °С неизбежно ведет к выходу реле из строя.
- При токах нагрузки, превышающих 5 А, установка ТТР на радиатор является обязательной.
- Если в зоне монтажа ТТР естественный воздухообмен затруднен, то на радиатор ТТР следует устанавливать вентилятор принудительного охлаждения.



- В тяжелых условиях эксплуатации, когда температура окружающей среды ≥ 40 °С необходимо применять системы микроклимата, кондиционирования электрических шкафов.
- Рекомендуется применять защиту выходных цепей ТТР при помощи варистора. Отсутствие защиты повышает влияние импульсных помех на силовые ключи реле и может вывести устройство из строя.

2 Краткие сведения

Твердотельные реле MAXWELL - это электронные переключатели переменного тока, состоящие из оптически связанных входной и выходной цепей (переключатели переменного тока на изолированном тиристоре / симисторе / транзисторе).

В состав ТТР входят: силовой переключающий элемент (тиристор / симистор / транзистор), плата управления и оптоэлектронной развязки входных и выходных цепей.

2.1 Назначение и область применения

Твердотельные реле предназначены для управления силовыми цепями питания нагрузки. ТТР выполняющие функцию выключателей нагрузки (серии MS-3), предназначены для коммутации напряжения. В силу своих конструктивных особенностей ТТР имеют ряд преимуществ / отличий перед электромеханическими устройствами:

- Отсутствие подвижных частей;
- Высокая надежность и продолжительный ресурс;
- Стабильность характеристик на протяжении всего срока службы;
- Отсутствие дребезга контактов и акустического шума;
- Низкое энергопотребление и высокое быстродействие;

ТТР применяются в промышленности для управления лампами накаливания, нагревательными элементами, маломощными электродвигателями, электромагнитами, соленоидными клапанами и другими исполнительными механизмами. Выполняют коммутацию силовых цепей переменного тока, однофазных и трехфазных цепей питания различной мощности.

Применение ТТР обеспечивает высокую надежность и продлевает срок службы систем управления. В итоге повышается отказоустойчивость и эффективность работы оборудования в целом.

2.2 Сведения об изготовителе

Изготовитель: Xiamen Maxwell Automation Limited

Адрес изготовителя: NO.201, Binhuayili, Haicang District, Xiamen, Fujian, 36102, CHINA

ТТР MAXWELL изготавливаются в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 16 августа 2011 года № 768.

2.3 Расшифровка условного обозначения

Основные технические характеристики ТТР зашифрованы в условном обозначении. Ниже приведена расшифровка условного обозначения твердотельных реле MAXWELL.

MS - 3 XX XX XX - 332
 1 2 3 4 5

MS: MaxwellSwitch

1:	Тип твердотельного реле
3	Трехфазное твердотельное реле
2:	Тип сигнала управления и коммутируемого напряжения
DA	3...32 VDC, коммутация напряжения переменного тока.
AA	90...280VAC, коммутация напряжения переменного тока.
3:	Номинальное коммутируемое напряжение
48	480 VAC
4:	Максимально допустимый ток нагрузки, А
	10, 25, 40, 60, 80, 100, 120
5:	Диапазон напряжения сигнала управления, (только для MS-3DA)
	3...32 VDC

Рисунок 1 – расшифровка условного обозначения ТТР MAXWELL.

2.4 Данные с заводской таблички

Размеры заводской этикетки отличаются в зависимости от корпуса ТТР, но независимо от этого на них указана следующая ключевая информация о ТТР:

1. Логотип торговой марки, наименование и модификация ТТР;
2. Обозначение клемм цепей управления;
3. Обозначение силовых клемм;

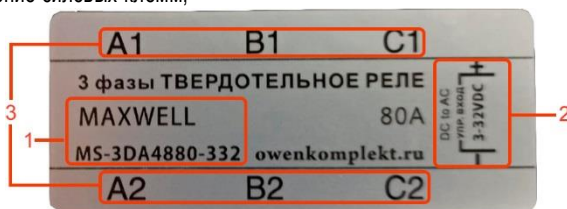


Рисунок 1 – таблички для серии MS-3

2.5 Модельный ряд твердотельных реле MAXWELL

Модельный ряд ТТР MAXWELL представлен широким диапазоном модификаций для коммутации как малых, так и больших токов нагрузки. ТТР MAXWELL обеспечивают надежную гальваническую изоляцию входных и выходных электрических цепей друг от друга, а также токоведущих цепей от элементов конструкции прибора, поэтому применение дополнительных мер изоляции цепей не требуется. Краткий обзор серии представлен ниже.

Таблица 1 – модельный ряд ТТР серии MS-3

Описание	Внешний вид
<p>Серия: MS-3DA48●●-332 трехфазное твердотельное реле. Применение: для трехфазной нагрузки. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: симистор (TRIAC) / тиристор. Управляющий сигнал: дискретный сигнал напряжения 3...32 VDC. Диапазон коммутируемого тока: 0,1...120 А. Диапазон коммутируемого напряжения: 40...480 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 VAC.</p>	
<p>Серия: MS-3AA48●● трехфазное твердотельное реле. Применение: для трехфазной нагрузки. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: симистор (TRIAC) / тиристор. Управляющий сигнал: дискретный сигнал напряжения 90...280 VAC. Диапазон коммутируемого тока: 0,1...120 А. Диапазон коммутируемого напряжения: 40...480 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 VAC.</p>	

3 Технические характеристики

Трехфазные общепромышленные твердотельные реле MAXWELL этих серий предназначены для коммутации трехфазной либо трех однофазных цепей питания резистивной нагрузки. Обеспечивают коммутацию по каждой из 3-х фаз.

3.1 Технические характеристики ТТР серий MS-3DA●●-332/ MS-3AA●●

Таблица 2 – характеристики входных цепей ТТР серий MS-3DA●●-332 /MS-3AA●●

Параметр	Значение	
	MS-3DA●●-332	MS-3AA●●
Модель ТТР	MS-3DA●●-332	MS-3AA●●
Тип управляющего сигнала	Дискретный сигнал напряжения	
Диапазон напряжения управляющего сигнала	3...32 VDC	90...250 VAC
Напряжение гарантированного включения	≥ 3 VDC	≥ 90 VAC
Напряжение гарантированного выключения	≤ 1 VDC	≤ 10 VAC
Ток потребления цепи управления	≤ 22 mA ($\pm 0,5$ mA)	≤ 35 mA
Время включения	≤ 10 мс при $f=50$ Гц	≤ 10 мс
Время выключения	≤ 10 мс при $f=50$ Гц	≤ 40 мс
Максимальная частота переключения	≤ 50 Гц при $f=50$ Гц	≤ 20 Гц при $f=50$ Гц

Таблица 3 – характеристики выходной цепи ТТР серии MS-3DA●●-332 (≤ 40 A)

Параметр	Значение		
	10 A	25 A	40 A
Номинальный ток ТТР	10 A	25 A	40 A
Тип выходных силовых элементов	Симисторы (TRIAC)		
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная (три группы); • Трехфазная по схеме «Звезда», «Звезда с нейтралью», «Треугольник»; 		
Вид коммутируемого тока	Переменный		
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»		
Минимальный коммутируемый ток	0,1 A		
Максимальный коммутируемый ток	10 A	25 A	40 A
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 mA		
Скорость нарастания тока (di/dt)	50 A/мкс		
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10 мс)	120 A	300 A	410 A
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...480 VAC		
Частота источника питания нагрузки	50 Гц		
Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)		
Тепловое сопротивление переход - основание (Rthjc)	2,23 °C/ Вт	1,27 °C/ Вт	1,15 °C/ Вт
Падение напряжения в коммутируемой цепи во включенном состоянии	$\leq 1,6$ V		
Скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии (dv/dt)	500 В/мкс		
I^2t (< 10 мс)	85 A ² с	450 A ² с	840 A ² с
Электрическая прочность изоляции (цель упр. / вых. цепь)	2500 V в течение 1 минуты		
Электрическая прочность изоляции (корпус / вх. цепь)	2500 V в течение 1 минуты		
Электрическая прочность изоляции (корпус / вых. цепь)	2500 V в течение 1 минуты		
Сопротивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)		

Таблица 4 – характеристики выходной цепи ТТР серии MS-3DA●●-332 (60 и 80 А)

Параметр	Значение	
Номинальный ток ТТР	60 А	80 А
Тип выходных силовых элементов	Тиристоры	
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная (три группы); • Трехфазная по схеме «Звезда», «Звезда с нейтралью», «Треугольник»; 	
Вид коммутируемого тока	Переменный	
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»	
Минимальный коммутируемый ток	0,1 А	
Максимальный коммутируемый ток	60 А	80 А
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 мА	
Скорость нарастания тока (di/dt)	50 А/мкс	
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10мс)	780 А	1000 А
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...480 VAC	
Частота источника питания нагрузки	50 Гц	
Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)	
Тепловое сопротивление переход - основание (Rthjc)	0,67 °C/Вт	0,52 °C/Вт
Падение напряжения в коммутируемой цепи во включенном состоянии	≤ 1,6 V	
Скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии (dV/dt)	500 В/мкс	
I ² t (< 10 мс)	1800 А ² с	3200 А ² с
Электрическая прочность изоляции (цель упр. / вых. цепь)	2500 V в течение 1 минуты	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вх. цепь)	2500 V в течение 1 минуты	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вых. цепь)	2500 V в течение 1 минуты	
Сопротивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)	

Таблица 6 – характеристики выходной цепи ТТР серии MS-3DA●●-332 (≥ 100 А)

Параметр	Значение	
Номинальный ток ТТР	100 А	120 А
Тип выходных силовых элементов	SCR - тиристоры	
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная (три группы); • Трехфазная по схеме «Звезда», «Звезда с нейтралью», «Треугольник»; 	
Вид коммутируемого тока	Переменный	
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»	
Минимальный коммутируемый ток	0,1 А	
Максимальный коммутируемый ток	100 А	120 А
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 мА	
Скорость нарастания тока (di/dt)	100 А/мкс	
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10мс)	1600 А	1800 А
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...480 VAC	
Частота источника питания нагрузки	50 Гц	

Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)	
Тепловое сопротивление переход - основание (Rthjc)	0,41 °C/Вт	0,34 °C/Вт
Падение напряжения в коммутируемой цепи во включенном состоянии	≤ 1,6 V	
Скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии (dV/dt)	500 В/мкс	
I ² t (< 10 мс)	5000 А ² с	7200 А ² с
Электрическая прочность изоляции (цель упр. / вых. цепь)	2500 V в течение 1 минуты	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вх. цепь)	2500 V в течение 1 минуты	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вых. цепь)	2500 V в течение 1 минуты	
Сопротивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)	

Таблица 7 – характеристики выходной цепи ТТР серии MS-3AA●● (≤ 40 А)

Параметр	Значение		
Номинальный ток ТТР	10 А	25 А	40 А
Тип выходных силовых элементов	Симисторы (TRIAC)		
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная (три группы); • Трехфазная по схеме «Звезда», «Звезда с нейтралью», «Треугольник»; 		
Вид коммутируемого тока	Переменный		
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»		
Минимальный коммутируемый ток	0,1 А		
Максимальный коммутируемый ток	10 А	25 А	40 А
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 mA		
Скорость нарастания тока (di/dt)	50 А/мкс		
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10мс)	120 А	300 А	410 А
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...480 VAC		
Частота источника питания нагрузки	50 Гц		
Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)		
Тепловое сопротивление переход - основание (Rthjc)	2,23 °C/Вт	1,27 °C/Вт	1,15 °C/Вт
Падение напряжения в коммутируемой цепи во включенном состоянии	≤ 1,6 V		
Скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии (dV/dt)	500 В/мкс		
I ² t (< 10 мс)	85 А ² с	450 А ² с	840 А ² с
Электрическая прочность изоляции (цель упр. / вых. цепь)	2500 V в течение 1 минуты		
Электрическая прочность изоляции (корпус / вх. цепь)	2500 V в течение 1 минуты		
Электрическая прочность изоляции (корпус / вых. цепь)	2500 V в течение 1 минуты		
Сопротивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)		

Таблица 8 – характеристики выходной цепи ТТР серии MS-3AA●● (60 и 80 А)

Параметр	Значение	
Номинальный ток ТТР	60 А	80 А
Тип выходных силовых элементов	Тиристоры	
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная (три группы); • Трехфазная по схеме «Звезда», «Звезда с нейтралью», «Треугольник»; 	
Вид коммутируемого тока	Переменный	
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»	
Минимальный коммутируемый ток	0,1 А	
Максимальный коммутируемый ток	60 А	80 А
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 мА	
Скорость нарастания тока (di/dt)	50 А/мкс	
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10мс)	780 А	1000 А
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...480 VAC	
Частота источника питания нагрузки	50 Гц	
Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)	
Тепловое сопротивление переход - основание (Rthjc)	0,67 °C/Вт	0,52 °C/Вт
Падение напряжения в коммутируемой цепи во включенном состоянии	≤ 1,6 V	
Скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии (dV/dt)	500 В/мкс	
I²t (< 10 мс)	1800 А²с	3200 А²с
Электрическая прочность изоляции (цепь упр. / вых. цепь)	2500 V в течение 1 минуты	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вх. цепь)	2500 V в течение 1 минуты	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вых. цепь)	2500 V в течение 1 минуты	
Сопротивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)	

Таблица 10 – характеристики выходной цепи ТТР серии MS-3AA●● (≥ 100 А)

Параметр	Значение	
Номинальный ток ТТР	100 А	120 А
Тип выходных силовых элементов	Тиристоры	
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная (три группы); • Трехфазная по схеме «Звезда», «Звезда с нейтралью», «Треугольник»; 	
Вид коммутируемого тока	Переменный	
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»	
Минимальный коммутируемый ток	0,1 А	
Максимальный коммутируемый ток	100 А	120 А
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 мА	
Скорость нарастания тока (di/dt)	100 А/мкс	
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10мс)	1600 А	1800 А
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...480 VAC	
Частота источника питания нагрузки	50 Гц	

Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)	
Тепловое сопротивление переход - основание (Rthjc)	0,41 °C/ Вт	0,34 °C/ Вт
Падение напряжения в коммутируемой цепи во включенном состоянии	≤ 1,6 V	
Скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии (dV/dt)	500 В/мкс	
I ² t (< 10 мс)	5000 А ² с	7200 А ² с
Электрическая прочность изоляции (цель упр. / вых. цель)	2500 V в течение 1 минуты	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вх. цель)	2500 V в течение 1 минуты	

Таблица 11 – характеристики выходной цепи ТТР серии MS-3AA●● (≥ 100 А) (продолжение)

Параметр	Значение
Электрическая прочность изоляции (корпус / вых. цель)	2500 V в течение 1 минуты
Сопротивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)

Таблица 12 – общие технические характеристики ТТР серий MS-3DA●●-332 /MS-3AA●●

Параметр	Значение
Температура окружающей среды	-20...+80 °C
Охлаждение	Воздушное
Материал основания	Алюминий никелированный
Индикация наличия управляющего сигнала	Светодиодная
Тип монтажа	Крепление винтами на плоскость или радиатор охлаждения
Масса	≤ 350 г

3.1.1 Модификации и номинальные токи

Таблица 13 – модификации и номинальные токи ТТР серий MS-3DA●●-332 /MS-3AA●●

Модификация ТТР	Номинальный ток нагрузки
MS-3DA●●-332	
MS-3DA4810-332	10 А
MS-3DA4825-332	25 А
MS-3DA4840-332	40 А
MS-3DA4860-332	60 А
MS-3DA4880-332	80 А
MS-3DA48100-332	100 А
MS-3DA48120-332	120 А
MS-3AA●●	
MS-3AA4810	10 А
MS-3AA4825	25 А
MS-3AA4840	40 А
MS-3AA4860	60 А
MS-3AA4880	80 А
MS-3AA48100	100 А
MS-3AA48120	120 А

3.1.2 Габаритные размеры

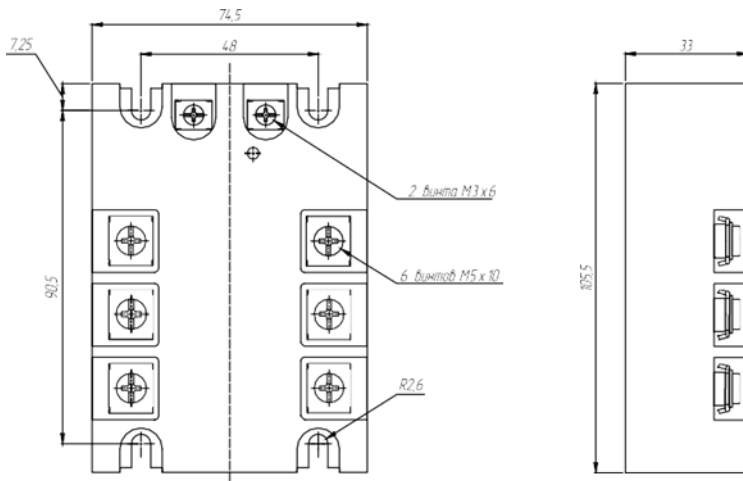


Рисунок 2 – габаритные и установочные размеры ТТР серий MS-3DA●●-332 /MS-3AA●●

3.1.3 Схемы подключения

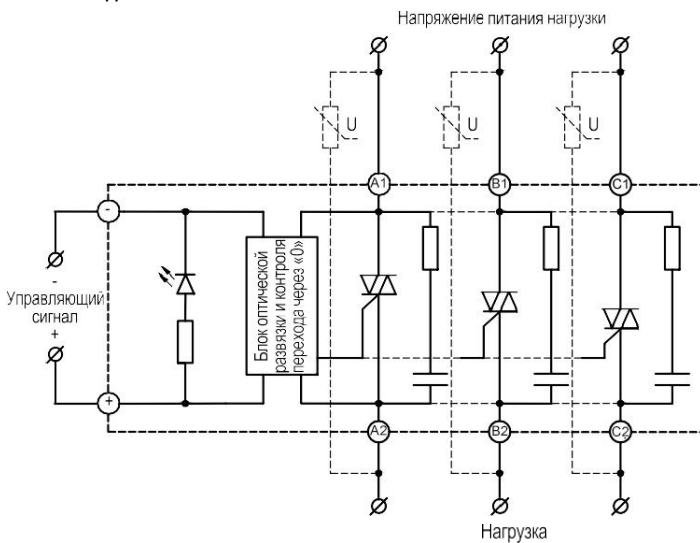


Рисунок 3 – схема подключения ТТР серии MS-3DA●●-332

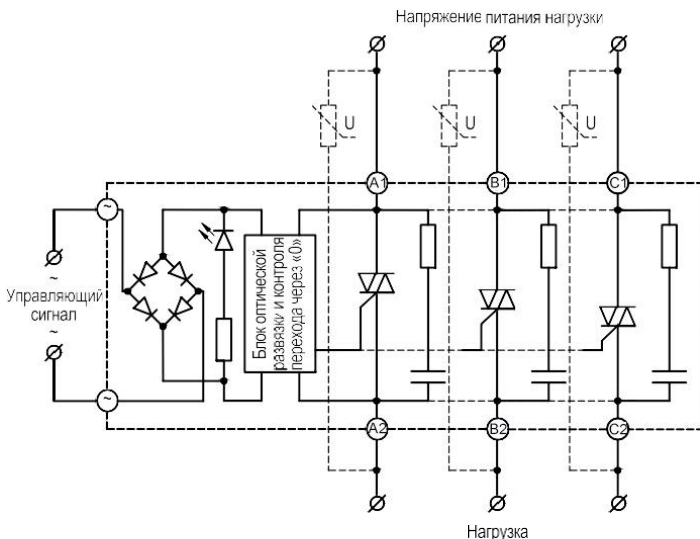


Рисунок 4 – схема подключения ТТР серии MS-3AA●●



При управлении индуктивной нагрузкой необходимо установить варистор параллельно цепи нагрузки

4. Выбор твердотельного реле

Выбор ТТР - процесс, к которому нужно подойти особо тщательно. От него зависит, насколько верно Вы определите модификацию реле, соответствующую условиям Вашей задачи, и дальнейшая безотказная эксплуатация как самого ТТР, так и системы, в которую оно установлено.

4.1 Конструкция твердотельных реле

ТТР состоит из следующих основных частей: металлическое основание; электронная схема управления и силовые коммутационные элементы, залитые компаундом, корпус, силовые клеммы и клеммы цепи управления; защитная крышка.

Основание твердотельного реле - это теплопроводящая металлическая пластина, необходимая для отвода тепла от силового коммутационного элемента ТТР к радиатору охлаждения. Основание ТТР MAXWELL выполнено из алюминиевого сплава, гальванизированного никелем, для предотвращения окислительных процессов и придания основанию эстетического внешнего вида.

Электронная схема - совокупность отдельных электронных компонентов, выполняющих обработку входного сигнала, световую индикацию его наличия, обеспечивающих управление силовыми коммутационными элементами и гальваническую развязку входной и выходной цепи. Силовые коммутационные элементы размещаются на основании реле

обеспечения эффективной теплопередачи. Вся схема управления и силовые коммутационные элементы, размещенные на основании, закрываются корпусом и заливаются компаундом.

Корпус - элемент конструкции, который закрывает снаружи схему реле силовые коммутационные элементы. Он выполнен из специального высокопрочного и термостойкого пластика.

Прозрачная защитная крышка предохраняет силовые клеммы и клеммы цепей управления ТТР от случайного контакта с инструментом и посторонними предметами.

В комплексе, герметичность корпуса и заливка элементов схемы компаундом предохраняют реле от попадания внутрь влаги и пыли. Степень защиты реле IP54 (без учета клемм присоединения).

На поверхности корпуса расположены клеммы подключения управляющего сигнала и нагрузки, светодиодный индикатор наличия управляющего сигнала, и наклеена заводская этикетка.

Типы сигналов управления

В линейке ТТР MAXWELL представлены модификации с различным типом управляющих сигналов:

- Дискретный сигнал напряжения постоянного тока от 3 до 32 VDC;
- Дискретный сигнал напряжения напряжение переменного тока от 90 до 280 VAC;

Тип управляющего сигнала легко идентифицируется по маркировке реле. (См. раздел «Расшифровка условного обозначения»)

4.2 Дискретные сигналы напряжения 3...32 VDC и 90...250 VAC

Дискретными сигналами напряжения управляются следующие модификации ТТР:

- Напряжение 3...32 В постоянного тока - модификации с индексом DA...
- Напряжение 90...250 В переменного тока - модификации с индексом AA...

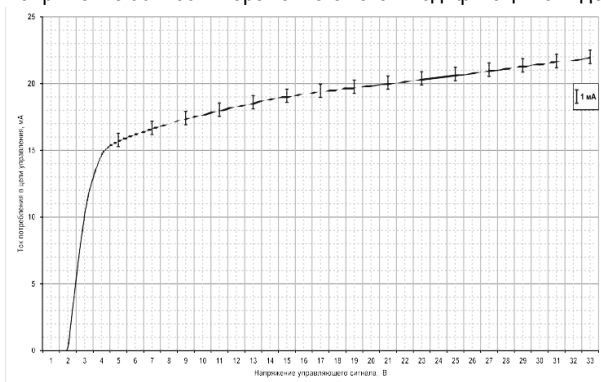


Рисунок 5 – ВАХ входной цепи ТТР серии MS-3DA●●-332



Ток потребления в цепи управления для всех ТТР с управляющим сигналом 90...250 VAC (модификации AA) не превышает 35 mA+

4.3 Типы силовых коммутационных элементов

ТТР MAXWELL в зависимости от модификации строятся на базе ключевых элементов различного типа.

Симисторный выход (TRIAC) применяется в серии реле MS-3 с током до 40 А. Такой предел тока объясняется невозможностью эффективного отвода тепла от кристалла при двустороннем протекании тока.

Тиристорный выход (Thyristor) устанавливается в ТТР серии MS-3 во всех модификациях с током 60 А и выше. Тиристоры отдельно устанавливаются на подложке. Таким образом повышаются характеристики теплоотдачи реле, рассчитанных на номинальные токи от 60 А.

4.4 Способы коммутации напряжения

4.4.1 ТТР с контролем перехода напряжения через «0»

Твердотельные реле с контролем перехода через ноль применяются для коммутации:

- Резистивных нагрузок: (электрических нагревательных элементов (ТЭНов), ламп накаливания и т.п.),
- Емкостных нагрузок: (например, помехоподавляющих сглаживающих фильтров, имеющих в своем составе конденсаторы),
- Слабоиндуктивных нагрузок: (катушек соленоидов, клапанов и т.п.).

При подаче управляющего сигнала на твердотельное реле с контролем перехода через ноль, напряжение на его выходе появляется в момент первого пересечения линейным напряжением нулевого уровня.

Особенности ТТР с контролем перехода напряжения через «0»: небольшие начальные броски тока, более низкий уровень создаваемых электромагнитных помех и, как следствие, увеличение срока службы коммутируемых нагрузок.

В то же время ТТР с контролем перехода через ноль не могут коммутировать высокоиндуктивную нагрузку, когда $\cos \varphi < 0,5$ (например, трансформаторы на холостом ходу).

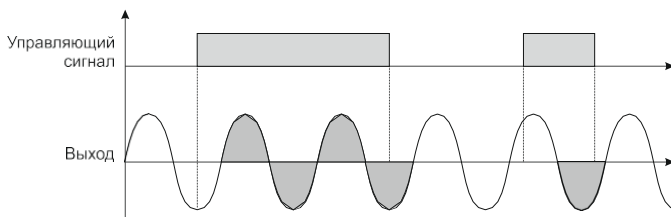


Рисунок 6 – диаграмма срабатывания ТТР с контролем перехода через ноль

4.5 Допустимые схемы коммутации

В линейке MS-3 ТТР MAXWELL трехфазные модификации.

В трехфазных модификациях все три фазы являются управляемыми¹, что позволяет коммутировать с их помощью трехфазную нагрузку либо три группы однофазных нагрузок одновременно. Для трехфазных ТТР применимы любая из схем подключения: «звезда», «звезда с нейтралью» и «треугольник».

¹ - Некоторые производители ТТР для удешевления делают управляемыми только две фазы трехфазного реле, а третью шунтируют перемычкой. Такое решение не позволяет коммутировать однофазную нагрузку либо трехфазную по схеме «звезда с нейтралью».

Таблица 14 – схемы коммутации для трехфазных реле

Трехфазная нагрузка			Однофазная нагрузка (три группы)
«звезда»	«звезда с нейтралью»	«треугольник»	

4.6 Алгоритм подбора ТТР под конкретную задачу

Алгоритм подбора ТТР заключается в последовательном выполнении трех пунктов:

1. Определите серию реле, исходя из типа напряжения питания (однофазное или трехфазное, переменного тока), требуемого типа сигнала управления (дискретный постоянный или переменного тока).
2. Выберите модификацию с таким номинальным током, значение которого не ниже тока нагрузки в любом режиме работы нагрузки. При выборе номинального тока реле руководствуемся не номинальным током нагрузки, а пиковым током нагрузки (пусковым током, током максимальной нагрузки, током перегрузки и т.д.).
3. Для выбранного твердотельного реле по таблице [15] выберите необходимый радиатор охлаждения и вентилятор (если требуется), исходя из рабочего тока нагрузки, подключенной к реле.

4.6.1 Общие рекомендации по выбору ТТР

Наибольшую опасность для твердотельного реле в процессе эксплуатации представляет его перегрев, вызванный либо перегрузкой по току, либо пренебрежением мерами, направленными на охлаждение реле (применение радиаторов, вентиляторов). Нагрев ТТР при коммутации нагрузки обусловлен электрическими потерями на силовых полупроводниковых элементах. Увеличение температуры накладывает ограничение на величину коммутируемого тока, поскольку чем выше температура твердотельного реле, тем меньший ток оно способно коммутировать. Нагрев основания ТТР до температуры в 40° С не вызывает существенного ухудшения рабочих параметров, а нагрев до 70° С существенно снижает допустимую величину

коммутируемого тока. При нагреве основания ТТР до 80° возникает перегрев коммутационного ключа, нагрузка может отключаться не полностью, а ТТР перейти в неуправляемый режим работы и выйти из строя. Работа реле при температуре более 60° С ведет к сокращению эксплуатационного ресурса. Ток реле, обозначенный на заводской табличке указан исходя из условия, что температура основания ТТР не превышает 40° С.

Тип нагрузки оказывает непосредственное влияние на режим работы устройства. Нагрузка по типу может быть резистивной, индуктивной или емкостной.

Резистивная нагрузка (нагреватели) низкие пусковые токи, что позволяет использовать реле с минимальным запасом по току (запас 40%).

Лампы накаливания, которые, представляют собой резистивную нагрузку, но из-за большого разброса сопротивления вольфрамовой спирали при разных температурах имеют пусковые токи, превышающие номинальный, запас по току (в 10-12 раз).

Индуктивная нагрузка (асинхронные двигатели, электромагниты, дроссели, трансформаторы, соленоиды, электромагниты и т.п. В случае нагрузки индуктивного характера, рекомендуется подбирать твердотельное реле с большим запасом по току (в 10 раз).

Емкостная нагрузка - это конденсаторные батареи, установки компенсации реактивной мощности, твердотельное реле с большим запасом по току (в 20-40раз).

Различные типы нагрузки обладают выраженным броском тока (пусковой или стартовой перегрузкой) различной амплитуды и длительности.

Типовые величины пусковых перегрузок для различных видов нагрузки:

- Активная нагрузка (ТЭН - нагреватель) - до 25 % от номинального тока. Перегрузка практически устранима при применении реле с переключением в «0»,
- Лампы накаливания, галогенные лампы - превышение номинального тока в 7...12 раз при включении,
- Флуоресцентные лампы - кратковременные скачки тока в 5...10 раз выше номинального в течение запуска (до 10 секунд),
- Ртутные лампы - превышение номинального тока в 3 раза в течение первых 3...5 минут,
- Обмотка электромагнитного реле переменного тока - превышение номинального тока в 3...10 раз в течение 1...2 периодов,
- Обмотка соленоида - превышение номинального тока в 10...20 раз в течение 0,05...0,1 секунды,
- **Высокоиндуктивная** нагрузка с насыщающимся сердечником (трансформатор на холостом ходу) при включении в фазе нуля напряжения: - ток в 20...40 раз больше номинального в течение 0,05...0,2 секунды,
- Электродвигатель - ток в 10 раз больше номинального в течение 0,2...0,5 секунды,
- Емкостные нагрузки при включении в фазе, близкой к 90° - ток в 20-40 раз больше номинального в течение времени от десятков микросекунд до десятков миллисекунд.

Использование ТТР допускается только с нагрузкой активно-индуктивного типа с $\cos \varphi > 0,5$ и пусковым током не более $10 I_{ном}$.



Необходимый запас ТТР по току для конкретной нагрузки чаще всего можно определить по данным типовых нагрузок, указанных выше, однако действительные значения тока нагрузки в пиковых режимах необходимо уточнять у производителя оборудования.

Выбор номинального тока твердотельного реле для конкретной нагрузки заключается в подборе запаса по номинальному току реле и введением дополнительных мер по уменьшению пусковых токов (токоограничивающие резисторы, реакторы и т.д.).

Для повышения устойчивости твердотельного реле к импульсным помехам параллельно коммутирующим контактам в ТТР имеется цепь, состоящая из последовательно включенных резистора и емкости (RC-цепочка).

Для более полной защиты от перегрузки по напряжению со стороны нагрузки необходимо включить защитные варисторы параллельно каждой фазе твердотельного реле.

4.6.2 Общие рекомендации по выбору радиатора охлаждения

Выбор радиатора охлаждения для ТТР MAXWELL не требует от пользователя никаких особых навыков и позволяет сделать выбор требуемой модели радиатора вне зависимости от квалификации и уровня знаний. Рекомендации для выбора радиатора охлаждения сведены в таблицы и справедливы для подавляющего большинства случаев применения. Однако стоит учитывать, что таблицы подбора радиаторов разработаны исходя из нормальных условий эксплуатации ТТР, когда температура эксплуатации не превышает 25 °С, а радиатор установлен в хорошо проветриваемом месте, где естественной циркуляции воздуха ничто не препятствует. Поэтому при выборе по таблицам подбора стоит обязательно учитывать факторы, ухудшающие теплоотдачу (размещение в шкафу, повышенную внешнюю температуру в месте установки и т. п.), и выбирать радиатор заведомо с запасом по величине рассеиваемой мощности. При этом нужно помнить, что во избежание лишних трат, радиатор выбирается исходя из номинального длительного тока нагрузки, а не тока на которое рассчитано ТТР.



Как следует из практики, коммутация тока свыше 5 А уже вызывает нагрев основания ТТР до 40 °С, следовательно, коммутации тока ≥ 5 А использование радиатора строго обязательно, в противном случае ТТР выйдет из строя по причине перегрева.



При выборе радиатора в первую очередь нужно ориентироваться на его способность рассеивать тепло, а уже потом на его габаритные размеры.



В ячейках таблиц указано количество ТТР монтируемых на радиатор и максимально допустимый ток нагрузки по каждой фазе ТТР при постоянной температуре окружающей среды +25 °С.

Символ «-» в ячейке указывает на то, что указанная модель ТТР не совместима с указанной моделью радиатора, либо их совместное использование крайне неэффективно.

Таблица 15 – рекомендуемые радиаторы для ТТР серии MS-3

Модель ТТР	Модель радиатора		
	MW-H-110 (РТР034)	MW-H-150 (РТР036)	MW-Y-170 (РТР038)
MS-3DA/AA4810	1x10	1x10	1x10
MS-3DA/AA4825	1x25	1x25	1x25
MS-3DA/AA4840	1x30	1x35	1x40
MS-3DA/AA4860	1x35	1x45	1x55/60
MS-3DA/AA4880	1x40	1x50	1x60/80 ¹
MS-3DA/AA48100	1x40	1x50	1x60/95 ¹
MS-3DA/AA48120	1x40	1x50	1x65/105 ¹ /120 ²
Модель вентилятора³	VENT-8038		VENT-12038

1 – При использовании вентилятора VENT-12038.220VAC.5MSHB.

2 – При использовании вентилятора VENT-12038.220VAC.7MSXB.

3 – при недостаточной естественной циркуляции воздуха через радиатор используйте рекомендуемый тип вентилятора.

4.6.3 Габаритные размеры радиаторов

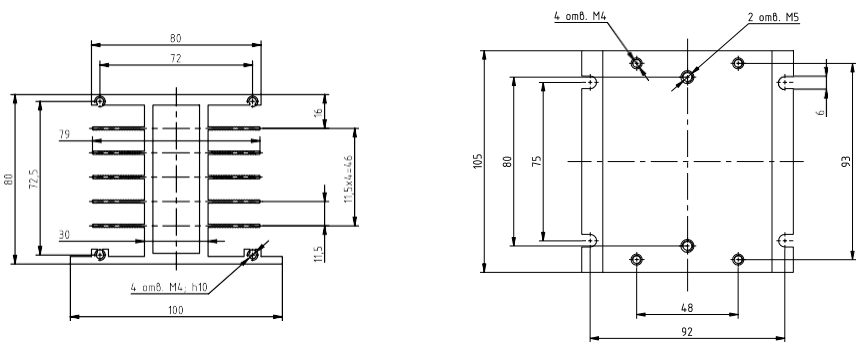


Рисунок 7 – габаритные и установочные размеры радиатора РТР034

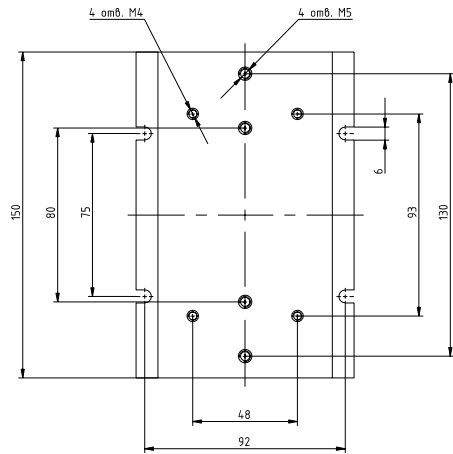
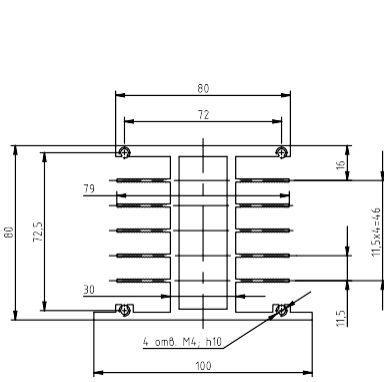


Рисунок 8 – габаритные и установочные размеры радиатора PTP036

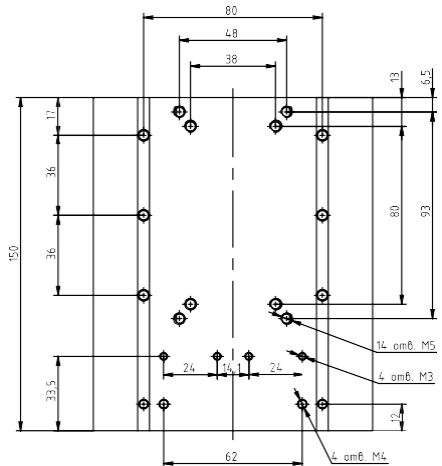
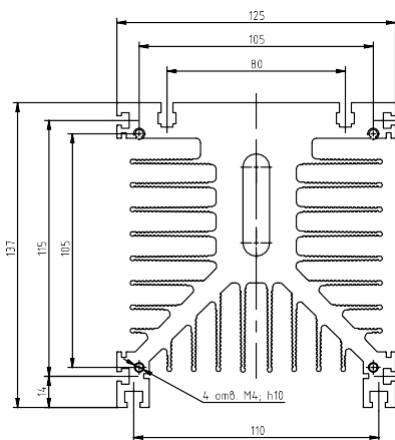


Рисунок 9 – габаритные и установочные размеры радиатора PTP038

4.6.4 Пример подбора трехфазного ТТР под конкретную задачу

Требуется подобрать ТТР для управления нагревательными элементами промышленной печи мощностью 54 кВт. Управление осуществляется при помощи ПИД-регулятора. Нагревательные элементы рассчитаны на напряжение 380 ВАС и соединены по схеме «треугольник».

Управление процессом осуществляет ПИД-регулятор, для управления нагревателем понадобится ТТР с дискретным управлением. У ПИД-регуляторов есть специальный выход для управления твердотельным реле. Выбираем ТТР с управлением 3...32 VDC.

По данным параметрам подходит ТТР MS-3DA48●●-332.

Рассчитываем ток нагрузки. Коэффициент мощности данной нагрузки ($\cos \varphi$) = 1.

В указанной схеме подключения ток нагрузки равен:

$$I_n = P_n / (U \times \sqrt{3} \times \cos \varphi) = 54000 / (380 \times \sqrt{3} \times 1) = 82,14 \text{ A.}$$

Добавим к полученному значению тока запас в 35 % который покрывает погрешности номинальной мощности самого нагревателя (± 10 %), увеличение мощности в холодном состоянии (± 10 %) и возможные колебания сетевого напряжения питания (± 15 %).

$$82,14 \times 1,35 = 110,89 \text{ A}$$

Полученному току нагрузки соответствует модификация MS-3DA48120-332 на номинальный ток 120 А. Так как коммутируемый ток более 5 А, то необходимо применение радиатора. Выбираем радиатор по таблице [15]. Для рассеивания тепла при коммутации рассчитанного тока с учетом запаса будет достаточно радиатора РТР038 с установленным вентилятором VENT- 12038.220VAC.5MSHB.

5 Монтаж и эксплуатация

5.1 Требования к монтажу

К монтажу устройства допускаются только квалифицированные специалисты, имеющие допуск к производству электромонтажных работ.

ТТР устанавливаются в запираемые шкафы для предотвращения доступа неквалифицированного персонала. Конструкция шкафа должна обеспечивать чистоту внутреннего объема, защищать от попадания посторонних предметов и влаги. Шкаф должен иметь вентиляционные отверстия, обеспечивающие эффективную циркуляцию охлаждающего воздуха и охлаждение оборудования, установленного внутри него. Монтаж ТТР без радиатора, равно как и с радиатором осуществляется винтами на плоскость. Монтажная поверхность должна быть ровная, чистая, без следов ржавчины, краски или окислов металла. Она должна обеспечивать надежность крепления и плотное прилегание основания ТТР для обеспечения минимально возможного теплового сопротивления между основанием ТТР и монтажной поверхностью.

При подключении управляющих и силовых цепей, смонтированных многожильным медным проводом следует опрессовывать концы проводов кольцевыми либо вилочными наконечниками.

5.1.1 Установка ТТР на радиатор

Твердотельное реле при протекании через него тока в цепи нагрузки нагревается, это обусловлено электрическими потерями на силовых полупроводниковых элементах. При этом увеличение температуры реле накладывает ограничение на величину коммутируемого им тока нагрузки. С целью охлаждения, коммутационный элемент во всех твердотельных реле MAXWELL смонтирован на металлическом основании, которое рассеивает выделяемое в процессе работы тепло. Однако металлическое основание твердотельного реле ввиду своей

малой площади способно успешно рассеивать лишь небольшое количество тепла, когда ток нагрузки не превышает 5 А. При длительной работе реле с токами нагрузки свыше 5 А требуется применение дополнительных мер охлаждения. Наиболее доступный способ улучшить теплоотвод реле - увеличить площадь рассеивания тепла от металлического основания реле. Добиться этого можно установкой твердотельного реле на радиатор охлаждения MAXWELL серии TTP, оснастив его при необходимости вентилятором MAXWELL серии VENT.

При подборе радиатора охлаждения учитывайте, что не существует однозначного соответствия между током нагрузки через реле и типом необходимого радиатора, а приведенные в таблице [15] рекомендации удовлетворяют стандартным условиям эксплуатации (температура окружающей среды +25 °С, наличие циркуляции воздуха и т. п.). Поэтому радиатор охлаждения следует выбирать с некоторым запасом либо увеличивать его эффективность, дополнительно устанавливая вентилятор обдува.

Перед установкой твердотельного реле на радиатор необходимо очистить их поверхности от пыли и загрязнений, а при установке ТТР на радиатор - убедиться в отсутствии посторонних частиц.

Поверхности ТТР и радиатора охлаждения не могут быть идеально ровными, поэтому для обеспечения эффективного теплоотвода необходимо проводить установку ТТР на радиатор с использованием теплопроводящей пасты, например, КПТ-8. Применение теплопроводной пасты позволяет заполнить воздушные пустоты между поверхностью радиатора и основанием ТТР, повышая эффективность теплоотдачи от ТТР к радиатору.

При нанесении теплопроводной пасты на твердотельное реле следует уделять внимание оптимальной толщине и равномерности нанесенного слоя. Слишком толстый слой теплопроводного материала увеличивает тепловое сопротивление перехода «радиатор - реле» и препятствует нормальному отводу тепла от твердотельного реле. Неравномерный слой приводит к образованию между поверхностями реле и радиатора ещё большего количества воздушных пустот и резко повышает тепловое сопротивление перехода. Оптимальным считается слой теплопроводной пасты до 40 мкм, когда через слой термопасты видна структура поверхности радиатора, поскольку этого вполне достаточно для покрытия шероховатости поверхностей. Целесообразно наносить пасту на радиатор с использованием ровного металлического шпателя, добиваясь распределения пасты пропорционально дефектам поверхности. Нанесение пасты на радиатор эффективнее по причине большей неровности его поверхности по сравнению с основанием реле. После установки реле на радиатор с нанесенной термопастой необходимо осуществить «притирку» поверхностей. Притирка совершается небольшими колебательными движениями (до 5 мм, но без взаимного отрыва поверхностей!) с одновременным прижимом реле к радиатору. Только после этого можно совершать фиксацию реле на радиаторе винтами. При монтаже всегда используйте крепежные винты с целью максимально плотного прилегания поверхностей ТТР и радиатора.

При установке радиатора охлаждения внутри оборудования либо монтажного шкафа необходимо, чтобы ничто не препятствовало естественной циркуляции воздуха через радиатор охлаждения. Площадь поперечного сечения входных и выходных решеток шкафа должна быть не меньше площади поперечного сечения радиатора (радиаторов). Всегда располагайте радиатор охлаждения таким образом, чтобы потоки естественной циркуляции воздуха проходили вдоль ребер охлаждения радиатора (снизу-вверх) или в любом положении при наличии принудительного обдува с помощью вентилятора охлаждения, в противном случае эффективность применения радиатора заметно снизится. Если радиаторы снабжены вентиляторами, то производительность системы вентиляции шкафа управления должна быть не менее суммарной производительности всех вентиляторов, установленных в шкафу. Типы допустимых к установке на конкретный радиатор реле указаны в Таблице [15].

5.1.2 Установка нескольких ТТР с радиаторами в одном шкафу управления

При установке нескольких реле с радиаторами в одном шкафу нужно принять меры к тому, чтобы они не затрудняли теплоотдачу друг друга. При расположении ТТР в одном ряду следует расстояние между радиаторами (D) принимать величиной не менее 0,7 от ширины большего радиатора (A2).

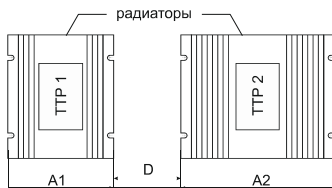


Рисунок 12 – схема размещения ТТР при монтаже в одном ряду

При расположении ТТР друг над другом необходимо нижнее устройство поднимать над поверхностью установки на расстояние не менее высоты верхнего ($B \geq h$) и расстояние по вертикали между рядами ТТР также выдерживать не менее высоты верхнего.

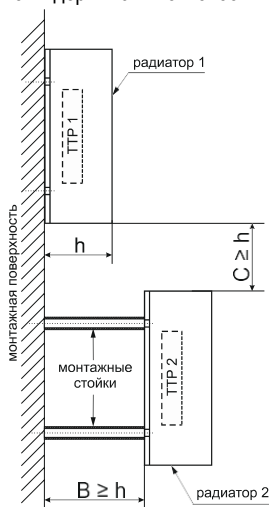


Рисунок 13 – схема размещения ТТР при монтаже друг над другом

Также не следует размещать ТТР близко с другими элементами, смонтированными в шкафу (трансформаторы, частотные регуляторы, кабельные лотки и т. п.) так как такой монтаж ведет к затруднению теплоотдачи и реле, и соседних устройств.

5.2 Требования к условиям окружающей среды

Рабочие условия эксплуатации ТТР MAXWELL: в закрытых взрывобезопасных помещениях, без паров агрессивных жидкостей и газов, температура окружающего воздуха $-20...+80$ °С, атмосферное давление 84...106,7кПа, относительная влажность не более 80 % при температуре не выше 25 °С, без конденсации влаги.

Несмотря на широкий температурный диапазон, коммутационная способность ТТР сильно зависит от температуры окружающей среды. Ниже представлен график зависимости максимально допустимого тока реле от температуры окружающей среды или основания реле.

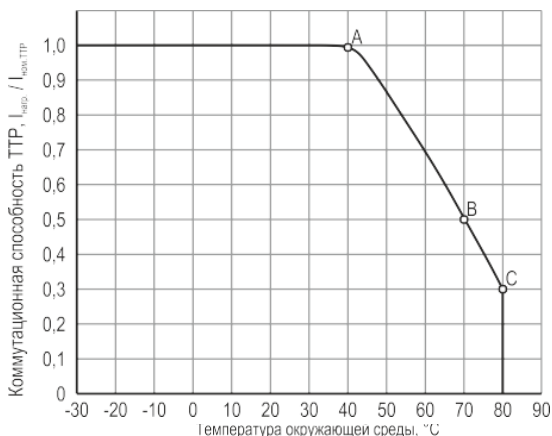


Рисунок 14 – зависимость тока реле от температуры окружающей среды (основания ТТР).

На графике показаны три ключевые точки:

- А - когда температура основания ТТР достигает 40 °С, начинается спад нагрузочной характеристики реле.
- В - при температуре основания 70 °С, реле способно коммутировать лишь 50 % номинального тока.
- С - при температуре основания 80 °С наступает необратимый тепловой пробой силового коммутационного элемента и ТТР переходит в неуправляемый режим.

В случае повышенной температуры окружающей среды (свыше 40°С) ТТР не сможет нормально охлаждаться, даже при использовании радиатора с принудительным обдувом. В такой ситуации ТТР будет перегреваться и может выйти из строя. В этом случае возможный вариант решения, использовать силовые шкафы с внешним охлаждением при помощи кондиционеров.

Использование стандартной серии ТТР при повышенных температурах и без внешнего кондиционирования воздуха возможно, при условии выбора номинального тока реле с учетом его повышенной температуры эксплуатации.

Проверить правильность режима охлаждения ТТР можно измерив температуру радиатора в зоне не далее 10 мм от места контакта с основанием реле. Если температура близка к 60 °С либо превышает это значение, то охлаждение для реле недостаточно и нужно предпринять дополнительные меры по улучшению теплоотвода. Проводить диагностику реле лучше всего используя бесконтактный термометр (пирометр), который позволяет изменять коэффициент теплового излучения. Для алюминия он устанавливается в диапазоне 0,008...0,062.

5.3 Защита силовых цепей ТТР

Работа реле сопровождается возникновением переходных процессов разнородных по амплитуде, длительности, периоду затухания и т. д. Эти процессы отрицательно влияют как на работу самого реле, так и могут являться причиной помех, генерируемых в сеть. В порядке защиты от них рекомендуется применять внешние защитные цепи твердотельных реле. Почти все модификации оснащены внутренними схемными решениями.

5.3.1 Встроенная снабберная цепь (RC - цепочка)

RC-цепочка (снабберная RC - цепь) - электрическая цепь из последовательно включенных емкости и сопротивления. RC - цепочка повышает надежность работы ТТР в условиях действия импульсных помех (перенапряжений) и ограничивает скорость нарастания напряжения на коммутационном элементе, что особенно важно при коммутации индуктивной нагрузки.

5.3.2 Выбор варистора

Варистор - полупроводниковый элемент, сопротивление которого зависит от приложенного напряжения. Применяется в качестве защиты реле, коммутирующих напряжение переменного тока. Благодаря резкому снижению своего сопротивления при превышении определенного уровня напряжения, такой элемент может использоваться в качестве ограничителя напряжения в электрических цепях. Применительно к твердотельному реле, варистор используется для защиты самого твердотельного реле от превышения допустимого для него уровня перенапряжений. Высокие уровни перенапряжений свойственны сетям питания с нагрузками индуктивного и емкостного типа, которые генерируют в сеть помехи от происходящих в них электрических переходных процессов. Наиболее распространены метало-оксидные варисторы (MOV).

Один из основных параметров, по которому производится выбор варистора, - классификационное напряжение варистора. Это условная величина напряжения, при достижении которого происходит резкое изменение сопротивления варистора. Следовательно, для выбора варистора необходимо определиться с номинальным напряжением питания нагрузки (допустимым напряжением реле) и рассчитать классификационное напряжение варистора по упрощенной формуле:

$$\text{Уваристора} = \text{Урабочее} \times (1,6...1,9).$$

Например, если рабочее напряжение питания нагрузки 230 В, а допустимое рабочее напряжение реле 440 В, тогда рекомендуется варистор на напряжение:

$$\text{Уваристора} = 230 \times (1,6...1,9) = 368...437 \text{ В}.$$

Поскольку варисторы изготавливаются со строго определенным рядом классификационных напряжений, то следует выбирать ближайшее большее подходящее напряжение из ряда, в данном случае 390 В.

В особо сложных промышленных условиях эксплуатации, с большим количеством переходных процессов в сети и высоким уровнем перенапряжений при выборе варистора нужно исходить из правила:

$$\text{Уваристора} < (\text{Упиковое ТТР} - 150 \text{ В}).$$

Поскольку энергия, выделяемая на варисторе при коротких пиковых перегрузках, обычно мала, то в большинстве случаев можно использовать любой тип варистора для промышленного назначения. Наиболее распространенными сериями отечественных варисторов являются: СН2-1, СН2-2, ВР-1, ВР-2. Всегда рекомендуется выбирать варистор с возможно большим значением допустимой рассеиваемой энергии. Обычно чем больше диаметр корпуса варистора, тем большую величину рассеиваемой энергии он обеспечивает.

Большинство варисторов изготавливается в небольшом круглом корпусе с проволочными выводами, что позволяет успешно его монтировать непосредственно на клеммы ТТР.

6. Гарантийное и плановое техническое обслуживание

6.1 Плановое техническое обслуживание

В процессе эксплуатации устройства необходимо не реже 1 раза в 6 месяцев проводить мероприятия по его обслуживанию:

- Очистка корпуса ТТР и радиатора от пыли и загрязнений.
- Проверка качества крепления ТТР на монтажной поверхности или на радиаторе.
- Проверка надежности затяжки винтовых клемм.
- При установке на радиатор - очистить ребра радиатора от пыли, грязи, следов масла и т. п.
- При наличии вентилятора - очистить корпус и крыльчатку от пыли, грязи и следовать инструкциям, изложенным в руководстве на вентилятор.

Обнаруженные недостатки следует немедленно устранить.

При выполнении работ по техническому обслуживанию следует соблюдать мероприятия, изложенные в главе «Меры безопасности».

6.2 Условия хранения

Срок хранения ТТР MAXWELL составляет 24 месяца со дня изготовления.

ТТР следует хранить в упаковке предприятия - изготовителя в закрытых помещениях, в условиях, исключающих контакт с влагой и при отсутствии в окружающей атмосфере токопроводящей пыли и паров химически активных веществ, вызывающих коррозию металлических частей и повреждение электрической изоляции. Условия хранения I по ГОСТ 15150. Срок службы 5 лет.

Твердотельные реле транспортируют в упаковке всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозок, действующими на соответствующем виде транспорта.

Способы погрузки, разгрузки, а также способы транспортирования и условия хранения у потребителя должны обеспечивать сохранность изделия от механических повреждений.

6.3 Гарантии изготовителя

Предприятие-изготовитель гарантирует работоспособность твердотельного реле при соблюдении всех мер безопасности, правил монтажа, эксплуатации, при проведении планового технического обслуживания, а также при работе твердотельных реле при номинальных рабочих параметрах, указанных в паспорте и руководстве по эксплуатации.

Гарантийный срок службы составляет 12 месяцев с даты продажи при условии соблюдения потребителем мер безопасности, правил эксплуатации, транспортировки, хранения, монтажа и при проведении своевременного регулярного планового технического обслуживания.

В случае выхода твердотельного реле из строя в течение гарантийного срока, при соблюдении потребителем правил эксплуатации, транспортировки, хранения и монтажа, а также при наличии заполненной ремонтной карты, предприятие-изготовитель обязуется осуществить его бесплатный ремонт или замену на новое.

6.4 Гарантийное обслуживание

Условия проведения гарантийного обслуживания:

- Гарантийное обслуживание осуществляется в условиях сервисного центра;
- Фактическое наличие неисправного товара в момент обращения в сервисный центр;
- Гарантийное обслуживание осуществляется в течение всего гарантийного срока, установленного на товар;
- При проведении ремонта срок гарантии продлевается на период нахождения товара в ремонте.

Право на гарантийное обслуживание не действительно в случаях, когда:

- Неисправность устройства вызвана нарушением правил его эксплуатации, транспортировки и хранения, изложенных в руководстве;
- На устройстве отсутствует или нарушена (не читаема) заводская этикетка с серийным номером.
- Ремонт, техническое обслуживание или модернизация устройства производились персоналом, не уполномоченным на то компанией-производителем;
- Дефекты устройства вызваны эксплуатацией устройства в составе комплекта неисправного оборудования;
- Неисправность устройства вызвана прямым или косвенным действием механических сил, химического, термического воздействия, излучения, агрессивных или нейтральных жидкостей, газов или иных токсичных, или биологических сред, а также любых иных факторов искусственного или естественного происхождения

6.5 Комплект поставки

Таблица 16 – комплект поставки ТТР

Наименование	Количество
Твердотельное реле	1 шт.
Руководство по эксплуатации ¹	1 шт.

¹ – поставляются в комплекте только по требованию заказчика.