

Твердотельные реле KIPPRIBOR™

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Выключатели нагрузки серий MD, HD, HDH, HT, BDH, SBDH, GaDH, GwDH
Регуляторы мощности серий HD-●●44VA, HD-●●4422.10U, HD-●●4425.LA



Версия КПО-05.0001.08-11.2020

KIPPRIBOR

EAC

Барнаул 2020 год

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Меры безопасности	6
2 Краткие сведения	8
2.1 Назначение и область применения	8
2.2 Сведения об изготовителе	8
2.3 Расшифровка условного обозначения	9
2.4 Данные с заводской таблички	9
2.5 Модельный ряд твердотельных реле KIPPRIBOR	10
3 Технические характеристики	14
3.1 Технические характеристики ТТР серии MD-●●44.ZD3	14
3.1.1 Технические характеристики	14
3.1.2 Модификации и номинальные токи	15
3.1.3 Габаритные размеры	15
3.1.4 Схема подключения	16
3.2 Технические характеристики ТТР серий HD-●●44.ZD3 / ZA2	16
3.2.1 Технические характеристики	16
3.2.2 Модификации и номинальные токи	19
3.2.3 Габаритные размеры	19
3.2.4 Схемы подключения.....	20
3.3 Технические характеристики ТТР серии HD-●●25.DD3	20
3.3.1 Технические характеристики	21
3.3.2 Модификации и номинальные токи	22
3.3.3 Габаритные размеры	22
3.3.4 Схема подключения	22
3.4 Технические характеристики ТТР серий HD-●●44.VA / 22.10U / 25.LA	23
3.4.1 Технические характеристики	23
3.4.2 Модификации и номинальные токи	26
3.4.3 Габаритные размеры	27
3.4.4 Схемы подключения.....	28
3.5 Технические характеристики ТТР серии HDH-●●44.ZD3	29
3.5.1 Технические характеристики	29
3.5.2 Модификации и номинальные токи	31
3.5.3 Габаритные размеры	31
3.5.4 Схема подключения	31
3.6 Технические характеристики ТТР серий BDH / SBDH-●●44.ZD3	31
3.6.1 Технические характеристики	32
3.6.2 Модификации и номинальные токи	35
3.6.3 Габаритные размеры	36
3.6.4 Схема подключения	37
3.7 Технические характеристики ТТР серий GaDH / GwDH-●●●120.ZD3	37
3.7.1 Технические характеристики	37
3.7.2 Модификации и номинальные токи	39
3.7.3 Габаритные размеры	40

3.7.4	Схема подключения	42
3.8	Технические характеристики ТТР серий НТ-●●44.ZD3 / ZA2.....	42
3.8.1	Технические характеристики	42
3.8.2	Модификации и номинальные токи	47
3.8.3	Габаритные размеры	48
3.8.4	Схемы подключения.....	48
4.	Выбор твердотельного реле	51
4.1	Конструкция твердотельных реле	51
4.2	Типы управляющих сигналов	52
4.2.1	Дискретные сигналы напряжения 3...32 VDC и 90...250 VAC.....	52
4.2.2	Внешний переменный резистор	56
4.2.3	Унифицированный сигнал напряжения 0...10 VDC.....	57
4.2.4	Унифицированный токовый сигнал 4...20 mA	58
4.3	Типы силовых коммутационных элементов	59
4.4	Способы коммутации напряжения.....	59
4.4.1	ТТР мгновенного (случайного) переключения	59
4.4.2	ТТР с контролем перехода напряжения через «0»	60
4.4.3	ТТР с фазовым управлением.....	61
4.5	Допустимые схемы коммутации	61
4.6	Алгоритм подбора ТТР под конкретную задачу	62
4.6.1	Общие рекомендации по выбору ТТР	62
4.6.2	Общие рекомендации по выбору радиатора охлаждения.....	64
4.6.3	Габаритные размеры радиаторов.....	66
4.6.4	Пример подбора однофазного ТТР под конкретную задачу	72
4.6.5	Пример подбора трехфазного ТТР под конкретную задачу	72
5	Монтаж и эксплуатация	73
5.1	Требования к монтажу	73
5.1.1	Установка ТТР на радиатор.....	73
5.1.2	Установка нескольких ТТР с радиаторами в одном шкафу управления.....	74
5.2	Требования к условиям окружающей среды	75
5.3	Защита силовых цепей ТТР.....	76
5.3.1	Встроенная снабберная цепь (RC - цепочка)	76
5.3.2	Выбор варистора	76
5.3.3	Выбор защитного диода.....	77
6.	Гарантийное и плановое техническое обслуживание	78
6.1	Плановое техническое обслуживание	78
6.2	Условия хранения.....	78
6.3	Гарантии изготовителя.....	78
6.4	Гарантийное обслуживание.....	78
6.5	Комплект поставки	79




Введение

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

Целью настоящего руководства является ознакомление пользователя с техническими характеристиками ТТР KIPPRIBOR, 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 серьёзным 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.
- Серия ТТР HD-●●44.VA не имеет гальванической развязки между управляющей и выходной цепями.
- 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. Таковых в линейке ТТР KIPRIBOR не представлено.
 - 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 строго 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 либо использовать ТТР серии GwDH с принудительным жидкостным охлаждением.
 - Рекомендуется применять защиту выходных цепей ТТР при помощи варистора или защитного диода (только для ТТР HD-●●25.DD3). Отсутствие таковой повышает влияние импульсных помех на силовые ключи реле и может вывести устройство из строя.
-

2 Краткие сведения

Твердотельные реле KIPPRIBOR – 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 MD, HD, HDH, HT, BDH, SBDH, GaDH, GwDH), предназначены для коммутации напряжения, а ТТР выполняющие функции регуляторов мощности (HD-●●44VA, HD-●●4422.10U, HD-●●4425.LA), предназначены для непрерывного регулирования 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. Пользуются широким спросом в системах автоматизации, управления и связи, автомобильной электронике, бытовой автоматике, на подвижном составе и оборудовании с аккумуляторным питанием. Выполняют коммутацию силовых цепей переменного и постоянного тока, однофазных и трехфазных цепей питания различной мощности, позволяют реализовать процесс непрерывного регулирования напряжения нагрузки.

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: CLION ELECTRIC CO., LTD

Адрес изготовителя: NO.319, WEI 18 RD, YUEQING ECONOMIC DEVELOPMENT ZONE, YUEQING, ZHEJIANG, CHINA

ТТР KIPPRIBOR 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 KIPPRIBOR.

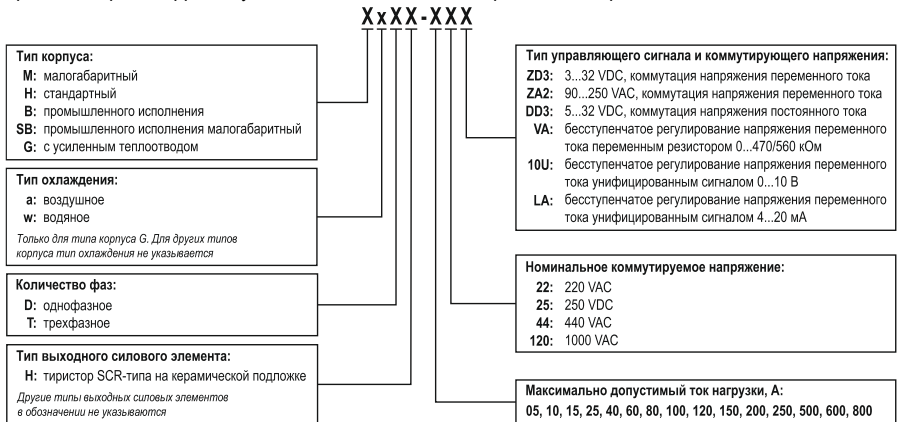


Рисунок 1 – расшифровка условного обозначения ТТР KIPPRIBOR.

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;
4. Знак соответствия требованиям ТР ТС.



Рисунок 2 – табличка для серии MD-●●44.ZD3



Рисунок 3 – таблички для серий HD-●●44.ZD3 / ZA2, HD-●●25.DD3,
HD-●●44.VA / 22.10U / 25.LA, HDH-●●44.ZD3



Рисунок 4 – таблички для серий BDH / SBDH-●●44.ZD3, GaDH / GwDH-●●●120.ZD3

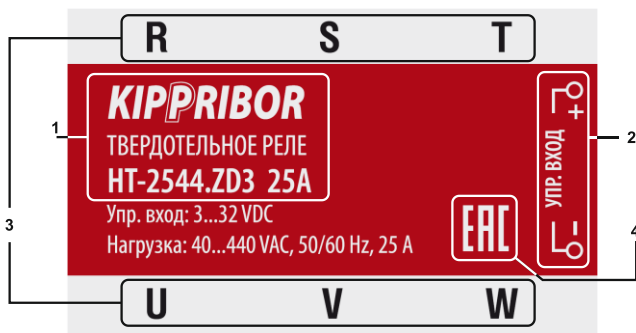


Рисунок 5 – таблички для серий HT-●●44.ZD3 / ZA2

2.5 Модельный ряд твердотельных реле KIPPRIBOR

Модельный ряд ТТР KIPPRIBOR представлен широким диапазоном модификаций для коммутации как малых, так и больших токов нагрузки, а также специальными сериями для выполнения специфических задач. ТТР KIPPRIBOR обеспечивают надежную гальваническую изоляцию входных и выходных электрических цепей друг от друга (кроме серии HD-●●44.VA), а также токоведущих цепей от элементов конструкции прибора, поэтому применение дополнительных мер изоляции цепей не требуется. Краткий обзор серий представлен ниже.

Таблица 1 – модельный ряд ТТР KIPPRIBOR





Описание	Внешний вид
<p>Серия: MD-●●44.ZD3 в малогабаритном корпусе. Применение: для маломощной нагрузки. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: симистор (TRIAC). Управляющий сигнал: дискретный сигнал напряжения 3...32 VDC. Диапазон коммутируемого тока: 0,02...15 A. Диапазон коммутируемого напряжения: 24...440 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 VAC.</p>	
<p>Серия: HD-●●44.ZD3 в стандартном корпусе. Применение: общепромышленное. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: симистор (TRIAC). Управляющий сигнал: дискретный сигнал напряжения 3...32 VDC. Диапазон коммутируемого тока: 0,1...40 A. Диапазон коммутируемого напряжения: 40...440 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 VAC.</p>	
<p>Серия: HD-●●44.ZA2 в стандартном корпусе. Применение: общепромышленное. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: симистор (TRIAC) / тиристор. Управляющий сигнал: дискретный сигнал напряжения 90...250 VAC. Диапазон коммутируемого тока: 0,1...40 A. Диапазон коммутируемого напряжения: 40...440 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 VAC.</p>	
<p>Серия: HD-●●25.DD3 специальная серия в стандартном корпусе. Применение: для коммутации цепей постоянного напряжения. Коммутируемое напряжение: постоянное (DC). Силовой переключающий элемент: транзистор. Управляющий сигнал: дискретный сигнал напряжения 5...32 VDC. Диапазон коммутируемого тока: 0,002...40 A. Диапазон коммутируемого напряжения: 12...250 VDC. Номинальное напряжение нагрузки: 12 / 24 / 60 / 220 VDC.</p>	

Таблица 1 – модельный ряд ТТР KIPPRIBOR (продолжение)

Описание	Внешний вид
<p>Серия: HD-●●44.VA специальная серия в стандартном корпусе. Применение: для плавного регулирования напряжения. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: симистор (TRIAC). Управляющий сигнал: переменный резистор 0...470/560 кОм. Диапазон коммутируемого тока: 0,1...40 А. Диапазон регулирования напряжения: 10...440 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 VAC.</p>	
<p>Серия: HD-●●22.10U специальная серия в стандартном корпусе. Применение: для плавного регулирования напряжения. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: симистор (TRIAC). Управляющий сигнал: аналоговый сигнал 0...10 В. Диапазон коммутируемого тока: 0,1...40 А. Диапазон регулирования напряжения: 10...220 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 VAC.</p>	
<p>Серия: HD-●●25.LA специальная серия в стандартном корпусе. Применение: для плавного регулирования напряжения. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: симистор (TRIAC). Управляющий сигнал: аналоговый сигнал 4...20 мА. Диапазон коммутируемого тока: 0,1...80 А. Диапазон регулирования напряжения: 10...250 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 VAC.</p>	
<p>Серия: HDH-●●44.ZD3 в стандартном корпусе. Применение: для мощной нагрузки. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: тиристор. Управляющий сигнал: дискретный сигнал напряжения 3...32 VDC. Диапазон коммутируемого тока: 0,1...120 А. Диапазон коммутируемого напряжения: 40...440 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 VAC.</p>	
<p>Серия: SBDH-●●44.ZD3 в компактном промышленном корпусе. Применение: для мощной нагрузки. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: тиристор. Управляющий сигнал: дискретный сигнал напряжения 3...32 VDC. Диапазон коммутируемого тока: 0,1...150 А. Диапазон коммутируемого напряжения: 40...440 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 VAC.</p>	

Таблица 1 – модельный ряд ТТР KIPPRIBOR (продолжение)

Описание	Внешний вид
<p>Серия: BDH-●●44.ZD3 в промышленном корпусе. Применение: для мощной нагрузки. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: тиристор. Управляющий сигнал: дискретный сигнал напряжения 3...32 VDC. Диапазон коммутируемого тока: 0,1...250 А. Диапазон коммутируемого напряжения: 40...440 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 VAC.</p>	
<p>Серия: GaDH-●●●120.ZD3 с усиленным теплоотводом. Применение: для обеспечения гарантированного запаса по току. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: тиристор. Управляющий сигнал: дискретный сигнал напряжения 3...32 VDC. Диапазон коммутируемого тока: 0,5...800 А. Диапазон коммутируемого напряжения: 60...1000 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 / 660 VAC.</p>	
<p>Серия: GwDH-●●●120.ZD3 с водяным охлаждением. Применение: для обеспечения гарантированного запаса по току. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: тиристор. Управляющий сигнал: дискретный сигнал напряжения 3...32 VDC. Диапазон коммутируемого тока: 0,5...800 А. Диапазон коммутируемого напряжения: 60...1000 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 / 660 VAC.</p>	
<p>Серия: HT-●●44.ZD3 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...440 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 VAC.</p>	
<p>Серия: HT-●●44.ZA2 трехфазное твердотельное реле. Применение: для трехфазной нагрузки. Коммутируемое напряжение: переменное (AC). Силовой переключающий элемент: симистор (TRIAC) / тиристор. Управляющий сигнал: дискретный сигнал напряжения 90...250 VAC. Диапазон коммутируемого тока: 0,1...120 А. Диапазон коммутируемого напряжения: 40...440 VAC. Номинальное напряжение нагрузки: 220 / 380 VAC.</p>	

3 Технические характеристики

3.1 Технические характеристики ТТР серии MD-●●44.ZD3

ТТР серии MD-●●44.ZD3 – однофазные твердотельные реле в малогабаритном корпусе. Предназначены для коммутации маломощной нагрузки резистивного или слабоиндуктивного типа. Низкие токи коммутации серии MD-●●44.ZD3 вызывают сравнительно малый нагрев самого ТТР и позволяют применить максимально бюджетные конструктивные решения.

3.1.1 Технические характеристики

Таблица 2 – характеристики входной цепи ТТР серии MD-●●44.ZD3

Параметр	Значение
Модель ТТР	MD-●●44.ZD3
Тип управляющего сигнала	Дискретный сигнал напряжения
Диапазон напряжения управляющего сигнала	3...32 VDC
Напряжение гарантированного включения	≥ 3 VDC
Напряжение гарантированного выключения	≤ 1 VDC
Ток потребления цепи управления	≤ 9 mA ($\pm 0,5$ mA)
Время включения	≤ 10 мс при $f=50$ Гц
Время выключения	≤ 10 мс при $f=50$ Гц
Максимальная частота переключения	≤ 50 Гц при $f=50$ Гц

Таблица 3 – характеристики выходной цепи ТТР серии MD-●●44.ZD3

Параметр	Значение		
Номинальный ток ТТР	5 А	10 А	15 А
Тип выходных силовых элементов	Симисторы (TRIAC)		
Тип коммутируемой сети	• Однофазная; • Трехфазная ¹ ;		
Вид коммутируемого тока	Переменный		
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»		
Минимальный коммутируемый ток	0,02 А		
Максимальный коммутируемый ток	5 А	10 А	15 А
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 mA		
Скорость нарастания тока (di/dt)	25 А/мкс	50 А/мкс	50 А/мкс
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10 мс)	80 А	120 А	160 А
Диапазон напряжения питания нагрузки	24...440 VAC		
Частота источника питания нагрузки	50 Гц		
Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)		
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	2,82 °C/Вт	2,33 °C/Вт	2,25 °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		

¹ – для коммутации трехфазной нагрузки устанавливается одно ТТР на каждую фазу. Допустимые схемы включения нагрузки: «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник»

Таблица 3 – характеристики выходной цепи ТТР серии MD-●●44.ZD3 (продолжение)

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

Таблица 4 – общие технические характеристики ТТР серии MD-●●44.ZD3

Параметр	Значение
Температура окружающей среды	-30...+70 °С
Охлаждение	Воздушное
Материал основания	Алюминий
Индикация наличия управляющего сигнала	Светодиодная
Тип монтажа	Крепление винтами на плоскость или радиатор охлаждения
Масса	≤ 30 г

3.1.2 Модификации и номинальные токи

Таблица 5 – модификации и номинальные токи ТТР серии MD-●●44.ZD3

Модификация ТТР	Номинальный ток реле
MD-0544.ZD3	5 А
MD-1044.ZD3	10 А
MD-1544.ZD3	15 А

3.1.3 Габаритные размеры

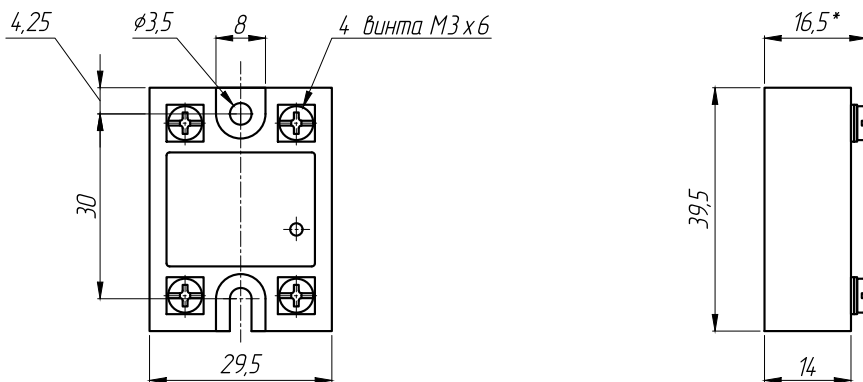


Рисунок 6 – габаритные и установочные размеры ТТР серии MD-●●44.ZD3

3.1.4 Схема подключения

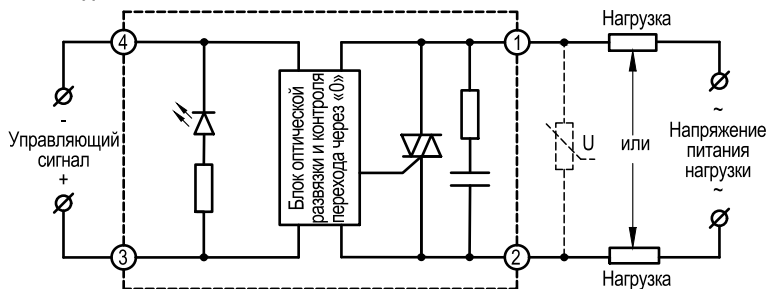


Рисунок 7 – схема подключения ТТР серии MD-●●44.ZD3



При управлении индуктивной нагрузкой необходимо установить варистор параллельно цепи нагрузки

3.2 Технические характеристики ТТР серий HD-●●44.ZD3 / ZA2

Реле серий HD-●●44.ZD3, HD-●●44.ZA2 - это универсальные устройства, обеспечивающие коммутацию промышленных цепей в наиболее распространенных диапазонах токов нагрузки резистивного или индуктивного типа.

3.2.1 Технические характеристики

Таблица 6 – характеристики входных цепей ТТР серий HD-●●44.ZD3 / ZA2

Параметр	Значение	
	Модель ТТР	HD-●●44.ZD3
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	≤ 18 mA ($\pm 0,5$ mA)	≤ 30 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 7 – характеристики выходной цепи ТТР серии HD-●●44.ZD3

Параметр	Значение		
	Номинальный ток ТТР	10 А	25 А
Тип выходных силовых элементов	Симисторы (TRIAC)		
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная; • Трехфазная¹; 		
Вид коммутируемого Тока	Переменный		

¹ – для коммутации трехфазной нагрузки устанавливается одно ТТР на каждую фазу. Допустимые схемы включения нагрузки: «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник»

Таблица 7 – характеристики выходной цепи ТТР серии HD-●●44.ZD3 (продолжение)

Параметр	Значение		
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 мА		
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	44...440 VAC		
Частота источника питания нагрузки	50 Гц		
Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)		
Тепловое сопротивление переход – основание (R _{thjc})	2,21 °C/Вт	1,25 °C/Вт	1,13 °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 HD-●●44.ZA2 (≤ 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; • Трехфазная¹; 		
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 мА		
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...440 VAC		
Частота источника питания нагрузки	50 Гц		
Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)		

¹ – для коммутации трехфазной нагрузки устанавливается одно ТТР на каждую фазу. Допустимые схемы включения нагрузки: «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник»

Таблица 8 – характеристики выходной цепи ТТР серии HD-●●44.ZA2 (≤ 40 А) (продолжение)

Параметр	Значение		
	Тепловое сопротивление переход – основание (R _{thjc})	2,21 °C/ Вт	1,25 °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. цель)	2500 V в течение 1 минуты		
Электрическая прочность изоляции (корпус / вх. цель)	2500 V в течение 1 минуты		
Электрическая прочность изоляции (корпус / вых. цель)	2500 V в течение 1 минуты		
Сопротивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)		

Таблица 9 – характеристики выходной цепи ТТР серии HD-●●44.ZA2 (≥ 60 А)

Параметр	Значение	
	Номинальный ток ТТР	60 А
Тип выходных силовых элементов	Тиристоры	
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная; • Трехфазная¹; 	
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...440 VAC	
Частота источника питания нагрузки	50 Гц	
Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)	
Тепловое сопротивление переход – основание (R _{thjc})	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. цель)	2500 V в течение 1 минуты	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вх. цель)	2500 V в течение 1 минуты	

¹ – для коммутации трехфазной нагрузки устанавливается одно ТТР на каждую фазу. Допустимые схемы включения нагрузки: «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник»

Таблица 9 – характеристики выходной цепи ТТР серии HD-●●44.ZA2 (≥ 60 A) (продолжение)

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

Таблица 10 – общие технические характеристики ТТР серий HD-●●44.ZD3 / ZA2

Параметр	Значение
Температура окружающей среды	-30...+70 °C
Охлаждение	Воздушное
Материал основания	Медь никелированная
Индикация наличия управляющего сигнала	Светодиодная
Тип монтажа	Крепление винтами на плоскость или радиатор охлаждения
Масса	≤ 150 г

3.2.2 Модификации и номинальные токи

Таблица 11 – модификации и номинальные токи ТТР серий HD-●●44.ZD3 / ZA2

Модификация ТТР	Номинальный ток нагрузки
Серия HD-●●44.ZD3	
HD-1044.ZD3	10 A
HD-2544.ZD3	25 A
HD-4044.ZD3	40 A
Серия HD-●●44.ZA2	
HD-1044.ZA2	10 A
HD-2544.ZA2	25 A
HD-4044.ZA2	40 A
HD-6044.ZA2	60 A
HD-8044.ZA2	80 A

3.2.3 Габаритные размеры

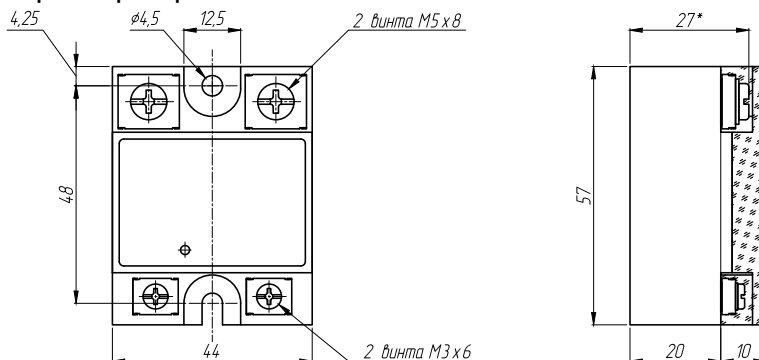
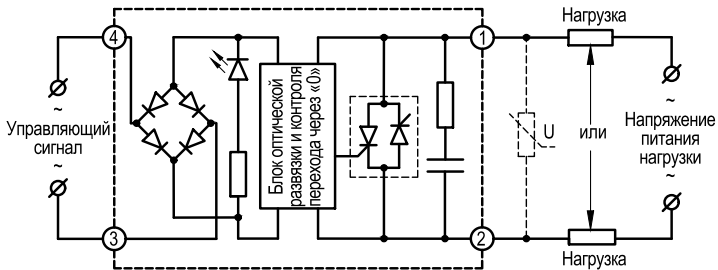
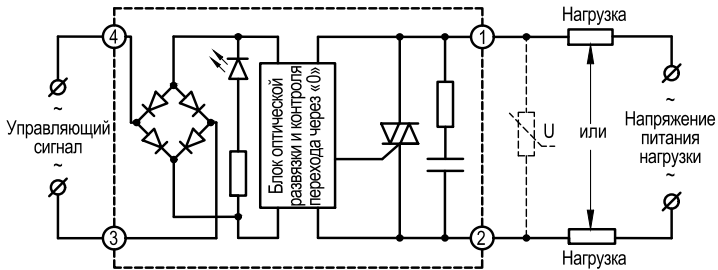
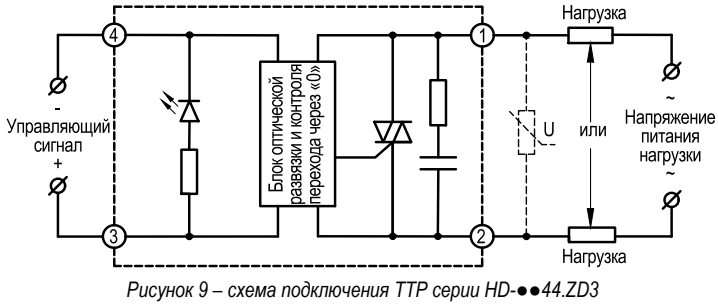


Рисунок 8 – габаритные и установочные размеры ТТР серий HD-●●44.ZD3 / ZA2

3.2.4 Схемы подключения



При управлении индуктивной нагрузкой необходимо установить варистор параллельно цепи нагрузки

3.3 Технические характеристики ТТП серии HD-●●25.DD3

Однофазные твердотельные реле этой серии предназначены для коммутации цепей питания резистивной или индуктивной нагрузки постоянного тока, а также для усиления сигнала при подключении нескольких ТТП к одному регулирующему прибору с небольшой нагрузочной способностью его выхода.

3.3.1 Технические характеристики

Таблица 12— характеристики входной цепи ТТР серии HD-●●25.DD3

Параметр	Значение
Модель ТТР	HD-●●25.DD3
Тип управляющего сигнала	Дискретный сигнал напряжения
Диапазон напряжения управляющего сигнала	5...32 VDC
Напряжение гарантированного включения	≥ 5 VDC
Напряжение гарантированного выключения	≤ 1 VDC
Ток потребления цепи управления	≤ 31,5 мА (±0,5 мА)
Время включения	≤ 5 мс
Время выключения	≤ 5 мс
Максимальная частота переключения	≤ 100 Гц

Таблица 13— характеристики выходной цепи ТТР серии HD-●●25.DD3

Параметр	Значение		
Номинальный ток ТТР	10 А	25 А	40 А
Тип выходных силовых элементов	Транзисторы		
Тип коммутируемой сети	Однофазная		
Вид коммутируемого тока	Постоянный		
Минимальный коммутируемый ток	0,002 А		
Максимальный коммутируемый ток	10 А	25 А	40 А
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 мА		
Скорость нарастания тока (di/dt)	100 А/мкс		
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10мс)	90 А	250 А	380 А
Диапазон напряжения питания нагрузки	12...250 VDC		
Максимальное пиковое напряжение	400 VDC (4 класс)		
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	2,21 °C/Вт	1,48 °C/Вт	1,26 °C/Вт
Падение напряжения в коммутируемой цепи во включенном состоянии	≤ 1,2 V		
Скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии (dV/dt)	1000 В/мкс		
Сопротивление во включенном состоянии	70 мОм	50 мОм	40 мОм
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		
Электрическая прочность изоляции (корпус / вых. цель)	2500 V в течение 1 минуты		
Сопротивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)		

Таблица 14 – общие технические характеристики ТТР серии HD-●●25.DD3

Параметр	Значение
Температура окружающей среды	-30...+70 °C
Охлаждение	Воздушное
Материал основания	Медь никелированная

Таблица 14 – общие технические характеристики ТТП серии HD-●●25.DD3 (продолжение)

Параметр	Значение
Индикация наличия управляющего сигнала	Светодиодная
Тип монтажа	Крепление винтами на плоскость или радиатор охлаждения
Масса	≤ 150 г

3.3.2 Модификации и номинальные токи

Таблица 15 – модификации и номинальные токи ТТП серии HD-●●25.DD3

Модификация ТТП	Номинальный ток нагрузки
HD-1025.DD3	10 А
HD-2525.DD3	25 А
HD-4025.DD3	40 А

3.3.3 Габаритные размеры

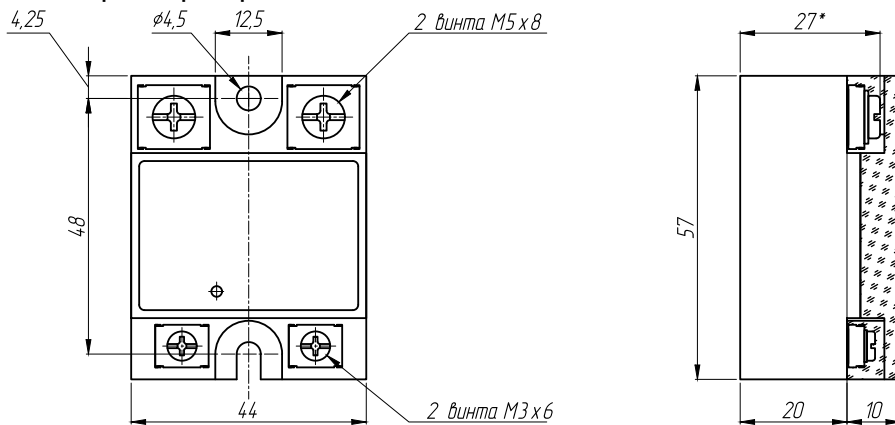


Рисунок 12 – габаритные и установочные размеры ТТП серии HD-●●25.DD3

3.3.4 Схема подключения

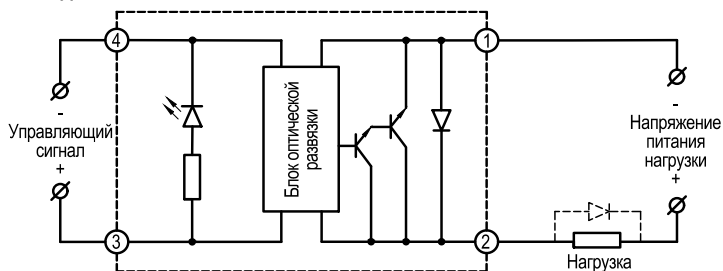


Рисунок 13 – схема подключения ТТП серии HD-●●25.DD3



Для защиты от импульсных перенапряжений в цепи нагрузки необходимо установить диод параллельно цепи нагрузки

3.4 Технические характеристики ТТР серий HD-●●44.VA / 22.10U / 25.LA

ТТР этих серий рекомендованы к применению для простых случаев непрерывного регулирования напряжения резистивной нагрузки в диапазоне от ≈ 10 В до номинального напряжения питания нагрузки (например, для регулирования мощности ТЭНов или уровня освещенности).

3.4.1 Технические характеристики

Таблица 16 — характеристики входных цепей ТТР серий HD-●●44.VA / 22.10U / 25.LA

Параметр	Значение		
Модель ТТР	HD-●●44.VA	HD-●●22.10U	HD-●●25.LA
Тип управляющего сигнала	Переменный резистор ¹ : 470 кОм при номинальном $U_{пит}=220$ В, 560 кОм при номинальном $U_{пит}=380$ В	Унифицированный сигнал напряжения 0...10 В ²	Унифицированный сигнал тока 4...20 мА
Входное сопротивление	—	≥ 4 кОм	$\leq 0,4$ кОм
Гальваническая развязка с выходной цепью	Нет	Есть	

Таблица 17 – характеристики выходной цепи ТТР серии HD-●●44.VA

Параметр	Значение		
Номинальный ток ТТР	10 А	25 А	40 А
Тип выходных силовых элементов	Симисторы (TRIAC)		
Тип коммутируемой сети	Однофазная		
Вид коммутируемого тока	Переменный		
Вид коммутации:	Фазовое управление симистором		
Минимальный коммутируемый ток	0,1 А		
Максимальный коммутируемый ток	10 А	25 А	40 А
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 мА		
Скорость нарастания тока (di/dt)	50 А/мкс		
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10 мс)	120 А	300 А	410 А
Диапазон регулирования напряжения	10... 440 VAC		
Номинальное напряжение питания нагрузки	220/380 VAC		
Допустимое отклонение выходного напряжения	± 5 VAC		
Падение напряжения на силовых клеммах реле	≤ 3 VAC		
Частота источника питания нагрузки	50 Гц		

¹ - рекомендуемая марка резистора СП4-2Ма (мощность не менее 0,5 Вт).

² – рабочий диапазон управляющего сигнала составляет 2...10 В. При отсутствии / обрыве управляющего сигнала или при его значении ≤ 2 VDC в цепи нагрузки будет присутствовать минимальный уровень напряжения ≤ 10 VAC.

Таблица 17 – характеристики выходной цепи ТТР серии HD-●●44.VA (продолжение)

Параметр	Значение		
Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)		
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	2,21 °C/ Вт	1,25 °C/ Вт	1,13 °C/ Вт
Скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии (dV/dt)	500 В/мкс		
I ² t (< 10 мс)	128 А ² с	450 А ² с	840 А ² с
Состояние реле при обрыве либо отсутствии входного сигнала	Включено с минимальным выходным напряжением		
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 18 – характеристики выходной цепи ТТР серии HD-●●22.10U

Параметр	Значение		
Номинальный ток ТТР	10 А	25 А	40 А
Тип выходных силовых элементов	Симисторы (TRIAC)		
Тип коммутируемой сети	Однофазная		
Вид коммутируемого тока	Переменный		
Вид коммутации:	Фазовое управление симистором		
Минимальный коммутируемый ток	0,1 А		
Максимальный коммутируемый ток	10 А	25 А	40 А
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 100 мА		
Скорость нарастания тока (di/dt)	50 А/мкс		
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10мс)	120 А	300 А	410 А
Диапазон регулирования напряжения	10...220 VAC		
Номинальное напряжение питания нагрузки	220VAC		
Допустимое отклонение выходного напряжения	±15 VAC		
Падение напряжения на силовых клеммах реле	≤3 VAC		
Частота источника питания нагрузки	50 Гц		
Максимальное пиковое напряжение	600 VAC (6 класс)		
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	2,21 °C/ Вт	1,25 °C/ Вт	1,13 °C/ Вт
Скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии (dV/dt)	500 В/мкс		
I ² t (< 10 мс)	128 А ² с	450 А ² с	840 А ² с
Состояние реле при обрыве либо отсутствии входного сигнала	При включении допускается импульс номинального напряжения, далее включено с минимальным напряжением питания		
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 19 – характеристики выходной цепи ТТП серии HD-●●25.LA (≤ 40 A)

Параметр	Значение		
Номинальный ток ТТП	10 A	25 A	40 A
Тип выходных силовых элементов	Симисторы (TRIAC)		
Тип коммутируемой сети	Однофазная		
Вид коммутируемого тока	Переменный		
Вид коммутации:	Фазовое управление симистором		
Минимальный коммутируемый ток	0,1 A		
Максимальный коммутируемый ток	10 A	25 A	40 A
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 100 mA		
Скорость нарастания тока (di/dt)	50 A/мкс		
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10 мс)	120 A	300 A	410 A
Диапазон регулирования напряжения	10...250 VAC		
Номинальное напряжение питания нагрузки	220VAC		
Допустимое отклонение выходного напряжения	± 10 VAC		
Падение напряжения на силовых клеммах реле	≤ 3 VAC		
Частота источника питания нагрузки	50 Гц		
Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)		
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	2,21 °C/Вт	1,25 °C/Вт	1,13 °C/Вт
Скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии (dV/dt)	500 В/мкс		
I ² t (< 10 мс)	128 A ² с	450 A ² с	840 A ² с
Состояние реле при обрыве либо отсутствии входного сигнала	При включении допускается импульс номинального напряжения, далее включено с минимальным напряжением питания		
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 20 – характеристики выходной цепи ТТП серии HD-●●25.LA (≥ 60 A)

Параметр	Значение	
Номинальный ток ТТП	60 A	80 A
Тип выходных силовых элементов	Симисторы (TRIAC)	
Тип коммутируемой сети	Однофазная	
Вид коммутируемого тока	Переменный	
Вид коммутации:	Фазовое управление симистором	
Минимальный коммутируемый ток	0,1 A	
Максимальный коммутируемый ток	60 A	80 A
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 mA	
Скорость нарастания тока (di/dt)	50 A/мкс	
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10 мс)	780 A	1000 A

Таблица 20 – характеристики выходной цепи ТТП серии HD-●●25.LA (≥ 60 A) (продолжение)

Параметр	Значение	
Диапазон регулирования напряжения	10...250 VAC	
Номинальное напряжение питания нагрузки	220VAC	
Допустимое отклонение выходного напряжения	±10 VAC	
Падение напряжения на силовых клеммах реле	≤3 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
Скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии (dV/dt)	500 В/мкс	
I²t (< 10 мс)	1800 А²с	3200 А²с
Состояние реле при обрыве либо отсутствии входного сигнала	При включении допускается импульс номинального напряжения, далее включено с минимальным напряжением питания	
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	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вых. цель)	2500 V в течение 1 минуты	
Сопротивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)	

Таблица 21 – общие технические характеристики ТТП серий HD-●●44.VA / 22.10U / 25.LA

Параметр	Значение
Температура окружающей среды	-30...+70 °C
Охлаждение	Воздушное
Материал основания	Медь никелированная; Алюминий (для серии HD-●●22.10U)
Индикация наличия управляющего сигнала	Светодиодная
Тип монтажа	Крепление винтами на плоскость или радиатор охлаждения
Масса	≤ 150 г; ≤ 135 г (для серии HD-●●22.10U)

3.4.2 Модификации и номинальные токи

Таблица 22 – модификации и номинальные токи ТТП серий HD-●●44.VA / 22.10U / 25.LA

Модификация ТТП	Номинальный ток нагрузки
HD-●●44.VA	
HD-1044.VA	10 A
HD-2544.VA	25 A
HD-4044.VA	40 A
HD-●●22.10U	
HD-1022.10U	10 A
HD-2522.10U	25 A
HD-4022.10U	40 A

Таблица 22 – модификации и номинальные токи ТТП серий HD-●●44.VA / 22.10U / 25.LA (продолжение)

Модификация ТТП	Номинальный ток нагрузки
HD-●●25.LA	
HD-1025.LA	10 А
HD-2525.LA	25 А
HD-4025.LA	40 А
HD-6025.LA	60 А
HD-8025.LA	80 А

3.4.3 Габаритные размеры

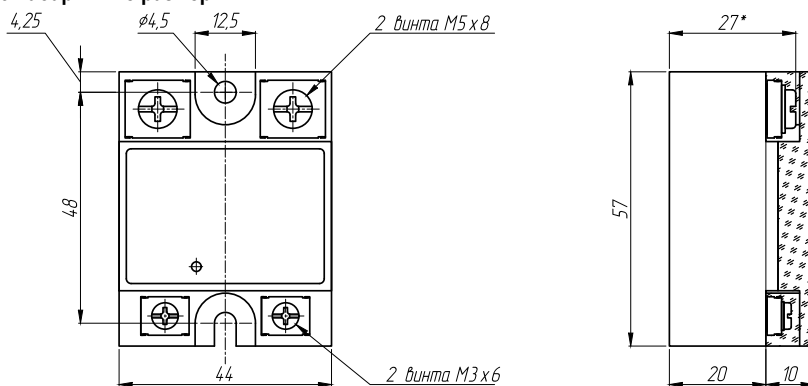


Рисунок 14 – габаритные и установочные размеры ТТП серий HD-●●44.VA, HD-●●25.LA

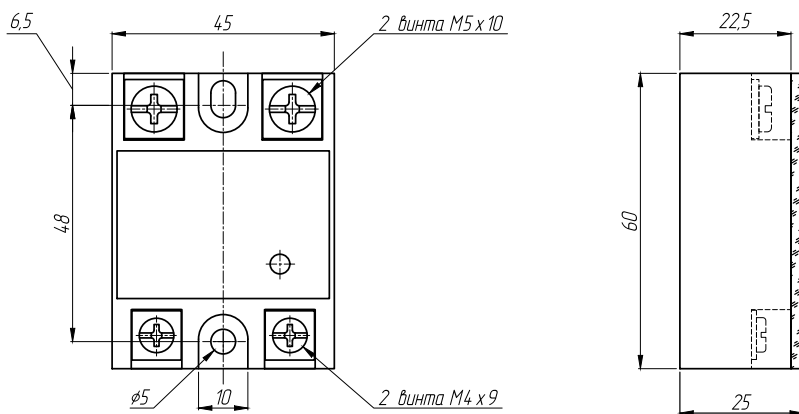


Рисунок 15 – габаритные и установочные размеры ТТП серии HD-●●22.10U

3.4.4 Схемы подключения

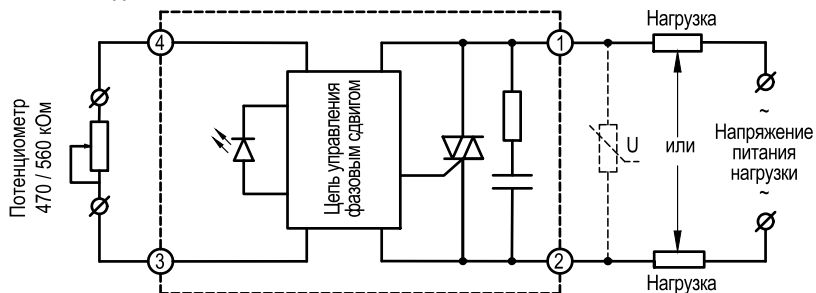


Рисунок 16 – схема подключения ТТР серии HD-●●44.VA

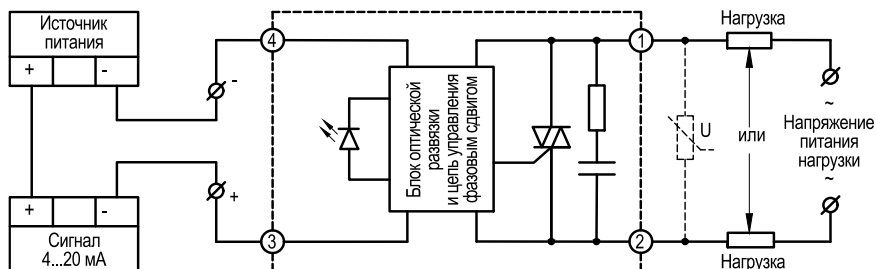


Рисунок 17 – схема подключения ТТР серий HD-●●25.LA

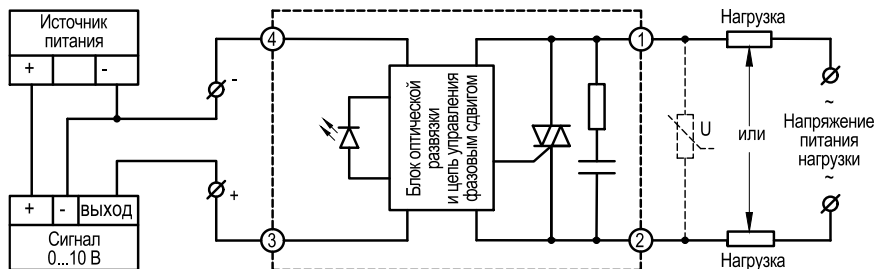


Рисунок 18 – схема подключения ТТР серий HD-●●22.10U



При управлении индуктивной нагрузкой необходимо установить варистор параллельно цепи нагрузки

3.5 Технические характеристики ТТР серии HDH-●●44.ZD3

Однофазные общепромышленные твердотельные реле этой серии предназначены для коммутации цепей питания мощных нагрузок в однофазной или трехфазной сети.

3.5.1 Технические характеристики

Таблица 23– характеристики входной цепи ТТР серии HDH-●●44.ZD3

Параметр	Значение
Модель ТТР	HDH-●●44.ZD3
Тип управляющего сигнала	Дискретный сигнал напряжения
Диапазон напряжения управляющего сигнала	3...32 VDC
Напряжение гарантированного включения	≥ 3 VDC
Напряжение гарантированного выключения	≤ 1 VDC
Ток потребления цепи управления	≤ 18 mA (±0,5 mA)
Время включения	≤ 10 мс при f=50 Гц
Время выключения	≤ 10 мс при f=50 Гц
Максимальная частота переключения	≤ 50 Гц при f=50 Гц

Таблица 24 – характеристики выходной цепи ТТР серии HDH-●●44.ZD3 (≤ 80 A)

Параметр	Значение	
Номинальный ток ТТР	60 A	80 A
Тип выходных силовых элементов	SCR - тиристор	
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> ● Однофазная; ● Трехфазная¹; 	
Вид коммутируемого тока	Переменный	
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»	
Минимальный коммутируемый ток	0,1 A	
Максимальный коммутируемый ток	60 A	80 A
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 mA	
Скорость нарастания тока (di/dt)	100 A/мкс	
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10мс)	880 A	1200 A
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...440 VAC	
Частота источника питания нагрузки	50 Гц	
Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)	
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	0,65 °C/Вт	0,49 °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)	2400 A ² с	4000 A ² с
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	

¹ – для коммутации трехфазной нагрузки устанавливается одно ТТР на каждую фазу. Допустимые схемы включения нагрузки: «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник»

Таблица 24 – характеристики выходной цепи ТТР серии HDH-●●44.ZD3 (≤ 80 A) (продолжение)

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

Таблица 25 – характеристики выходной цепи ТТР серии HDH-●●44.ZD3 (≥ 100 A)

Параметр	Значение	
Номинальный ток ТТР	100 A	120 A
Тип выходных силовых элементов	SCR - тиристор	
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная; • Трехфазная¹; 	
Вид коммутируемого тока	Переменный	
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»	
Минимальный коммутируемый ток	0,1 A	
Максимальный коммутируемый ток	100 A	120 A
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 mA	
Скорость нарастания тока (di/dt)	100 A/мкс	
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10 мс)	1600 A	1800 A
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...440 VAC	
Частота источника питания нагрузки	50 Гц	
Максимальное пиковое напряжение	900 VAC (9 класс)	
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	0,39 °C/Вт	0,34 °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)	6000 A ² с	8500 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	
Сопrotивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)	

Таблица 26– общие технические характеристики ТТР серии HDH-●●44.ZD3

Параметр	Значение
Температура окружающей среды	-30...+70 °C
Охлаждение	Воздушное
Материал основания	Медь никелированная
Индикация наличия управляющего сигнала	Светодиодная
Тип монтажа	Крепление винтами на плоскость на радиатор с вентилятором
Масса	≤ 150 г

¹ – для коммутации трехфазной нагрузки устанавливается одно ТТР на каждую фазу. Допустимые схемы включения нагрузки: «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник»

3.5.2 Модификации и номинальные токи

Таблица 27 – модификации и номинальные токи ТТП серии HDH-●●44.ZD3

Модификация ТТП	Номинальный ток нагрузки
HDH-6044.ZD3	60 А
HDH-8044.ZD3	80 А
HDH-10044.ZD3	100 А
HDH-12044.ZD3	120 А

3.5.3 Габаритные размеры

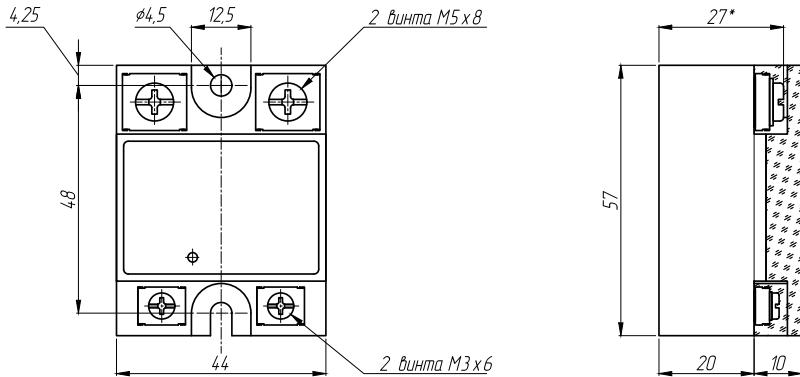


Рисунок 19 – габаритные и установочные размеры ТТП серии HDH-●●44.ZD3

3.5.4 Схема подключения

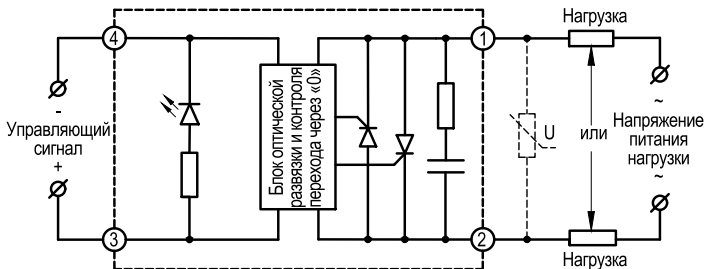


Рисунок 20 – схема подключения ТТП серии HDH-●●44.ZD3



При управлении индуктивной нагрузкой необходимо установить варистор параллельно цепи нагрузки

3.6 Технические характеристики ТТП серий BDH / SBDH-●●44.ZD3

BDH-●●44.ZD3 – однофазные твердотельные реле в корпусе промышленного стандарта. SBDH-●●44.ZD3 – серия в корпусе уменьшенных габаритов. Предназначены для коммутации цепей питания мощных нагрузок резистивного и индуктивного типа в однофазной или трехфазной сети. Диапазон номинальных токов – до 250 А.

3.6.1 Технические характеристики

Таблица 28 – характеристики входной цепи ТТР серий BDH / SBDH-●●44.ZD3

Параметр	Значение	
Модель ТТР	BDH-●●44.ZD3	SBDH-●●44.ZD3
Тип управляющего сигнала	Дискретный сигнал напряжения	
Диапазон напряжения управляющего сигнала	3...32 VDC	
Напряжение гарантированного включения	≥ 3 VDC	
Напряжение гарантированного выключения	≤ 1 VDC	
Ток потребления цепи управления	≤ 15 mA (±0,5 mA)	≤ 16 mA (±0,5 mA)
Время включения	≤ 10 мс при f=50 Гц	
Время выключения	≤ 10 мс при f=50 Гц	
Максимальная частота переключения	≤ 50 Гц при f=50 Гц	
Тип клемм цепи управления	Разъем Faston серии 0,110"	

Таблица 29 – характеристики выходной цепи ТТР серии SBDH-●●44.ZD3 (≤ 100 A)

Параметр	Значение		
Номинальный ток ТТР	60 A	80 A	100 A
Тип выходных силовых элементов	SCR - тиристор		
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная; • Трехфазная¹; 		
Вид коммутируемого тока	Переменный		
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»		
Минимальный коммутируемый ток	0,1 A		
Максимальный коммутируемый ток	60 A	80 A	100 A
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 mA		
Скорость нарастания тока (di/dt)	100 A/мкс		
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10мс)	960 A	1350 A	1800 A
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...440 VAC		
Частота источника питания нагрузки	50 Гц		
Максимальное пиковое напряжение	1200 VAC (12 класс)		
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	0,65 °C/ Вт	0,49 °C/ Вт	0,39 °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)	2400 A ² с	4050 A ² с	6000 A ² с
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)		

¹ – для коммутации трехфазной нагрузки устанавливается одно ТТР на каждую фазу. Допустимые схемы включения нагрузки: «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник»

Таблица 30 – характеристики выходной цепи ТТР серии SBDH-●●44.ZD3 (≥ 120 A)

Параметр	Значение	
Номинальный ток ТТР	120 A	150 A
Тип выходных силовых элементов	SCR - тиристор	
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная; • Трехфазная¹; 	
Вид коммутируемого тока	Переменный	
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»	
Минимальный коммутируемый ток	0,1 A	
Максимальный коммутируемый ток	120 A	150 A
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 mA	
Скорость нарастания тока (di/dt)	100 A/мкс	
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10 мс)	2000 A	2600 A
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...440 VAC	
Частота источника питания нагрузки	50 Гц	
Максимальное пиковое напряжение	1200 VAC (12 класс)	
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	0,34 °C/Вт	0,27 °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 ² t (< 10 мс)	8700 A ² с	13600 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 31 – характеристики выходной цепи ТТР серии BDH-●●44.ZD3 (≤ 150 A)

Параметр	Значение		
Номинальный ток ТТР	100 A	120 A	150 A
Тип выходных силовых элементов	SCR - тиристор		
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная; • Трехфазная¹; 		
Вид коммутируемого тока	Переменный		
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»		

¹ – для коммутации трехфазной нагрузки устанавливается одно ТТР на каждую фазу. Допустимые схемы включения нагрузки: «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник»

Таблица 31 – характеристики выходной цепи ТТР серии BDH-●●44.ZD3 (≤ 150 A) (продолжение)

Параметр	Значение		
Минимальный коммутируемый ток	0,1 A		
Максимальный коммутируемый ток	100 A	120 A	150 A
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 mA		
Скорость нарастания тока (di/dt)	100 A/мкс		
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10 мс)	1800 A	2000 A	2600 A
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...440 VAC		
Частота источника питания нагрузки	50 Гц		
Максимальное пиковое напряжение	1100 VAC (11 класс)		
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	0,39 °C/ Вт	0,34 °C/ Вт	0,27 °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 ² t (< 10 мс)	7200 A ² с	9800 A ² с	12800 A ² с
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 32 – характеристики выходной цепи ТТР серии BDH-●●44.ZD3 (≥ 200 A)

Параметр	Значение	
Номинальный ток ТТР	200 A	250 A
Тип выходных силовых элементов	SCR - тиристор	
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная; • Трехфазная¹; 	
Вид коммутируемого тока	Переменный	
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»	
Минимальный коммутируемый ток	0,1 A	
Максимальный коммутируемый ток	200 A	250 A
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 mA	
Скорость нарастания тока (di/dt)	100 A/мкс	
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10 мс)	3000 A	3500 A
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...440 VAC	
Частота источника питания нагрузки	50 Гц	
Максимальное пиковое напряжение	1100 VAC (11 класс)	
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	0,21 °C/ Вт	0,16 °C/ Вт

¹ – для коммутации трехфазной нагрузки устанавливается одно ТТР на каждую фазу. Допустимые схемы включения нагрузки: «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник»

Таблица 32 – характеристики выходной цепи ТТР серии BDH-●●44.ZD3 (≥ 200 А) (продолжение)

Параметр	Значение	
Падение напряжения в коммутируемой цепи во включенном состоянии	$\leq 1,6$ В	
Скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии (dV/dt)	500 В/мкс	
I^2t (< 10 мс)	26500 А ² с	45000 А ² с
Электрическая прочность изоляции (цепь упр. / вых. цепь)	2500 В в течение 1 минуты	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вх. цепь)	2500 В в течение 1 минуты	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вых. цепь)	2500 В в течение 1 минуты	
Сопротивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)	

Таблица 33 – общие технические характеристики ТТР серий BDH / SBDH-●●44.ZD3

Параметр	Значение
Температура окружающей среды	-30...+70 °С
Охлаждение	Воздушное
Материал основания	Медь никелированная
Индикация наличия управляющего сигнала	Светодиодная
Тип монтажа	Крепление винтами на плоскость на радиатор с вентилятором
Масса	≤ 180 г для серии SBDH-●●44.ZD3 ≤ 235 г для серии BDH-●●44.ZD3

3.6.2 Модификации и номинальные токи

Таблица 34 – модификации и номинальные токи ТТР серий BDH / SBDH-●●44.ZD3

Модификация ТТР	Номинальный ток нагрузки
SBDH-●●44.ZD3	
SBDH-6044.ZD3	60 А
SBDH-8044.ZD3	80 А
SBDH-10044.ZD3	100 А
SBDH-12044.ZD3	120 А
SBDH-15044.ZD3	150 А
BDH-●●44.ZD3	
BDH-10044.ZD3	100 А
BDH-12044.ZD3	120 А
BDH-15044.ZD3	150 А
BDH-20044.ZD3	200 А
BDH-25044.ZD3	250 А

3.6.3 Габаритные размеры

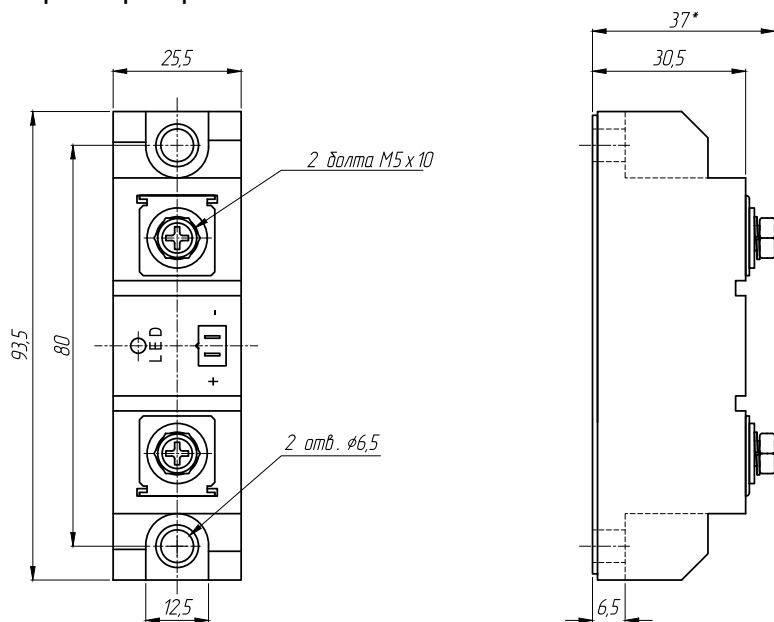


Рисунок 21 – габаритные и установочные размеры ТТР серии SBDH-●●44.ZD3

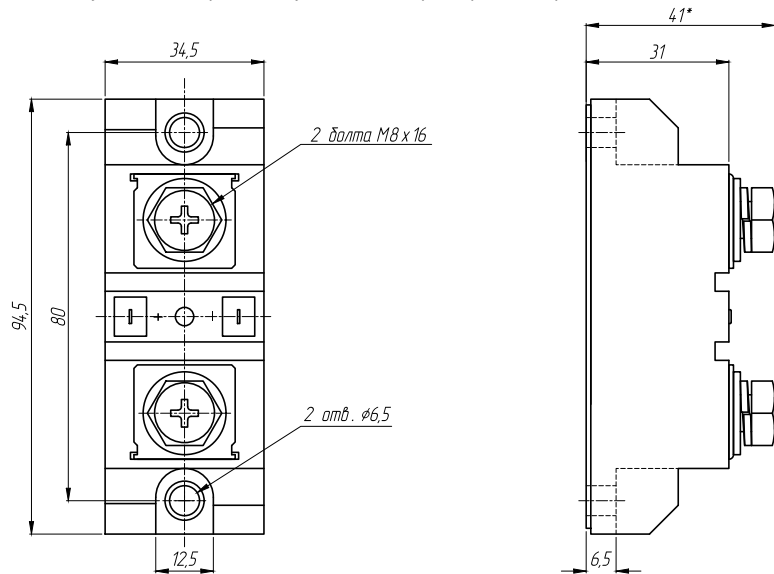


Рисунок 22 – габаритные и установочные размеры ТТР серии BDH-●●44.ZD3

3.6.4 Схема подключения

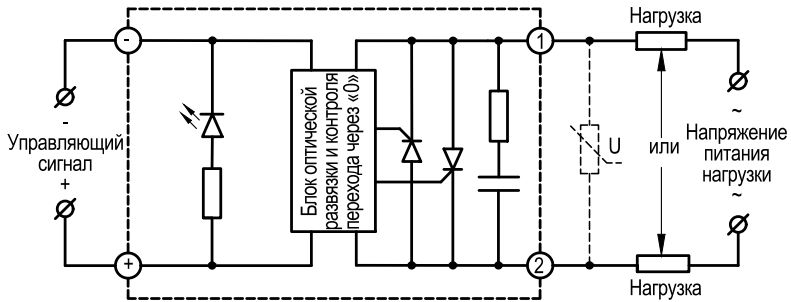


Рисунок 23 – схема подключения ТТР серий BDH / SBDH-●●44.ZD3



При управлении индуктивной нагрузкой необходимо установить варистор параллельно цепи нагрузки

3.7 Технические характеристики ТТР серий GaDH / GwDH-●●●120.ZD3

Твердотельные реле данных серий используются для обеспечения гарантированного запаса по току при коммутации нагрузок с непредсказуемыми пусковыми токами (сварочное оборудование, мощная индуктивная нагрузка, трансформаторы). Перекрывают самый большой диапазон токов нагрузки.

3.7.1 Технические характеристики

Таблица 35 – характеристики входной цепи ТТР серий GaDH / GwDH-●●●120.ZD3

Параметр	Значение	
	Модель ТТР	GaDH-●●●120.ZD3
Тип управляющего сигнала	Дискретный сигнал напряжения	
Диапазон напряжения управляющего сигнала	3...32 VDC	
Напряжение гарантированного включения	≥ 3 VDC	
Напряжение гарантированного выключения	≤ 1 VDC	
Ток потребления цепи управления	≤ 16 mA (±0,5 mA)	≤ 16 mA (±0,5 mA)
Время включения	≤ 10 мс при f=50 Гц	
Время выключения	≤ 10 мс при f=50 Гц	
Максимальная частота переключения	≤ 50 Гц при f=50 Гц	
Тип клемм цепи управления	Разъем Faston серии 0,110"	

Таблица 36 – характеристики выходной цепи ТТР серии GaDH-●●●120.ZD3

Параметр	Значение		
	Номинальный ток ТТР	500 A	600 A
Тип выходных силовых элементов	SCR - тиристор		

Таблица 36 – характеристики выходной цепи ТТР серии GaDH-●●●120.ZD3 (продолжение)

Параметр	Значение		
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная; • Трехфазная¹; 		
Вид коммутируемого тока	Переменный		
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»		
Минимальный коммутируемый ток	0,5 А		
Максимальный коммутируемый ток	500 А	600 А	800 А
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 мА		
Скорость нарастания тока (di/dt)	150 А/мкс		
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10мс)	5500 А	6500 А	9000 А
Диапазон напряжения питания нагрузки	60...1000 VAC		
Частота источника питания нагрузки	50 Гц		
Максимальное пиковое напряжение	1600 VAC (16 класс)		
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	0,08 °C/ Вт	0,07 °C/ Вт	0,05 °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)	151250 А ² с	217800 А ² с	387200 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 37 – характеристики выходной цепи ТТР серии GwDH-●●●120.ZD3

Параметр	Значение		
Номинальный ток ТТР	500 А	600 А	800 А
Тип выходных силовых элементов	SCR - тиристор		
Тип коммутируемой сети	<ul style="list-style-type: none"> • Однофазная; • Трехфазная²; 		
Вид коммутируемого тока	Переменный		
Вид коммутации:	С контролем перехода через «0»		
Минимальный коммутируемый ток	0,5 А		
Максимальный коммутируемый ток	500 А	600 А	800 А
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 мА		

¹ – для коммутации трехфазной нагрузки устанавливается одно ТТР на каждую фазу. Допустимые схемы включения нагрузки: «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник»

² – для коммутации трехфазной нагрузки устанавливается одно ТТР на каждую фазу. Допустимые схемы включения нагрузки: «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник»

Таблица 37 – характеристики выходной цепи ТТР серии GwDH-●●●120.ZD3 (продолжение)

Параметр	Значение		
Скорость нарастания тока (di/dt)	150 А/мкс		
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10 мс)	5500 А	6500 А	9000 А
Диапазон напряжения питания нагрузки	60...1000 VAC		
Частота источника питания нагрузки	50 Гц		
Максимальное пиковое напряжение	1600 VAC (16 класс)		
Тепловое сопротивление переход – основание (Rthjc)	0,08 °C/Вт	0,07 °C/Вт	0,05 °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)	151250 А ² с	217800 А ² с	387200 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)		
Температура охлаждающей жидкости	+30...+70°C		
Номинальное давление охлаждающей жидкости	0,3 МПа		
Максимальное давление охлаждающей жидкости	$\leq 0,8$ МПа		
Минимальный напор охлаждающей жидкости	≥ 3 м/с (0,4 м ³ /ч)		

Таблица 38 – общие технические характеристики ТТР серий GaDH / GwDH-●●●120.ZD3

Параметр	Значение
Температура окружающей среды	-30...+70 °C
Охлаждение	Воздушное для серии GaDH-●●●120.ZD3, Водяное для серии GwDH-●●●120.ZD3
Материал основания	Медь никелированная
Индикация наличия управляющего сигнала	Светодиодная
Тип монтажа	Крепление винтами на плоскость на радиатор с вентилятором
Масса	≤ 1800 г

3.7.2 Модификации и номинальные токи

Таблица 39 – модификации и номинальные токи ТТР серий GaDH / GwDH-●●●120.ZD3

Модификация ТТР	Номинальный ток нагрузки
GaDH-●●●120.ZD3	
GaDH-500120.ZD3	500 А
GaDH-600120.ZD3	600 А
GaDH-800120.ZD3	800 А

Таблица 39 – модификации и номинальные токи ТТП серий GaDH / GwDH-●●●120.ZD3 (продолжение)

Модификация ТТП	Номинальный ток нагрузки
GwDH-●●●120.ZD3	
GwDH-500120.ZD3	500 А
GwDH-600120.ZD3	600 А
GwDH-800120.ZD3	800 А

3.7.3 Габаритные размеры

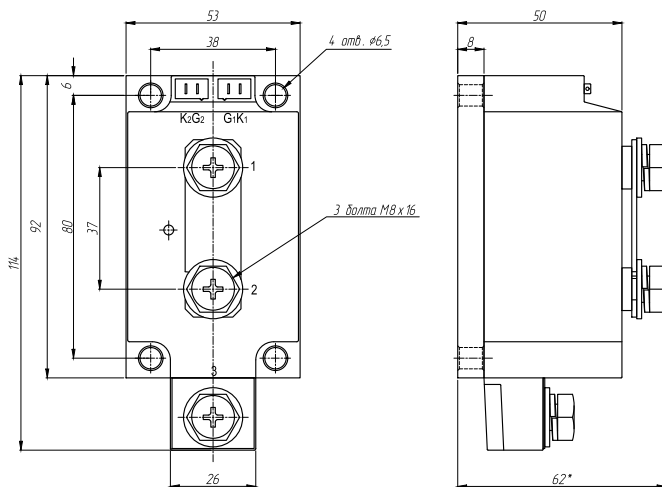


Рисунок 24 – габаритные и установочные размеры ТТП серий GaDH-500120.ZD3, GaDH-600120.ZD3

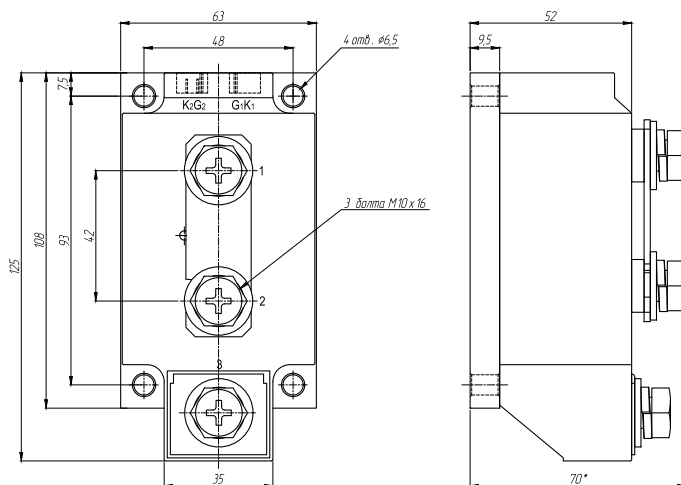


Рисунок 25 – габаритные и установочные размеры ТТП серии GaDH-800120.ZD3

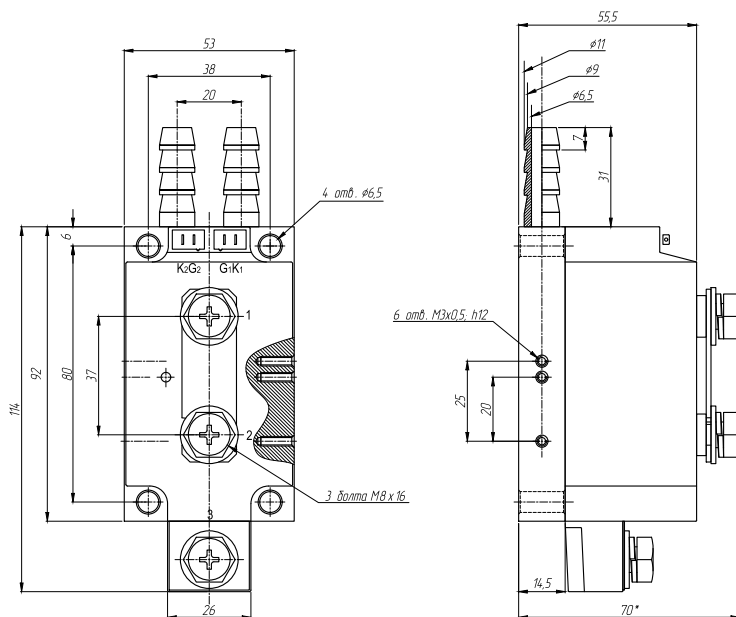


Рисунок 26 – габаритные и установочные размеры ТТР серий GwDH-500120.ZD3, GwDH-600120.ZD3

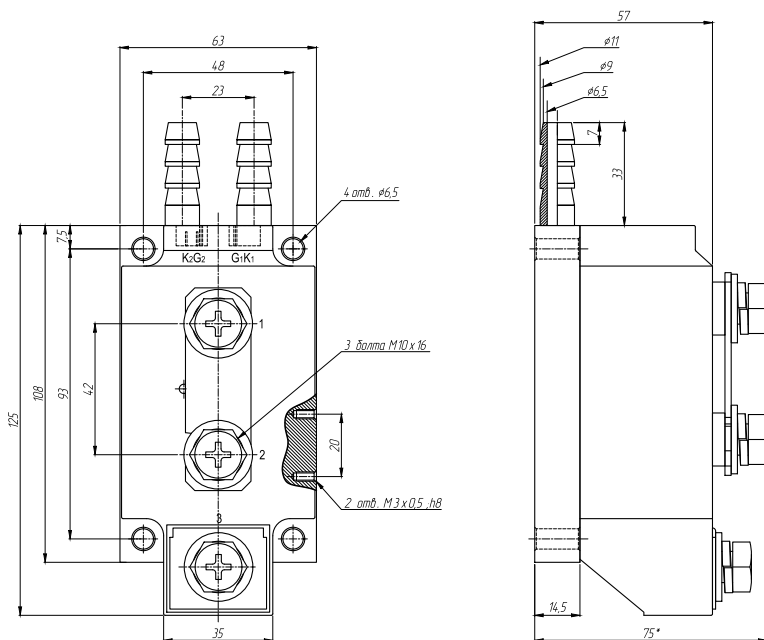


Рисунок 27 – габаритные и установочные размеры ТТР серии GwDH-800120.ZD3

3.7.4 Схема подключения

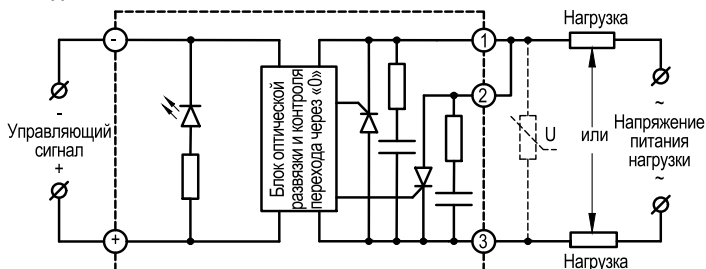


Рисунок 28 – схема подключения ТТР серий GaDH / GwDH-●●●120.ZD3



При управлении индуктивной нагрузкой необходимо установить варистор параллельно цепи нагрузки

3.8 Технические характеристики ТТР серий НТ-●●44.ZD3 / ZA2

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

3.8.1 Технические характеристики

Таблица 40 – характеристики входных цепей ТТР серий НТ-●●44.ZD3 / ZA2

Параметр	Значение	
Модель ТТР	НТ-●●44.ZD3	НТ-●●44.ZA2
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 41 – характеристики выходной цепи ТТР серии НТ-●●44.ZD3 (≤ 40 A)

Параметр	Значение		
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»		

Таблица 41 – характеристики выходной цепи ТТР серии НТ-●●44.ZD3 (≤ 40 А) (продолжение)

Параметр	Значение		
Минимальный коммутируемый ток	0,1 А		
Максимальный коммутируемый ток	10 А	25 А	40 А
Ток утечки в закрытом состоянии	≤ 10 мА		
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...440 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		
I²t (< 10 мс)	85 А²с	450 А²с	840 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 42 – характеристики выходной цепи ТТР серии НТ-●●44.ZD3 (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...440 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	

Таблица 42 – характеристики выходной цепи ТТР серии НТ-●●44.ZD3 (60 и 80 А) (продолжение)

Параметр	Значение	
I^2t (< 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 43 – характеристики выходной цепи ТТР серии НТ-●●44.ZD3 (≥ 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...440 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^2t (< 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 44 – характеристики выходной цепи ТТР серии НТ-●●44.ZA2 (≤ 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 мА		
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...440 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. цель)	2500 V в течение 1 минуты		
Электрическая прочность изоляции (корпус / вх. цель)	2500 V в течение 1 минуты		
Электрическая прочность изоляции (корпус / вых. цель)	2500 V в течение 1 минуты		
Сопротивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)		

Таблица 45 – характеристики выходной цепи ТТР серии НТ-●●44.ZA2 (60 и 80 А)

Параметр	Значение	
Номинальный ток ТТР	60 А	80 А
Тип выходных силовых элементов	Тристоры	
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

Таблица 45 – характеристики выходной цепи ТТП серии НТ-●●44.ZA2 (60 и 80 А) (продолжение)

Параметр	Значение	
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...440 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. цель)	2500 V в течение 1 минуты	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вх. цель)	2500 V в течение 1 минуты	
Электрическая прочность изоляции (корпус / вых. цель)	2500 V в течение 1 минуты	
Сопротивление изоляции	500 МОм (при 500 VDC)	

Таблица 46 – характеристики выходной цепи ТТП серии НТ-●●44.ZA2 (≥ 100 А)

Параметр	Значение	
Номинальный ток ТТП	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 mA	
Скорость нарастания тока (di/dt)	100 А/мкс	
Максимальный импульс тока во включенном состоянии (≤ 10мс)	1600 А	1800 А
Диапазон напряжения питания нагрузки	40...440 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 46 – характеристики выходной цепи ТТР серии НТ-●●44.ZA2 (≥ 100 А) (продолжение)

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

Таблица 47 – общие технические характеристики ТТР серий НТ-●●44.ZD3 / ZA2

Параметр	Значение
Температура окружающей среды	-30...+70 °С
Охлаждение	Воздушное
Материал основания	Медь никелированная
Индикация наличия управляющего сигнала	Светодиодная
Тип монтажа	Крепление винтами на плоскость или радиатор охлаждения
Масса	≤ 540 г

3.8.2 Модификации и номинальные токи

Таблица 48 – модификации и номинальные токи ТТР серий НТ-●●44.ZD3 / ZA2

Модификация ТТР	Номинальный ток нагрузки
НТ-●●44.ZD3	
НТ-1044.ZD3	10 А
НТ-2544.ZD3	25 А
НТ-4044.ZD3	40 А
НТ-6044.ZD3	60 А
НТ-8044.ZD3	80
НТ-10044.ZD3	100
НТ-12044.ZD3	120 А
НТ-●●44.ZA2	
НТ-1044.ZA2	10 А
НТ-2544.ZA2	25 А
НТ-4044.ZA2	40 А
НТ-6044.ZA2	60 А
НТ-8044.ZA2	80
НТ-10044.ZA2	100
НТ-12044.ZA2	120 А

3.8.3 Габаритные размеры

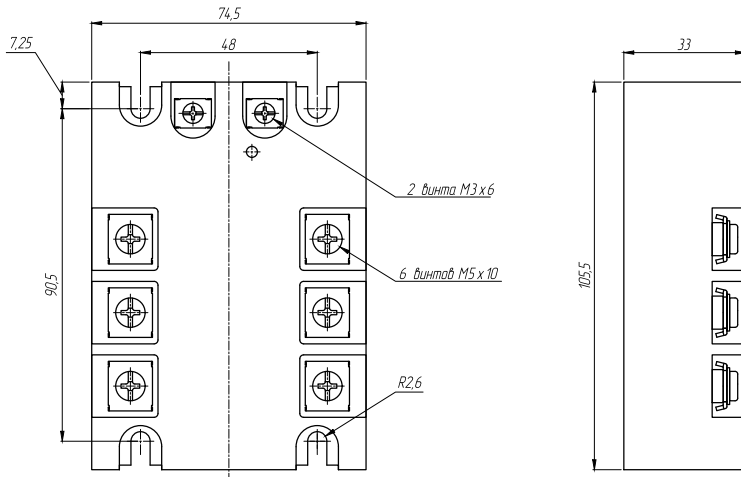


Рисунок 29 – габаритные и установочные размеры ТТП серий HT-●●44.ZD3 / ZA2

3.8.4 Схемы подключения

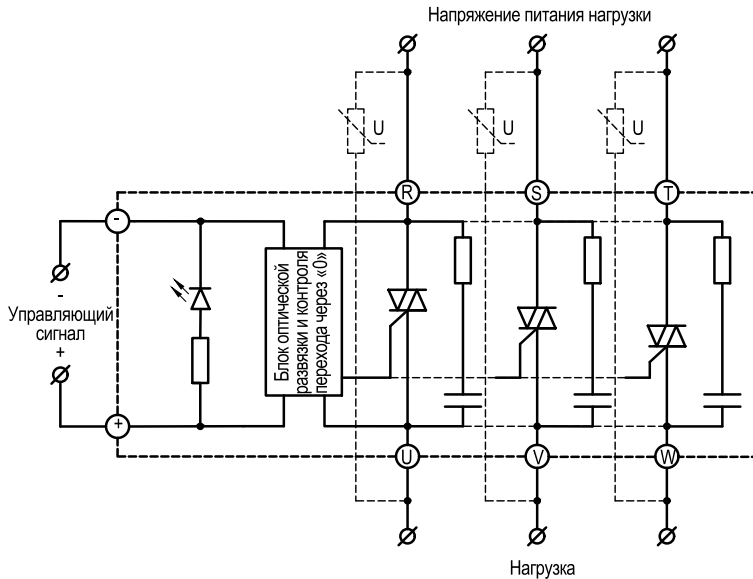


Рисунок 30 – схема подключения ТТП серии HT-●●44.ZD3 (≤ 40 А)

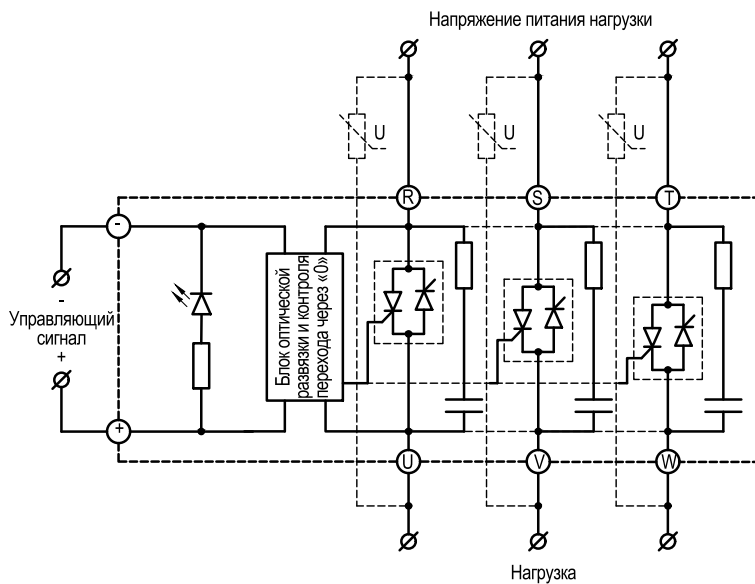


Рисунок 31 – схема подключения ТТР серии HT-●●44.ZD3 (60 и 80 A)

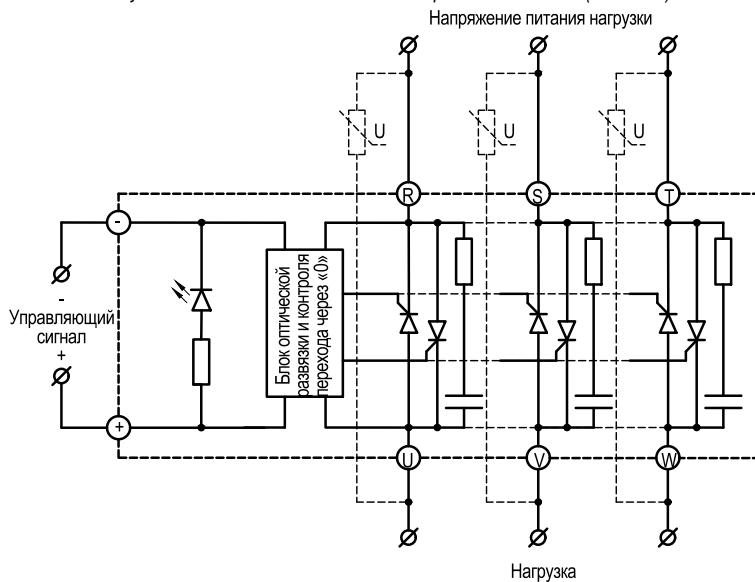


Рисунок 32 – схема подключения ТТР серии HT-●●44.ZD3 (≥ 100 A)

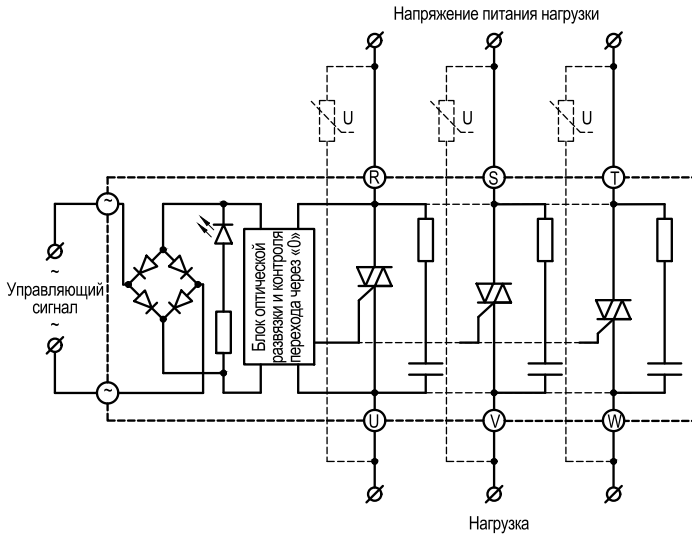


Рисунок 33 – схема подключения ТТР серии HT-●●44.ZA2 (≤ 40 А)

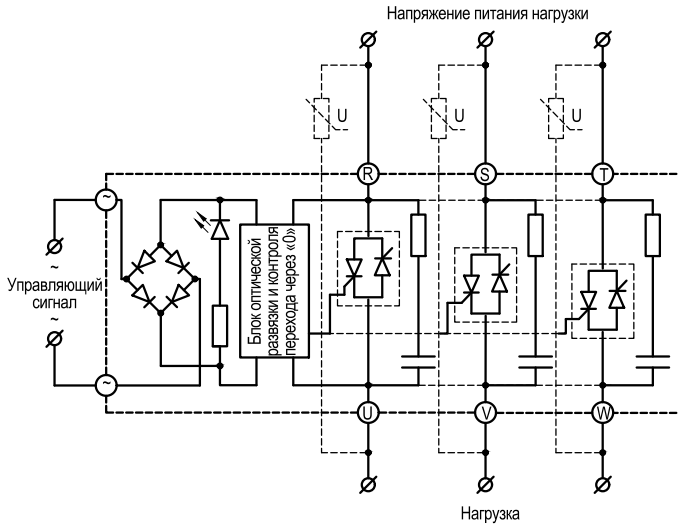


Рисунок 34 – схема подключения ТТР серии HT-●●44.ZA2 (≥ 60 А)



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 (для однофазных ТТР).

Основание твердотельного реле – это теплопроводящая металлическая пластина, необходимая для отвода тепла от силового коммутационного элемента ТТР к радиатору охлаждения. Основание всех ТТР KIPRIBOR может быть выполнено из алюминиевого или медного сплава, гальванизированного никелем, для предотвращения окислительных процессов и придания основанию эстетического внешнего вида. Медное основание обладает лучшей теплопроводностью чем алюминиевое основание, следовательно, медное основание обеспечивает более эффективный отвод тепла от силового ключа ТТР. Реле, оснащенные медным основанием, более устойчивы к пиковым нагрузкам и работе в тяжелых промышленных условиях. Алюминиевое основание несколько ниже по стоимости, чем основание из медного сплава, но при этом обладает меньшей теплопроводностью. В силу этих причин алюминиевое основание используется при изготовлении бюджетных серий ТТР KIPRIBOR для коммутации исключительно маломощной нагрузки.

Электронная схема – совокупность отдельных электронных компонентов, выполняющих обработку входного сигнала, световую индикацию его наличия, обеспечивающих управление силовыми коммутационными элементами и гальваническую развязку¹ входной и выходной цепи. Силовые коммутационные элементы размещаются на основании реле для 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, устойчивого к сколам.

Прозрачная защитная крышка² 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.

¹ – кроме ТТР HD-●●44.VA. Указанные ТТР не имеют гальванической изоляции входной и выходной цепей.

² – применяется только для однофазных ТТР HD-●●●●●●●●.

4.2 Типы управляющих сигналов

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

- Дискретный сигнал напряжения постоянного тока от 3 до 32 VDC;
- Дискретный сигнал напряжения переменного тока от 90 до 250 VAC;
- Внешний переменный резистор 470 / 560 кОм;
- Унифицированный сигнал напряжения 0...10 В;
- Унифицированный сигнал тока 4...20 мА;

Широкий спектр сигналов управления позволяет применять ТТР для реализации различных задач в системах управления и коммутации.

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

4.2.1 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 ...D3¹,
- Напряжение 90...250 В переменного тока – модификации с индексом ...A2,

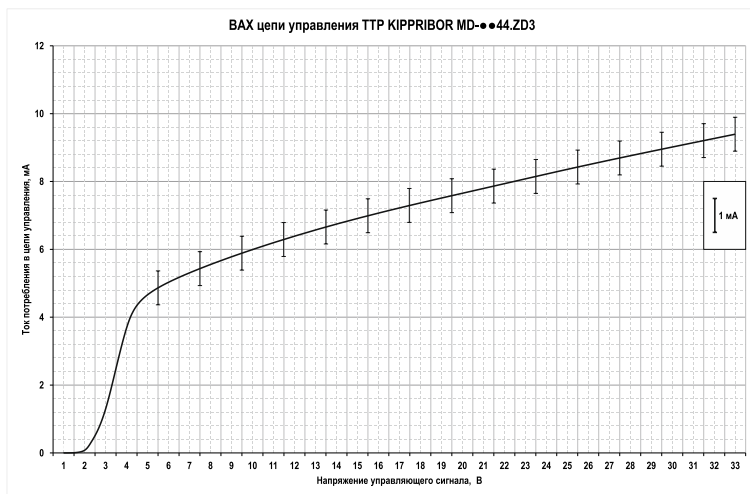


Рисунок 35 – ВАХ входной цепи ТТР серии MD...44.ZD3

¹ – для ТТР HD...DD3 диапазон управляющего сигнала составляет 5...32 VDC.

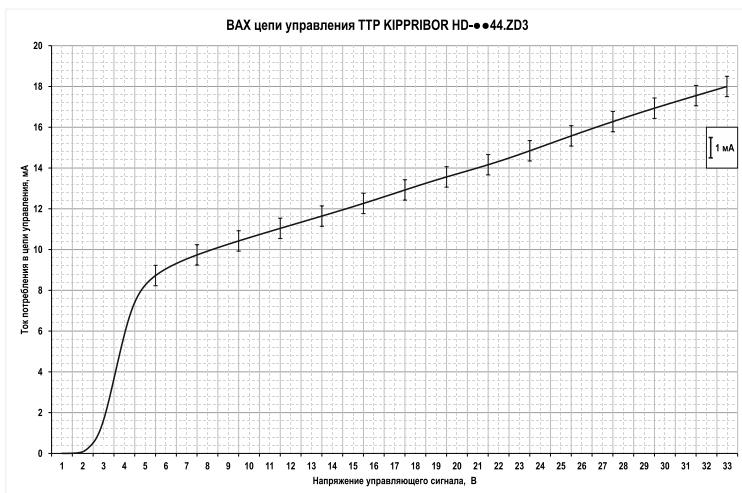


Рисунок 36 – ВАХ входной цепи ТТР серии HD-●●44.ZD3

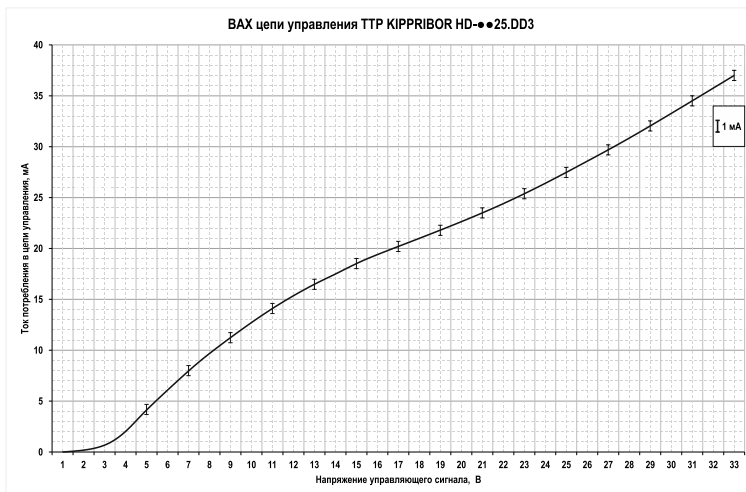


Рисунок 37 – ВАХ входной цепи ТТР серии HD-●●25.DD3

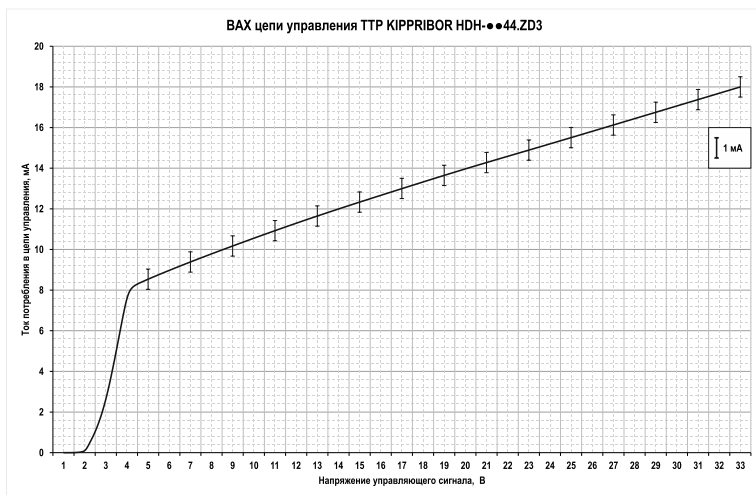


Рисунок 38 – ВАХ входной цепи ТТР серии HDH-●●44.ZD3

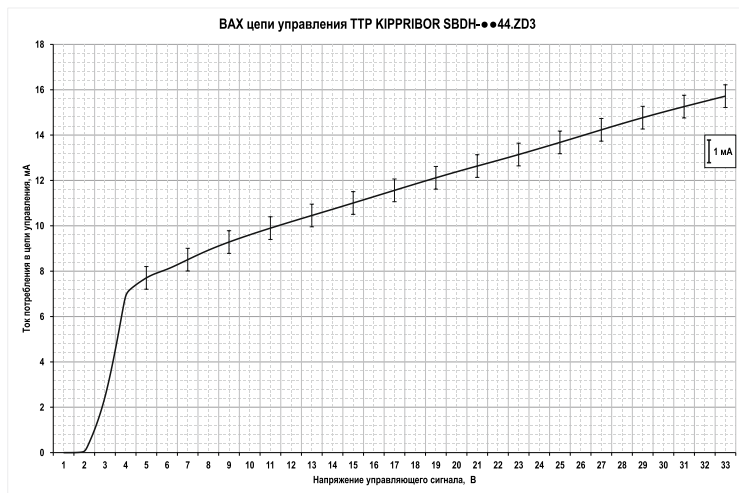


Рисунок 39 – ВАХ входной цепи ТТР серии SBDH-●●44.ZD3

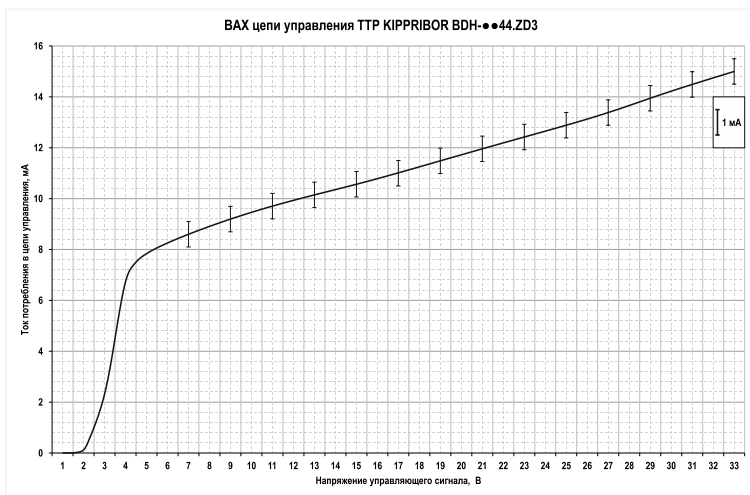


Рисунок 40 – ВАХ входной цепи ТТР серии BDH-●●44.ZD3

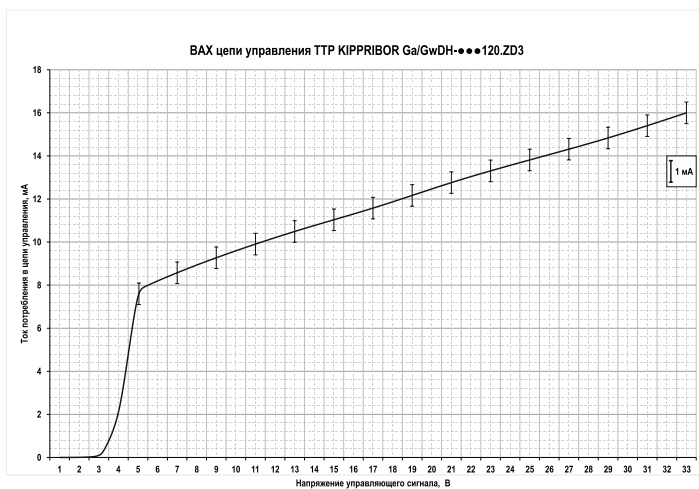


Рисунок 41 – ВАХ входной цепи ТТР серии (Ga)GwDH-●●120.ZD3

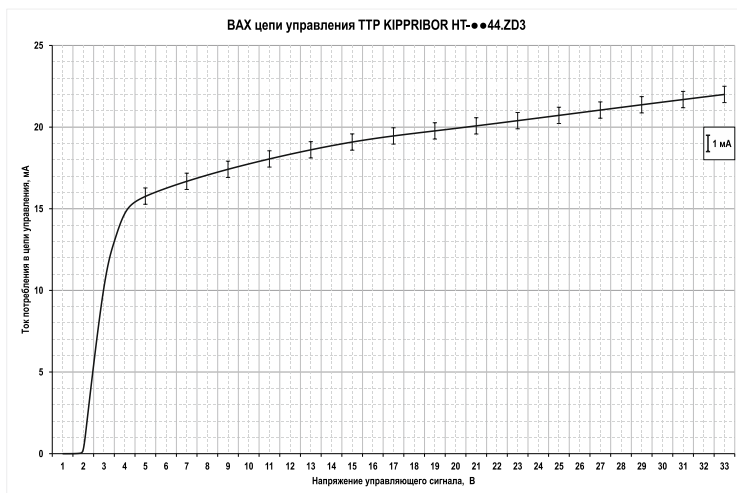


Рисунок 42 – ВАХ входной цепи ТТР серии HT-●●44.ZD3



Ток потребления в цепи управления для всех ТТР с управляющим сигналом 90...250 ВАС (модификации ZA2) не превышает 35 мА+

4.2.2 Внешний переменный резистор

Серия реле HD-●●44.VA управляется переменным резистором и используется в задачах плавного регулирования выходного напряжения. При изменении сопротивления резистора напряжение на выходе ТТР изменяется от 10 В до номинального. Рекомендуется применять резистор с сопротивлением 470 / 560 кОм, мощностью не менее 0,5 Вт, например, СП4-2Ма.

График зависимости выходного напряжения от значения входного сигнала приведен ниже.

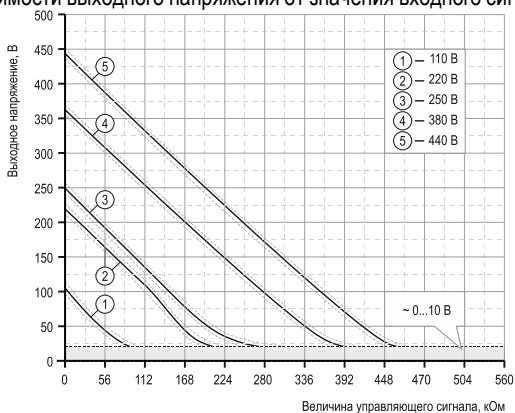


Рисунок 43 – зависимость выходного напряжения от входного сигнала ТТР серии HD-●●44.VA



0...470/560 кОм – это рекомендуемый диапазон входного сигнала. Для нагрузки с напряжением питания 220 VAC достаточно будет резистора сопротивлением 220 кОм, однако рекомендуется использовать переменный резистор 470 кОм 0,5 Вт. Такой запас по сопротивлению необходим для гарантированного снижения напряжения на нагрузке до минимума, если напряжение в сети окажется больше 220 VAC. По этим же соображениям для нагрузки с номинальным напряжением питания 380 VAC рекомендуется использовать переменный резистор сопротивлением 560 кОм 0,5 Вт.



При увеличении управляющего сигнала до максимума на нагрузке может присутствовать напряжение от 0 до 10 VAC.
При обрыве или отсутствии управляющего сигнала на выходе ТТР остается минимальное напряжение от 0 до 10 VAC.



Проявляйте особую осторожность при эксплуатации и обслуживании ТТР HD-●●44.VA. У ТТР этой серии отсутствует гальваническая изоляция между входной и выходной цепью

Зависимость выходного напряжения от управляющего сигнала получена при следующих условиях:

- Диапазон входного сигнала: 0...470 / 560 кОм
- Напряжение нагрузки: 110 / 220 / 250 / 380 / 440 VAC
- Отклонение напряжения на выходе ТТР: ± 5 VAC
- Падение напряжения на силовых клеммах ТТР: ≤ 3 VAC
- Температура окружающего воздуха: 20...25 °C
- Температура основания ТТР: ≤ 40 °C

4.2.3 Унифицированный сигнал напряжения 0...10 VDC

На управляющий вход реле серии HD-●●22.10U подается унифицированный управляющий сигнал напряжения 0...10 В. При его изменении выходное напряжение плавно меняется в диапазоне от 10 В до номинального.

График зависимости выходного напряжения от значения входного сигнала приведен ниже.

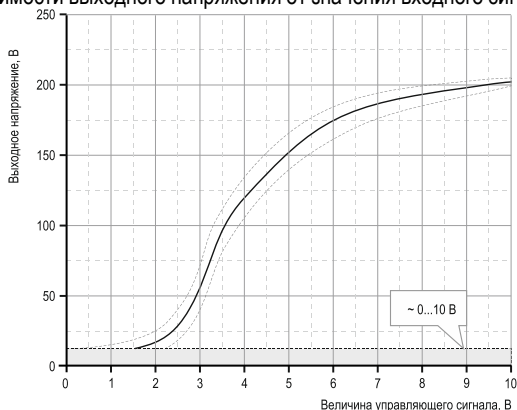


Рисунок 44 – зависимость выходного напряжения от входного сигнала ТТР серии HD-●●22.10U



Питание нагрузки напряжением, отличным от номинального не рекомендуется. Производитель не гарантирует стабильную работу ТТП при таких условиях эксплуатации. При снижении управляющего сигнала до минимума на нагрузке может присутствовать напряжение от 0 до 10 VAC. При обрыве или отсутствии управляющего сигнала на выходе ТТП остается минимальное напряжение от 0 до 10 VAC.



Рабочий диапазон управляющего сигнала составляет 2...10 В. При отсутствии / обрыве управляющего сигнала или при его значении ≤ 2 VDC в цепи нагрузки будет присутствовать минимальный уровень напряжения ≤ 10 VAC.

Зависимость выходного напряжения от управляющего сигнала получена при следующих условиях:

- Диапазон входного сигнала: 0...10 VDC
- Напряжение питания нагрузки: 220 VAC
- Отклонение напряжения на выходе ТТП: ± 15 VAC
- Падение напряжения на силовых клеммах ТТП: ≤ 3 VAC
- Температура окружающего воздуха: 20...25 °C
- Температура основания ТТП: ≤ 40 °C

4.2.4 Унифицированный токовый сигнал 4...20 mA

Унифицированный токовый сигнал 4...20 mA является управляющим для модификаций реле серии HD-●●25.LA. Выходное напряжение реле плавно меняется в интервале от 10 В до номинального в зависимости от величины управляющего сигнала.

График зависимости выходного напряжения от значения входного сигнала приведен ниже.

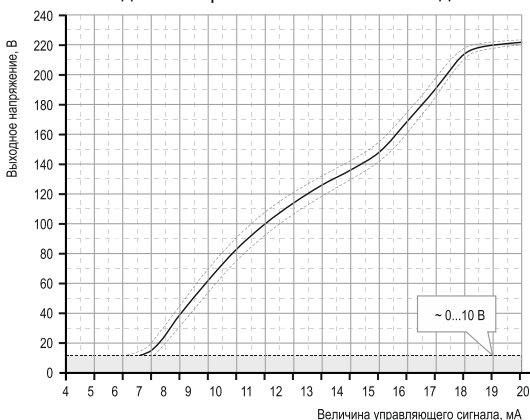


Рисунок 45 – зависимость выходного напряжения от входного сигнала ТТП серии HD-●●25.LA



Питание нагрузки напряжением, отличным от номинального не рекомендуется. Производитель не гарантирует стабильную работу ТТП при таких условиях эксплуатации. При снижении управляющего сигнала до минимума на нагрузке может присутствовать напряжение от 0 до 10 VAC.



При обрыве или отсутствии управляющего сигнала на выходе ТТП остается минимальное напряжение от 0 до 10 VAC.

Зависимость выходного напряжения от управляющего сигнала получена при следующих условиях:

- Диапазон входного сигнала: 4...20 мА
- Напряжение питания нагрузки: 220 VAC
- Отклонение напряжения на выходе ТТП: ± 10 VAC
- Падение напряжения на силовых клеммах ТТП: ≤ 3 VAC
- Температура окружающего воздуха: 20...25 °C
- Температура основания ТТП: ≤ 40 °C

4.3 Типы силовых коммутационных элементов

ТТП KIPPRIBOR в зависимости от модификации строятся на базе ключевых элементов различного типа.

Симисторный выход (TRIAC) применяется в сериях реле MD, HD, HT (кроме реле с индексом ...DD3) с током до 40 А. Такой предел тока объясняется невозможностью эффективного отвода тепла от кристалла при двустороннем протекании тока.

Транзисторный выход (Transistor) применяется в реле серии HD-●●25.DD3.

Тиристорный выход (Thyristor) устанавливается в ТТП серий HD и HT во всех модификациях с током 60 А и выше (кроме серии HD-●●25.LA). Тиристоры раздельно устанавливаются на подложке. Таким образом повышаются характеристики теплоотдачи реле, рассчитанных на номинальные токи от 60 А.

SCR - выход (SCR) – применяется во всех модификациях серий HDH, BDH, SBDH, GaDH, GwDH. SCR - выход позволяет коммутировать нагрузку с токами более 60 А. SCR – общепринятое международное наименование полупроводникового ключа на базе триодного тиристора. Применительно к ТТП KIPPRIBOR, SCR - означает тип исполнения полупроводникового ключа, когда на металлическом основании реле размещается изолирующая керамическая подложка с непосредственно нанесенными на неё монокристаллами полупроводниковой структуры.

SCR - тип выхода, позволяющий значительно понизить тепловое сопротивление подложки реле и повысить эффективность теплоотвода. Поэтому реле данного типа имеют повышенные эксплуатационные характеристики по сравнению с твердотельными реле, выполненными на базе обычных корпусных элементов (тиристоров и симисторов).

Реле данного типа ориентированы на работу в жестких эксплуатационных условиях при наличии быстротечных переходных процессов в сети питания: работа в сети с большим уровнем помех, работа на индуктивную нагрузку, работа в условиях высоких скачков тока нагрузки.

4.4 Способы коммутации напряжения

4.4.1 ТТП мгновенного (случайного) переключения

Реле мгновенного (случайного) переключения применяются для коммутации резистивных (электрические нагревательные элементы, лампы накаливания) и индуктивных (маломощные двигатели, трансформаторы) нагрузок при необходимости мгновенного срабатывания.

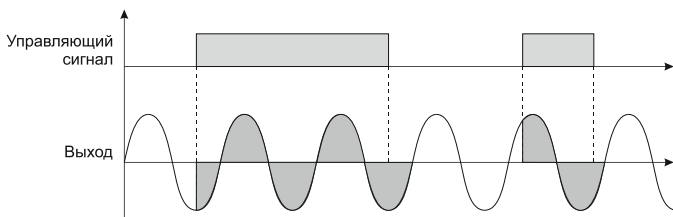


Рисунок 46 – диаграмма срабатывания ТТР мгновенного включения

Напряжение на выходе твердотельного реле данного типа появляется одновременно с подачей управляющего сигнала (время задержки не превышает 1 мс), то есть практически мгновенно (подача питания на нагрузку возможна на любом участке синусоидального напряжения).

Характерные особенности такого способа коммутации – высокая вероятность возникновения импульсных помех и начальных бросков тока при коммутации. После включения такое твердотельное реле функционирует как обычное ТТР с контролем перехода через ноль.



Информация о ТТР мгновенного переключения представлена в данном руководстве справочно. В ассортименте ТТР KIPPRIBOR отсутствуют реле с таким способом коммутации.

4.4.2 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).

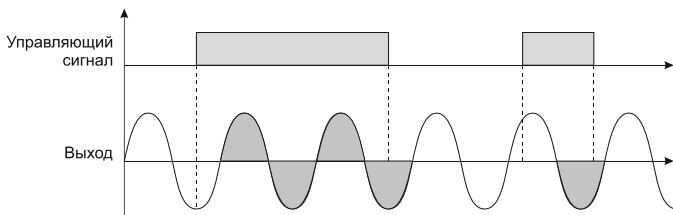


Рисунок 47 – диаграмма срабатывания ТТР с контролем перехода через ноль

4.4.3 ТТР с фазовым управлением

Твердотельные реле с фазовым управлением позволяют изменять величину выходного напряжения на нагрузке и применяются для выполнения регулировки мощности нагревательных элементов, регулировки уровня яркости свечения ламп накаливания и других подобных задач.

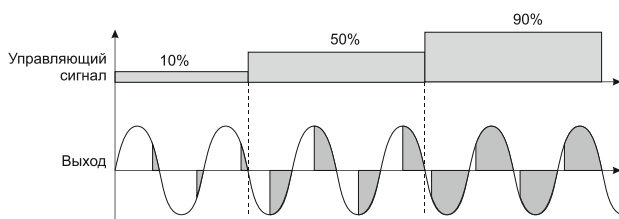


Рисунок 48 – диаграмма срабатывания ТТР с фазовым управлением

4.5 Допустимые схемы коммутации

В линейке ТТР KIPPRIBOR представлены как однофазные, так и трехфазные модификации.

Однофазные модификации используют для управления однофазной нагрузкой. Однако, допускается для коммутации трехфазной нагрузки использовать отдельные однофазные ТТР по одному для каждой фазы. А при потребляемом токе более 90 А это даже рекомендуется. Таким образом, однофазные реле способны управлять как однофазной нагрузкой, так и нагрузкой трехфазной со схемами подключения «звезда», «звезда с нейтралью», «треугольник» (кроме серий HD-●●25.DD3, HD-●●44.VA / 22.10U / 25.LA).

Таблица 49 – схемы коммутации для однофазных реле

Однофазная нагрузка	Трехфазная нагрузка		
	«звезда»	«звезда с нейтралью»	«треугольник»

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 50 – схемы коммутации для трехфазных реле




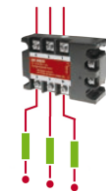
Трехфазная нагрузка			Однофазная нагрузка (три группы)
«звезда»	«звезда с нейтралью»	«треугольник»	
			



Схема соединения «звезда» без нейтрали не рекомендуется к применению совместно с трехфазным ТТР, поскольку она не обеспечивает равномерности распределения нагрузки по фазам как в рабочем, так и в аварийном режиме, а, следовательно, правильный выбор трехфазного ТТР в данном случае затруднен.

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, постоянного либо переменного тока), требуемого типа сигнала управления (дискретный постоянного или переменного тока, либо аналоговый).
2. Выберите модификацию с таким номинальным током, значение которого не ниже тока нагрузки в любом режиме работы нагрузки. Иными словами, 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 таблицам [51] и [52] выберете 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°C не вызывает существенного ухудшения рабочих параметров, а нагрев до 70°C существенно снижает допустимую величину коммутируемого тока. При нагреве основания ТТР до 80°C возникает перегрев коммутационного ключа, нагрузка может отключаться не полностью, а само ТТР перейти в неуправляемый режим работы и выйти из строя. Работа реле при температуре более 60°C ведет к сокращению эксплуатационного ресурса.

Ток реле, обозначенный на заводской табличке указан исходя из условия, что температура основания ТТР не превышает 40°C .

Тип нагрузки оказывает непосредственное влияние на режим работы устройства. Нагрузка по типу может быть резистивной, индуктивной или емкостной. Для резистивной характерны низкие пусковые токи, что позволяет использовать реле с минимальным запасом по току (около 30 %). Но есть исключения. Например, лампы накаливания, которые по сути представляют собой резистивную нагрузку, но из-за большого разброса сопротивления нихромовой спирали при разных температурах имеют пусковые токи, превышающие номинальный ток в 10...12 раз. К резистивной нагрузке относится большинство нагревателей. В иных видах нагрузки, как правило, ярко выражена индуктивная либо емкостная составляющая. Индуктивный характер нагрузке придает наличие сердечников, магнитопроводов. В качестве примера можно привести асинхронные двигатели, электромагниты, дроссели, трансформаторы, соленоиды, электромагниты и т.п. В случае нагрузки индуктивного характера, рекомендуется выбирать твердотельное реле с большим запасом по току (в 2-4 раза), а в случае применения твердотельных реле для управления асинхронным электродвигателем необходим 6...10 - кратный запас по току. Емкостная нагрузка – это конденсаторные батареи, установки компенсации реактивной мощности.

Нагрузка любого характера имеет свои нюансы, влияющие на работу реле. Эти нюансы обязательно необходимо учитывать при выборе модификации. В частности, 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 5...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.

Способность твердотельных реле выдерживать токовые перегрузки характеризуется величиной ударного тока, то есть амплитудой одиночного импульса заданной длительности (обычно 10 мс). Для реле постоянного тока эта величина, как правило, в 2 – 3 раза превосходит значение максимально допустимого постоянного тока, для тиристорных реле это соотношение

около 10. Для токовых перегрузок произвольной длительности можно исходить из эмпирической зависимости: увеличение длительности перегрузки на порядок ведет к уменьшению допустимой амплитуды тока.

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 KIPPRIBOR 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 51 – рекомендуемые радиаторы для ТТР серий MD / HD / HDH

Модель ТТР	Модель радиатора				
	РТР052	РТР060	РТР061.1	РТР062.1	РТР063.1
MD-0544.ZD3	–	1x5	–	–	–
MD-1044.ZD3	–	1x10	–	–	–
MD-1544.ZD3	–	1x15	–	–	–

Таблица 51 – рекомендуемые радиаторы для ТТР серий MD / HD / HDH (продолжение)

Модель ТТР	Модель радиатора				
	РТР052	РТР060	РТР061.1	РТР062.1	РТР063.1
HD-1044.ZD3/ZA2	1x10	1x10	1x10	1x10	1x10
HD-2544.ZD3/ZA2	1x20	1x20	1x25	1x25	1x25
HD-4044.ZD3/ZA2	1x20	1x20	1x30	1x35	1x40
HD-6044.ZA2	1x20	1x20	1x40	1x45	1x55
HD-8044.ZA2	1x20	1x20	1x40	1x50	1x65
HDH-6044.ZD3	1x20	1x20	1x40	1x45	1x50
HDH-8044.ZD3	1x20	1x20	1x40	1x45	1x60
HDH-10044.ZD3	1x20	1x20	1x40	1x50	1x65
HDH-12044.ZD3	1x20	1x20	1x40	1x55	1x70
HD-1025.DD3	1x10	1x10	1x10	1x10	1x10
HD-2525.DD3	1x20	1x20	1x25	1x25	1x25
HD-4025.DD3	1x20	1x20	1x40	1x40	1x40
HD-1044.VA/10U/LA	1x10	1x10	1x10	1x10	1x10
HD-2544.VA/10U/LA	1x20	1x20	1x25	1x25	1x25
HD-4044.VA/10U/LA	1x20	1x20	1x30	1x35	1x40
HD-6025.LA	1x20	1x20	1x40	1x45	1x55
HD-8025.LA	1x20	1x20	1x40	1x50	1x65

Таблица 52 – рекомендуемые радиаторы для ТТР серий SBDH / BDH, GaDH / GwDH, HT

Модель ТТР	Модель радиатора						
	РТР063.1	РТР034	РТР036	РТР037	РТР038	РТР039	РТР040
SBDH-6044.ZD3	1x50	1x60	1x60	1x60	1x60 3x50/60 ¹	1x60 3x55/60 ¹	1x60 3x60
SBDH-8044.ZD3	1x60	1x75	1x80	1x80	1x80 3x55/80 ¹	1x80 3x60/80 ¹	1x80 3x75/80
(S)BDH-10044.ZD3	1x65	1x85	1x100	1x100	1x100 3x60/100 ¹	1x100 3x65/100 ¹	1x100 3x85/100 ¹
(S)BDH-12044.ZD3	1x70	1x90	1x110	1x120	1x120 3x65/105 ¹	1x120 3x70/115 ¹	1x120 3x90/120 ¹
(S)BDH-15044.ZD3	1x75	1x100	1x120	1x145	1x150 3x70/115 ¹	1x150 3x75/125 ¹	1x150 3x100/150 ¹
BDH-20044.ZD3	1x80	1x105	1x130	1x160	1x170/200 3x75/130 ¹ /170 ²	1x180/200 3x80/140 ¹ /180 ²	1x200 3x105/170 ¹ /200 ²
BDH-25044.ZD3	1x85	1x120	1x150	1x185	1x190/250 3x80/140 ¹ /195 ²	1x200/250 3x90/155 ¹ /200 ²	1x250 3x115/195 ¹ /250 ²
(Ga)GwDH-500120	–	–	–	–	1x170/280 ¹ /365 ²	1x180/300 ¹ /380 ²	–
(Ga)GwDH-600120	–	–	–	–	1x175/300 ¹ /390 ²	1x190/320 ¹ /415 ²	–

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

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

Таблица 52 – рекомендуемые радиаторы для ТТР серий SBDH / BDH, GaDH / GwDH, HT (продолжение)

Модель ТТР	Модель радиатора						
	РТР063.1	РТР034	РТР036	РТР037	РТР038	РТР039	РТР040
(Ga)GwDH-800120	–	–	–	–	1x195/340 ¹ /460 ²	1x210/370 ¹ /480 ²	1x270/460 ¹ /600 ²
HT-1044.ZD3/ZA2	–	1x10	1x10	1x10	1x10	1x10	–
HT-2544.ZD3/ZA2	–	1x25	1x25	1x25	1x25	1x25	–
HT-4044.ZD3/ZA2	–	1x30	1x35	1x40	1x40	1x40	–
HT-6044.ZD3/ZA2	–	1x35	1x45	1x50	1x55/60	1x60	–
HT-8044.ZD3/ZA2	–	1x40	1x50	1x60	1x60/80 ¹	1x65/80 ¹	–
HT-10044.ZD3/ZA2	–	1x40	1x50	1x60	1x60/95 ¹	1x65/100 ¹	–
HT-12044.ZD3/ZA2	–	1x40	1x50	1x65	1x65/105 ¹ /120 ²	1x70/115 ¹ /120 ²	–
Модель вентилятора³		VENT-8038			VENT-12038		

4.6.3 Габаритные размеры радиаторов

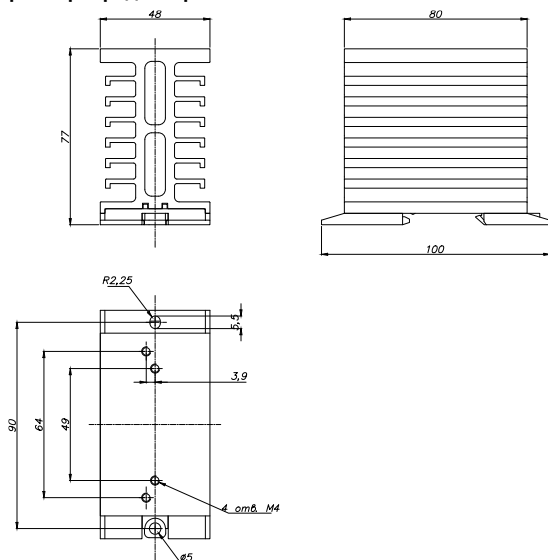


Рисунок 49 – габаритные и установочные размеры радиатора РТР052

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.

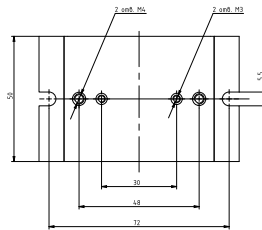
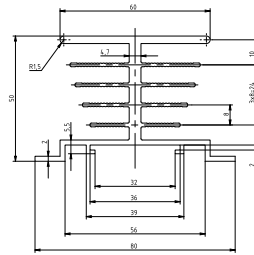


Рисунок 50 – габаритные и установочные размеры радиатора PTP060

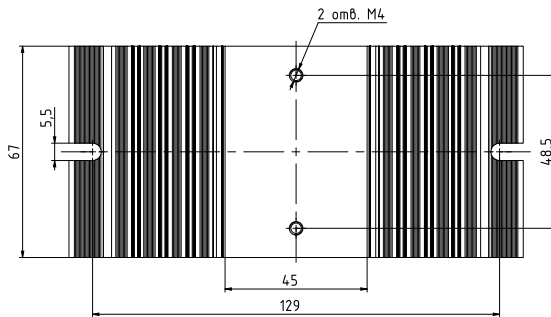
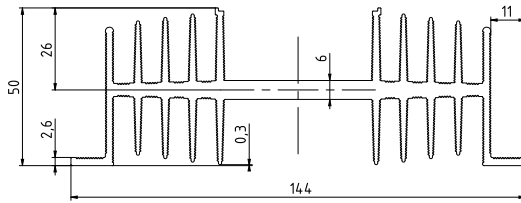


Рисунок 51 – габаритные и установочные размеры радиатора PTP061.1

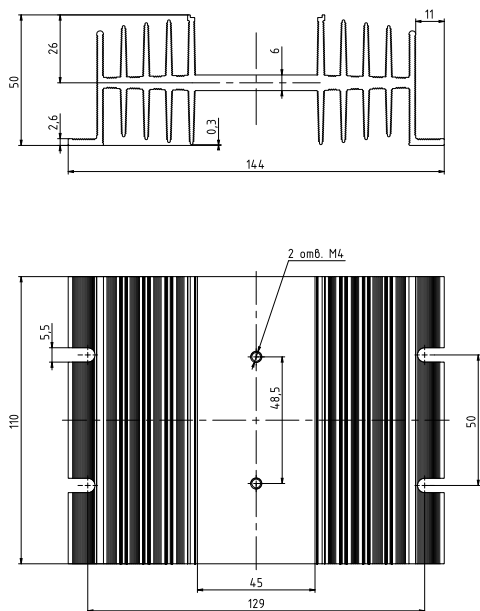


Рисунок 52 – габаритные и установочные размеры радиатора PTP062.1

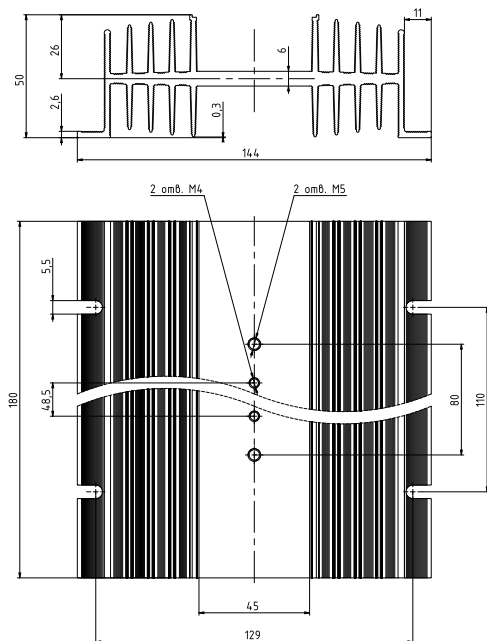


Рисунок 53 – габаритные и установочные размеры радиатора PTP063.1

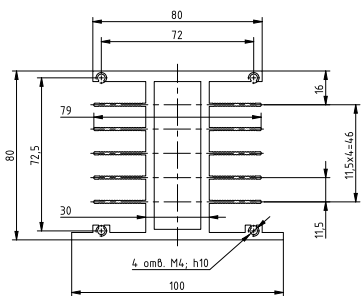


Рисунок 54 – габаритные и установочные размеры радиатора РТР034

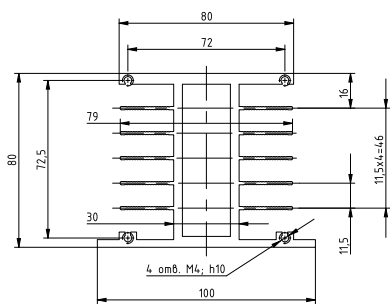
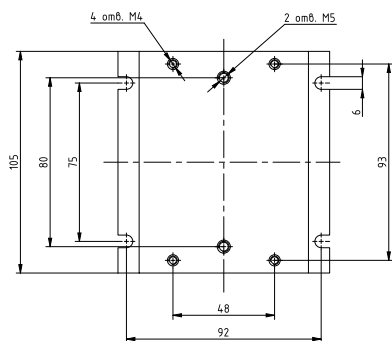
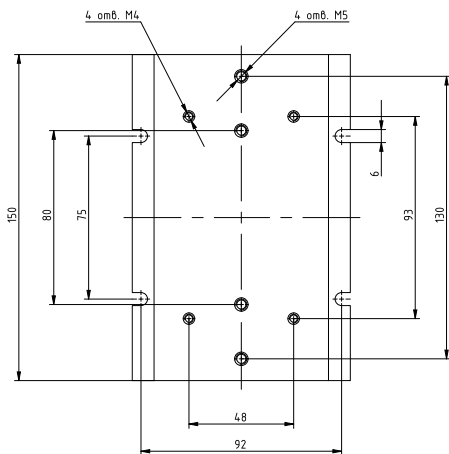


Рисунок 55 – габаритные и установочные размеры радиатора РТР036



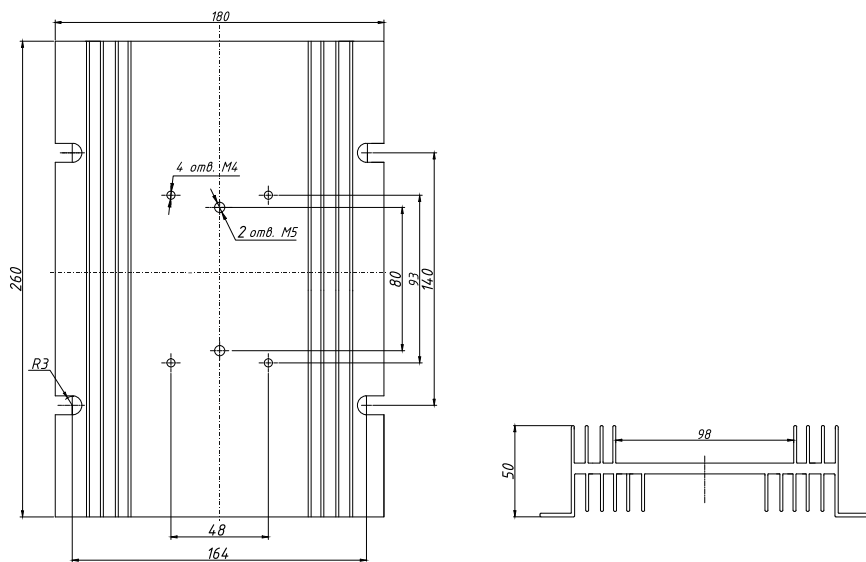


Рисунок 56 – габаритные и установочные размеры радиатора РТР037

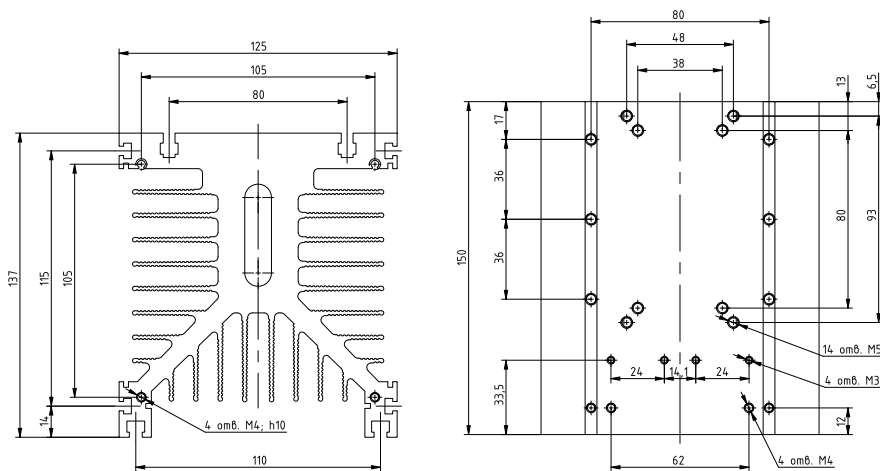


Рисунок 57 – габаритные и установочные размеры радиатора РТР038

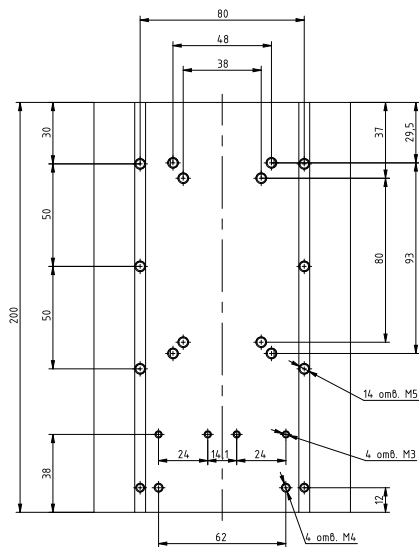
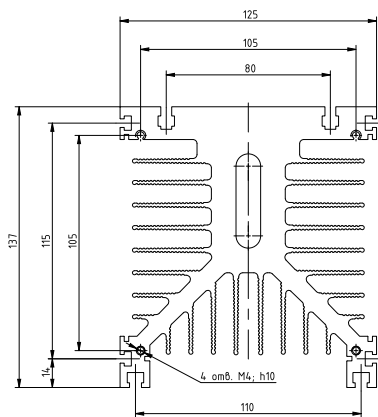


Рисунок 58 – габаритные и установочные размеры радиатора PTP039

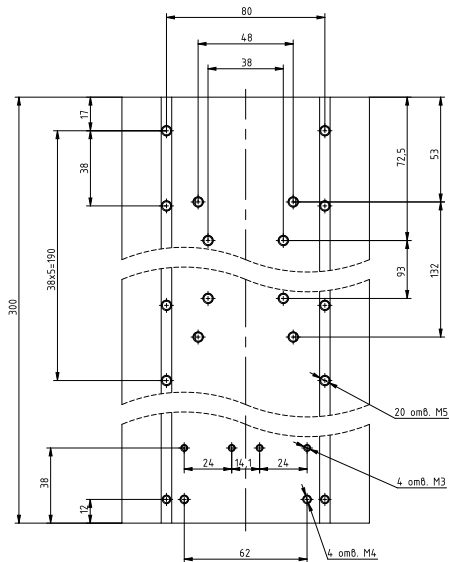
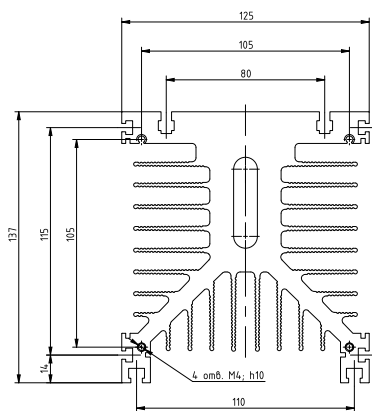


Рисунок 59 – габаритные и установочные размеры радиатора PTP040

4.6.4 Пример подбора однофазного ТТР под конкретную задачу

Требуется подобрать ТТР для простого регулирования мощности ТЭН-а. Управляющий сигнал – унифицированный сигнал напряжения 0...10 В, напряжение питания нагрузки $U = 220$ ВАС, мощность нагрузки $P_n = 3$ кВт, коэффициент мощности нагрузки ($\cos \varphi$) = 1. Температура окружающей среды +25 °С.

Исходя из типа напряжения питания и требуемого типа сигнала управления приемлемым вариантом является серия реле HD-●●22.10U.

Определим требуемый номинальный ток реле.

Из формулы мощности для однофазной цепи

$$P_n = U_n \times I_n \times \cos \varphi$$

Выразим и вычислим ток потребления коммутируемой нагрузки:

$$I_n = P_n / (U \times \cos \varphi) = 3000 / (220 \times 1) = 13,6 \text{ А.}$$

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 %).

$$13,6 \text{ А} \times 1,35 = 18,4 \text{ А.}$$

Ближайшая модификация, подходящая по току - HD-2522.10U с номинальным током 25 А.

Так как коммутируемый ток более 5 А, то необходимо применение радиатора. Выбираем радиатор по таблице [51]. Для рассеивания тепла при коммутации рассчитанного тока с учетом запаса будет достаточно радиатора РТР060.

4.6.5 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».

Исходя из того, что управление нагрузкой осуществляет ПИД-регулятор, нам понадобится ТТР с дискретным управлением. Зачастую у ПИД-регуляторов есть специальный выход для управления твердотельным реле или встроенный блок питания на 24 VDC и релейный выход (нас устроит любой вариант). Исходя из этого выбираем ТТР с управлением 3...32 VDC. По данным параметрам подходит ТТР НТ-●●44.ZD3.

Рассчитаем ток нагрузки. Коэффициент мощности подобной нагрузки ($\cos \varphi$) = 1.

В указанной схеме подключения ток нагрузки равен:

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

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 %).

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

Полученному току нагрузки соответствует модификация НТ-12044.ZD3 на номинальный ток 120 А. Так как коммутируемый ток более 5 А, то необходимо применение радиатора. Выбираем радиатор по таблице [52]. Для рассеивания тепла при коммутации рассчитанного тока с учетом запаса будет достаточно радиатора РТР038 с установленным вентилятором VENT-12038.220VAC.5MSHB.



Более надежным решением этой задачи будет применение 3-х однофазных ТТР SBDH-12044.ZD3 установленных на радиатор РТР039 с вентилятором KIPPRIBOR 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.

ТПР устанавливаются в запираемые шкафы для предотвращения доступа посторонних лиц. 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 ТПР 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 ТПР для обеспечения минимально возможного теплового сопротивления между основанием ТПР 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 ТПР 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 KIPPRIBOR 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. Следовательно, 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 KIPPRIBOR серии РТР, оснатив его при необходимости вентилятором KIPPRIBOR серии VENT.

При подборе радиатора охлаждения учитывайте, что не существует однозначного соответствия между током нагрузки через реле и типом необходимого радиатора, а приведенные в таблицах [51] и [52] 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 ТПР на радиатор – убедиться в отсутствии посторонних частиц.

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

При нанесении теплопроводной пасты на твердотельное реле внимание стоит уделять вопросу соблюдения оптимальной толщины 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 позаботьтесь о том, чтобы ничто не препятствовало естественной циркуляции воздуха через радиатор охлаждения. Следует также принять во внимание, что 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.

Для разных серий твердотельных реле на радиаторах серии РТР имеются разные посадочные отверстия. Типы допустимых к установке на конкретный радиатор реле указаны в Таблицах [51] и [52].

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 (A_2).

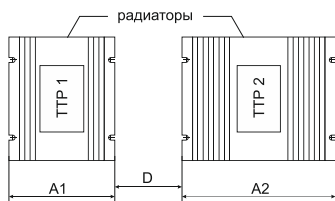


Рисунок 60 – схема размещения ТТР при монтаже в одном ряду

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

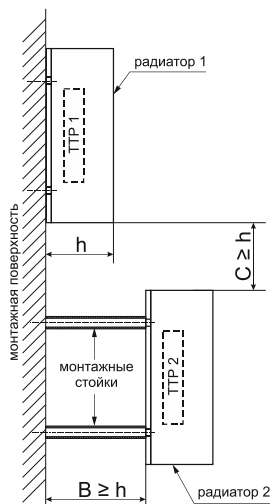


Рисунок 61 – схема размещения ТТР при монтаже друг над другом

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 КИРРИБОР: в закрытых взрывобезопасных помещениях, без паров агрессивных жидкостей и газов, температура окружающего воздуха $-30...+70\text{ }^{\circ}\text{C}$, атмосферное давление $84...106,7\text{ кПа}$, относительная влажность не более 80 % при температуре не выше $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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.

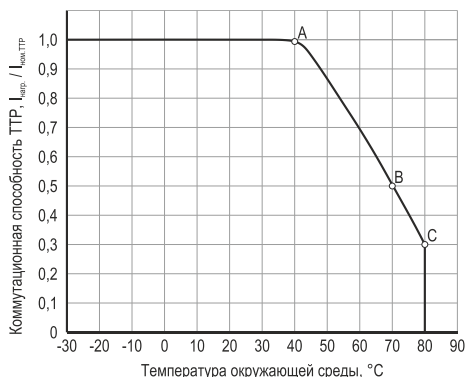


Рисунок 62 – зависимость тока реле от температуры окружающей среды (основания ТТР).

На графике показаны три ключевые точки:

- А – когда температура основания ТТР достигает 40 °С, начинается явный спад нагрузочной способности 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 охладиться, даже при использовании радиатора с принудительным обдувом. В такой ситуации ТТР будет перегреваться и может выйти из строя. В этом случае возможны два варианта решения:

- Предусматривать силовые шкафы с внешним охлаждением при помощи кондиционеров,
- Использовать ТТР с водяным охлаждением серии GwDH.

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:

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

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

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

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. Однако 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.

5.3.3 Выбор защитного диода

При использовании ТТР HD-●●25.DD3 для коммутации индуктивной нагрузки, на его выходе возникает напряжение самоиндукции. Самым недорогим и распространенным методом защиты от него является установка шунтирующего диода параллельно индуктивной нагрузке. В установившемся режиме диод не оказывает никакого влияния на работу схемы. При отключении нагрузки, когда возникает напряжение самоиндукции, обратное по полярности рабочему напряжению, диод открывается и шунтирует индуктивную нагрузку.

Правило выбора и установки диода:

- Рабочий ток и обратное напряжение диода должны быть сравнимы с номинальным напряжением и током нагрузки. Для ТТР HD-●●25.DD3 вполне подойдет кремниевый диод 1N5399 с максимальным обратным напряжением 1000 VDC и максимальным импульсным током до 50 А;
- Выводы диода должны быть как можно короче;
- Выводы диода следует подключать непосредственно к нагрузке;
- При подключении диода к нагрузке не используйте длинные соединительные провода.

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 KIPPRIBOR 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 лицами, не уполномоченными 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 подобных факторов искусственного или естественного происхождения

6.5 Комплект поставки

Таблица 53 – комплект поставки ТТР

Наименование	Количество
Твердотельное реле	1 шт. ¹
Провод с наконечником Faston ² серии 0,110''	2 шт.
Паспорт и гарантийный талон	1 шт.
Руководство по эксплуатации ³	1 шт.

¹ – ТТР HD-●●●● могут поставляться в групповой упаковке по 10 шт.; ТТР серии MD могут поставляться в групповой упаковке по 20 шт.

² – только для ТТР серий SBDH / BDH и GaDH / GwDH.

³ – поставляются в комплекте только по требованию заказчика.