



# АО "ЭЛЕКТРУМ АВ"

## МОДУЛЬ КОММУТАЦИИ И КОНТРОЛЯ ТОКА МККТ1

### ПАСПОРТ



## Содержание

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ .....	2
2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ .....	4
3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ .....	5
4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ .....	7
5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ .....	14
6 СИЛОВЫЕ ВЫХОДЫ .....	18
7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	19
8 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ .....	22
9 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ .....	23
10 ГАРАНТИИ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ .....	23
11 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ.....	23

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

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

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

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

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

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

# 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Модуль контроля коммутируемого тока (далее модуль или МККТ1) предназначен для коммутации постоянного тока нагрузки, защиты нагрузки и коммутирующего транзистора от перегрузки по току (по критерию  $I^2t$ ), по температуре и от индуктивных выбросов в цепи нагрузки. Модуль имеет в своём составе схему управления и силовую схему с гальванической развязкой от цепей управления и питания.

МККТ1 обеспечивает следующие функции и возможности:

- коммутацию тока нагрузки;
- контроль тока нагрузки по критерию  $I^2t$  с защитой от перегрузки по току;
- выдачу сигналов статуса при превышении тока нагрузки допустимой величины;
- защиту коммутирующего транзистора от перегрева;
- выдачу сигнала статуса при перегреве управляемого транзистора;
- защиты управляемого транзистора от перенапряжения коллектор-эмиттер (сток-исток);
- выдачу сигнала статуса по критерию  $I \geq 0,3I_{ном}$ .

## 2 ВЫПУСКАЕМЫЕ МОДУЛИ

МККТ1 выпускается с различными типами силовых сборок (радиаторы на различные токи и напряжения). МККТ1 выпускаются на токи 2, 5, 10, 20, 30, 40 А и напряжения силовых элементов 60, 100, 200, 400, 600 или 1200 В (наличие модификации модуля с соответствующим номиналом тока и напряжения выбирается в соответствии с разделом 4). В обозначении модуля указано максимально допустимое среднее значение долговременно протекающего тока. Максимальное напряжение, обозначенное в названии модуля, указывает максимально-допустимое напряжение коллектор-эмиттер (сток-исток), используемых в модуле силовых транзисторов. При этом максимальное напряжение коммутации для модуля ниже, чем указанное в названии (см. раздел 4).

Модули МККТ1 выпускаются с двумя вариантами управления: модули с прямым и инверсным входами управления и модули с прямым входом управления и входом сброса.

Модули МККТ1 выпускаются на три разных напряжения питания встроенного DC/DC преобразователя – 15, 24, 27 В.

На рис.2.1 приведена расшифровка названия модулей серии МККТ1.

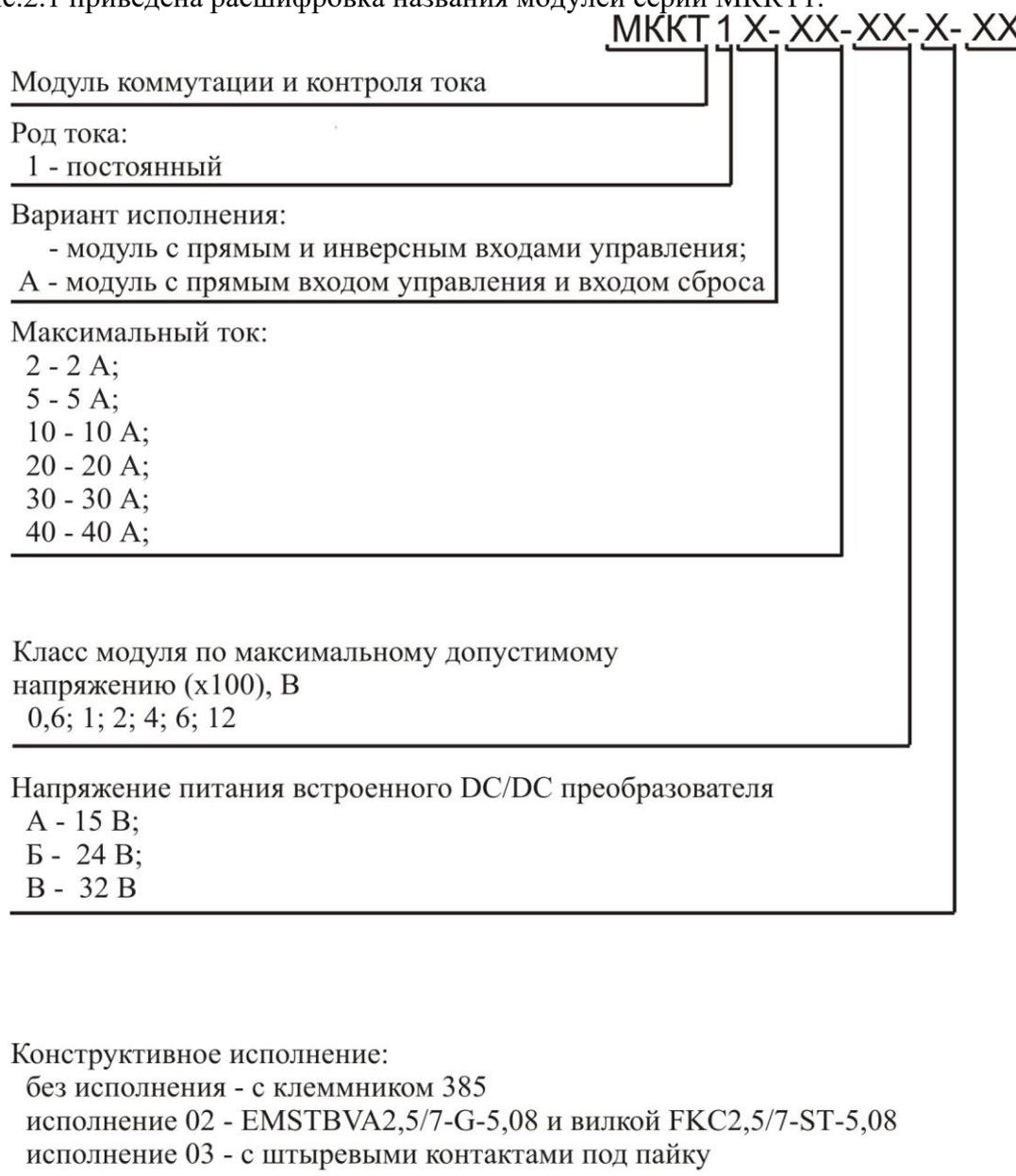


Рисунок 2.1 – Расшифровка названия модуля

Например, модуль МККТ1-2-0,6-А – модуль коммутации и контроля постоянного тока МККТ1 с прямым и инверсным входами управления, с максимальным коммутируемым током 2 А, максимальным напряжением силовых элементов 60 В, напряжением питания 15 В.

### 3 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДУЛЯ

Модуль МККТ1 представляет собой сборку схемы управления с силовой частью модуля, включающую в себя силовые коммутирующие транзисторы (MOSFET — для приборов 0,6, 1, 2, 4 классов, IGBT — для приборов 6 и 12 классов по напряжению), токоизмерительный шунт и терморезистор, размещенными на радиаторе модуля через изолирующую подложку.

Структурные схемы модуля МККТ1 представлены на рисунках 3.1 и 3.2.

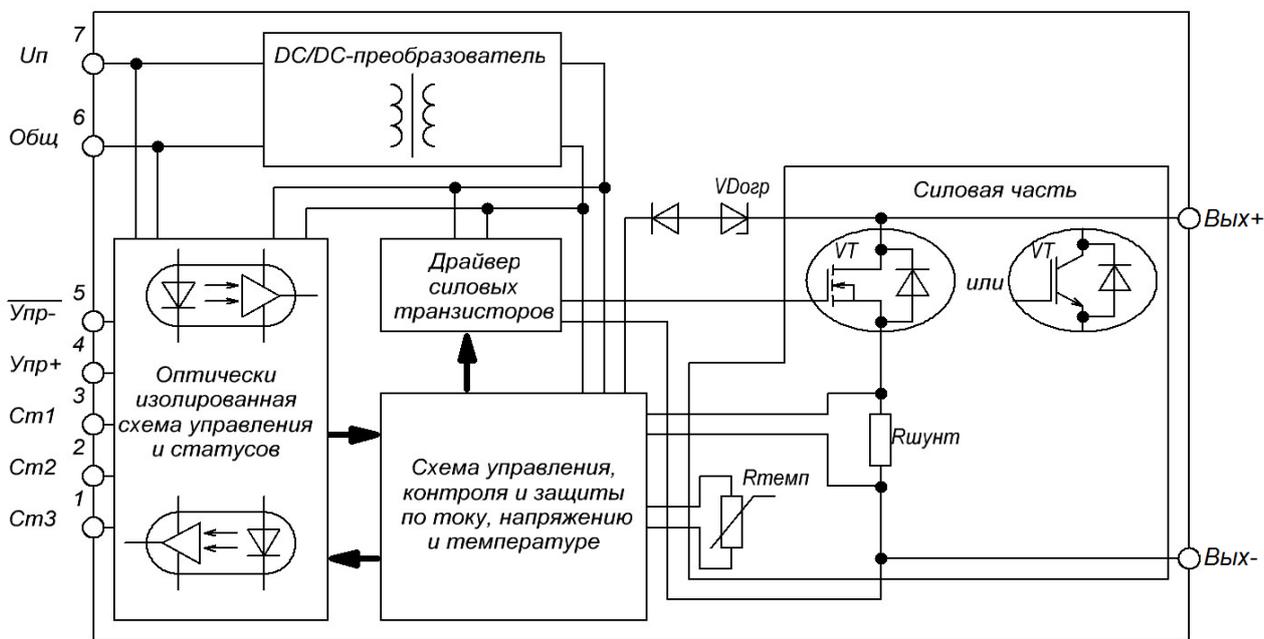


Рисунок 3.1 – Структурная схема МККТ1-XX-XX-X-XX

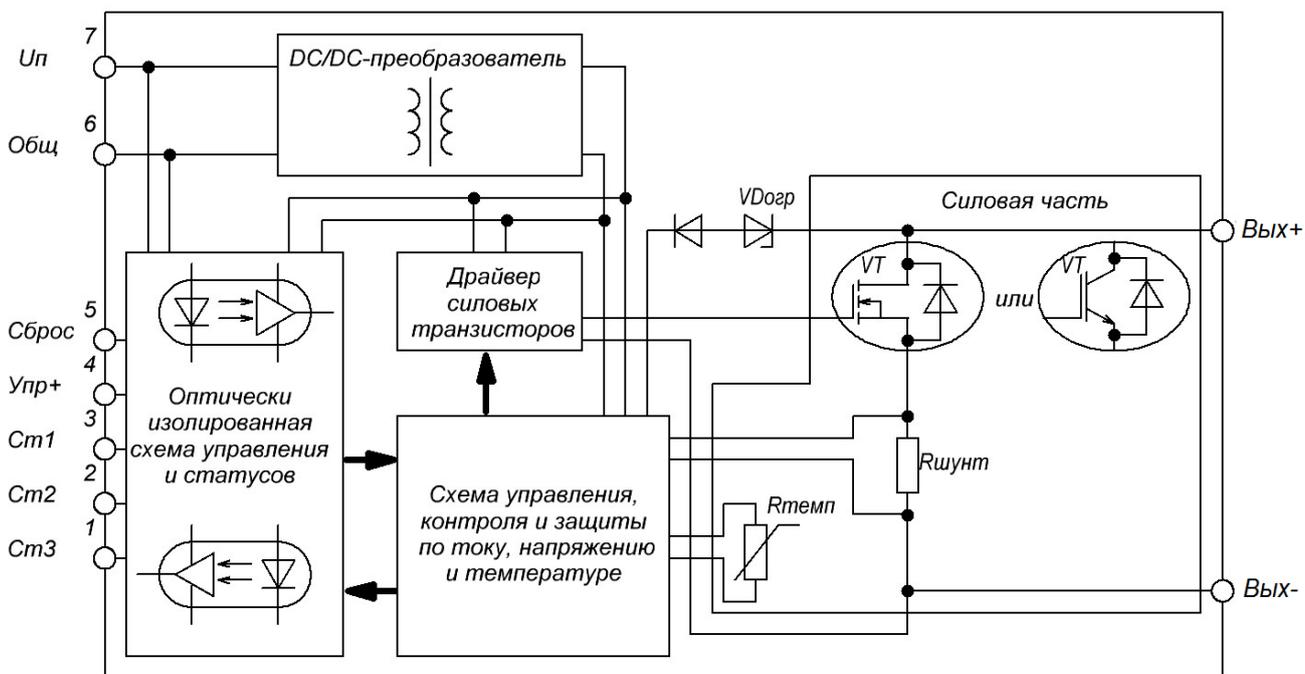


Рисунок 3.2 – Структурная схема МККТ1А-XX-XX-X-XX

Входные контакты питания встроенного DC/DC преобразователя, контакты подключения управляющих сигналов и сброса, контакты подключения статусных сигналов представляют собой нажимную клемму 385 серии, или штыревые контакты под пайку, или гнездо EMSTBVA с ответной частью FKC 2,5/7-ST-5,08; силовые выходные контакты - резьбовые контакты (см. габаритные чертежи). Назначение выводов модуля представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Назначение выводов модуля

Номер контакта	Обозначение	Назначение
7	Уп	Положительный вывод встроенного DC/DC преобразователя
6	Общ	Отрицательный вывод встроенного DC/DC преобразователя. Общий вывод для управляющих сигналов, сигнала сброса и статусных сигналов.
5	$\overline{\text{Упр}}$	Оптически изолированный инверсный вход управления для модулей типа МККТ1-XX-XX-X-XX
	Сброс	Оптически изолированный вход внешнего сброса при аварии по превышению тока или КЗ для модулей типа МККТ1А-XX-XX-X-XX
4	Упр+	Оптически изолированный прямой вход управления.
3	Ст1	Оптически изолированный статусный сигнал (открытый коллектор) по критерию $I \geq 0,3 I_{ном}$ .
2	Ст2	Оптически изолированный статусный сигнал (открытый коллектор) по превышению тока в нагрузке или короткого замыкания в нагрузке.
1	Ст3	Оптически изолированный статусный сигнал (открытый коллектор) по перегреву силовых транзисторов радиатора.
	+Uвых	Силовой вывод коллектора (стока) транзистора для подключения нагрузки.
	-Uвых	Силовой вывод эмиттера (истока) транзистора для подключения нагрузки.

## 4 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Основные электрические параметры и предельно-допустимые электрические параметры модулей МККТ1Х-XX-XX-Х-XX при температуре 25<sup>0</sup>С представлены в таб.4.1 - 4.7.

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

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
<b>Параметры питания</b>					
Напряжение питания, U <sub>П</sub>	В	13,5	15	18	МККТ1Х-XX-XX-А-XX
		22	24	27	МККТ1Х-XX-XX-Б-XX
		24	27	30	МККТ1Х-XX-XX-В-XX
Ток потребления, I <sub>пот</sub>	мА	-	-	150	
<b>Параметры управляющих сигналов</b>					
Входное напряжение «низкого логического уровня», U <sub>ВХ</sub> <sup>0</sup>	В	-0,5	-	3	МККТ1Х-XX-XX-А-XX
		-0,5	-	6,5	МККТ1Х-XX-XX-Б-XX
		-0,5	-	6,5	МККТ1Х-XX-XX-В-XX
Входное напряжение «высокого логического уровня», U <sub>ВХ</sub> <sup>1</sup>	В	10	15	18	МККТ1Х-XX-XX-А-XX
		18	24	27	МККТ1Х-XX-XX-Б-XX
		18	24	27	МККТ1Х-XX-XX-В-XX
Ток по управляющим входам, I <sub>УПР</sub>	мА			1	«Упр+», «Упр-», «Сброс»
<b>Параметры статусных сигналов</b>					
Максимальное напряжение на выходе статусного сигнала, U <sub>СТ.МАКС</sub>	В	-	-	30	Открытый коллектор
Максимальной ток по выходу статусного сигнала, I <sub>СТ.МАКС</sub>	мА	-	-	10	
<b>Параметры функционирования модуля</b>					
Время задержки включения/выключения коммутирующего элемента, t <sub>зд.вкл/выкл</sub>	мкс	-	-	5	
Максимальная частота коммутации модуля, f <sub>макс</sub>	кГц	-	-	30	
Ток включения статуса Ст1, I <sub>вкл Ст1</sub>	А	-	≥0,3•I <sub>ном</sub>	-	
Ток включения статуса Ст2, I <sub>вкл Ст2</sub>	А	-	≥1,1•I <sub>ном</sub>	-	
Время задержки срабатывания защиты модуля по критерию I ≥ 1,5•I <sub>ном</sub> , t <sub>зд.1</sub>	мс	-	-	4	
Время задержки срабатывания защиты модуля по критерию I ≥ 3•I <sub>ном</sub> , t <sub>зд.2</sub>	мс	-	-	1,5	
Время задержки срабатывания защиты модуля по критерию I ≥ 4•I <sub>ном</sub> , t <sub>зд.3</sub>	мкс	-	-	50	
Температура включения температурной защиты, T <sub>т.з.вкл</sub>	°С	90	-	100	
Температура отключения защиты, T <sub>т.з.откл</sub>	°С	60	-	70	
Время задержки включения/выключения статусного сигнала Ст1, t <sub>зд.Ст1</sub>	мкс	-	-	5	I = 0,5•I <sub>ном</sub>
Время задержки включения/выключения статусного сигнала Ст2, t <sub>зд.Ст2</sub>	мкс	-	-	5	I = 3•I <sub>ном</sub>
Время задержки включения/выключения статусного сигнала Ст3, t <sub>зд.Ст3</sub>	мкс	-	-	5	
Электрическая прочность изоляции между выводами и радиатором корпуса, U <sub>из</sub>	В	-	-	1000	МККТ1Х-XX-0,6-Х-XX МККТ1Х-XX-1-Х-XX
		-	-	2000	МККТ1Х-XX-2-Х-XX МККТ1Х-XX-4-Х-XX
		-	-	4000	МККТ1Х-XX-6-Х-XX МККТ1Х-XX-12-Х-XX
Критическая скорость изменения напряжения на выходе, (dU/dt) <sub>кр</sub>	кВ/мкс	-	-	10	

Таблица 4.2 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 0,6-го класса (МККТ1Х-XX-0,6-XX)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, $U_{\text{ПРОБ}}$	В	-	-	60	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, $U_{\text{КОМ макс}}$	В	-	-	24	
Напряжение ограничения активной защиты, $U_{\text{ОГР}}$	В	48	-	58	
Ток утечки коммутирующего элемента, $I_{\text{ВЫХ.УТ}}$	мкА	-	-	100	$U_{\text{ВЫХ}} = 24 \text{ В}$
Номинальный коммутируемый ток, $I_{\text{НОМ}}$	А	-	-	2	МККТ1Х-2-0,6-Х-XX
		-	-	5	МККТ1Х-5-0,6-Х-XX
		-	-	10	МККТ1Х-10-0,6-Х-XX
		-	-	20	МККТ1Х-20-0,6-Х-XX
		-	-	30	МККТ1Х-30-0,6-Х-XX
		-	-	40	МККТ1Х-40-0,6-Х-XX
Максимальный импульсный ток, $I_{\text{ИМП.МАКС}}$ при $t_{\text{ИМП}} = 10 \text{ мс}$	А	-	-	6	МККТ1Х-2-0,6-Х-XX
		-	-	15	МККТ1Х-5-0,6-Х-XX
		-	-	30	МККТ1Х-10-0,6-Х-XX
		-	-	60	МККТ1Х-20-0,6-Х-XX
		-	-	90	МККТ1Х-30-0,6-Х-XX
		-	-	120	МККТ1Х-40-0,6-Х-XX
Выходное остаточное сопротивление в открытом состоянии, $R_{\text{ОСТ}}$	МОм	-	-	30	МККТ1Х-2-0,6-Х-XX
		-	-	30	МККТ1Х-5-0,6-Х-XX
		-	-	30	МККТ1Х-10-0,6-Х-XX
		-	-	20	МККТ1Х-20-0,6-Х-XX
		-	-	20	МККТ1Х-30-0,6-Х-XX
		-	-	10	МККТ1Х-40-0,6-Х-XX
Тепловое сопротивление переход-радиатор, $R_{\text{т(п-р)}}$	°С/Вт	-	-	2	МККТ1Х-2-0,6-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-5-0,6-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-10-0,6-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-20-0,6-Х-XX
		-	-	0,8	МККТ1Х-30-0,6-Х-XX
		-	-	0,7	МККТ1Х-40-0,6-Х-XX
Тепловое сопротивление переход-среда, $R_{\text{т(п-с)}}$	°С/Вт	-	10	12	

Таблица 4.3 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 1-го класса (МККТ1Х-XX-1-XX)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, $U_{\text{ПРОБ}}$	В	-	-	100	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, $U_{\text{КОМ макс}}$	В	-	-	48	
Напряжение ограничения активной защиты, $U_{\text{ОГР}}$	В	78	-	96	
Ток утечки коммутирующего элемента, $I_{\text{ВЫХ.УТ}}$	мкА	-	-	100	$U_{\text{ВЫХ}} = 48 \text{ В}$
Номинальный коммутируемый ток, $I_{\text{НОМ}}$	А	-	-	2	МККТ1Х-2-1-Х-XX
		-	-	5	МККТ1Х-5-1-Х-XX
		-	-	10	МККТ1Х-10-1-Х-XX
		-	-	20	МККТ1Х-20-1-Х-XX
		-	-	30	МККТ1Х-30-1-Х-XX
		-	-	40	МККТ1Х-40-1-Х-XX
Максимальный импульсный ток, $I_{\text{ИМП.МАКС}}$ при $t_{\text{ИМП}} = 10 \text{ мс}$	А	-	-	6	МККТ1Х-2-1-Х-XX
		-	-	15	МККТ1Х-5-1-Х-XX
		-	-	30	МККТ1Х-10-1-Х-XX
		-	-	60	МККТ1Х-20-1-Х-XX
		-	-	90	МККТ1Х-30-1-Х-XX
		-	-	120	МККТ1Х-40-1-Х-XX
Выходное остаточное сопротивление в открытом состоянии, $R_{\text{ОСТ}}$	МОм	-	-	120	МККТ1Х-2-1-Х-XX
		-	-	120	МККТ1Х-5-1-Х-XX
		-	-	60	МККТ1Х-10-1-Х-XX
		-	-	35	МККТ1Х-20-1-Х-XX
		-	-	20	МККТ1Х-30-1-Х-XX
		-	-	15	МККТ1Х-40-1-Х-XX
Тепловое сопротивление переход-радиатор, $R_{\text{T(п-р)}}$	°С/Вт	-	-	2	МККТ1Х-2-1-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-5-1-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-10-1-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-20-1-Х-XX
		-	-	0,8	МККТ1Х-30-1-Х-XX
		-	-	0,7	МККТ1Х-40-1-Х-XX
Тепловое сопротивление переход-среда, $R_{\text{T(п-с)}}$	°С/Вт	-	10	12	

Таблица 4.4 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 2-го класса (МККТ1Х-XX-2-XX)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, $U_{\text{ПРОБ}}$	В	-	-	200	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, $U_{\text{КОМ макс}}$	В	-	-	100	
Напряжение ограничения активной защиты, $U_{\text{ОГР}}$	В	150	-	185	
Ток утечки коммутирующего элемента, $I_{\text{ВЫХ.УТ}}$	мкА	-	-	100	$U_{\text{ВЫХ}} = 100 \text{ В}$
Номинальный коммутируемый ток, $I_{\text{НОМ}}$	А	-	-	2	МККТ1Х-2-2-Х-XX
		-	-	5	МККТ1Х-5-2-Х-XX
		-	-	10	МККТ1Х-10-2-Х-XX
		-	-	20	МККТ1Х-20-2-Х-XX
		-	-	30	МККТ1Х-30-2-Х-XX
		-	-	40	МККТ1Х-40-2-Х-XX
Максимальный импульсный ток, $I_{\text{ИМП.МАКС}}$ при $t_{\text{ИМП}}=10 \text{ мс}$	А	-	-	6	МККТ1Х-2-2-Х-XX
		-	-	15	МККТ1Х-5-2-Х-XX
		-	-	30	МККТ1Х-10-2-Х-XX
		-	-	60	МККТ1Х-20-2-Х-XX
		-	-	90	МККТ1Х-30-2-Х-XX
		-	-	120	МККТ1Х-40-2-Х-XX
Выходное остаточное сопротивление в открытом состоянии, $R_{\text{ОСТ}}$	МОм	-	-	200	МККТ1Х-2-2-Х-XX
		-	-	200	МККТ1Х-5-2-Х-XX
		-	-	100	МККТ1Х-10-2-Х-XX
		-	-	50	МККТ1Х-20-2-Х-XX
		-	-	30	МККТ1Х-30-2-Х-XX
		-	-	20	МККТ1Х-40-2-Х-XX
Тепловое сопротивление переход-радиатор, $R_{\text{T(п-р)}}$	°С/Вт	-	-	2	МККТ1Х-2-2-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-5-2-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-10-2-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-20-2-Х-XX
		-	-	0,8	МККТ1Х-30-2-Х-XX
		-	-	0,7	МККТ1Х-40-2-Х-XX
Тепловое сопротивление переход-среда, $R_{\text{T(п-с)}}$	°С/Вт	-	10	12	

Таблица 4.5 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 4-го класса (МККТ1Х-XX-4-XX)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, $U_{\text{ПРОБ}}$	В	-	-	400	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, $U_{\text{КОМ макс}}$	В	-	-	180	
Напряжение ограничения активной защиты, $U_{\text{ОГР}}$	В	300	-	368	
Ток утечки коммутирующего элемента, $I_{\text{ВЫХ.УТ}}$	мкА	-	-	100	$U_{\text{ВЫХ}} = 180 \text{ В}$
Номинальный коммутируемый ток, $I_{\text{НОМ}}$	А	-	-	2	МККТ1Х-2-4-Х-XX
		-	-	5	МККТ1Х-5-4-Х-XX
		-	-	10	МККТ1Х-10-4-Х-XX
Максимальный импульсный ток, $I_{\text{ИМП.МАКС}}$ при $t_{\text{ИМП}}=10 \text{ мс}$	А	-	-	6	МККТ1Х-2-4-Х-XX
		-	-	15	МККТ1Х-5-4-Х-XX
		-	-	30	МККТ1Х-10-4-Х-XX
Выходное остаточное сопротивление в открытом состоянии, $R_{\text{ОСТ}}$	мОм	-	-	600	МККТ1Х-2-4-Х-XX
		-	-	300	МККТ1Х-5-4-Х-XX
		-	-	220	МККТ1Х-10-4-Х-XX
Тепловое сопротивление переход-радиатор, $R_{\text{т(п-р)}}$	°С/Вт	-	-	2	МККТ1Х-2-4-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-5-4-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-10-4-Х-XX
Тепловое сопротивление переход-среда, $R_{\text{т(п-с)}}$	°С/Вт	-	10	12	

Таблица 4.6 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 6-го класса (МККТ1Х-XX-6-XX)

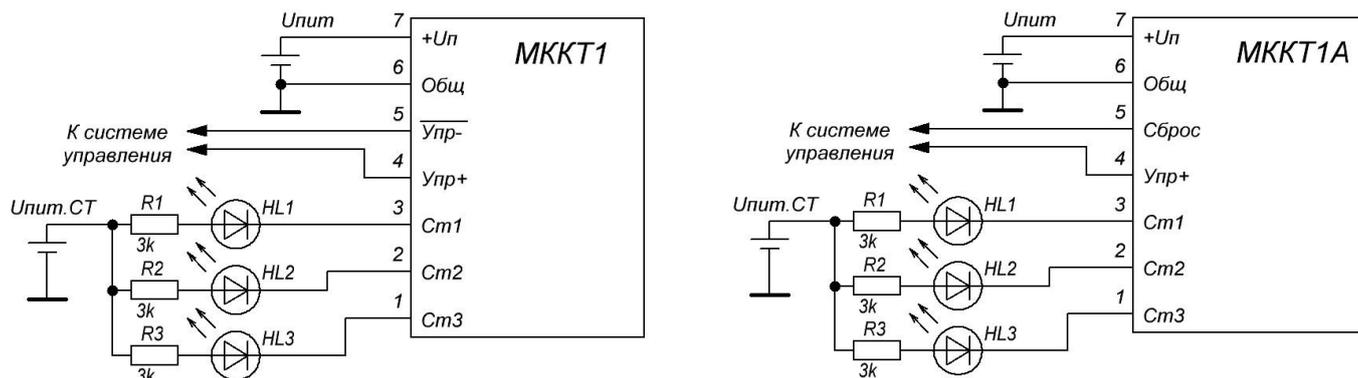
Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, $U_{\text{ПРОБ}}$	В	-	-	600	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, $U_{\text{КОМ макс}}$	В	-	-	280	
Напряжение ограничения активной защиты, $U_{\text{ОГР}}$	В	384	-	474	
Ток утечки коммутирующего элемента, $I_{\text{ВЫХ.УТ}}$	мкА	-	-	100	$U_{\text{ВЫХ}} = 280 \text{ В}$
Номинальный коммутируемый ток, $I_{\text{НОМ}}$	А	-	-	2	МККТ1Х-2-6-Х-XX
		-	-	5	МККТ1Х-5-6-Х-XX
		-	-	10	МККТ1Х-10-6-Х-XX
		-	-	20	МККТ1Х-20-6-Х-XX
		-	-	30	МККТ1Х-30-6-Х-XX
		-	-	40	МККТ1Х-40-6-Х-XX
Максимальный импульсный ток, $I_{\text{ИМП.МАКС}}$ при $t_{\text{ИМП}}=10 \text{ мс}$	А	-	-	6	МККТ1Х-2-6-Х-XX
		-	-	15	МККТ1Х-5-6-Х-XX
		-	-	30	МККТ1Х-10-6-Х-XX
		-	-	60	МККТ1Х-20-6-Х-XX
		-	-	90	МККТ1Х-30-6-Х-XX
		-	-	120	МККТ1Х-40-6-Х-XX
Выходное остаточное напряжение, $U_{\text{ОСТ}}$	В	-	2,5	3,5	
Тепловое сопротивление переход-радиатор, $R_{\text{T(п-р)}}$	°С/Вт	-	-	2	МККТ1Х-2-6-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-5-6-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-10-6-Х-XX
		-	-	1	МККТ1Х-20-6-Х-XX
		-	-	0,8	МККТ1Х-30-6-Х-XX
		-	-	0,7	МККТ1Х-40-6-Х-XX
Тепловое сопротивление переход-среда, $R_{\text{T(п-с)}}$	°С/Вт	-	10	12	

Таблица 4.7 – Основные и предельно-допустимые электрические параметры силовых цепей для модулей 12-го класса (МККТ1Х-ХХ-12-ХХ)

Наименование	Ед.изм.	Норма			Примечание
		не менее	тип.	не более	
Напряжение пробоя коммутирующего элемента, $U_{\text{ПРОБ}}$	В	-	-	1200	
Максимальное коммутируемое постоянное напряжение, $U_{\text{КОМ макс}}$	В	-	-	540	
Напряжение ограничения активной защиты, $U_{\text{ОГР}}$	В	764	-	840	
Ток утечки коммутирующего элемента, $I_{\text{ВЫХ.УТ}}$	мкА	-	-	100	$U_{\text{ВЫХ}} = 540 \text{ В}$
Номинальный коммутируемый ток, $I_{\text{НОМ}}$	А	-	-	2	МККТ1Х-2-12-Х-ХХ
		-	-	5	МККТ1Х-5-12-Х-ХХ
		-	-	10	МККТ1Х-10-12-Х-ХХ
		-	-	20	МККТ1Х-20-12-Х-ХХ
		-	-	30	МККТ1Х-30-12-Х-ХХ
		-	-	40	МККТ1Х-40-12-Х-ХХ
Максимальный импульсный ток, $I_{\text{ИМП.МАКС}}$ при $t_{\text{ИМП}}=10 \text{ мс}$	А	-	-	6	МККТ1Х-2-12-Х-ХХ
		-	-	15	МККТ1Х-5-12-Х-ХХ
		-	-	30	МККТ1Х-10-12-Х-ХХ
		-	-	60	МККТ1Х-20-12-Х-ХХ
		-	-	90	МККТ1Х-30-12-Х-ХХ
		-	-	120	МККТ1Х-40-12-Х-ХХ
Выходное остаточное напряжение, $U_{\text{ОСТ}}$	В	-	3	3,5	
Тепловое сопротивление переход-радиатор, $R_{\text{т(п-р)}}$	°С/Вт	-	-	2	МККТ1Х-2-12-Х-ХХ
		-	-	1	МККТ1Х-5-12-Х-ХХ
		-	-	1	МККТ1Х-10-12-Х-ХХ
		-	-	1	МККТ1Х-20-12-Х-ХХ
		-	-	0,8	МККТ1Х-30-12-Х-ХХ
		-	-	0,7	МККТ1Х-40-12-Х-ХХ
Тепловое сопротивление переход-среда, $R_{\text{т(п-с)}}$	°С/Вт	-	10	12	

## 5 УПРАВЛЕНИЕ МОДУЛЕМ

Рекомендуются следующие схемы включения модулей (см. рис. 5.1).



а) модули МККТ1-XX-XX-X-XX

б) модули МККТ1А-XX-XX-X-XX

Рисунок 5.1 — Схема подключения цепей управления

Статусные сигналы модуля МККТ можно использовать как для формирования сигнализации при помощи светодиодов, так и для формирования статусных сигналов для их последующей обработки схемой управления модуля для реализации алгоритма управления.

### Функционирование модулей типа МККТ1-XX-XX-X-XX

Диаграмма функционирования модуля типа МККТ1-XX-XX-X-XX приведена на рисунке 5.2. При подаче на вход «Упр+» состояния логической единицы, на вход «Упр-» состояния логического нуля, согласно таблице состояний модуля (см. таблицу 5.1), происходит разрешение коммутации модулем силового напряжения и в цепи нагрузки начинает протекать ток. При превышении значения тока, протекающего в модуле, выше величины  $0,3I_{ном}$  происходит включение оптически изолированного статусного сигнала Ст1.

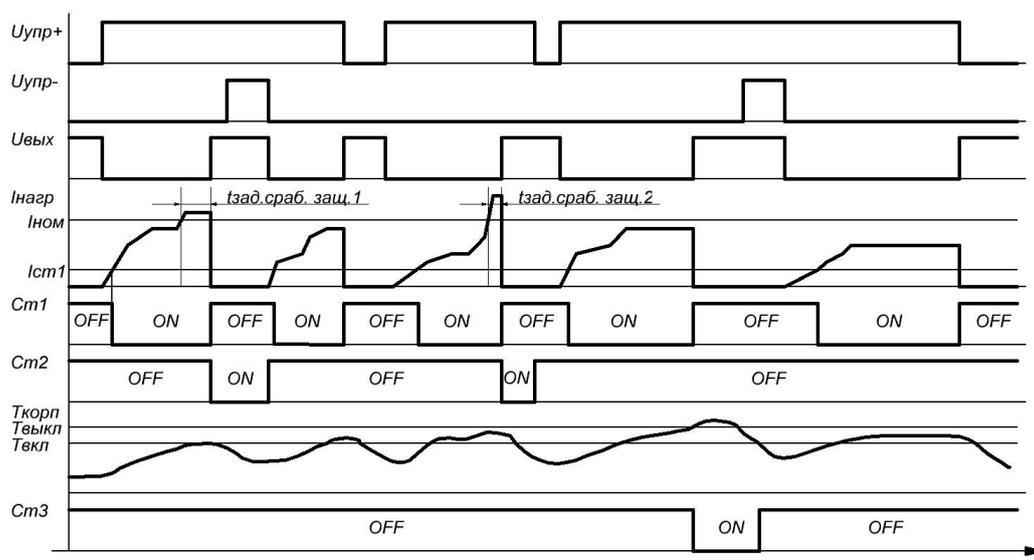


Рисунок 5.2 — Диаграмма функционирования МККТ1

При превышении значения тока выше величины  $1,1I_{ном}$  происходит срабатывание защиты модуля по перегрузке или КЗ с задержкой срабатывания защиты  $t_{зад.сраб.защ.}$ , значение которой зависит от величины перегрузки модуля в соответствии с перегрузочной характеристикой модуля приведенной на рисунке 5.4. По истечению времени  $t_{зад.сраб.защ.}$  происходит выключение силовых транзисторов модуля, включается оптически изолированный статусный сигнал Ст2.

Таблица 5.1 — Таблица состояний МККТ1-XX-XX-X-XX

«Упр+»	«Упр-»	«Ст1»	«Ст2»	«Ст3»	Состояние модуля
«0»	«0»	«1»	«1»	«1»	«Выключено»
«0»	«1»	«1»	«1»	«1»	«Выключено»
«1»	«1»	«1»	«1»	«1»	«Выключено»
«1»	«0»	«1»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке менее $0,3 I_{ном}$
«1»	«0»	«0»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке более $0,3 I_{ном}$
«1»	«0»	«1»	«0»	«1»	«Выключено», перегрузка или КЗ в нагрузке
«1»	«0»→«1»→«0»	«1»	«0»	«1»	«Внутренний сброс», перезапуск после аварии по току
«1»→«0»→«1»	«0»	«1»	«0»	«1»	«Внутренний сброс», перезапуск после аварии по току
«1»	«0»	«1»	«1»	«0»	«Выключено», перегрев силового элемента
«1»	«0»→«1»→«0»	«1»	«1»	«0»	«Выключено», перегрев силового элемента
«1»→«0»→«1»	«0»	«1»	«1»	«0»	«Выключено», перегрев силового элемента

Для снятия режима аварии по КЗ или перегрузке и перезапуска модуля необходимо пересбросить сигнал «Упр+» или «Упр-», если причина превышения тока или короткое замыкание в нагрузке не были устранены, то произойдет повторное срабатывание защиты по току и так до тех пор пока причины срабатывания защиты модуля по току не будут устранены.

При повышении температуры радиатора модуля выше температуры срабатывания защиты модуля по перегреву  $T_{выкл}$  равной  $90...100^{\circ}C$ , произойдет отключение силовых транзисторов модуля и включится оптически изолированный статусный сигнал Ст3. Разрешение коммутации модулем тока произойдет при снижении температуры радиатора модуля ниже значения температуры снятия блокировки защиты модуля по перегреву  $T_{вкл}$  равной  $60...70^{\circ}C$ . Пересброс сигнала управления «Упр+» или «Упр-», прежде чем температура радиатора модуля снизится ниже значения  $T_{вкл}$ , не приведет к снятию блокировки модуля по перегреву.

#### Функционирование модулей типа МККТ1А-XX-XX-X-XX

Диаграмма функционирования модуля типа МККТ1А-XX-XX-X-XX приведена на рисунке 5.3. При подаче на вход «Упр+» состояния логической единицы согласно таблице состояний модуля (см. таблицу 5.2), происходит разрешение коммутации модулем силового напряжения и в цепи нагрузки начинает протекать ток. При превышении значения тока, протекающего в модуле, выше величины  $0,3I_{ном}$  происходит включение оптически изолированного статусного сигнала Ст1.

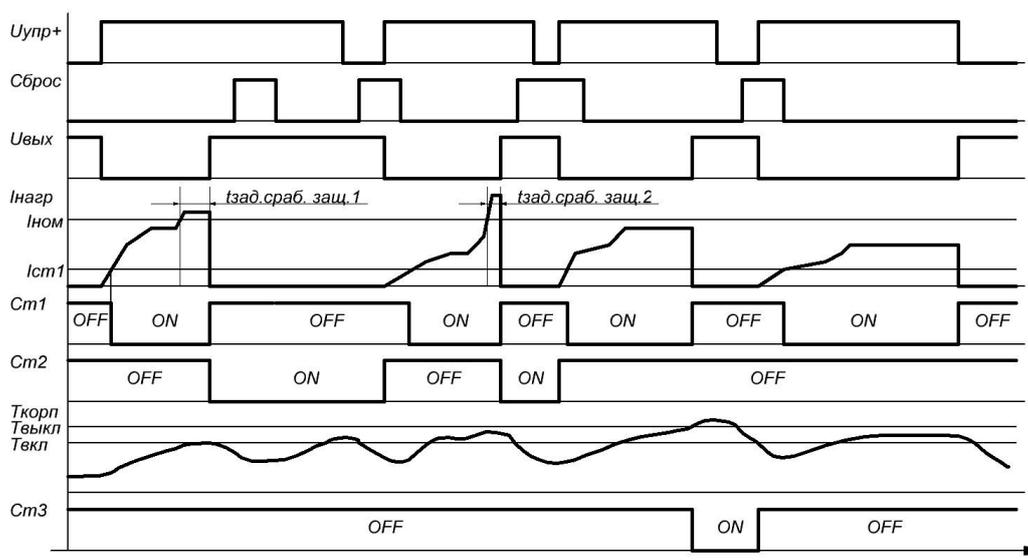


Рисунок 5.3 — Диаграмма функционирования МККТ1А

При превышении значения тока выше величины  $1,1I_{ном}$  происходит срабатывание защиты модуля по перегрузке или КЗ с задержкой срабатывания защиты  $t_{зад.сраб.заш.}$ , значение которой зависит от величины перегрузки модуля в соответствии с перегрузочной характеристикой модуля приведенной на рисунке 5.4. По истечению времени  $t_{зад.сраб.заш.}$  происходит выключение силовых транзисторов модуля, включается оптически изолированный статусный сигнал Ст2.

Таблица 5.2 — Таблица состояний МККТ1А-XX-XX-X-XX

«Упр+»	«Сброс»	«Ст1»	«Ст2»	«Ст3»	Состояние модуля
«0»	«0»	«1»	«1»	«1»	«Выключено»
«0»	«1»	«1»	«1»	«1»	«Выключено»
«1»	«0»	«1»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке менее $0,3 I_{ном}$
«1»	«0»	«0»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке более $0,3 I_{ном}$
«1»	«0»	«1»	«0»	«1»	«Выключено», перегрузка или КЗ в нагрузке
«1»→«0»→«1»	«0»	«1»	«0»	«1»	«Выключено», перегрузка или КЗ в нагрузке
«1»	«0»	«1»	«1»	«0»	«Выключено», перегрев силового элемента
«1»	«1»	«1»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке менее $0,3 I_{ном}$
«1»	«1»	«0»	«1»	«1»	«Включено», ток в нагрузке более $0,3 I_{ном}$
«1»	«1»	«1»	«0»	«1»	«Выключено», перегрузка или КЗ в нагрузке
«1»→«0»→«1»	«1»	«1»	«0»	«1»	«Внешний сброс», перезапуск после аварии по току
«1»	«1»	«1»	«1»	«0»	«Выключено», перегрев силового элемента
«1»→«0»→«1»	«1»	«1»	«1»	«0»	«Выключено», перегрев силового элемента

Для снятия режима аварии по перегрузке или КЗ в нагрузке необходимо на входе «Сброс» установить состояние логической единицы, а по входу «Упр+» произвести перезапуск модуля. Если причина превышения тока или короткое замыкание в нагрузке не были устранены, то произойдет повторное срабатывание защиты по току и так до тех пор пока причины срабатывания защиты модуля по току не будут устранены.

При повышении температуры радиатора модуля выше температуры срабатывания защиты модуля по перегреву  $T_{вкл}$  равной  $90...100^{\circ}\text{C}$ , произойдет отключение силовых транзисторов модуля и включится оптически изолированный статусный сигнал Ст3. Разрешение коммутации модулем тока произойдет при снижении температуры радиатора модуля ниже значения температуры снятия блокировки защиты модуля по перегреву  $T_{вкл}$  равной  $60...70^{\circ}\text{C}$ . Установление на входе «Сброс» состояния логической единицы с последующим перезапуском модуля по входу «Упр+», прежде чем температура радиатора модуля снизится ниже значения  $T_{вкл}$ , не приведет к снятию блокировки модуля по перегреву.

Перегрузочная характеристика модулей типа МККТ1 приведена на рисунке 5.4. Функционирование защиты модуля происходит строго в соответствии с перегрузочной характеристикой: при нахождении состояния модуля в области «Всегда замкнуто» срабатывания защиты модуля не произойдет, при нахождении состояния модуля в области «Всегда разомкнуто» будет происходить срабатывание защиты модуля по перегрузке или КЗ.

Для пояснения функционирования защиты модуля по току приведены диаграммы срабатывания защиты на рисунке 5.5. На каждом из этих рисунков совмещено несколько диаграмм срабатывания защиты модуля в зависимости от уровня перегрузки по току.

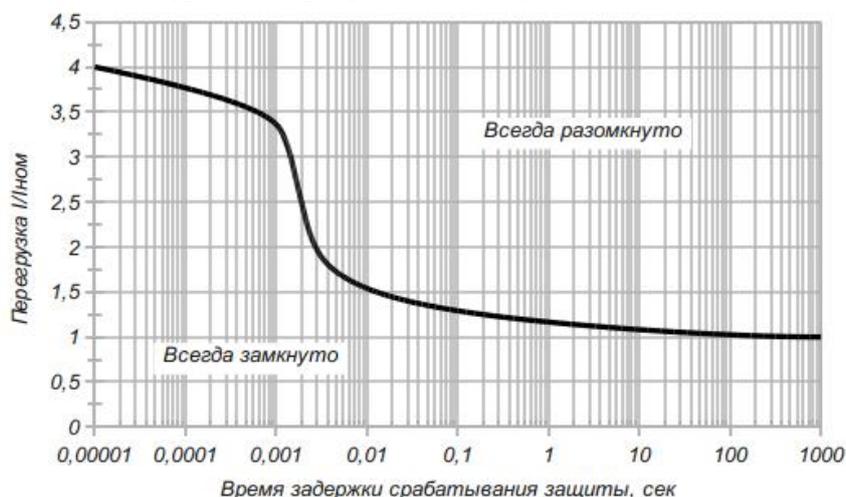


Рисунок 5.4 — Перегрузочная характеристика МККТ1X-XX-XX-X-XX

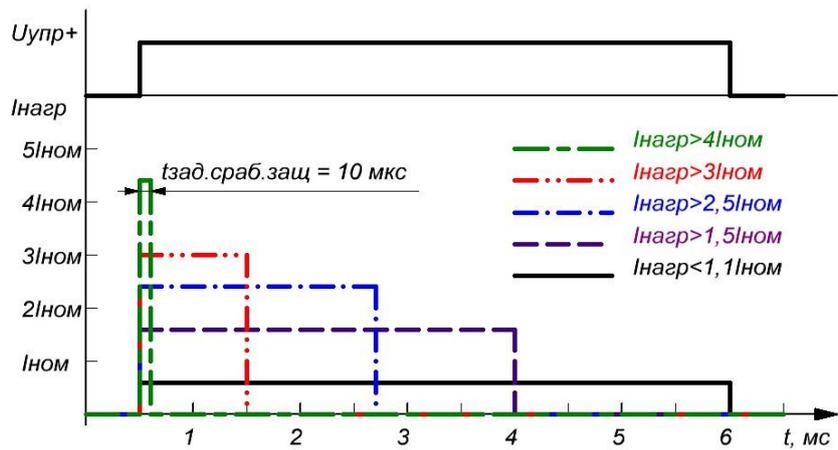


Рисунок 5.5 — Диаграмма срабатывания токовой защиты.

## 6 СИЛОВЫЕ ВЫХОДЫ

Рекомендуются следующие схемы подключения силовых цепей модуля (рис.6.1).

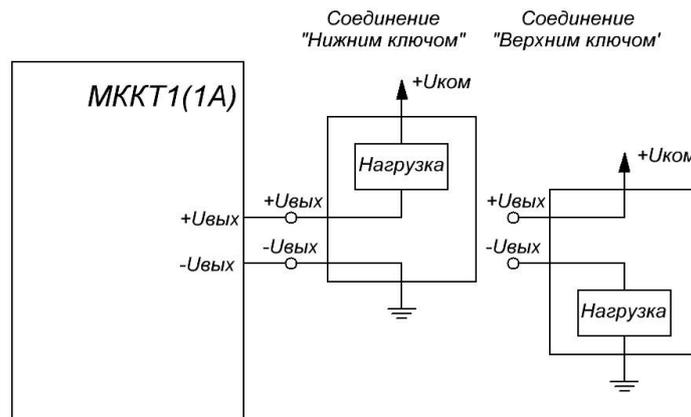


Рисунок 6.1 — Подключение силовых цепей модуля

Силовая часть модуля типа МККТ1 спроектирована таким образом, чтобы выдерживать все перегрузки в допустимом диапазоне перегрузочной характеристики, приведенной на рисунке 5.4, без выхода из строя силовых транзисторов предотвращая таким образом перегрев и выход из строя самого модуля и соединительных проводов, а также не допуская протекания в нагрузке долговременного тока, способного повредить нагрузку или ее составные части.

В модуле типа МККТ1 предусмотрено наличие активной защиты ограничения напряжения, которая реализована при помощи механизма шунтирования нагрузки при помощи силового ключа модуля. Диаграмма функционирования активной защиты ограничения напряжения приведена на рисунке 6.2. Перенапряжение на ключе как правило возникает при его выключении, так как нагрузка на которую работает модуль имеет индуктивную составляющую. При достижении напряжения на стоке (коллекторе) силового ключа относительно истока (эмиттера) значения  $U_{огр}$ , происходит открывание силового транзистора модуля типа МККТ1 предотвращающее повышение напряжения на стоке силового транзистора до значения  $U_{проб}$ , превышение которого может привести к пробоем силовой части модуля.

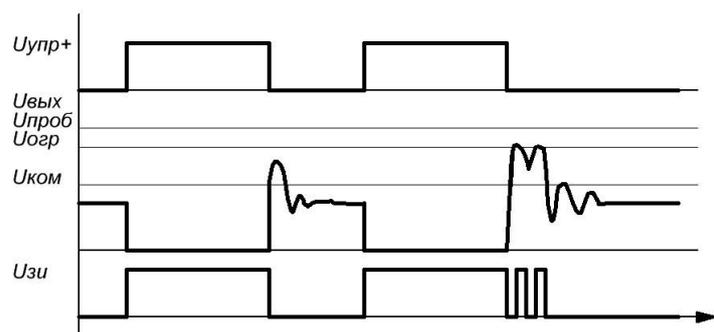


Рисунок 6.2 — Функционирование активной защиты ограничения напряжения

## 7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

### Подсоединение к модулю

Присоединение электрических проводников и кабелей к резьбовым силовым контактам модулей осуществляется с помощью гаек М4, с крутящим моментом  $(1,2 \pm 0,15)$  Н·м. Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений.

Рекомендуется повторно подтянуть гайки через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. После затягивания гаек рекомендуется закрепить соединение краской. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

Монтаж входных управляющих контактов, контактов статусов ошибки и подключения питания встроенного DC/DC преобразователя осуществляется при помощи нажимных клеммников 385 серии, штыревых контактов или вилки FKC 2,5/7-ST-5,08.

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

### Установка модуля

Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п.) в любой ориентации с помощью винтов М3 с крутящим моментом  $(1,2 \pm 0,2)$  Н·м, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб. В установках модуль следует располагать таким образом, чтобы предохранить его от дополнительного нагрева со стороны соседних элементов. Плоскости ребер охладителя желательно ориентировать в направлении воздушного потока.

Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость не более 10 мкм и допуск плоскостности – не более 30 мкм. На поверхности охладителя не должно быть заусенцев, раковин. Между модулем и охладителем не должно быть никаких посторонних частиц. Для улучшения теплового баланса установку модуля на монтажную поверхность или охладитель необходимо осуществлять с помощью теплопроводящих паст типа КПТ-8 ГОСТ 19783-74 или аналогичных по своим теплопроводящим свойствам.

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

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

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

Ниже приведена таблица 7.2 соответствия модулей типа МККТ1, потерь мощности на нём и необходимого типа охладителя без дополнительного обдува.

Таблица 7.2 – Необходимые габариты охладителя для МККТ1 различных типов. Токр = 25°C

Наименование модуля	Мощность потерь на максимальной нагрузке, не более, Вт	Тип охладителя
МККТ1Х-2-0,6-Х-ХХ	0,12	-
МККТ1Х-5-0,6-Х-ХХ	0,75	-
МККТ1Х-10-0,6-Х-ХХ	3	-
МККТ1Х-20-0,6-Х-ХХ	8	Охл271-50
МККТ1Х-30-0,6-Х-ХХ	18	Охл271-50
МККТ1Х-40-0,6-Х-ХХ	16	Охл271-50
МККТ1Х-2-1-Х-ХХ	0,48	-
МККТ1Х-5-1-Х-ХХ	3	-
МККТ1Х-10-1-Х-ХХ	6	-

Окончание таблицы 7.2

Наименование модуля	Мощность потерь на максимальной нагрузке, не более, Вт	Тип охладителя
МККТ1Х-20-1-Х-ХХ	14	Охл271-50
МККТ1Х-30-1-Х-ХХ	18	Охл271-50
МККТ1Х-40-1-Х-ХХ	24	Охл271-50
МККТ1Х-2-2-Х-ХХ	0,8	-
МККТ1Х-5-2-Х-ХХ	5	-
МККТ1Х-10-2-Х-ХХ	10	Охл271-50
МККТ1Х-20-2-Х-ХХ	-20	Охл271-50
МККТ1Х-30-2-Х-ХХ	27	Охл271-50
МККТ1Х-40-2-Х-ХХ	32	Охл271-50
МККТ1Х-2-4-Х-ХХ	2,4	-
МККТ1Х-5-4-Х-ХХ	7,5	Охл271-50
МККТ1Х-10-4-Х-ХХ	22	Охл271-50
МККТ1Х-2-6-Х-ХХ	7	Охл271-50
МККТ1Х-5-6-Х-ХХ	17,5	Охл271-50
МККТ1Х-10-6-Х-ХХ	35	Охл271-50
МККТ1Х-20-6-Х-ХХ	70	Охл271-110
МККТ1Х-30-6-Х-ХХ	105	Охл271-110
МККТ1Х-40-6-Х-ХХ	140	Охл271-150
МККТ1Х-2-12-Х-ХХ	7	Охл271-50
МККТ1Х-5-12-Х-ХХ	17,5	Охл271-50
МККТ1Х-10-12-Х-ХХ	35	Охл271-50
МККТ1Х-20-12-Х-ХХ	70	Охл271-110
МККТ1Х-30-12-Х-ХХ	105	Охл271-110
МККТ1Х-40-12-Х-ХХ	140	Охл271-150

Для модулей с мощностью потерь менее 7 Вт допускается их эксплуатация без установки на охладитель.

Допускаются меньшие габариты охладителя в том случае, если модуль работает на нагрузку меньше максимальной, либо если предусмотрено принудительное охлаждение.

**Требования к эксплуатации**

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

Таблица 7.3 – Воздействие механических нагрузок.

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

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Воздействие климатических нагрузок

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

### **Требования безопасности**

- 1 Работа с модулем должна осуществляться только квалифицированным персоналом.
- 2 Не прикасаться к силовым выводам модуля при поданном напряжении питания.
- 3 Не подсоединять и не разъединять проводники и соединители, пока на силовые цепи модуля подано питание.
- 4 Подключать щуп осциллографа только после снятия силового напряжения.
- 5 Не разбирать и не переделывать модуль. При необходимости разборки обращаться к производителю.
- 6 Не дотрагиваться до модуля при поданном силовом питании, если радиатор не заземлён.
- 7 Не дотрагиваться до радиатора, поскольку его температура может быть значительной.
- 8 Не допускать попадания на модуль воды и других жидкостей.

## 8 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

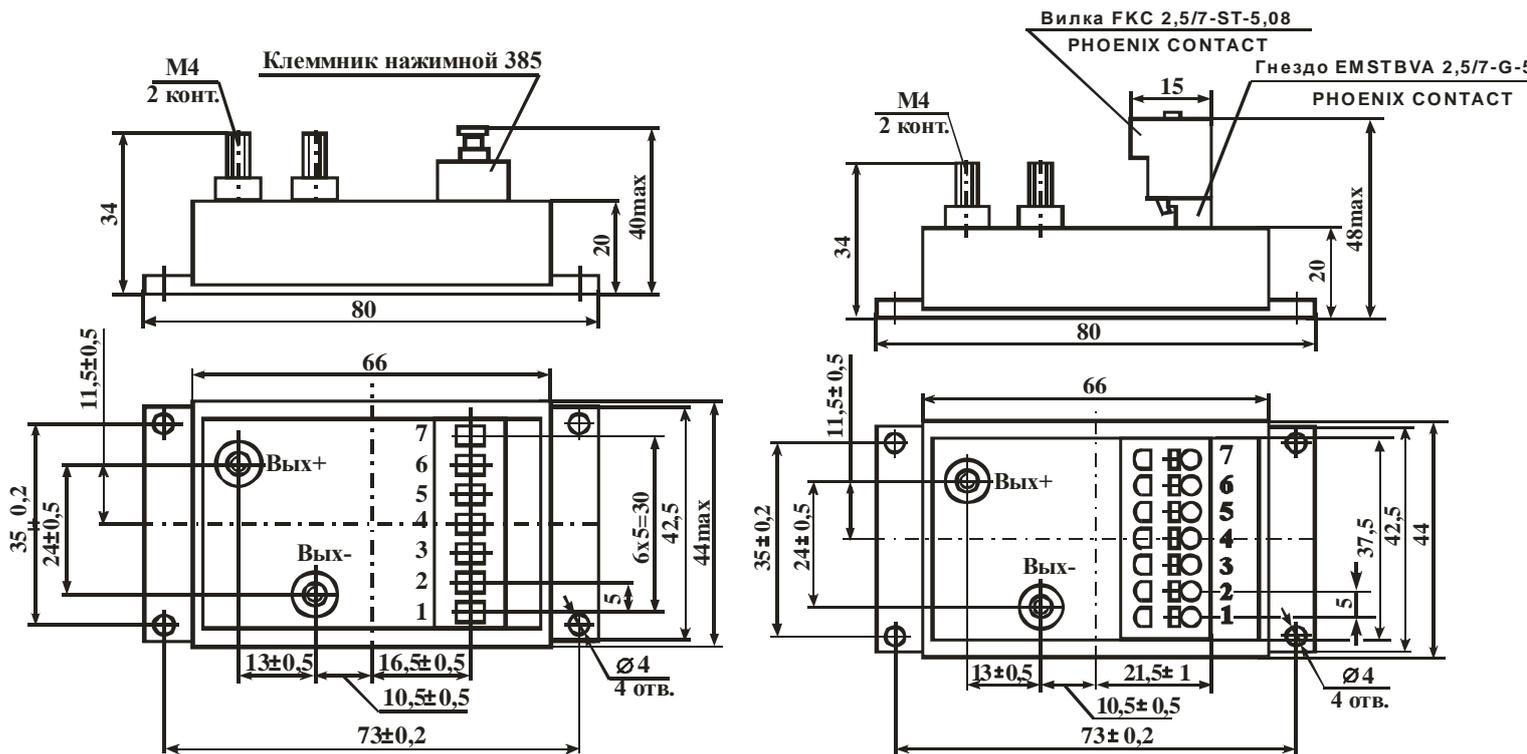


рис.9.1а – без исполнения

рис.9.1б - конструктивное исполнение 02

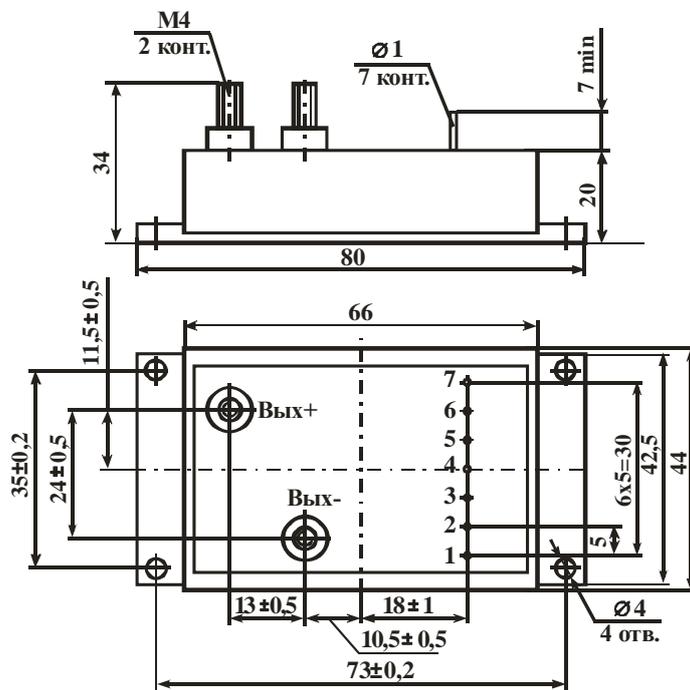


рис.9.1в - конструктивное исполнение 03

Рисунок 9.1 – Габаритные и присоединительные размеры

Драгоценных металлов не содержится.

## 9 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Модуль \_\_\_\_\_

соответствует АЛЕИ.431162.091 ТУ

Заводской номер \_\_\_\_\_

Дата изготовления \_\_\_\_\_

Место для штампа ОТК

## 10 ГАРАНТИИ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие модуля требованиям АЛЕИ.431162.091 ТУ при условии соблюдения правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

Гарантийный срок – 2,5 года с даты изготовления.

Гарантийный срок хранения – 2 года с даты изготовления.

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

## 11 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

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