

Модули тиристорные и комбинированные

МОДУЛИ ТИРИСТОРНЫЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ

**МТТ13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МТТ13/4-1000,
МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000**

Модули тиристорные и комбинированные (в пластмассовом корпусе с беспотенциальным основанием) состоят из силовых полупроводниковых элементов: тириستоров, диодов, собранных по схемам, указанным ниже.

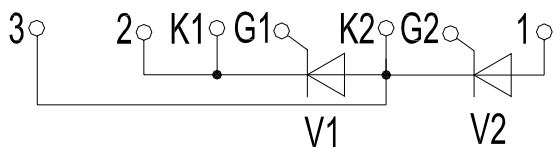
Модули предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока различных силовых электро-технических установок при частоте до 500 Гц.

Вид климатического исполнения и категория размещения У2.

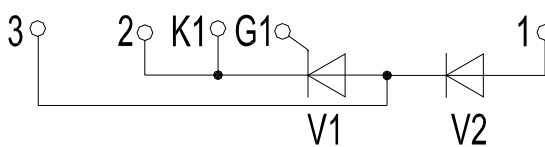
Электрические и тепловые параметры каждого тиристора в модулях МТТ13 соответственно равны параметрам тиристора в МТ17.

Схемы внутреннего соединения полупроводниковых элементов модулей

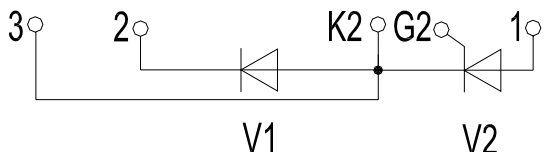
МТТ13/3-1000



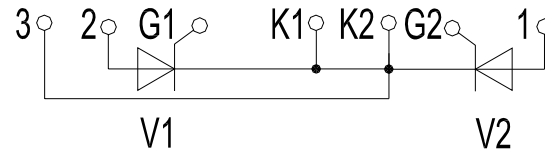
МТД13/3-1000



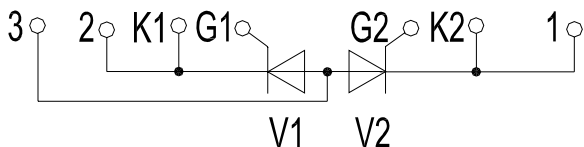
МДТ13/3-1000



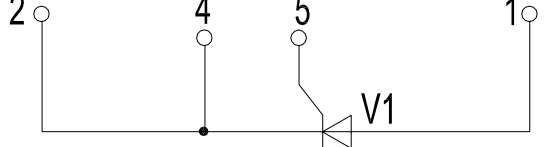
МТТ13/4-1000



МТТ13/5-1000



МТ17/1-1000



V1 - первый полупроводниковый элемент модуля

V2 - второй полупроводниковый элемент модуля

Значения крутящего момента, прикладываемого к крепежному винту при монтаже модуля на охладитель, указаны в таблице.

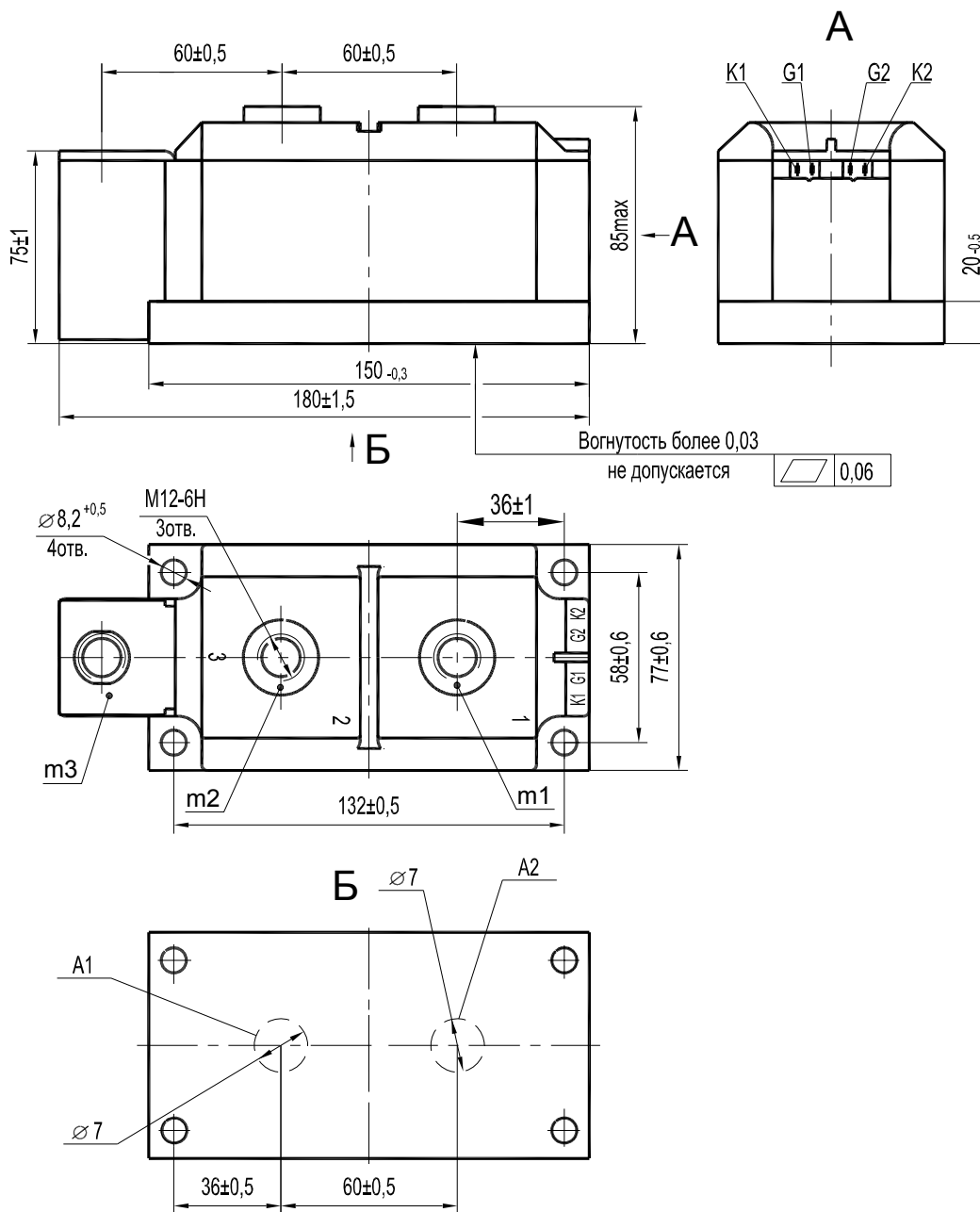
Тип модуля	Тип крепежного винта	Крутящий момент, Нм
МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000	М8	$8 \pm 0,8$
МТ17/1-1000	М6	$5 \pm 0,5$

Крутящий момент, прикладываемый к винту (болту) при подключении основных выводов модулей ($12,0 \pm 1,2$) Нм. Растягивающая сила для управляющих выводов ($20 \pm 2,0$) Н.

Пример заказа 100 штук модулей типа МТД13/3-1000 32 класса с критической скоростью нарастания напряжения в закрытом состоянии тиристорного элемента по 7-й группе, с временем выключения по группе Т2, с указанием фактического значения импульсного напряжения в открытом состоянии, импульсного прямого напряжения (например, 1,48/1,4 В):

МТД13/3-1000-32-7Т2 -1,48/1,4 ТУ У 32.1-30077685-029:2007 100 шт.

Габаритно-присоединительные размеры модулей
МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000

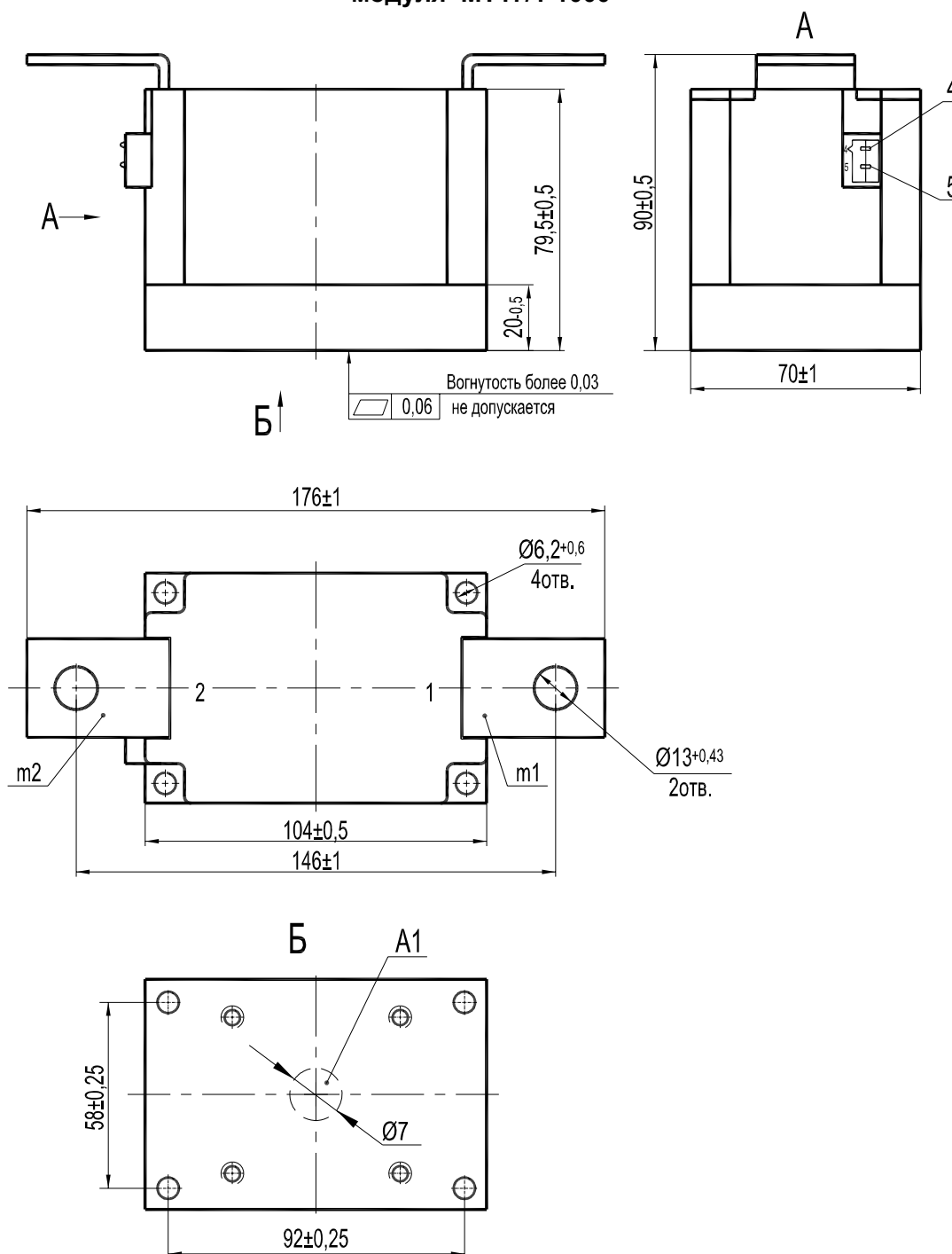


- | | |
|----------------|--|
| A1, A2 | - области контроля температуры корпуса модуля; |
| m1, m2, m3 | - контрольные точки измерения импульсного напряжения в открытом состоянии, импульсного прямого напряжения; |
| 1, 2, 3 | - основные выводы; |
| K1, G1, K2, G2 | - управляющие выводы |

Масса не более 3,6 кг

Модули тиристорные и комбинированные

Габаритно-присоединительные размеры модуля МТ17/1-1000



- А1 - область контроля температуры корпуса модуля;
- м1, м2 - контрольные точки измерения импульсного напряжения в открытом состоянии;
- 1, 2 - основные выводы;
- 4, 5 - управляющие выводы

Масса не более 2,6 кг

Модули тиристорные и комбинированные

Параметры закрытого состояния, обратные параметры

<i>Параметр</i>		<i>Значение параметра</i>	<i>Условия установления норм на параметры</i>
<i>Буквенное обозначение</i>	<i>Наименование, единица измерения</i>	<i>MTT13/3-1000</i> <i>MTD13/31000</i> <i>МДТ13/3-1000</i> <i>MTT13/4-1000</i> <i>MTT13/5-1000</i> <i>MT17/1-1000</i>	
U_{DRM} U_{RRM}	Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и повторяющееся импульсное обратное напряжение, В, для классов: 4 6 8 10	400 600 800 1000	$T_{jm} = 135^{\circ}C$ Импульс напряжения синусоидальный однополупериодный длительностью не более 10 мс, управляющий вывод разомкнут
U_{DSM} U_{RSM}	Неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и неповторяющееся импульсное обратное напряжение, В, для классов: 4 6 8 10	450 670 900 1100	$T_{jm} = 135^{\circ}C$ Импульс напряжения синусоидальный однополупериодный длительностью не более 10 мс, управляющий вывод разомкнут
U_{DWM} U_{RWM}	Рабочее импульсное напряжение в закрытом состоянии и рабочее импульсное обратное напряжение, В	$0,8 U_{DRM}$ $0,8 U_{RRM}$	$T_{jm} = 135^{\circ}C$ Импульс напряжения синусоидальный однополупериодный длительностью не более 10 мс
U_D U_R	Постоянное напряжение в закрытом состоянии и постоянное обратное напряжение, В	$0,6 U_{DRM}$ $0,6 U_{RRM}$	$T_c = 85^{\circ}C$
$\left(\frac{du_D}{dt}\right)_{crit}$	Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии, В/мкс, не менее, для группы: 4 5 6 7	200 320 500 1000	$T_j = 135^{\circ}C$; $U_{DM} = 0,67 U_{DRM}$; $t_{min} = 200$ мкс Цепь управления разомкнута
I_{DRM} I_{RRM}	Повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии и повторяющийся импульсный обратный ток, мА, не более	5	$T_j = 25^{\circ}C$
		100	$T_{jm} = 135^{\circ}C$; $U_D = U_{DRM}$; $U_R = U_{RRM}$; Цепь управления разомкнута

Модули тиристорные и комбинированные

Параметры открытого состояния, прямые параметры

Параметр		Значение параметра модуля		Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения	MTT13/3-1000 MTD13/3-1000 МДТ13/3-1000 MTT13/4-1000 MTT13/5-1000	MTI 7/1-1000	
I _{TAVM} I _{FAVM}	Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии, максимально допустимый средний прямой ток, А	1000		T _c = 85 °C Импульс тока синусоидальный однополупериодный длительностью не более 10 мс, частотой 50 Гц
	Фактический максимально допустимый средний ток в открытом состоянии, фактический максимально допустимый средний прямой ток, А	1056		T _c = 85 °C, T _j = 135 °C U _{T(ТО)} , r _T при T _j = 135 °C
I _{TRMS} I _{FRMS}	Максимально допустимый действующий ток в открытом состоянии, максимально допустимый действующий прямой ток, А	1570		T _c = 85 °C Импульс тока синусоидальный однополупериодный длительностью не более 10 мс, частотой 50 Гц
I _{TSM} I _{FSM}	Ударный ток в открытом состоянии, ударный прямой ток, кА	39,6		T _j = 25 °C
		36		T _{jm} = 135 °C Импульс тока синусоидальный однополупериодный одиночный длительностью 10 мс, U _R = 0, I _G = I _{GT} при T _j = -40 °C
U _{TM} U _{FM}	Импульсное напряжение в открытом состоянии, импульсное прямое напряжение, В, не более	1,5		T _j = 25 °C; I _T = 3,14I _{TAVM} , I _F = 3,14I _{FAVM} Длительность одиночного импульса тока не менее 500 мкс
U _{T(ТО)} U _{ТО}	Пороговое напряжение в открытом состоянии, пороговое напряжение, В	0,84		T _{jm} = 135 °C
r _T	Динамическое сопротивление в открытом состоянии, динамическое сопротивление в прямом направлении, мОм	0,11		T _{jm} = 135 °C
I _H	Ток удержания, мА, не более	300		T _j = 25 °C, U _D = 12 В Цепь управления разомкнута
I _{TAV} I _{FAV}	Средний ток в открытом состоянии, средний прямой ток (на элемент) при работе одного модуля с охладителем, А	245	167	T _a = 40 °C, естественное охлаждение, для MT17/1-1000 охладитель ОР384-180, для остальных типов модулей – ОР564-300

Модули тиристорные и комбинированные

Параметры управления

<i>Параметр</i>		<i>Значение параметра МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000</i>	<i>Условия установления норм на параметры</i>
<i>Буквенное обозначение</i>	<i>Наименование, единица измерения</i>		
U_{GT}	Отпирющее постоянное напряжение управления, В, не более	2,5	$T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}; U_D = 12\text{ В}$
		3,5	$T_{jmin} = -40\text{ }^{\circ}\text{C}; U_D = 12\text{ В}$
I_{GT}	Отпирющий постоянный ток управления, мА, не более	250	$T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}; U_D = 12\text{ В}$
		350	$T_{jmin} = -40\text{ }^{\circ}\text{C}; U_D = 12\text{ В}$
U_{GD}	Неотпирющее постоянное напряжение управления, В, не менее	0,25	$T_{jm} = 135\text{ }^{\circ}\text{C}; U_D = 0,67U_{DRM}$ Напряжение источника управления - постоянное

Параметры переключения

<i>Параметр</i>		<i>Значение параметра МТТ13/3-1000 МТД13/3-1000 МДТ13/3-1000 МТТ13/4-1000 МТТ13/5-1000 МТ17/1-1000</i>	<i>Условия установления норм на параметры</i>
<i>Буквенное обозначение</i>	<i>Наименование, единица измерения</i>		
$(di_T/dt)_{crit}$	Критическая скорость на- растания тока в открытом состоянии, А/мкс	200	$T_{jm} = 135\text{ }^{\circ}\text{C}, U_D = 0,67U_{DRM},$ $I_T \geq I_{TAVM}$ Импульс тока синусоидальный однополупе- риодный частотой 50 Гц
		800	$T_{jm} = 135\text{ }^{\circ}\text{C}, U_D = 0,67U_{DRM},$ $I_T = 2I_{TAVM} \div 3I_{TAVM}$ Импульс тока синусоидальный однополупе- риодный частотой 1 Гц. Режим цепи управления: форма - трапецеи- дальная; длительность импульса тока (50 ± 5) мкс; амплитуда - $3I_{GT}$ (при температуре перехода минус (40 ± 3) $^{\circ}\text{C}$); длительность фронта не более 1 мкс. Внутреннее сопротив- ление источника управления (5 ± 1) Ом. Время испытаний не менее 2 мин.
t_q	Время выключения, мкс, не более, для группы: М2 Т2	250 160	$T_{jm} = 135\text{ }^{\circ}\text{C}; I_T = I_{TAVM}; t_{i min} = 300\text{ мкс};$ (di_T/dt) _f = 5 А/мкс; $U_R = 100\text{ В}; U_D = 0,67U_{DRM};$ $t_{u min} = 200\text{ мкс}; (du_D/dt)_{crit} = 50\text{ В/мкс}$

Модули тиристорные и комбинированные

Тепловые параметры

<i>Параметр</i>		<i>Значение параметра модуля</i>		<i>Условия установления норм на параметры</i>
<i>Буквенное обозначение</i>	<i>Наименование, единица измерения</i>	<i>МТТ13/3-1000</i> <i>МТД13/3-1000</i> <i>МДТ13/3-1000</i> <i>МТТ13/4-1000</i> <i>МТТ13/5-1000</i>	<i>МТ17/1-1000</i>	
T_j	Максимально допустимая температура перехода, °C	135		
T_{jmin}	Минимально допустимая температура перехода, °C	минус 40		
T_{stgm}	Максимально допустимая температура хранения, °C	40		
T_{stgmin}	Минимально допустимая температура хранения, °C	минус 40		
R_{thjc}	Тепловое сопротивление переход-корпус, °C/Вт, не более	0,046	0,042	Постоянный ток
R_{thch}	Тепловое сопротивление корпус-охладитель, °C/Вт, не более	0,032	0,051	
R_{thja}	Тепловое сопротивление переход-среда (с охладителем), °C/Вт, не более	0,428	0,643	$T_a = 40$ °C, естественное охлаждение, для МТ17/1-1000 охладитель ОР384-180, для остальных типов модулей – ОР564-300

Параметры термодинамической устойчивости

<i>Параметр</i>		<i>Значение параметра</i> <i>МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000,</i> <i>МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000,</i> <i>МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000</i>	<i>Условия установления норм на параметры</i>
<i>Буквенное обозначение</i>	<i>Наименование, единица измерения</i>		
$I_{c(crit)}$	Ток термодинамической устойчивости корпуса, кА	6,0	$t_i = 10$ мс
$I_{c(crit)}^2 \cdot t$	Защитный показатель термодинамической устойчивости корпуса, А ² ·с	$18 \cdot 10^4$	

Модули тиристорные и комбинированные

Параметры изоляции

<i>Параметр</i>		<i>Класс модуля</i>	<i>Значение параметра MTT13/3-1000 MTD13/3-1000 МДТ13/3-1000 MTT13/4-1000 MTT13/5-1000 MTI7/1-1000</i>	<i>Условия установления норм на параметры</i>
<i>Буквенное обозначение</i>	<i>Наименование, единица измерения</i>			
U_{isol}	Электрическая прочность изоляции между беспотенциальным основанием модуля и его выводами, В (действующее значение)	4-8	2000	Нормальные климатические условия. Частота испытательного напряжения 50 Гц, время испытания 1 мин.
		10	2500	
		4-10	1500	Повышенная влажность (>80%). Частота испытательного напряжения 50 Гц, время испытания 1 мин.
R_{isol}	Сопротивление изоляции между беспотенциальным основанием модуля и его выводами, МОм, не менее	4-10	50	Нормальные климатические условия. Напряжение 1000 В, время испытания 10 с
		4-10	5	Повышенная влажность (>80%). Напряжение 1000 В, время испытания 10 с

Модули тиристорные и комбинированные

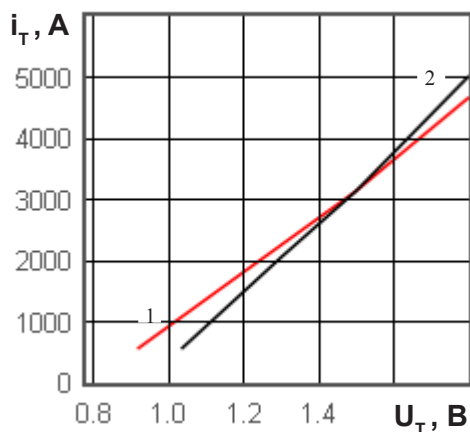
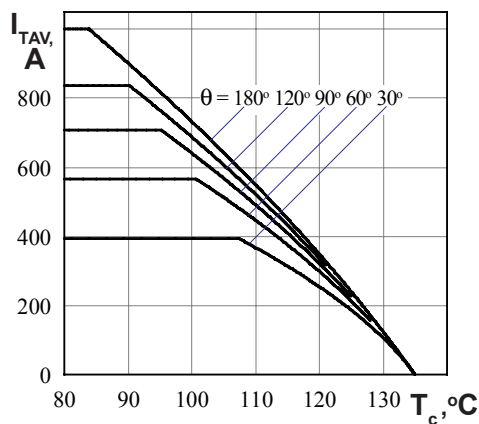
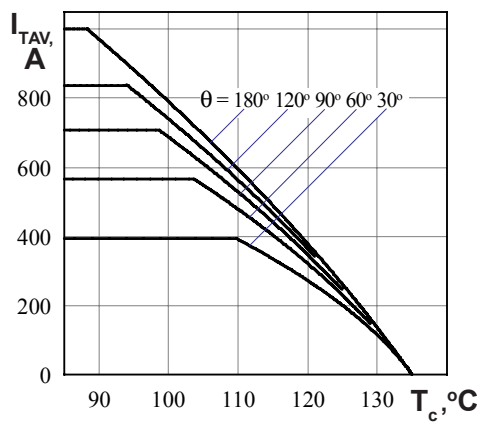


Рисунок 1: Пределные вольтамперные характеристики при максимально допустимой температуре перехода T_{jm} (1) и температуре $T_j = 25^\circ C$ (2), $I_T = 3,14 I_{T(AV)}$, для модулей: МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000.



а)

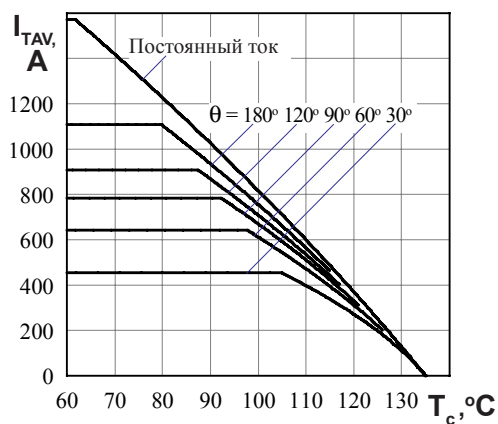


б)

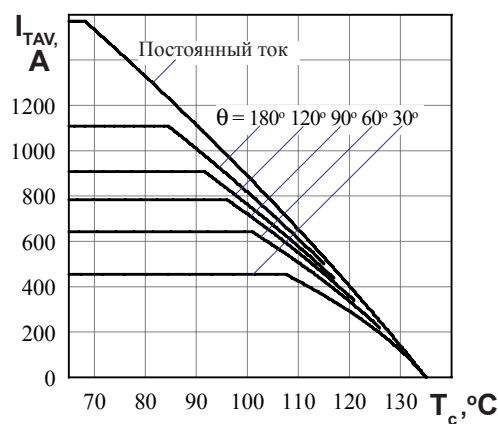
Рисунок 2: Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии синусоидальной формы I_{TAV} частотой 50 Гц от температуры корпуса T_c при различных углах проводимости для модулей:

а) МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000;
б) МТ17/1-1000.

Модули тиристорные и комбинированные



а)



б)

Рисунок 3 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} прямоугольной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости и постоянного тока от температуры корпуса T_c для модулей:

а) МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000;
б) МТ17/1-1000.

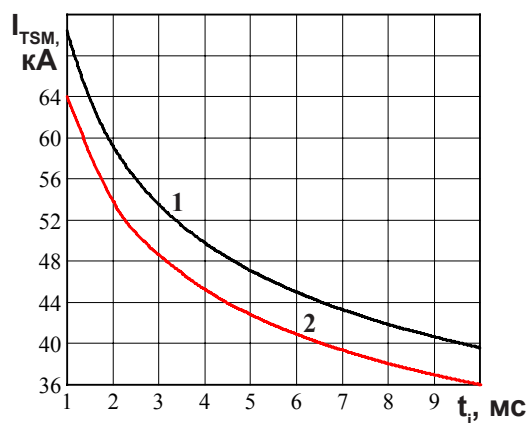


Рисунок 4 - Зависимость допустимой амплитуды ударного тока в открытом состоянии I_{TSM} от длительности импульса тока t_i при исходной температуре структуры $T_j = 25$ °C (1) и максимально допустимой температуре перехода T_{jm} (2) для модулей: МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000.

Модули тиристорные и комбинированные

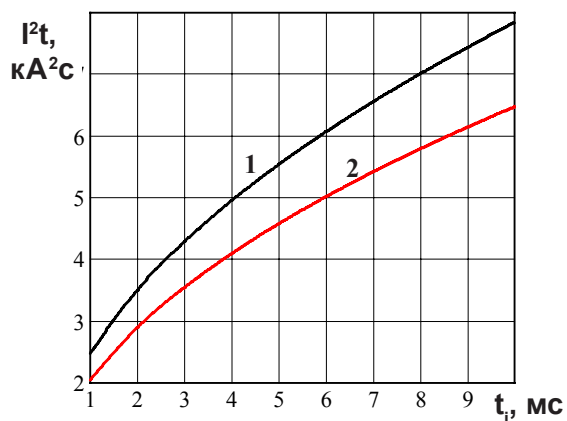


Рисунок 5 - Зависимость защитного показателя I^2t от длительности импульса тока t_i при температуре $T_j = 25\text{ °C}$ (1) и максимально допустимой температуре перехода T_{jm} (2) для модулей: МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000.

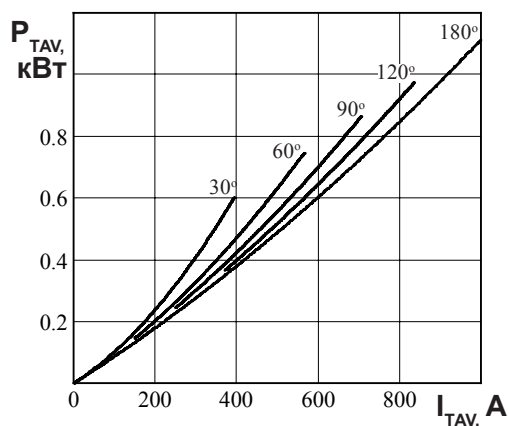


Рисунок 6 - Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} синусоидальной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости для модулей: МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000.

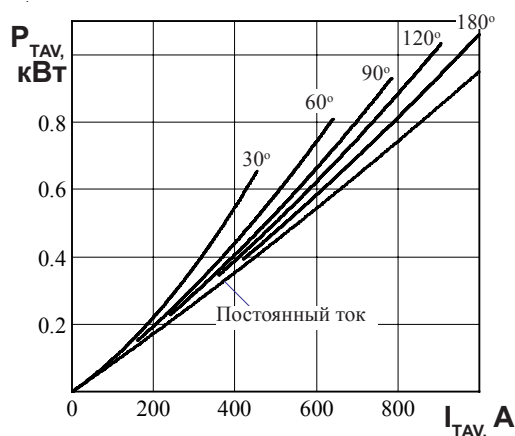


Рисунок 7 - Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии прямоугольной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости и постоянного тока I_{TAV} для модулей: МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000, МТ17/1-1000.

Модули тиристорные и комбинированные

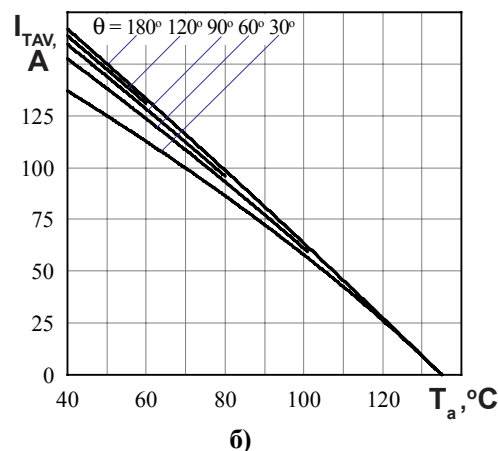
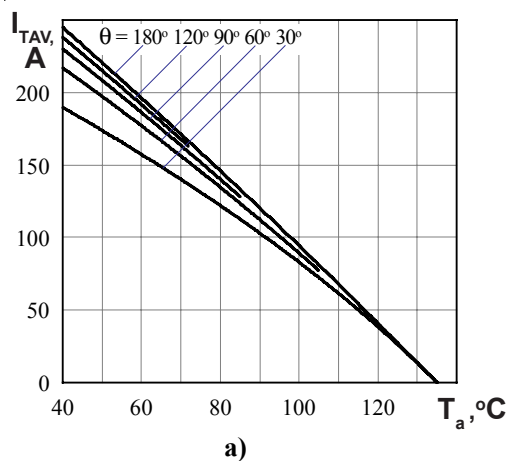


Рисунок 8 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии синусоидальной формы I_{TAV} частотой 50 Гц при различных углах проводимости от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении для модулей:

а) МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000 на охладителе ОР564-300;

б) МТ17/1-1000 на охладителе ОР384-180.

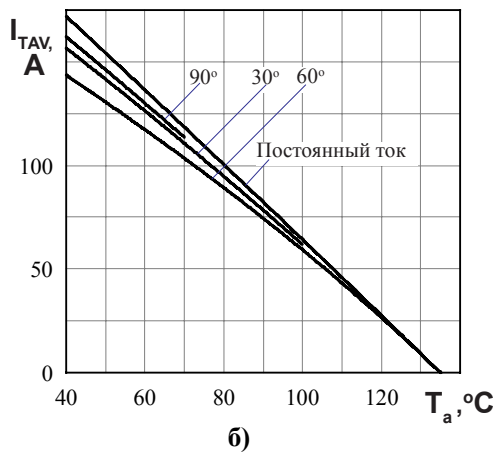
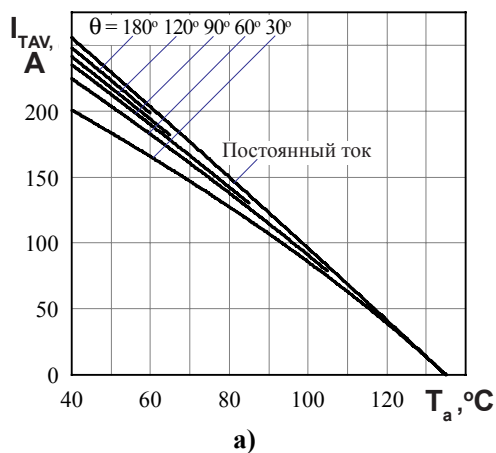


Рисунок 9 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии прямоугольной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости и постоянного тока I_{TAV} от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении для модулей:

а) МТТ13/3-1000, МТД13/3-1000, МДТ13/3-1000, МТТ13/4-1000, МТТ13/5-1000 на охладителе ОР564-300;

б) МТ17/1-1000 на охладителе ОР384-180.

Модули тиристорные и комбинированные

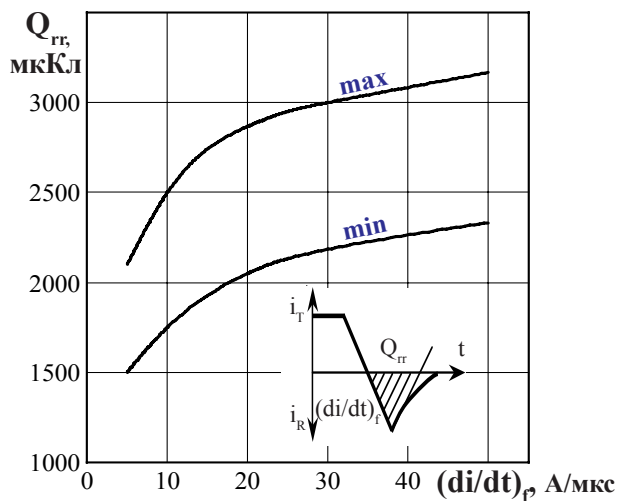


Рисунок 10 - Зависимость заряда восстановления Q_{rr} от скорости спада тока $(di/dt)_f$ в открытом состоянии при $T_{jm} = 135\text{ }^{\circ}\text{C}$; $U_R = 100\text{ В}$; $I_T = I_{TAVM}$.

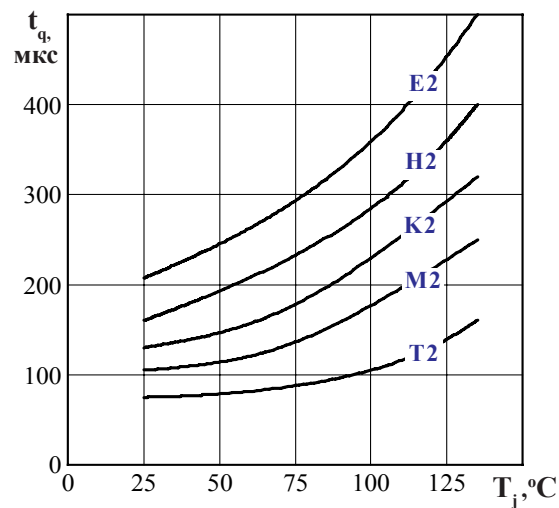


Рисунок 11 - Зависимость времени выключения t_q от температуры структуры T_j при $I_T = I_{TAVM}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$; $U_R = 100\text{ В}$; $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$; $dU_D/dt = 50\text{ В/мкс}$