

## МОДУЛИ ТИРИСТОРНЫЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ



Модули тиристорные (МТТ) и комбинированные: тиристорно-диодные (МТД) и диодно-тиристорные (МДТ) представлены следующими типоразмерами:

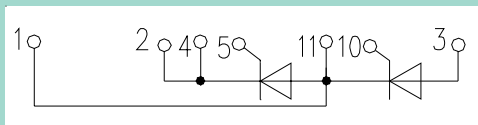
**МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125**  
**МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160**

**МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125**  
**МТТ8/3-160, МТД8/3-160, МДТ8/3-160**

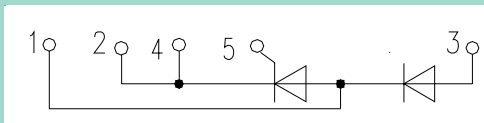
Предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока частотой до 500 Гц. Применяются в бесконтактных коммутационных и регулирующих устройствах.

### Схемы внутреннего соединения полупроводниковых элементов в модулях

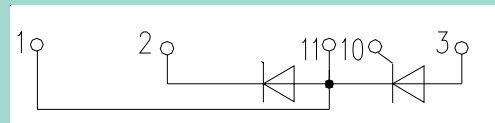
**МТТ6/3-125, МТТ6/3-160**  
**МТТ8/3-125, МТТ8/3-160**



**МТД6/3-125, МТД6/3-160**  
**МТД8/3-125, МТД8/3-160**

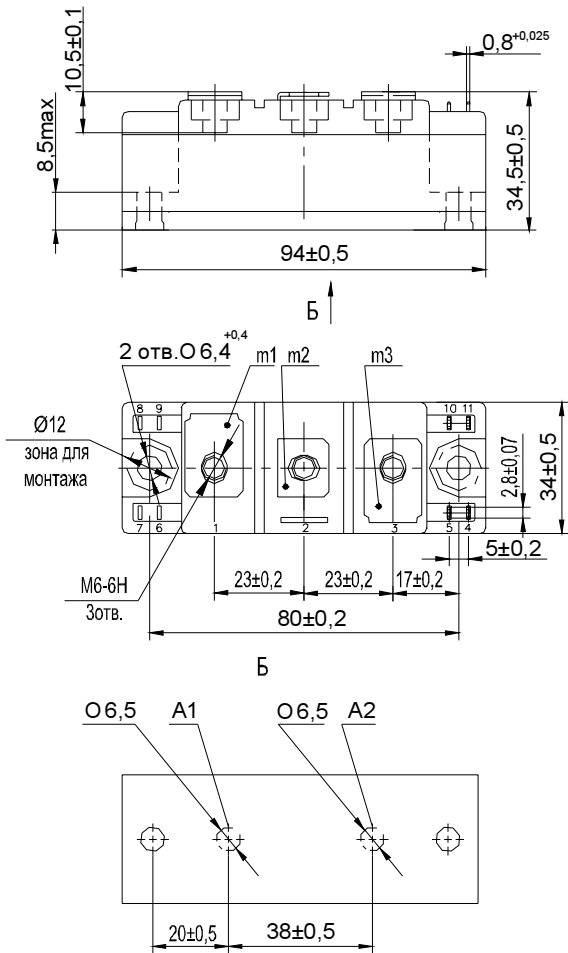


**МДТ6/3-125, МДТ6/3-160**  
**МДТ8/3-125, МДТ8/3-160**



Габаритно-присоединительные размеры модулей

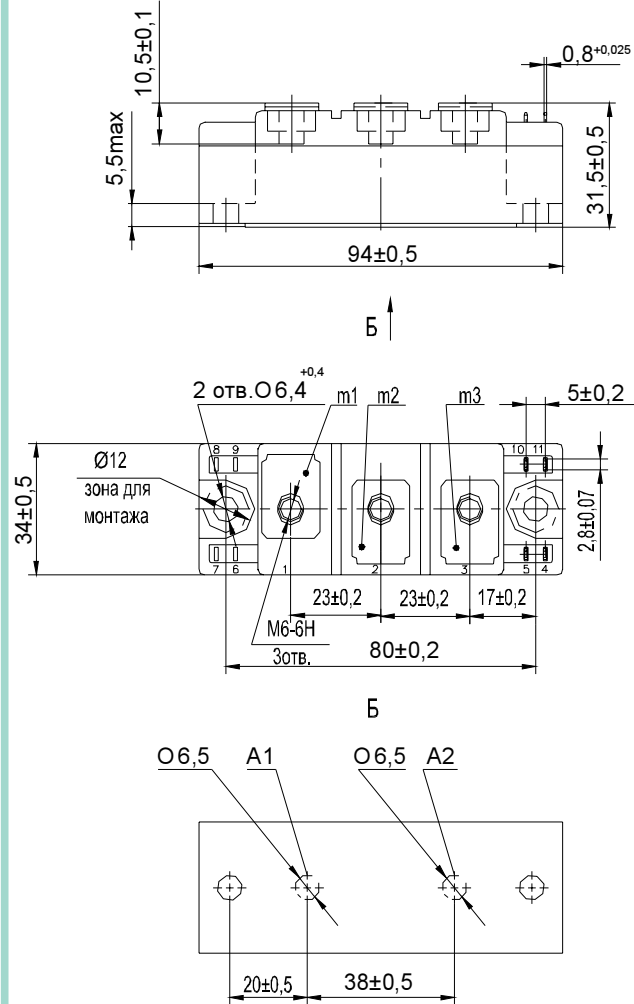
МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125  
МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160



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;  
4, 5, 10, 11 - управляющие выводы

Масса, кг, не более - 0,21

МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125  
МТТ8/3-160, МТД8/3-160, МДТ8/3-160



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;  
4, 5, 10, 11 - управляющие выводы

Масса, кг, не более - 0,15

Предельно допустимые значения параметров модулей

Обозначение параметра	Наименование, единица измерения	Тип модуля		Условия установления норм на параметры
		МТТ6/3-125 МТД6/3-125 МДТ6/3-125 МТТ8/3-125 МТД8/3-125 МДТ8/3-125	МТТ6/3-160 МТД6/3-160 МДТ6/3-160 МТТ8/3-160 МТД8/3-160 МДТ8/3-160	
1	2	3	4	5
$U_{DRM}$ $U_{RRM}$	Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и повторяющееся импульсное обратное напряжение, В, для класса: 2 4 5 6 8 9 10 11 12 14 (для МТТ8/3, МТД8/3, МДТ8/3) 16 (для МТТ8/3, МТД8/3, МДТ8/3)		200 400 500 600 800 900 1000 1100 1200 1400 1600	$T_{jm} = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Импульс напряжения синусоидальный, однополупериодный, $t_i = 10\text{ мс}$ , $f = 50\text{ Гц}$ Цепь управления разомкнута
$U_{DSM}$ $U_{RSM}$	Неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и неповторяющееся импульсное обратное напряжение, В, для класса: 2 4 5 6 8 9 10 11 12 14 (для МТТ8/3, МТД8/3, МДТ8/3) 16 (для МТТ8/3, МТД8/3, МДТ8/3)		225 450 560 670 900 1000 1100 1200 1300 1500 1700	$T_{jm} = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Импульс напряжения синусоидальный, одиночный, однополупериодный, $t_i = 10\text{ мс}$ Цепь управления разомкнута
$U_D$ $U_R$	Постоянное напряжение в закрытом состоянии и постоянное обратное напряжение, В	$0,6U_{DRM} (U_{RRM})$		$T_c = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$
$U_{DWM}$ $U_{RWM}$	Рабочее импульсное напряжение в закрытом состоянии и рабочее импульсное обратное напряжение, В	$0,8U_{DRM} (U_{RRM})$		$T_{jm} = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Импульс напряжения синусоидальный, однополупериодный, $t_i = 10\text{ мс}$ , $f = 50\text{ Гц}$
$I_{TAVM}$ $I_{FAVM}$	Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии и средний прямой ток, А	125	160	$T = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ Импульс тока синусоидальный, однополупериодный, $t_i = 10\text{ мс}$ , $f = 50\text{ Гц}$
$I_{TRMS}$ $I_{FRMS}$	Действующий ток в открытом состоянии и действующий прямой ток, А	195	250	Импульс тока синусоидальный, однополупериодный, $t_i = 10\text{ мс}$ , $f = 50\text{ Гц}$
$I_{TSM}$ $I_{FSM}$	Ударный ток в открытом состоянии и ударный прямой ток, кА, не менее	2,50 2,75	3,10 3,40	$T_{jm} = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_i = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $U_R = 0$ , импульс одиночный, $t_i = 10\text{ мс}$
$(di_T/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии, А/мкс, не менее	160		$T_{jm} = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $U_D = 0,67 U_{DRM}$ , $I_{TM} = 2I_{TAVM}$ Импульс тока синусоидальный, однополупериодный, $f = 1-5\text{ Гц}$ . Режим цепи управления: форма импульса тока -трапецидальная; $I_G = 3I_{GT}$ (при $T_i = \text{минус } 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); $t_G = 50\text{ мкс}$ ; длительность фронта не более 1мкс. Внутреннее сопротивление источника управления не более 20 Ом. Время испытаний не более 10 с.
$R_{isol}$	Сопротивление изоляции между беспотенциальным основанием модуля и его выводами, МОм, не менее	50 5		Нормальные климатические условия. Повышенная влажность (>80%) Напряжение 1000 В, длительность 10 с.

1	2	3	4	5
$U_{isol}$	Электрическая прочность изоляции между беспотенциальным основанием модуля и его выводами, В, (действующее значение)	2500		Нормальные климатические условия.
		1500		Повышенная влажность (>80%). Напряжение синусоидальное, $f = 50$ Гц. Основные выводы закорочены между собой.
$T_{jm}$	Максимально допустимая температура перехода, °С	125		
$T_{jmin}$	Минимально допустимая температура перехода, °С	минус 40		
$T_{stg m}$	Максимально допустимая температура хранения, °С	40 (для У2), 50 (для Т3)		
$T_{stg min}$	Минимально допустимая температура хранения, °С	минус 40		

## Характеристики и параметры модулей

Обозначение параметра	Наименование, единица измерения	Тип модуля		Условия установления норм на параметры
		М ТТ6/3-125 М ТД6/3-125 М ДТ6/3-125 М ТТ8/3-125 М ТД8/3-125 М ДТ8/3-125	М ТТ6/3-160 М ТД6/3-160 М ДТ6/3-160 М ТТ8/3-160 М ТД8/3-160 М ДТ8/3-160	
$U_{TM}$ $U_{FM}$	Импульсное напряжение в открытом состоянии и импульсное прямое напряжение, В, не более	1,75	1,60	$T_j = 25$ °С, $I_T = 3,14 I_{TAVM}$ , $I_F = 3,14 I_{FAVM}$
$U_{T(TO)}$ $U_{TO}$	Пороговое напряжение в открытом состоянии и пороговое напряжение, В	0,90		$T_{jm} = 125$ °С
$r_T$	Динамическое сопротивление в открытом состоянии, Ом	0,0022	0,0014	$T_{jm} = 125$ °С
$I_{DRM}$ $I_{RRM}$	Повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии и повторяющийся импульсный обратный ток, мА не более	2,0 15,0	2,0 20,0	$T_j = 25$ °С, $T_{jm} = 125$ °С, $U_D = U_{DRM}$ , $U_R = U_{RRM}$ Цепь управления разомкнута
$(dU_D/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии, В/мкс, не менее, для группы: 1 2 3 4 5 6 7			$T_{jm} = 125$ °С, $U_D = 0,67U_{DRM}$ , $t_u \geq 200$ мс Цепь управления разомкнута
$Q_{rr}$	Заряд восстановления, мкКл, не более	550	640	$T_{jm} = 125$ °С, $I_T = I_{TAVM}$ , $t_i = 250$ мкс, $(di_T/dt)_f = 5$ А/мкс, $U_R = 100$ В
$t_{rr}$	Время обратного восстановления, мкс, не более	19	21	
$t_q$	Время выключения, мкс, не более	250		$T_{jm} = 125$ °С, $I_T = I_{TAVM}$ , $U_D = 0,67U_{DRM}$ , $(di_T/dt)_f = 5$ А/мкс, $U_R = 100$ В, $t_i \geq 500$ мкс, $dU_D/dt = (dU_D/dt)_{crit}$
$I_H$	Ток удержания, мА, не более	160		$T_j = 25$ °С, $U_D = 12$ В Цепь управления разомкнута
$U_{GT}$	Отпирающее постоянное напряжение управления, В, не более	3,0 4,0		$T_j = 25$ °С, $U_D = 12$ В $T_{jmin} =$ минус 40 °С, $U_D = 12$ В
$I_{GT}$	Отпирающий постоянный ток управления, мА, не более	150 300		$T_j = 25$ °С, $U_D = 12$ В $T_{jmin} =$ минус 40 °С, $U_D = 12$ В
$U_{gd}$	Неотпирающее постоянное напряжение управления, В, не менее	0,25		$T_{jm} = 125$ °С, $U_D = 0,67U_{DRM}$
$R_{thjc}$	Тепловое сопротивление переход - корпус, °С/Вт, не более	0,21	0,20	Постоянный ток

Характеристики и параметры модулей с рекомендуемыми охладителями

Обозначение параметра	Наименование, единица измерения	Тип модуля		Условия установления норм на параметры
		М ТТ6/3-125 М ТД6/3-125 М ДТ6/3-125 М ТТ8/3-125 М ТД8/3-125 М ДТ8/3-125	М ТТ6/3-160 М ТД6/3-160 М ДТ6/3-160 М ТТ8/3-160 М ТД8/3-160 М ДТ8/3-160	
$R_{thch}$	Тепловое сопротивление корпус - контактная поверхность охладителя, °С/Вт	0,10		Естественное охлаждение Постоянный ток
<b>Охладитель ОР344-120</b>				
$I_{TAV}$ $I_{FAV}$	Средний ток в открытом состоянии и средний прямой ток, А	45	49	Естественное охлаждение, $T_a = 40$ °С Ток синусоидальный, $f = 50$ Гц
$R_{thja}$	Тепловое сопротивление переход - среда, °С/Вт, не более	1,63	1,62	Естественное охлаждение, $T_a = 40$ °С Постоянный ток
<b>Охладитель ОР344-180</b>				
$I_{TAV}$ $I_{FAV}$	Средний ток в открытом состоянии и средний прямой ток, А	50	55	Естественное охлаждение, $T_a = 40$ °С Ток синусоидальный, $f = 50$ Гц
$R_{thja}$	Тепловое сопротивление переход - среда, °С/Вт, не более	1,41	1,40	Естественное охлаждение, $T_a = 40$ °С Постоянный ток
<b>Охладитель ОР344-240</b>				
$I_{TAV}$ $I_{FAV}$	Средний ток в открытом состоянии и средний прямой ток, А	57	63	Естественное охлаждение, $T_a = 40$ °С Ток синусоидальный, $f = 50$ Гц
$R_{thja}$	Тепловое сопротивление переход - среда, °С/Вт, не более	1,21	1,20	Естественное охлаждение, $T_a = 40$ °С Постоянный ток
<b>Охладитель ОР344-300</b>				
$I_{TAV}$ $I_{FAV}$	Средний ток в открытом состоянии и средний прямой ток, А	61	68	Естественное охлаждение, $T_a = 40$ °С Ток синусоидальный, $f = 50$ Гц
$R_{thja}$	Тепловое сопротивление переход - среда, °С/Вт, не более	1,11	1,10	Естественное охлаждение, $T_a = 40$ °С Постоянный ток
<b>Охладитель ОР344-350</b>				
$I_{TAV}$ $I_{FAV}$	Средний ток в открытом состоянии и средний прямой ток, А	64	71	Естественное охлаждение, $T_a = 40$ °С Ток синусоидальный, $f = 50$ Гц
$R_{thja}$	Тепловое сопротивление переход - среда, °С/Вт, не более	1,05	1,04	Естественное охлаждение, $T_a = 40$ °С Постоянный ток

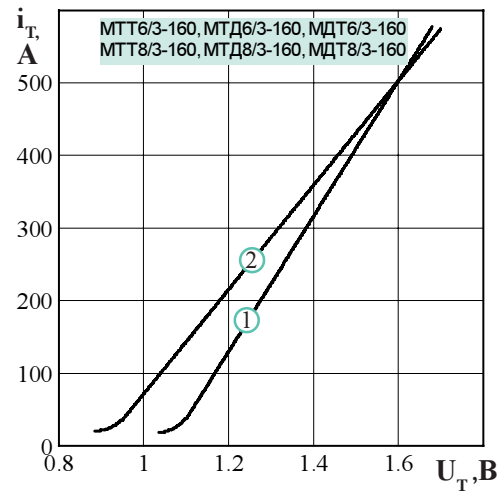
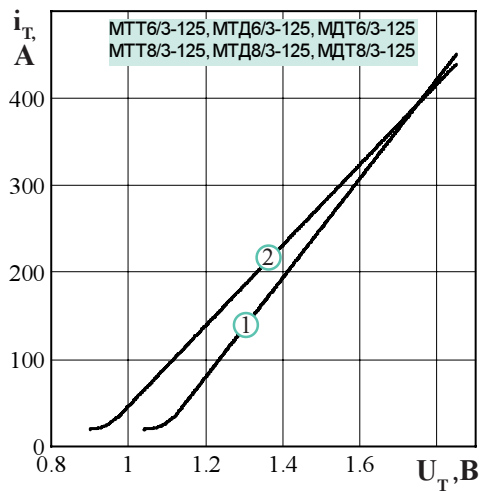


Рисунок 1 - Предельные вольтамперные характеристики в открытом состоянии при температуре  $T_j = 25^\circ\text{C}$  (1) и максимальной температуре перехода  $T_{jm} = 125^\circ\text{C}$  (2)

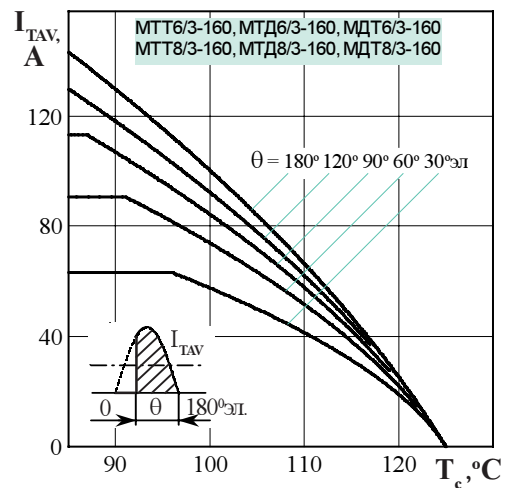
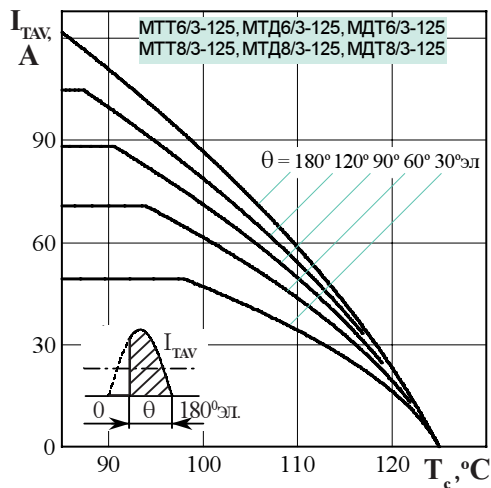


Рисунок 2 - Зависимость допустимого среднего тока синусоидальной формы  $I_{TAV}$  в открытом состоянии частотой 50 Гц от температуры корпуса  $T_c$  при различных углах проводимости

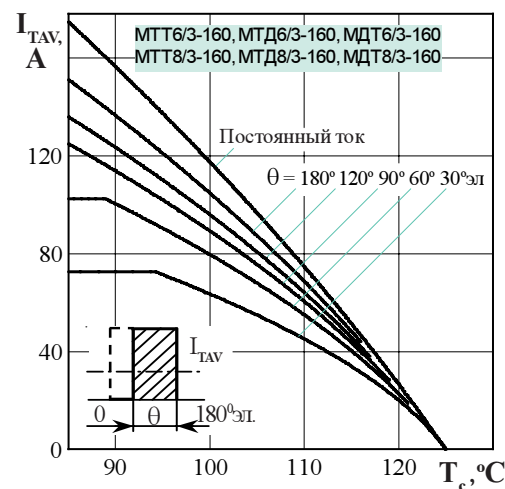
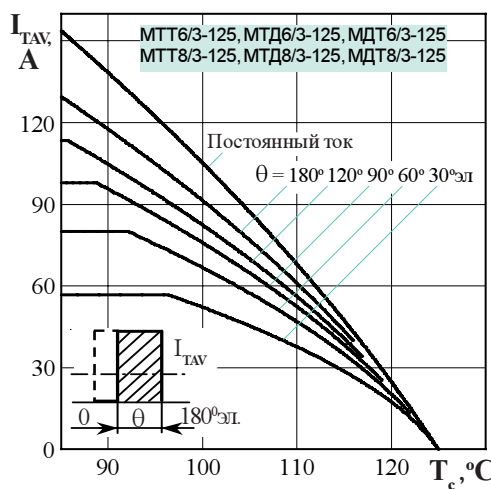
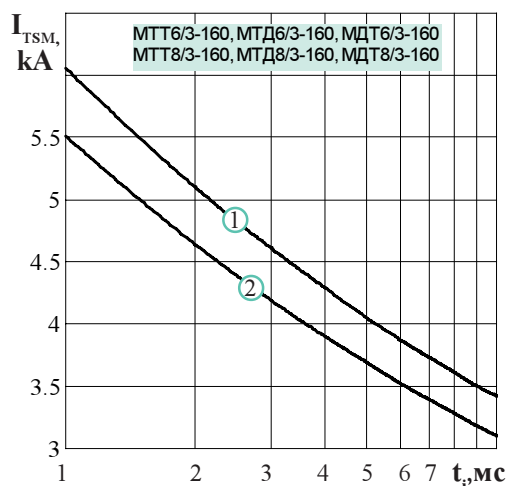
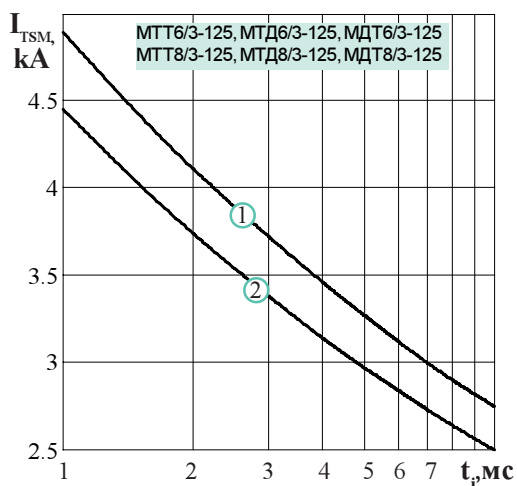
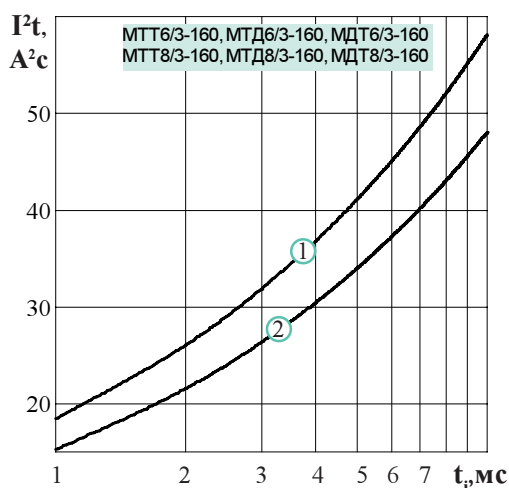
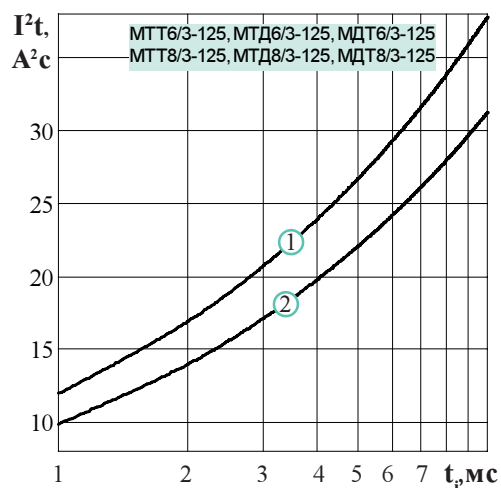


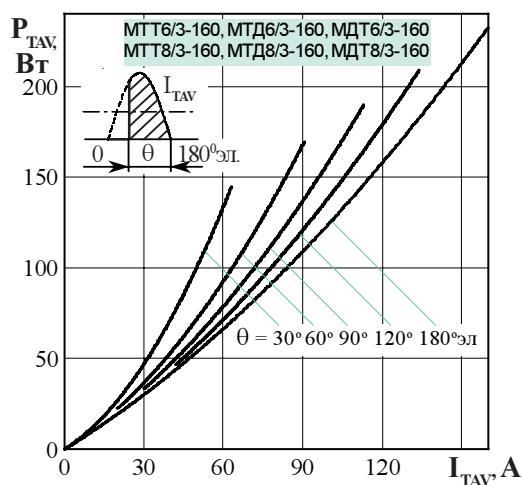
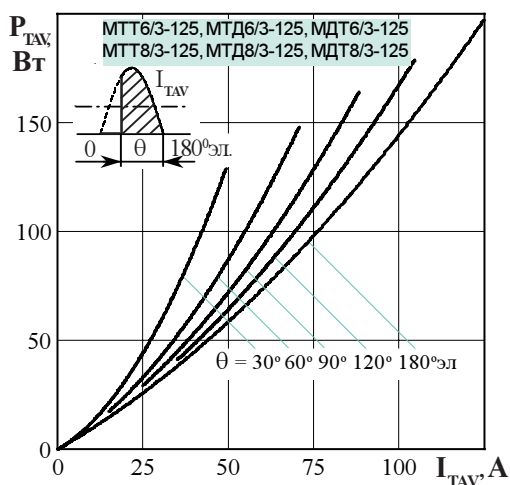
Рисунок 3 - Зависимость допустимого среднего тока  $I_{TAV}$  прямоугольной формы в открытом состоянии частотой 50 Гц и постоянного тока от температуры корпуса  $T_c$  при различных углах проводимости



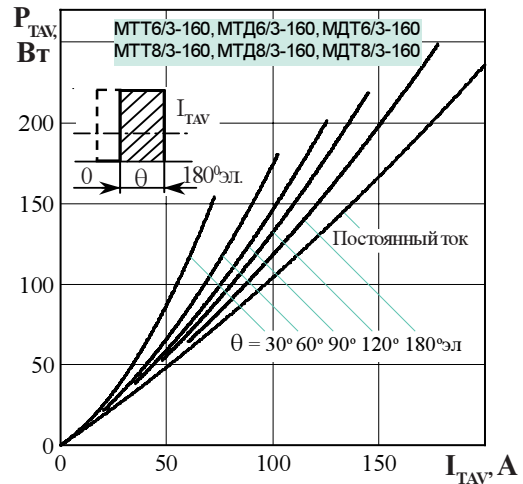
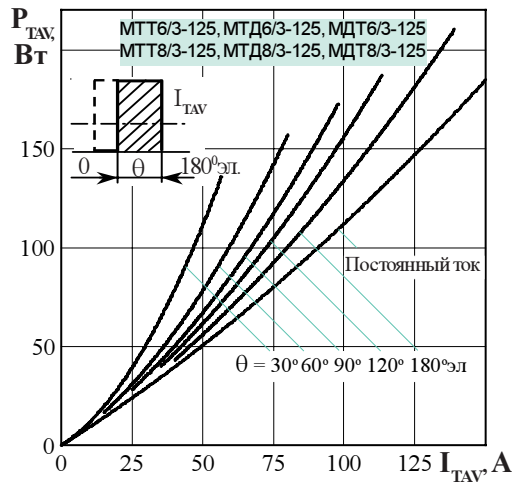
**Рисунок 4** - Зависимость допустимой амплитуды ударного тока в открытом состоянии  $I_{TSM}$  от длительности импульса тока  $t_p$  при температуре  $T_j = 25\text{ °C}$  (1) и максимальной температуре перехода  $T_{jm} = 125\text{ °C}$  (2)



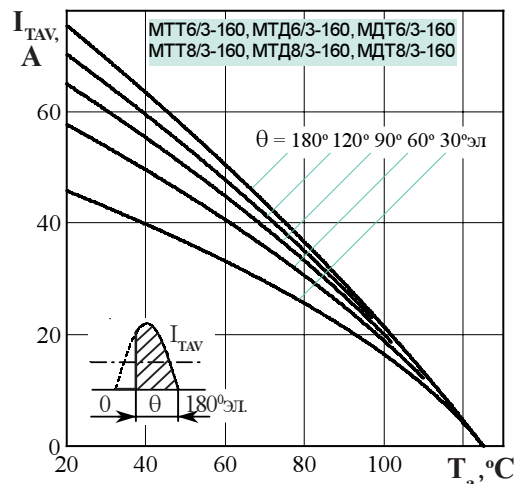
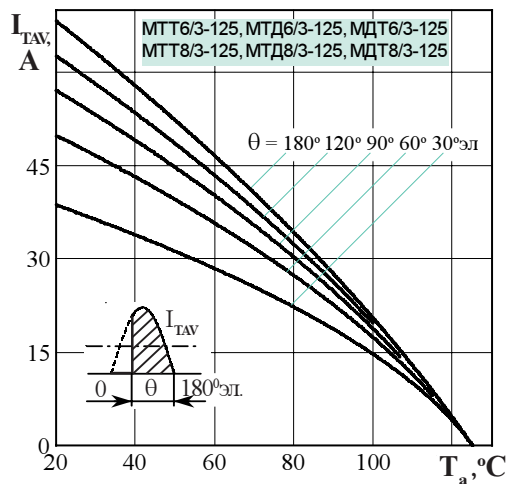
**Рисунок 5** - Зависимость защитного показателя  $I^2t$  от длительности импульса тока  $t_p$  при температуре  $T_j = 25\text{ °C}$  (1) и максимальной температуре перехода  $T_{jm} = 125\text{ °C}$  (2)



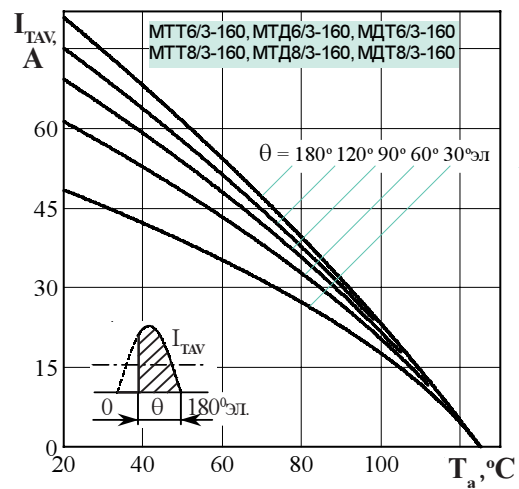
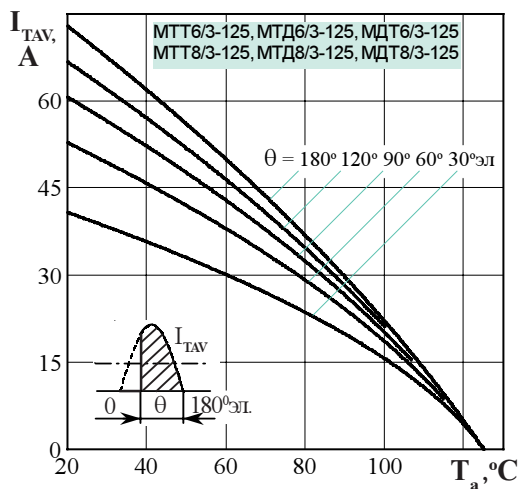
**Рисунок 6** - Зависимость средней рассеиваемой мощности  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  синусоидальной формы частотой  $f = 50\text{ Гц}$  при различных углах проводимости



**Рисунок 7** - Зависимость средней рассеиваемой мощности  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  прямоугольной формы частотой  $f = 50$  Гц и постоянного тока при различных углах проводимости

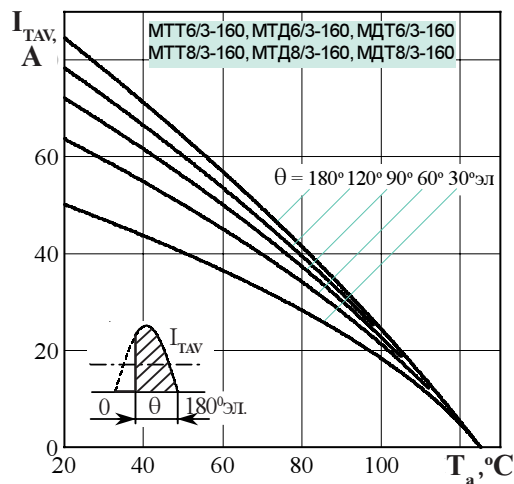
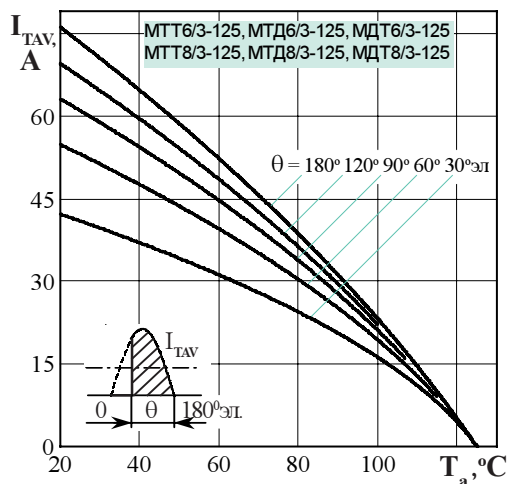


**Рисунок 8.1** - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры окружающей среды  $T_a$  при естественном охлаждении на охладителе **ОР344-240** при различных углах проводимости для токов синусоидальной формы частотой  $f = 50$  Гц

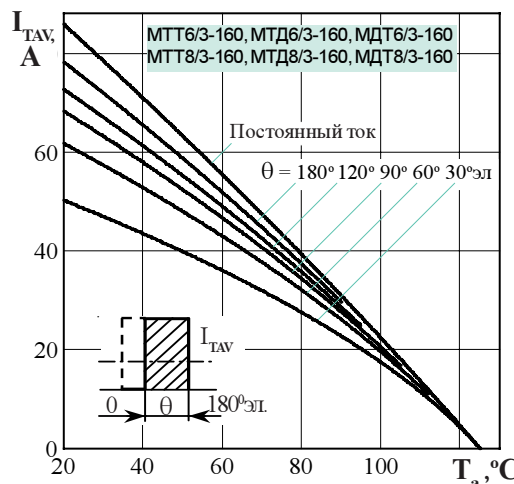
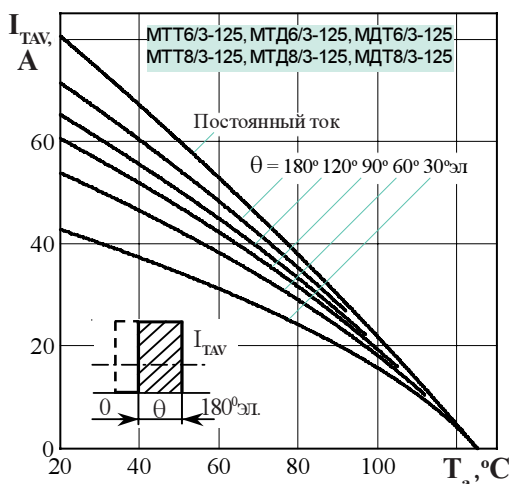


**Рисунок 8.2** - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры окружающей среды  $T_a$  при естественном охлаждении на охладителе **ОР344-300** при различных углах проводимости для токов синусоидальной формы частотой  $f = 50$  Гц

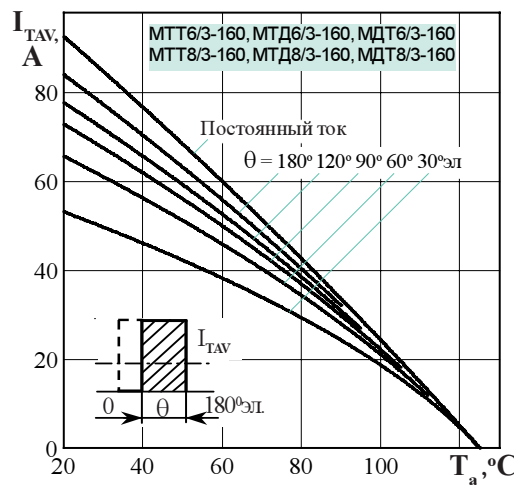
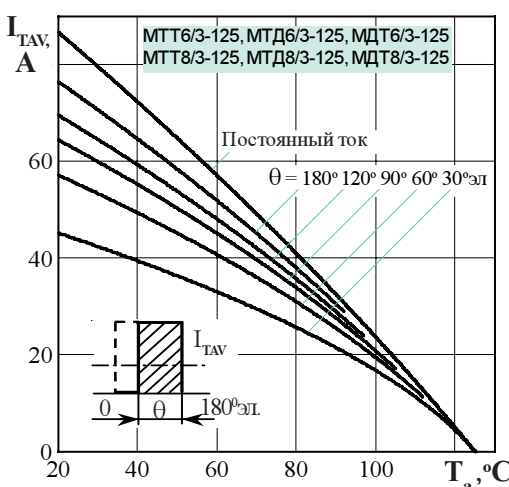




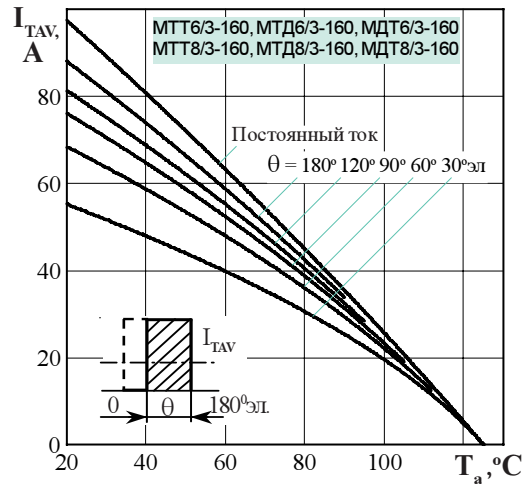
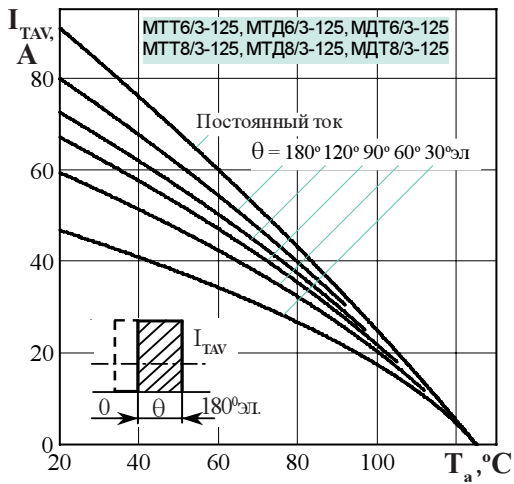
**Рисунок 8.3** - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры окружающей среды  $T_a$  при естественном охлаждении на охладителе **ОР344-350** при различных углах проводимости для токов синусоидальной формы частотой  $f = 50$  Гц



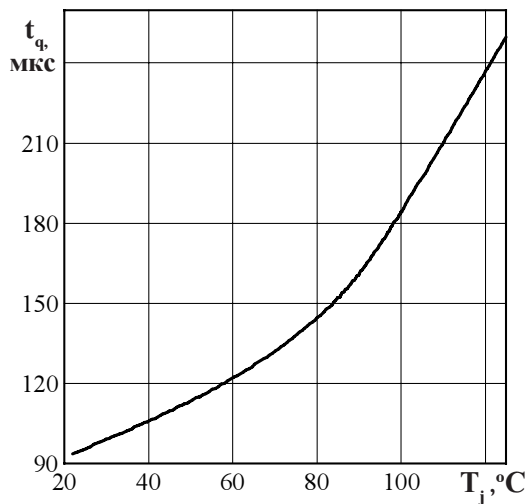
**Рисунок 9.1** - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры окружающей среды  $T_a$  при естественном охлаждении на охладителе **ОР344-240** при различных углах проводимости для токов прямоугольной формы частотой  $f = 50$  Гц и постоянного тока



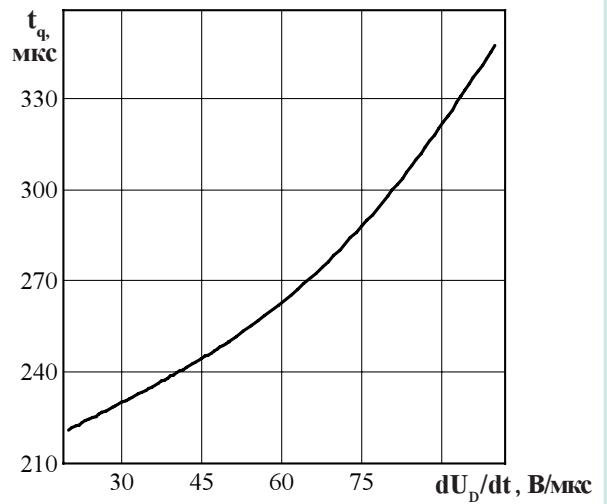
**Рисунок 9.2** - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры окружающей среды  $T_a$  при естественном охлаждении на охладителе **ОР344-300** при различных углах проводимости для токов прямоугольной формы частотой  $f = 50$  Гц и постоянного тока



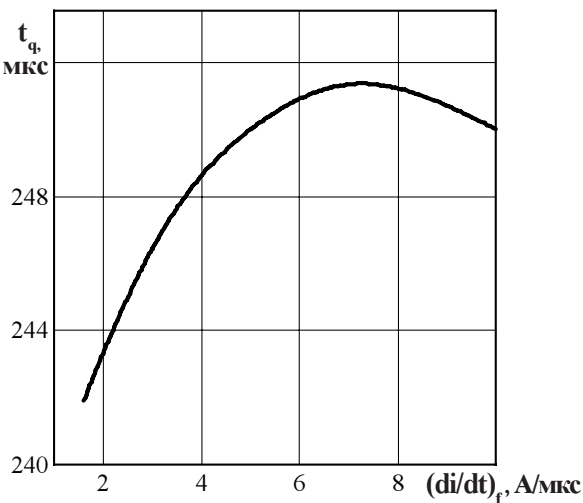
**Рисунок 9.3** - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры окружающей среды  $T_a$  при естественном охлаждении на охладителе **ОР344-350** при различных углах проводимости для токов прямоугольной формы частотой  $f = 50$  Гц и постоянного тока



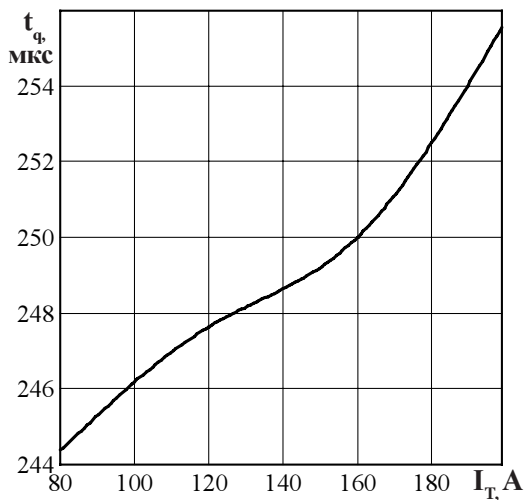
**Рисунок 10** - Зависимость времени выключения  $t_q$  от температуры структуры  $T_j$  при  $I_T = I_{T(AV)}$ ;  $U_D = 0,67 U_{DRM}$ ;  $U_R = 100$  В;  $(di/dt)_f = 5$  А/мкс;  $dU_D/dt = 50$  В/мкс



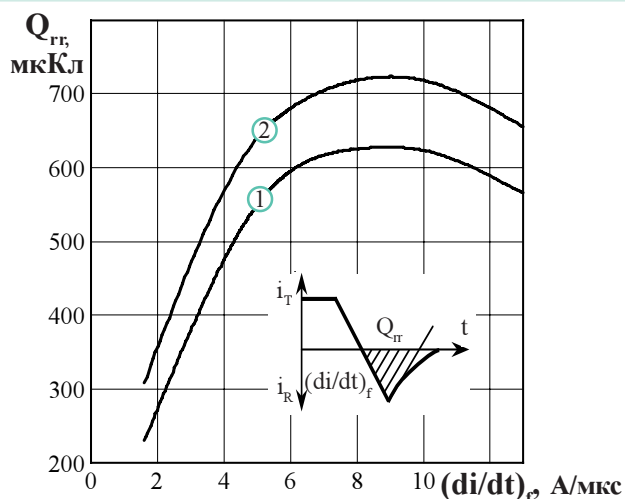
**Рисунок 11** - Зависимость времени выключения  $t_q$  от скорости нарастания напряжения в закрытом состоянии  $dU_D/dt$  при  $T_{jm} = 125$  °С;  $I_T = I_{T(AV)}$ ;  $U_D = 0,67 U_{DRM}$ ;  $U_R = 100$  В;  $(di/dt)_f = 5$  А/мкс



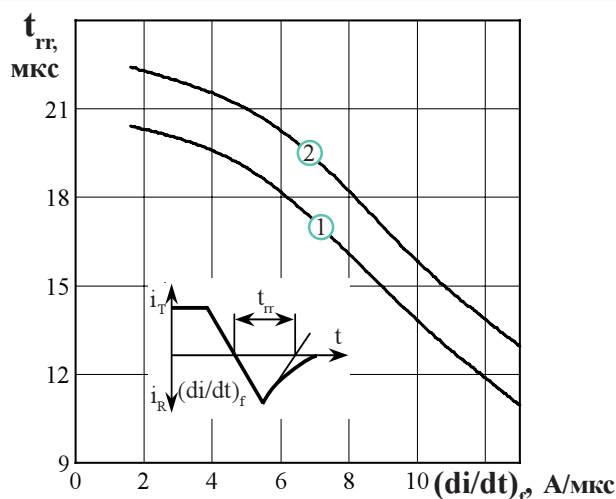
**Рисунок 12** - Зависимость времени выключения  $t_q$  от скорости спада тока в открытом состоянии  $(di/dt)_f$  при  $T_{jm} = 125$  °С;  $I_T = I_{T(AV)}$ ;  $U_R = 100$  В;  $dU_D/dt = 50$  В/мкс;  $U_D = 0,67 U_{DRM}$



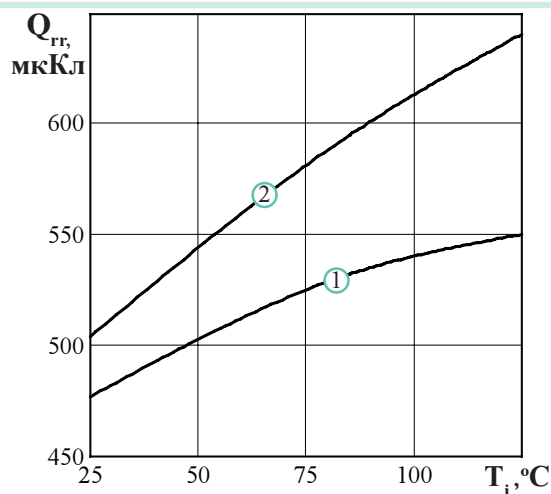
**Рисунок 13** - Зависимость времени выключения  $t_q$  от амплитуды тока в открытом состоянии  $I_T$  при  $T_{jm} = 125$  °С;  $U_R = 100$  В;  $(di/dt)_f = 5$  А/мкс;  $dU_D/dt = 50$  В/мкс;  $U_D = 0,67 U_{DRM}$



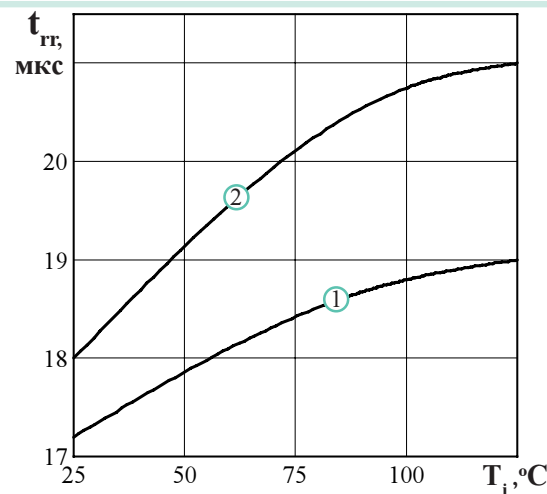
**Рисунок 14** - Зависимость заряда восстановления  $Q_{rr}$  от скорости спада тока  $(di/dt)_f$  в открытом состоянии при  $T_{jm} = 125^\circ\text{C}$ ,  $U_R = 100\text{ В}$ ;  $I_T = I_{TAVM}$ .  
 1- МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125, МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125  
 2- МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160, МТТ8/3-160, МТД8/3-160, МДТ8/3-160



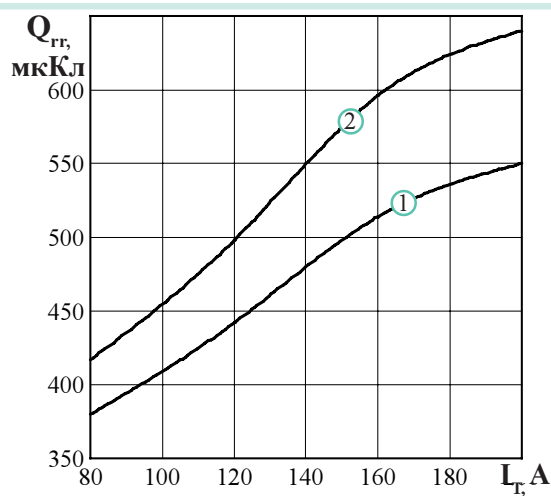
**Рисунок 15** - Зависимость времени обратного восстановления  $t_{rr}$  от скорости спада тока  $(di/dt)_f$  в открытом состоянии при  $T_{jm} = 125^\circ\text{C}$ ,  $U_R = 100\text{ В}$ ;  $I_T = I_{TAVM}$ .  
 1- МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125, МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125  
 2- МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160, МТТ8/3-160, МТД8/3-160, МДТ8/3-160



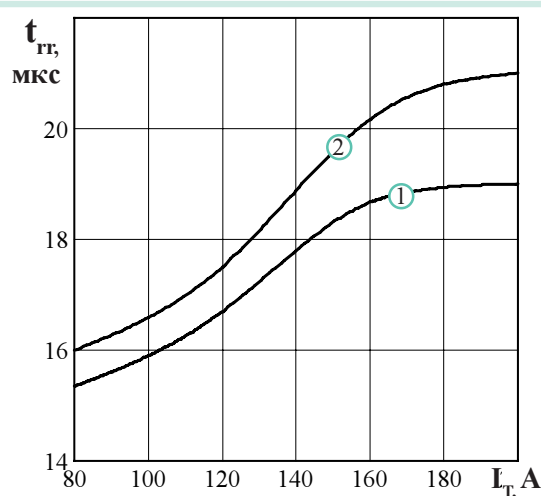
**Рисунок 16** - Зависимость заряда восстановления  $Q_{rr}$  от температуры структуры  $T_j$  при  $U_R = 100\text{ В}$ ;  $I_T = I_{TAVM}$ ;  $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$ .  
 1- МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125, МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125  
 2- МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160, МТТ8/3-160, МТД8/3-160, МДТ8/3-160



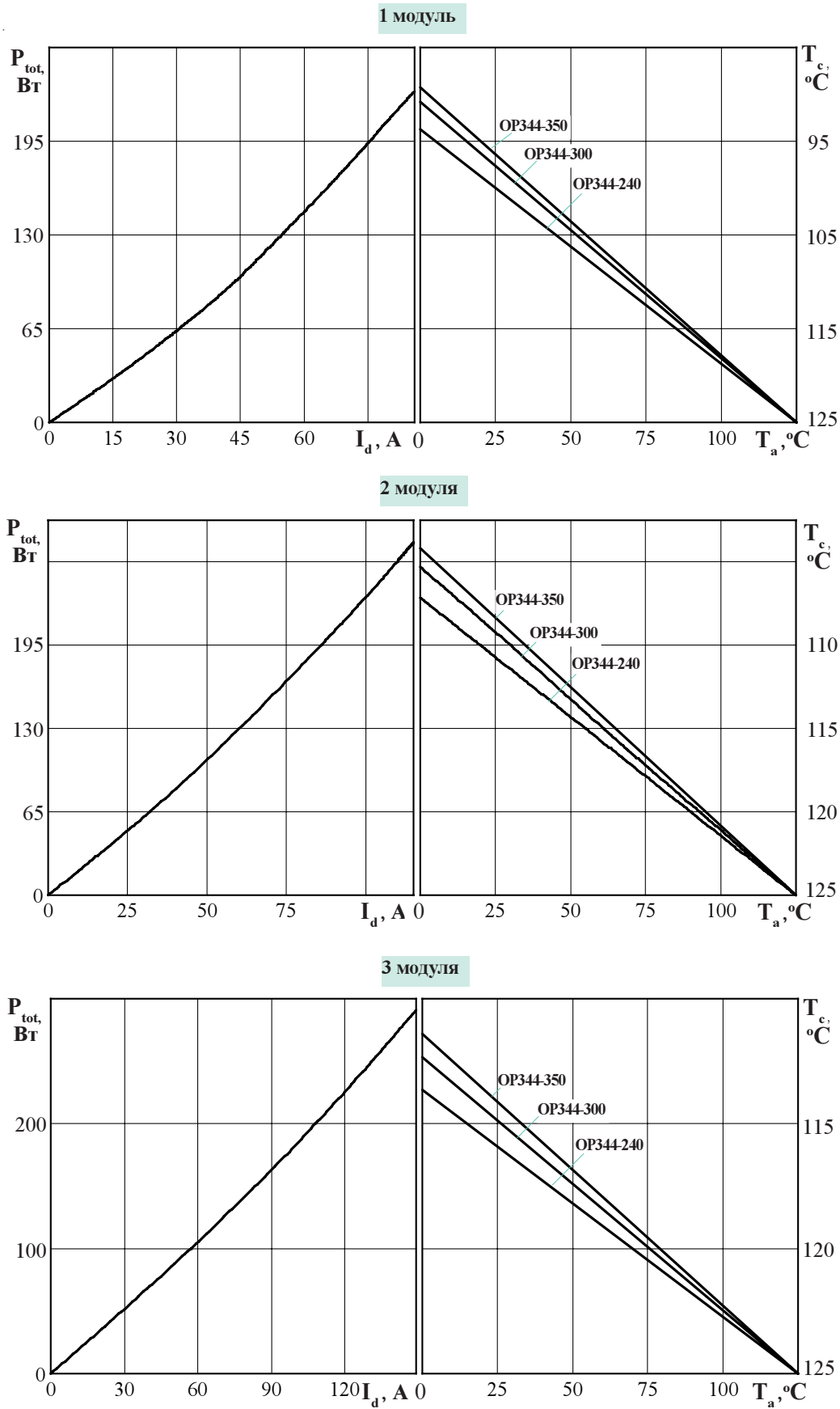
**Рисунок 17** - Зависимость времени обратного восстановления  $t_{rr}$  от температуры структуры  $T_j$  при  $U_R = 100\text{ В}$ ;  $I_T = I_{TAVM}$ ;  $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$ .  
 1- МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125, МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125  
 2- МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160, МТТ8/3-160, МТД8/3-160, МДТ8/3-160



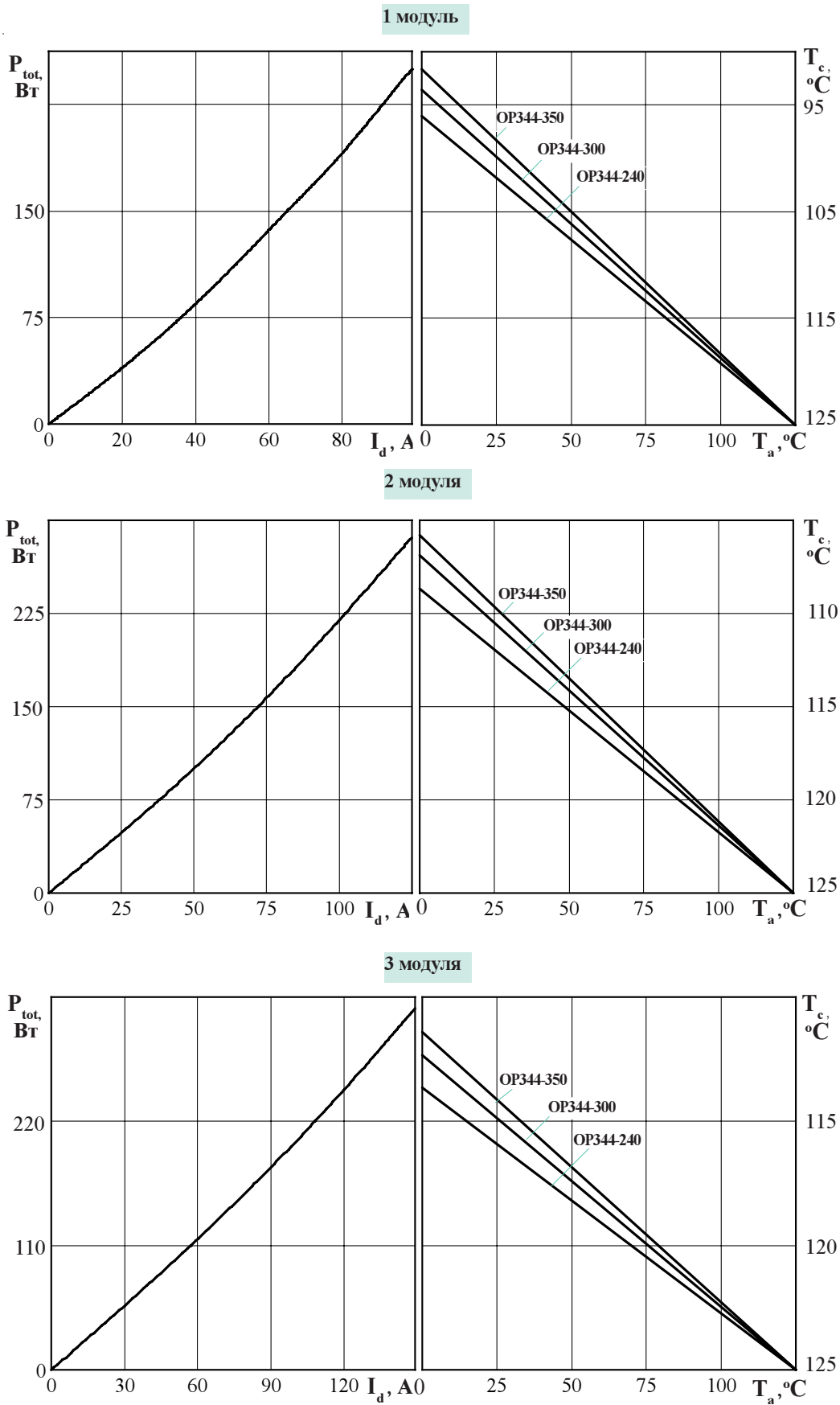
**Рисунок 18** - Зависимость заряда восстановления  $Q_{rr}$  от амплитуды тока в открытом состоянии  $I_T$  при  $T_{jm} = 125^\circ\text{C}$ ;  $U_R = 100\text{ В}$ ;  $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$ .  
 1- МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125, МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125  
 2- МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160, МТТ8/3-160, МТД8/3-160, МДТ8/3-160



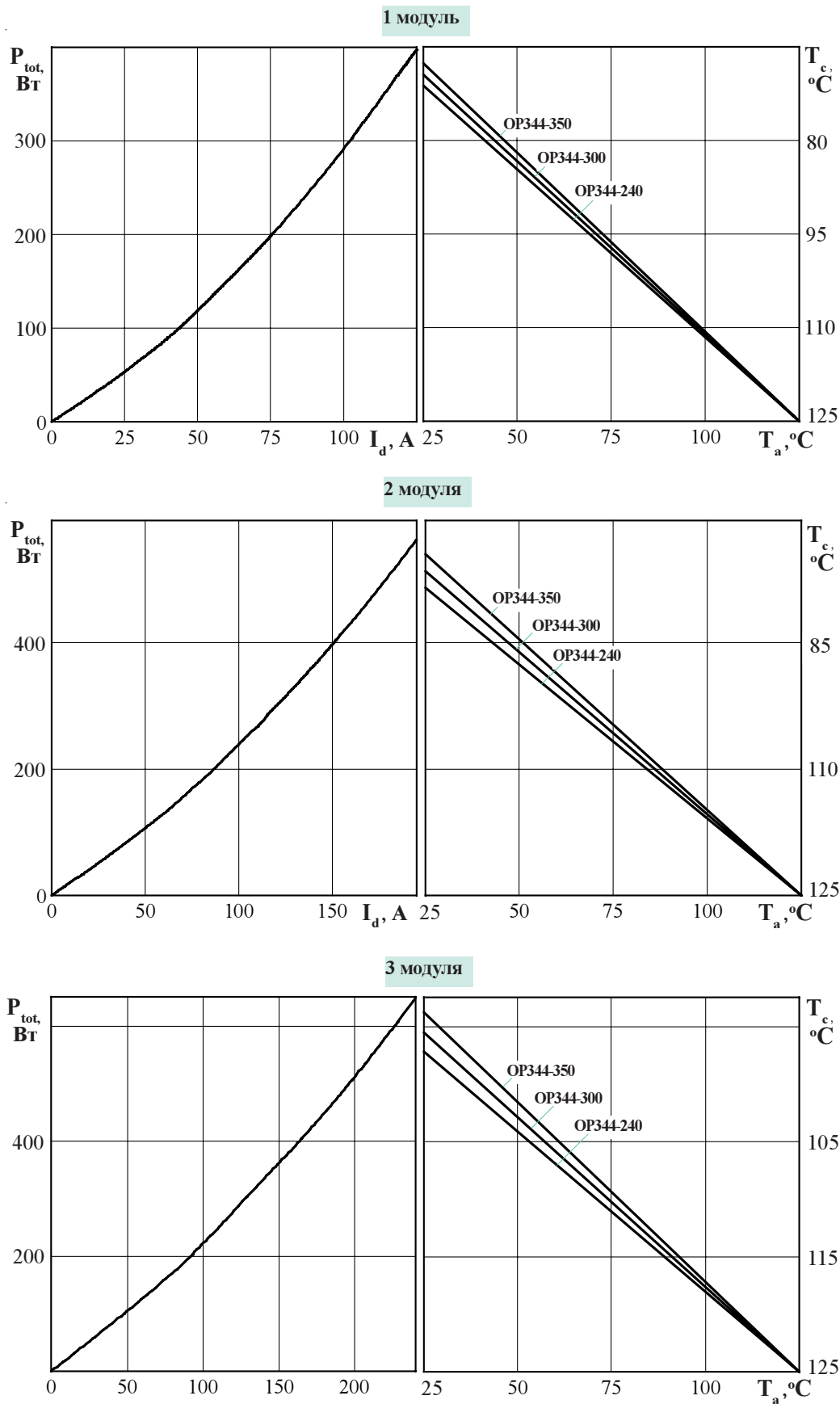
**Рисунок 19** - Зависимость времени обратного восстановления  $t_{rr}$  от амплитуды тока в открытом состоянии  $I_T$  при  $T_{jm} = 125^\circ\text{C}$ ;  $U_R = 100\text{ В}$ ;  $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$ .  
 1- МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125, МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125  
 2- МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160, МТТ8/3-160, МТД8/3-160, МДТ8/3-160



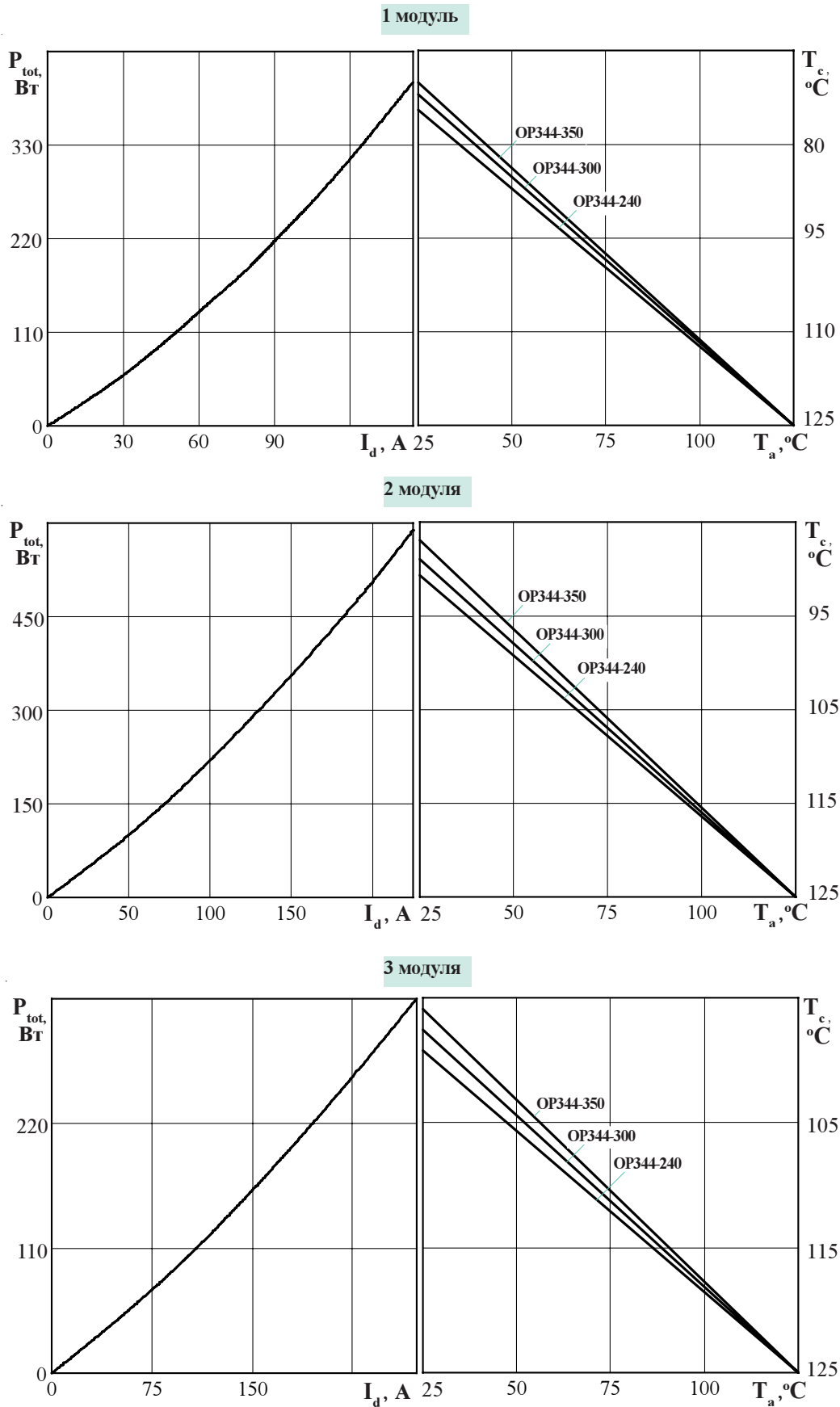
**Рисунок 20.1** - Зависимость допустимой суммарной рассеиваемой мощности  $P_{tot}$  и допустимого выпрямленного тока  $I_d$  при эксплуатации одного, двух и трех модулей МТТ6/3-125, МТТ8/3-125 на охладителях от температуры окружающей среды  $T_a$  и температуры корпуса  $T_c$  при естественном охлаждении



**Рисунок 20.2** - Зависимость допустимой суммарной рассеиваемой мощности  $P_{tot}$  и допустимого выпрямленного тока  $I_d$  при эксплуатации одного, двух и трех модулей МТТ6/3-160, МТТ8/3-160 на охладителях от температуры окружающей среды  $T_a$  и температуры корпуса  $T_c$  при естественном охлаждении



**Рисунок 21.1** - Зависимость допустимой суммарной рассеиваемой мощности  $P_{tot}$  и допустимого выпрямленного тока  $I_d$  при эксплуатации одного, двух и трех модулей МТТ6/3-125, МТТ8/3-125 на охладителях от температуры окружающей среды  $T_a$  и температуры корпуса  $T_c$  при принудительном охлаждении со скоростью воздуха 6 м/с



**Рисунок 21.2** - Зависимость допустимой суммарной рассеиваемой мощности  $P_{tot}$  и допустимого выпрямленного тока  $I_d$  при эксплуатации одного, двух и трех модулей МТТ6/3-160, МТТ8/3-160 на охладителях от температуры окружающей среды  $T_a$  и температуры корпуса  $T_c$  при принудительном охлаждении со скоростью воздуха 6 м/с