

Модули тиристорные и комбинированные

МОДУЛИ ТИРИСТОРНЫЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ



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

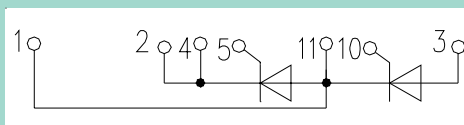
МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125
МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160

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

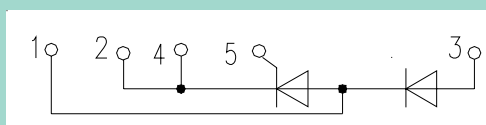
Предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока частотой до 500 Гц. Применяются в бесконтактных коммутационных и регулирующих устройствах.

Схемы внутреннего соединения полупроводниковых элементов в модулях

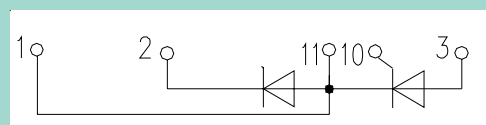
МТТ6/3-125, МТТ6/3-160
МТТ8/3-125, МТТ8/3-160



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



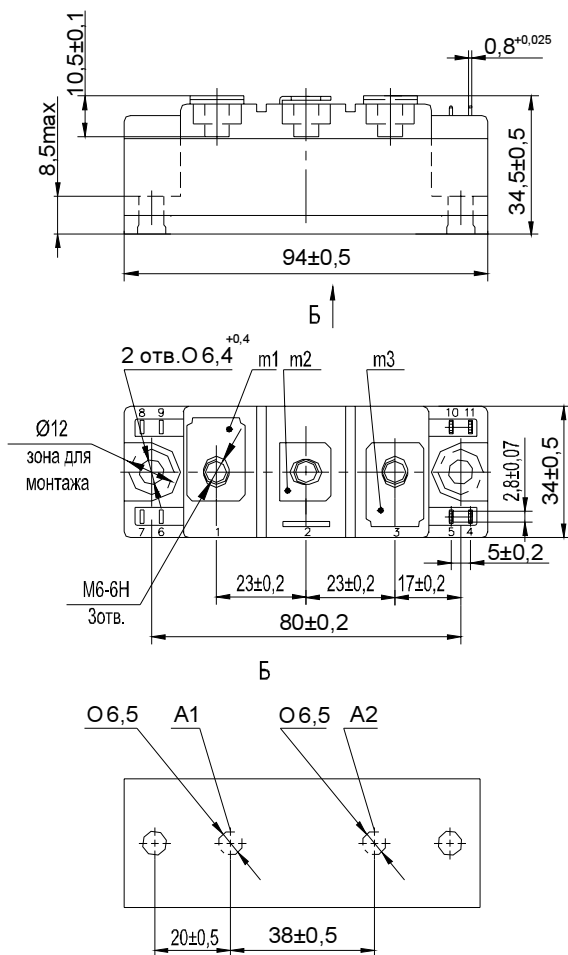
МДТ6/3-125, МДТ6/3-160
МДТ8/3-125, МДТ8/3-160



Модули тиристорные и комбинированные

Габаритно-присоединительные размеры модулей

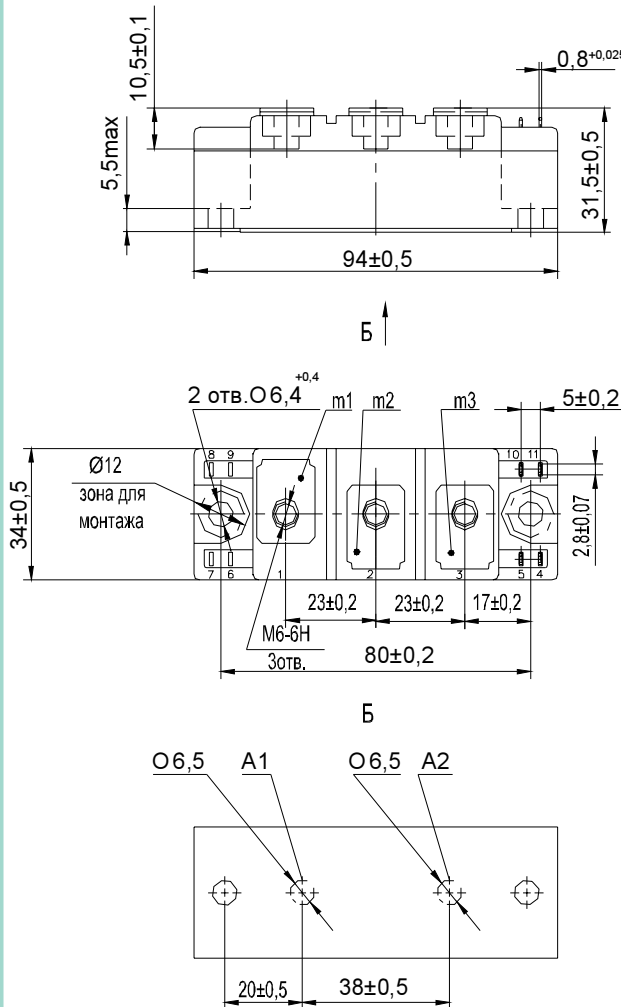
МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125
МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160



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

Модули тиристорные и комбинированные

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.

Модули тиристорные и комбинированные

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	20 50 100 200 320 500 1000		$T_{jm} = 125$ °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		$T_j = 25$ °С, $U_D = 12$ В
		4,0		$T_{jmin} =$ минус 40 °С, $U_D = 12$ В
I_{GT}	Отпирающий постоянный ток управления, мА, не более	150		$T_j = 25$ °С, $U_D = 12$ В
		300		$T_{jmin} =$ 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

Модули тиристорные и комбинированные

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
Охладитель ОР344-120				
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
Охладитель ОР344-180				
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
Охладитель ОР344-240				
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
Охладитель ОР344-300				
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
Охладитель ОР344-350				
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

Модули тиристорные и комбинированные

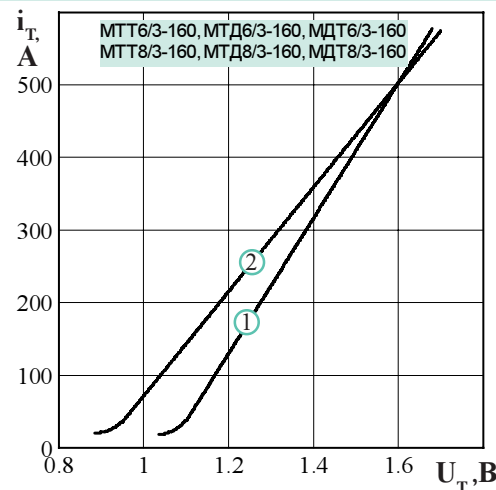
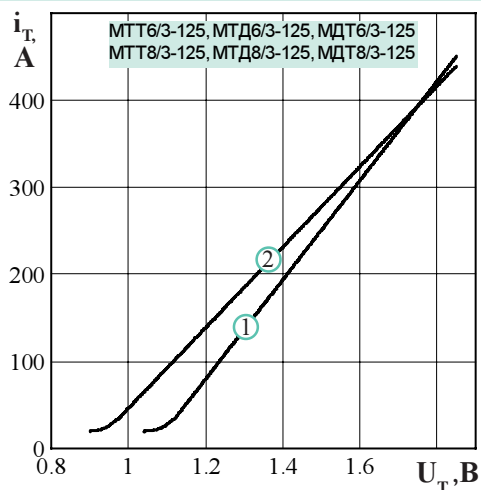


Рисунок 1 - Предельные вольтамперные характеристики в открытом состоянии при температуре $T_j = 25\text{ °C}$ (1) и максимальной температуре перехода $T_{jm} = 125\text{ °C}$ (2)

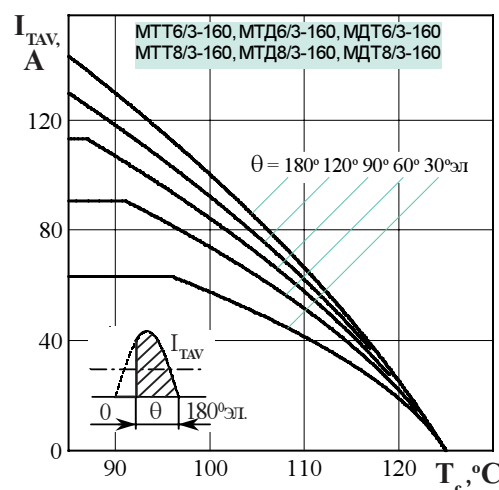
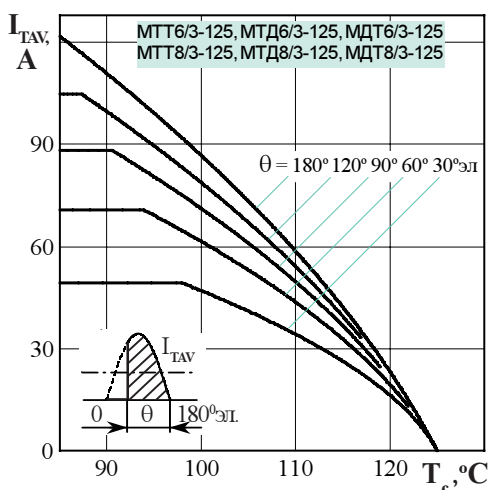


Рисунок 2 - Зависимость допустимого среднего тока синусоидальной формы I_{TAV} в открытом состоянии частотой 50 Гц от температуры корпуса T_c при различных углах проводимости

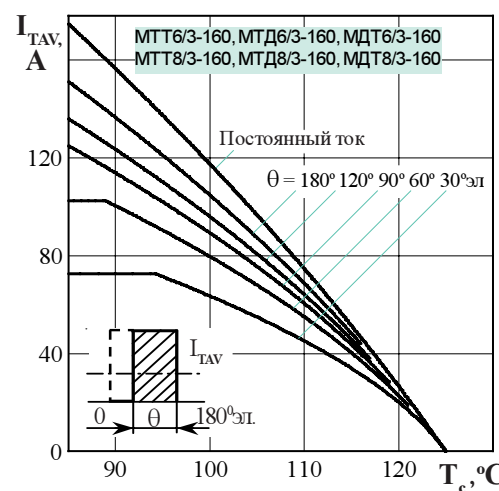
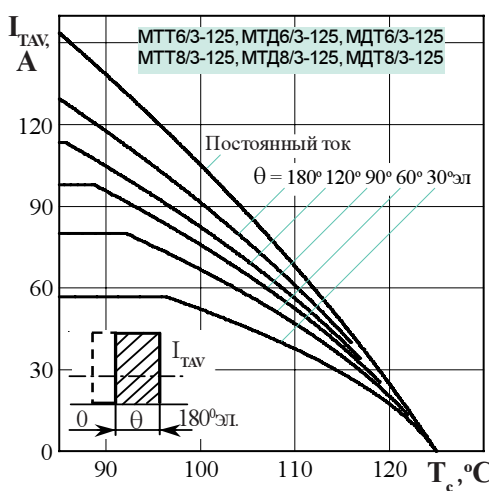


Рисунок 3 - Зависимость допустимого среднего тока I_{TAV} прямоугольной формы в открытом состоянии частотой 50 Гц и постоянного тока от температуры корпуса T_c при различных углах проводимости

Модули тиристорные и комбинированные

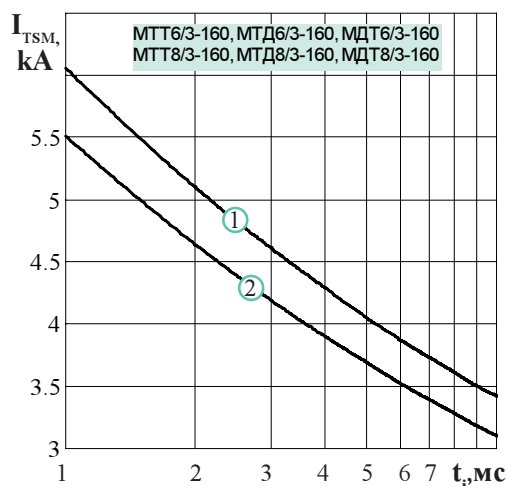
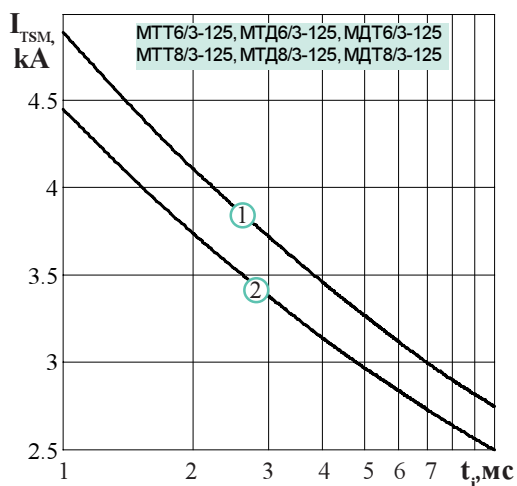


Рисунок 4 - Зависимость допустимой амплитуды ударного тока в открытом состоянии I_{TSM} от длительности импульса тока t_p при температуре $T_j = 25\text{ °C}$ (1) и максимальной температуре перехода $T_{jm} = 125\text{ °C}$ (2)

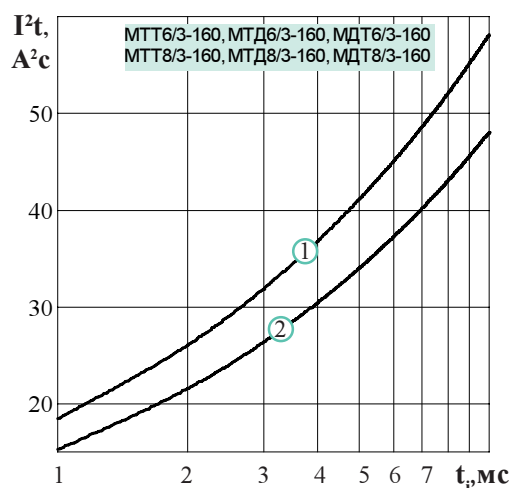
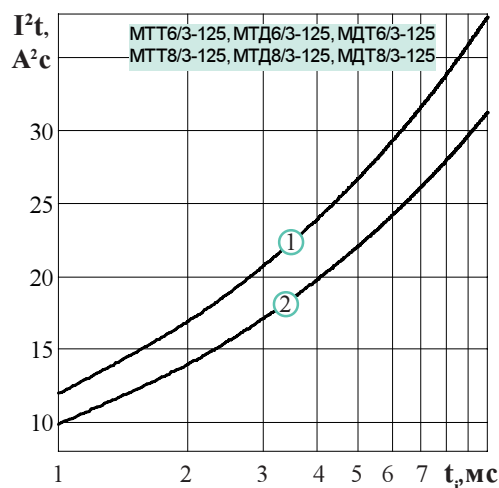


Рисунок 5 - Зависимость защитного показателя I^2t от длительности импульса тока t_p при температуре $T_j = 25\text{ °C}$ (1) и максимальной температуре перехода $T_{jm} = 125\text{ °C}$ (2)

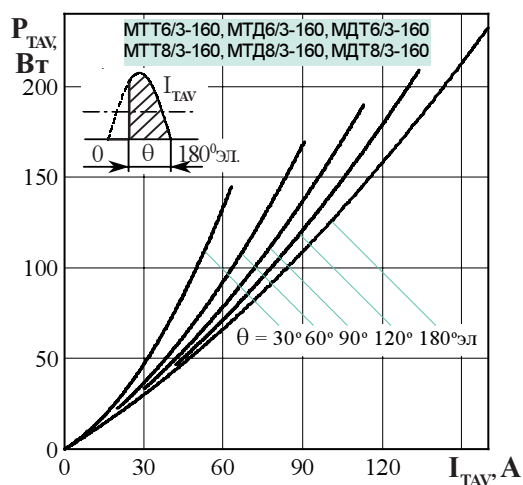
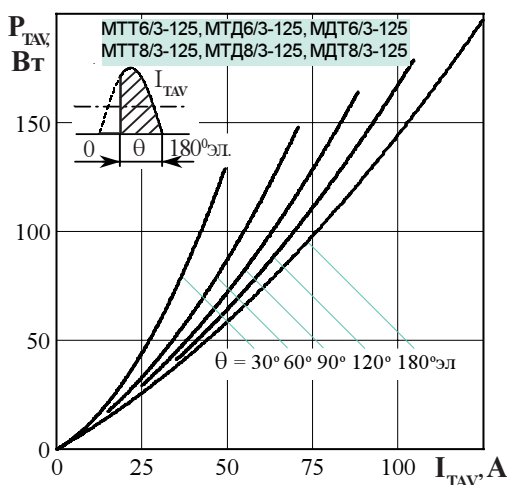


Рисунок 6 - Зависимость средней рассеиваемой мощности P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} синусоидальной формы частотой $f = 50\text{ Гц}$ при различных углах проводимости

Модули тиристорные и комбинированные

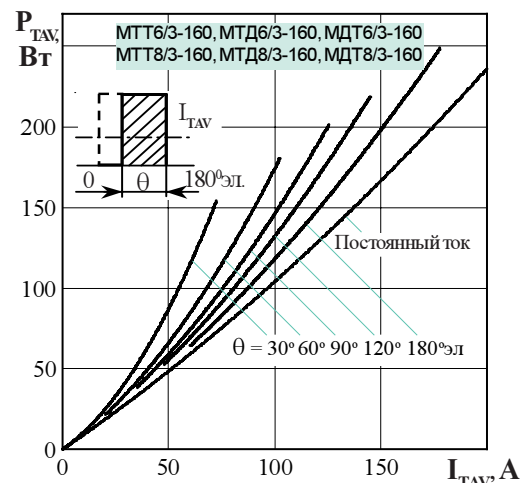
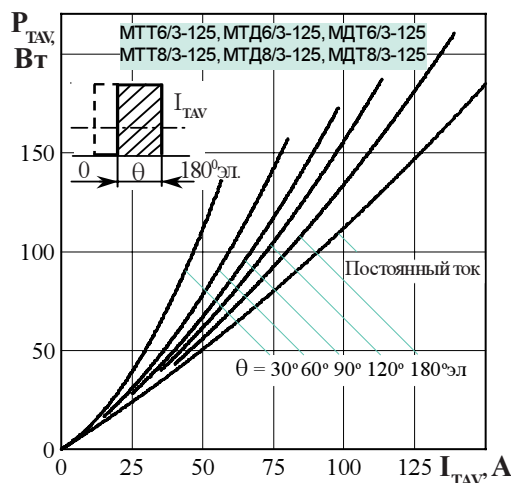


Рисунок 7 - Зависимость средней рассеиваемой мощности P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} прямоугольной формы частотой $f = 50$ Гц и постоянного тока при различных углах проводимости

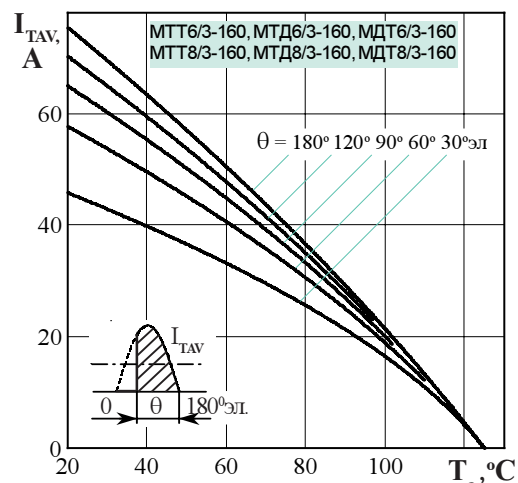
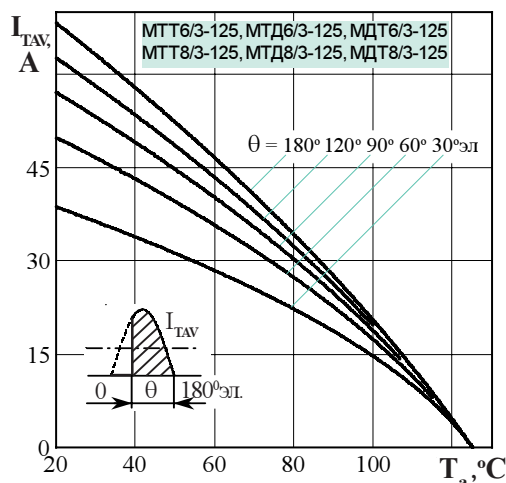


Рисунок 8.1 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении на охладителе **ОР344-240** при различных углах проводимости для токов синусоидальной формы частотой $f = 50$ Гц

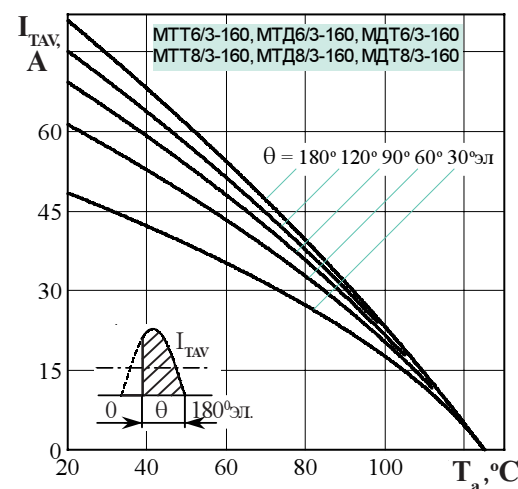
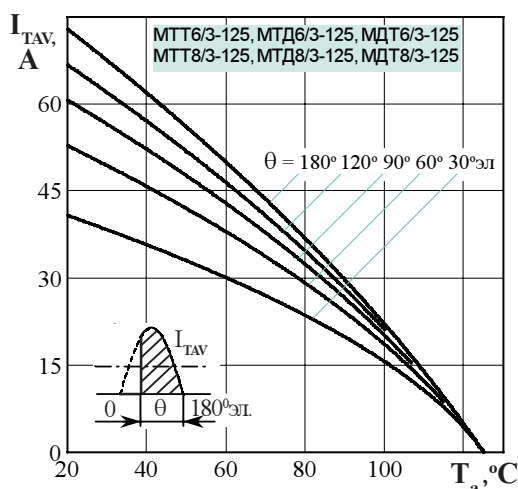


Рисунок 8.2 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении на охладителе **ОР344-300** при различных углах проводимости для токов синусоидальной формы частотой $f = 50$ Гц

Модули тиристорные и комбинированные

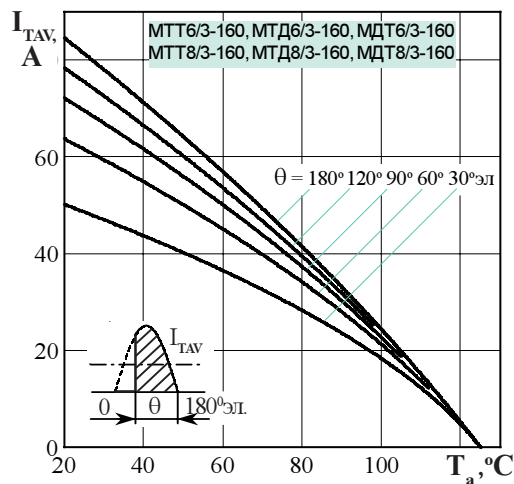
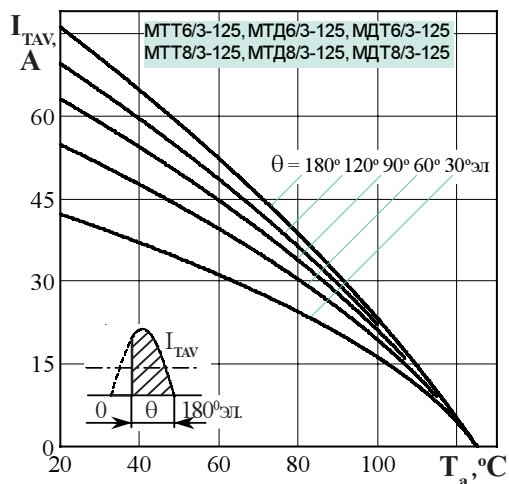


Рисунок 8.3 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении на охладителе **ОР344-350** при различных углах проводимости для токов синусоидальной формы частотой $f = 50$ Гц

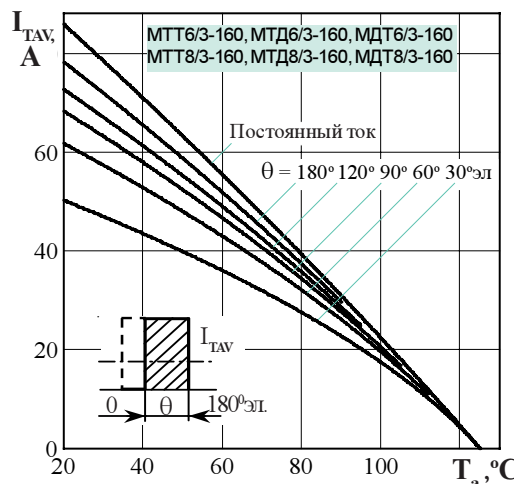
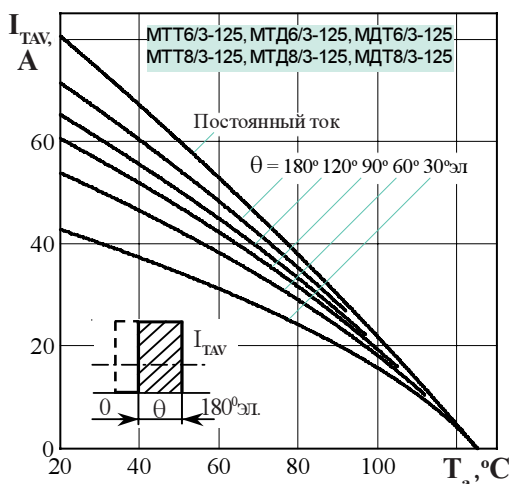


Рисунок 9.1 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении на охладителе **ОР344-240** при различных углах проводимости для токов прямоугольной формы частотой $f = 50$ Гц и постоянного тока

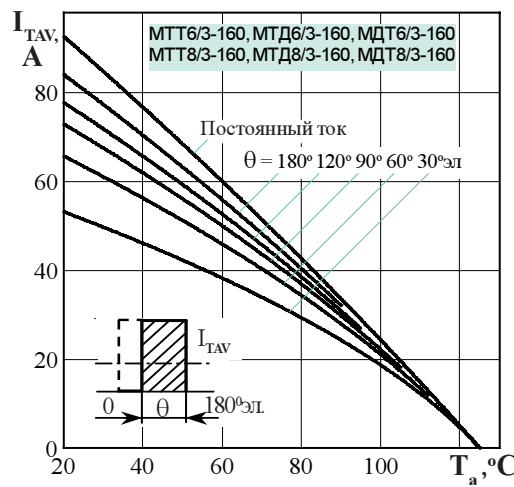
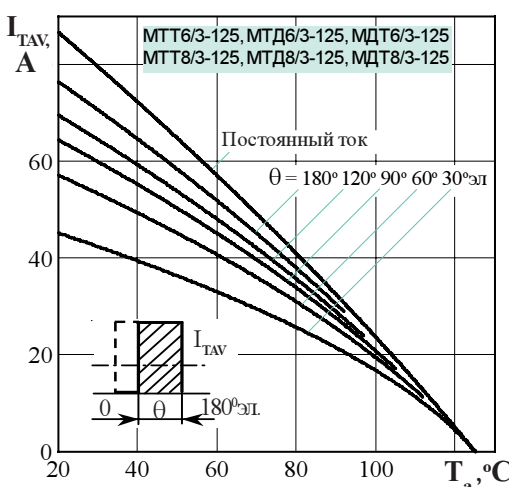


Рисунок 9.2 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении на охладителе **ОР344-300** при различных углах проводимости для токов прямоугольной формы частотой $f = 50$ Гц и постоянного тока

Модули тиристорные и комбинированные

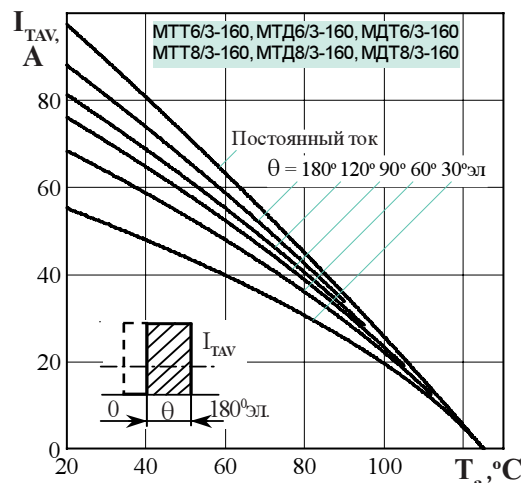
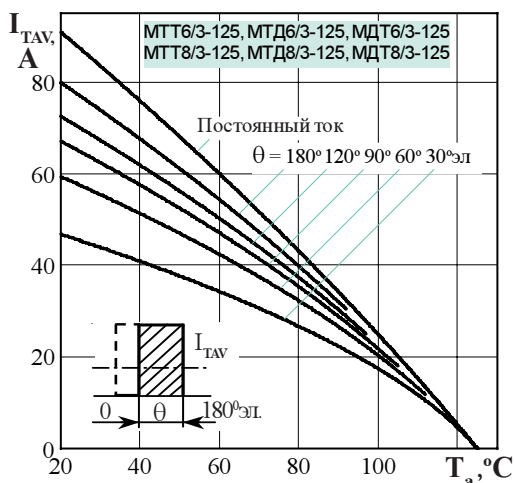


Рисунок 9.3 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении на охладителе **ОР344-350** при различных углах проводимости для токов прямоугольной формы частотой $f = 50$ Гц и постоянного тока

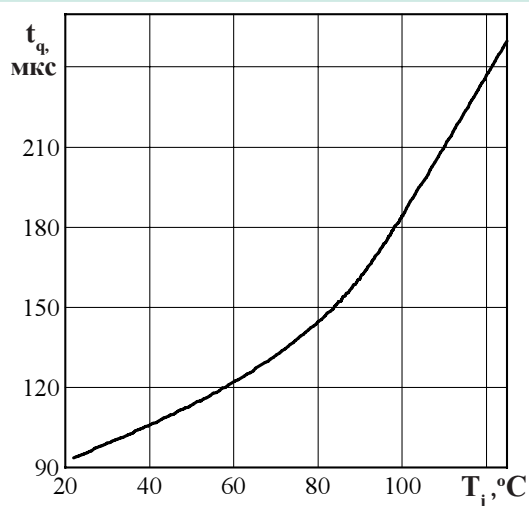


Рисунок 10 - Зависимость времени выключения t_q от температуры структуры T_j при $I_T = I_{T(AV)}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$; $U_R = 100$ В; $(di/dt)_f = 5$ А/мкс; $dU_D/dt = 50$ В/мкс

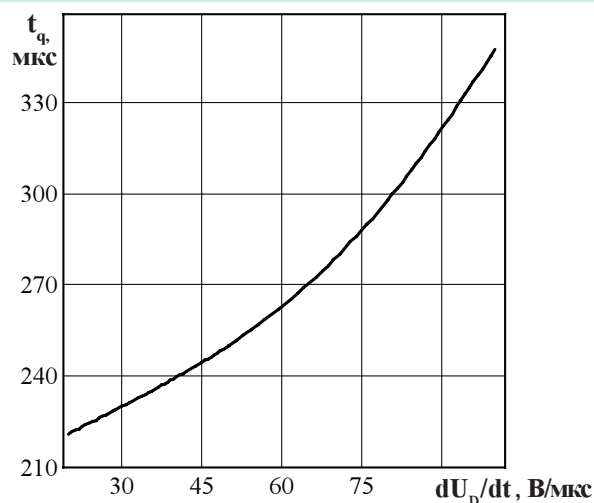


Рисунок 11 - Зависимость времени выключения t_q от скорости нарастания напряжения в закрытом состоянии dU_D/dt при $T_{jm} = 125$ °С; $I_T = I_{T(AV)}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$; $U_R = 100$ В; $(di/dt)_f = 5$ А/мкс

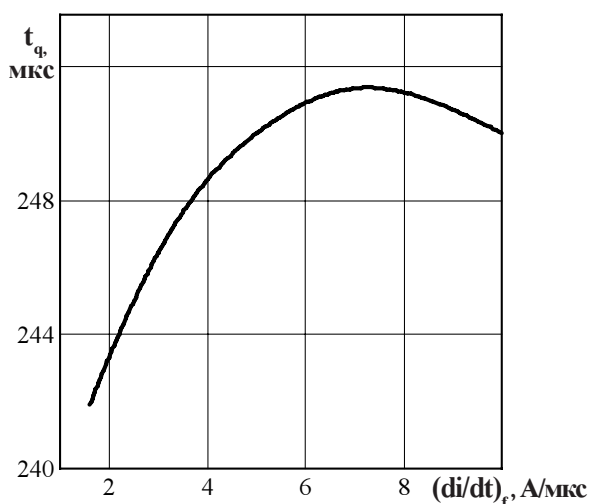


Рисунок 12 - Зависимость времени выключения t_q от скорости спада тока в открытом состоянии $(di/dt)_f$ при $T_{jm} = 125$ °С; $I_T = I_{T(AV)}$; $U_R = 100$ В; $dU_D/dt = 50$ В/мкс; $U_D = 0,67 U_{DRM}$

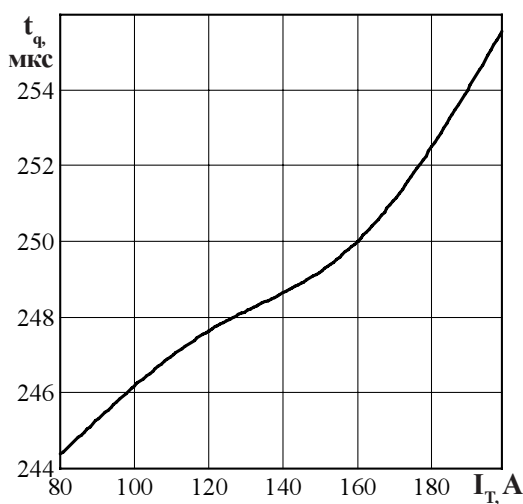


Рисунок 13 - Зависимость времени выключения t_q от амплитуды тока в открытом состоянии I_T при $T_{jm} = 125$ °С; $U_R = 100$ В; $(di/dt)_f = 5$ А/мкс; $dU_D/dt = 50$ В/мкс; $U_D = 0,67 U_{DRM}$

Модули тиристорные и комбинированные

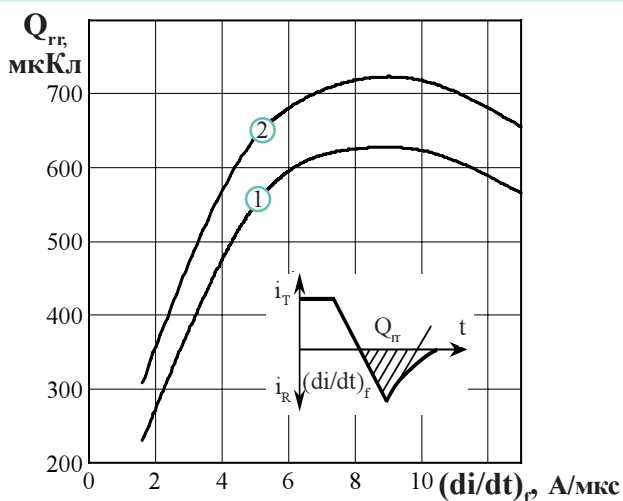


Рисунок 14 - Зависимость заряда восстановления Q_{rr} от скорости спада тока $(di/dt)_f$ в открытом состоянии при $T_{jm} = 125^\circ\text{C}$, $U_R = 100\text{ В}$; $I_T = I_{TAVM}$.
 1- МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125, МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125
 2- МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160, МТТ8/3-160,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

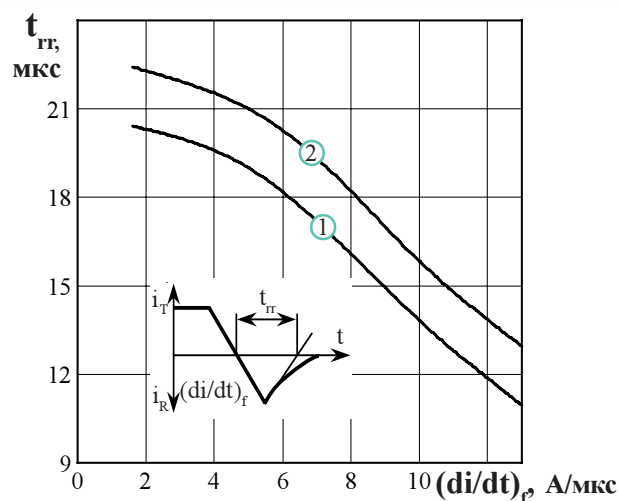


Рисунок 15 - Зависимость времени обратного восстановления t_{rr} от скорости спада тока $(di/dt)_f$ в открытом состоянии при $T_{jm} = 125^\circ\text{C}$, $U_R = 100\text{ В}$; $I_T = I_{TAVM}$.
 1- МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125, МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125
 2- МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160,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

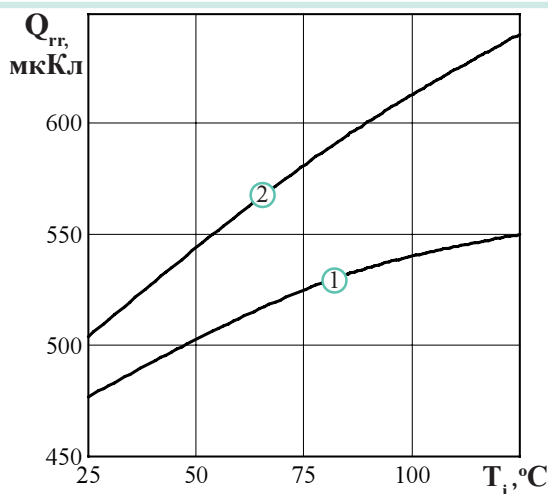


Рисунок 16 - Зависимость заряда восстановления Q_{rr} от температуры структуры T_j при $U_R = 100\text{ В}$; $I_T = I_{TAVM}$; $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$.
 1- МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125, МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125
 2- МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160, МТТ8/3-160, МТД8/3-160, МДТ8/3-160

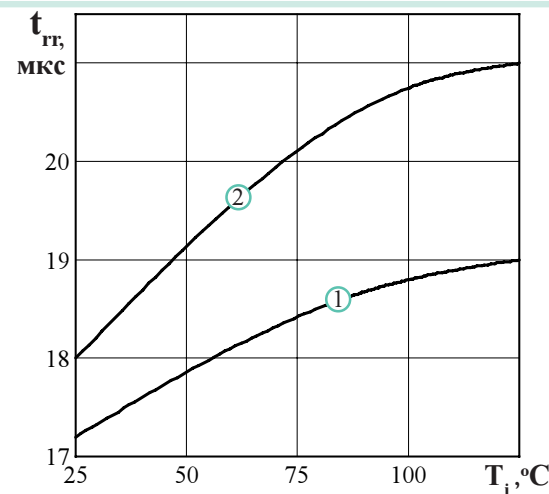


Рисунок 17 - Зависимость времени обратного восстановления t_{rr} от температуры структуры T_j при $U_R = 100\text{ В}$; $I_T = I_{TAVM}$; $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$.
 1- МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125, МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125
 2- МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160, МТТ8/3-160, МТД8/3-160,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

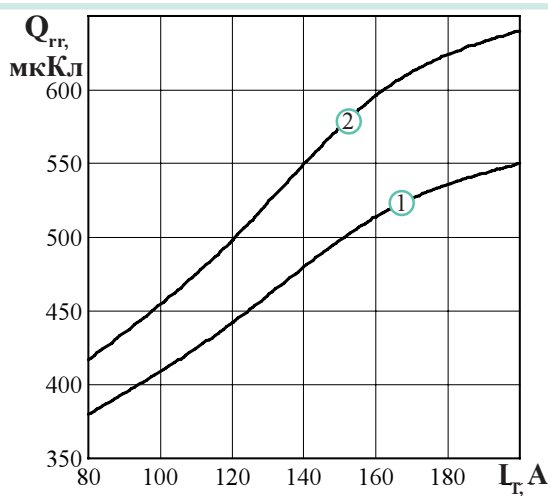


Рисунок 18 - Зависимость заряда восстановления Q_{rr} от амплитуды тока в открытом состоянии I_T при $T_{jm} = 125^\circ\text{C}$; $U_R = 100\text{ В}$; $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$.
 1- МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125, МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125
 2- МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160, МТТ8/3-160,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

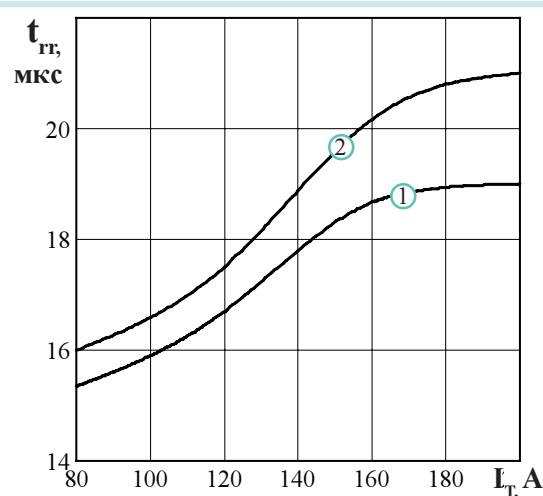


Рисунок 19 - Зависимость времени обратного восстановления t_{rr} от амплитуды тока в открытом состоянии I_T при $T_{jm} = 125^\circ\text{C}$; $U_R = 100\text{ В}$; $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$.
 1- МТТ6/3-125, МТД6/3-125, МДТ6/3-125, МТТ8/3-125, МТД8/3-125, МДТ8/3-125
 2- МТТ6/3-160, МТД6/3-160, МДТ6/3-160,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

Модули тиристорные и комбинированные

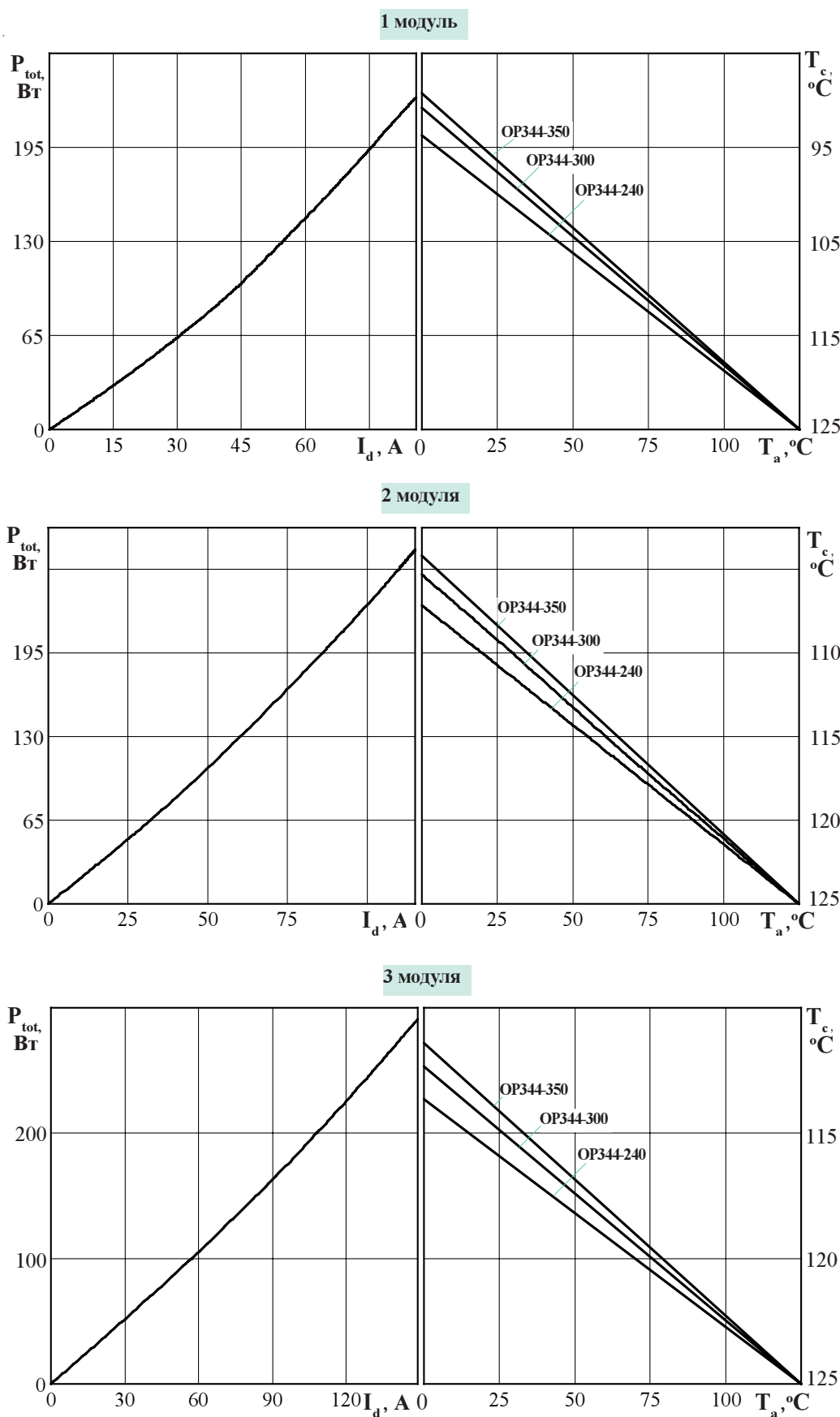


Рисунок 20.1 - Зависимость допустимой суммарной рассеиваемой мощности P_{tot} и допустимого выпрямленного тока I_d при эксплуатации одного, двух и трех модулей МТТ6/3-125, МТТ8/3-125 на охладителях от температуры окружающей среды T_a и температуры корпуса T_c при естественном охлаждении

Модули тиристорные и комбинированные

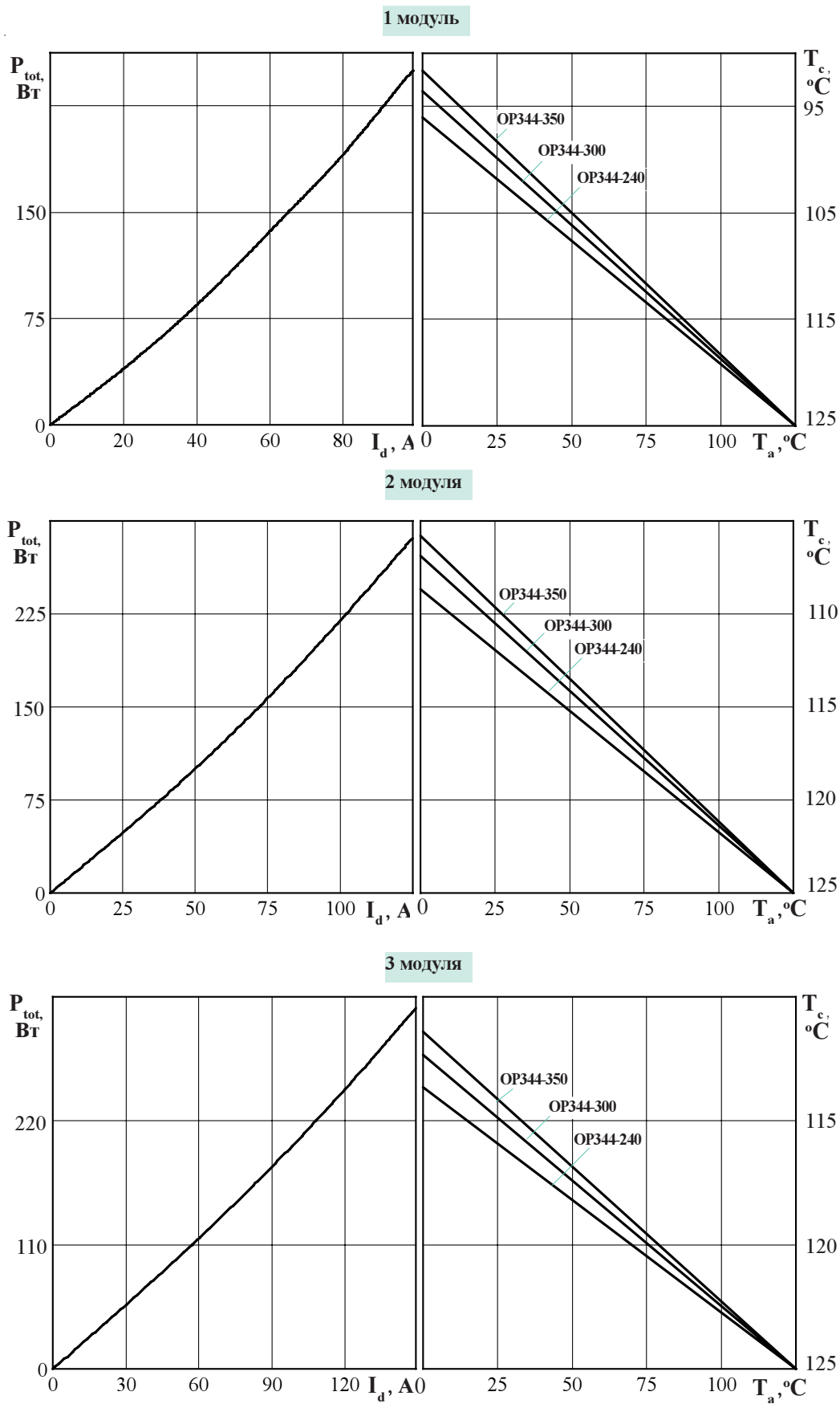


Рисунок 20.2 - Зависимость допустимой суммарной рассеиваемой мощности P_{tot} и допустимого выпрямленного тока I_d при эксплуатации одного, двух и трех модулей МТТ6/3-160, МТТ8/3-160 на охладителях от температуры окружающей среды T_a и температуры корпуса T_c при естественном охлаждении

Модули тиристорные и комбинированные

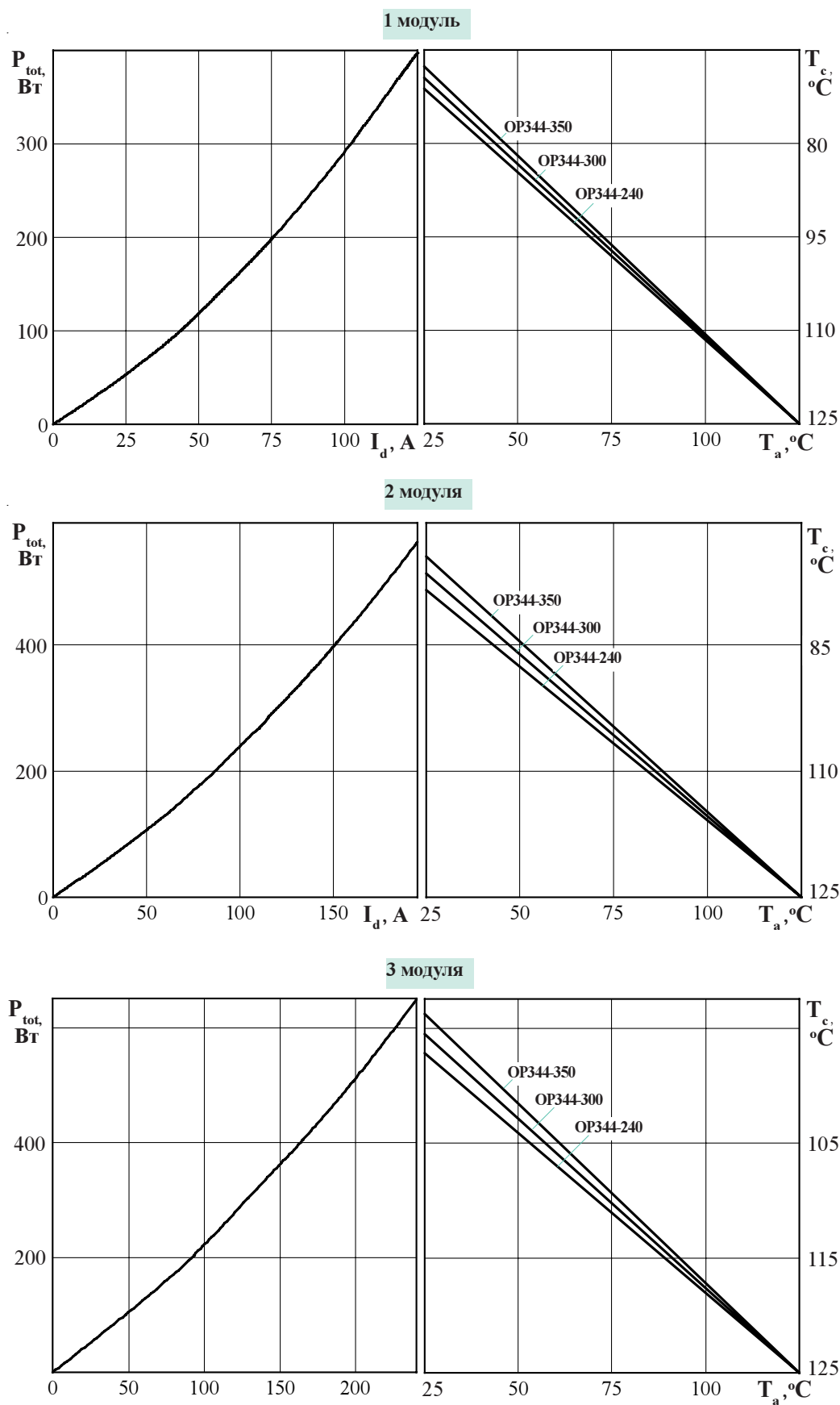


Рисунок 21.1 - Зависимость допустимой суммарной рассеиваемой мощности P_{tot} и допустимого выпрямленного тока I_d при эксплуатации одного, двух и трех модулей МТТ6/3-125, МТТ8/3-125 на охладителях от температуры окружающей среды T_a и температуры корпуса T_c при принудительном охлаждении со скоростью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

Модули тиристорные и комбинированные

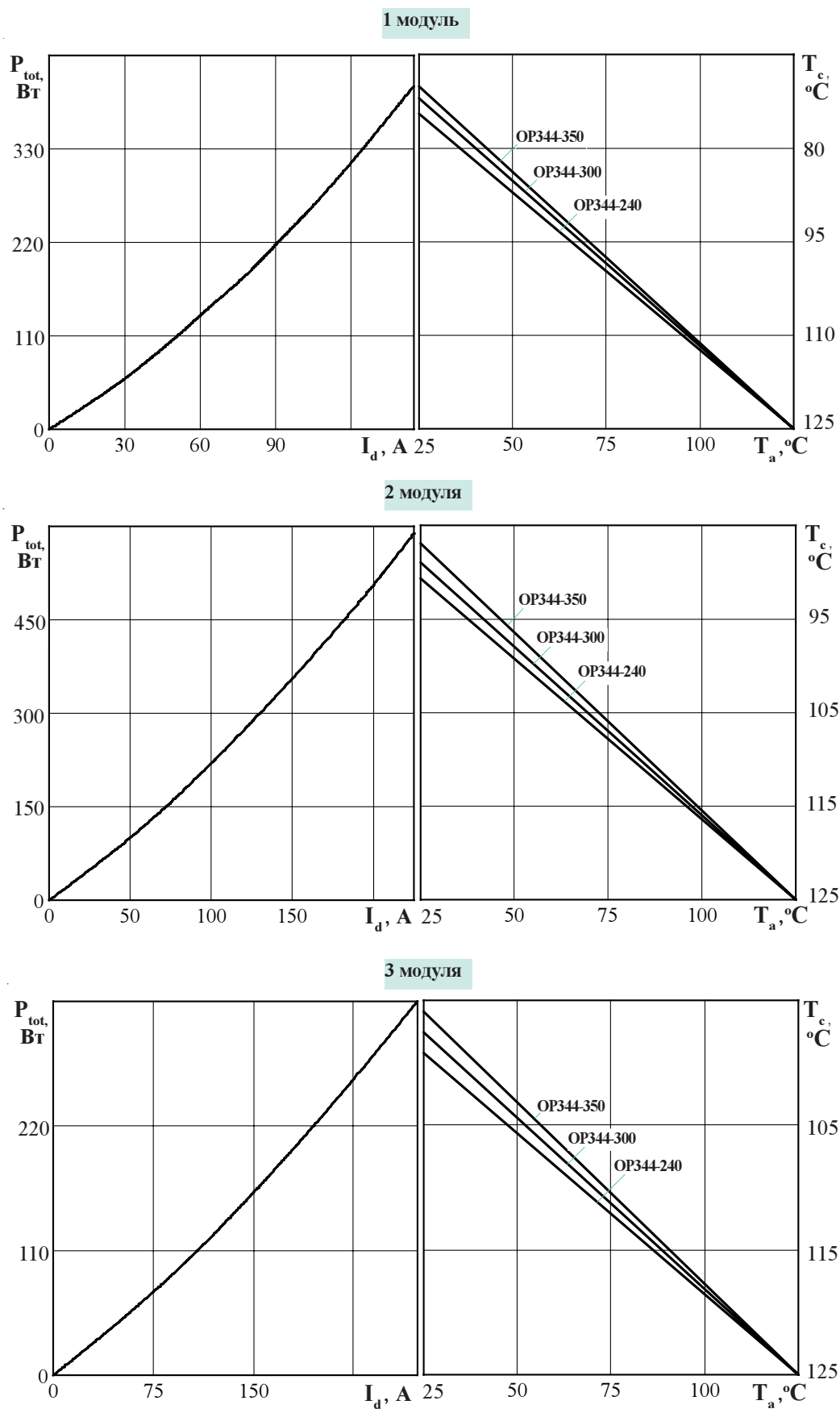


Рисунок 21.2 - Зависимость допустимой суммарной рассеиваемой мощности P_{tot} и допустимого выпрямленного тока I_d при эксплуатации одного, двух и трех модулей МТТ6/3-160, МТТ8/3-160 на охладителях от температуры окружающей среды T_a и температуры корпуса T_c при принудительном охлаждении со скоростью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