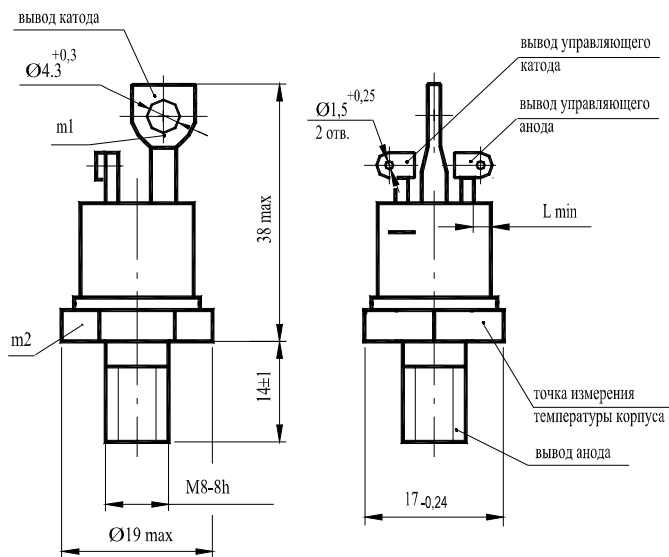


# ОПТОТИРИСТОРЫ ТО132-25, ТО132-40

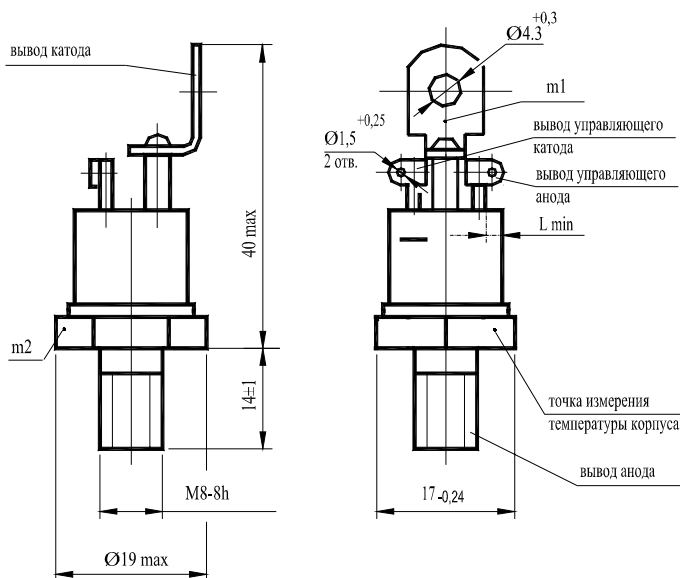


## Конструкция оптотиристоров

Вариант I



Вариант II



m1, m2 - контрольные точки измерения импульсного напряжения в открытом состоянии;  
 $L_{\min} = 2,26$  мм - длина пути для тока утечки между выводом анода и выводом управляющего электрода, расстояние по воздуху между этими выводами.

## Механические параметры

Наименование, единица измерения	Тип оптотиристора	
	ТО132-25	ТО132-40
Масса оптотиристора, г, не более	25,5	
Растягивающая сила, Н	для вывода катода	$39,2 \pm 4,0$
	для выводов управляющего электрода	$9,8 \pm 0,1$
Крутящий момент, Нм	для вывода анода	$5,6 \pm 0,6$

### Параметры закрытого состояния

Обозначение параметра	Наименование, единица измерения	Тип оптотиристора		Условия установления норм на параметры
		TO132-25	TO132-40	
$U_{DRM}$ , $U_{RRM}$	Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и повторяющееся импульсное обратное напряжение, В, для класса:			$T_{jm} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Импульс напряжения синусоидальный, однополупериодный, $t_1 = 10\text{ мс}$ , $f = 50\text{ Гц}$
		2	200	
		4	400	
		5	500	
		6	600	
		8	800	
		9	900	
		10	1000	
		11	1100	
		12	1200	
$U_{DSM}$ , $U_{RSM}$	Неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и неповторяющееся импульсное обратное напряжение, В, для класса:			$T_{jm} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Импульс напряжения синусоидальный, одиночный, однополупериодный, $t_1 = 10\text{ мс}$
		2	225	
		4	450	
		5	560	
		6	670	
		8	900	
		9	1000	
		10	1100	
		11	1200	
		12	1300	
$U_D$ , $U_R$	Постоянное напряжение в закрытом состоянии и постоянное обратное напряжение, В	$0,6U_{DRM}(U_{RRM})$		$T_c = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$
$U_{DWM}$ , $U_{RWM}$	Рабочее импульсное напряжение в закрытом состоянии и рабочее импульсное обратное напряжение, В	$0,8U_{DRM}(U_{RRM})$		$T_c = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$
$(dU_D/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии, В/мкс, не менее, для группы:		не нормируется, но не менее 10	$T_{jm} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $U_D = 0,67U_{DRM}$ , $t_1 = 200\text{ мс}$
		0		
		1	20	
		2	50	
		3	100	
		4	200	
		5	320	
		6	500	
7	1000			
$I_{DRM}$ , $I_{RRM}$	Повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии и повторяющийся импульсный обратный ток, мА, не более	1,7		$T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $U_D = U_{DRM}$ , $U_R = U_{RRM}$
		3,0		$T_{jm} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $U_D = U_{DRM}$ , $U_R = U_{RRM}$

## Параметры открытого состояния

Параметр		Значение параметра		Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения	ТО132-25	ТО132-40	
$I_{TAVM}$	Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии, А	25	40	$T_c=70^\circ\text{C}$ Импульсы тока синусоидальные однополупериодные длительностью не более 10 мс частотой 50 Гц.
	Фактический максимально допустимый средний ток в открытом состоянии, А	26	42	
$I_{TRMSM}$	Максимально допустимый действующий ток в открытом состоянии, А	39	63	
$I_{TSM}$	Ударный ток в открытом состоянии, А	660	825	$T_j=25^\circ\text{C}$
		600	750	$T_{jm}=100^\circ\text{C}$ Импульс тока синусоидальный однополупериодный одиночный длительностью не более 10 мс, $U_R=0$ , $I_G=I_{GT}$ при $T_{jmin}$ .
$U_{TM}$	Импульсное напряжение в открытом состоянии, В, не более	1,85	1,75	$T_j=25^\circ\text{C}$ , $I_T=3,14I_{TAVM}$
$U_{T(ТО)}$	Пороговое напряжение в открытом состоянии, В, не более	1,1		$T_{jm}=100^\circ\text{C}$
$r_T$	Динамическое сопротивление в открытом состоянии, МОм, не более	9,5	5,1	$T_{jm}=100^\circ\text{C}$
$I_H$	Ток удержания, мА, не более	70		$T_j=25^\circ\text{C}$ , $U_D=12$ В, цепь управления разомкнута.
$I_L$	Ток включения, мА, не более	100		$T_j=25^\circ\text{C}$ , $U_D=12$ В. Режим цепи управления: импульс тока трапецидальный, $I_G=250$ мА, $t_G=50$ мс, $di_T/dt=0,5$ А/мкс. Внутреннее сопротивление источника управления не более 30 Ом.
$I_{TAV}$	Средний ток в открытом состоянии на охладителе ОР231-80 при $T_a=40^\circ\text{C}$ , А	14	16	естественное охлаждение

## Параметры гальванической развязки

Параметр		Значение параметра	Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения	ТО132-25 ТО132-40	
$U_{IG}$	Электрическая прочность изоляции между основными выводами и выводами управляющего электрода, В (действующее значение)	2000	Нормальные климатические условия. Частота испытательного напряжения 50 Гц. Время приложения испытательного напряжения не менее 60 с.
$R_{IG}$	Сопротивление изоляции между основными выводами и выводами управляющего электрода, МОм, не менее	10	Нормальные климатические условия. $U_{IG}=1000$ В. Время приложения испытательного напряжения не менее 10 с.
		1	Повышенная влажность (93%). $U_{IG}=1000$ В. Время приложения испытательного напряжения не менее 10 с.

### Параметры переключения

Обозначение параметра	Наименование, единица измерения	Тип оптотиристора		Условия установления норм на параметры
		ТО132-25	ТО132-40	
$(di_T/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии, А/мкс, не менее	100		$T_{jm} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ , $U_D = 0,67 U_{DRM}$ ; $I_T = 2I_{TAVM}$ Импульс тока синусоидальный однополупериодный частотой $f = 1-5$ Гц. Режим цепи управления: форма импульса тока - трапецеидальная; $I_G = (500 \pm 10) \text{ мА}$ ; $t_G = 50 \text{ мкс}$ ; длительность фронта 1 мкс. Внутреннее сопротивление источника управления не более 30 Ом . Время испытаний не более 10 с.
$t_{gt}$	Время включения, мкс, не более	10		$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , $U_D = 100 \text{ В}$ , $I_T = I_{TAVM}$ Режим цепи управления: форма импульса тока - трапецеидальная; $I_G = 150 \text{ мА}$ ; $t_G = 50 \text{ мкс}$ ; $di_G/dt = 0,5 \text{ А/мкс}$ Внутреннее сопротивление источника управления не более 30 Ом .
$t_{gd}$	Время задержки, мкс, не более	5		
$Q_{rr}$	Заряд обратного восстановления, мкКл, не более	46	85	$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , $I_T = I_{TAVM}$ , $(di_T/dt)_f = 5 \text{ А/мкс}$ , $U_R = 100 \text{ В}$
$I_{rrm}$	Импульсный обратный ток восстановления, А, не более	20,0	26,1	
$t_{rr}$	Время обратного восстановления, мкс, не более	4,6	6,5	
$t_q$	Время выключения, мкс, не более	160		$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , $I_T = I_{TAVM}$ , $U_D = 0,67U_{DRM}$ , $di_T/dt = 5 \text{ А/мкс}$ , $U_R = 100 \text{ В}$ , $t_{i \min} = 500 \text{ мкс}$ , $dU_D/dt = (dU_D/dt)_{crit}$

### Параметры управления

Обозначение параметра	Наименование, единица измерения	Тип оптотиристора		Условия установления норм на параметры
		ТО132-25	ТО132-40	
$U_{GT}$	Отпирающее постоянное напряжение управления, В, не более (для приборов с индексом "А")	1,8		$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , $U_D = 12 \text{ В}$
$I_{GT}$	Отпирающий постоянный ток управления, мА, не более (для приборов с индексом "А")	80		$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , $U_D = 12 \text{ В}$
$I_{GT \max}$	Максимально допустимый постоянный ток управления, мА (для приборов с индексом "А")	100		$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , $U_D = 12 \text{ В}$
$U_{GTM}$	Отпирающее импульсное напряжение управления, В, не более	2,5		$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$
		3,0		$T_j = \text{минус } 50 \text{ }^\circ\text{C}$
$I_{GTM}$	Отпирающий импульсный ток управления, мА, не более	150		$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , $t_i = 100 \text{ мкс}$
		300		$T_j = \text{минус } 50 \text{ }^\circ\text{C}$ , $t_i = 100 \text{ мкс}$
$I_{GTM \max}$	Максимально допустимый импульсный ток управления, мА	700		$t_i = 100 \text{ мкс}$ , скважность $k = 10$
$U_{GD}$	Неотпирающее постоянное напряжение управления, В, не менее	0,9		$T_j = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ , $U_D = 0,67U_{DRM}$
$I_{GD}$	Неотпирающий постоянный ток управления, мА, не менее	3,0		$T_j = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ , $U_D = 0,67U_{DRM}$

## Тепловые параметры

Параметр		Значение параметра		Условия установления норм на параметры
		ТО132-25	ТО132-40	
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения			
$T_{jm}$	Максимально допустимая температура перехода, °C	100		
$T_{jmin}$	Минимально допустимая температура перехода, °C	минус 50		
$T_{stgm}$	Максимально допустимая температура хранения, °C	50 для исполнения У2 60 для исполнения Т3 и ОМ2.1		
$T_{stgmin}$	Минимально допустимая температура хранения, °C	минус 50 минус 10 для исполнения Т3		
$R_{thjc}$	Тепловое сопротивление переход-корпус, °C/Вт, не более	0,7	0,47	Постоянный ток
$R_{thch}$	Тепловое сопротивление корпус-охладитель, °C/Вт, не более	0,2		
$R_{thja}$	Тепловое сопротивление переход-среда с охладителем ОР231-80, °C/Вт, не более	3,02	2,79	естественное охлаждение

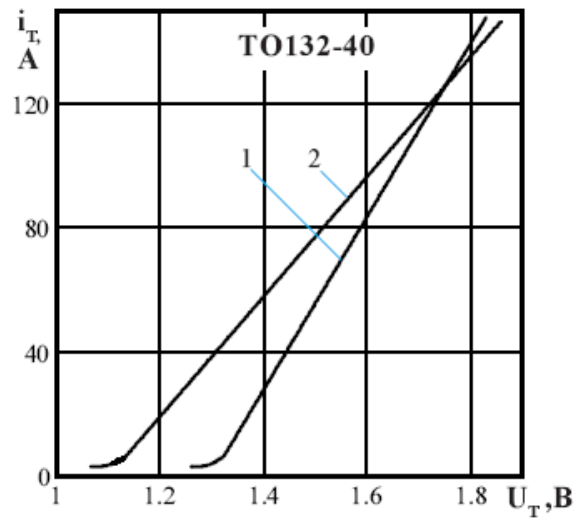
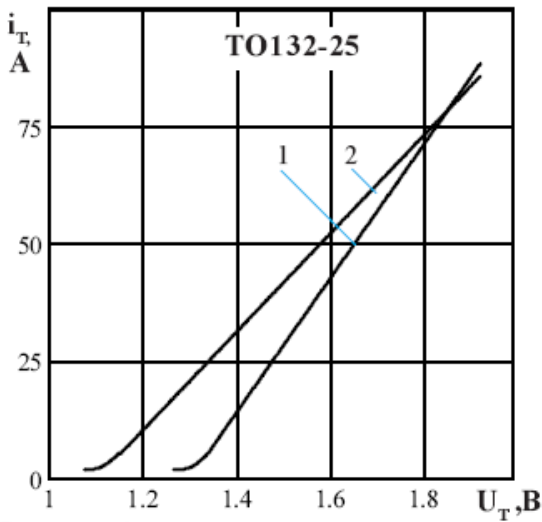


Рисунок 1 - Предельная вольтамперная характеристика в открытом состоянии при температуре перехода 25 °C (1) и максимальной температуре перехода  $T_{jm}$  (2)  $I_T = 3,14I_{TAVM}$

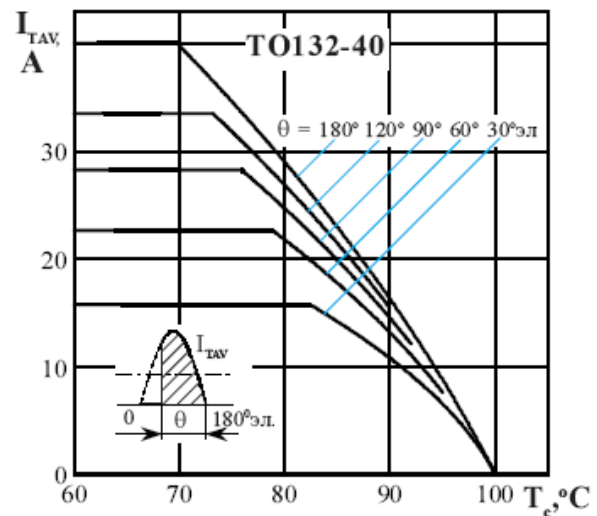
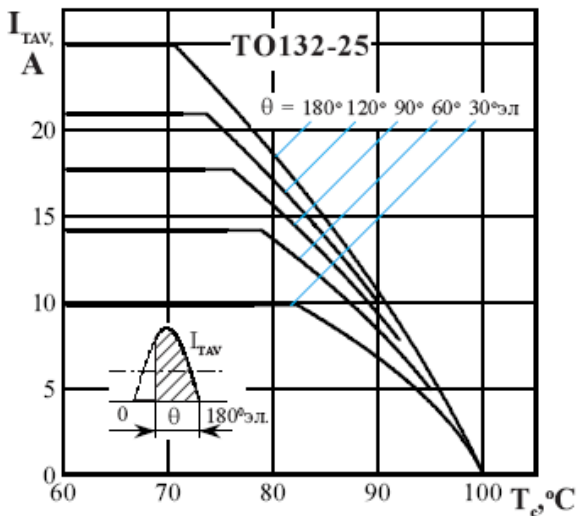


Рисунок 2 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры корпуса  $T_c$  для токов синусоидальной формы частотой  $f = 50$  Гц

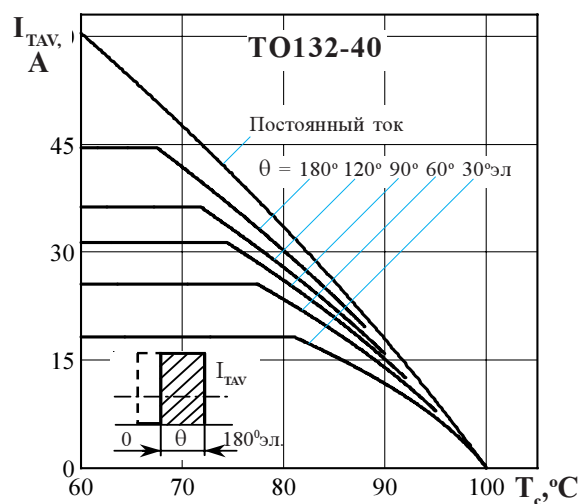
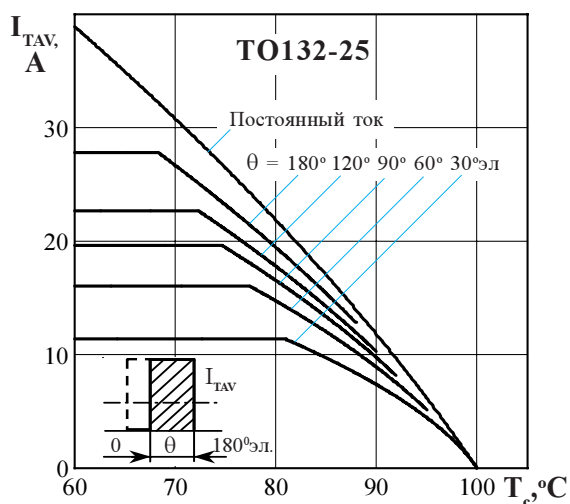


Рисунок 3 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры корпуса  $T_c$  для токов прямоугольной формы частотой  $f = 50$  Гц и постоянного тока

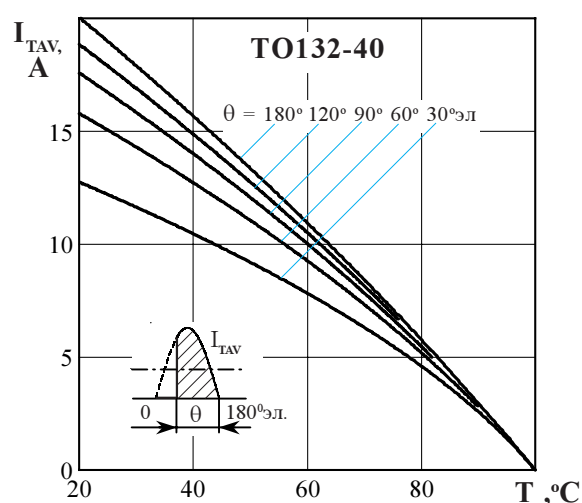
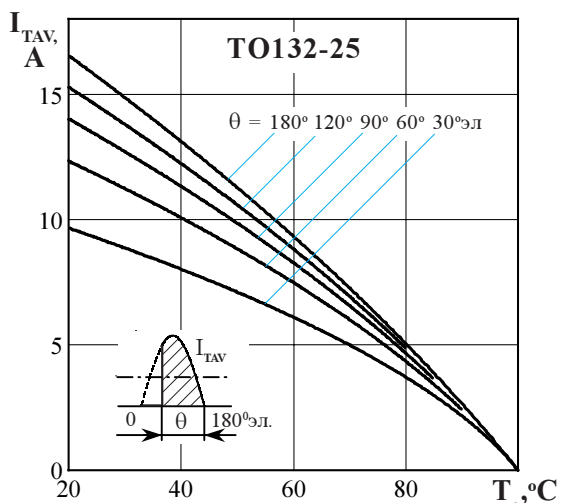


Рисунок 4 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры окружающей среды  $T_a$  при естественном охлаждении на типовом охладителе при различных углах проводимости и для токов синусоидальной формы частотой  $f = 50$  Гц и постоянного тока

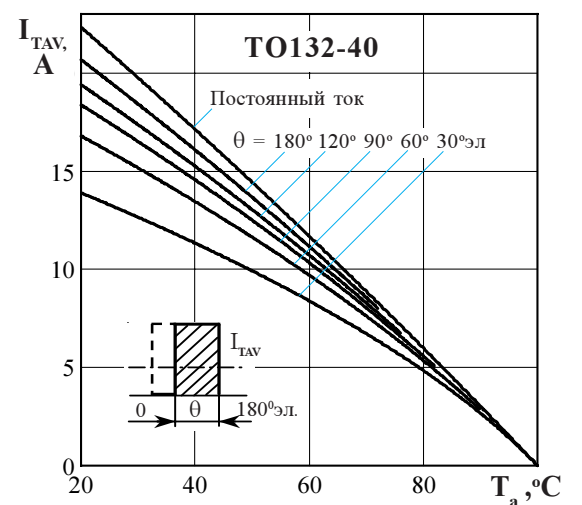
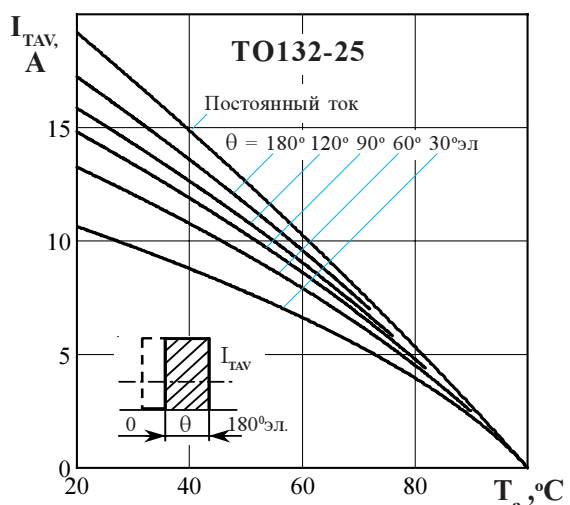


Рисунок 5 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры окружающей среды  $T_a$  при естественном охлаждении на типовом охладителе при различных углах проводимости и для токов прямоугольной формы частотой  $f = 50$  Гц и постоянного тока

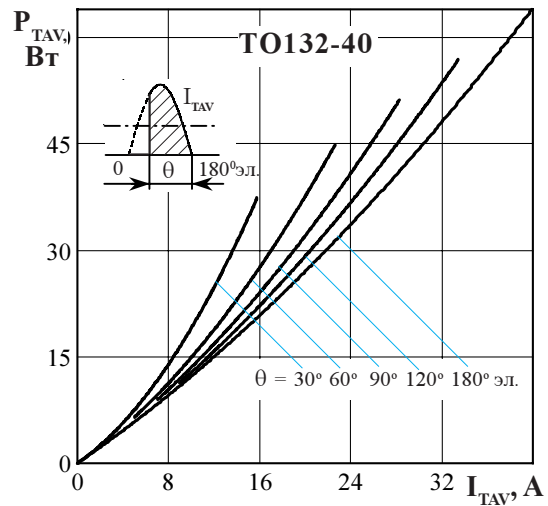
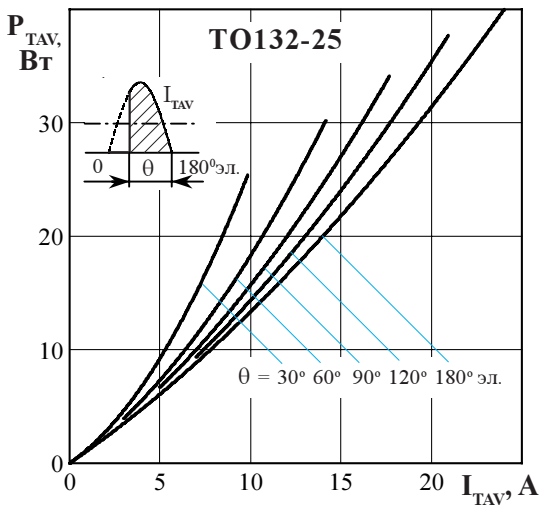


Рисунок 6 - Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  синусоидальной формы частотой  $f = 50$  Гц

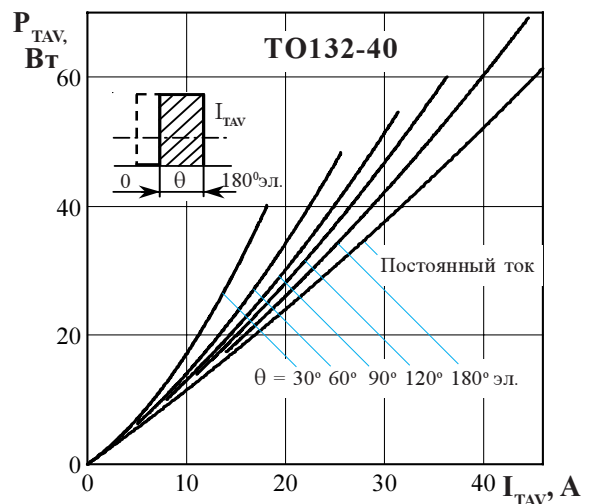
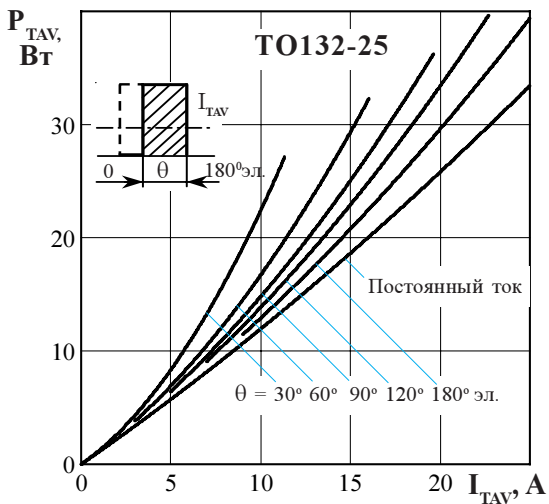


Рисунок 7 - Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  прямоугольной формы частотой  $f = 50$  Гц и постоянного тока

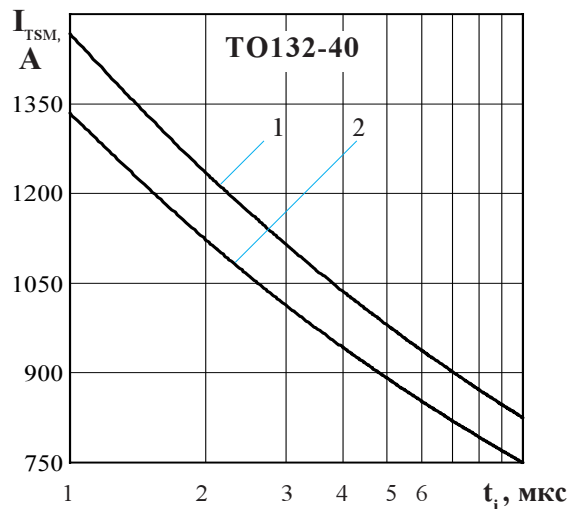
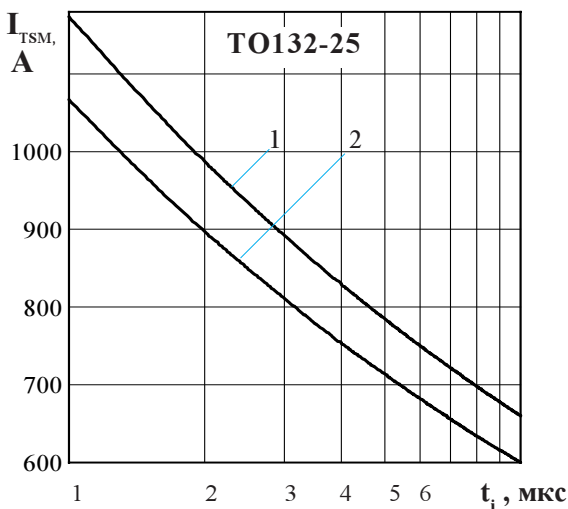


Рисунок 8 - Зависимость допустимой амплитуды ударного тока в открытом состоянии  $I_{TSM}$  от длительности импульса тока  $t_1$  при исходной температуре структуры  $T_j = 25$  °C (1) и максимальной температуре  $T_{jm}$  (2)

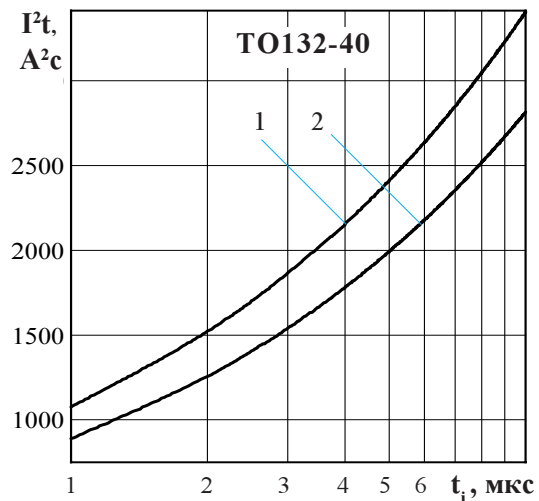
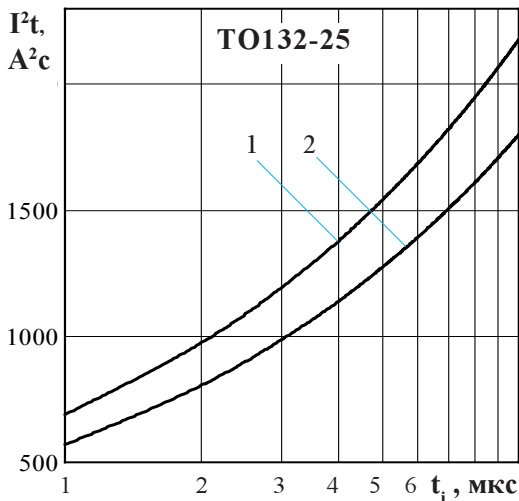


Рисунок 9 - Зависимость защитного показателя  $I^2t$  от длительности импульса тока  $t_1$  при исходной температуре структуры  $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$  (1) и максимальной температуре  $T_{jm}$  (2)

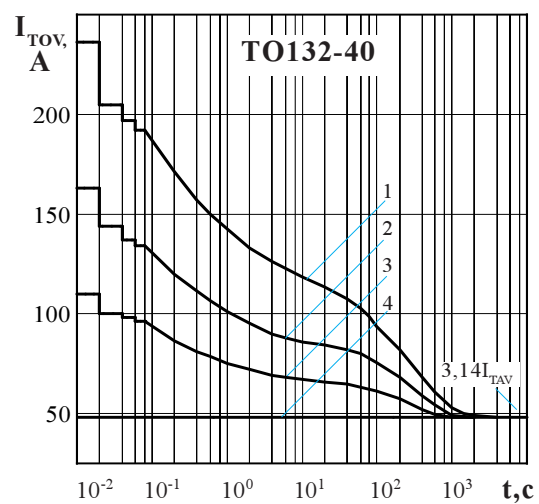
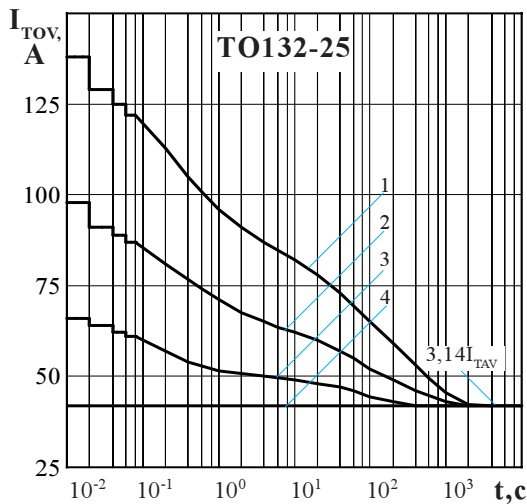


Рисунок 10 - Зависимость допустимой амплитуды тока перегрузки в открытом состоянии  $I_{TOV}$  синусоидальной формы частотой  $f = 50\text{ Гц}$  от длительности перегрузки  $t$  при температуре окружающей среды  $T_a = 40\text{ }^\circ\text{C}$  и при отношении тока, предшествующего перегрузке,  $I_T$  к допустимому среднему току с охлаждением  $I_{TAV}$  равному  $k = I_T/I_{TAV}$ ;  $k = 0$  (1); 0,5 (2); 0,75 (3); 1,0 (4).

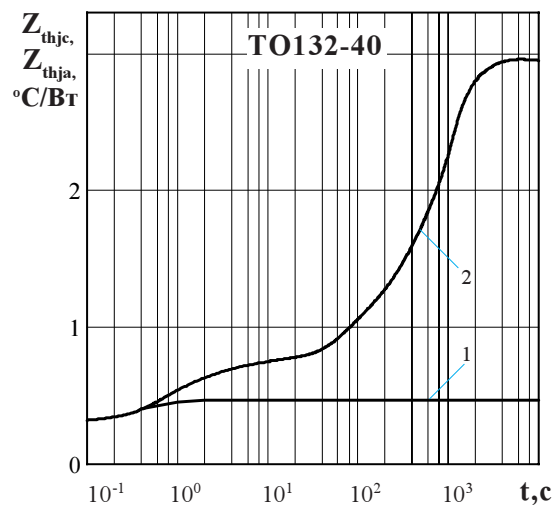
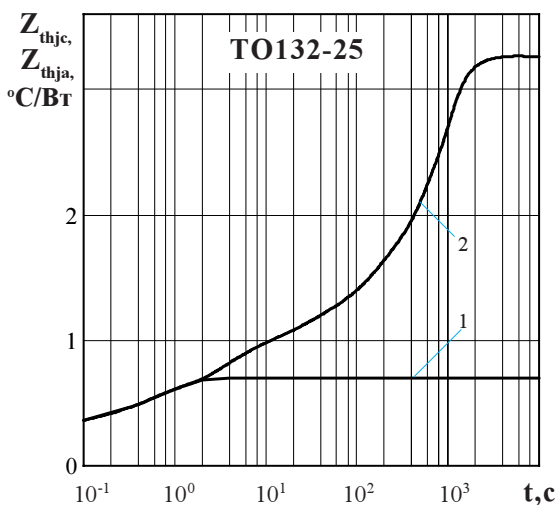


Рисунок 11 - Зависимость теплового сопротивления переход - корпус  $Z_{thjc}$  (1) и переход- среда  $Z_{thja}$  (2) от времени  $t$  при естественном охлаждении  $T_a = 40\text{ }^\circ\text{C}$  на типовом охладителе .



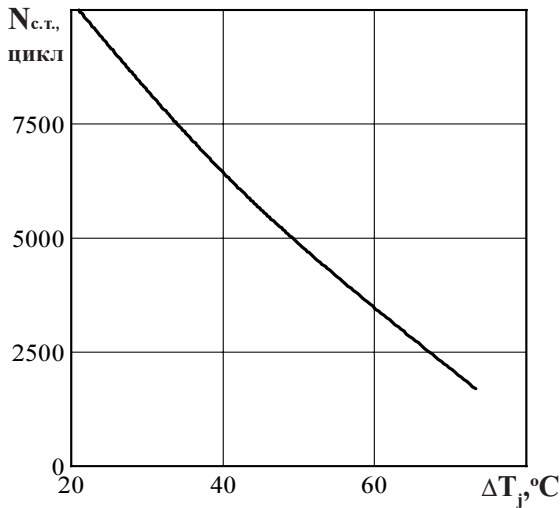


Рисунок 12 - Зависимость максимально допустимого числа циклов нагрев-охлаждение  $N_{c.t.}$  от диапазона изменения температуры перехода  $\Delta T_j$  при циклической токовой нагрузке.

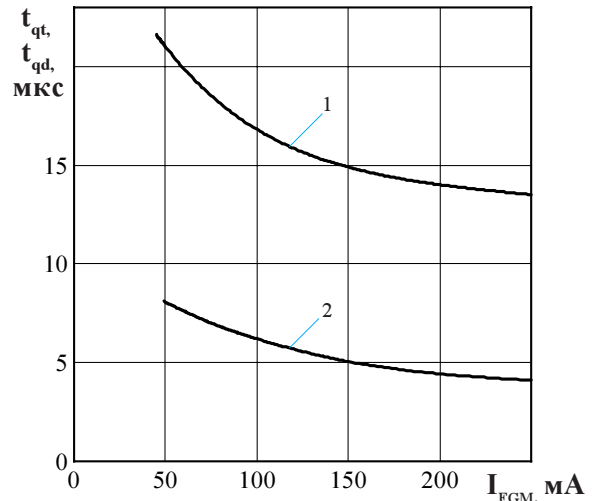


Рисунок 13 - Зависимость времени включения  $t_{qt}$  (1) и времени задержки  $t_{qd}$  (2) от амплитуды управляющего импульса  $I_{FGM}$  при температуре перехода  $T_j = 25^\circ C$ ;  $di_G/dt = 5 A/\mu s$ ;  $t_G = 50 \mu s$ ;  $U_D = 100 V$ ;  $I_T = I_{TAVM}$

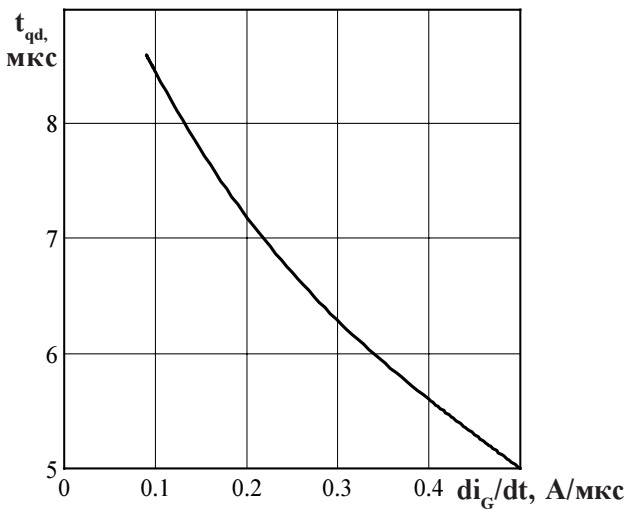


Рисунок 14 - Зависимость времени задержки  $t_{qd}$  от скорости нарастания тока управляющего импульса  $di_G/dt$  при температуре перехода  $T_j = 25^\circ C$ ;  $t_G = 50 \mu s$ ;  $U_D = 100 V$ ;  $I_{GTM} = 150 mA$ .

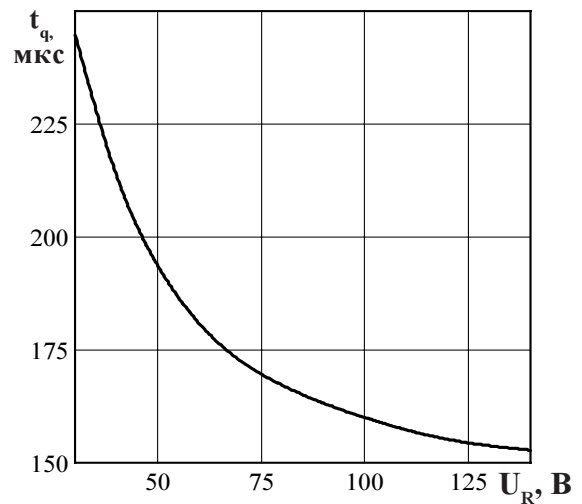


Рисунок 15 - Зависимость времени выключения  $t_q$  от обратного напряжения  $U_R$  при максимальной температуре перехода  $T_{jm} = 100^\circ C$ ;  $I_T = I_{TAVM}$ ;  $(di/dt)_f = 5 A/\mu s$ ;  $dU_D/dt = 50 V/\mu s$ ;  $U_D = 0,67 U_{DRM}$

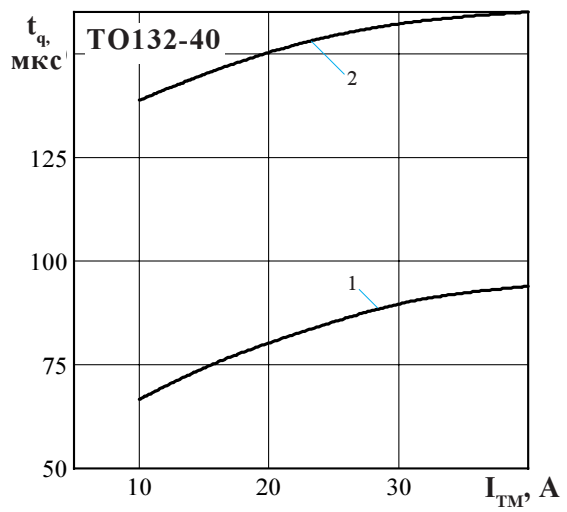
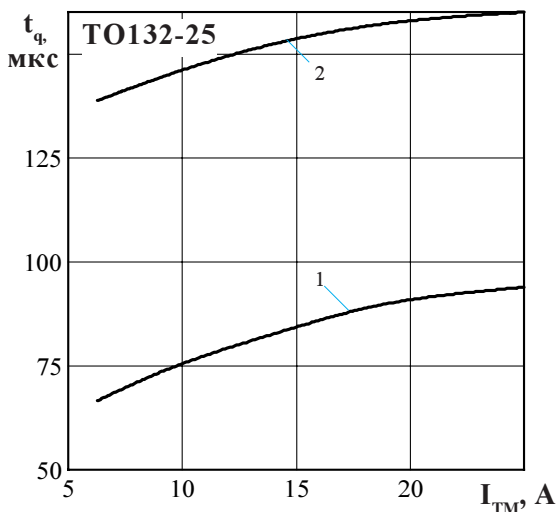
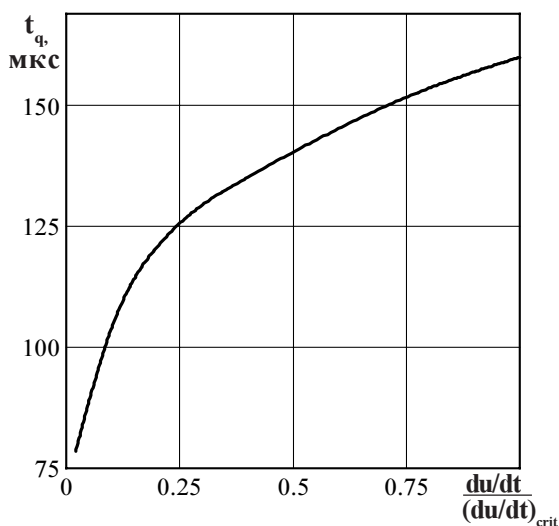
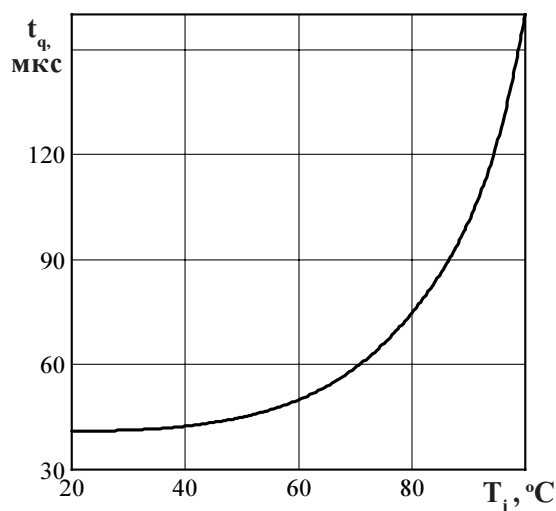


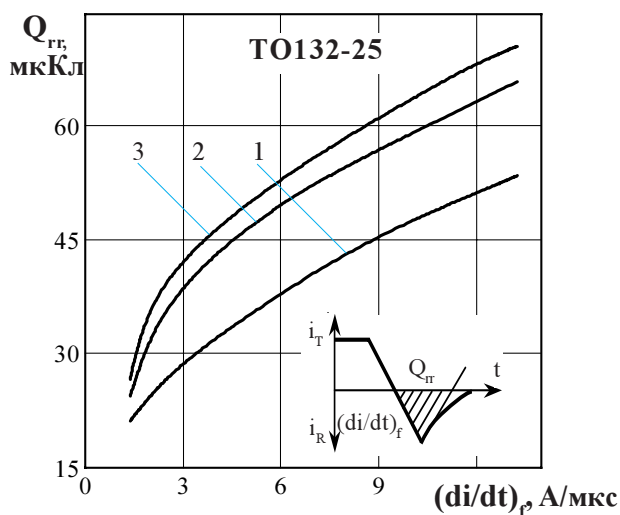
Рисунок 16 - Зависимость времени выключения  $t_q$  от амплитуды предшествующего тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  при максимальной температуре перехода  $T_{jm} = 100^\circ C$  (2) и  $T_j = 25^\circ C$  (1);  $(di/dt)_f = 5 A/\mu s$ ;  $dU_D/dt = (dU_D/dt)_{crit}$ ;  $U_D = 0,67 U_{DRM}$ ;  $U_R = 100 V$



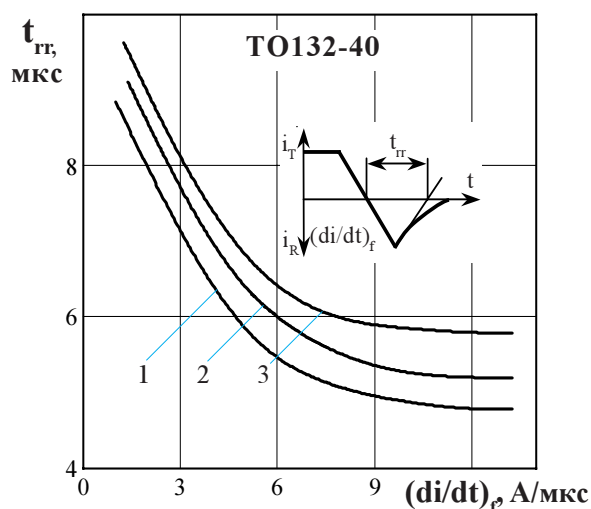
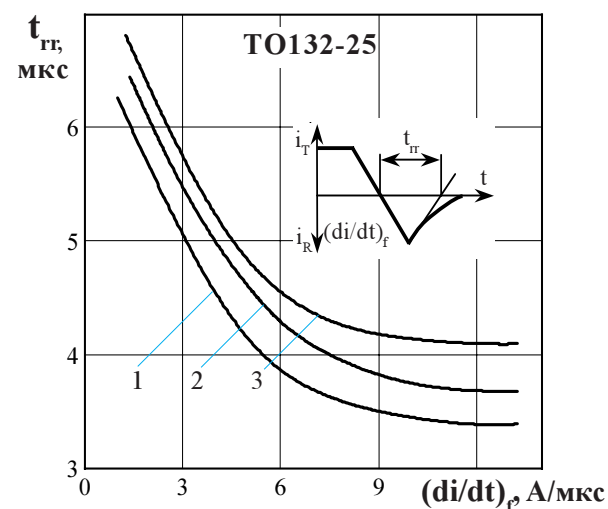
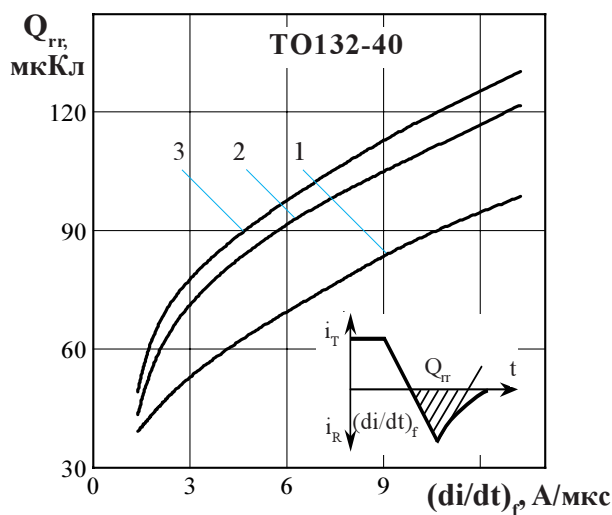
**Рисунок 17** - Зависимость времени выключения  $t_q$  от скорости нарастания напряжения в закрытом состоянии  $dU_D/dt$  (отн. ед.) при  $T_{jm} = 100\text{ }^\circ\text{C}$ ;  $I_T = I_{TAVM}$ ;  $U_D = 0,67 U_{DRM}$ ;  $U_R = 100\text{ В}$ ;  $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$



**Рисунок 18** - Зависимость времени выключения  $t_q$  от температуры перехода  $T_j$  при  $I_T = I_{TAVM}$ ;  $di/dt = 5\text{ А/мкс}$ ;  $U_R = 100\text{ В}$ ;  $U_D = 0,67 U_{DRM}$ ;  $dU_D/dt = (dU_D/dt)_{crit}$



**Рисунок 19** - Зависимость заряда восстановления  $Q_{rr}$  от скорости спада тока  $(di/dt)_f$  в открытом состоянии при температуре перехода  $T_{jm} = 100\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $U_{RM} = 100\text{ В}$ ;  $I_T = I_{TAVM}$ .



**Рисунок 20** - Зависимость времени обратного восстановления  $t_{rr}$  от скорости спада тока  $(di/dt)_f$  в открытом состоянии при температуре перехода  $T_{jm} = 100\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $U_R = 100\text{ В}$  и предшествующем токе открытого состояния  $I_T = 0,5 I_{TAVM}$  (1),  $I_T = I_{TAVM}$  (2),  $I_T = 1,5 I_{TAVM}$  (3).