

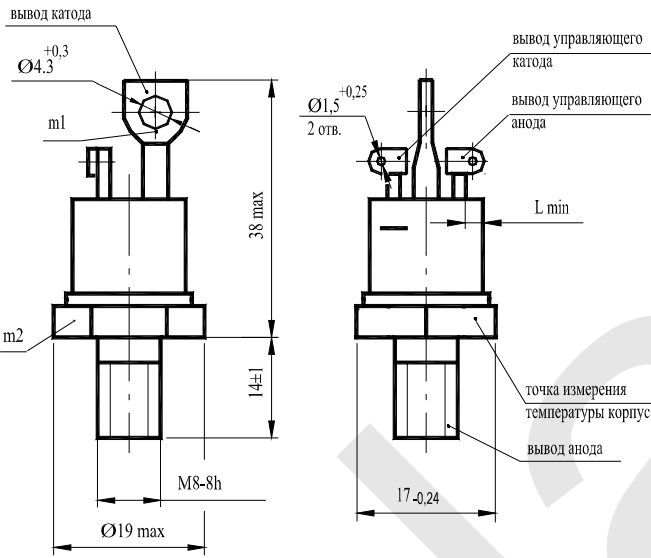
ОПТОТИРИСТОРЫ

ТО132-25, ТО132-40

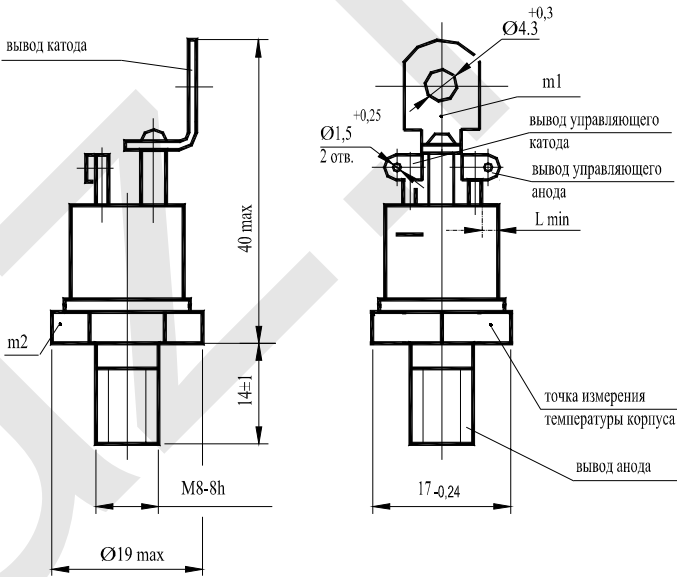


Конструкция оптотиристоров

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: 2 4 5 6 8 9 10 11 12	200 400 500 600 800 900 1000 1100 1200		$T_{jm} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, Импульс напряжения синусоидальный, однополупериодный, $t_i = 10\text{ мс}$, $f = 50\text{ Гц}$
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	225 450 560 670 900 1000 1100 1200 1300		$T_{jm} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, Импульс напряжения синусоидальный, одиночный, однополупериодный, $t_i = 10\text{ мс}$
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: 0 1 2 3 4 5 6 7	не нормируется, но не менее 10 20 50 100 200 320 500 1000		$T_{jm} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $U_D = 0,67U_{DRM}$, $t_i = 200\text{ мс}$
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		$T_{jm} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $U_D = U_{DRM}$, $U_R = U_{RRM}$

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		$T_j=25^{\circ}\text{C}$, $U_D=12\text{ В}$, цепь управления разомкнута.
I_L	Ток включения, мА, не более	100		$T_j=25^{\circ}\text{C}$, $U_D=12\text{ В}$. Режим цепи управления: импульс тока трапецеидальный, $I_G=250\text{ мА}$, $t_G=50\text{ мс}$, $di_T/dt=0,5\text{ А/мкс}$. Внутреннее сопротивление источника управления не более 30 Ом.
I_{TAV}	Средний ток в открытом состоянии на охлаждающем 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. $U_{IG}=1000\text{ В}$. Время приложения испытательного напряжения не менее 10 с.
		1	Повышенная влажность (93%). $U_{IG}=1000\text{ В}$. 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 $f = 1\text{-}5$ 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		$T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $I_T = I_{TAVM}$, $U_D = 0,67U_{DRM}$, $di_T/dt = 5\text{ А/мкс}$, $U_R = 100\text{ В}$, $t_{imin} = 500\text{ мкс}$, $dU_D/dt = (dU_D/dt)_{crit}$

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		$T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $U_D = 12\text{ В}$
$I_{GT\text{ max}}$	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		$T_j = \text{минус } 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_i = 100\text{ мкс}$
$I_{GTM\text{ max}}$	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		$T_j = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $U_D = 0,67U_{DRM}$

Параметр		Значение параметра		Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения	ТО132-25	ТО132-40	
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 ТЗ и ОМ2.1		
T_{stgm}	Минимально допустимая температура хранения, °C	минус 50 минус 10 для исполнения ТЗ		
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

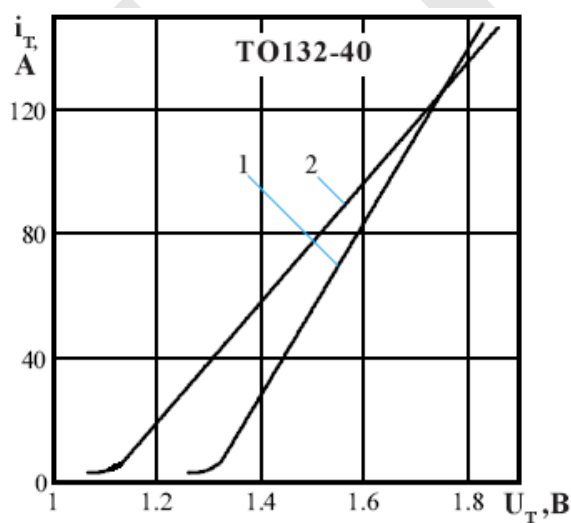
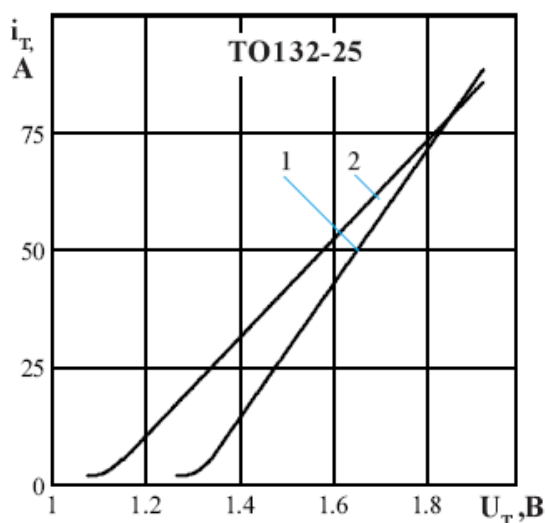


Рисунок 1 - Предельная вольтамперная характеристика в открытом состоянии при температуре перехода 25°C (1) и максимальной температуре перехода T_{jm} (2) $I_T = 3,14 I_{TAVM}$

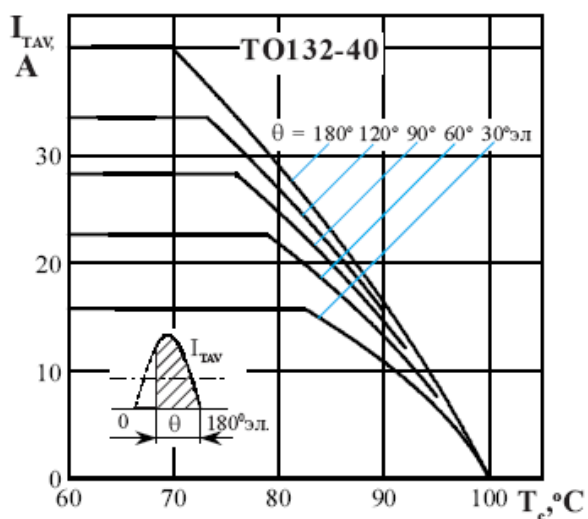
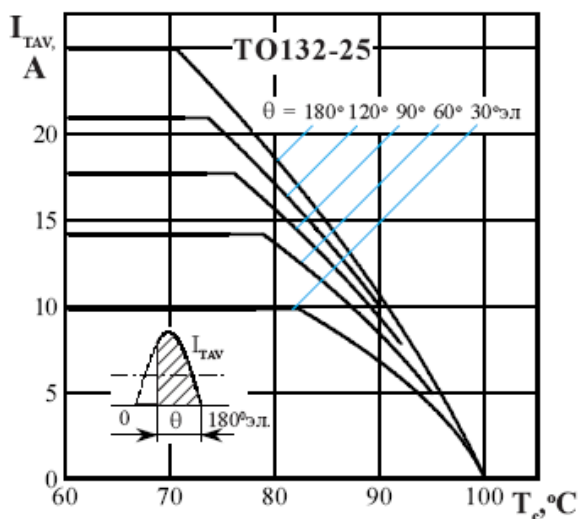


Рисунок 2 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры корпуса T_c для токов синусоидальной формы частотой $f = 50 \text{ Гц}$

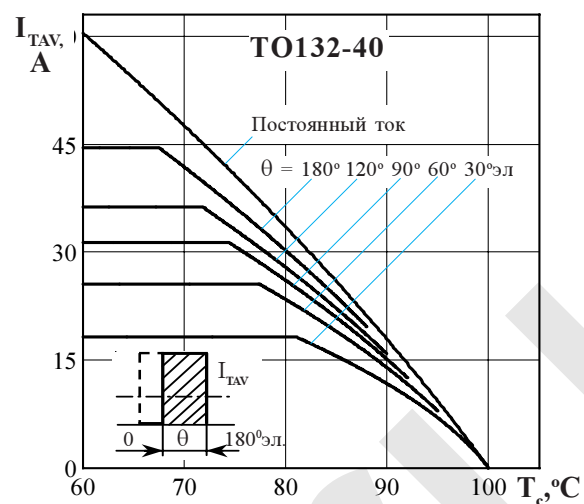
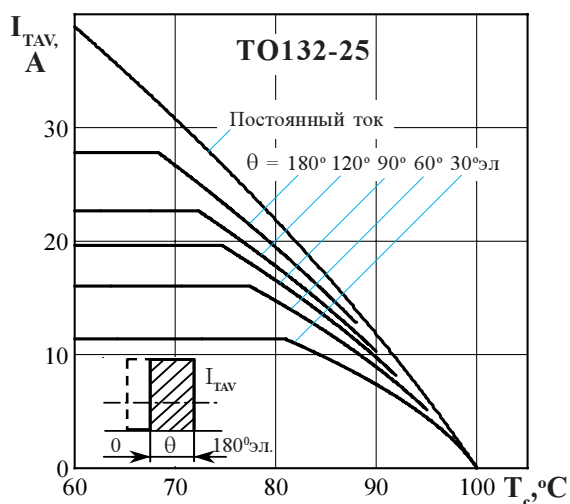


Рисунок 3 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры корпуса T_c для токов прямоугольной формы частотой $f = 50$ Гц и постоянного тока

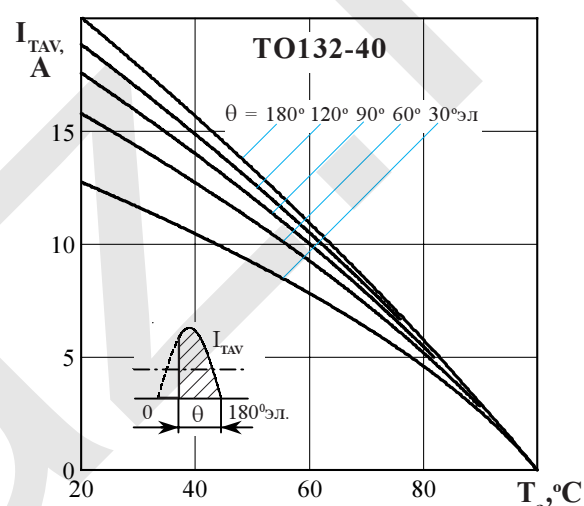
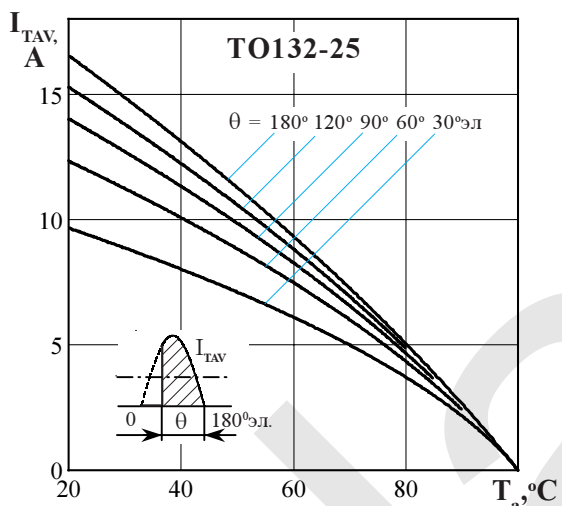


Рисунок 4 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении на типовом охладителе при различных углах проводимости и для токов синусоидальной формы частотой $f = 50$ Гц и постоянного тока

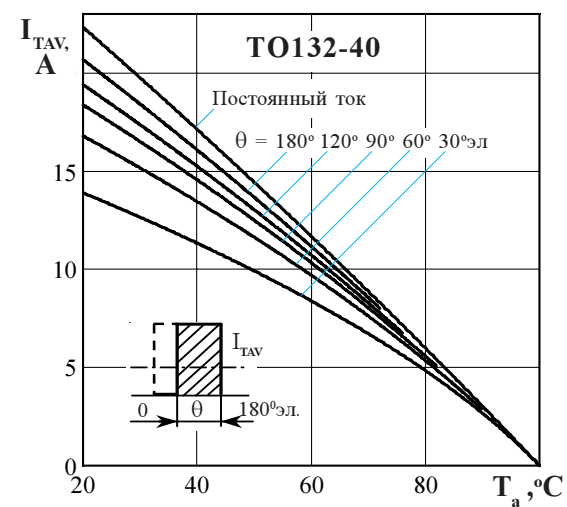
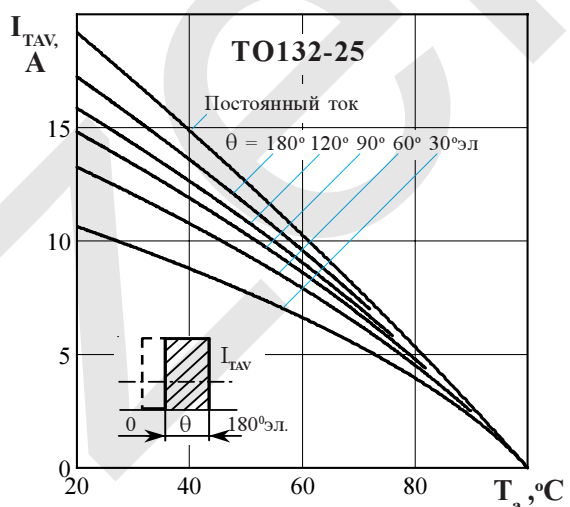


Рисунок 5 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении на типовом охладителе при различных углах проводимости и для токов прямоугольной формы частотой $f = 50$ Гц и постоянного тока

..... ОПТОТИРИСТОРЫ ШТЫРЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ

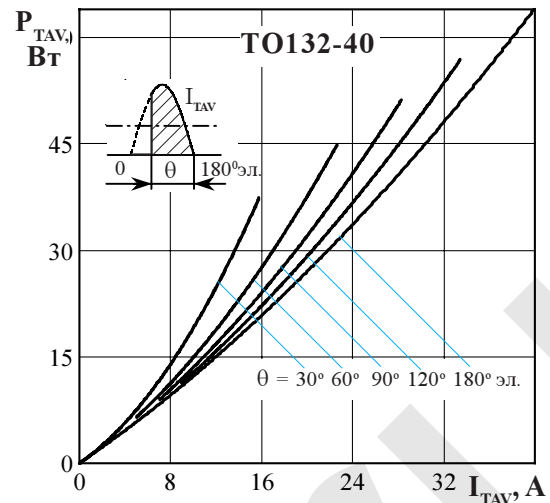
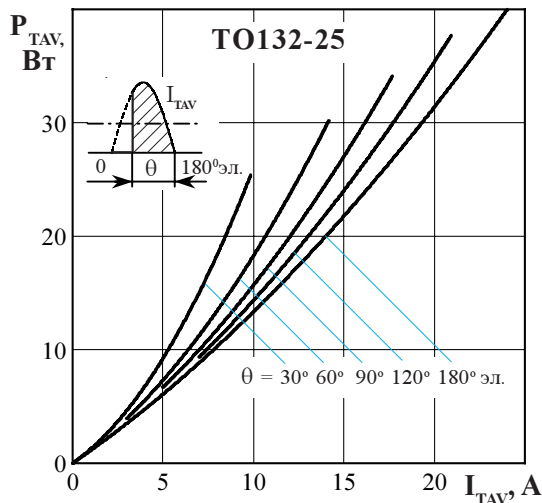


Рисунок 6 - Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} синусоидальной формы частотой $f = 50$ Гц

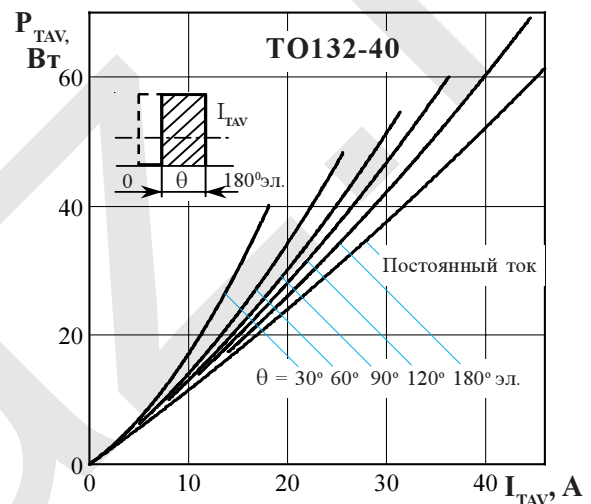
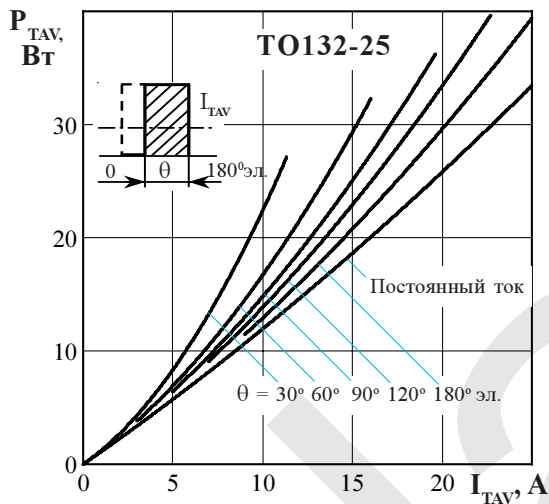


Рисунок 7 - Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} прямоугольной формы частотой $f = 50$ Гц и постоянного тока

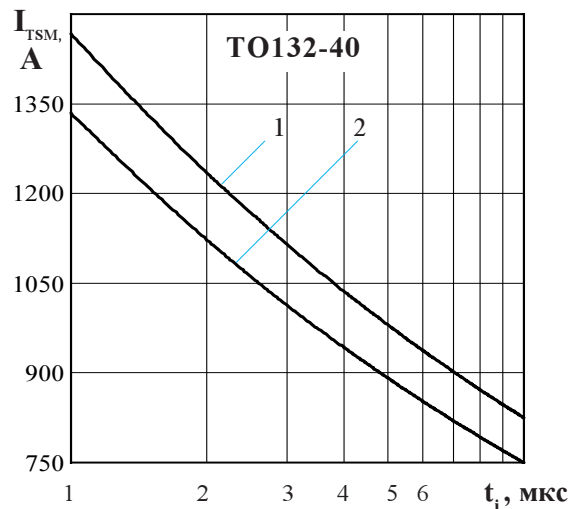
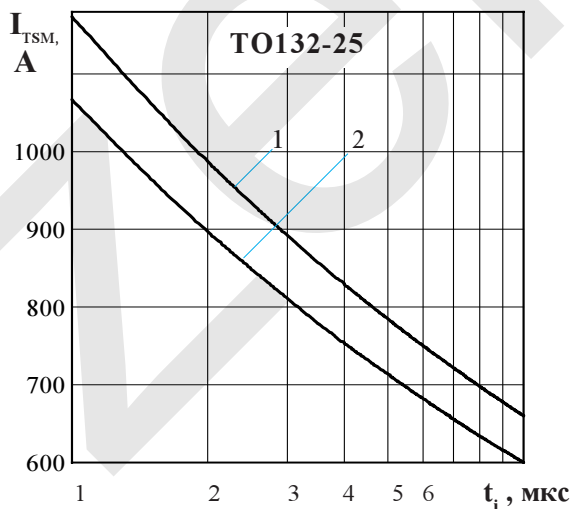


Рисунок 8 - Зависимость допустимой амплитуды ударного тока в открытом состоянии I_{TSM} от длительности импульса тока t_i при исходной температуре структуры $T_j = 25$ °C (1) и максимальной температуре T_{jm} (2)

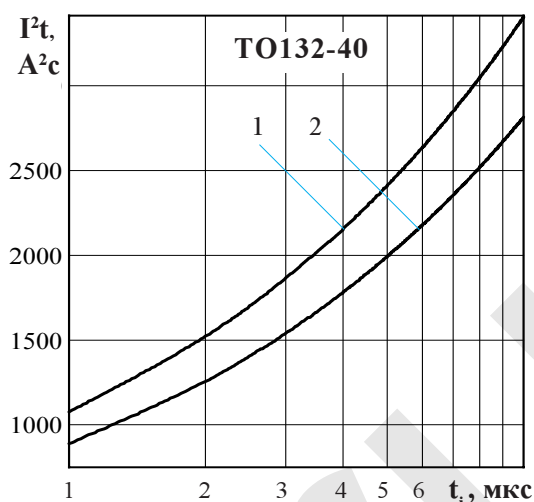
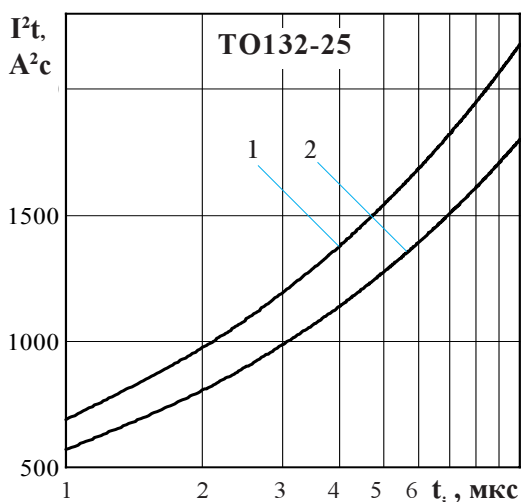


Рисунок 9 - Зависимость защитного показателя I^2t от длительности импульса тока t_1 при исходной температуре структуры $T_j = 25\text{ °C}$ (1) и максимальной температуре T_{jm} (2)

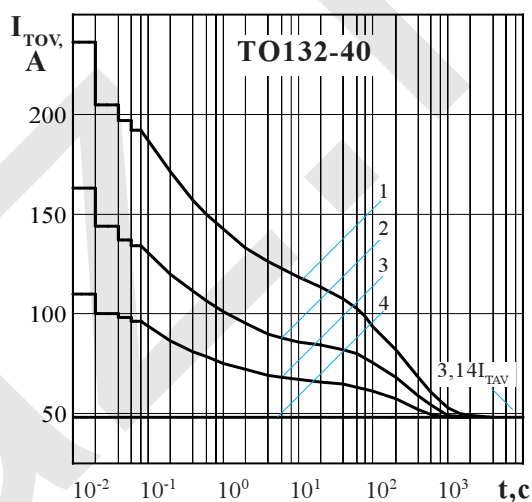
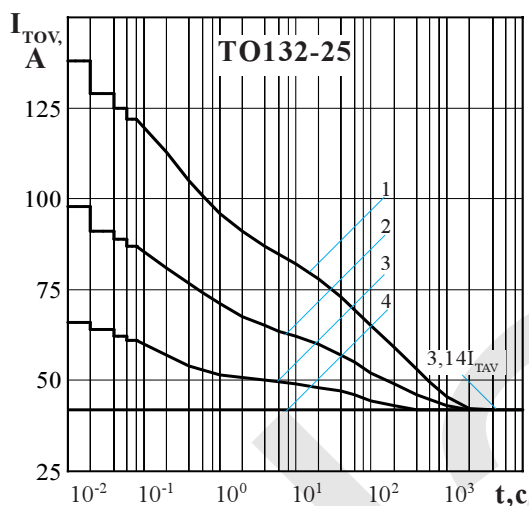


Рисунок 10 - Зависимость допустимой амплитуды тока перегрузки в открытом состоянии I_{TOV} синусоидальной формы частотой $f = 50\text{ Гц}$ от длительности перегрузки t при температуре окружающей среды $T_a = 40\text{ °C}$ и при отношении тока, предшествующего перегрузке, I_T к допустимому среднему току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

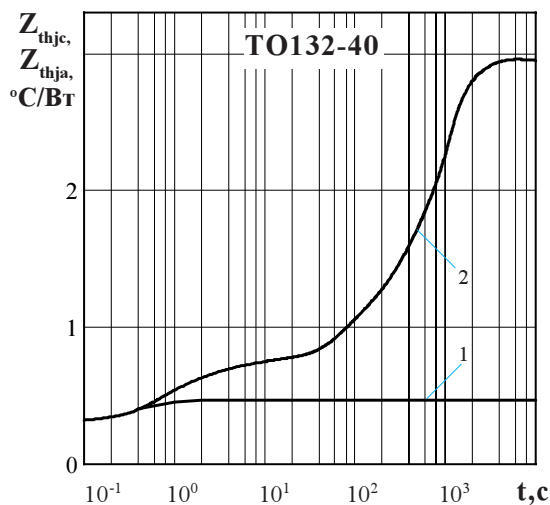
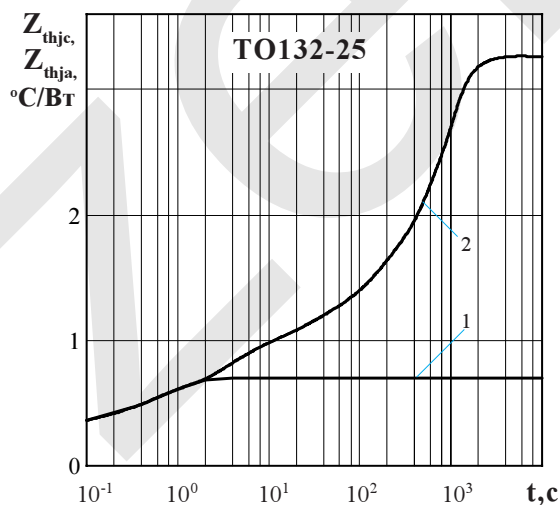


Рисунок 11 - Зависимость теплового сопротивления переход - корпус Z_{thjc} (1) и переход- среда Z_{thja} (2) от времени t при естественном охлаждении $T_a = 40\text{ °C}$ на типовом охладителе.

..... ОПТОТИРИСТОРЫ ШТЫРЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ

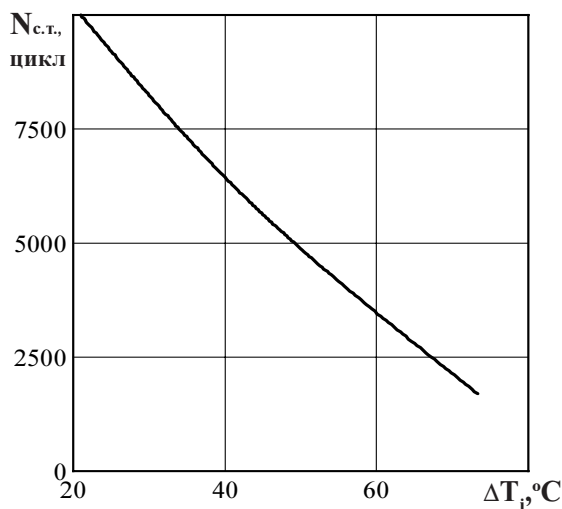


Рисунок 12 - Зависимость максимально допустимого числа циклов нагрев-охлаждение $N_{ст. цикл}$ от диапазона изменения температуры перехода ΔT_j при циклической токовой нагрузке.

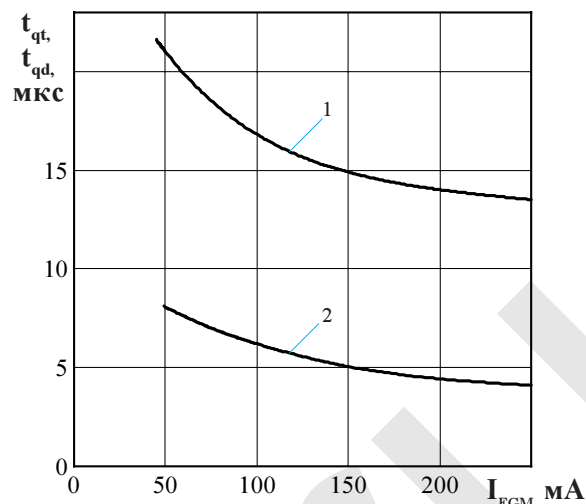


Рисунок 13 - Зависимость времени включения t_{qt} (1) и времени задержки t_{qd} (2) от амплитуды управляющего импульса I_{FGM} при температуре перехода $T_j = 25^\circ\text{C}$; $di_G/dt = 5 \text{ A/мкс}$; $t_G = 50 \text{ мкс}$; $U_D = 100 \text{ В}$; $I_T = I_{TAVM}$

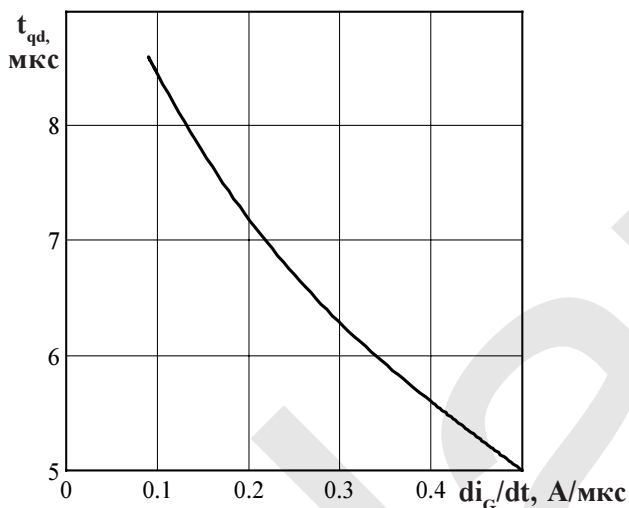


Рисунок 14 - Зависимость времени задержки t_{qd} от скорости нарастания тока управляющего импульса di_G/dt при температуре перехода $T_j = 25^\circ\text{C}$; $t_G = 50 \text{ мкс}$; $U_D = 100 \text{ В}$; $I_{GTM} = 150 \text{ mA}$.

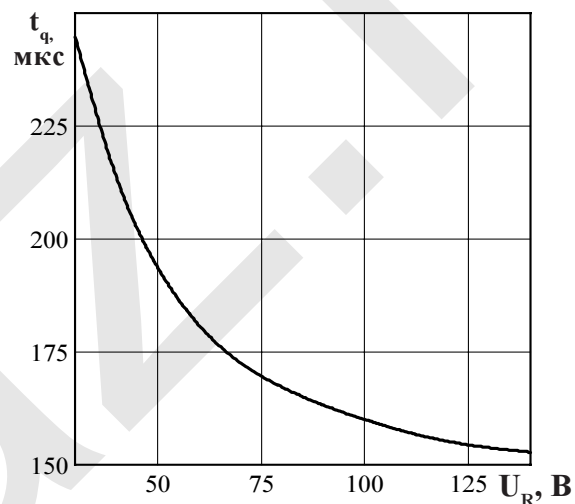


Рисунок 15 - Зависимость времени выключения t_q от обратного напряжения U_R при максимальной температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$; $I_T = I_{TAVM}$; $(di/dt)_f = 5 \text{ A/мкс}$; $dU_D/dt = 50 \text{ В/мкс}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$

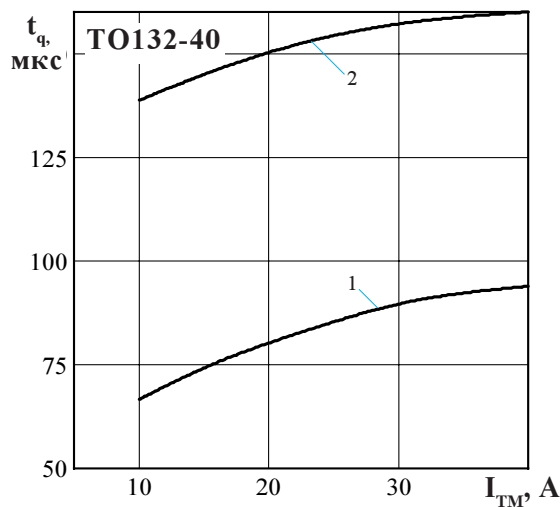
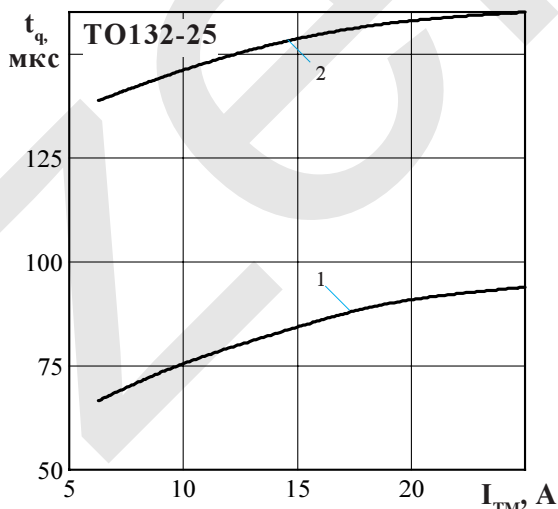


Рисунок 16 - Зависимость времени выключения t_q от амплитуды предшествующего тока в открытом состоянии I_{TM} при максимальной температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$ (2) и $T_j = 25^\circ\text{C}$ (1); $(di/dt)_f = 5 \text{ A/мкс}$; $dU_D/dt = (dU_D/dt)_{crit}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$; $U_R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

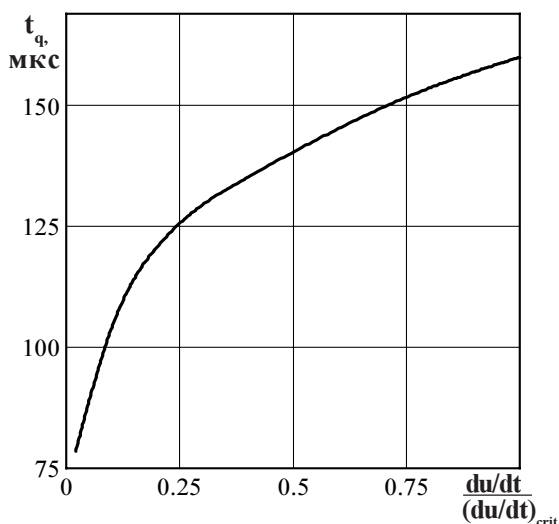


Рисунок 17 - Зависимость времени выключения t_q от скорости нарастания напряжения в закрытом состоянии dU_D/dt (отн. ед.) при $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$; $I_T = I_{TAVM}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$; $U_R = 100\text{ В}$; $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$

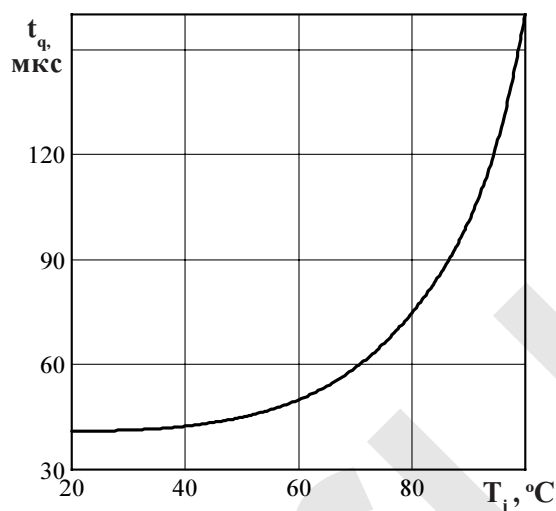


Рисунок 18 - Зависимость времени выключения t_q от температуры перехода T_j при $I_T = I_{TAVM}$; $di/dt = 5\text{ А/мкс}$; $U_R = 100\text{ В}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$; $dU_D/dt = (dU_D/dt)_{crit}$

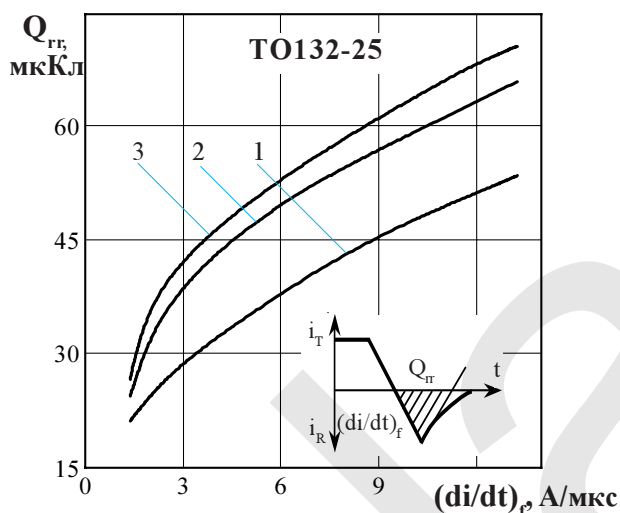


Рисунок 19 - Зависимость заряда восстановления Q_{rr} от скорости спада тока $(di/dt)_f$ в открытом состоянии при температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$, $U_{RM} = 100\text{ В}$; $I_T = I_{TAVM}$.

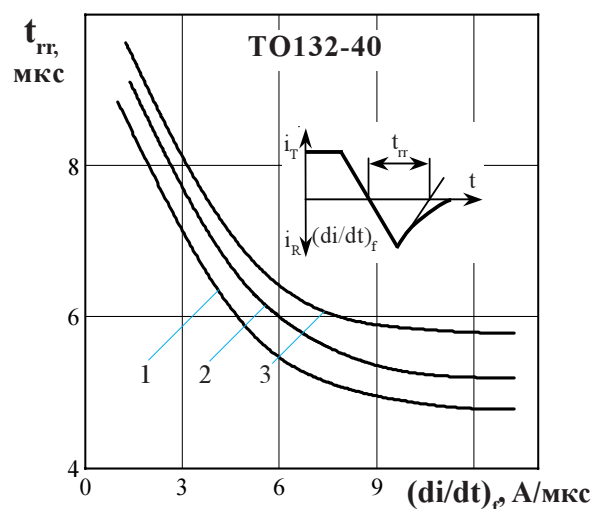
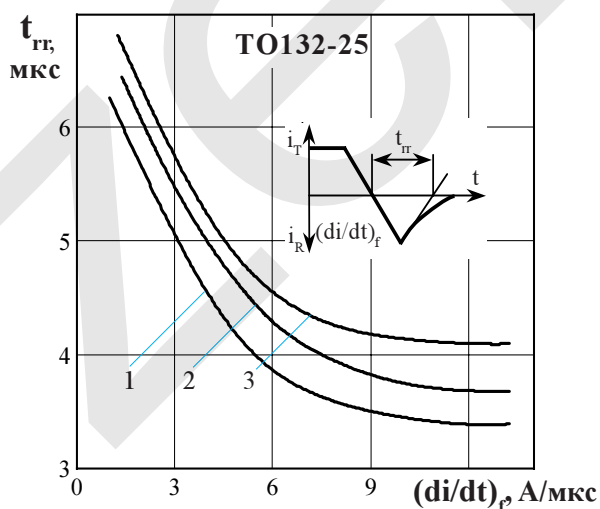
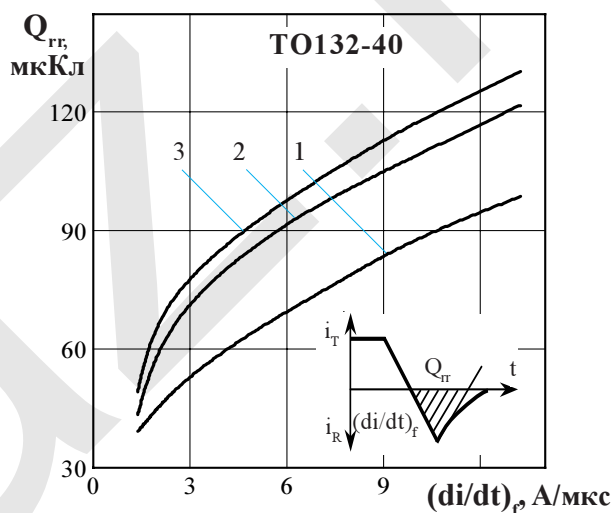


Рисунок 20 - Зависимость времени обратного восстановления t_{rr} от скорости спада тока $(di/dt)_f$ в открытом состоянии при температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$, $U_R = 100\text{ В}$ и предшествующем токе открытого состояния $I_T = 0,5 I_{TAVM}$ (1), $I_T = I_{TAVM}$ (2), $I_T = 1,5 I_{TAVM}$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