

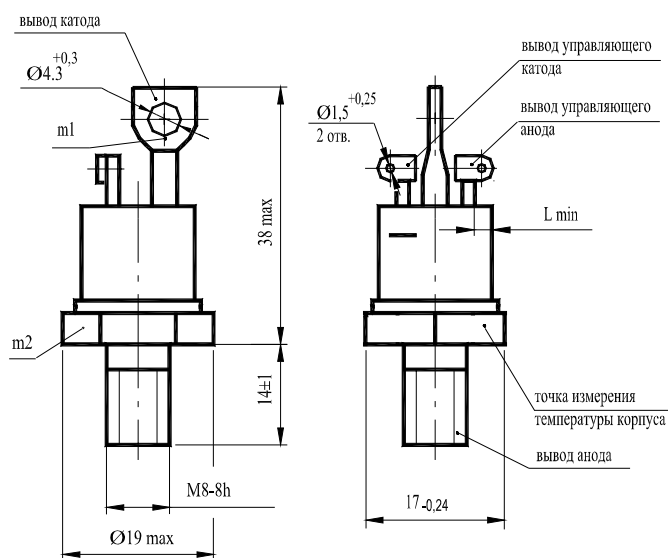
..... **ОПТОТИРИСТОРЫ ШТЫРЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ**

ОПТОТИРИСТОРЫ ТО132-25, ТО132-40

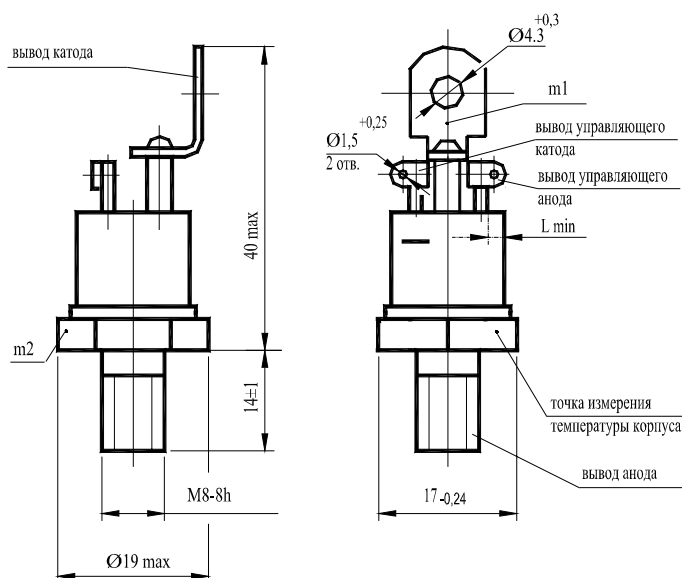


Конструкция оптотиристоров

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:			$T_{jm} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $U_D = 0,67U_{DRM}$, $t_1 = 200\text{ мс}$			
		0	не нормируется, но не менее 10				
		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		$T_j=25^\circ\text{C}$, $U_D=12\text{ В}$, 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 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. $U_{IG}=1000\text{ В}$. 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 $f = 1-5$ 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, для групп: 3 4	160 100		$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, $I_T = I_{TAVM}$, $U_D = 0,67U_{DRM}$, $di_T/dt = 5 \text{ А/мкс}$, $U_R = 100 \text{ В}$, $t_{i min} = 500 \text{ мкс}$, $dU_D/dt = (dU_D/dt)_{crit}$

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		$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_i = 50 \text{ мкс}$
		300		$T_j = \text{минус } 50 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_i = 50 \text{ мкс}$
$I_{GTM max}$	Максимально допустимый импульсный ток управления, мА	700		$t_i = 50 \text{ мкс}$, 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
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 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

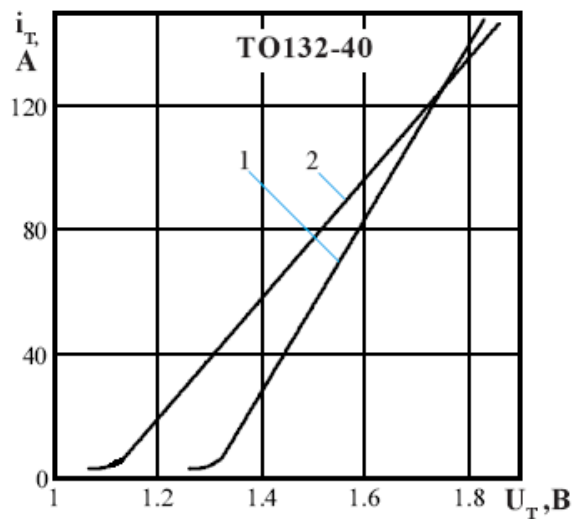
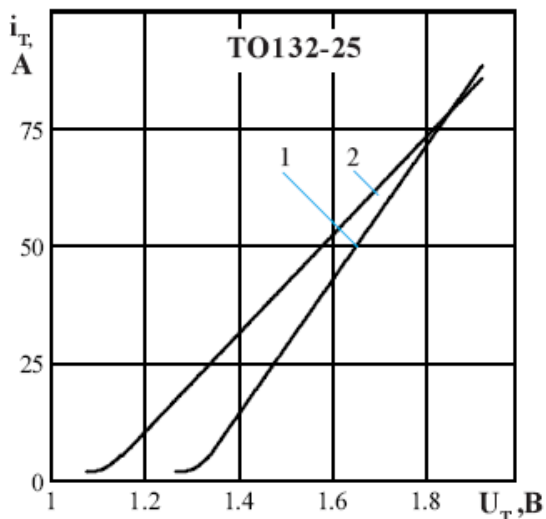


Рисунок 1 - Предельная вольтамперная характеристика в открытом состоянии при температуре перехода 25°C (1) и максимальной температуре перехода T_{jm} (2) $I_T = 3,14 I_{TAVM}$

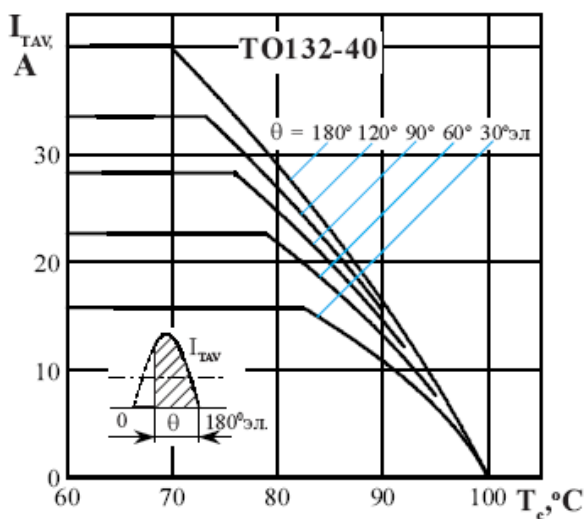
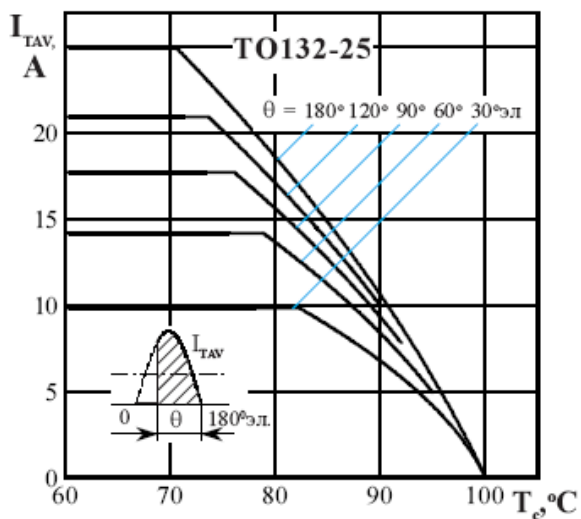


Рисунок 2 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры корпуса T_c для токов синусоидальной формы частотой $f = 50$ Гц

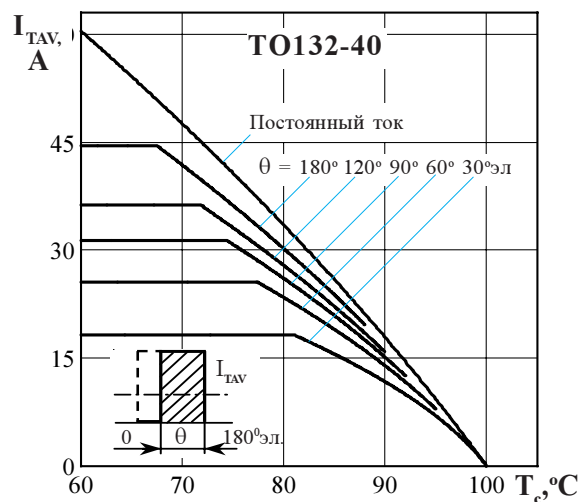
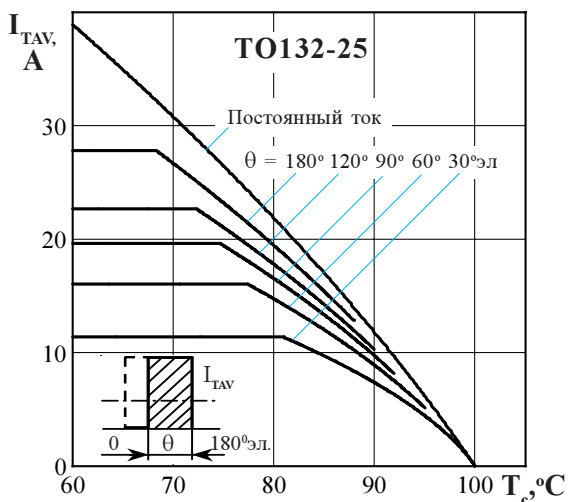


Рисунок 3 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры корпуса T_c для токов прямоугольной формы частотой $f = 50$ Гц и постоянного тока

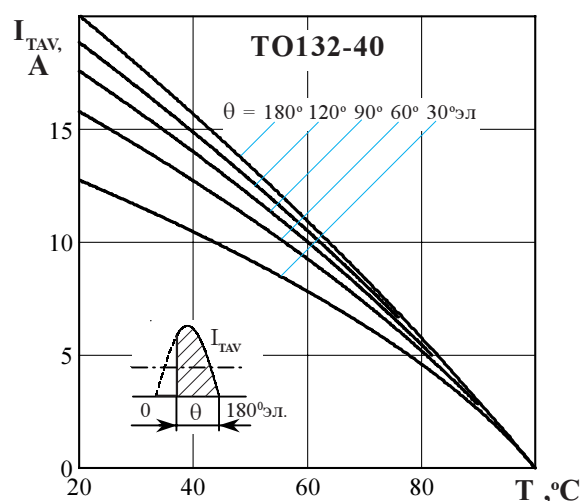
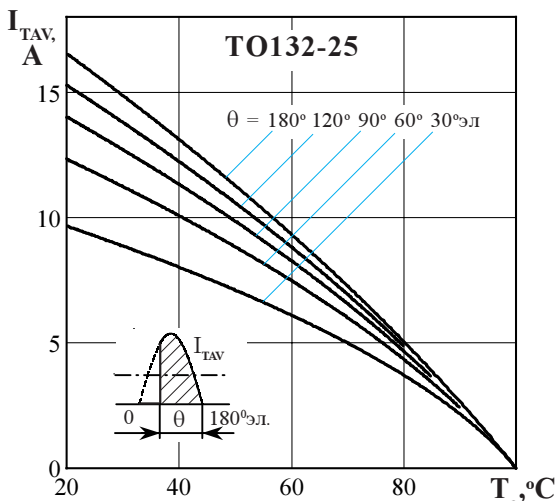


Рисунок 4 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении на типовом охладителе при различных углах проводимости и для токов синусоидальной формы частотой $f = 50$ Гц и постоянного тока

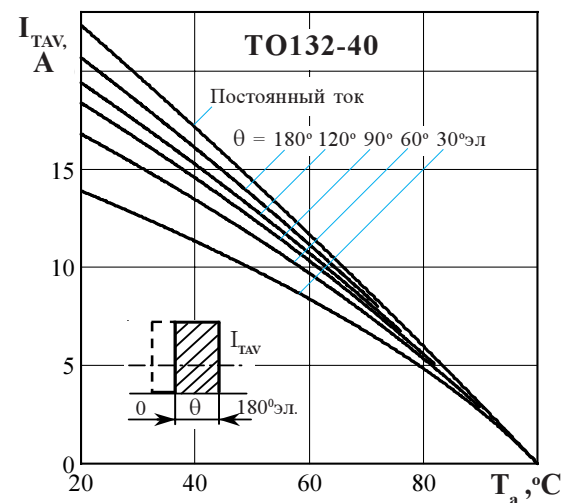
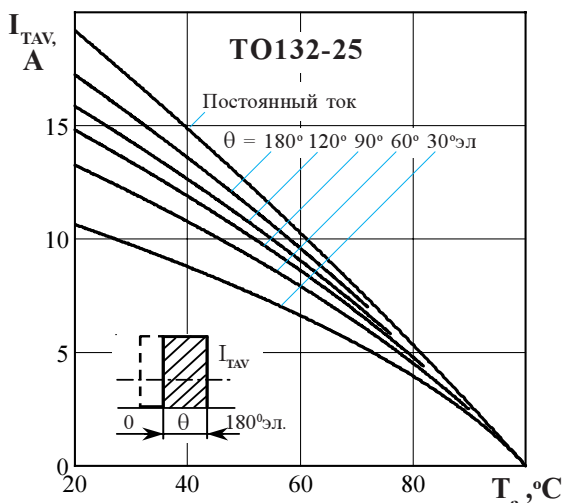


Рисунок 5 - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении на типовом охладителе при различных углах проводимости и для токов прямоугольной формы частотой $f = 50$ Гц и постоянного тока

..... **ОПТОТИРИСТОРЫ ШТЫРЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ**

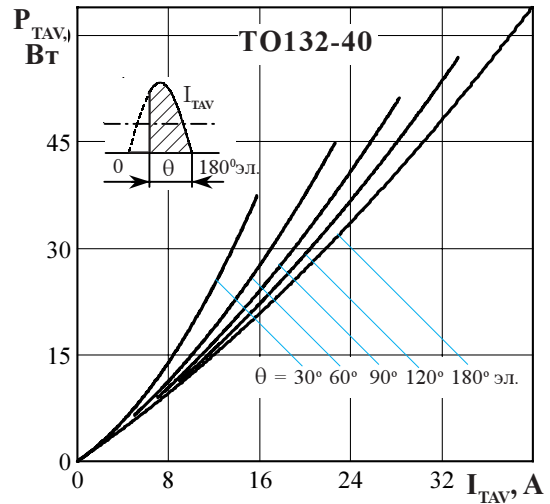
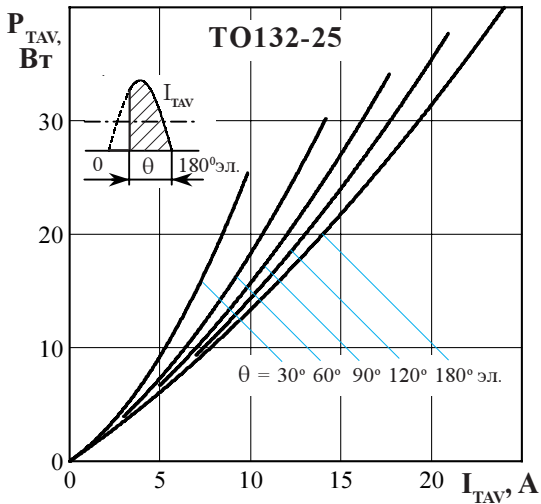


Рисунок 6 - Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} синусоидальной формы частотой $f = 50$ Гц

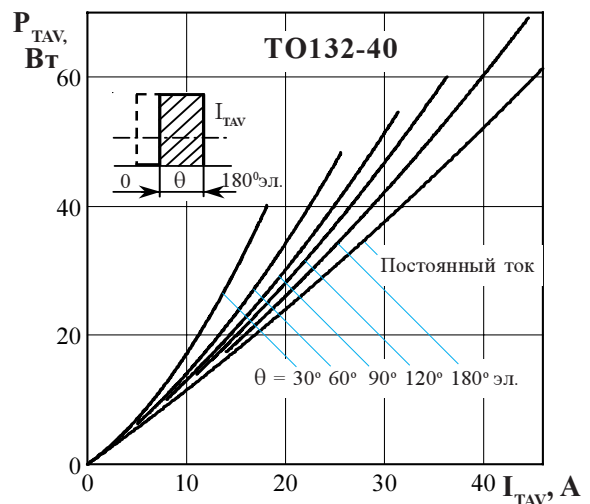
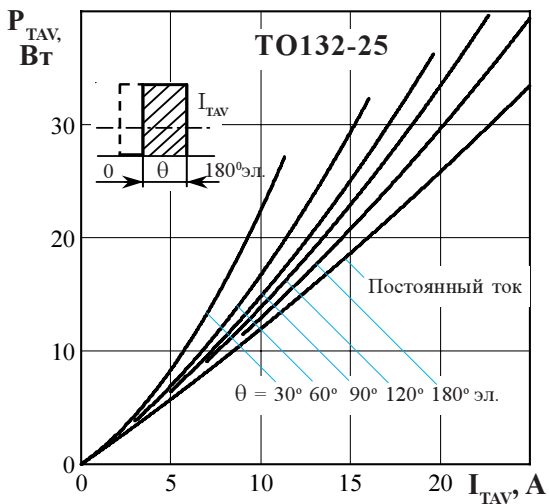


Рисунок 7 - Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} прямоугольной формы частотой $f = 50$ Гц и постоянного тока

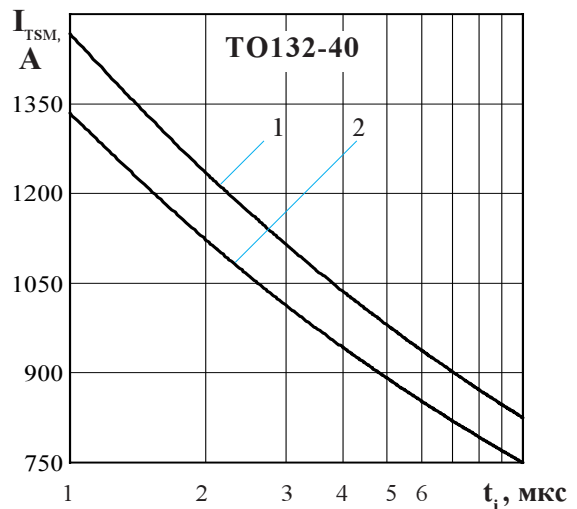
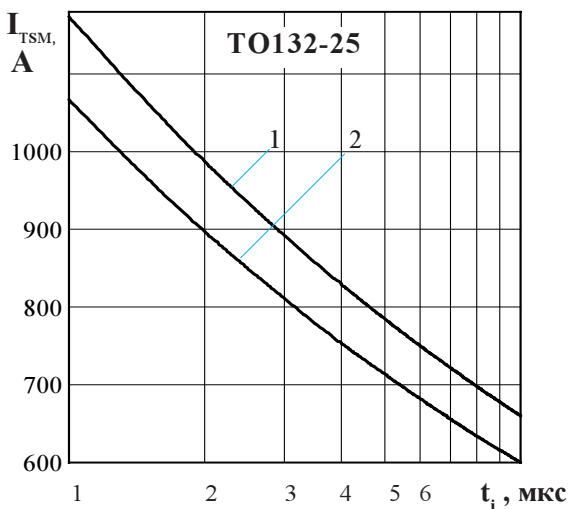


Рисунок 8 - Зависимость допустимой амплитуды ударного тока в открытом состоянии I_{TSM} от длительности импульса тока t_i при исходной температуре структуры $T_j = 25$ °C (1) и максимальной температуре T_{jm} (2)

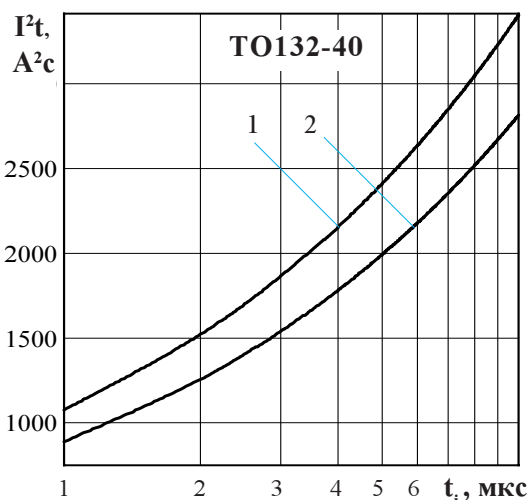
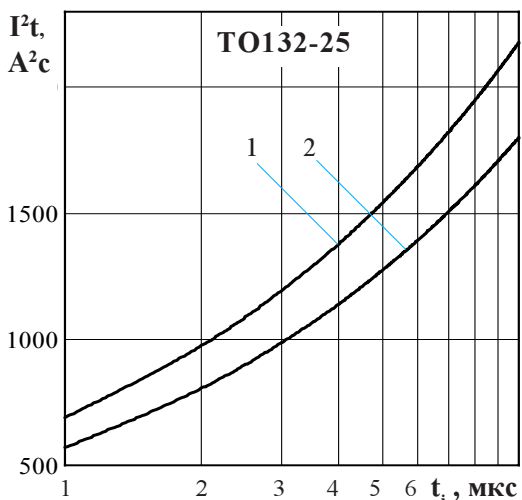


Рисунок 9 - Зависимость защитного показателя Γt от длительности импульса тока t_1 при исходной температуре структуры $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ (1) и максимальной температуре T_{jm} (2)

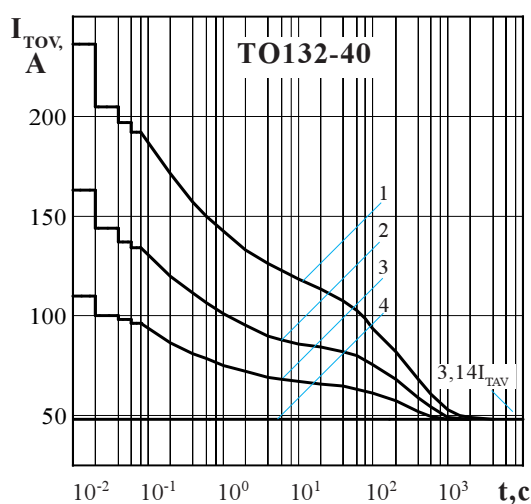
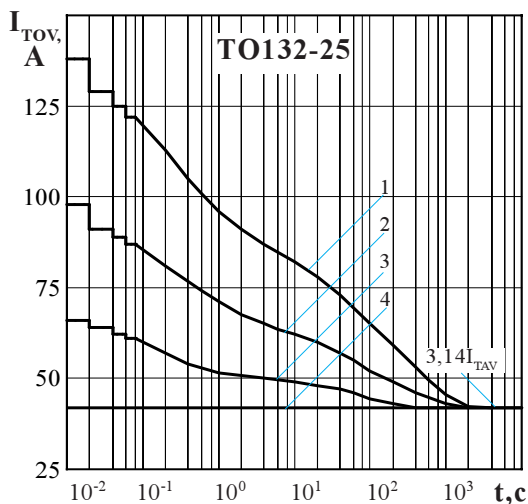


Рисунок 10 - Зависимость допустимой амплитуды тока перегрузки в открытом состоянии I_{TOV} синусоидальной формы частотой $f = 50\text{ Гц}$ от длительности перегрузки t при температуре окружающей среды $T_a = 40\text{ }^\circ\text{C}$ и при отношении тока, предшествующего перегрузке, I_T к допустимому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

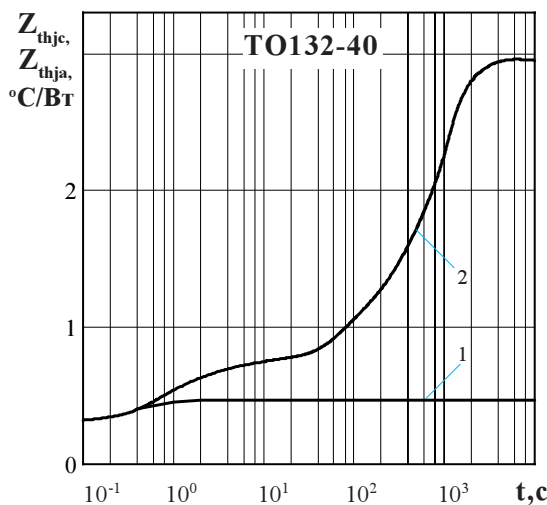
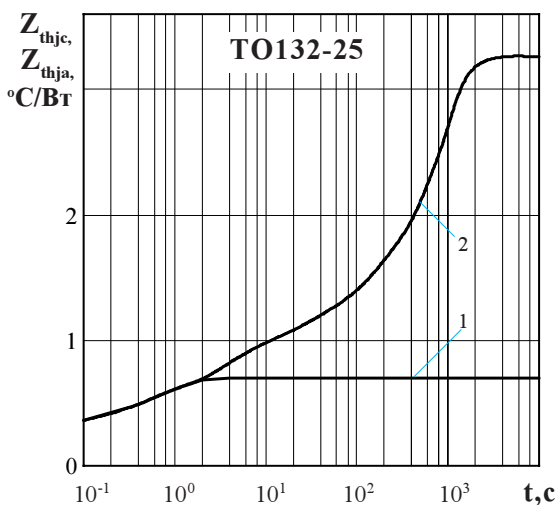


Рисунок 11 - Зависимость теплового сопротивления переход - корпус Z_{thjc} (1) и переход- среда Z_{thja} (2) от времени t при естественном охлаждении $T_a = 40\text{ }^\circ\text{C}$ на типовом охладителе.

..... **ОПТОТИРИСТОРЫ ШТЫРЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ**

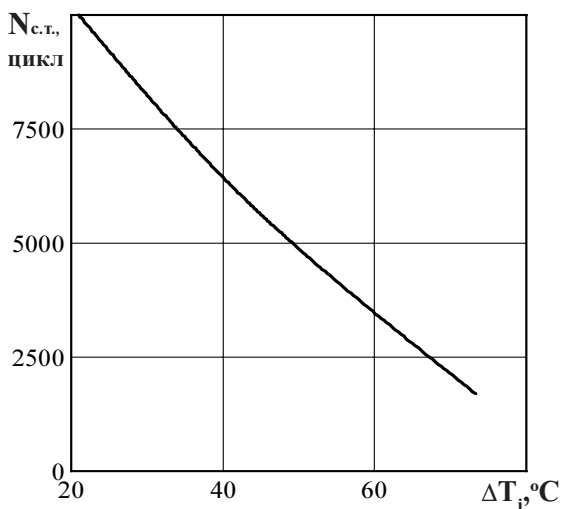


Рисунок 12 - Зависимость максимально допустимого числа циклов нагрев-охлаждение $N_{с.т.}$ от диапазона изменения температуры перехода ΔT_j при циклической токовой нагрузке.

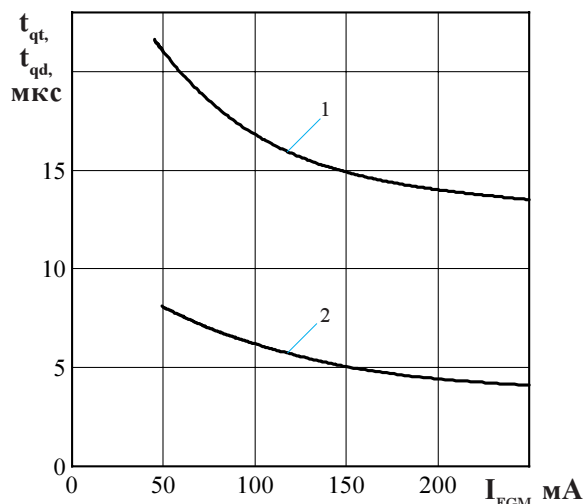


Рисунок 13 - Зависимость времени включения t_{qt} (1) и времени задержки t_{qd} (2) от амплитуды управляющего импульса I_{FGM} при температуре перехода $T_j = 25^\circ C$; $di_G/dt = 5 A/\mu s$; $t_G = 50 \mu s$; $U_D = 100 V$; $I_T = I_{TAVM}$

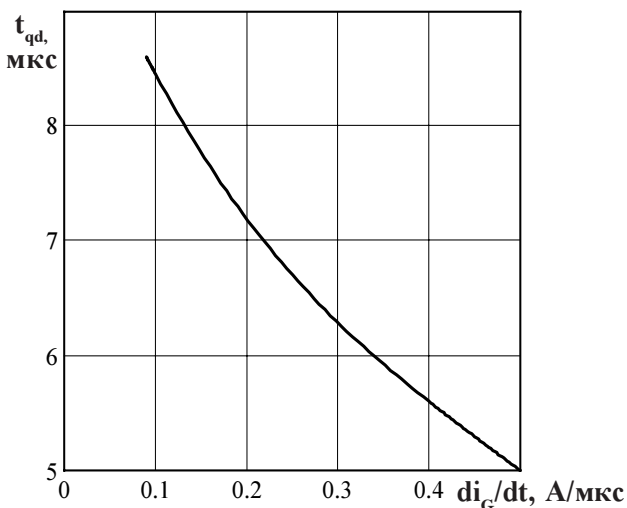


Рисунок 14 - Зависимость времени задержки t_{qd} от скорости нарастания тока управляющего импульса di_G/dt при температуре перехода $T_j = 25^\circ C$; $t_G = 50 \mu s$; $U_D = 100 V$; $I_{GTM} = 150 mA$.

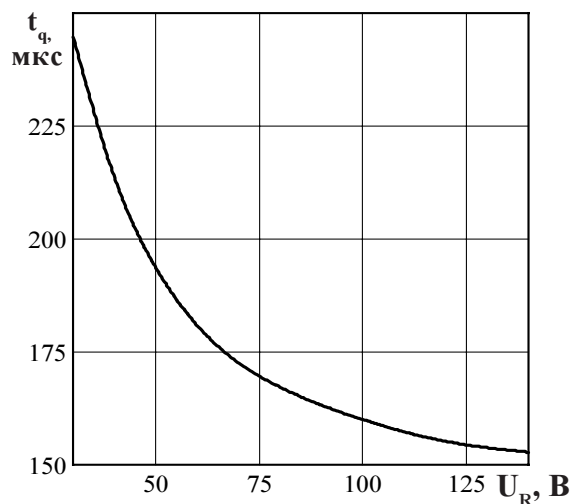


Рисунок 15 - Зависимость времени выключения t_q от обратного напряжения U_R при максимальной температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ C$; $I_T = I_{TAVM}$; $(di/dt)_f = 5 A/\mu s$; $dU_D/dt = 50 V/\mu s$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$

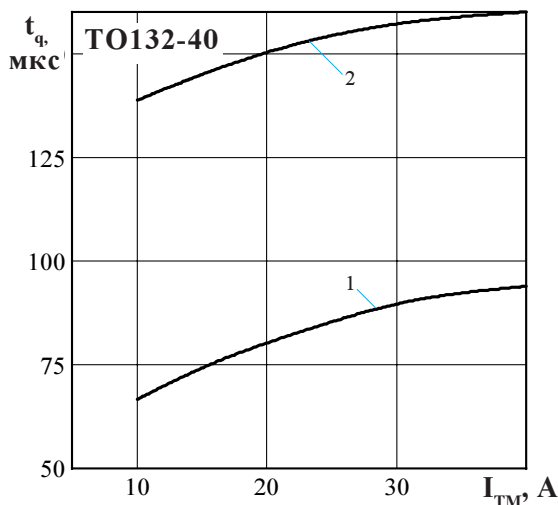
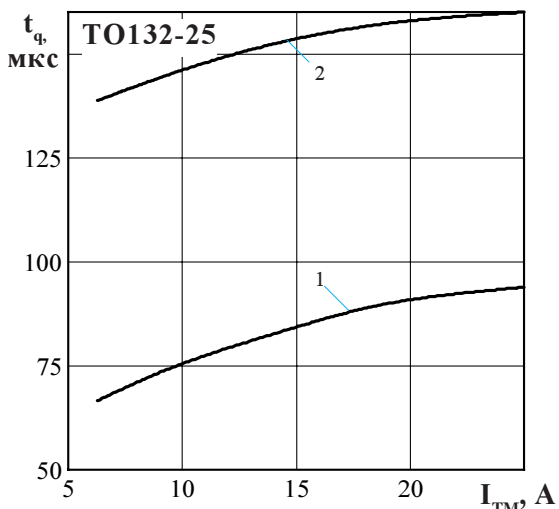


Рисунок 16 - Зависимость времени выключения t_q от амплитуды предшествующего тока в открытом состоянии I_{TM} при максимальной температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ C$ (2) и $T_j = 25^\circ C$ (1); $(di/dt)_f = 5 A/\mu s$; $dU_D/dt = (dU_D/dt)_{crit}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$; $U_R = 100 V$

TO132 ..

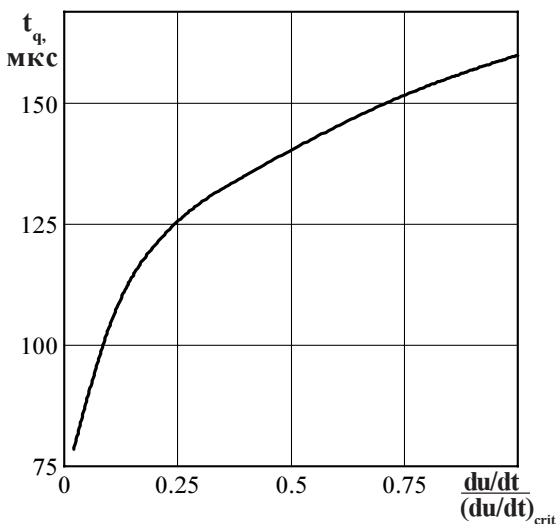


Рисунок 17 - Зависимость времени выключения t_q от скорости нарастания напряжения в закрытом состоянии dU_D/dt (отн. ед.) при $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$; $I_T = I_{TAVM}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$; $U_R = 100\text{ В}$; $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$

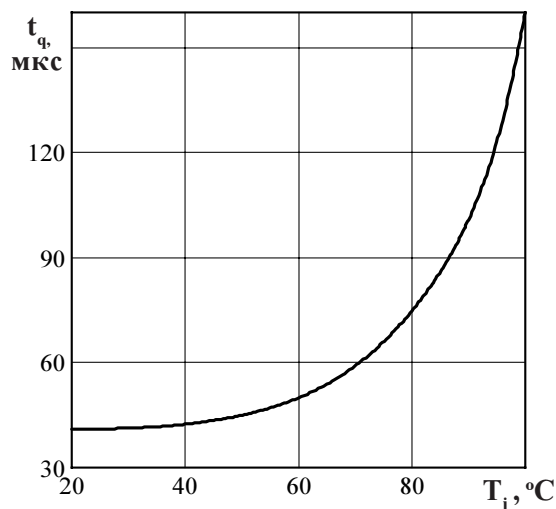


Рисунок 18 - Зависимость времени выключения t_q от температуры перехода T_j при $I_T = I_{TAVM}$; $di/dt = 5\text{ А/мкс}$; $U_R = 100\text{ В}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$; $dU_D/dt = (dU_D/dt)_{crit}$

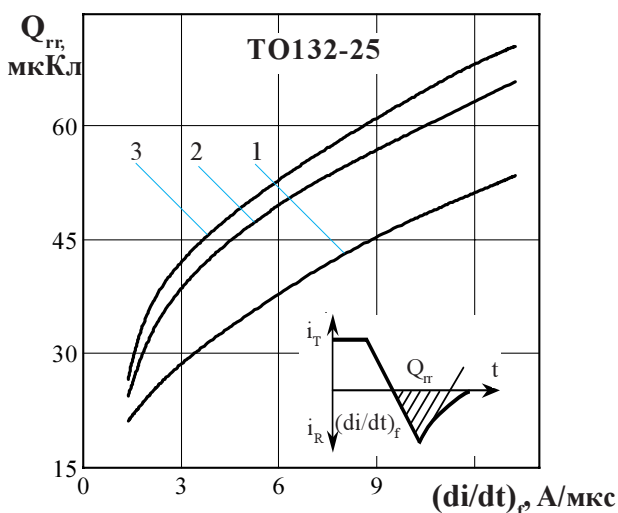


Рисунок 19 - Зависимость заряда восстановления Q_{rr} от скорости спада тока $(di/dt)_f$ в открытом состоянии при температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$, $U_{RM} = 100\text{ В}$; $I_T = I_{TAVM}$.

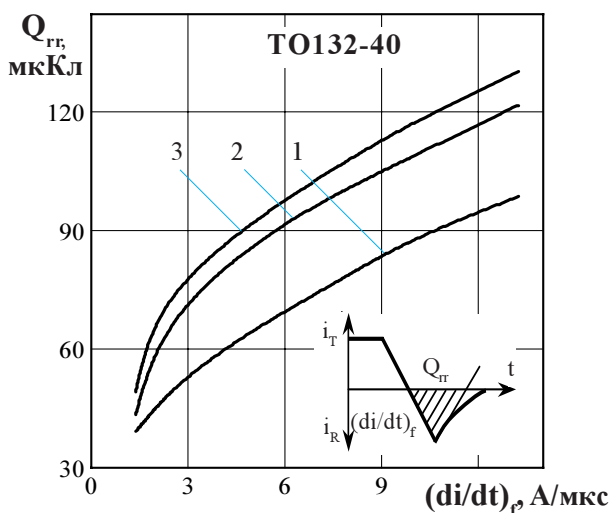


Рисунок 19 - Зависимость заряда восстановления Q_{rr} от скорости спада тока $(di/dt)_f$ в открытом состоянии при температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$, $U_{RM} = 100\text{ В}$; $I_T = I_{TAVM}$.

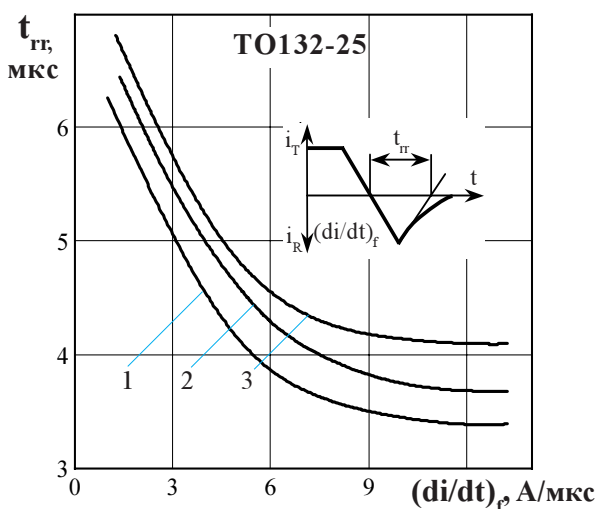


Рисунок 20 - Зависимость времени обратного восстановления t_{rr} от скорости спада тока $(di/dt)_f$ в открытом состоянии при температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$, $U_R = 100\text{ В}$ и предшествующем токе открытого состояния $I_T = 0,5 I_{TAVM}$ (1), $I_T = I_{TAVM}$ (2), $I_T = 1,5 I_{TAVM}$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

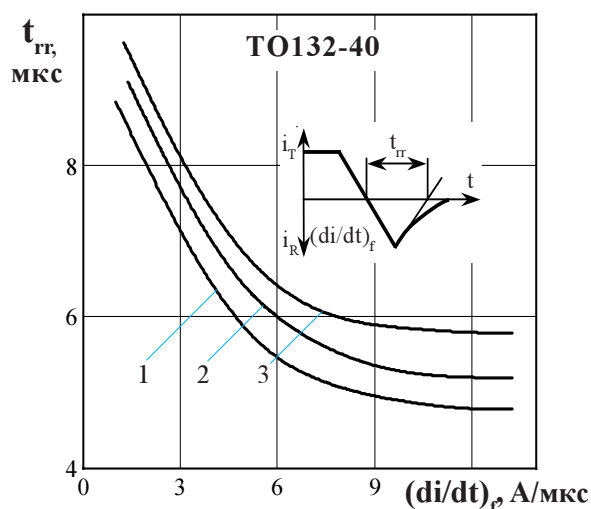


Рисунок 20 - Зависимость времени обратного восстановления t_{rr} от скорости спада тока $(di/dt)_f$ в открытом состоянии при температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$, $U_R = 100\text{ В}$ и предшествующем токе открытого состояния $I_T = 0,5 I_{TAVM}$ (1), $I_T = I_{TAVM}$ (2), $I_T = 1,5 I_{TAVM}$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