

ОПТОТИРИСТОРЫ

ТО165-50, ТО165-63, ТО165-80

Общие сведения

Оптотиристоры ТО165 выпускают в пластмассовом корпусе с беспотенциальным основанием фланцевого исполнения.

Оптотиристоры предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока частотой до 500 Гц и применяются для обеспечения гальванической развязки между силовой и управляющей цепями.

Условия эксплуатации

Климатическое исполнение и категория размещения У2 для эксплуатации в атмосфере типа I и II по ГОСТ 15150-69.

Оптотиристоры предназначены для эксплуатации во взрывобезопасных и химически неактивных средах, в условиях исключающих воздействие различных излучений (нейтронного, электронного, гамма-излучения).

Оптотиристоры допускают воздействие вибрационных нагрузок до 100 Гц с ускорением 50 м/с² и одиночных ударов длительностью импульса 50 мс и ускорением 40 м/с². Группа М27 условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1-90.

Оптотиристоры по своим параметрам и характеристикам соответствуют ТУ У 32.1-30077685-012-2004.

Комплектность поставки и формулирование заказа

Оптотиристоры, по согласованию с предприятием-изготовителем, могут поставляться с охладителем и комплектом крепежных деталей.

К каждой партии оптотиристоров, транспортируемых в один адрес, прилагается этикетка.

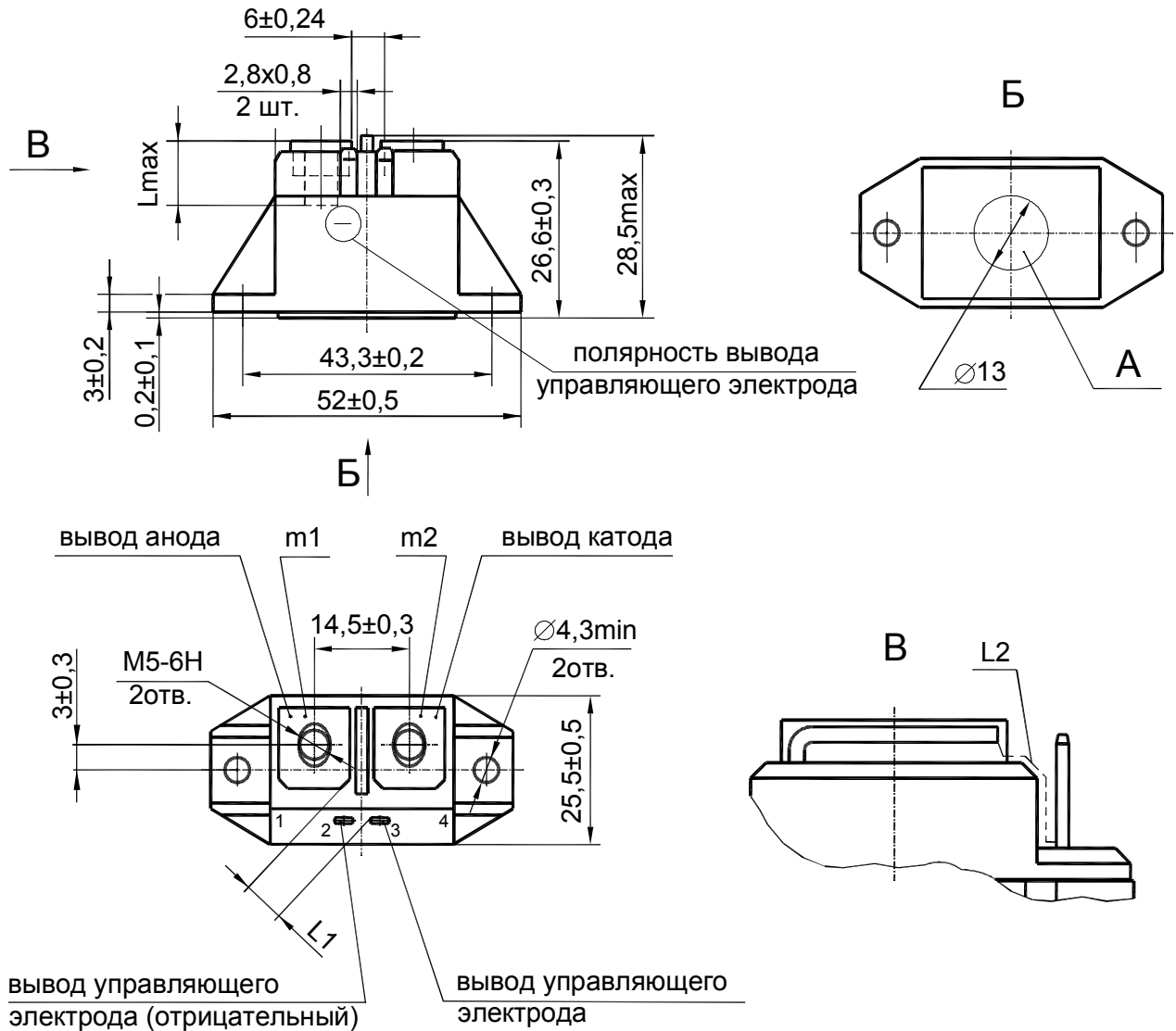
При заказе оптотиристоров необходимо указать:

тип, класс, группу по критической скорости нарастания напряжения в закрытом состоянии, индекс "А" (для оптотиристоров, эксплуатируемых на постоянном токе управления), количество, номер технических условий.

Пример заказа 50 штук оптотиристоров типа ТО165-80 двенадцатого класса с критической скоростью нарастания напряжения в закрытом состоянии по седьмой группе, с постоянным режимом по цепи управления.

ТО165-80-12-7-А ТУ У 32.1-30077685-012-2004 50 шт.

Конструкция оптотиристоров



- А - область контроля температуры корпуса оптотиристора;
- m1, m2 - контрольные точки измерения импульсного напряжения в открытом состоянии;
- L1 - минимальное расстояние по воздуху между выводом анода и выводом управляющего электрода 5,4 мм;
- L2 - минимальная длина пути для тока утечки между выводом анода и выводом управляющего электрода 7,7 мм;
- Lmax - максимальная глубина ввинчивания 10 мм.

Масса не более 46 г

Крутящий момент, прикладываемый к винту при подключении вывода катода, вывода анода в схему $2 \pm 0,2$ Н·м.

Растягивающая сила для выводов управляющих электродов $20 \pm 2,0$ Н.

Параметры закрытого состояния

Параметр		Значение параметра	Условия установления норм на параметры																
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения	ТО165-50 ТО165-63 ТО165-80																	
U_{DSM} U_{RSM}	<p>Неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и неповторяющееся импульсное обратное напряжение, В, для классов:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>4</td><td>450</td></tr> <tr><td>5</td><td>560</td></tr> <tr><td>6</td><td>670</td></tr> <tr><td>8</td><td>900</td></tr> <tr><td>9</td><td>1000</td></tr> <tr><td>10</td><td>1100</td></tr> <tr><td>11</td><td>1200</td></tr> <tr><td>12</td><td>1300</td></tr> </table>	4	450	5	560	6	670	8	900	9	1000	10	1100	11	1200	12	1300		$T_{jm} = 100^{\circ}\text{C}$. Импульс напряжения синусоидальный однополупериодный одиночный длительностью не более 10 мс.
4	450																		
5	560																		
6	670																		
8	900																		
9	1000																		
10	1100																		
11	1200																		
12	1300																		
U_{DRM} U_{RRM}	<p>Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и повторяющееся импульсное обратное напряжение, В, для классов:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>4</td><td>400</td></tr> <tr><td>5</td><td>500</td></tr> <tr><td>6</td><td>600</td></tr> <tr><td>8</td><td>800</td></tr> <tr><td>9</td><td>900</td></tr> <tr><td>10</td><td>1000</td></tr> <tr><td>11</td><td>1100</td></tr> <tr><td>12</td><td>1200</td></tr> </table>	4	400	5	500	6	600	8	800	9	900	10	1000	11	1100	12	1200		$T_{jm} = 100^{\circ}\text{C}$. Импульсы напряжения синусоидальные однополупериодные длительностью не более 10 мс частотой 50 Гц.
4	400																		
5	500																		
6	600																		
8	800																		
9	900																		
10	1000																		
11	1100																		
12	1200																		
U_{DWM} U_{RWM}	Рабочее импульсное напряжение в закрытом состоянии и рабочее импульсное обратное напряжение, В	$0,8U_{DRM}$ $0,8U_{RRM}$																	
U_D U_R	Постоянное напряжение в закрытом состоянии и постоянное обратное напряжение, В	$0,6U_{DRM}$ $0,6U_{RRM}$	$T_c = 60^{\circ}\text{C}$																
$(du_D/dt)_{crit}$	<p>Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии, В/мкс, не менее, для группы:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>1</td><td>20</td></tr> <tr><td>2</td><td>50</td></tr> <tr><td>3</td><td>100</td></tr> <tr><td>4</td><td>200</td></tr> <tr><td>5</td><td>320</td></tr> <tr><td>6</td><td>500</td></tr> <tr><td>7</td><td>1000</td></tr> </table>	1	20	2	50	3	100	4	200	5	320	6	500	7	1000		$T_{jm} = 100^{\circ}\text{C}$; $U_{DM} = 0,67U_{DRM}$; $t_u \geq 200\text{мкс}$. Цепь управления разомкнута.		
1	20																		
2	50																		
3	100																		
4	200																		
5	320																		
6	500																		
7	1000																		
I_{DRM} I_{RRM}	<p>Повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии, повторяющийся импульсный обратный ток, мА, не более</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>3,2</td></tr> <tr><td>5,0</td></tr> </table>	3,2	5,0		$T_{jm} = 25^{\circ}\text{C}$ Цепь управления разомкнута. $T_{jm} = 100^{\circ}\text{C}$ Цепь управления разомкнута.														
3,2																			
5,0																			

Параметры открытого состояния

Параметр		Значение параметра			Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения	ТО165-50	ТО165-63	ТО165-80	
$I_{T(AV)M}$	Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии, А	50	63	80	$T_c=60^\circ\text{C}$ Импульсы тока синусоидальные однополупериодные длительностью не более 10 мс частотой 50 Гц.
	Фактический максимально допустимый средний ток в открытом состоянии, А	53	66	84	
I_{TRMSM}	Максимально допустимый действующий ток в открытом состоянии, А	79	99	126	
I_{TSM}	Ударный ток в открытом состоянии, А	880	990	880	$T_j=25^\circ\text{C}$
		800	900	800	$T_{jm}=100^\circ\text{C}$. 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	1,75	1,65	1,55	$T_j=25^\circ\text{C}$, $I_T=3,14I_{T(AV)M}$
$U_{T(ТО)}$	Пороговое напряжение в открытом состоянии, В, не более	1,15			$T_j=25^\circ\text{C}$
		1,0			$T_{jm}=100^\circ\text{C}$
r_T	Динамическое сопротивление в открытом состоянии, мОм, не более	3,8	2,5	1,6	$T_j=25^\circ\text{C}$
		5,4	3,8	3,0	$T_{jm}=100^\circ\text{C}$
I_H	Ток удержания, мА, не более	50			$T_j=25^\circ\text{C}$, $U_D=12\text{ В}$, цепь управления разомкнута.
$I_{T(AV)}$	Средний ток в открытом состоянии при $T_a=40^\circ\text{C}$, А	естественное охлаждение			
		15,4	16,5	17,3	охладитель ОР234-80
		13,0	13,8	14,4	охладитель ОР234-60
		принудительное охлаждение $v=6\text{ м/с}$			
		25,0	28,0	30,0	охладитель ОР234-80

Параметры управления

Параметр		Значение параметра	Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения	ТО165-50, ТО165-63, ТО165-80	
U_{GT}	Отпирающее постоянное напряжение управления, В, не более (для приборов с индексом "А")*	1,8	$T_a > 5^\circ\text{C}$, $T_j = 25^\circ\text{C}$
I_{GT}	Отпирающий постоянный ток управления, мА, не более (для приборов с индексом "А")*	80**	
I_{GTmax}	Максимально допустимый постоянный ток управления, мА (для приборов с индексом "А")*	100	$T_a > 5^\circ\text{C}$, $T_j = 25^\circ\text{C}$, $t_i = 30 \text{ c}$
U_{GTM}	Отпирающее импульсное напряжение управления, В, не более	2,0	$T_j = 25^\circ\text{C}$, $t_i = 50 \text{ мкс}$
		3,0	$T_j = -40^\circ\text{C}$, $t_i = 50 \text{ мкс}$
I_{GTM}	Отпирающий импульсный ток управления, мА, не более	250	$T_j = 25^\circ\text{C}$, $t_i = 50 \text{ мкс}$, скважность $q \geq 10$
		600	$T_j = -40^\circ\text{C}$, $t_i = 50 \text{ мкс}$, $q \geq 10$
I_{GTMmax}	Максимально допустимый импульсный ток управления, мА	700	$T_j = 25^\circ\text{C}$, $t_i = 50 \text{ мкс}$, $q \geq 10$
U_{GD}	Неотпирающее постоянное напряжение управления, В, не менее (для приборов с индексом "А")*	0,9	$T_j = 25^\circ\text{C}$
U_{GDM}	Неотпирающее импульсное напряжение управления, В, не менее		$t_i = 50 \text{ мкс}$

* Приборы, имеющие в маркировке индекс "А", рекомендуется управлять постоянным напряжением при температуре окружающей среды выше 5°C . При эксплуатации приборов с индексом "А" при температуре окружающей среды 5°C и ниже необходимо переходить к импульсному режиму по цепи управления. Допускается эксплуатация приборов с индексом "А" в импульсном режиме по цепи управления при температуре окружающей среды выше 5°C .

Запрещена эксплуатация приборов, не имеющих в маркировке индекс "А", при постоянном режиме управления. Для этих приборов допускается только импульсный режим по цепи управления.

** Оптотиристоры могут поставляться со значением отпирающего постоянного тока управления менее установленной нормы с обязательным указанием нормы в договоре (контракте) на поставку.

Примечание - **Запрещается** эксплуатировать приборы при подаче обратного напряжения более 3 В на выводы управляющих электродов.

Параметры переключения

Параметр		Значение параметра			Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения	ТО165-50	ТО165-63	ТО165-80	
$(di_T/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии, А/мкс	100			$f = 1 \div 5$ Гц, $I_T = 2I_{TAVM}$, $t_{IG} = 50$ мкс, $I_G \geq I_G$ при T_{jmin} , $t_H = 10$ с
t_{gt}	Время включения, мкс, не более	15			$T_J = 25^\circ\text{C}$, $U_D = 100$ В, $I_T = I_{TAVM}$. Режим по выводу управляющего электрода: форма - трапецеидальная, $I_{FGM} = 500$ мА, $di_G/dt = 0,5$ А/мкс, $t_G = 50$ мкс, сопротивление источника управления не более 30 Ом.
t_{gd}	Время задержки, мкс, не более	5			
Q_{rr}	Заряд обратного восстановления, мкКл, не более	95	116	145	$T_J = 25^\circ\text{C}$, $I_T = I_{TAVM}$, $U_R = 100$ В, $(di_T/dt)_f = 5$ А/мкс
I_{rrm}	Импульсный обратный ток восстановления, А, не более	22	30	34	
t_{rr}	Время обратного восстановления, мкс, не более	6,8	7,8	8,5	
t_q	Время выключения, мкс, не более	160			$T_{jm} = 100^\circ\text{C}$ $t_{imin} = 300$ мкс (на уровне 0,9 от амплитуды), $-(di_T/dt) = 5$ А/мкс, $t_{umin} = 200$ мкс (на уровне 0,9 от амплитуды), $du_D/dt = 50$ В/мкс

Тепловые параметры

Параметр		Значение параметра			Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения	ТО165-50	ТО165-63	ТО165-80	
T_{jm}	Максимально допустимая температура перехода, $^\circ\text{C}$	100			
T_{jmin}	Минимально допустимая температура перехода, $^\circ\text{C}$	минус 40			
T_{stgm}	Максимально допустимая температура хранения, $^\circ\text{C}$	40			
T_{stgmin}	Минимально допустимая температура хранения, $^\circ\text{C}$	минус 40			
R_{thjc}	Тепловое сопротивление переход-корпус, $^\circ\text{C}/\text{Вт}$, не более	0.5	0.41	0.34	Постоянный ток
R_{thch}	Тепловое сопротивление корпус-охладитель, $^\circ\text{C}/\text{Вт}$, не более	0.63			
R_{thja}	Тепловое сопротивление переход-среда, $^\circ\text{C}/\text{Вт}$, не более	естественное охлаждение			
		3,23	3,14	3,07	охладитель ОР234-80
		3,93	3,84	3,77	охладитель ОР234-60
		принудительное охлаждение, $v=6$ м/с			
		1,8	1,71	1,64	охладитель ОР234-80

Параметры гальванической развязки

Параметр		Значение параметра	Условия установления норм на параметры
Буквенное обозначение	Наименование, единица измерения	ГО165-50 ГО165-63 ГО165-80	
U_{isol}	Электрическая прочность изоляции между беспотенциальным основанием прибора и его выводами, В, (действующее значение)	2000 (для 4-8 кл.) 2500 (для 9-12 кл.)	Нормальные климатические условия. Частота испытательного напряжения 50 Гц. Время выдержки под напряжением 1 мин.
U_{IG}	Электрическая прочность изоляции между основными выводами и выводами управляющего электрода, В (действующее значение)	2000	
R_{isol}	Сопротивление изоляции между беспотенциальным основанием прибора и его выводами, МОм, не менее	50	Нормальные климатические условия. $U_{isol}=1000$ В. Время приложения испытательного напряжения не менее 10 с.
		5	Повышенная влажность. $U_{isol}=1000$ В. Время приложения испытательного напряжения не менее 10 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. $U_{IG}=1000$ В. Время приложения испытательного напряжения не менее 10 с.

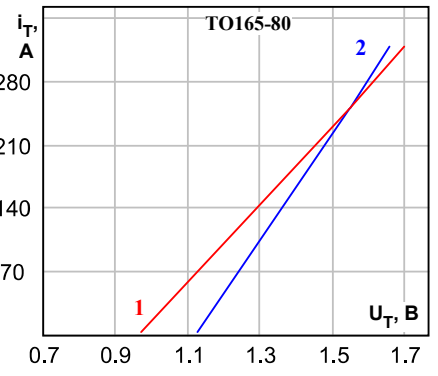
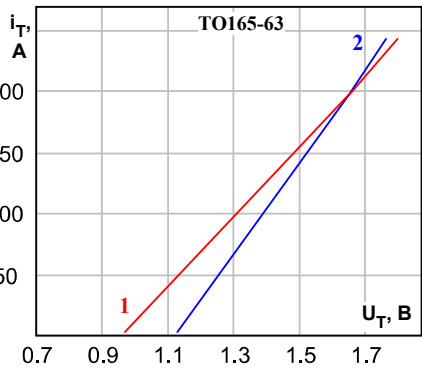
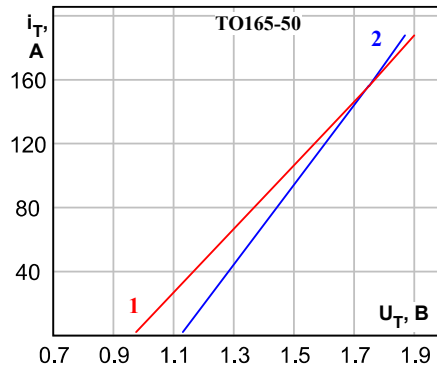


Рисунок 1: Предельные вольтамперные характеристики при максимально допустимой температуре перехода T_{jm} (1) и температуре $T_j=25^\circ\text{C}$ (2), $I_T=3, 14 I_{T(AV)}$.

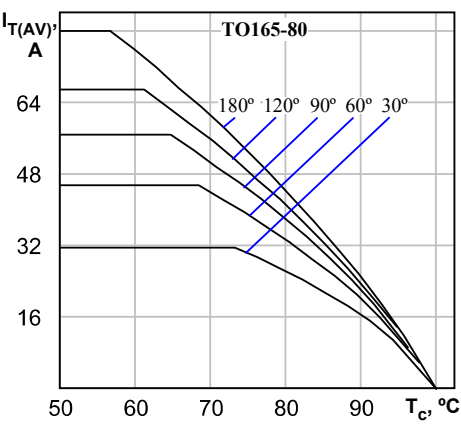
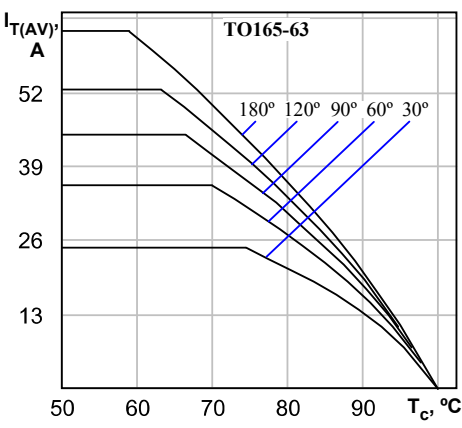
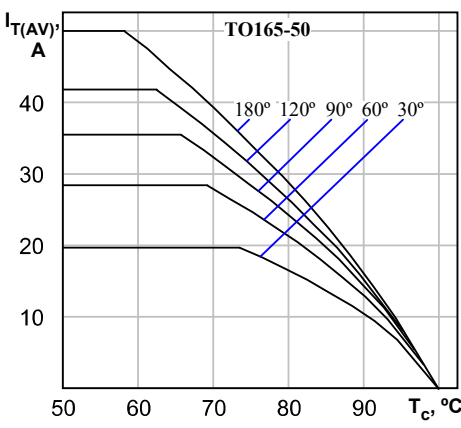


Рисунок 2: Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии $I_{T(AV)}$ синусоидальной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости от температуры корпуса T_c .

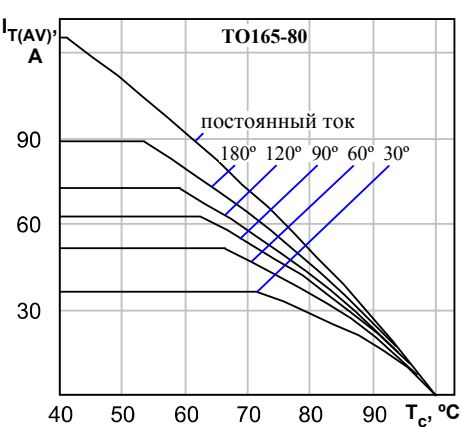
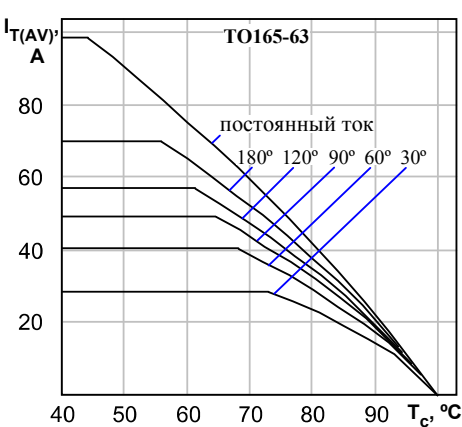
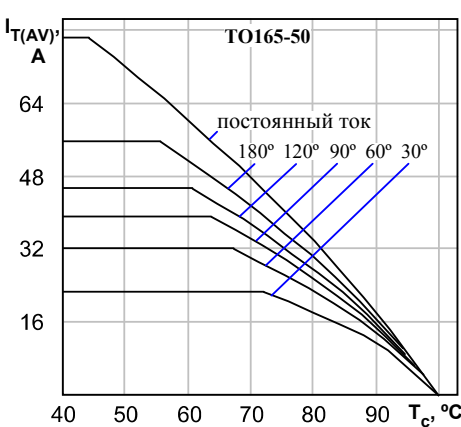


Рисунок 3: Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии $I_{T(AV)}$ прямоугольной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости и постоянного тока от температуры корпуса T_c .

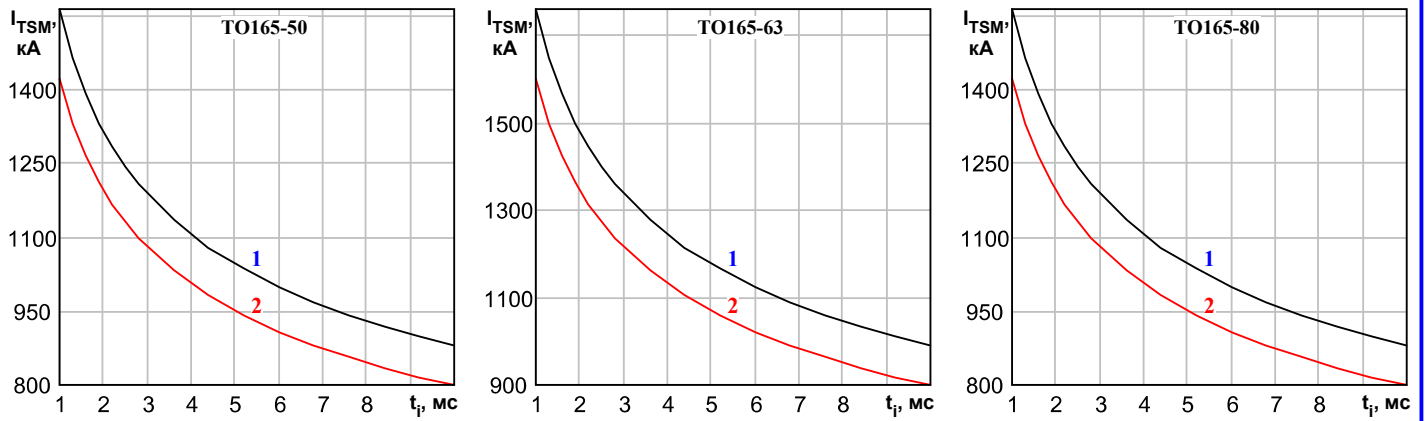


Рисунок 4: Зависимость допустимой амплитуды ударного тока в открытом состоянии I_{TSM} от длительности импульса тока t_i при исходной температуре структуры $T_j=25^\circ\text{C}$ (1) и максимально допустимой температуре перехода T_{jm} (2).

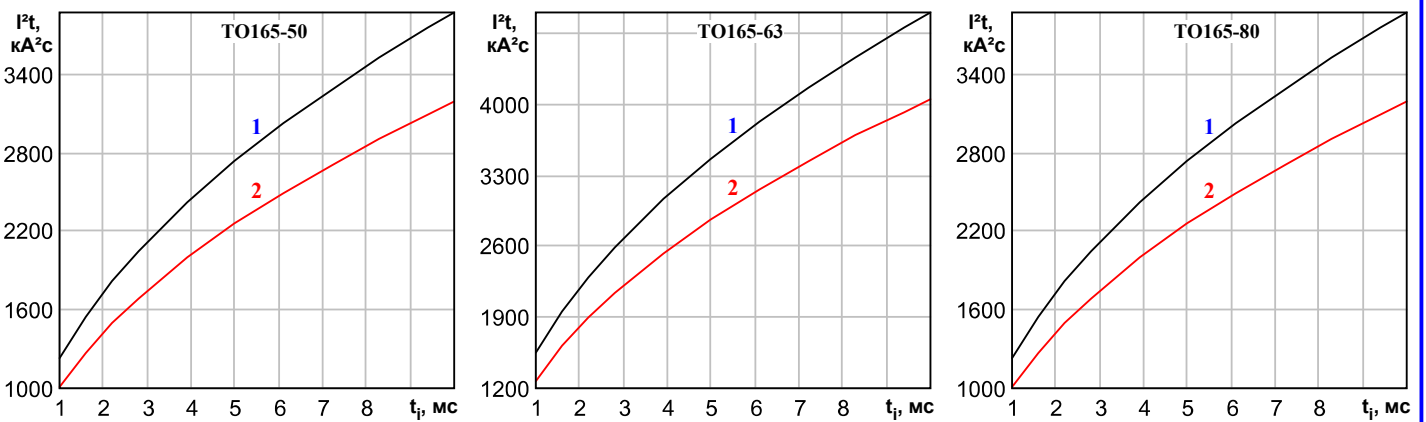


Рисунок 5: Зависимость защитного показателя I^2t от длительности импульса тока t_i при исходной температуре структуры $T_j=25^\circ\text{C}$ (1) и максимально допустимой температуре перехода T_{jm} (2).

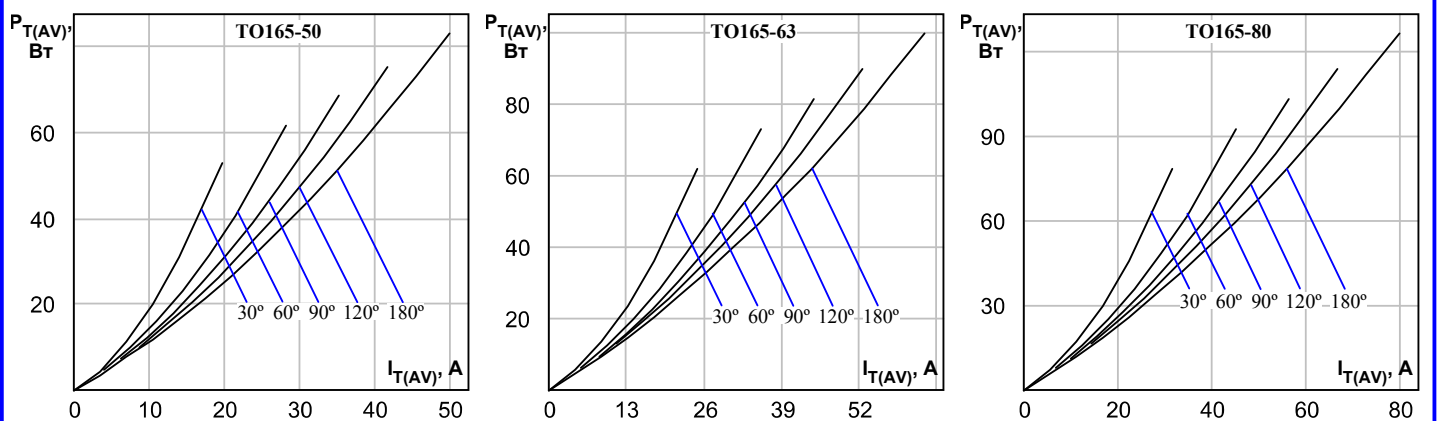


Рисунок 6: Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии $P_{T(AV)}$ от среднего тока в открытом состоянии $I_{T(AV)}$ синусоидальной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости.

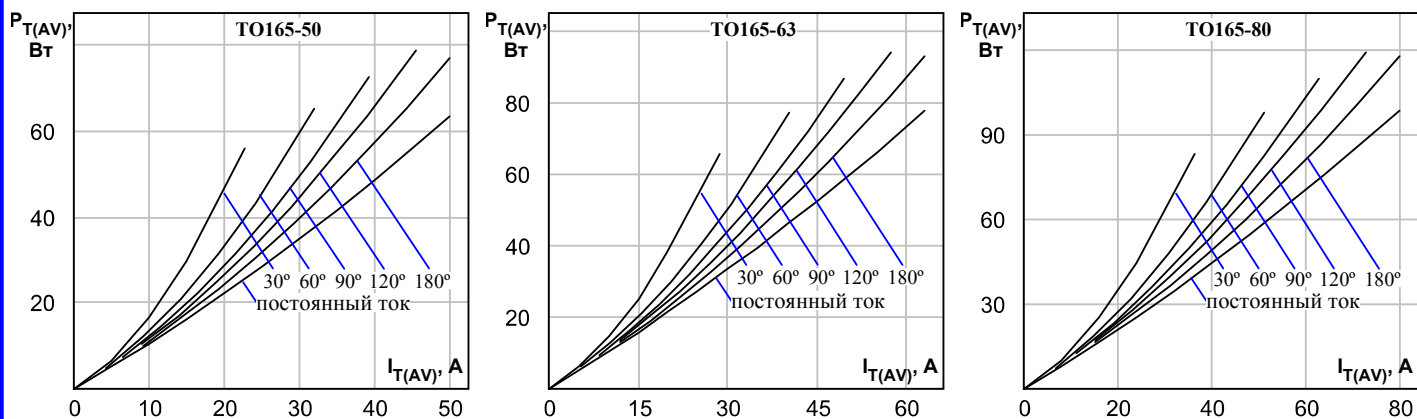


Рисунок 7: Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии $P_{T(AV)}$ от среднего тока в открытом состоянии $I_{T(AV)}$ прямоугольной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости и постоянного тока.

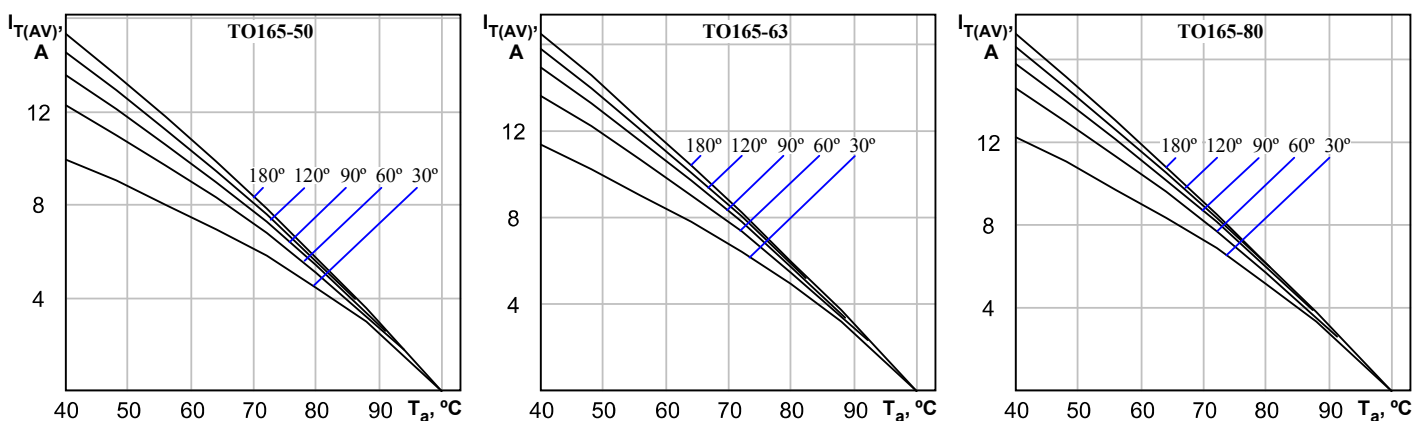


Рисунок 8: Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии $I_{T(AV)}$ синусоидальной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении на ОР234-80.

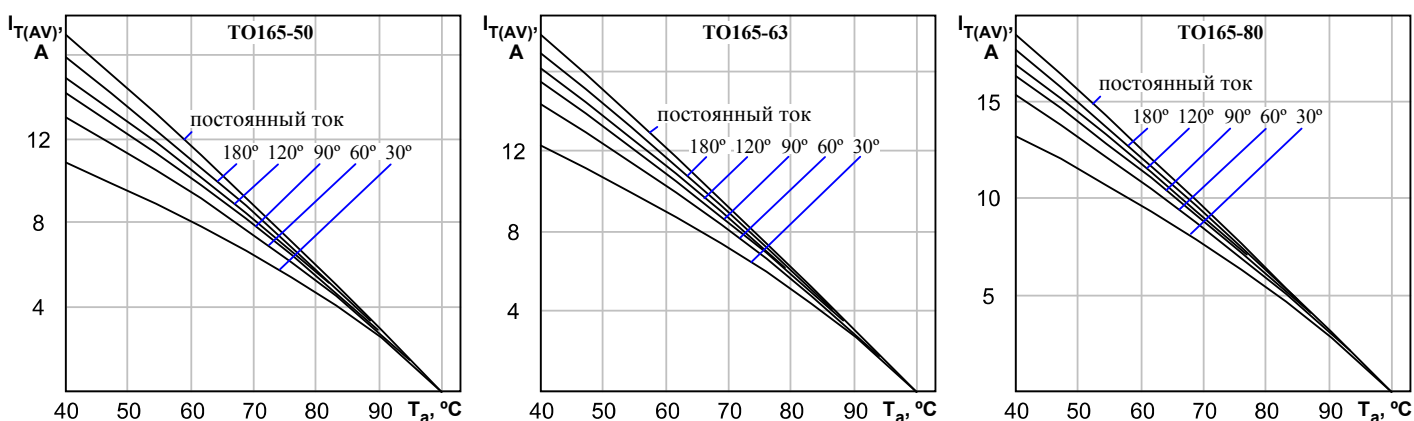


Рисунок 9: Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии $I_{T(AV)}$ прямоугольной формы частотой 50 Гц при различных углах проводимости и постоянного тока от температуры окружающей среды T_a при естественном охлаждении на ОР234-80.

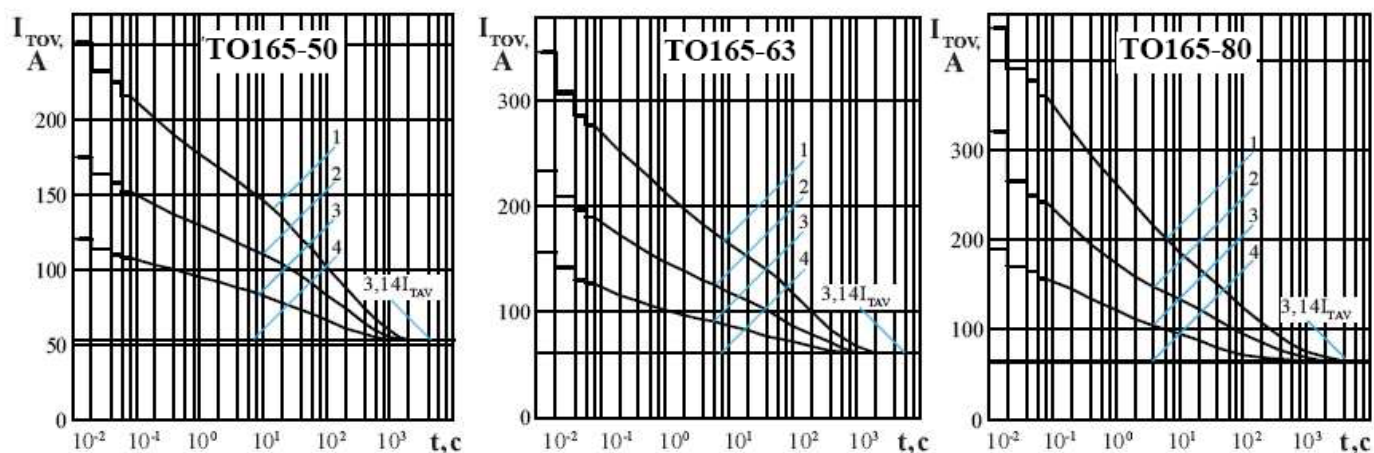


Рисунок 10 - Зависимость допустимой амплитуды тока перегрузки в открытом состоянии I_{TOV} синусоидальной формы частотой $f = 50$ Гц от длительности перегрузки t при температуре окружающей среды $T_a = 40$ °С и при отношении тока, предшествующего перегрузке, I_T к допустимому среднему току с охлаждаем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

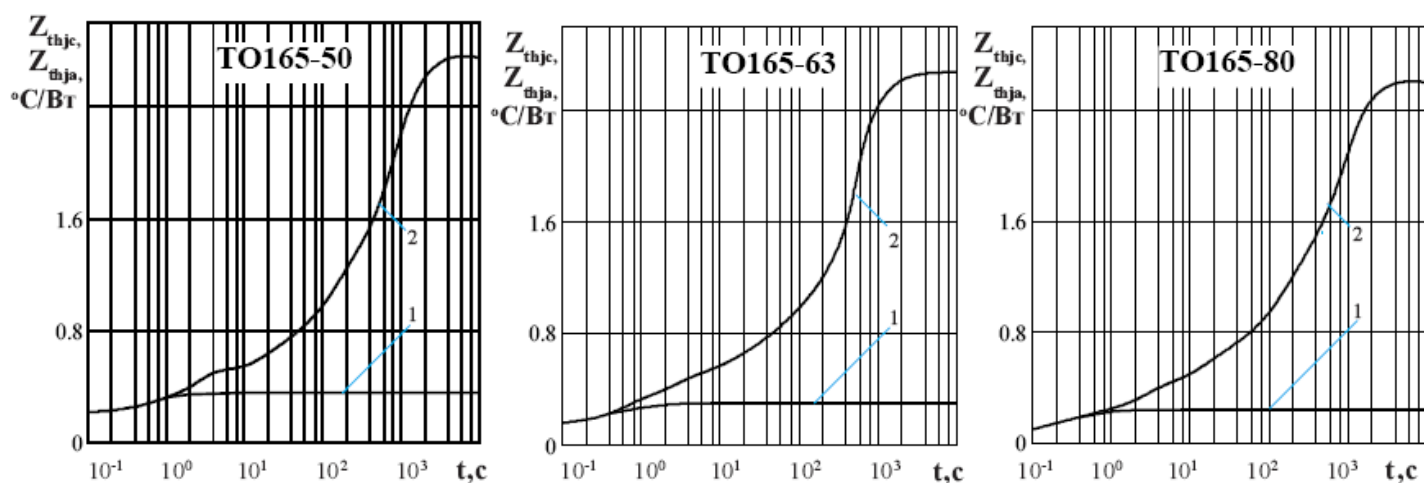


Рисунок 11 - Зависимость теплового сопротивления переход - корпус Z_{thjc} (1) и переход-среда Z_{thja} (2) от времени t при естественном охлаждении $T_a = 40$ °С на типовом охладителе.

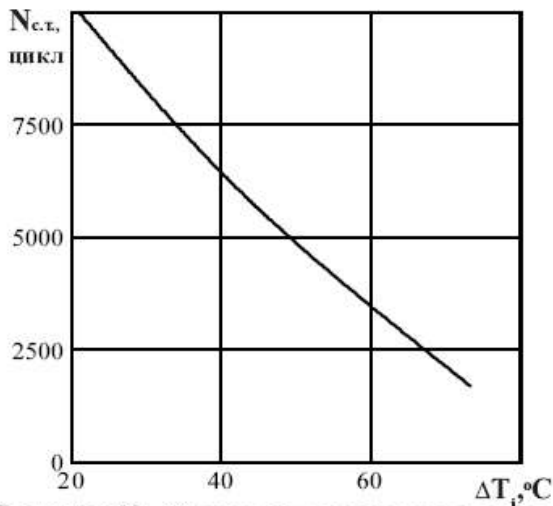


Рисунок 12 - Зависимость максимально допустимого числа циклов нагрев-охлаждение N_{\max} от диапазона изменения температуры перехода ΔT_j при циклической токовой нагрузке.

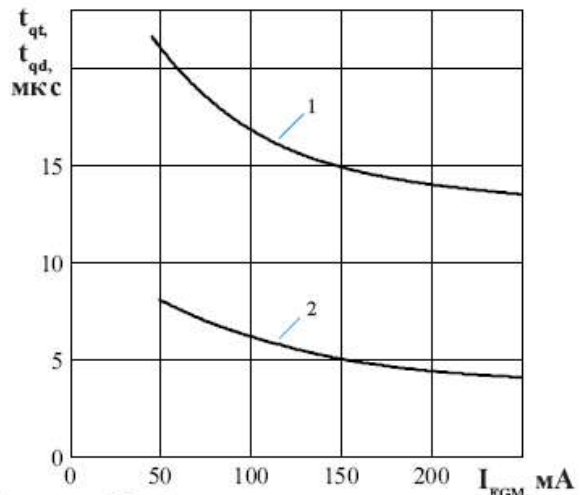


Рисунок 13 - Зависимость времени включения t_{qt} (1) и времени задержки t_{qd} (2) от амплитуды управляющего импульса I_{FGM} при температуре перехода $T_j = 25^\circ\text{C}$; $di_g/dt = 5 \text{ A/мкс}$; $t_g = 50 \text{ мкс}$; $U_D = 100 \text{ В}$; $I_T = I_{TAVM}$

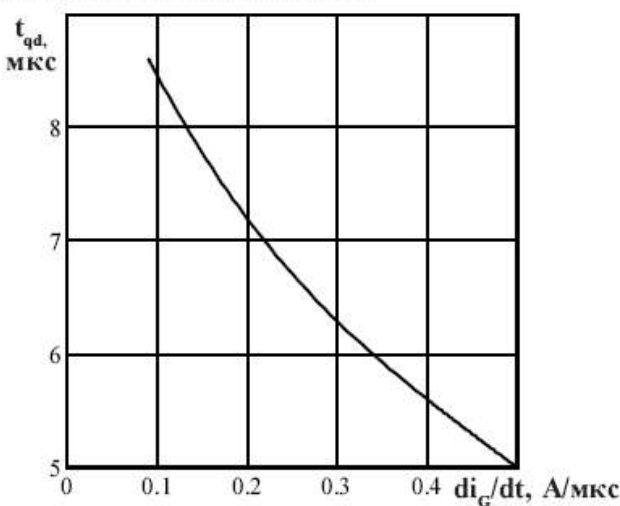


Рисунок 14 - Зависимость времени задержки t_{qd} от скорости нарастания тока управляющего импульса di_g/dt при температуре перехода $T_j = 25^\circ\text{C}$; $t_g = 50 \text{ мкс}$; $U_D = 100 \text{ В}$; $I_{GTM} = 150 \text{ mA}$.

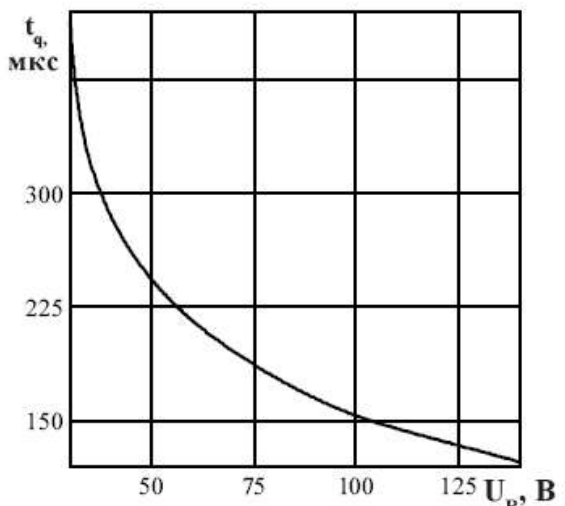


Рисунок 15 - Зависимость времени выключения t_q от обратного напряжения U_R при максимальной температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$; $I_T = I_{TAVM}$; $(di/dt)_f = 5 \text{ A/мкс}$; $dU_D/dt = 50 \text{ В/мкс}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$

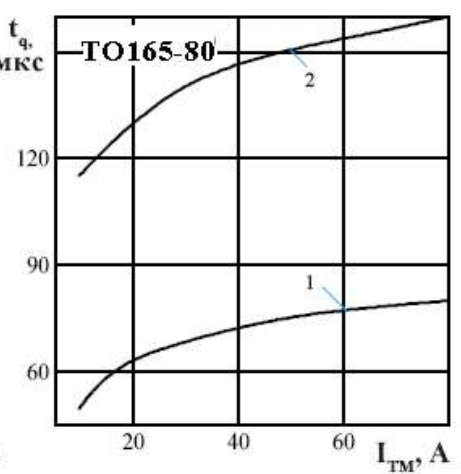
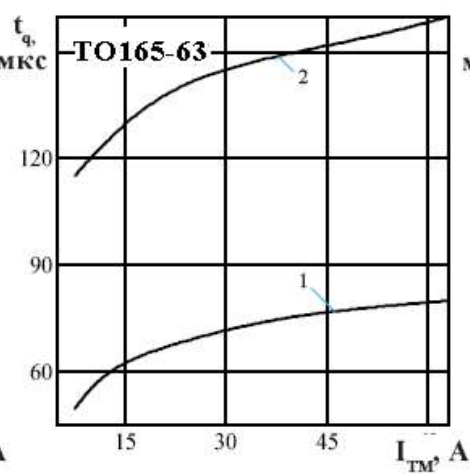
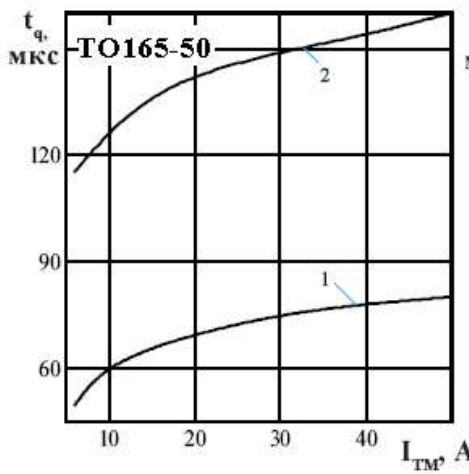


Рисунок 16 - Зависимость времени выключения t_q от амплитуды предшествующего тока в открытом состоянии I_{TM} при максимальной температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$ (2) и $T_j = 25^\circ\text{C}$ (1); $(di/dt)_f = 5 \text{ A/мкс}$; $dU_D/dt = (dU_D/dt)_{\text{crit}}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$;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

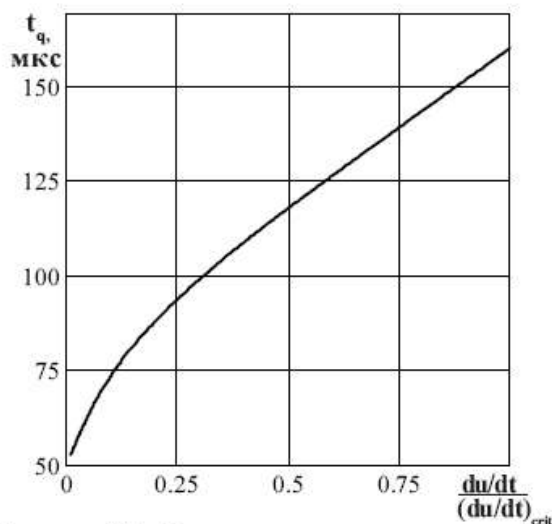


Рисунок 17 - Зависимость времени выключения t_q от скорости нарастания напряжения в закрытом состоянии dU_D/dt (отн. ед.) при $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$; $I_T = I_{TAVM}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$; $U_R = 100\text{ В}$; $(di/dt)_f = 5\text{ А/мкс}$

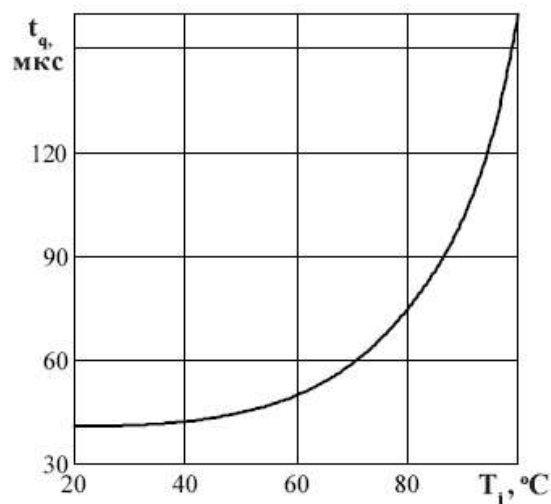


Рисунок 18 - Зависимость времени выключения t_q от температуры перехода T_j при $I_T = I_{TAVM}$; $di/dt = 5\text{ А/мкс}$; $U_R = 100\text{ В}$; $U_D = 0,67 U_{DRM}$; $dU_D/dt = (dU_D/dt)_{crit}$

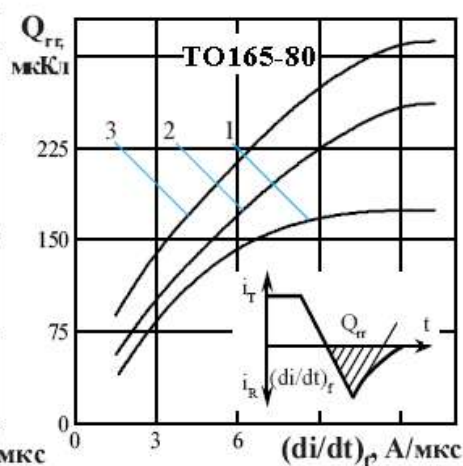
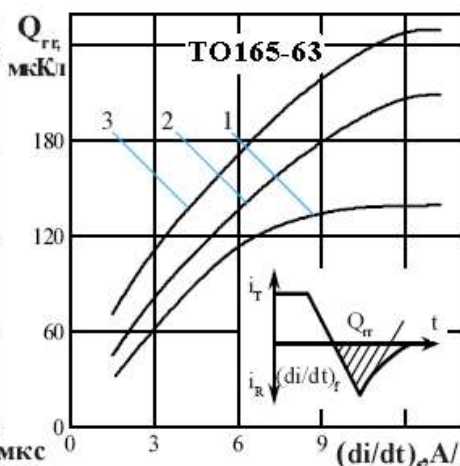
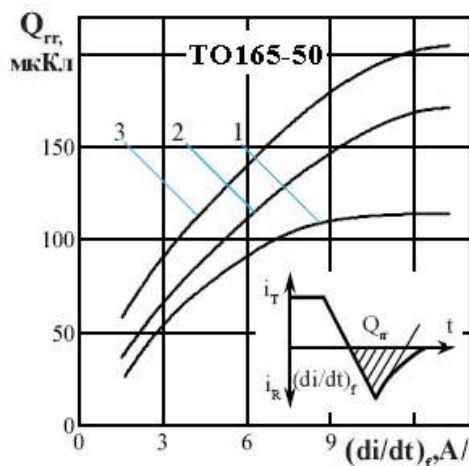


Рисунок 19 - Зависимость заряда восстановления Q_{rr} от скорости спада тока $(di/dt)_f$ в открытом состоянии при температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$, $U_{RM} = 100\text{ В}$ и предшествующем токе открытого состояния $I_T = 0,5 I_{TAVM}$ (1), $I_T = I_{TAVM}$ (2), $I_T = 1,5 I_{TAVM}$ (3).

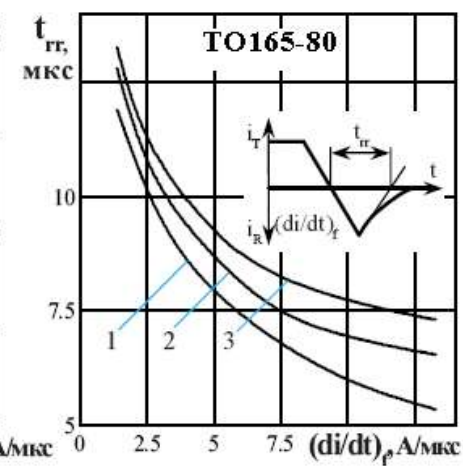
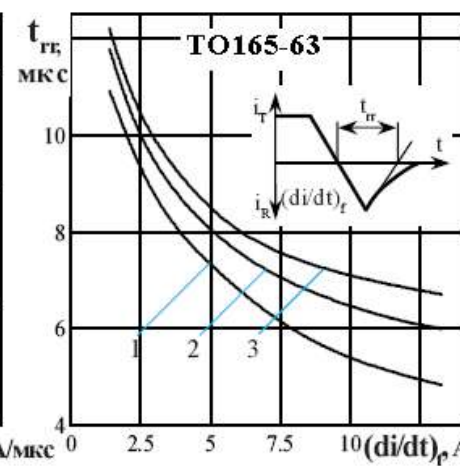
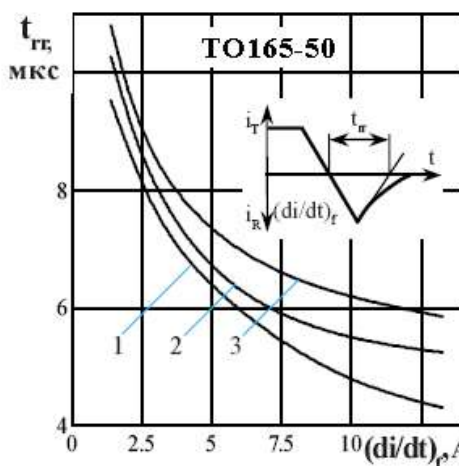


Рисунок 20 - Зависимость времени обратного восстановления t_{rr} от скорости спада тока $(di/dt)_f$ в открытом состоянии при температуре перехода $T_{jm} = 100^\circ\text{C}$, $U_R = 100\text{ В}$ и предшествующем токе открытого состояния $I_T = 0,5 I_{TAVM}$ (1), $I_T = I_{TAVM}$ (2), $I_T = 1,5 I_{TAVM}$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