



Низкие динамические потери  
 Малый заряд обратного восстановления  
 Разветвленный управляющий электрод для  
 высоких скоростей нарастания тока

## Быстродействующий Импульсный Тиристор Тип ТБИ333-320-24

Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии	$I_{TAV}$	320 А		
Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	$U_{DRM}$	2000...2400 В		
Повторяющееся импульсное обратное напряжение	$U_{RRM}$			
Время выключения	$t_q$	25.0, 32.0, 40.0, 50.0 мкс		
$U_{DRM}, U_{RRM}, В$	2000	2200	2400	
Класс по напряжению	20	22	24	
$T_j, ^\circ C$	-60...+125			

### ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Обозначение и наименование параметра		Ед. изм.	Значение	Условия измерения	
<b>Параметры в проводящем состоянии</b>					
$I_{TAV}$	Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии	А	320 470	$T_c=85^\circ C$ ; двухстороннее охлаждение; $T_c=55^\circ C$ ; двухстороннее охлаждение; 180 эл. град. синус; 50 Гц	
$I_{TRMS}$	Действующий ток в открытом состоянии	А	502	$T_c=85^\circ C$ ; двухстороннее охлаждение; 180 эл. град. синус; 50 Гц	
$I_{TSM}$	Ударный ток в открытом состоянии	кА	6.3 7.0	$T_j=T_{jmax}$ $T_j=25^\circ C$	180 эл. град. синус; $t_p=10$ мс; единичный импульс; $U_D=U_R=0$ В; Импульс управления: $I_G=I_{FGM}$ ; $U_G=20$ В; $t_{GP}=50$ мкс; $di_G/dt=1$ А/мкс
			6.5 7.5	$T_j=T_{jmax}$ $T_j=25^\circ C$	180 эл. град. синус; $t_p=8.3$ мс; единичный импульс; $U_D=U_R=0$ В; Импульс управления: $I_G=I_{FGM}$ ; $U_G=20$ В; $t_{GP}=50$ мкс; $di_G/dt=1$ А/мкс
$I^2t$	Защитный показатель	$A^2 \cdot 10^3$	190 240	$T_j=T_{jmax}$ $T_j=25^\circ C$	180 эл. град. синус; $t_p=10$ мс; единичный импульс; $U_D=U_R=0$ В; Импульс управления: $I_G=I_{FGM}$ ; $U_G=20$ В; $t_{GP}=50$ мкс; $di_G/dt=1$ А/мкс
			170 230	$T_j=T_{jmax}$ $T_j=25^\circ C$	180 эл. град. синус; $t_p=8.3$ мс; единичный импульс; $U_D=U_R=0$ В; Импульс управления: $I_G=I_{FGM}$ ; $U_G=20$ В; $t_{GP}=50$ мкс; $di_G/dt=1$ А/мкс

<b>Блокирующие параметры</b>				
$U_{DRM}, U_{RRM}$	Повторяющееся импульсное обратное напряжение и повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	В	2000...2400	$T_{j\ min} < T_j < T_{j\ max}$ ; 180 эл. град. синус; 50 Гц; управление разомкнуто
$U_{DSM}, U_{RSM}$	Неповторяющееся импульсное обратное напряжение и неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	В	2100...2500	$T_{j\ min} < T_j < T_{j\ max}$ ; 180 эл. град. синус; единичный импульс; управление разомкнуто
$U_D, U_R$	Постоянное обратное и постоянное прямое напряжение	В	$0.6 \cdot U_{DRM}$ $0.6 \cdot U_{RRM}$	$T_j = T_{j\ max}$ ; управление разомкнуто
<b>Параметры управления</b>				
$I_{FGM}$	Максимальный прямой ток управления	А	6	$T_j = T_{j\ max}$
$U_{RGM}$	Максимальное обратное напряжение управления	В	5	
$P_G$	Максимальная рассеиваемая мощность по управлению	Вт	3	$T_j = T_{j\ max}$ для постоянного тока управления
<b>Параметры переключения</b>				
$(di/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии ( $f=1\ Hz$ )	А/мкс	1600	$T_j = T_{j\ max}$ ; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$ ; $I_{TM} = 2 I_{TAV}$ ; Импульс управления: $I_G = 2\ A$ ; $U_G = 20\ В$ ; $t_{GP} = 50\ мкс$ ; $di_G/dt = 2\ A/мкс$
<b>Тепловые параметры</b>				
$T_{stg}$	Температура хранения	°С	-60...+50	
$T_j$	Температура р-п перехода	°С	-60...+125	
<b>Механические параметры</b>				
F	Монтажное усилие	кН	9.0...11.0	
a	Ускорение	м/с <sup>2</sup>	50	В зажатом состоянии

## ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обозначение и наименование характеристики	Ед. изм.	Значение	Условия измерения	
<b>Характеристики в проводящем состоянии</b>				
$U_{TM}$	Импульсное напряжение в открытом состоянии, макс	В	2.80	$T_j = 25\ ^\circ C$ ; $I_{TM} = 1005\ A$
$U_{T(TO)}$	Пороговое напряжение, макс	В	1.50	$T_j = T_{j\ max}$ ; $0.5 \pi I_{TAV} < I_T < 1.5 \pi I_{TAV}$
$r_T$	Динамическое сопротивление в открытом состоянии, макс	МОм	1.25	
$I_H$	Ток удержания, макс	мА	500	$T_j = 25\ ^\circ C$ ; $U_D = 12\ В$ ; управление разомкнуто
<b>Блокирующие характеристики</b>				
$I_{DRM}, I_{RRM}$	Повторяющийся импульсный обратный ток и повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии, макс	мА	150	$T_j = T_{j\ max}$ ; $U_D = U_{DRM}$ ; $U_R = U_{RRM}$
$(du_D/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии <sup>1)</sup> , мин	В/мкс	200, 320, 500, 1000	$T_j = T_{j\ max}$ ; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$ ; управление разомкнуто

Характеристики управления					
$U_{GT}$	Отпирающее постоянное напряжение управления, макс	В	4.00 2.50 2.00	$T_j = T_{j \min}$ $T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_j = T_{j \max}$	$U_D = 12 \text{ В}; I_D = 3 \text{ А};$ Постоянный ток управления
$I_{GT}$	Отпирающий постоянный ток управления, макс	мА	500 300 200	$T_j = T_{j \min}$ $T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_j = T_{j \max}$	
$U_{GD}$	Неотпирающее постоянное напряжение управления, мин	В	0.25	$T_j = T_{j \max};$ $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM};$	Постоянный ток управления
$I_{GD}$	Неотпирающий постоянный ток управления, мин	мА	10.00		

### Динамические характеристики

$t_{gd}$	Время задержки включения, макс	мкс	0.66	$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}; U_D = 1000 \text{ В}; I_{TM} = I_{TAV};$ $di/dt = 200 \text{ А/мкс};$
$t_{gt}$	Время включения <sup>2)</sup> , макс	мкс	1.60, 2.00, 2.50, 3.20	Импульс управления: $I_G = 2 \text{ А}; U_G = 20 \text{ В};$ $t_{GP} = 50 \text{ мкс}; di_G/dt = 2 \text{ А/мкс}$
$t_q$	Время выключения <sup>3)</sup> , макс	мкс	25.0, 32.0, 40.0, 50.0	$du_D/dt = 50 \text{ В/мкс};$ $T_j = T_{j \max}; I_{TM} = I_{TAV};$ $di_R/dt = -10 \text{ А/мкс};$
			32.0, 40.0, 50.0, 63.0	$du_D/dt = 200 \text{ В/мкс};$ $U_R = 100 \text{ В};$ $U_D = 0.67 U_{DRM}$
$Q_{rr}$	Заряд обратного восстановления, макс	мкКл	250	$T_j = T_{j \max}; I_{TM} = I_{TAV};$ $di_R/dt = -50 \text{ А/мкс};$ $U_R = 100 \text{ В}$
$t_{rr}$	Время обратного восстановления, макс	мкс	4.0	
$I_{rr}$	Обратный ток восстановления, макс	А	130	

### Тепловые характеристики

$R_{thjc}$	Тепловое сопротивление р-п переход-корпус, макс	$^\circ\text{C/Вт}$	0.0500	Постоянный ток	Двухстороннее охлаждение
$R_{thjc-A}$			0.1100		Охлаждение со стороны анода
$R_{thjc-K}$			0.0900		Охлаждение со стороны катода
$R_{thck}$	Тепловое сопротивление корпус-охладитель, макс	$^\circ\text{C/Вт}$	0.006	Постоянный ток	

### Механические характеристики

$m$	Масса, макс	г	85
$D_s$	Длина пути тока утечки по поверхности	мм (дюйм)	10.30 (0.405)
$D_a$	Длина пути тока утечки по воздуху	мм (дюйм)	6.30 (0.248)

### МАРКИРОВКА

ТБИ	333	320	24	A2	M3	T4	УХЛ2
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Тиристор быстродействующий импульсный						
2.	Конструктивное исполнение						
3.	Средний ток в открытом состоянии, А						
4.	Класс по напряжению						
5.	Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии						
6.	Группа по времени выключения ( $du_D/dt = 50 \text{ В/мкс}$ )						
7.	Группа по времени включения						
8.	Климатическое исполнение по ГОСТ 15150: УХЛ2, Т2						

### ПРИМЕЧАНИЕ

1) Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии

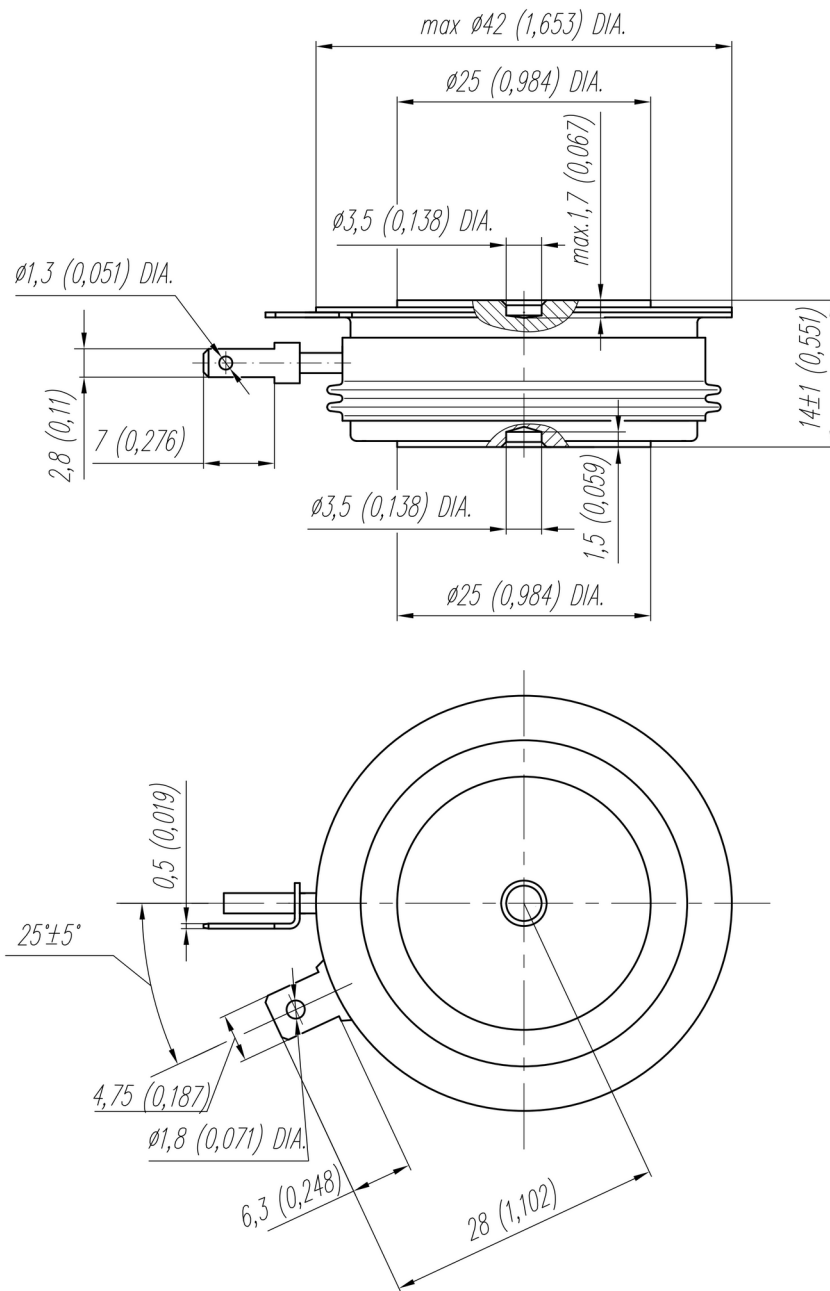
Обозначение группы	P2	K2	E2	A2
$(du_D/dt)_{crit}, \text{ В/мкс}$	200	320	500	1000

2) Время включения

Обозначение группы	T4	P4	M4	K4
$t_{gt}, \text{ мкс}$	1.60	2.00	2.50	3.20

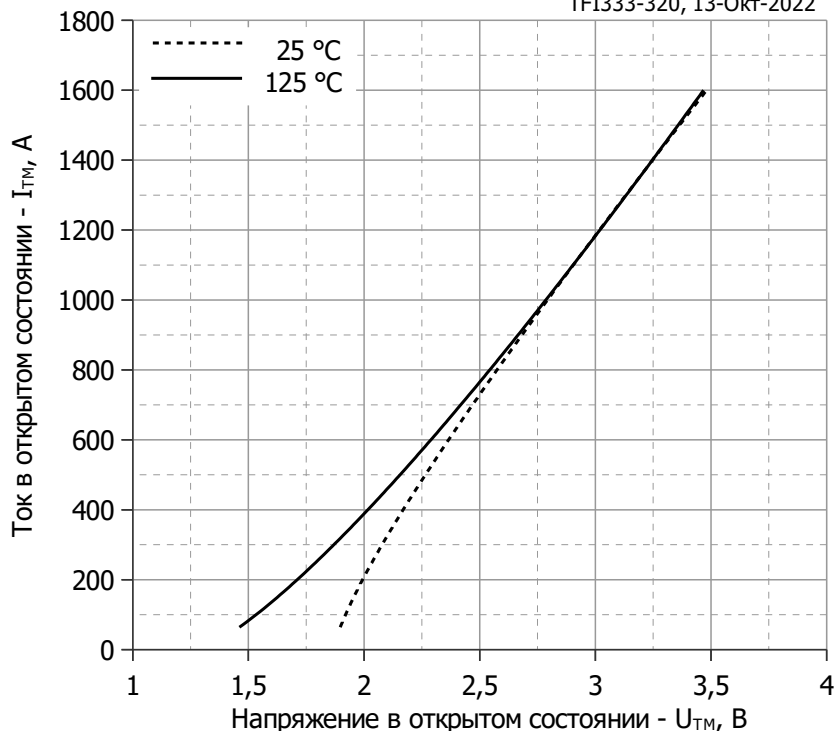
3) Время выключения ( $du_D/dt = 50 \text{ В/мкс}$ )

Обозначение группы	M3	K3	H3	E3
$t_q, \text{ мкс}$	25.0	32.0	40.0	50.0



Все размеры в миллиметрах (дюймах)

Содержащаяся здесь информация является конфиденциальной и находится под защитой авторских прав. В интересах улучшения качества продукции, АО «Протон-Электротекс» оставляет за собой право изменять информационные листы без уведомления.



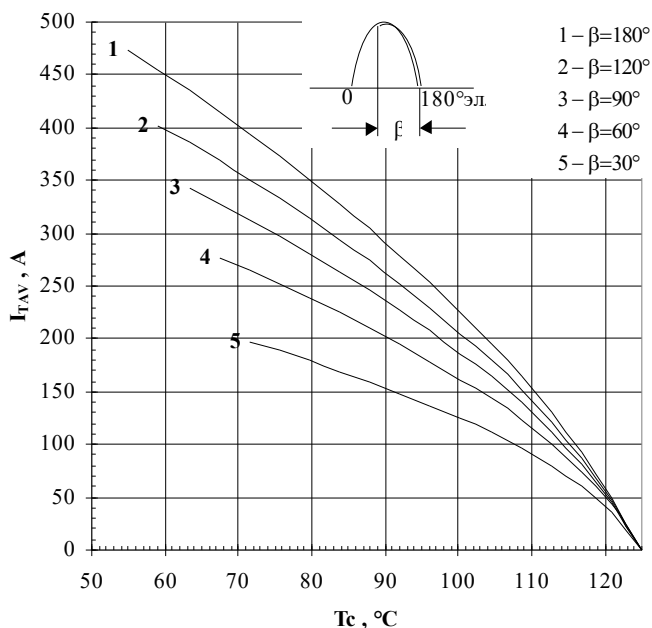
Аналитическая функция предельной вольт — амперной характеристики:

$$V_T = A + B \cdot i_T + C \cdot \ln(i_T + 1) + D \cdot \sqrt{i_T}$$

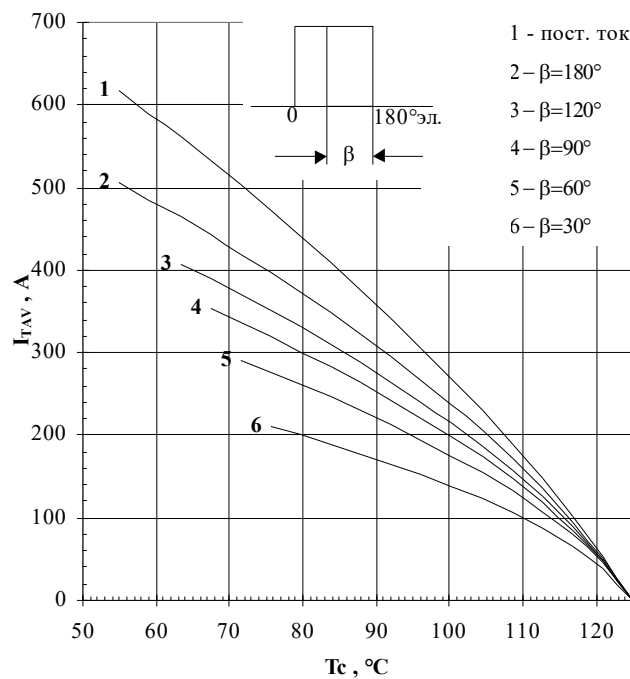
	Коэффициенты для графика	
	$T_j = 25^\circ\text{C}$	$T_j = T_{j\text{max}}$
<b>A</b>	1.78462222	1.33243844
<b>B</b>	0.00148771	0.00071068
<b>C</b>	0.05693261	-0.04317084
<b>D</b>	-0.02759593	0.03292219

**Рис.1** – Предельная вольт-амперная характеристика.

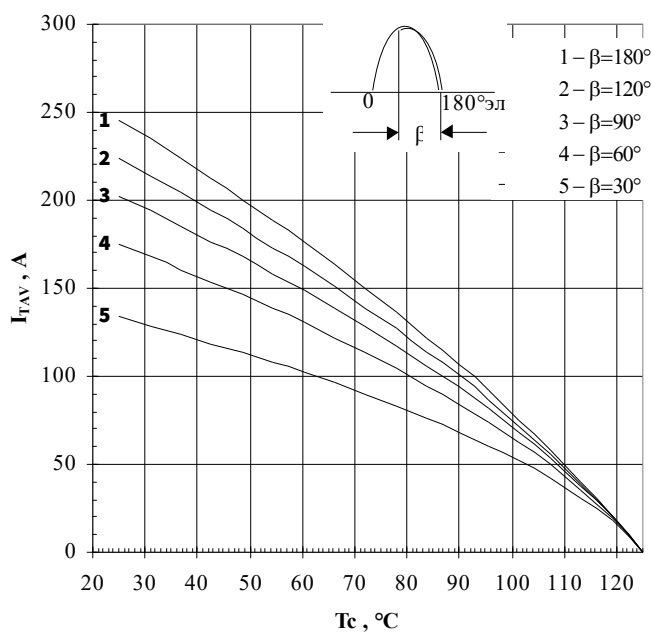
- 1 –  $T_j=25^\circ\text{C}$
- 2 –  $T_j=125^\circ\text{C}$



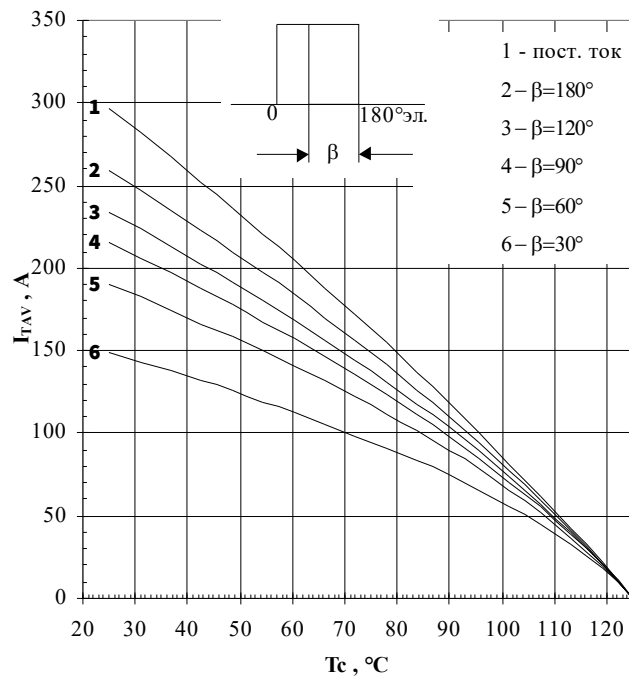
**Рис. 2** – Зависимость максимально допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры корпуса  $T_c$  для синусоидальной формы тока при различных углах проводимости,  $f=50$  Гц.



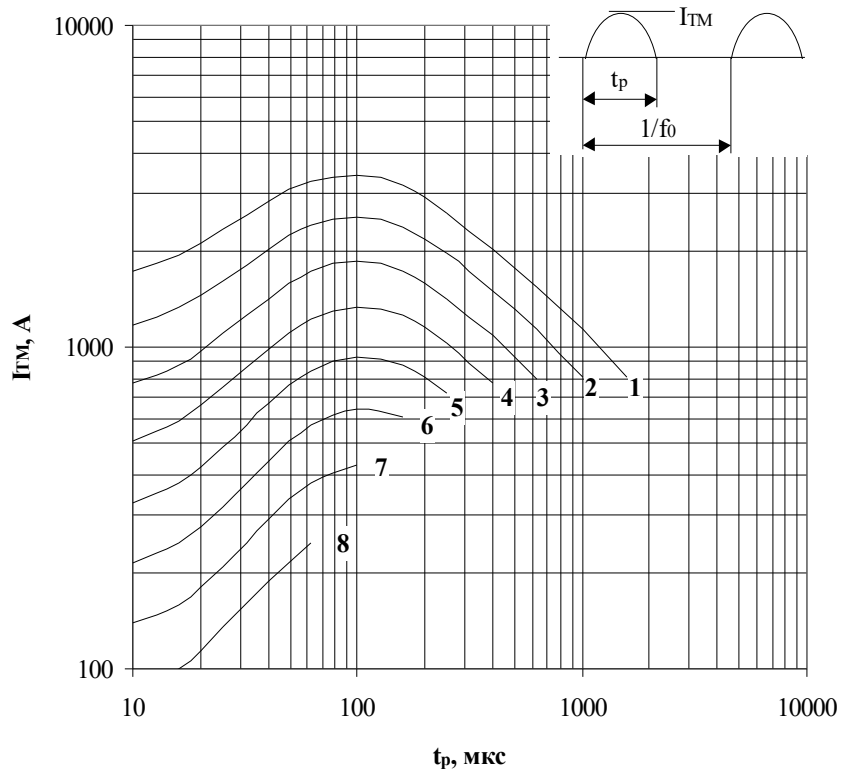
**Рис. 3** – Зависимость максимально допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры корпуса  $T_c$  для прямоугольной формы тока при различных углах проводимости,  $f=50$  Гц.



**Рис. 4** – Зависимость максимально допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры охлаждения  $T_a$  для охлаждающего воздушного потока 6 м/с, радиатор О143 и синусоидальной формы тока при различных углах проводимости,  $f=50$  Гц.



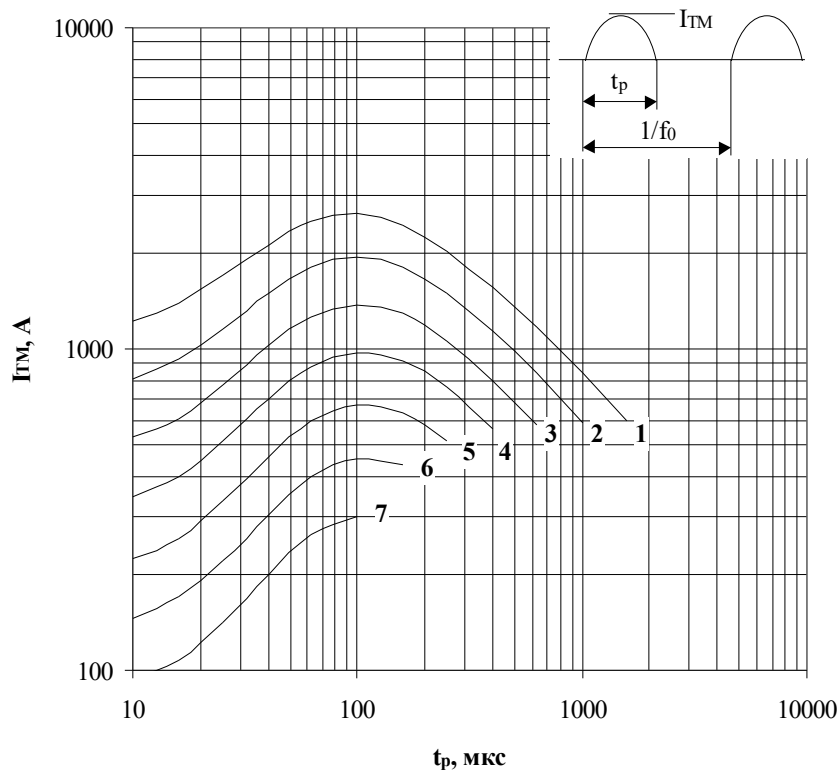
**Рис. 5** – Зависимость максимально допустимого среднего в открытом состоянии тока  $I_{TAV}$  от температуры охлаждения  $T_a$  для охлаждающего воздушного потока 6 м/с, радиатор O143 и прямоугольной формы тока при различных углах проводимости,  $f=50$  Гц.



**Рис. 6** Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  синусоидальной формы тока от длительности импульсов  $t_p$  для температуры корпуса  $T_c=65$  °C на высоких частотах.

- 1 – 630 Гц;
- 2 – 1000 Гц;
- 3 – 1600 Гц;
- 4 – 2500 Гц;
- 5 – 4000 Гц;
- 6 – 6300 Гц;
- 7 – 10000 Гц;
- 8 – 16000 Гц.

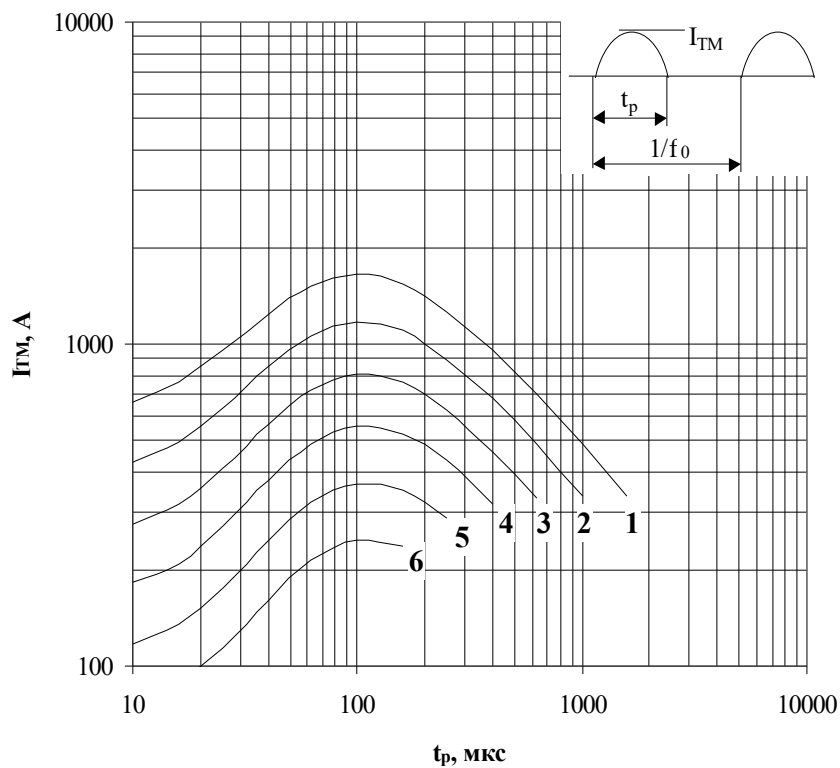
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$ .



**Рис. 7** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  синусоидальной формы тока от длительности импульсов  $t_p$  для температуры корпуса  $T_c=85$  °С на высоких частотах.

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1 – 630 Гц;  | 5 – 4000 Гц;  |
| 2 – 1000 Гц; | 6 – 6300 Гц;  |
| 3 – 1600 Гц; | 7 – 10000 Гц. |
| 4 – 2500 Гц; |               |

Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$ .

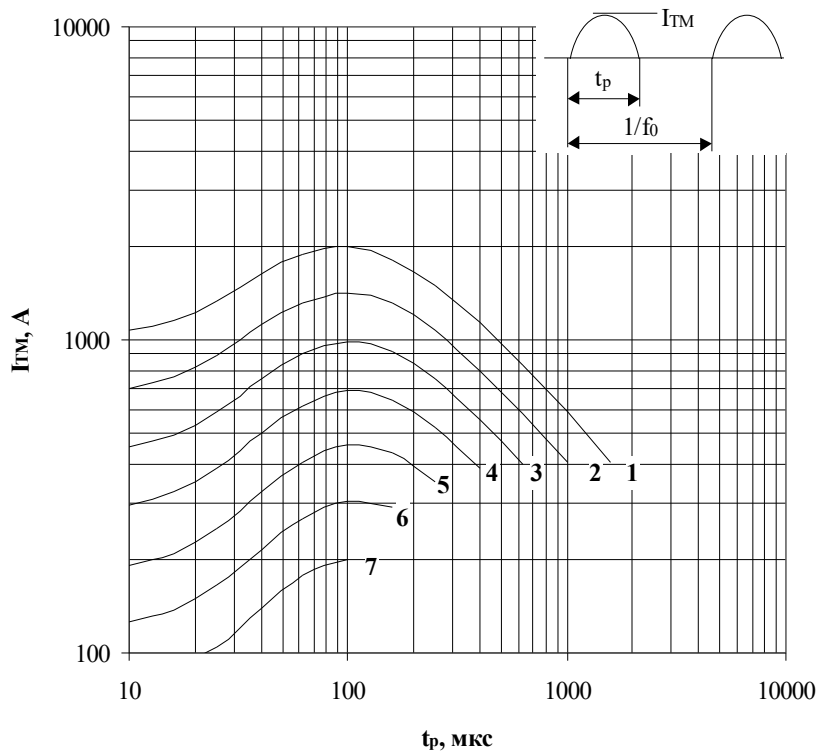


**Рис. 8** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  синусоидальной формы тока от длительности импульсов  $t_p$  для температуры корпуса  $T_c=105$  °С на высоких частотах.

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1 – 630 Гц;  | 4 – 2500 Гц; |
| 2 – 1000 Гц; | 5 – 4000 Гц; |
| 3 – 1600 Гц; | 6 – 6300 Гц. |

Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$ .

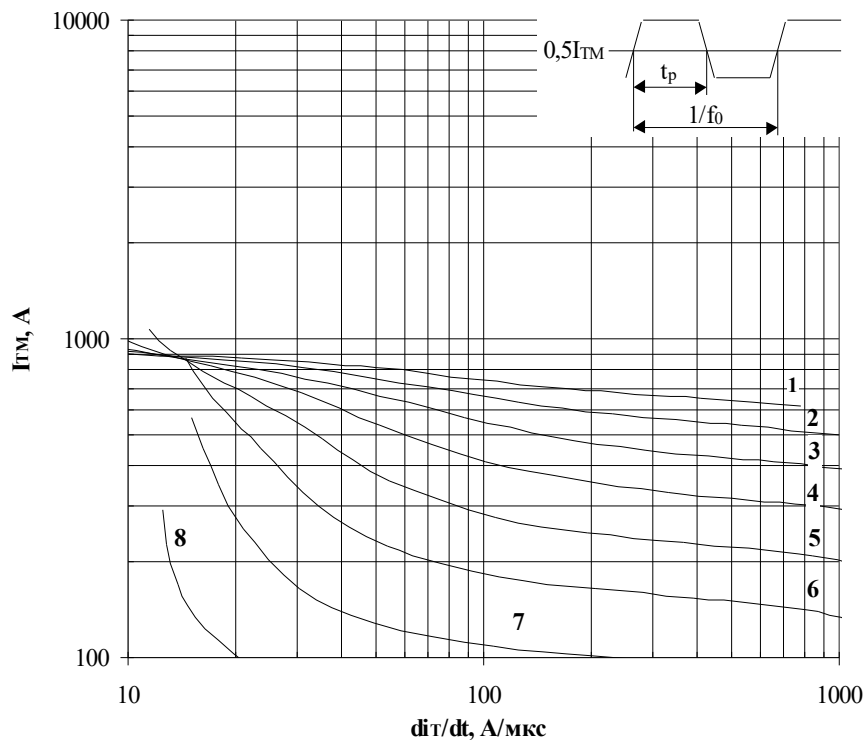




**Рис. 9** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  синусоидальной формы тока от длительности импульса  $t_p$  для температуры охлаждения  $T_a=40\text{ }^\circ\text{C}$ , охлаждающий воздушный поток 6 м/с, радиатор O143 на высоких частотах.

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1 – 630 Гц;  | 5 – 4000 Гц;  |
| 2 – 1000 Гц; | 6 – 6300 Гц;  |
| 3 – 1600 Гц; | 7 – 10000 Гц. |
| 4 – 2500 Гц; |               |

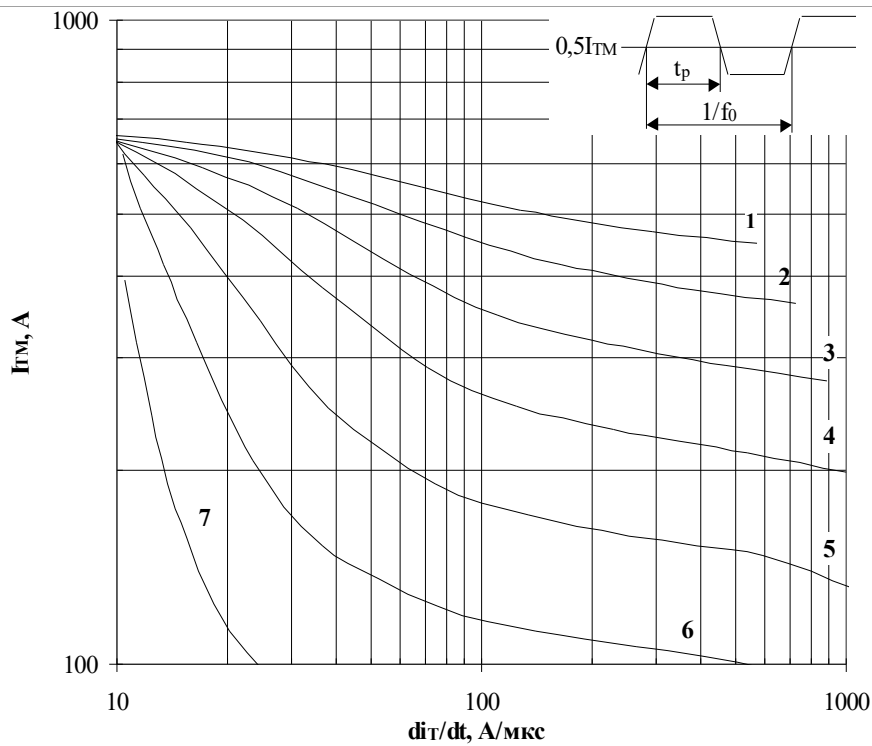
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$ .



**Рис. 10** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  трапециевидной формы тока от скорости нарастания прямого тока  $di_T/dt$ , длительности импульсов  $t_p=1/2f_0$  и температуры корпуса  $T_c=65\text{ }^\circ\text{C}$ .

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1 – 630 Гц;  | 5 – 4000 Гц;  |
| 2 – 1000 Гц; | 6 – 6300 Гц;  |
| 3 – 1600 Гц; | 7 – 10000 Гц; |
| 4 – 2500 Гц; | 8 – 16000 Гц. |

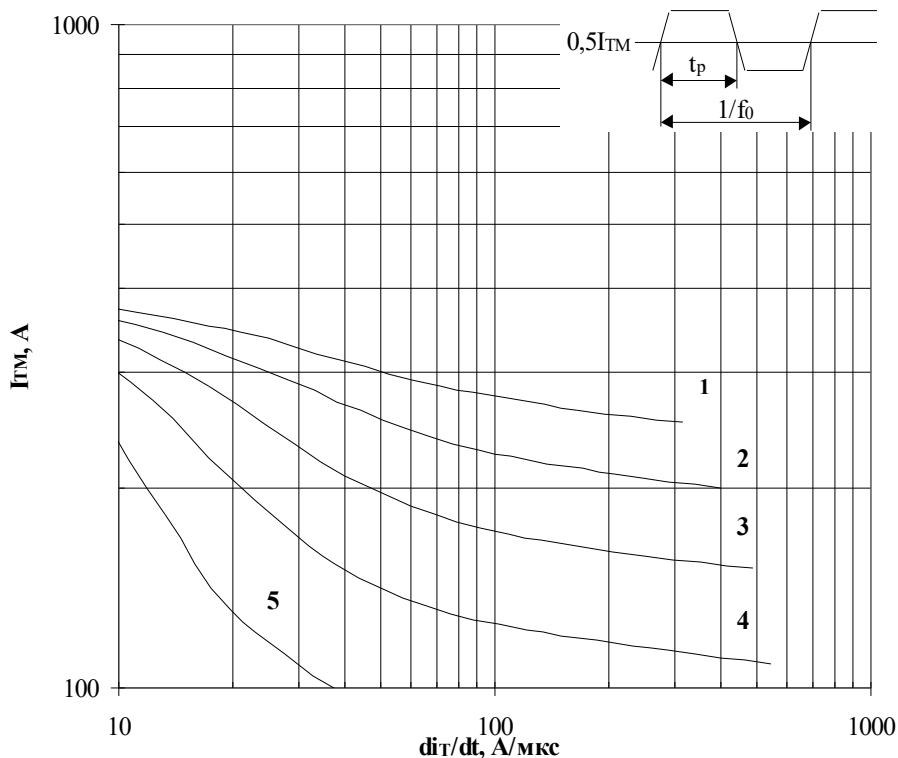
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$ .



**Рис. 11** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  трапециевидной формы тока от скорости нарастания прямого тока  $di_T/dt$  для длительности импульсов  $t_p=1/2f_0$  и температуры корпуса  $T_c=85$  °C на высоких частотах.

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1 – 630 Гц;  | 5 – 4000 Гц;  |
| 2 – 1000 Гц; | 6 – 6300 Гц;  |
| 3 – 1600 Гц; | 7 – 10000 Гц. |
| 4 – 2500 Гц; |               |

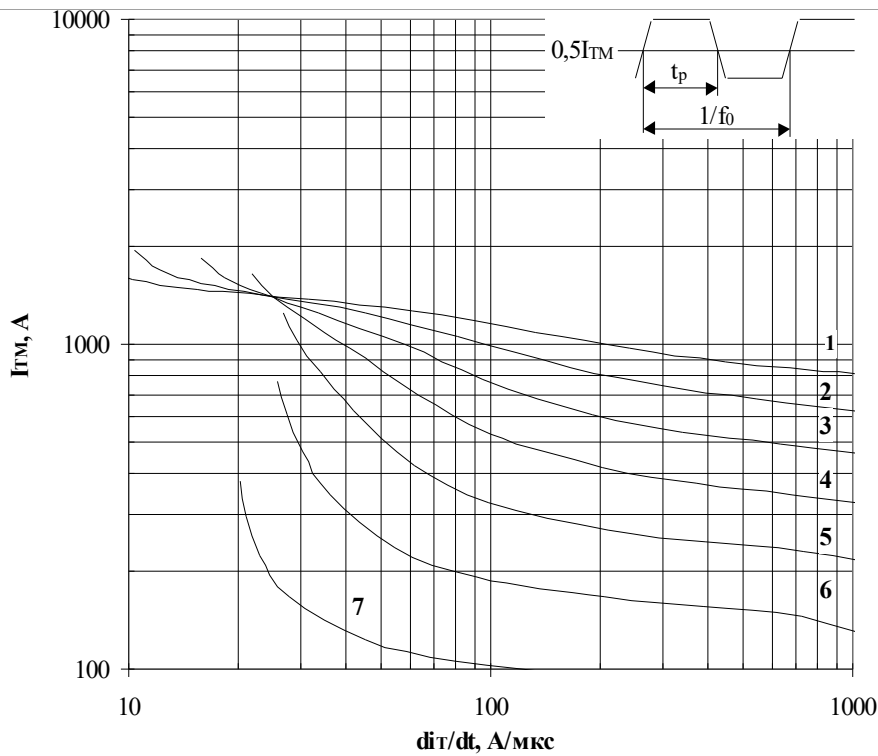
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$



**Рис. 12** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  трапециевидной формы тока от скорости нарастания тока  $di_T/dt$  для длительности импульсов  $t_p=1/2f_0$  и температуры корпуса  $T_c=105$  °C на высоких частотах.

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1 – 630 Гц;  | 4 – 2500 Гц; |
| 2 – 1000 Гц; | 5 – 4000 Гц. |
| 3 – 1600 Гц; |              |

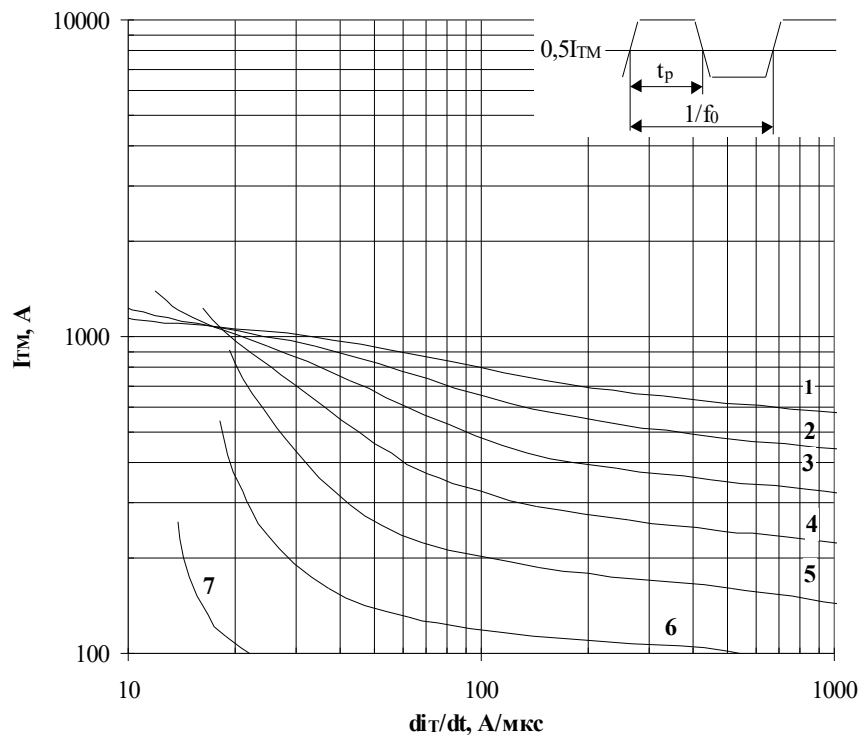
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$



**Рис. 13** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  трапециевидной формы тока от скорости нарастания тока  $di_T/dt$  для длительности импульсов  $t_p=1/4f_0$  и температуры корпуса  $T_c=65\text{ }^\circ\text{C}$  на высоких частотах.

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1 – 630 Гц;  | 5 – 4000 Гц;  |
| 2 – 1000 Гц; | 6 – 6300 Гц;  |
| 3 – 1600 Гц; | 7 – 10000 Гц. |
| 4 – 2500 Гц; |               |

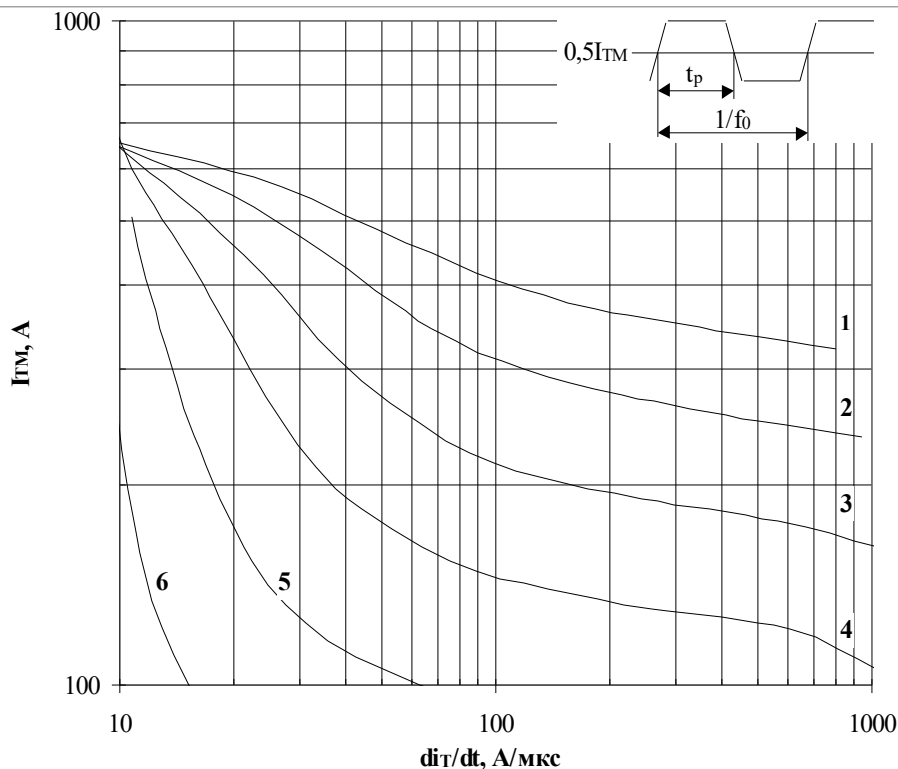
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$



**Рис. 14** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  трапециевидной формы тока от скорости нарастания тока  $di_T/dt$  для длительности импульсов  $t_p=1/4f_0$  и температуры корпуса  $T_c=85\text{ }^\circ\text{C}$  на высоких частотах.

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1 – 630 Гц;  | 5 – 4000 Гц;  |
| 2 – 1000 Гц; | 6 – 6300 Гц;  |
| 3 – 1600 Гц; | 7 – 10000 Гц. |
| 4 – 2500 Гц; |               |

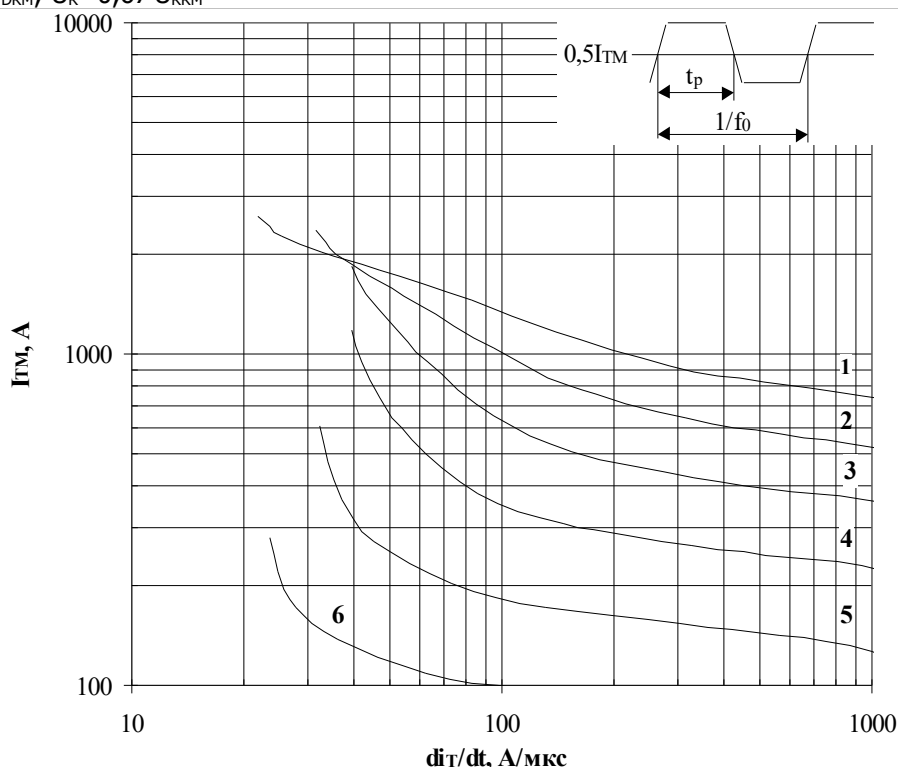
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$



**Рис. 15** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  трапециевидной формы тока от скорости нарастания тока  $di_T/dt$  для длительности импульсов  $t_p=1/4f_0$  и температуры корпуса  $T_c=105$  °С на высоких частотах.

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1 – 630 Гц;  | 4 – 2500 Гц; |
| 2 – 1000 Гц; | 5 – 4000 Гц; |
| 3 – 1600 Гц; | 6 – 6300 Гц. |

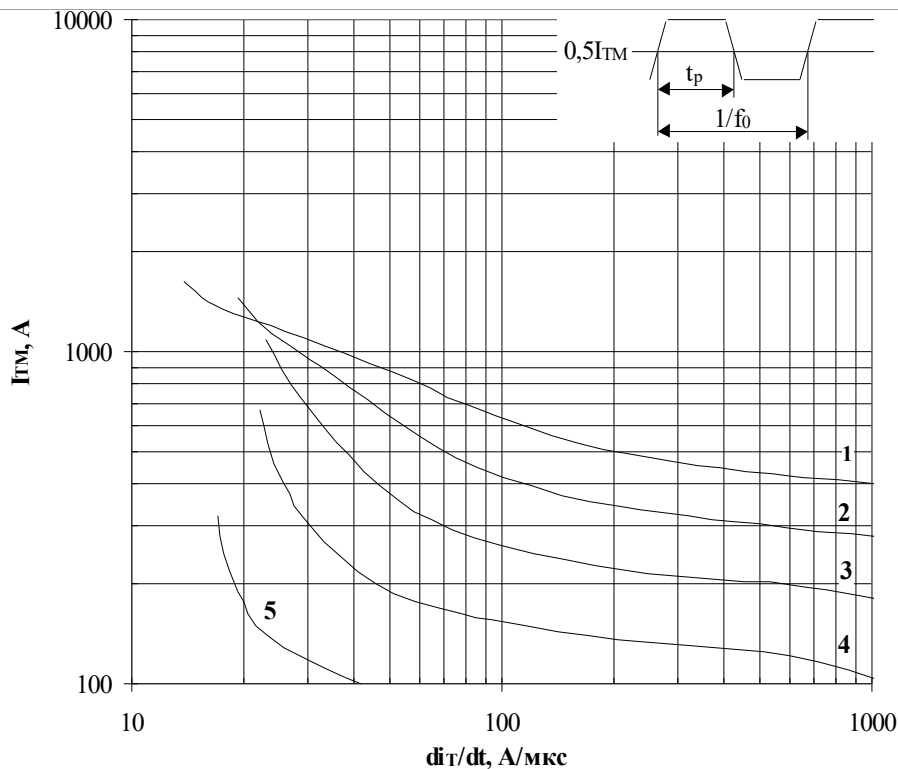
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$



**Рис. 16** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  трапециевидной формы тока от скорости нарастания тока  $di_T/dt$  для длительности импульсов  $t_p=1/10f_0$  и температуры корпуса  $T_c=85$  °С на высоких частотах.

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1 – 630 Гц;  | 4 – 2500 Гц; |
| 2 – 1000 Гц; | 5 – 4000 Гц; |
| 3 – 1600 Гц; | 6 – 6300 Гц. |

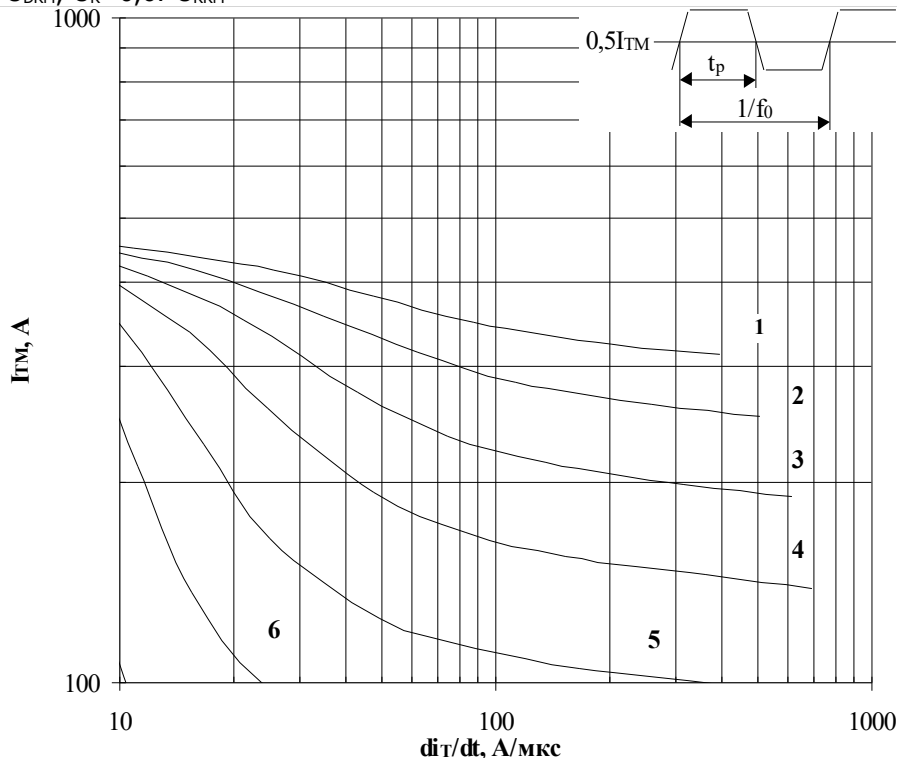
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$



**Рис. 17** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  трапецевидной формы тока от скорости нарастания тока  $di_T/dt$  для длительности импульсов  $t_p=1/10f_0$  и температуры корпуса  $T_c=105\text{ }^\circ\text{C}$  на высоких частотах.

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1 – 630 Гц;  | 4 – 2500 Гц; |
| 2 – 1000 Гц; | 5 – 4000 Гц. |
| 3 – 1600 Гц; |              |

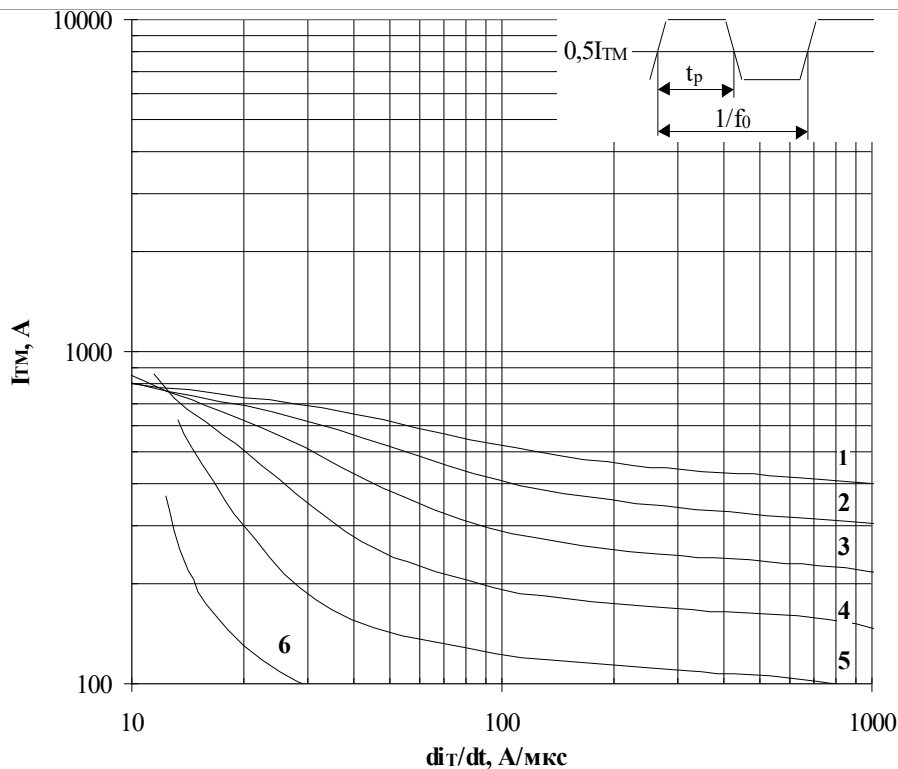
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$



**Рис.18** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  трапецевидной формы тока от скорости нарастания тока  $di_T/dt$  для длительности импульсов  $t_p=1/2f_0$ , температура охлаждения  $T_a=40\text{ }^\circ\text{C}$ , охлаждающий воздушный поток 6 м/с, радиатор O143 на высоких частотах.

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1 – 630 Гц;  | 4 – 2500 Гц; |
| 2 – 1000 Гц; | 5 – 4000 Гц; |
| 3 – 1600 Гц; | 6 – 6300 Гц. |

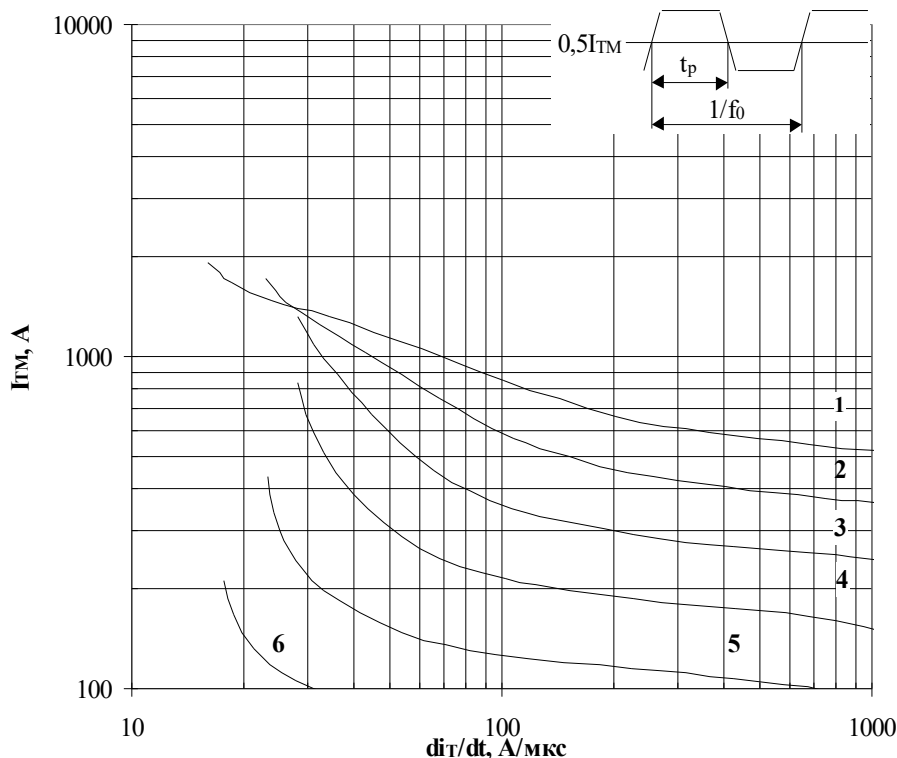
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$



**Рис. 19** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  трапецевидной формы тока от скорости нарастания тока  $di_T/dt$  для длительности импульсов  $t_p=1/4f_0$ , температура охлаждения  $T_a=40\text{ }^\circ\text{C}$ , охлаждающий воздушный поток 6 м/с, радиатор О143 на высоких частотах.

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1 – 630 Гц;  | 4 – 2500 Гц; |
| 2 – 1000 Гц; | 5 – 4000 Гц; |
| 3 – 1600 Гц; | 6 – 6300 Гц. |

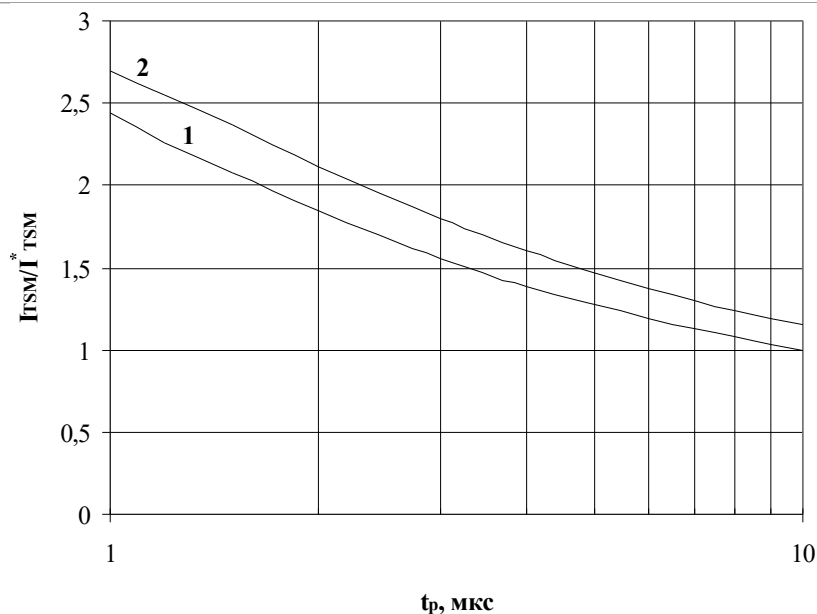
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$



**Рис. 20** – Зависимость импульсного тока в открытом состоянии  $I_{TM}$  трапецевидной формы тока от скорости нарастания тока  $di_T/dt$  для длительности импульсов  $t_p=1/10f_0$ , температура охлаждения  $T_a=40\text{ }^\circ\text{C}$ , охлаждающий воздушный поток 6 м/с, радиатор О143 на высоких частотах.

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1 – 630 Гц;  | 4 – 2500 Гц; |
| 2 – 1000 Гц; | 5 – 4000 Гц; |
| 3 – 1600 Гц; | 6 – 6300 Гц. |

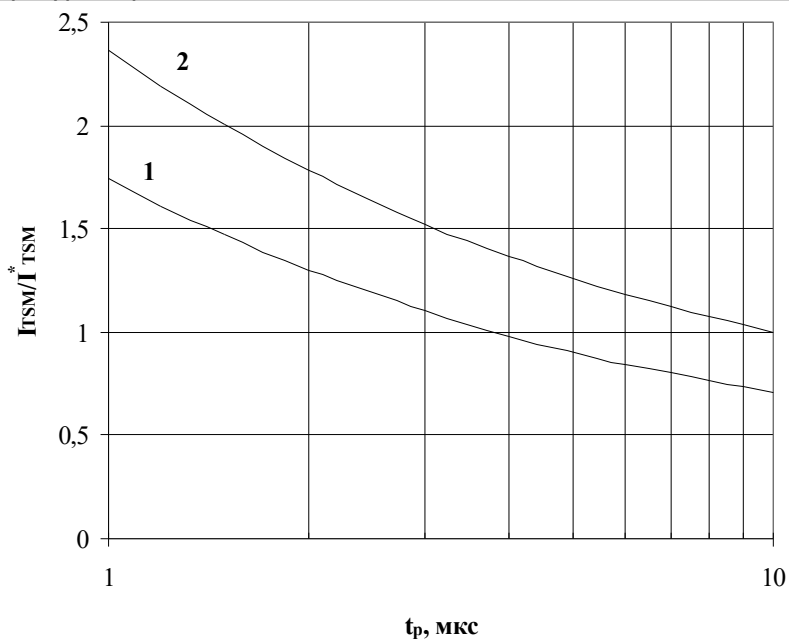
Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$



**Рис. 21** – Зависимость ударного тока  $I_{TSM}$  от длительности импульса  $t_p$  для полусинусоидального импульса.  
 1 –  $T_j = 125^\circ\text{C}$   
 2 –  $T_j = 25^\circ\text{C}$

Условия:  $U_R = 0$ .

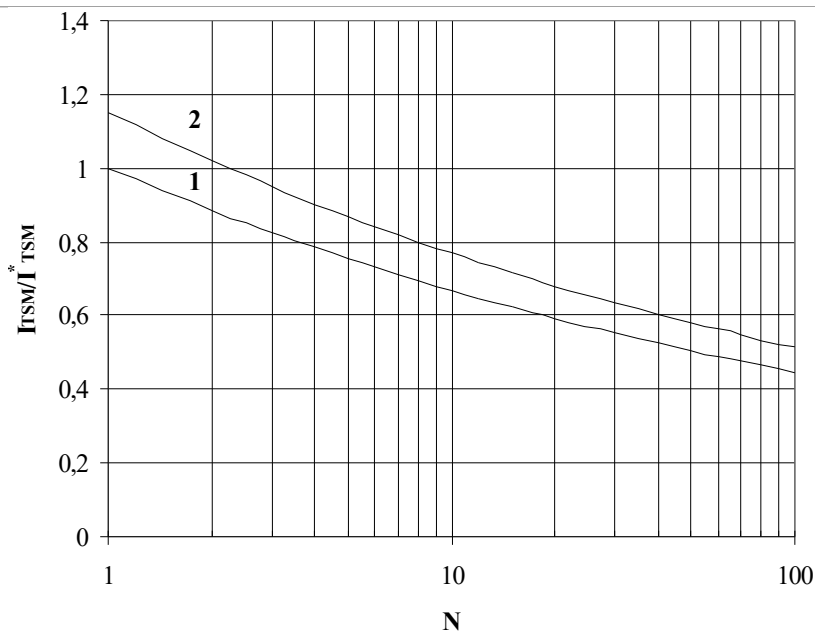
Типичное изменение  $I_{TSM}$  относительно нормированного  $I_{TSM}^*$  – максимально допустимый импульс тока при  $t_p = 10$  мс,  $U_R = 0$ , температура перехода  $125^\circ\text{C}$ .



**Рис. 22** – Зависимость ударного тока  $I_{TSM}$  от длительности импульса  $t_p$  для начальной температуры перехода:  
 1 –  $T_j = 125^\circ\text{C}$   
 2 –  $T_j = 25^\circ\text{C}$

Условия:  $U_R = 0,8 \cdot U_{RRM}$

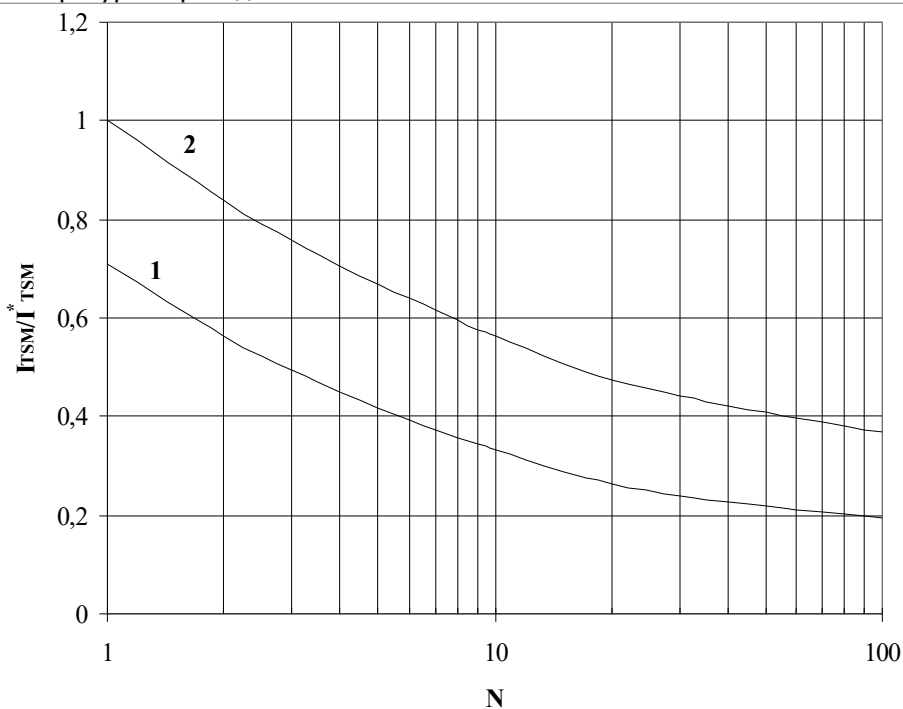
Типичное изменение  $I_{TSM}$  относительно нормированного  $I_{TSM}^*$  – максимально допустимый импульс тока при  $t_p = 10$  мс,  $U_R = 0$ , температура перехода  $125^\circ\text{C}$ .



**Рис. 23** – Зависимость ударного тока  $I_{TSM}$  от количества полусинусоидальных импульсов тока  $N$   
 1 –  $T_j=125\text{ °C}$   
 2 –  $T_j=25\text{ °C}$

Условия: импульсы синусоидальной формы, длительность  $t_p = 10\text{ мс}$ ,  $f = 50\text{ Гц}$ , коэффициент времени включения-выключения  $V_R=0$ .

Типичное изменение  $I_{TSM}$  относительно нормированного  $I_{TSM}^*$  – максимально допустимый импульс тока при  $t_p = 10\text{ мс}$ ,  $U_R = 0$ , температура перехода  $125\text{ °C}$ .

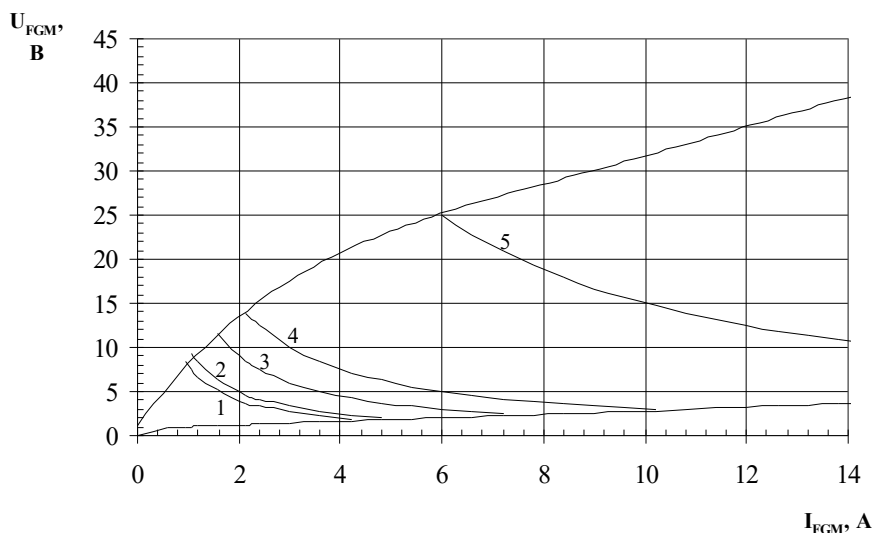


**Рис. 24** – Зависимость ударного тока  $I_{TSM}$  от количества полусинусоидальных импульсов тока  $N$   
 1 –  $T_j=125\text{ °C}$   
 2 –  $T_j=25\text{ °C}$

Условия: импульсы синусоидальной формы, длительность  $t_p = 10\text{ мс}$ ,  $f = 50\text{ Гц}$ , коэффициент времени включения-выключения 2,  $U_R=0,8 \cdot U_{RRM}$ .

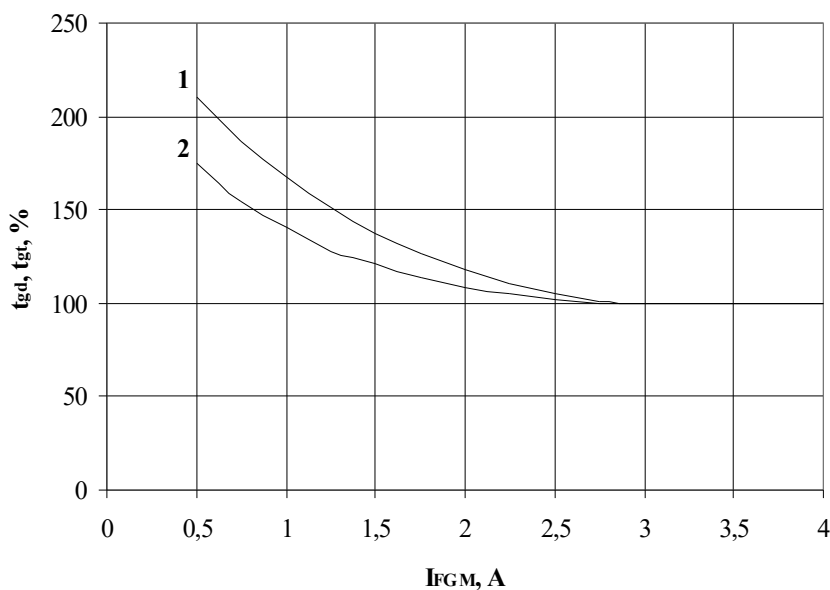
Типичное изменение  $I_{TSM}$  относительно нормированного  $I_{TSM}^*$  – максимально допустимый импульс тока при  $t_p = 10\text{ мс}$ ,  $U_R = 0$ , температура перехода  $125\text{ °C}$ .





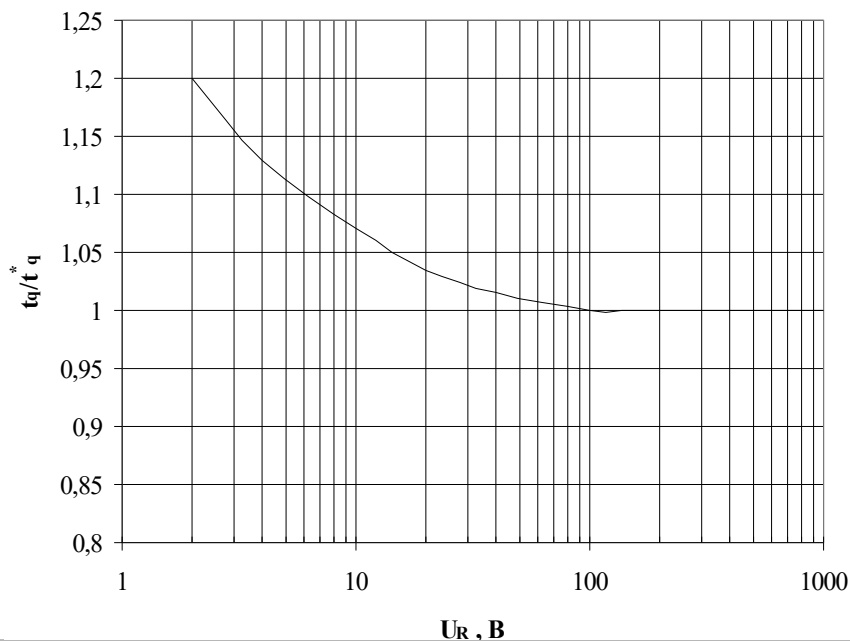
Позиция	Коэф. времени вкл.-выкл.	Длина импульса управл., ms	Энергия импульса цепи управл., W
1	1	DC	8
2	2	10	10
3	20	1	18
4	40	0,5	30
5	200	0,1	150

**Рис. 25** – Вольт-амперная характеристика цепи управления



**Рис. 26** – Зависимость задержки времени включения  $t_{gd}$  (1) и времени включения  $t_{gt}$  (2) от импульса тока управления  $I_{FGM}$

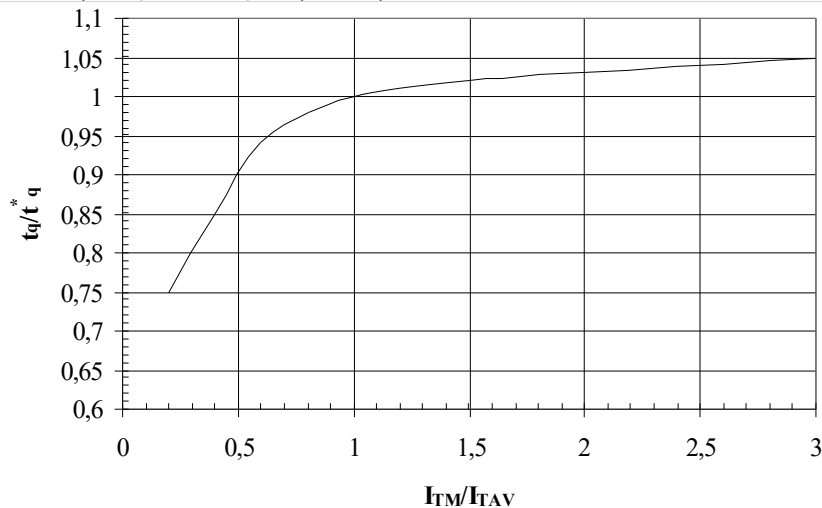
Условия:  $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $U_D=500\text{ В}$ ,  $di_G/dt=1\text{ А/мкс}$ ,  $t_G=10\text{ мкс}$ ,  $I_T=I_{TAV}$ .



**Рис. 27** – Зависимость времени включения  $t_q$  от обратного напряжения  $U_R$ .

Условия:  $T_j=125\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_T=I_{TAV}$ ,  $(di_T/dt)_f=10\text{ А/мкс}$ ,  $dU_D/dt=50\text{ В/мкс}$ ,  $U_D=0,67\cdot U_{DRM}$ .

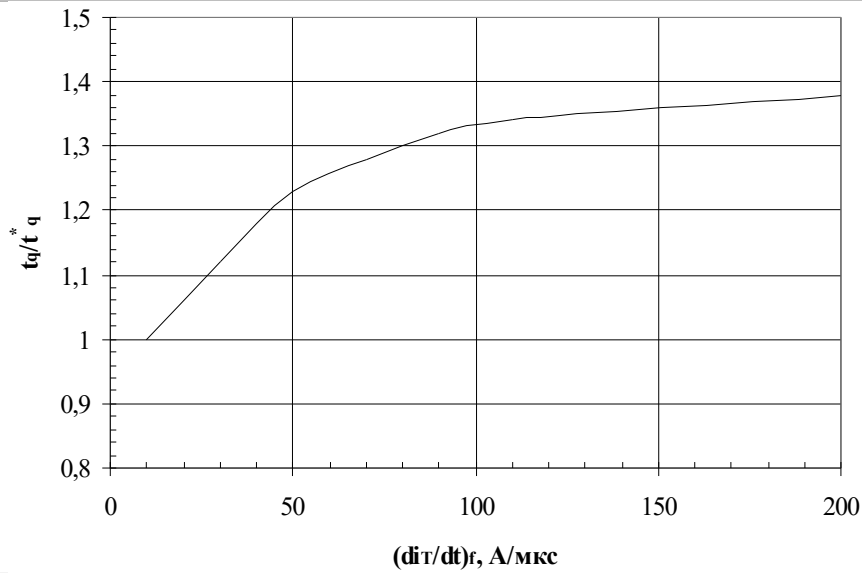
Типичное изменение  $t_q$  относительно нормализованного времени выключения  $t_q^*$  при  $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_T=I_{TAV}$ ,  $(di_T/dt)_f=10\text{ А/мкс}$ ,  $U_R=100\text{ В}$ ,  $dU_D/dt=50\text{ В/мкс}$ ,  $U_D=0,67\cdot U_{DRM}$



**Рис. 28** – Зависимость времени выключения  $t_q$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_T/I_{TAV}$ .

Условия:  $T_j=125\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $(di_T/dt)_f=10\text{ А/мкс}$ ,  $U_R=100\text{ В}$ ,  $dU_D/dt=50\text{ В/мкс}$ ,  $U_D=0,67\cdot U_{DRM}$ .

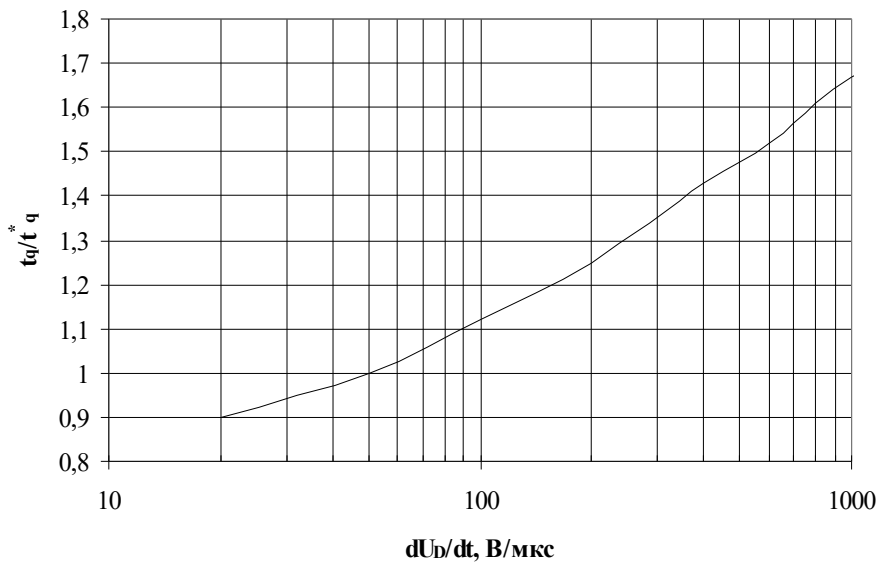
Типичное изменение  $t_q$  относительно нормализованного времени выключения  $t_q^*$  при  $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_T=I_{TAV}$ ,  $(di_T/dt)_f=10\text{ А/мкс}$ ,  $U_R=100\text{ В}$ ,  $dU_D/dt=50\text{ В/мкс}$ ,  $U_D=0,67\cdot U_{DRM}$



**Рис. 29** – Зависимость времени выключения  $t_q$  от скорости спада анодного тока  $di_R/dt$

Условия:  $T_j=125\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_T=I_{TAV}$ ,  $U_R=100\text{ В}$ ,  $dU_D/dt=50\text{ В/мкс}$ ,  $U_D=0,67\cdot U_{DRM}$ .

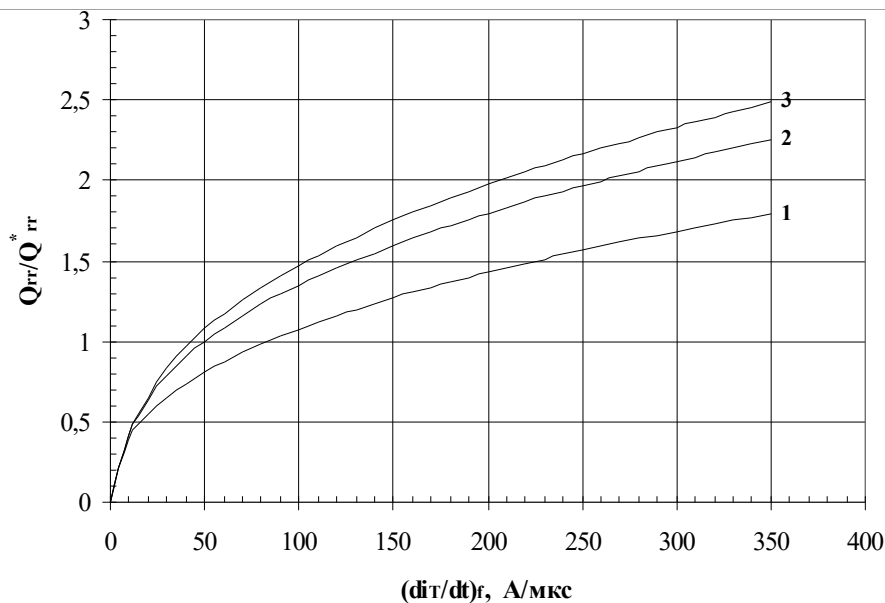
Типичное изменение  $t_q$  относительно нормализованного времени выключения  $t_q^*$  при  $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_T=I_{TAV}$ ,  $(di_T/dt)_f=10\text{ А/мкс}$ ,  $U_R=100\text{ В}$ ,  $dU_D/dt=50\text{ В/мкс}$ ,  $U_D=0,67\cdot U_{DRM}$ .



**Рис. 30** – Зависимость времени выключения  $t_q$  от скорости нарастания напряжения  $du_D/dt$

Условия:  $T_j=125\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_T=I_{TAV}$ ,  $(di_T/dt)_f=10\text{ А/мкс}$ ,  $U_R=100\text{ В}$ ,  $U_D=0,67\cdot U_{DRM}$ .

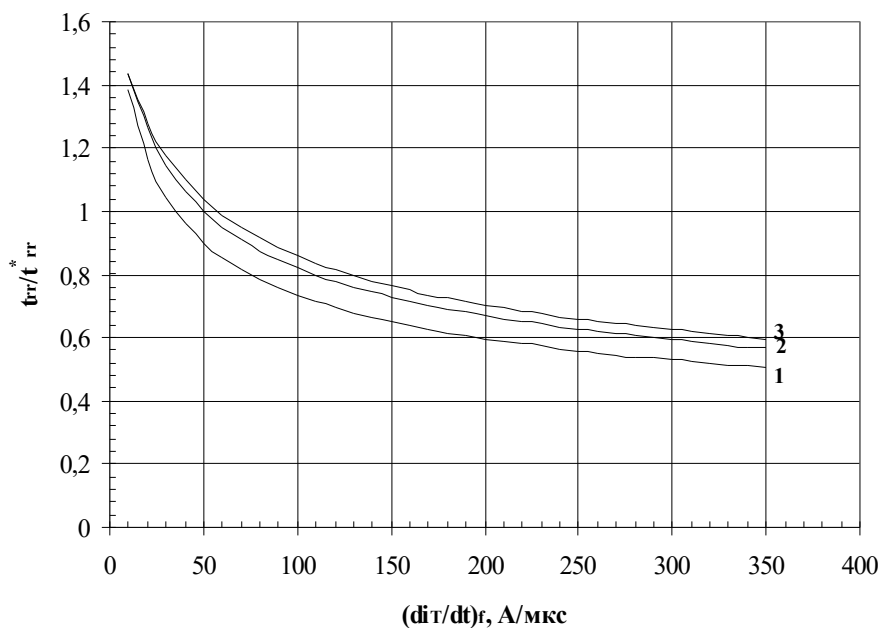
Типичное изменение  $t_q$  относительно нормализованного времени выключения  $t_q^*$  при  $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_T=I_{TAV}$ ,  $(di_T/dt)_f=10\text{ А/мкс}$ ,  $U_R=100\text{ В}$ ,  $dU_D/dt=50\text{ В/мкс}$ ,  $U_D=0,67\cdot U_{DRM}$ .



**Рис. 31** – Зависимость заряда обратного восстановления  $Q_{rr}$  от скорости спада анодного тока  $di_r/dt$   
 1 -  $I_T=0,5I_{TAV}$  ;  
 2 -  $I_T=I_{TAV}$  ;  
 3 -  $I_T=1,5I_{TAV}$  .

Условия:  $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $U_R=100\text{ В}$ .

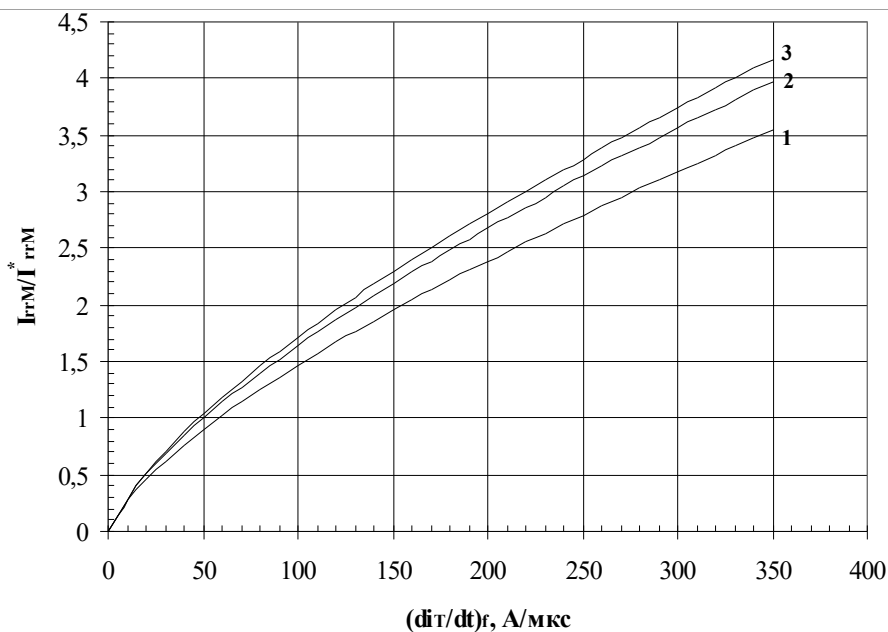
Типичное изменение  $Q_{rr}$  относительно нормированного  $Q_{rr}^*$  при  $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_T=I_{TAV}$ ,  $(di_T/dt)_f=50\text{ А/мкс}$ ,  $U_R=100\text{ В}$ .



**Рис. 32** – Зависимость времени обратного восстановления  $t_{rr}$  от скорости спада анодного тока  $di_r/dt$   
 1 -  $I_T=0,5I_{TAV}$  ;  
 2 -  $I_T=I_{TAV}$  ;  
 3 -  $I_T=1,5I_{TAV}$  .

Условия:  $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $U_R=100\text{ В}$ .

Типичное изменение  $t_{rr}$  относительно нормированного  $t_{rr}^*$  при  $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_T=I_{TAV}$ ,  $(di_T/dt)_f=50\text{ А/мкс}$ ,  $U_R=100\text{ В}$ .

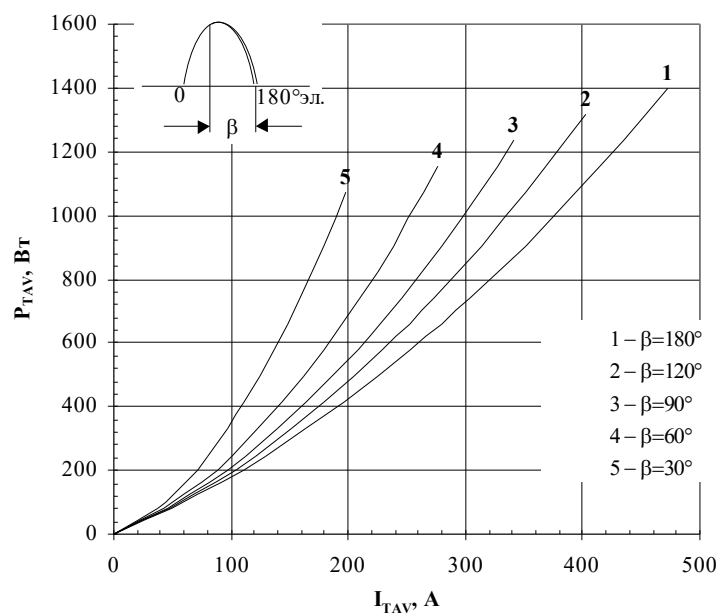


**Рис. 33** – Максимальная зависимость обратного тока восстановления  $I_{rr}$  от скорости спада анодного тока  $di_T/dt$

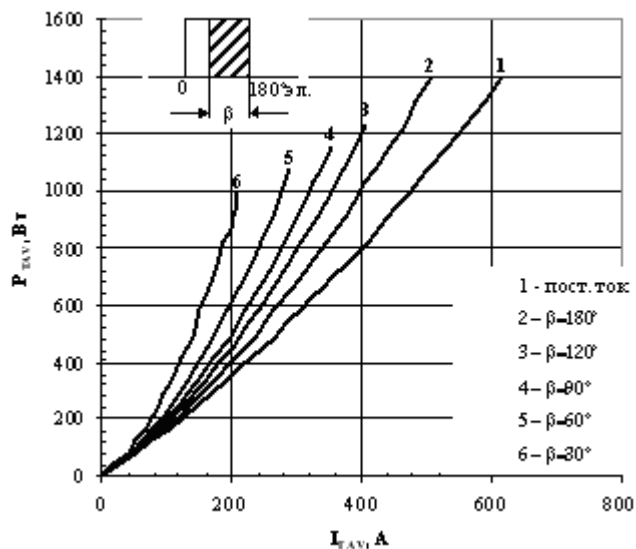
- 1 -  $I_T = 0,5 I_{TAV}$  ;
- 2 -  $I_T = I_{TAV}$  ;
- 3 -  $I_T = 1,5 I_{TAV}$  .

Условия:  $T_j = 125 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $U_R = 100 \text{ В}$ .

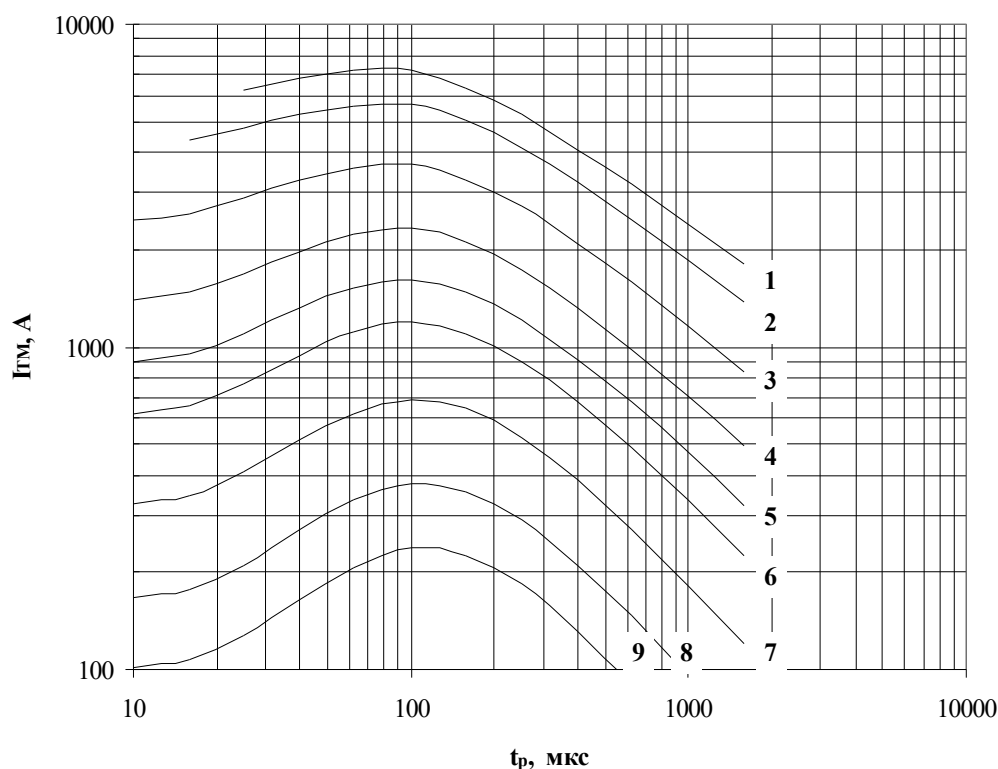
Типичное изменение  $I_{rr}$  относительно нормированного  $I_{rr}^*$  при  $T_j = 125 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_T = I_{TAV}$ ,  $(di_T/dt)_f = 50 \text{ А/мкс}$ ,  $U_R = 100 \text{ В}$ .



**Рис. 34** – Зависимость потерь мощности  $P_{TAV}$  от среднего прямого тока  $I_{TAV}$  синусоидальной формы при различных углах проводимости ( $f = 50 \text{ Гц}$ , двустороннее охлаждение)



**Рис. 35** – Зависимость потерь мощности  $P_{TAV}$  от среднего прямого тока  $I_{TAV}$  прямоугольной формы при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц, двустороннее охлаждение)

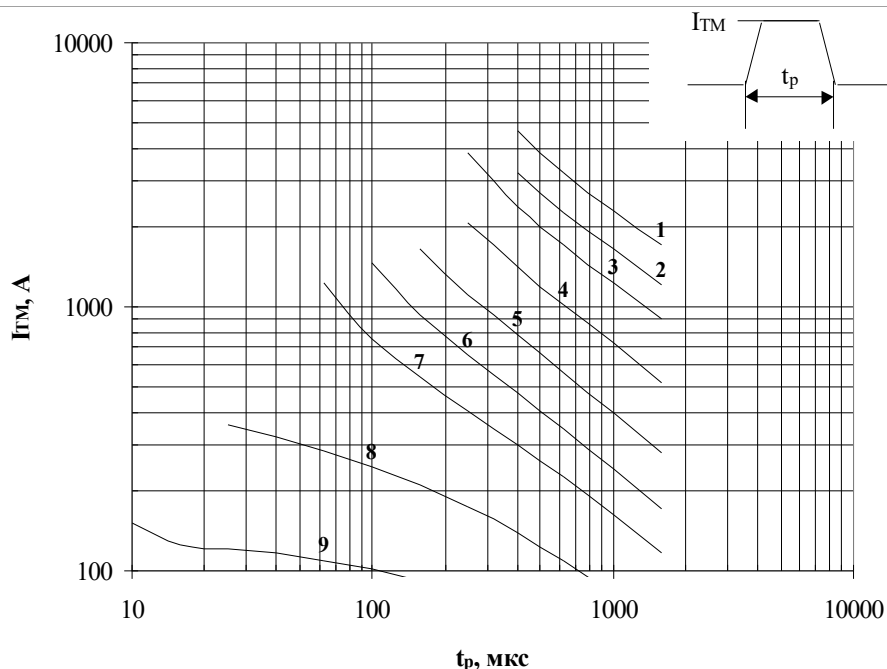


**Рис. 36** – Общие потери мощности одного синусоидального импульса тока в открытом состоянии от длительности импульса  $t_p$  и тока  $I_{TM}$

Общие потери мощности:

- 1 – 6 G;
- 2 – 4 G;
- 3 – 2 G;
- 4 – 1 G;
- 5 – 0,6 G;
- 6 – 0,4 G;
- 7 – 0,2 G;
- 8 – 0,1 G;
- 9 – 0,06 G.

Условия:  $U_D=0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R=0,67 \cdot U_{RRM}$ .

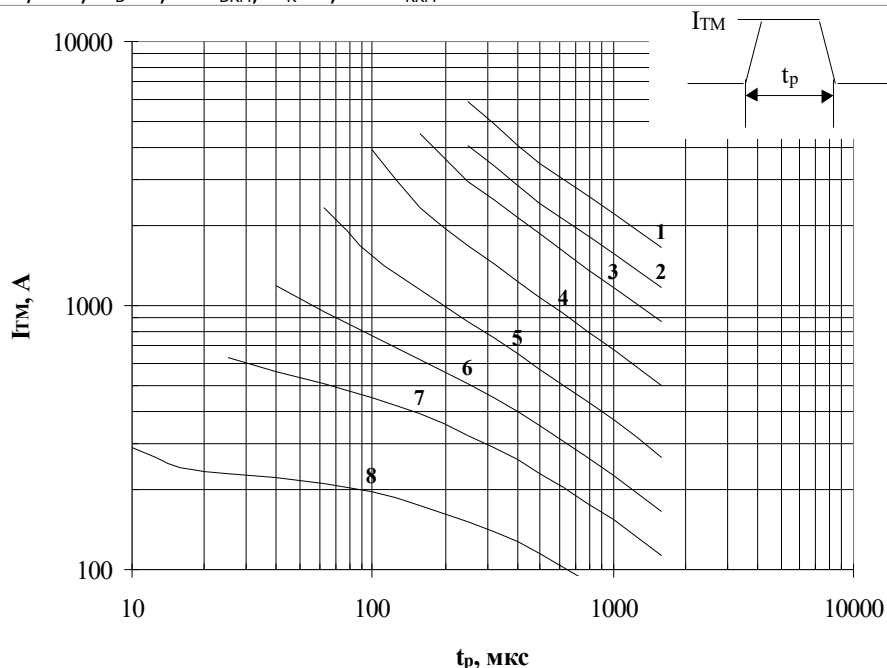


**Рис. 37** – Общие потери мощности одного трапециевидного импульса тока в открытом состоянии от длительности импульса  $t_p$  и тока  $I_{TM}$

Общие потери мощности:

- |           |            |
|-----------|------------|
| 1 – 10 G; | 6 – 0,6 G; |
| 2 – 6 G;  | 7 – 0,4 G; |
| 3 – 4 G;  | 8 – 0,2 G; |
| 4 – 2 G;  | 9 – 0,1 G. |
| 5 – 1 G;  |            |

Условия:  $di_T/dt = 50 \text{ A/мкс}$ ;  $U_D = 0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R = 0,67 \cdot U_{RRM}$ .

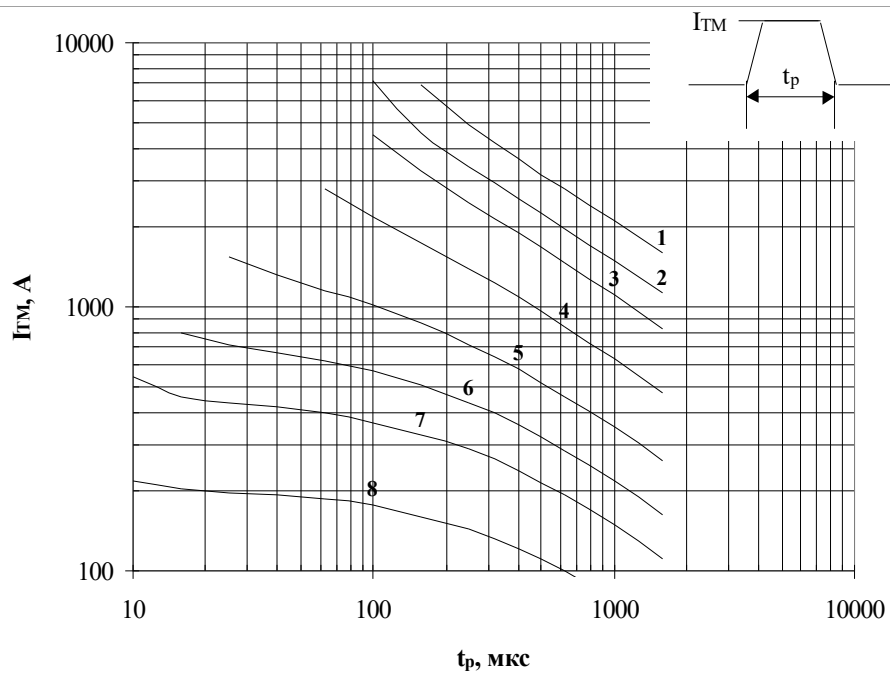


**Рис. 38** – Общие потери мощности одного трапециевидного импульса тока в открытом состоянии от длительности импульса  $t_p$  и тока  $I_{TM}$

Общие потери мощности:

- |            |
|------------|
| 1 – 10 G;  |
| 2 – 6 G;   |
| 3 – 4 G;   |
| 4 – 2 G;   |
| 5 – 1 G;   |
| 6 – 0,6 G; |
| 7 – 0,4 G; |
| 8 – 0,2 G. |

Условия:  $di_T/dt = 100 \text{ A/мкс}$ ;  $U_D = 0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R = 0,67 \cdot U_{RRM}$ .



**Рис. 39** – Общие потери мощности одного трапециевидного импульса тока в открытом состоянии от длительности импульса  $t_p$  и тока  $I_{TM}$

Общие потери мощности:

- 1 – 10 G;
- 2 – 6 G;
- 3 – 4 G;
- 4 – 2 G;
- 5 – 1 G;
- 6 – 0,6 G;
- 7 – 0,4 G;
- 8 – 0,2 G.

Условия:  $di_T/dt = 200 \text{ A}/\mu\text{s}$ ;  $U_D = 0,67 \cdot U_{DRM}$ ;  $U_R = 0,67 \cdot U_{RRM}$ .