

Тиристор быстродействующий импульсный ТБИ273-2000-20



Средний прямой ток	I_{TAV}	2000 А
Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	U_{DRM}	2000 В
Повторяющееся импульсное обратное напряжение	U_{RRM}	
Время выключения	t_q	32.0, 40.0, 50.0, 63.0 мкс
$U_{DRM}, U_{RRM}, В$	2000	
Класс по напряжению	20	
$T_j, ^\circ C$	- 60 ÷ 125	

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Обозначение и наименование параметра		Ед. изм.	Значение	Условия измерения
Параметры в проводящем состоянии				
I_{TAV}	Средний ток в открытом состоянии	А	2000 2980	$T_c=85^\circ C$; двухстороннее охлаждение; $T_c=55^\circ C$; двухстороннее охлаждение; 180 эл. град. синус; 50 Гц
I_{TRMS}	Действующий ток в открытом состоянии	А	3140	$T_c=85^\circ C$; двухстороннее охлаждение; 180 эл. град. синус; 50 Гц
I_{TSM}	Ударный ток в открытом состоянии	кА	40.0 46.0	$T_j=T_{jmax}$ $T_j=25^\circ C$ 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
			42.0 48.0	$T_j=T_{jmax}$ $T_j=25^\circ C$ 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 фактор	$A^2c \cdot 10^3$	8000 10500	$T_j=T_{jmax}$ $T_j=25^\circ C$ 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
			7300 9500	$T_j=T_{jmax}$ $T_j=25^\circ C$ 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

Блокирующие параметры				
U_{DRM}, U_{RRM}	Повторяющееся импульсное обратное напряжение и повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	В	2000	$T_j < T_{j \max}$; 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	$T_j < T_{j \max}$; 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
Параметры управления				
I_{FGM}	Максимальный прямой ток управления	А	10	$T_j = T_{j \max}$
U_{RGM}	Максимальное обратное напряжение управления	В	5	
P_G	Максимальная рассеиваемая мощность по управлению	Вт	8	$T_j = T_{j \max}$ для постоянного тока управления
Параметры переключения				
$(di_T/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии ($f=1$ Hz)	А/мкс	2500	$T_j = T_{j \max}$; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$; $I_{TM} = 2 I_{TAV}$; Импульс управления: $I_G = 2$ А; $U_G = 20$ В; $t_{GP} = 50$ мкс; $di_G/dt = 2$ А/мкс
Тепловые параметры				
T_{stg}	Температура хранения	°С	- 60...50	
T_j	Температура р-п перехода	°С	- 60...125	
Механические параметры				
F	Монтажное усилие	кН	40.0...50.0	
a	Ускорение	м/с ²	50 100	В не зажатом состоянии В зажатом состоянии

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обозначение и наименование характеристики	Ед. изм.	Значение	Условия измерения	
Характеристики в проводящем состоянии				
U_{TM}	Импульсное напряжение в открытом состоянии, макс	В	2.20	$T_j = 25$ °С; $I_{TM} = 6280$ А
$U_{T(ТО)}$	Пороговое напряжение, макс	В	1.25	$T_j = T_{j \max}$; $0.5 p I_{TAV} < I_T < 1.5 p I_{TAV}$
r_T	Динамическое сопротивление в открытом состоянии, макс	МОм	0.150	
I_H	Ток удержания, макс	мА	1000	$T_j = 25$ °С; $U_D = 12$ В; управление разомкнуто
Блокирующие характеристики				
I_{DRM}, I_{RRM}	Повторяющийся импульсный обратный ток и повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии, макс	мА	300	$T_j = T_{j \max}$; $U_D = U_{DRM}$; $U_R = U_{RRM}$
$(du_D/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии ¹⁾ , 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	5.00 3.00 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	0.35	$T_j = T_{j \max};$ $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM};$	Постоянный ток управления
I_{GD}	Неотпирающий постоянный ток управления, мин	мА	15.00		

Динамические характеристики					
t_{gd}	Время задержки включения, макс	мкс	0.98	$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}; U_D = 1000 \text{ В}; I_{TM} = I_{TAV};$ $di/dt = 200 \text{ А/мкс};$	
t_{gt}	Время включения ²⁾	мкс	2.00, 2.50, 3.20, 4.00	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 ³⁾ , макс	мкс	32.0, 40.0, 50.0, 63.0	$dv_D/dt = 50 \text{ В/мкс};$	$T_j = T_{j \max}; I_{TM} = I_{TAV}; di_R/dt = -10 \text{ А/мкс};$ $U_R = 100 \text{ В};$ $U_D = 0.67 U_{DRM}$
			40.0, 50.0, 63.0, 80.0	$dv_D/dt = 200 \text{ В/мкс};$	
Q_{rr}	Заряд обратного восстановления, макс	мкКл	800	$T_j = T_{j \max}; I_{TM} = I_{TAV}; di_R/dt = -50 \text{ А/мкс};$ $U_R = 100 \text{ В}$	
t_{rr}	Время обратного восстановления, макс	мкс	8.0		
I_{rrM}	Ток обратного восстановления, макс	А	200		

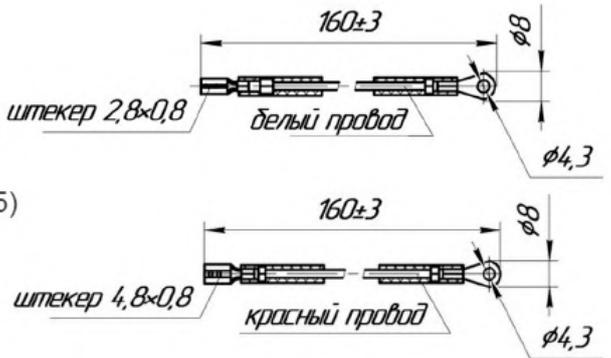
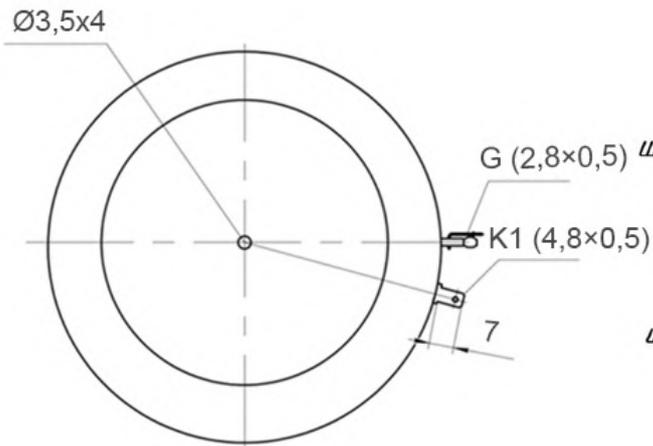
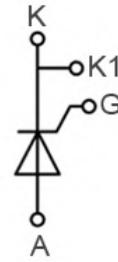
Тепловые характеристики					
R_{thjc}	Тепловое сопротивление р-п переход-корпус, макс	$^\circ\text{C/Вт}$	0.0100	Постоянный ток	Двухстороннее охлаждение
R_{thjc-A}			0.0220		Охлаждение со стороны анода
R_{thjc-K}			0.0180		Охлаждение со стороны катода
R_{thck}	Тепловое сопротивление корпус-охладитель, макс	$^\circ\text{C/Вт}$	0.0020	Постоянный ток	

Механические характеристики					
w	Масса, не более	г	1700		
D_s	Длина пути тока утечки по поверхности	мм (дюйм)	55.13 (2.170)		
D_a	Длина пути тока утечки по воздуху	мм (дюйм)	25.10 (0.988)		

МАРКИРОВКА								ПРИМЕЧАНИЕ														
ТБИ	273	2000	20	A2	K3	P4	УХЛ2	1) Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии														
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								<table border="1"> <thead> <tr> <th>Обозначение группы</th> <th>P2</th> <th>K2</th> <th>E2</th> <th>A2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$(dv_D/dt)_{crit}, \text{ В/мкс}$</td> <td>200</td> <td>320</td> <td>500</td> <td>1000</td> </tr> </tbody> </table>					Обозначение группы	P2	K2	E2	A2	$(dv_D/dt)_{crit}, \text{ В/мкс}$	200	320	500	1000
								Обозначение группы	P2	K2	E2	A2										
$(dv_D/dt)_{crit}, \text{ В/мкс}$	200	320	500	1000																		
								2) Время включения <table border="1"> <thead> <tr> <th>Обозначение группы</th> <th>P4</th> <th>M4</th> <th>K4</th> <th>H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$t_{gt}, \text{ мкс}$</td> <td>2.00</td> <td>2.50</td> <td>3.20</td> <td>4.00</td> </tr> </tbody> </table>					Обозначение группы	P4	M4	K4	H4	$t_{gt}, \text{ мкс}$	2.00	2.50	3.20	4.00
								Обозначение группы	P4	M4	K4	H4										
$t_{gt}, \text{ мкс}$	2.00	2.50	3.20	4.00																		
								3) Время выключения ($du_D/dt = 50 \text{ В/мкс}$) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Обозначение группы</th> <th>K3</th> <th>H3</th> <th>E3</th> <th>C3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$t_q, \text{ мкс}$</td> <td>32.0</td> <td>40.0</td> <td>50.0</td> <td>63.0</td> </tr> </tbody> </table>					Обозначение группы	K3	H3	E3	C3	$t_q, \text{ мкс}$	32.0	40.0	50.0	63.0
								Обозначение группы	K3	H3	E3	C3										
$t_q, \text{ мкс}$	32.0	40.0	50.0	63.0																		

ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ

Тип корпуса: РТ74, Т.Ф5



- К – катод;
- А – анод;
- К1 – вспомогательный катод;
- Г – управляющий электрод;

Все размеры в миллиметрах

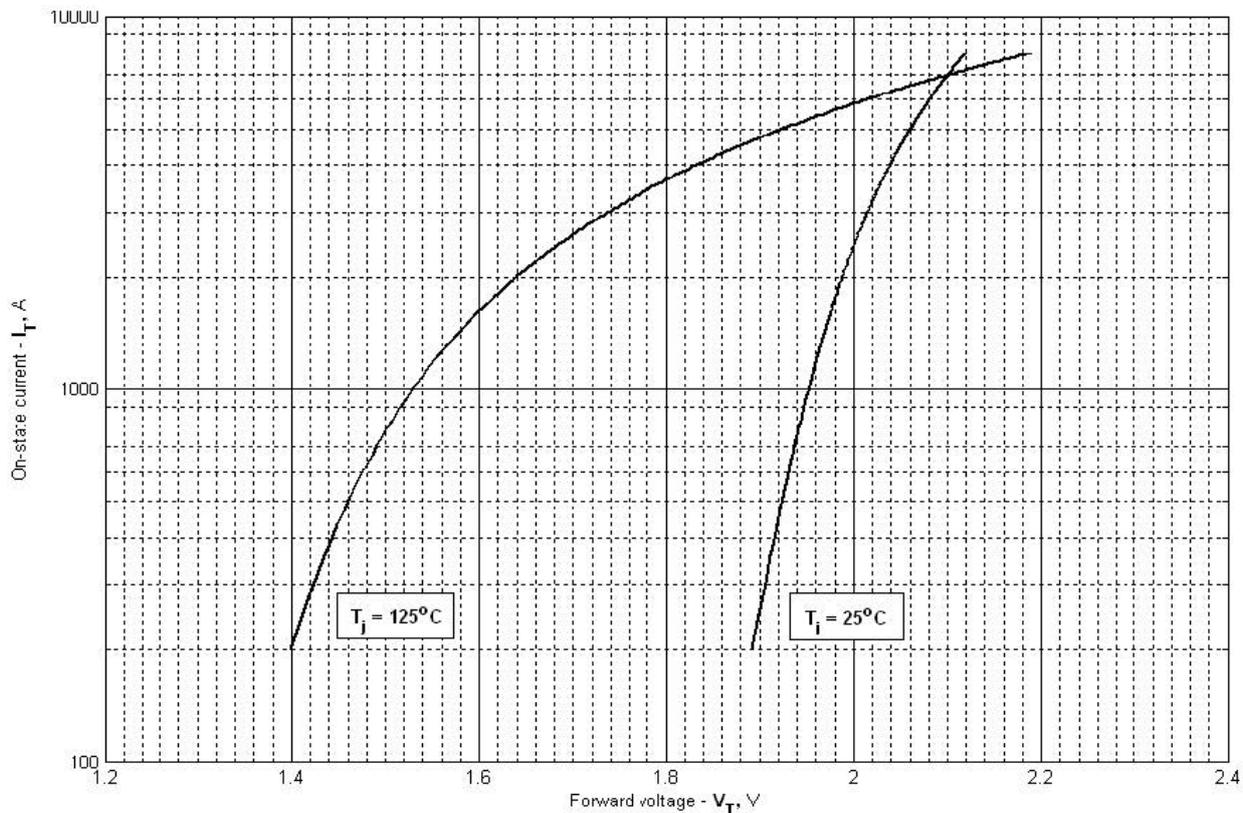


Рис. 1 – Вольт - амперная характеристика в открытом состоянии

Аналитическая функция вольт — амперной характеристики в открытом состоянии:

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

	Коэффициенты для графика	
	$T_j = 25^\circ\text{C}$	$T_j = T_{j,max}$
A	1.788812	1.248548
B	-0.016868	0.039938
C	-0.195242	-0.260759
D	0.315828	0.421811

Вольт-амперная характеристика в открытом состоянии (см Рис. 1).

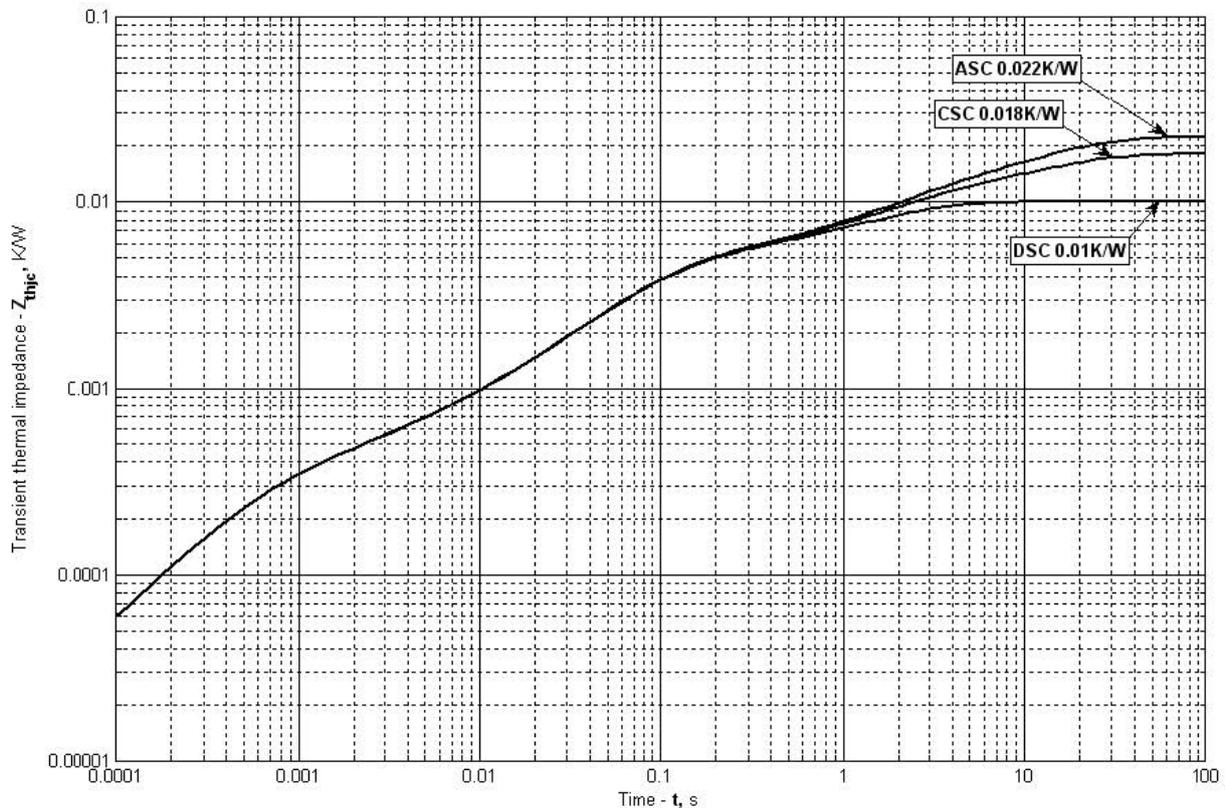


Рис. 2 – Переходное тепловое сопротивление

Аналитическая зависимость переходного теплового сопротивления переход — корпус:

$$Z_{thjc} = \sum_{i=1}^n R_i \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_i}} \right)$$

Где $i = 1$ to n , n – число суммирующихся элементов.

t = продолжительность импульсного нагрева в секундах. Z_{thjc} =

Тепловое сопротивление за время t .

R_i, τ_i = расчетные коэффициенты, приведенные в таблице.

Постоянный ток, двустороннее охлаждение

i	1	2	3	4	5	6
$R_i, K/W$	0.001774	0.003777	0.0001611	0.0006796	0.0002974	0.00331
τ_i, s	2.276	0.07599	0.003417	0.1692	0.0005483	1.377

Постоянный ток, охлаждение со стороны анода

i	1	2	3	4	5	6
$R_i, K/W$	0.01236	0.004656	0.0005901	0.004178	0.0001632	0.0003062
τ_i, s	13.340	2.011	0.4635	0.08072	0.00394	0.0005608

Постоянный ток, охлаждение со стороны катода

i	1	2	3	4	5	6
$R_i, K/W$	0.008157	0.004601	0.0006385	0.004186	0.0001632	0.0003067
τ_i, s	13.30	1.922	0.4875	0.08063	0.003967	0.0005616

Модель переходного теплового сопротивления переход - корпус (ссм. Рис. 2)

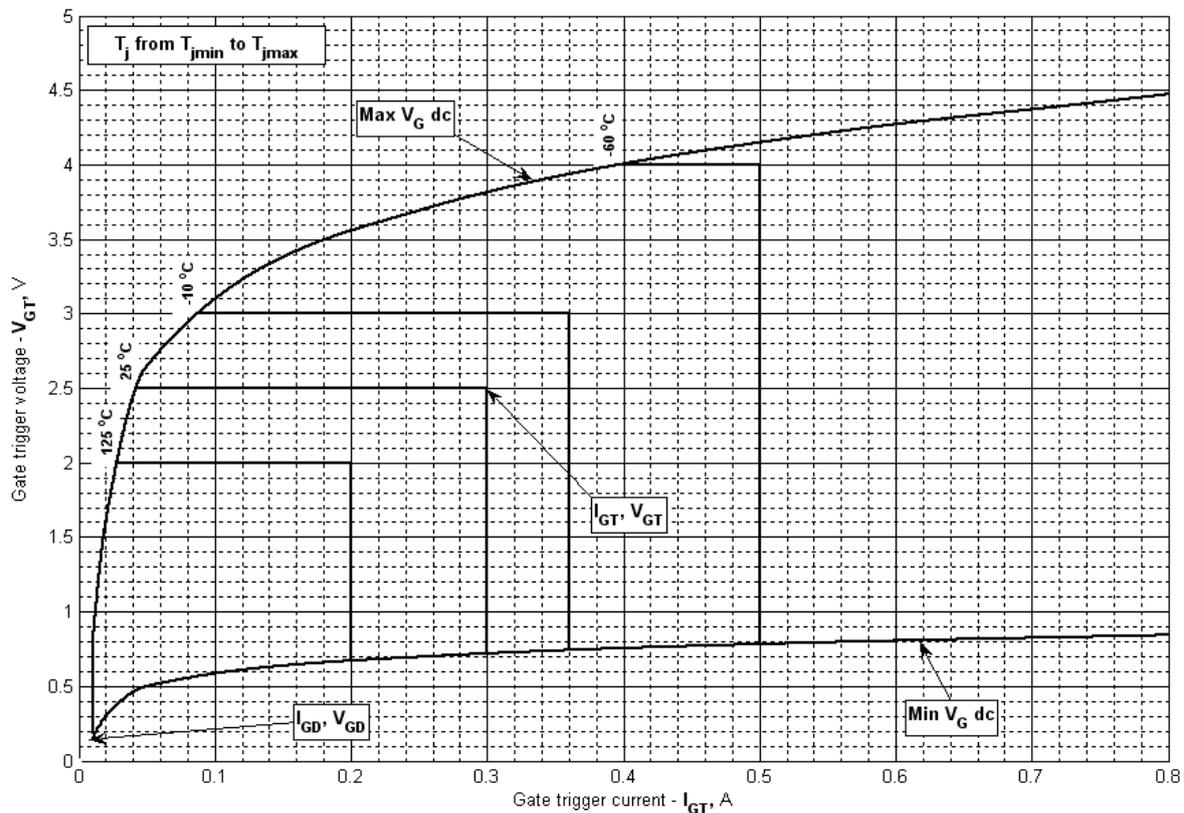


Рис. 3 - Вольт - амперная характеристика цепи управления

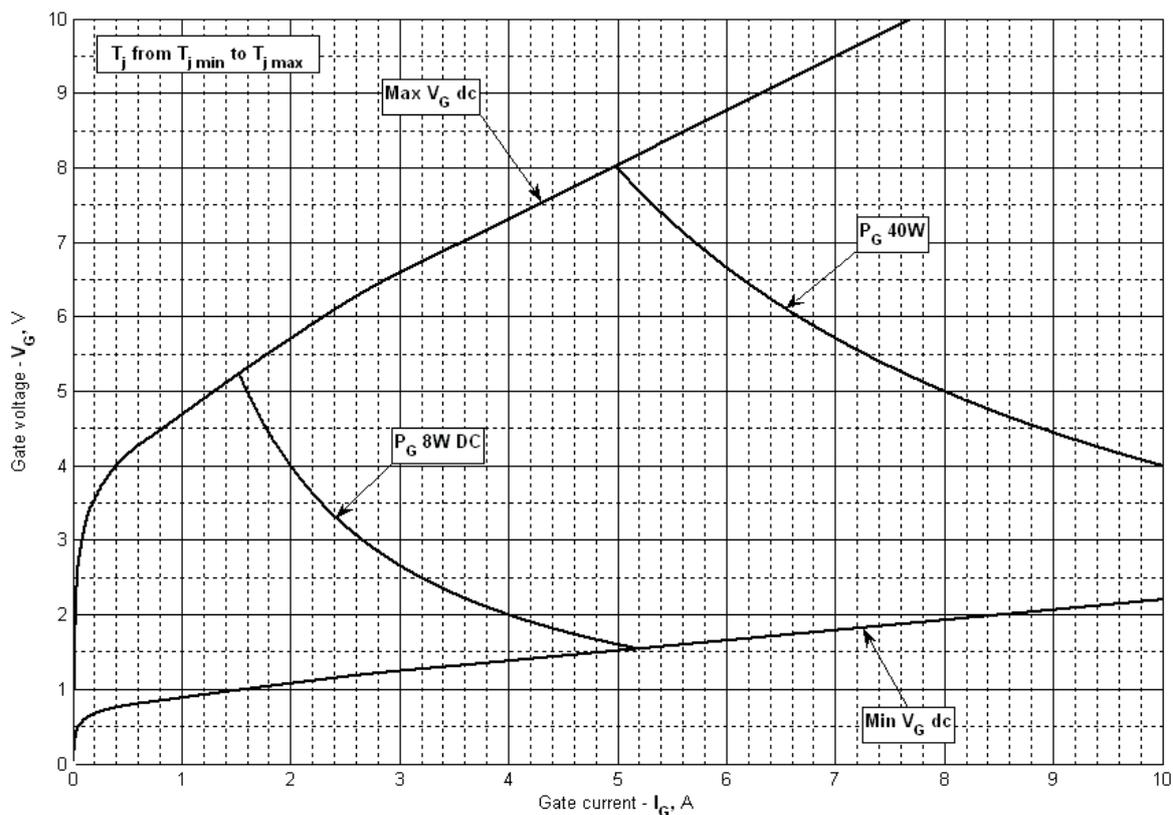


Рис. 4 - Вольт - амперная характеристика цепи управления — Кривые мощности

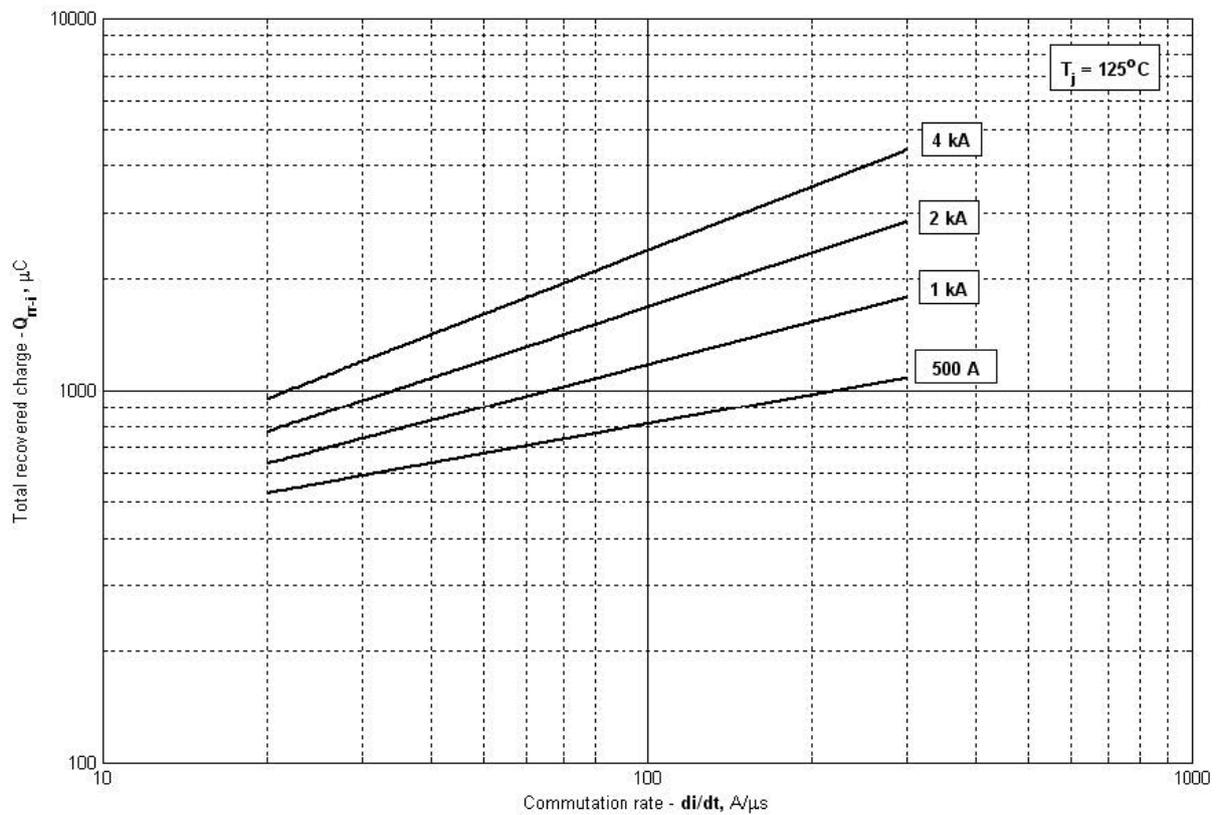


Рис. 5 – Заряд обратного восстановления, Q_{rr} (интегральный)

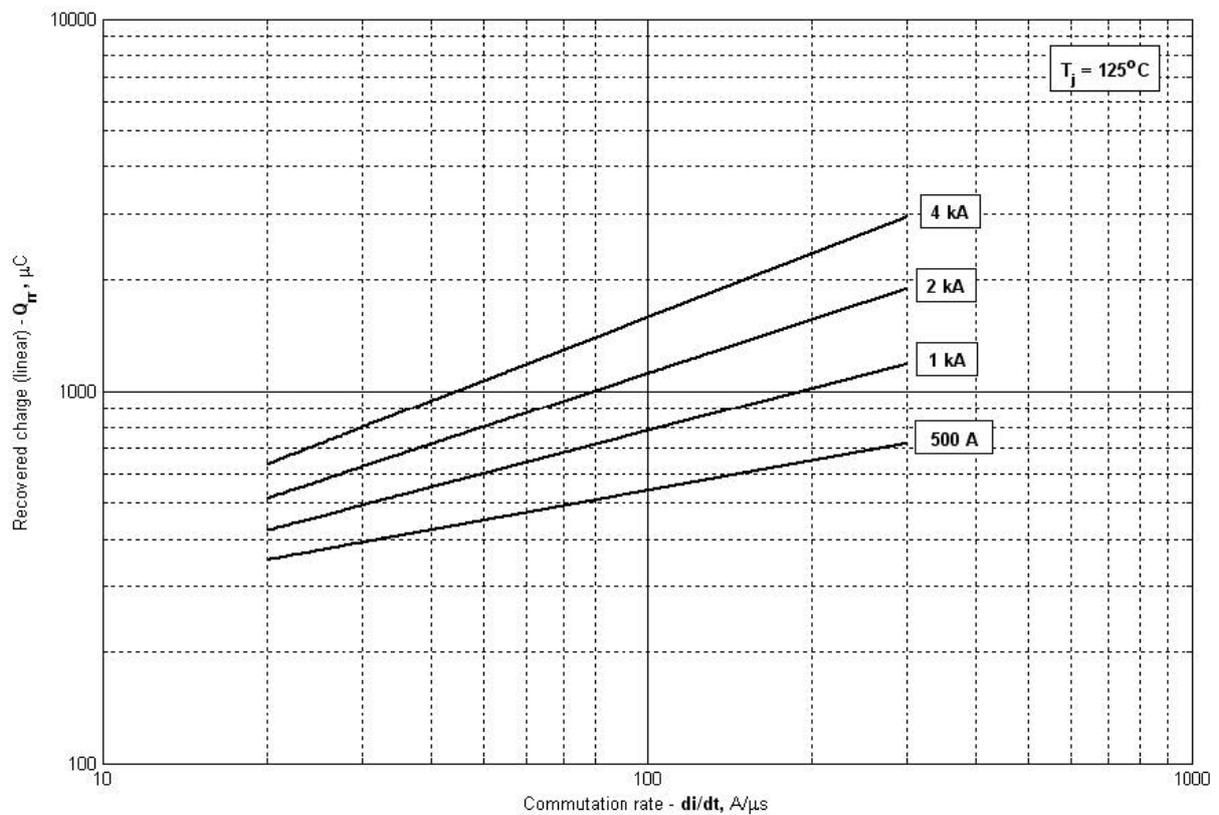


Рис. 6 – Заряд обратного восстановления, Q_{rr} (линеаризованный)

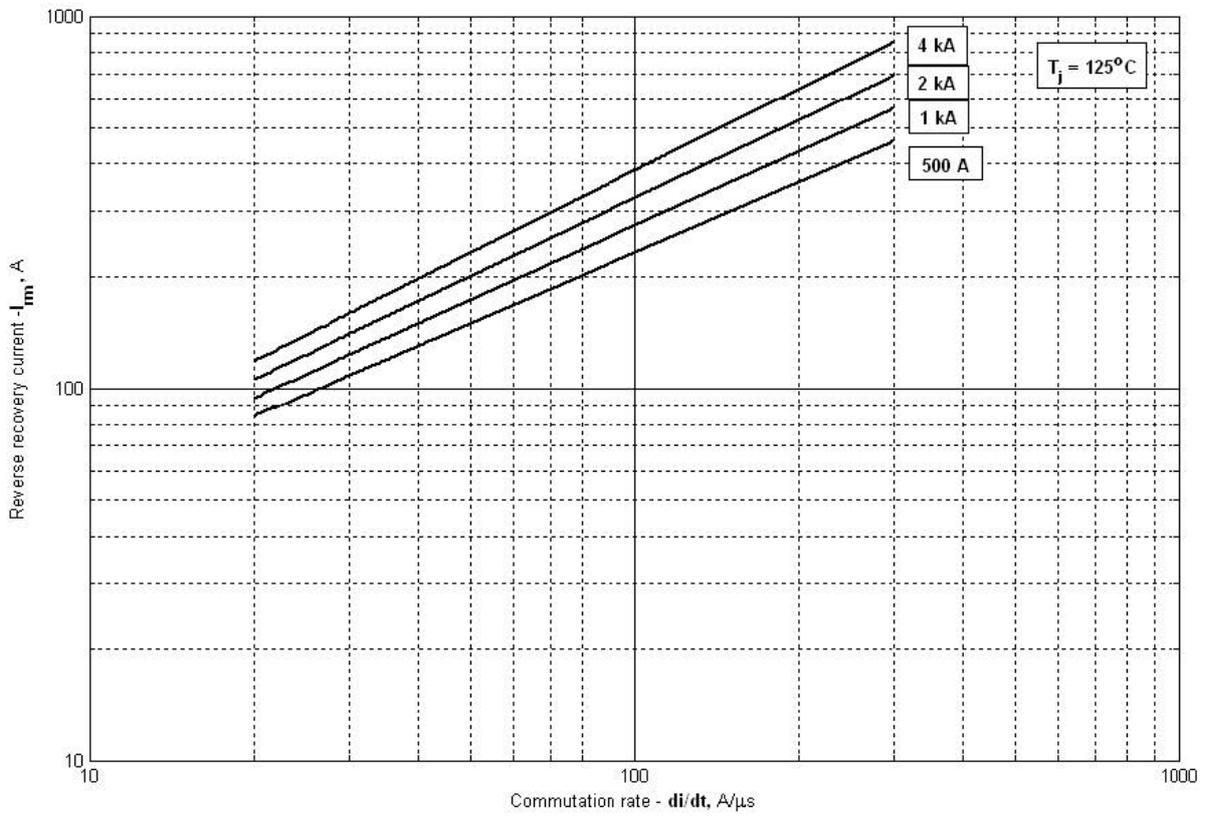


Рис. 7 – Максимальный обратный ток восстановления, I_{rm}

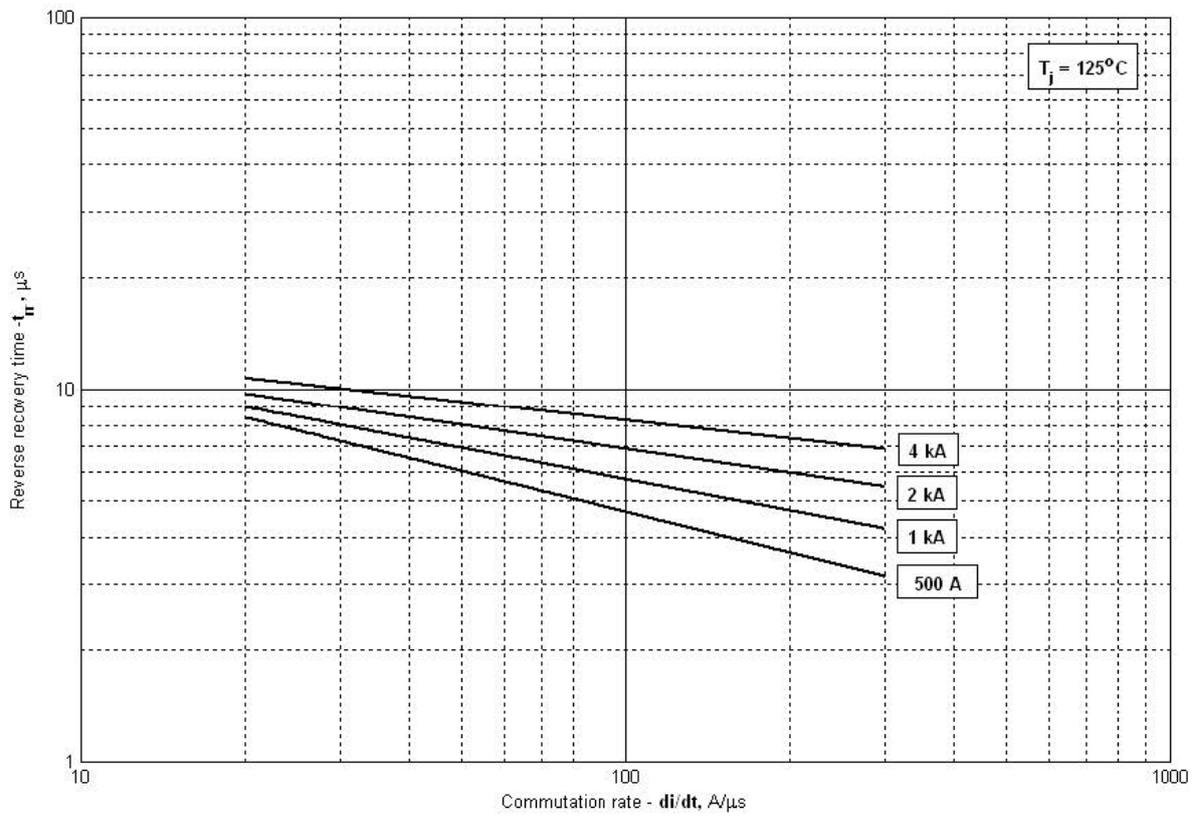


Рис. 8 – Максимальное время обратного восстановления, t_r (слинтеризованный)

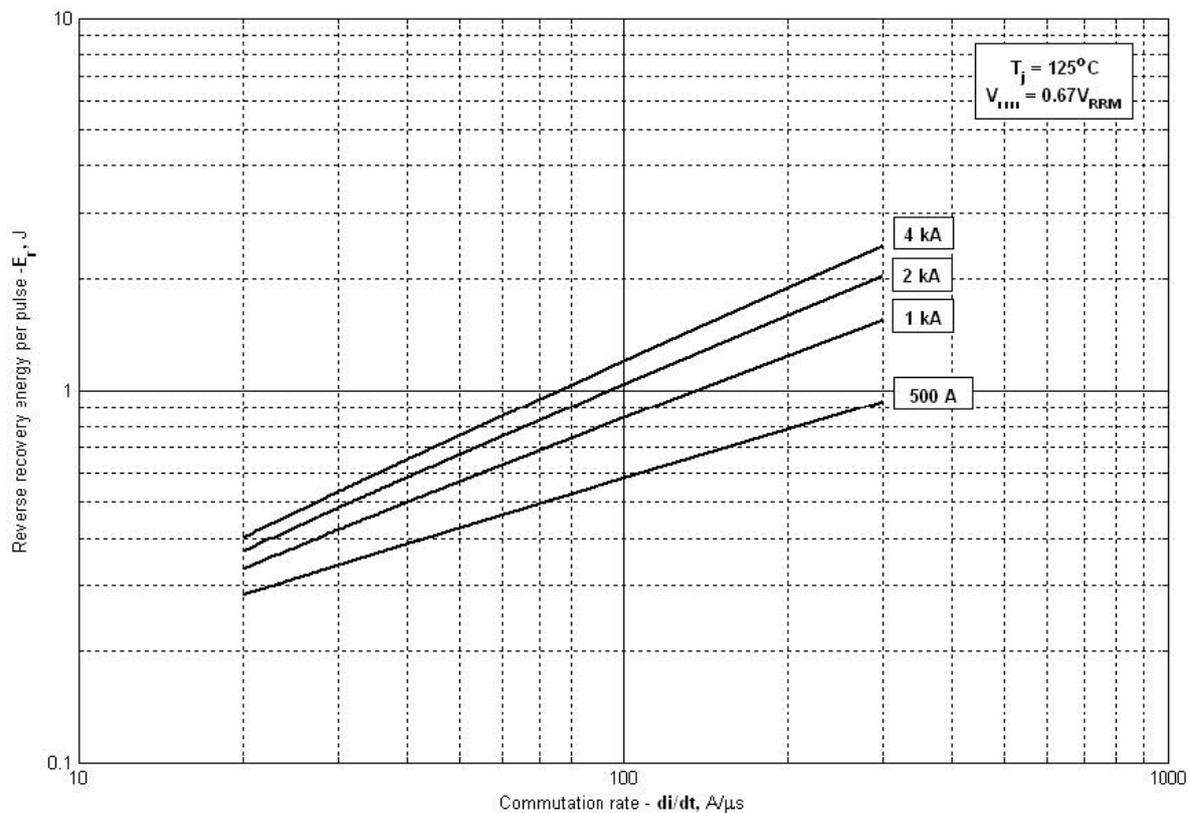


Рис. 9 – Энергия обратного восстановления за импульс

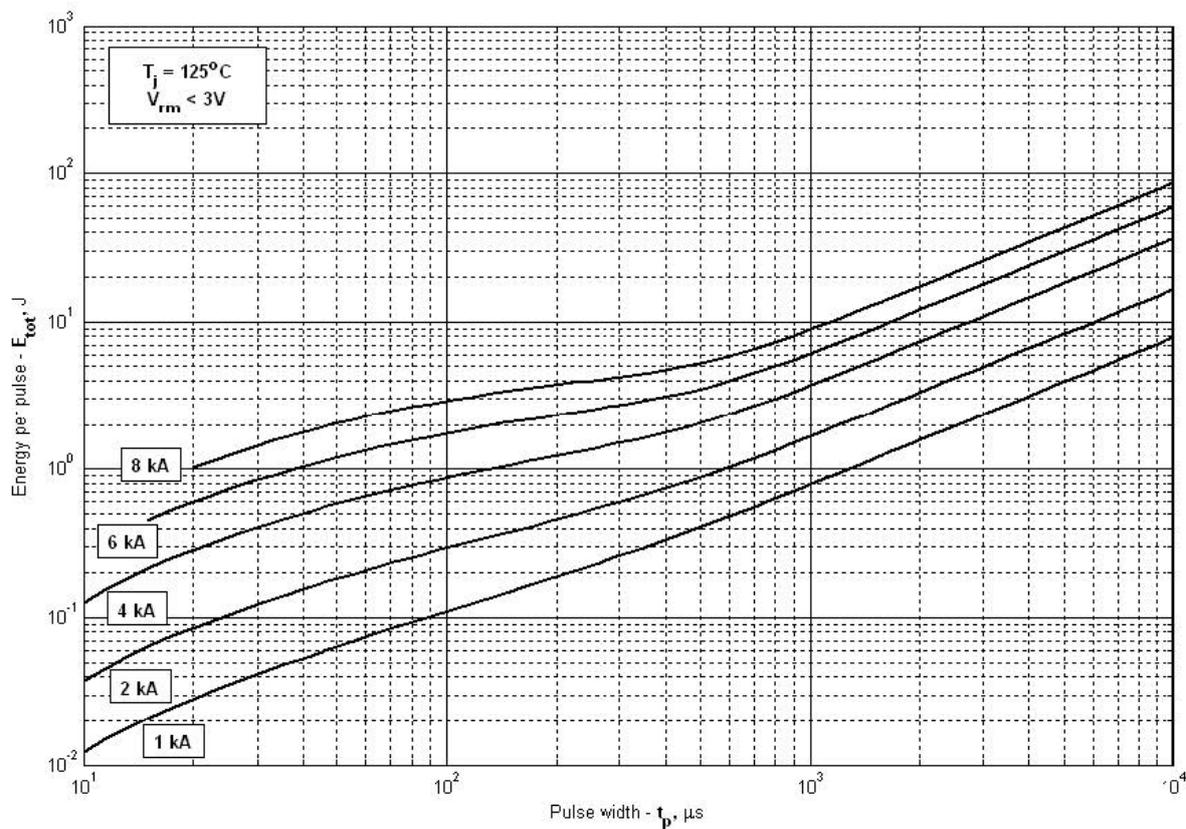


Рис. 10 – Суммарная энергия потерь одного синусоидального импульса тока

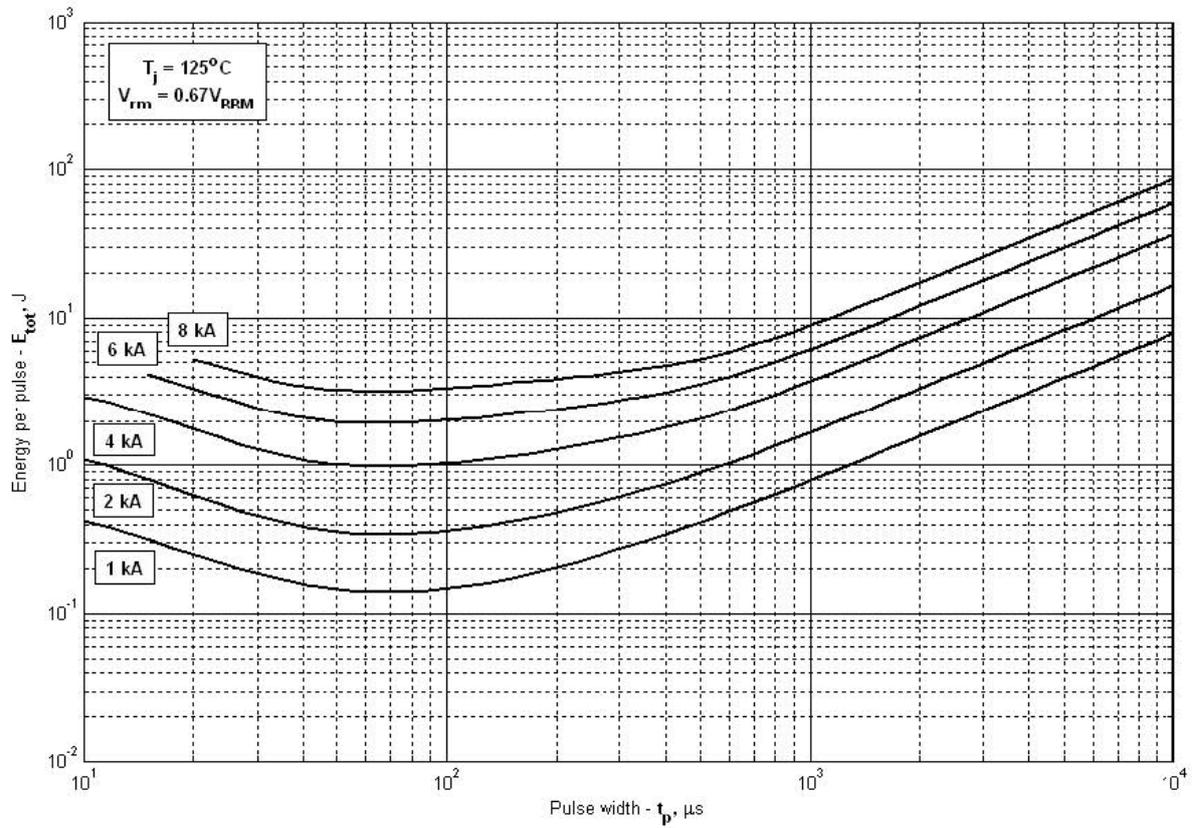


Рис. 11 – Суммарная энергия потерь одного синусоидального импульса тока

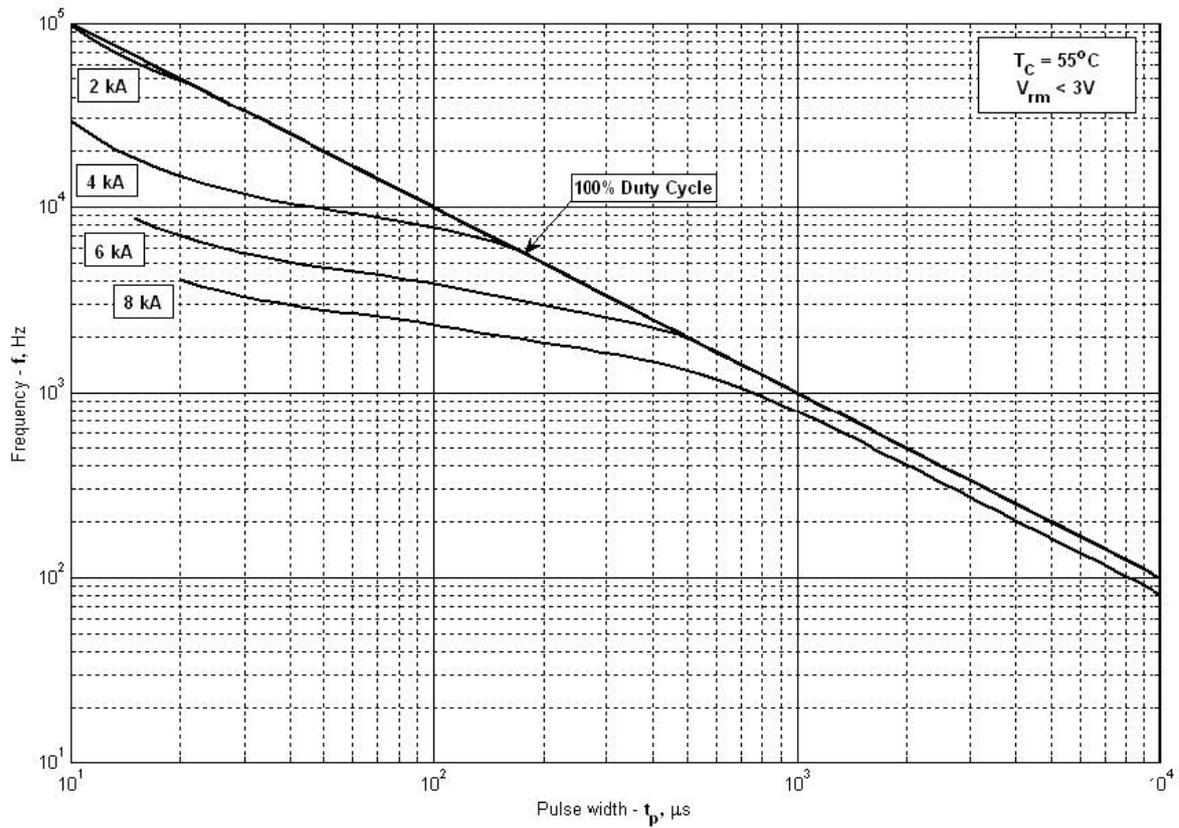


Рис. 12 – Зависимость частоты синусоидальных импульсов тока от длительности импульсов

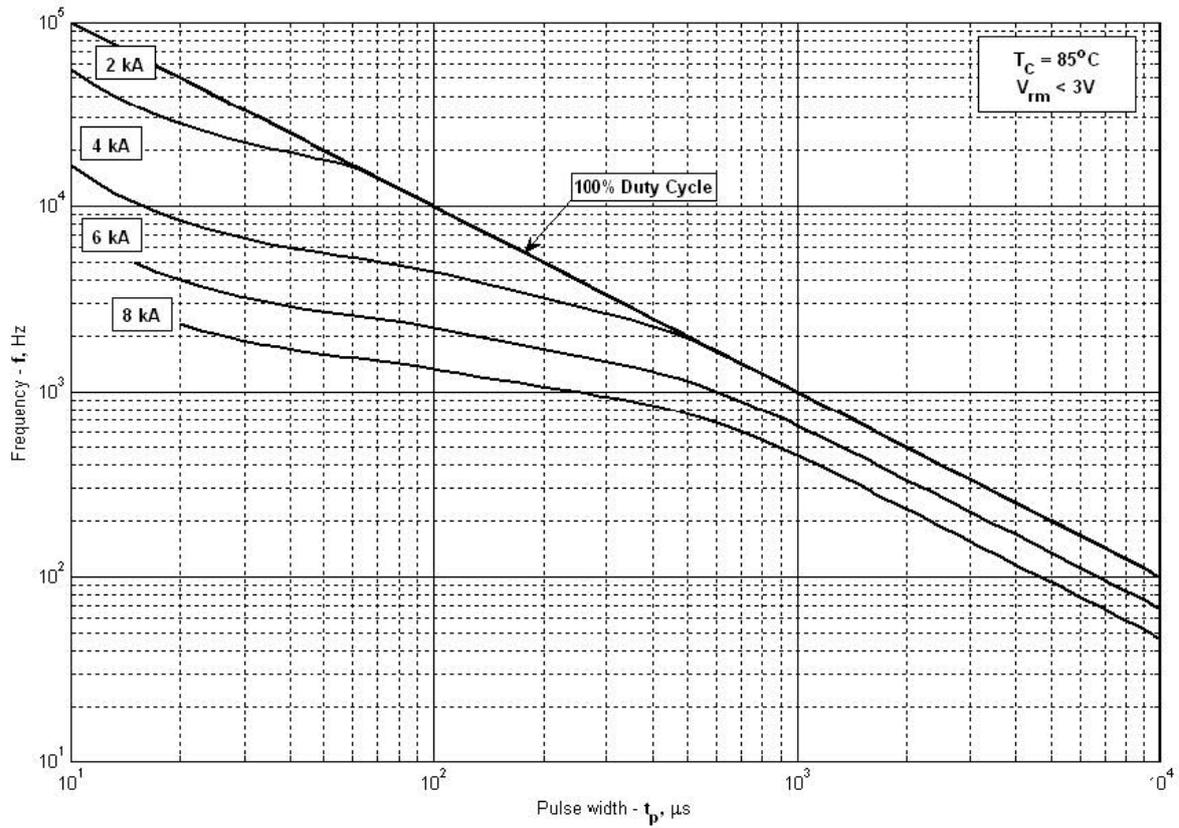


Рис. 13 – Зависимость частоты синусоидальных импульсов тока от длительности импульсов

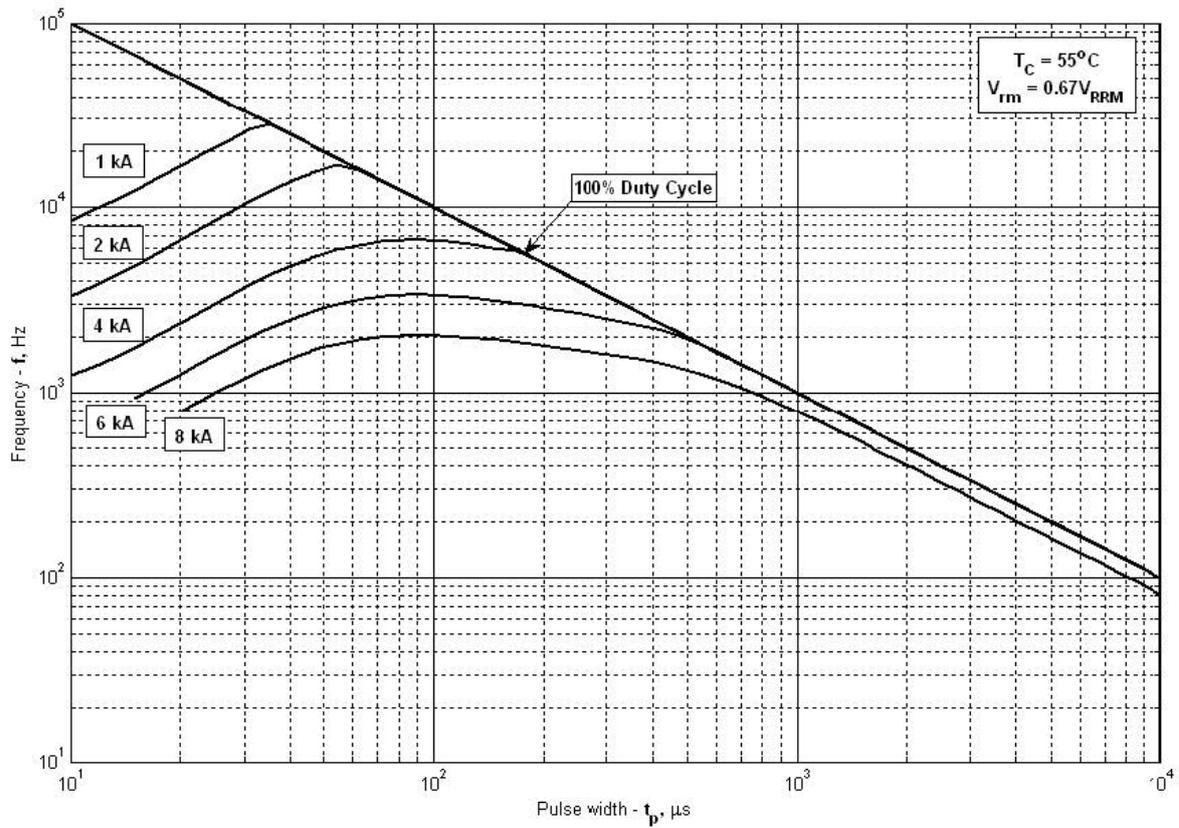


Рис. 14 – Зависимость частоты синусоидальных импульсов тока от длительности импульсов

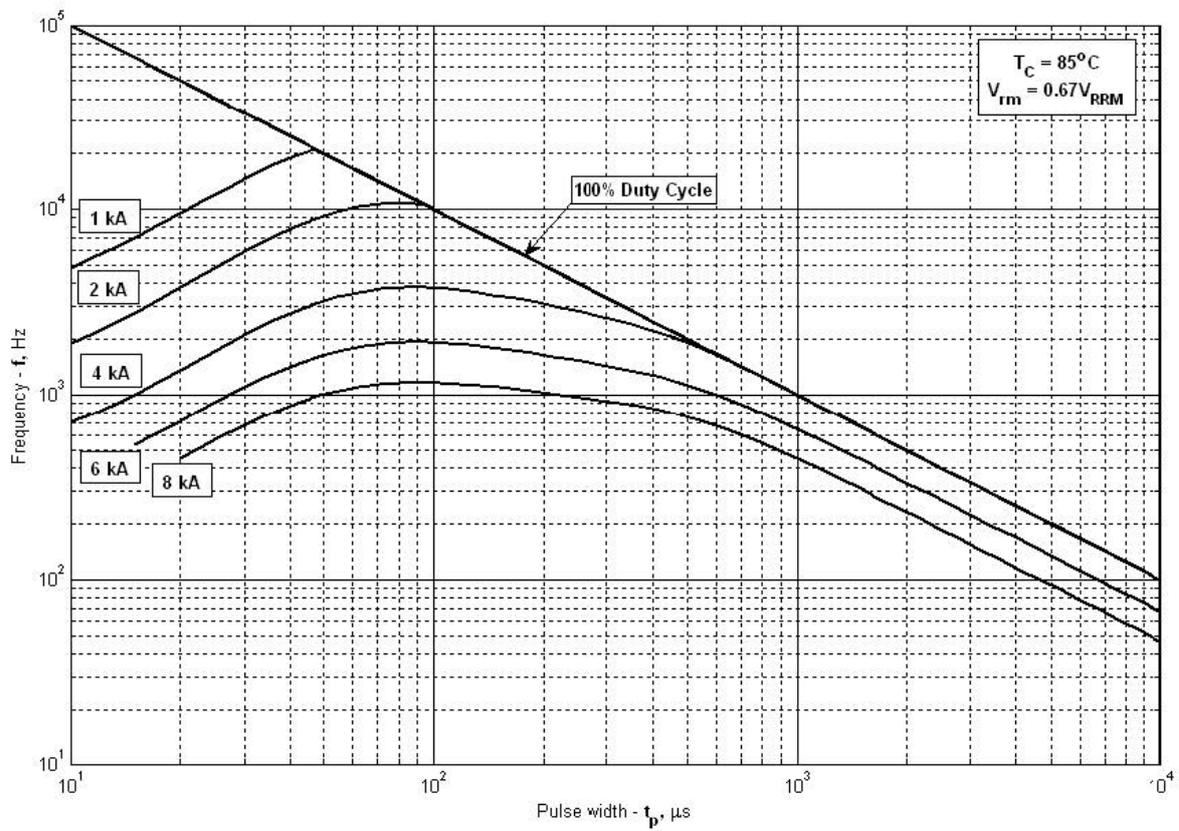


Рис. 15 – Зависимость частоты синусоидальных импульсов тока от длительности импульсов

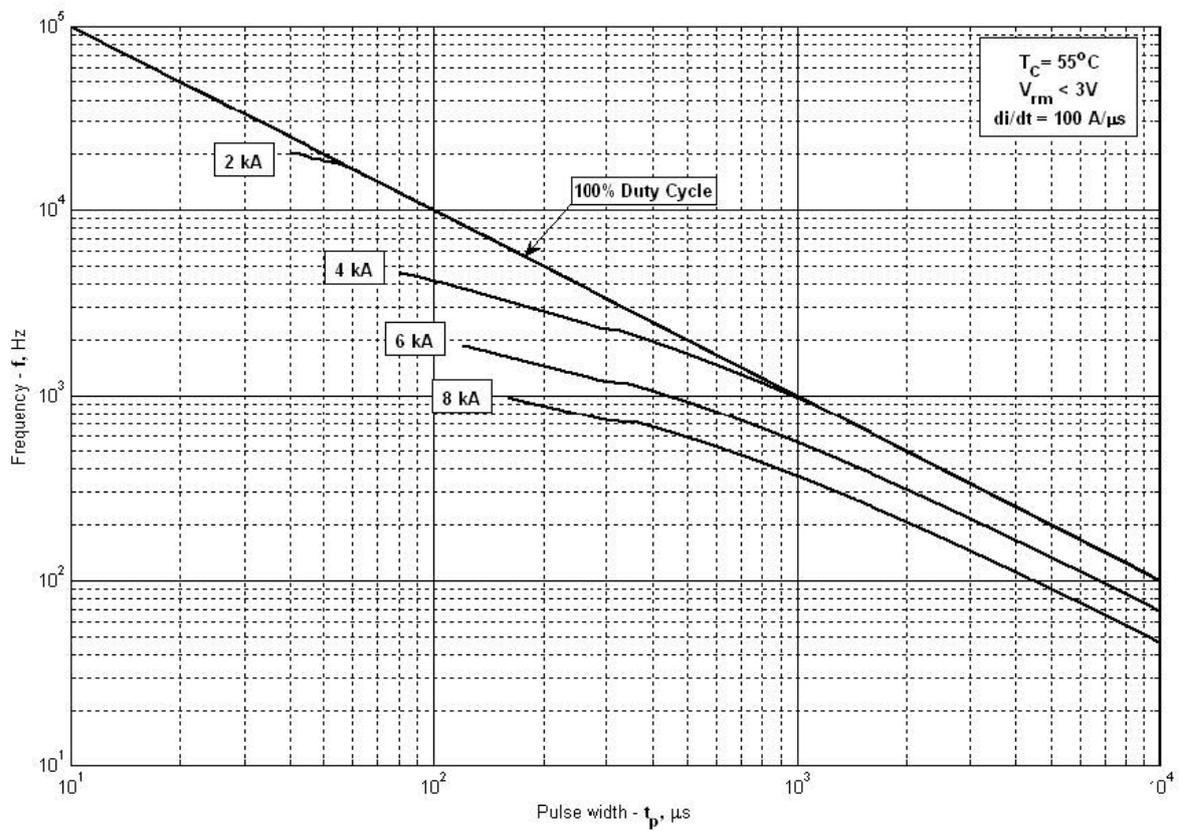


Рис. 16 – Зависимость частоты прямоугольных импульсов тока от длительности импульсов

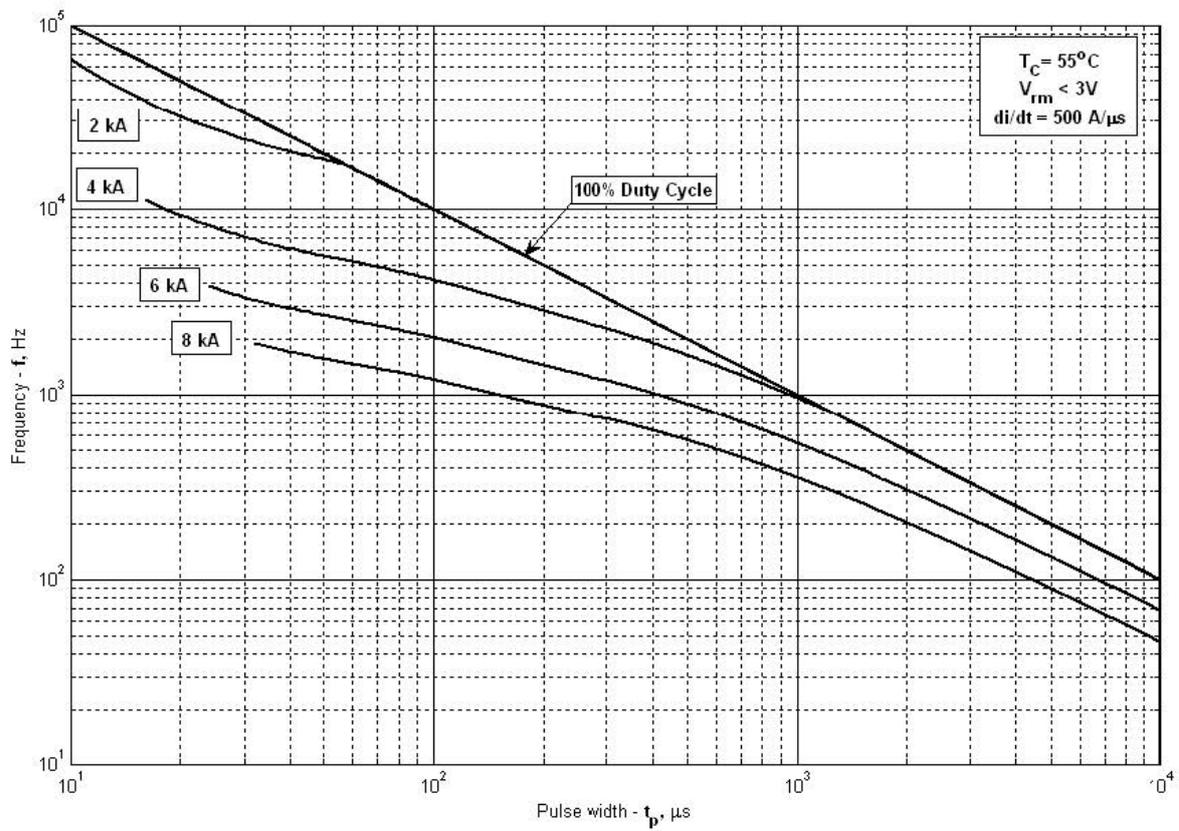


Рис. 17– Зависимость частоты прямоугольных импульсов тока от длительности импульсов

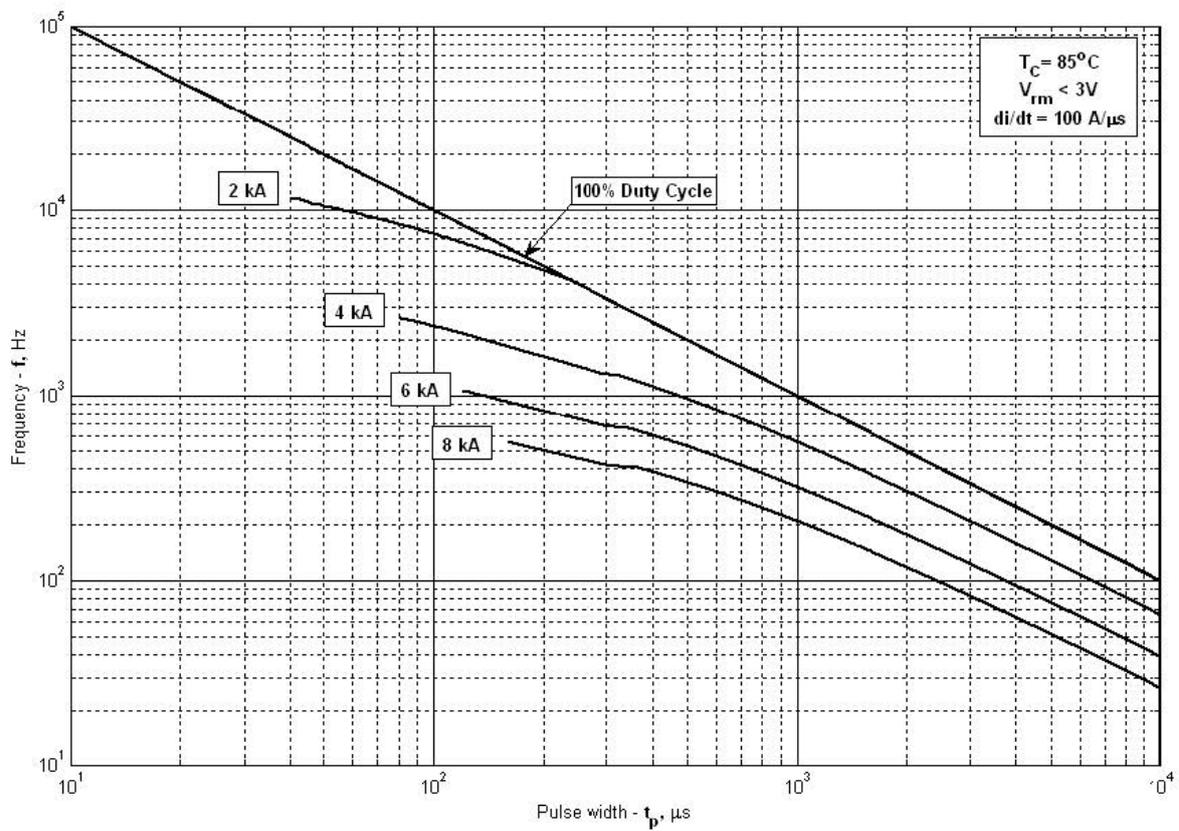


Рис. 18 – Зависимость частоты прямоугольных импульсов тока от длительности импульсов

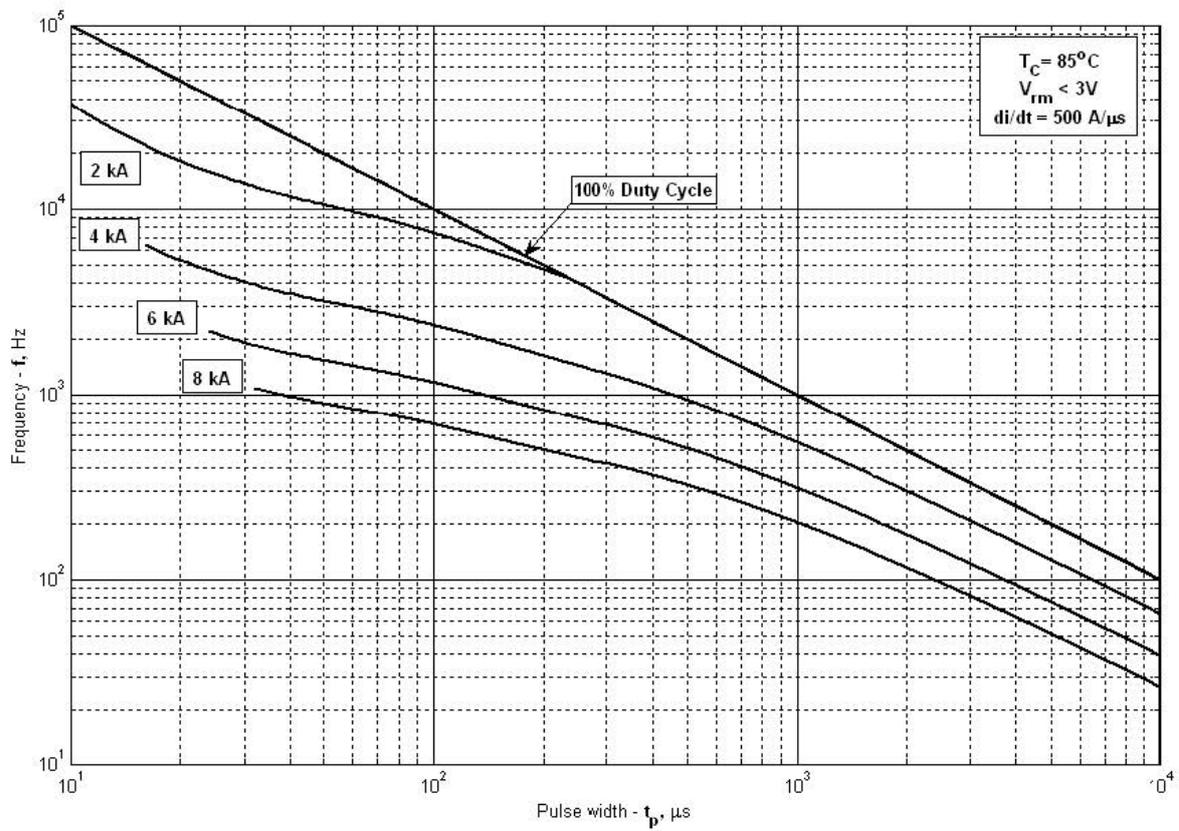


Рис. 19 – Зависимость частоты прямоугольных импульсов тока от длительности импульсов

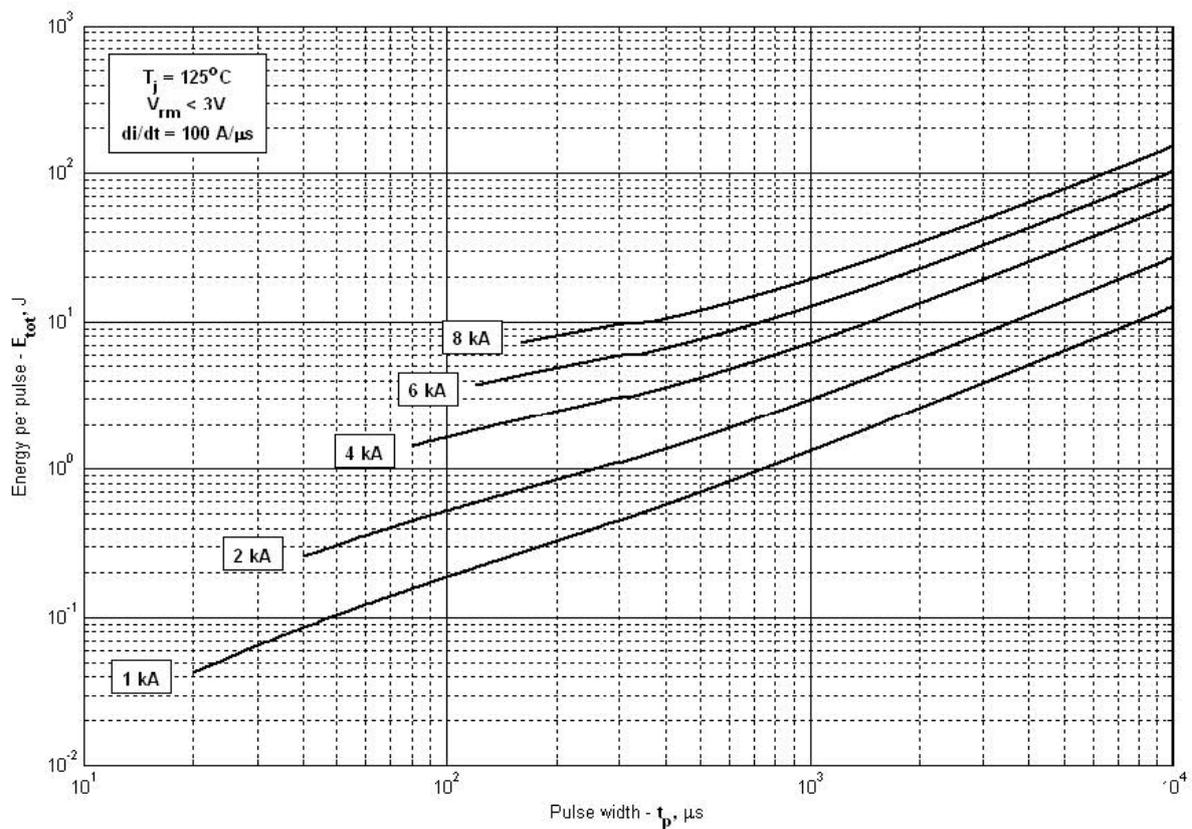


Рис. 20 – Суммарная энергия потерь одного прямоугольного импульса тока

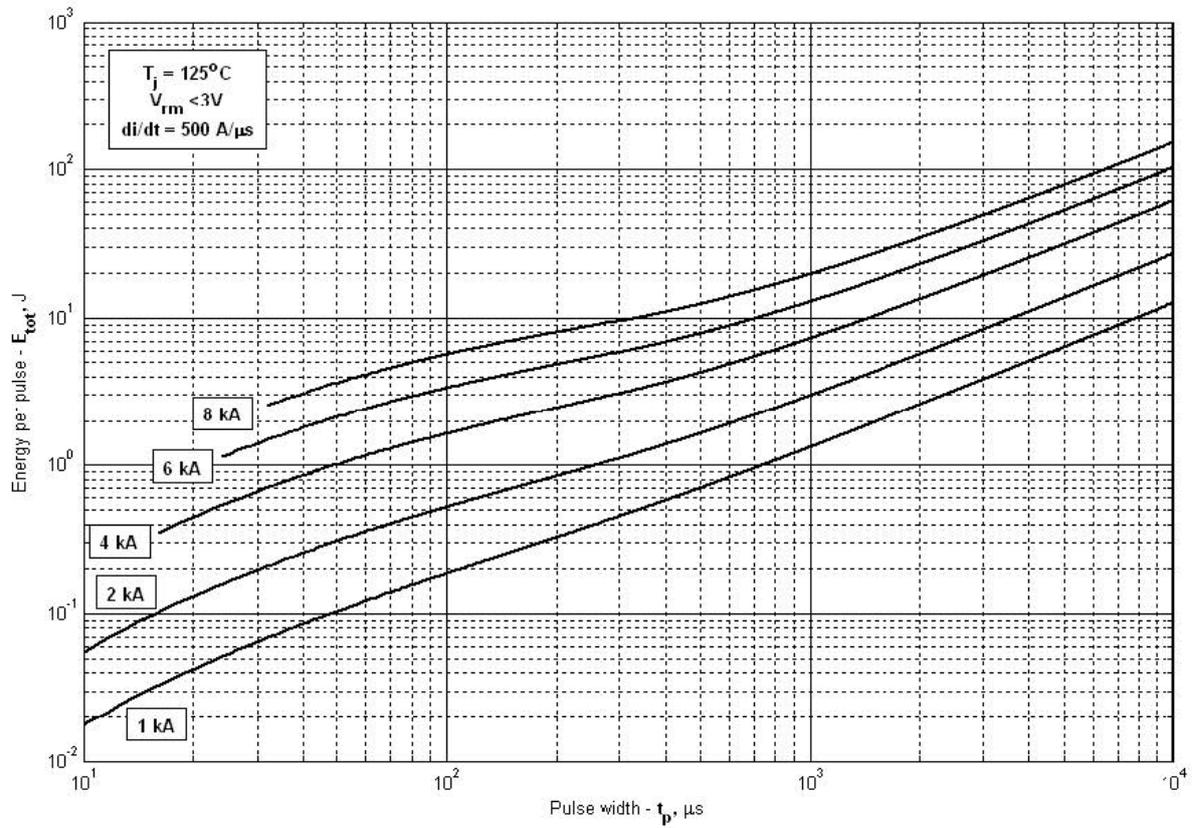


Рис. 21 – Суммарная энергия потерь одного прямоугольного импульса тока

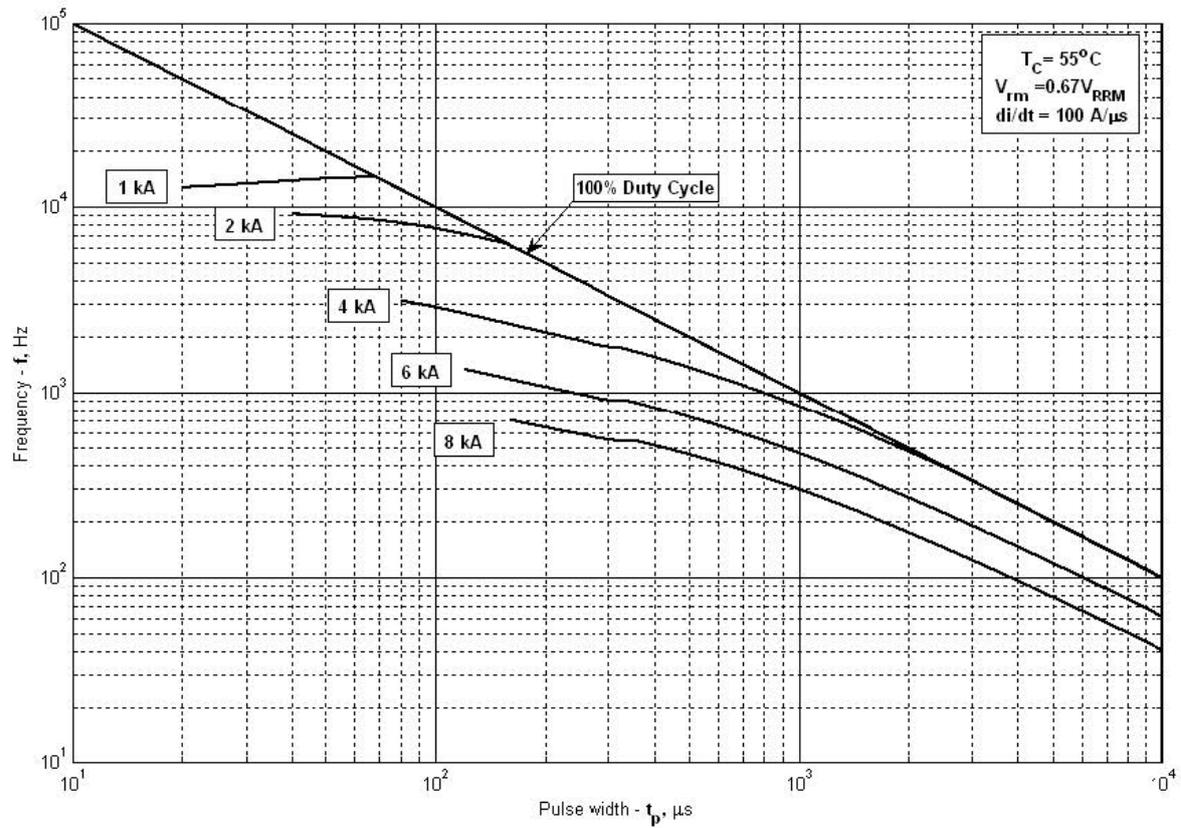


Рис. 22 – Зависимость частоты прямоугольных импульсов тока от длительности импульсов

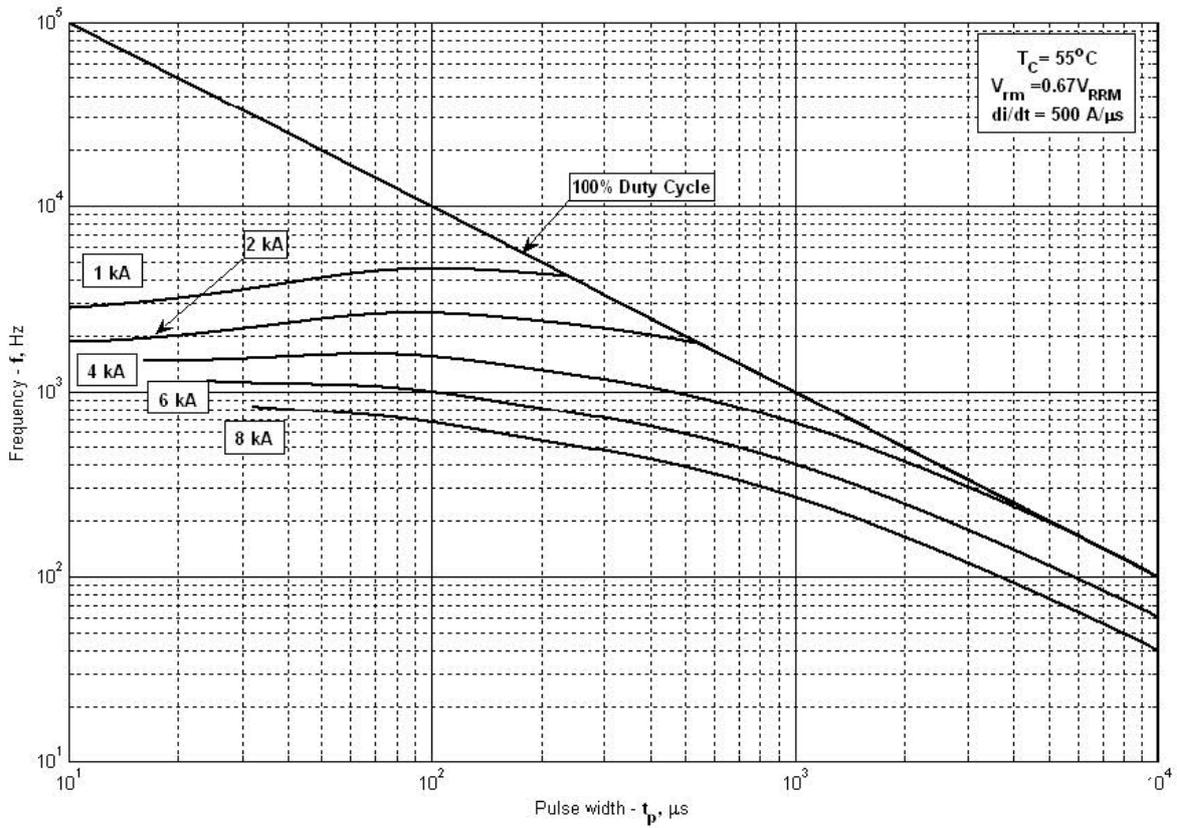


Рис. 23 – Зависимость частоты прямоугольных импульсов тока от длительности импульсов

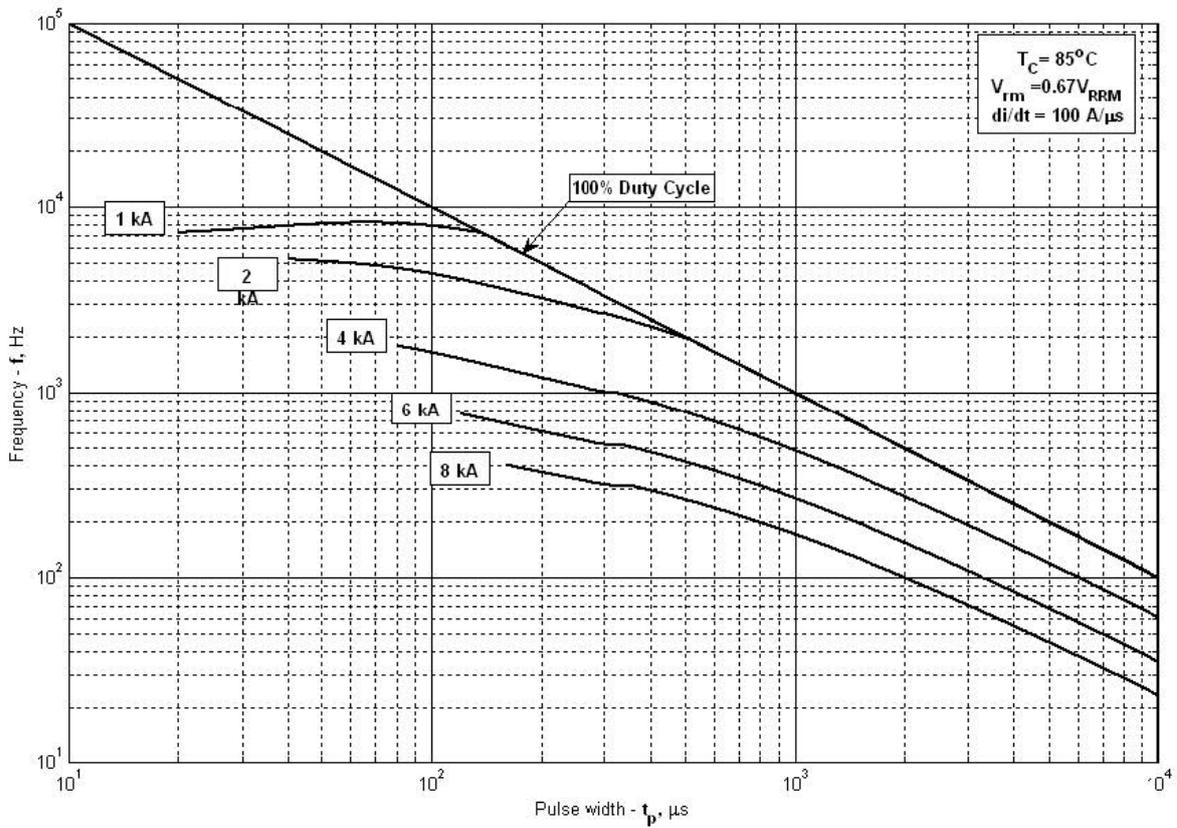


Рис. 24 – Зависимость частоты прямоугольных импульсов тока от длительности импульсов

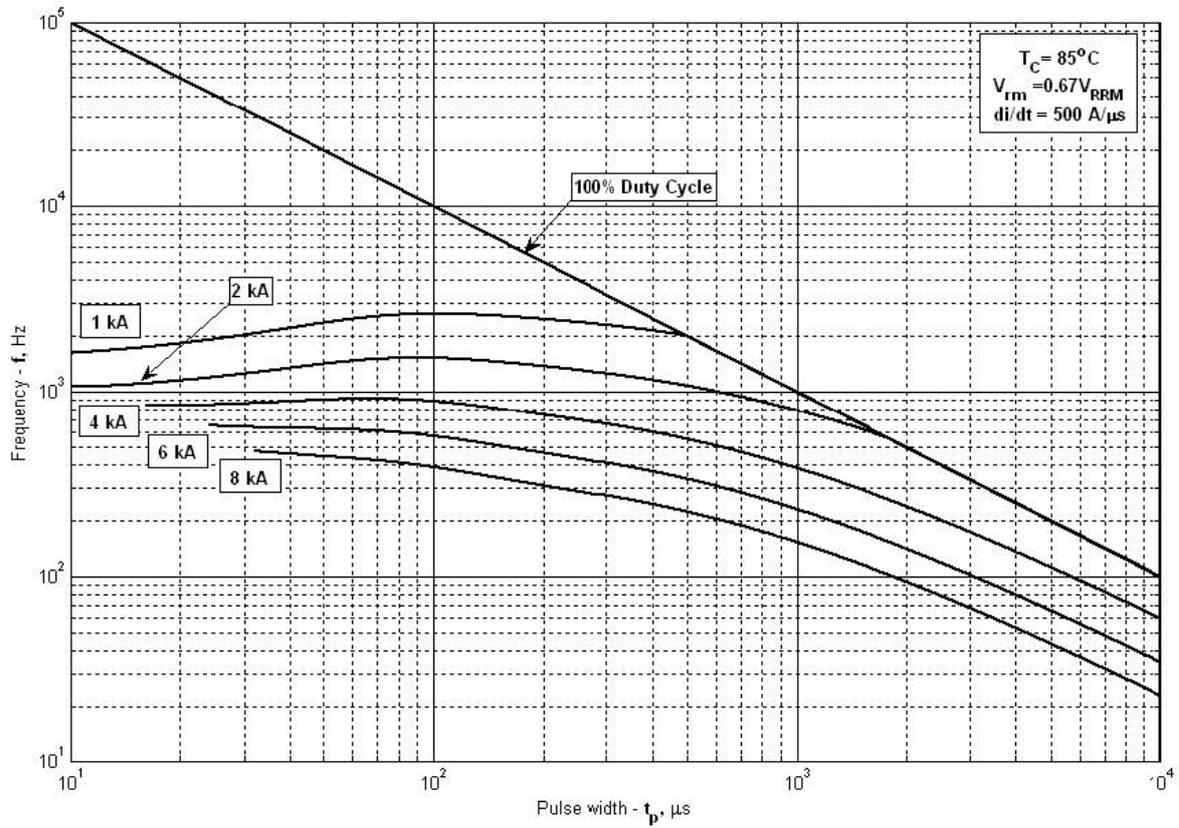


Рис. 25 – Зависимость частоты прямоугольных импульсов тока от длительности импульсов

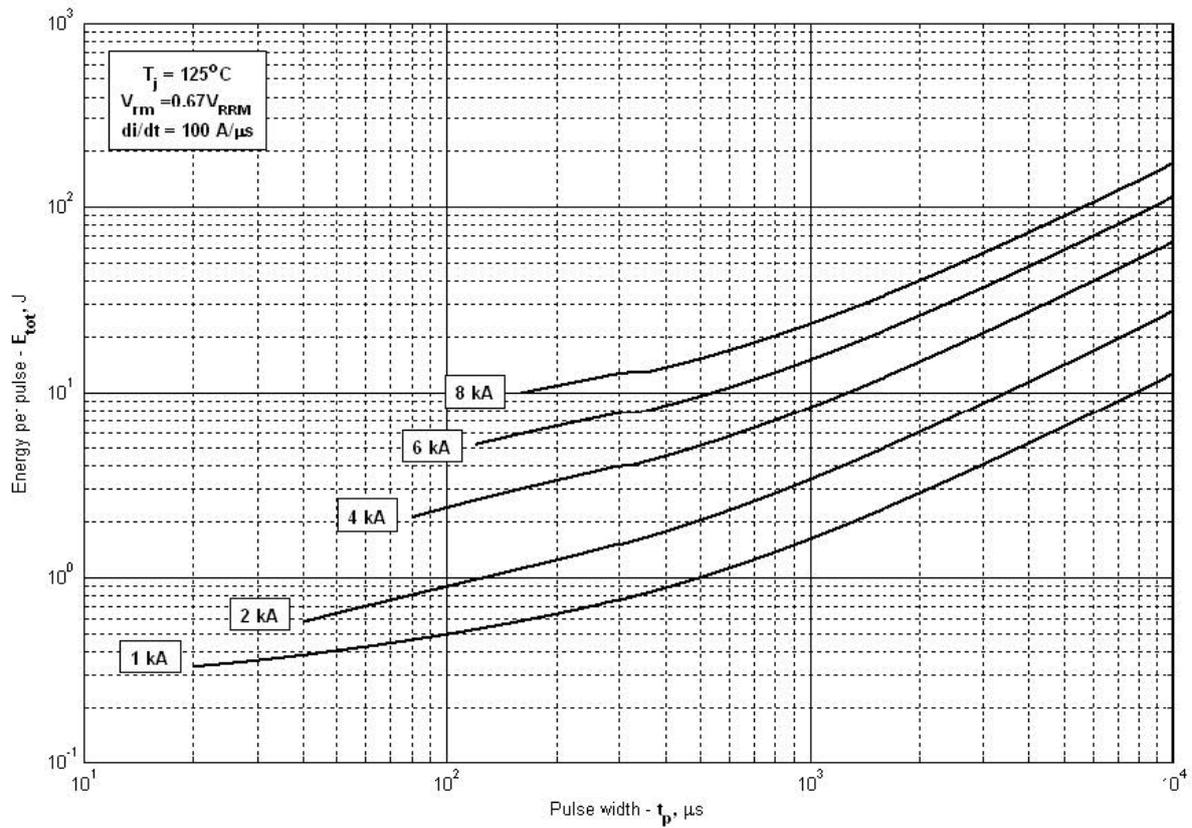


Рис. 26 – Суммарная энергия потерь одного прямоугольного импульса тока

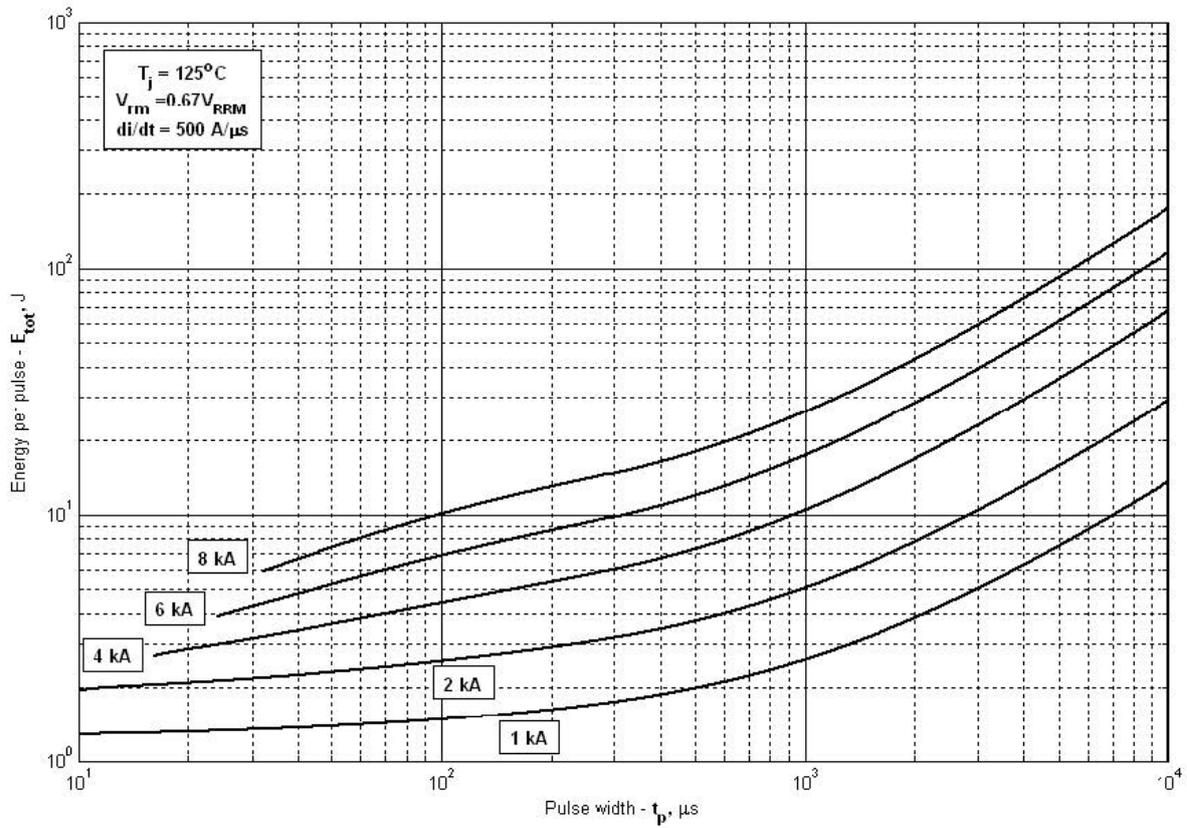


Рис. 27 – Суммарная энергия потерь одного прямоугольного импульса тока

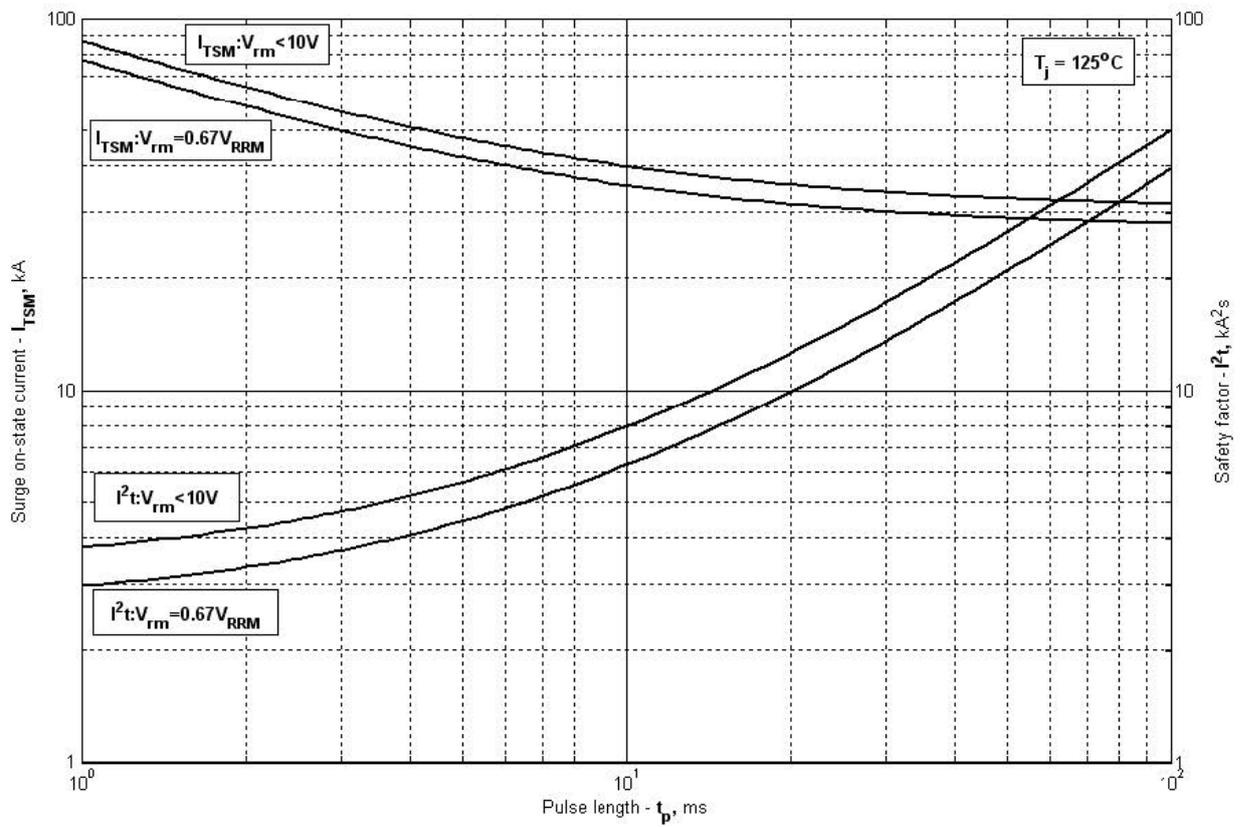


Рис. 28 – Максимальные ударные и I^2t характеристики

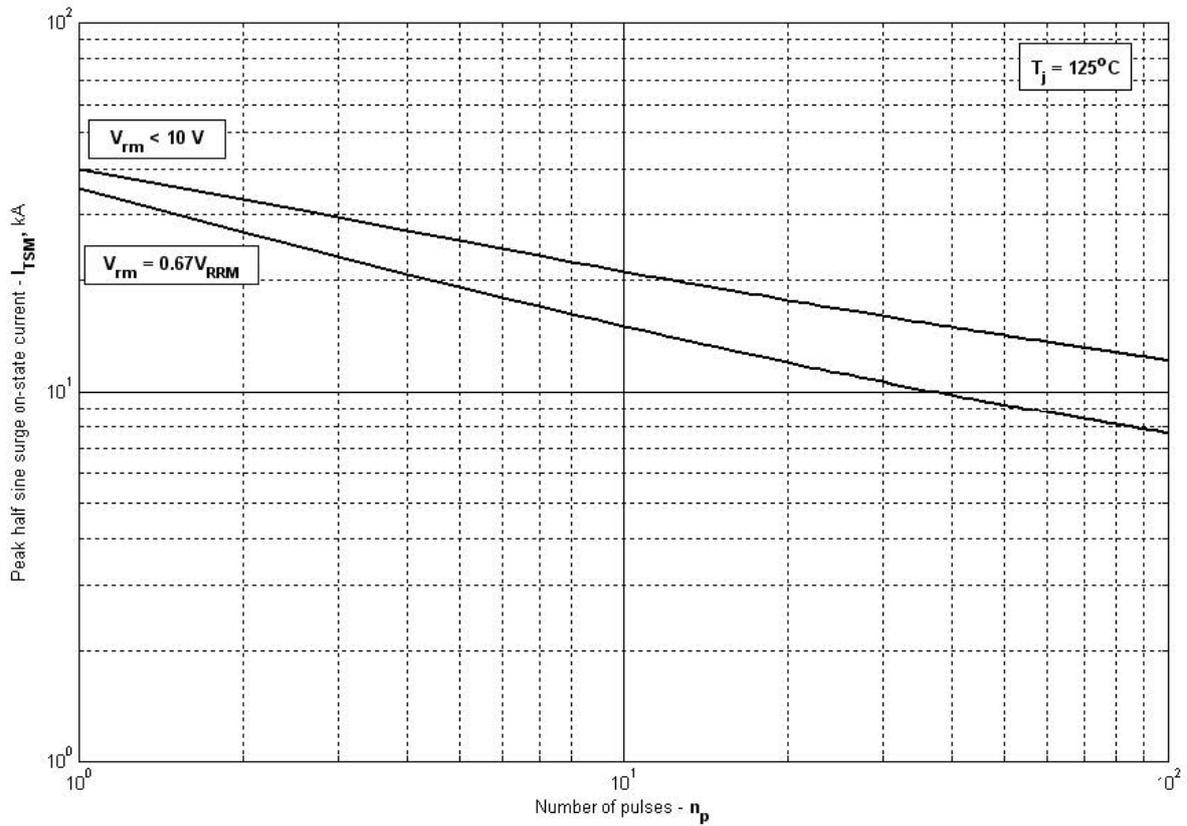


Рис. 29 – Зависимость допустимой амплитуды ударного тока от числа импульсов

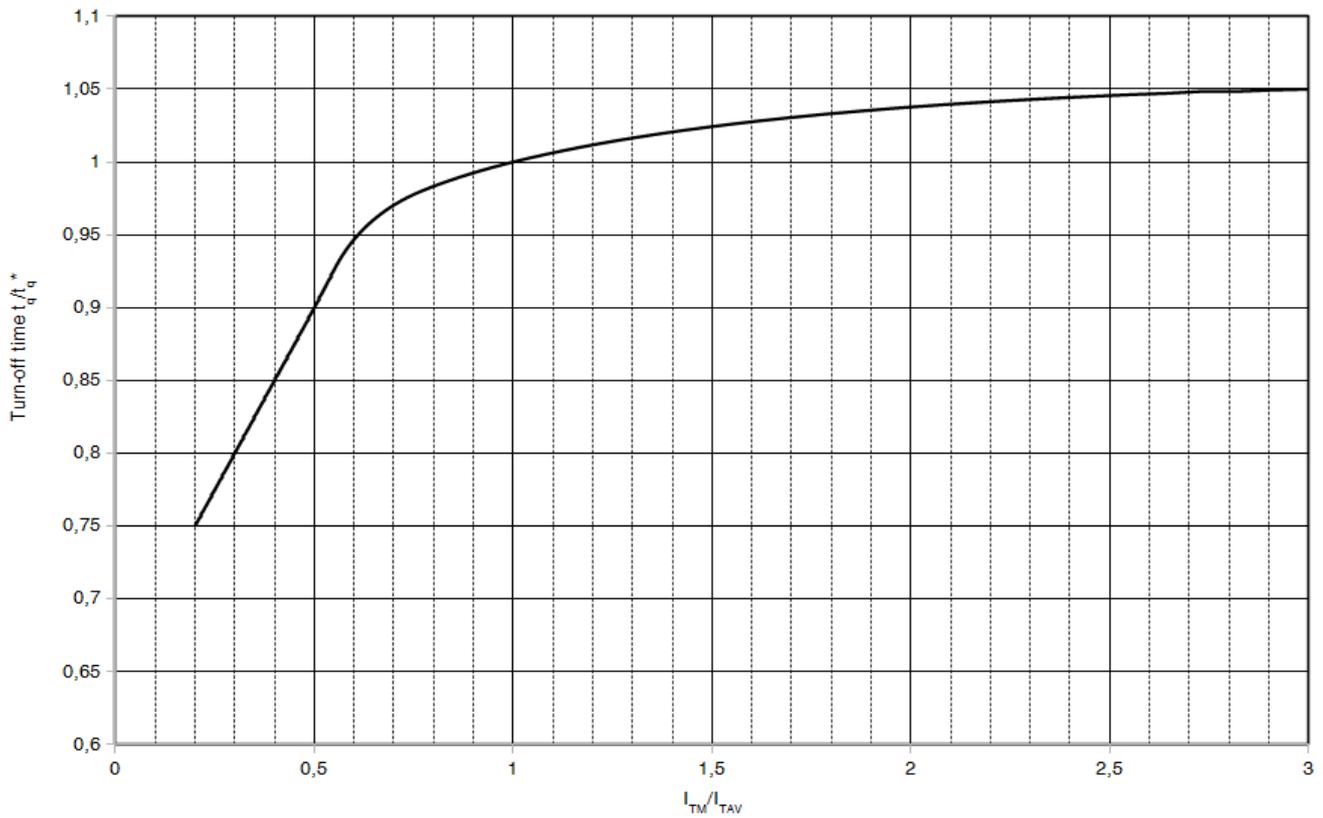


Рис. 30 – Зависимость времени выключения от амплитуды тока в открытом состоянии

Условия: $T_j = T_{j\text{ max}}$; $I_{TM} = I_{TAV}$; $U_R = 100\text{ В}$; $du_D/dt = 50\text{ В/мкс}$; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$

Типичные изменения t_q нормализуются t_q^* (t_q^* – см. информационные материалы, $du_D/dt = 50\text{ В/мкс}$)

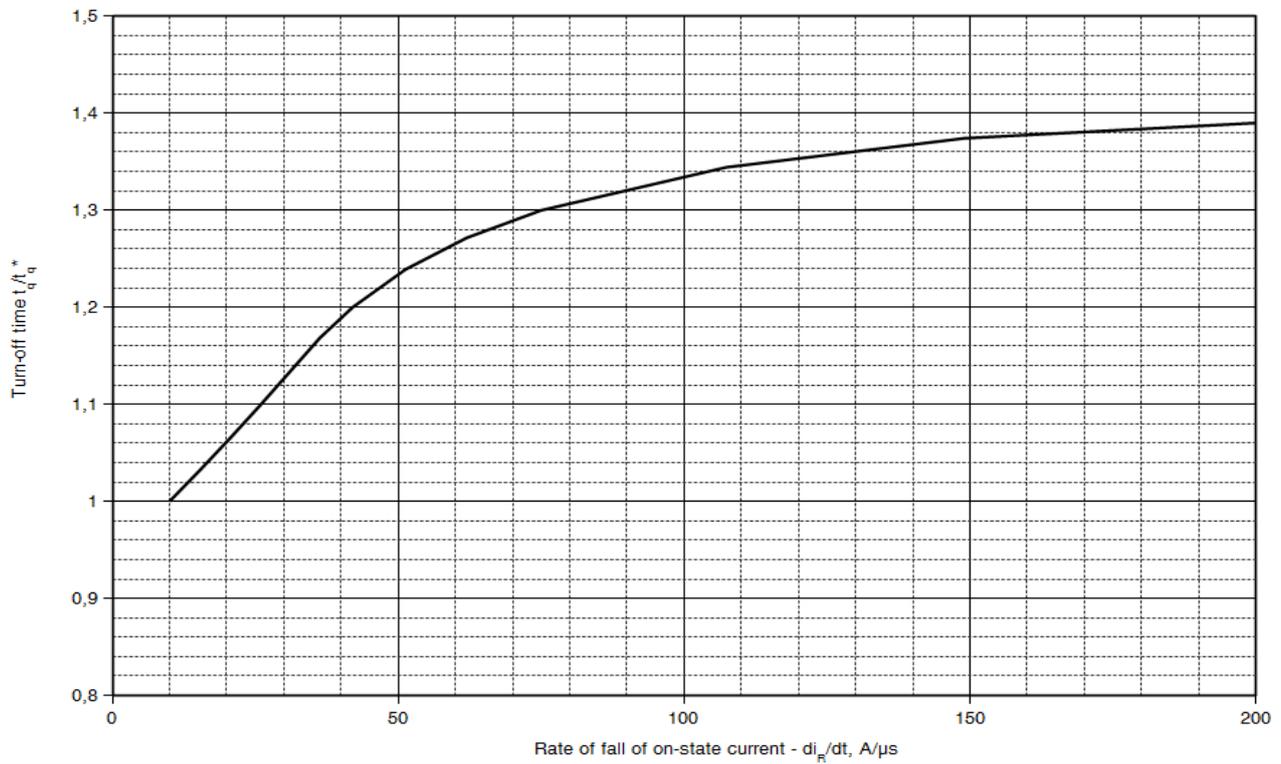


Рис. 31 – Зависимость времени выключения от скорости спада тока в открытом состоянии

Условия: $T_j=T_{j\max}$; $I_{TM}=I_{TAV}$; $U_R=100$ В; $du_D/dt=50$ В/мкс; $U_D=0.67 \cdot U_{DRM}$

Типичные изменения t_q нормализуются t_q^* (t_q^* – см. информационные материалы, $du_D/dt=50$ В/мкс)

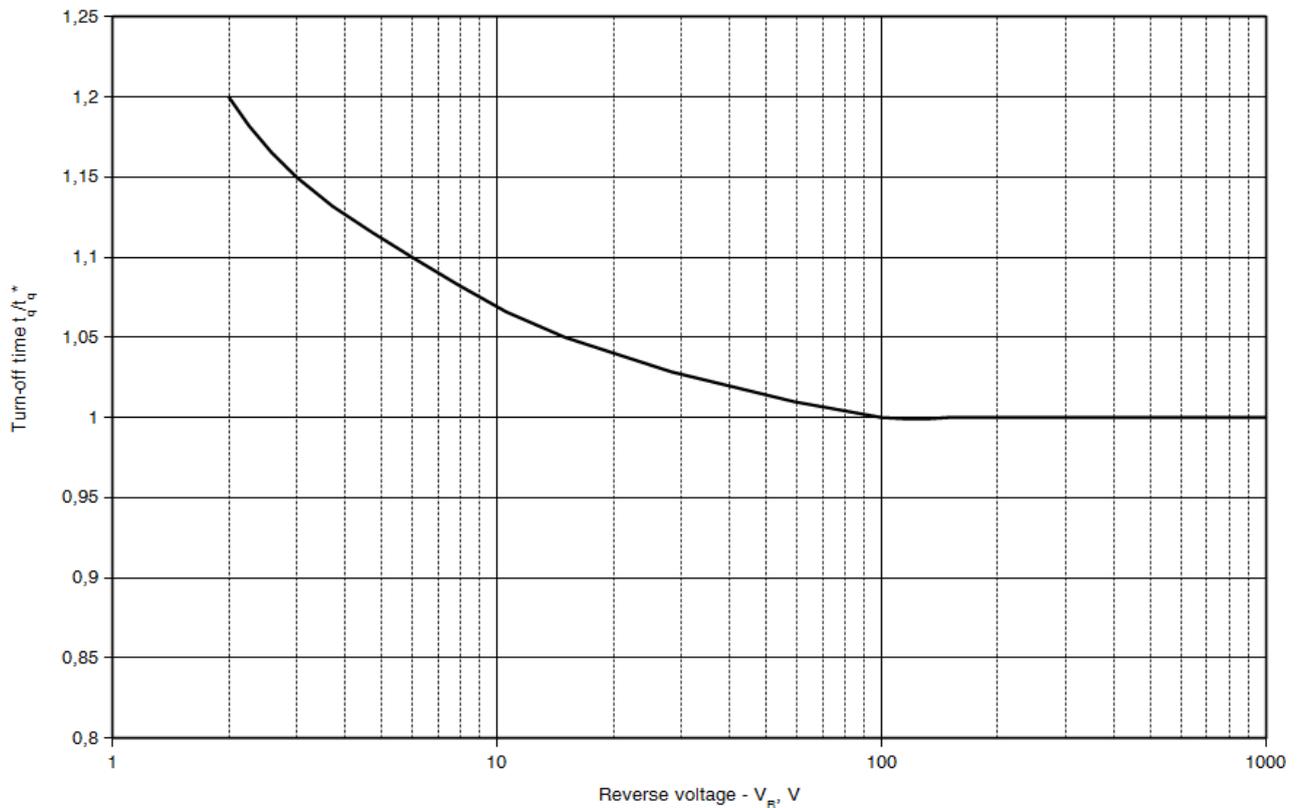


Рис. 32 – Зависимость времени выключения от обратного напряжения

Условия: $T_j=T_{j\max}$; $I_{TM}=I_{TAV}$; $U_R=100$ В; $du_D/dt=50$ В/мкс; $U_D=0.67 \cdot U_{DRM}$

Типичные изменения t_q нормализуются t_q^* (t_q^* – см. информационные материалы, $du_D/dt=50$ В/мкс)

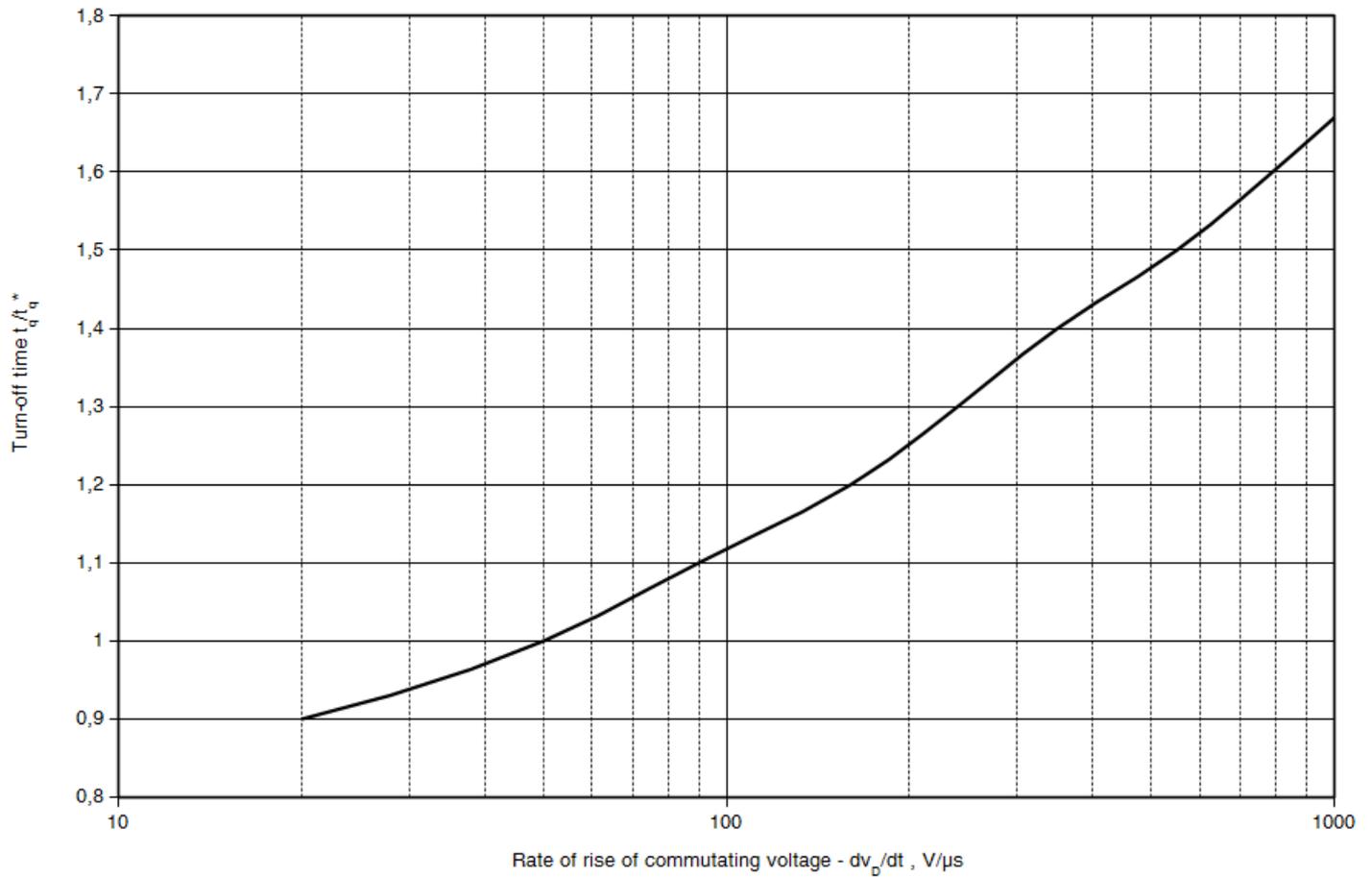


Рис. 33 – Зависимость времени выключения от скорости нарастания напряжения в закрытом состоянии

Условия: $T_j = T_{j \max}$; $I_{TM} = I_{TAV}$; $U_R = 100$ В; $du_D/dt = 50$ В/мкс; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$

Типичные изменения t_q нормализуются t_q^* (t_q^* – см. информационные материалы, $du_D/dt = 50$ В/мкс)