



Низкочастотный Тиристор Тип Т193-3600-36

Высокая стойкость к
электротермоциклированию
Низкие статические и динамические потери
Разработан для промышленного применения

Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии	I_{TAV}	3600 А			
Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	U_{DRM}	3000...3600 В			
Повторяющееся импульсное обратное напряжение	U_{RRM}				
Время выключения	t_q	630 мкс			
$U_{DRM}, U_{RRM}, В$	3000	3200	3400	3600	
Класс по напряжению	30	32	34	36	
$T_j, °C$	-60...+125				

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Обозначение и наименование параметра		Ед. изм.	Значение	Условия измерения	
Параметры в проводящем состоянии					
I_{TAV}	Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии	А	3600 4930	$T_c=91 °C$; двухстороннее охлаждение; $T_c=70 °C$; двухстороннее охлаждение; 180 эл. град. синус; 50 Гц	
I_{TRMS}	Действующий ток в открытом состоянии	А	5652	$T_c=91 °C$; двухстороннее охлаждение; 180 эл. град. синус; 50 Гц	
I_{TSM}	Ударный ток в открытом состоянии	кА	72.0 83.0	$T_j=T_{jmax}$ $T_j=25 °C$	180 эл. град. синус; $t_p=10$ мс; единичный импульс; $U_D=U_R=0$ В; Импульс управления: $I_G=2$ А; $t_{GP}=50$ мкс; $di_G/dt \geq 1$ А/мкс
			76.0 87.0	$T_j=T_{jmax}$ $T_j=25 °C$	180 эл. град. синус; $t_p=8.3$ мс; единичный импульс; $U_D=U_R=0$ В; Импульс управления: $I_G=2$ А; $t_{GP}=50$ мкс; $di_G/dt \geq 1$ А/мкс
I^2t	Защитный показатель	A^2c10^3	25900 34400	$T_j=T_{jmax}$ $T_j=25 °C$	180 эл. град. синус; $t_p=10$ мс; единичный импульс; $U_D=U_R=0$ В; Импульс управления: $I_G=2$ А; $t_{GP}=50$ мкс; $di_G/dt \geq 1$ А/мкс
			23900 31400	$T_j=T_{jmax}$ $T_j=25 °C$	180 эл. град. синус; $t_p=8.3$ мс; единичный импульс; $U_D=U_R=0$ В; Импульс управления: $I_G=2$ А; $t_{GP}=50$ мкс; $di_G/dt \geq 1$ А/мкс

Блокирующие параметры				
U_{DRM}, U_{RRM}	Повторяющееся импульсное обратное напряжение и повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	В	3000...3600	$T_{j\ min} < T_j < T_{j\ max}$; 180 эл. град. синус; 50 Гц; управление разомкнуто
U_{DSM}, U_{RSM}	Неповторяющееся импульсное обратное напряжение и неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	В	3100...3700	$T_{j\ min} < T_j < T_{j\ max}$; 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
Параметры управления				
I_{FGM}	Максимальный прямой ток управления	А	12	$T_j = T_{j\ max}$
U_{RGM}	Максимальное обратное напряжение управления	В	5	
P_G	Максимальная рассеиваемая мощность по управлению	Вт	5	$T_j = T_{j\ max}$ для постоянного тока управления
Параметры переключения				
$(di_T/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии ($f=1$ Hz)	А/мкс	1000	$T_j = T_{j\ max}$; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$; $I_{TM} = 7200$ А; Импульс управления: $I_G = 2$ А; $t_{GP} = 50$ мкс; $di_G/dt \geq 2$ 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	70.0...90.0	
a	Ускорение	м/с ²	50	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	1.70	$T_j = 25$ °С; $I_{TM} = 6300$ А
$U_{T(TO)}$	Пороговое напряжение, макс	В	0.90	$T_j = T_{j\ max}$; $0.5 \pi I_{TAV} < I_T < 1.5 \pi I_{TAV}$
r_T	Динамическое сопротивление в открытом состоянии, макс	МОм	0.110	
I_L	Ток включения, макс	мА	1500	$T_j = 25$ °С; $U_D = 12$ В; Импульс управления: $I_G = 2$ А; $t_{GP} = 50$ мкс; $di_G/dt \geq 1$ А/мкс
I_H	Ток удержания, макс	мА	300	$T_j = 25$ °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	500, 1000, 1600	$T_j = T_{j\ max}$; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$; 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	15.0		

Динамические характеристики

t_{gd}	Время задержки, макс	мкс	3.00	$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}; U_D = 1500 \text{ В}; I_{TM} = I_{TAV};$ Импульс управления: $I_G = 2 \text{ А};$ $t_{GP} = 50 \text{ мкс}; di_G/dt \geq 2 \text{ А/мкс}$
t_q	Время выключения ²⁾ , макс	мкс	630	$du_D/dt = 50 \text{ В/мкс}; T_j = T_{j \max}; I_{TM} = 1000 \text{ А};$ $di_R/dt = -10 \text{ А/мкс}; U_R = 100 \text{ В};$ $U_D = 0.67 U_{DRM}$
Q_{rr}	Заряд обратного восстановления, макс	мкКл	7000	$T_j = T_{j \max}; I_{TM} = 1000 \text{ А};$ $di_R/dt = -5 \text{ А/мкс};$ $U_R = 100 \text{ В}$
t_{rr}	Время обратного восстановления, макс	мкс	68	
I_{rr}	Обратный ток восстановления, макс	А	205	

Тепловые характеристики

R_{thjc}	Тепловое сопротивление р-п переход-корпус, макс	$^\circ\text{C/Вт}$	0.0050	Постоянный ток	Двухстороннее охлаждение
R_{thjc-A}			0.0110		Охлаждение со стороны анода
R_{thjc-K}			0.0090		Охлаждение со стороны катода
R_{thck}	Тепловое сопротивление корпус-охладитель, макс	$^\circ\text{C/Вт}$	0.0010	Постоянный ток	

Механические характеристики

m	Масса, макс	г	2020
D_s	Длина пути тока утечки по поверхности	мм (дюйм)	44.60 (1.756)
D_a	Длина пути тока утечки по воздуху	мм (дюйм)	15.70 (0.618)

МАРКИРОВКА

T	193	3600	36	A2	C2	УХЛ2
1	2	3	4	5	6	7

1. Низкочастотный тиристор
2. Конструктивное исполнение
3. Средний ток в открытом состоянии, А
4. Класс по напряжению
5. Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии, В/мкс
6. Группа по времени выключения ($du_D/dt = 50 \text{ В/мкс}$)
7. Климатическое исполнение по ГОСТ 15150: УХЛ2, Т2

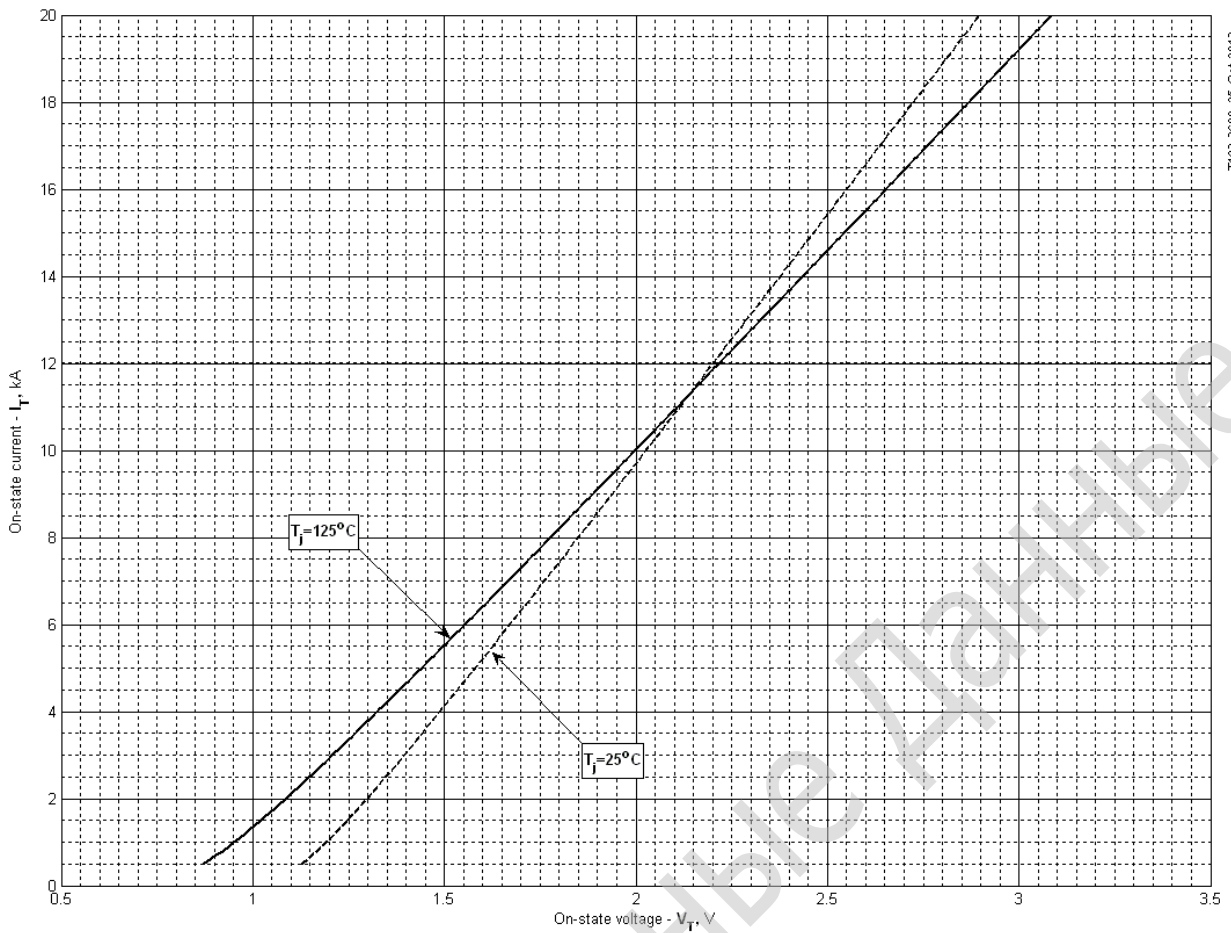
ПРИМЕЧАНИЕ

¹⁾ Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии

Обозначение группы	E2	A2	T1
$(du_D/dt)_{crit}, \text{ В/мкс}$	500	1000	1600

²⁾ Время выключения ($du_D/dt = 50 \text{ В/мкс}$)

Обозначение группы	C2
$t_q, \text{ мкс}$	630



T193-3600, 25-Oct-2013

Рис. 1 – Предельная вольт – амперная характеристика

Analytical function for On-state characteristic:

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

	Коэффициенты для графика	
	$T_J = 25^\circ\text{C}$	$T_J = T_{J\text{max}}$
A	0.852713	1.112428
B	0.116208	0.092643
C	0.193655	0.144998
D	-0.152139	-0.113913

Модель предельной вольт – амперной характеристики (см. Рис. 1)

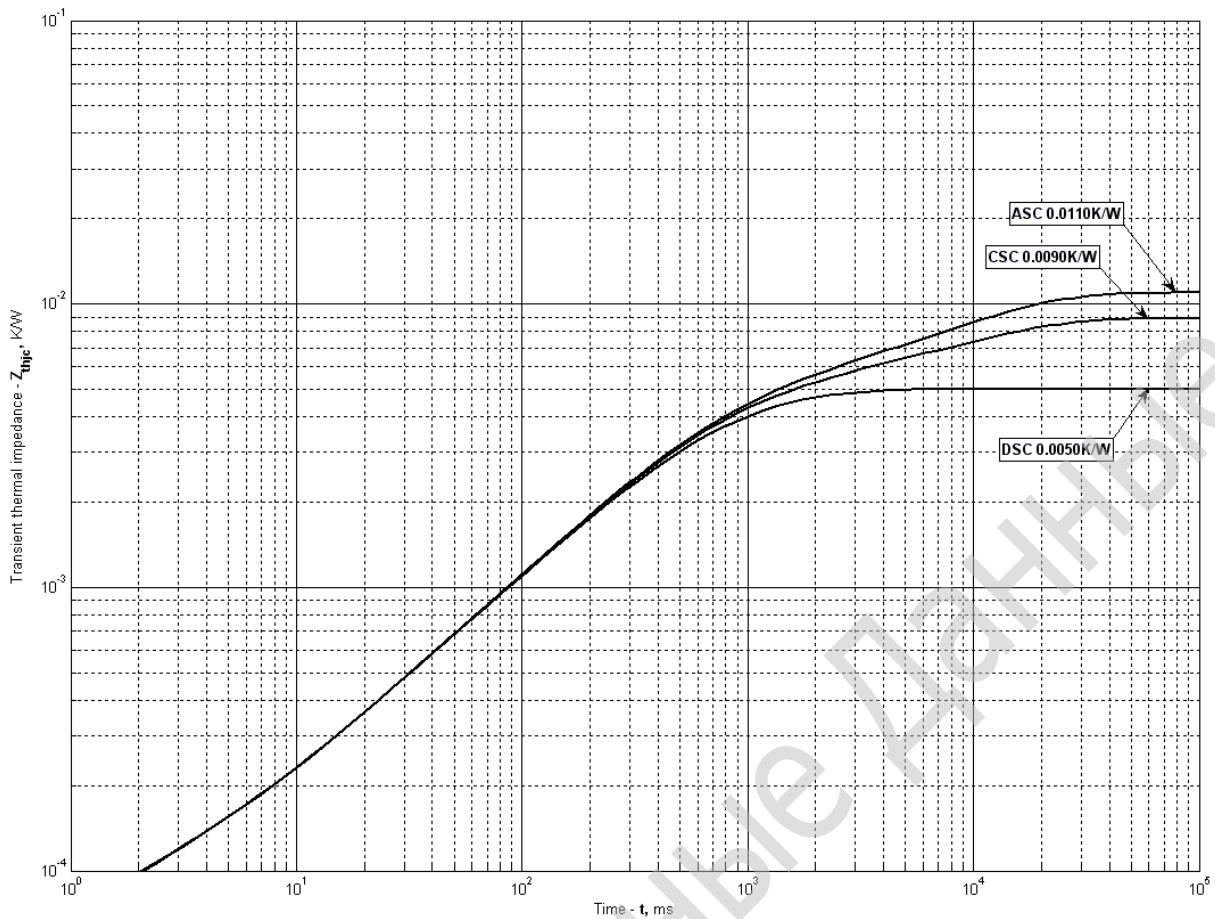


Рис. 2 – Зависимость переходного теплового сопротивления Z_{thjc} от времени t

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
$R_i, K/W$	0.002027	0.0001166	0.002627	0.0001539	3.237e-005	4.335e-005
τ_i, s	1.059	0.080	0.3836	0.02289	0.0003559	0.001397

Постоянный ток, охлаждение со стороны катода

i	1	2	3	4	5	6
$R_i, K/W$	0.003885	0.002188	0.002508	0.0002154	3.854e-005	4.646e-005
τ_i, s	10.6	1.090	0.3745	0.03207	0.002565	0.0004383

Постоянный ток, охлаждение со стороны анода

i	1	2	3	4	5	6
$R_i, K/W$	0.005945	0.002218	0.00248	0.0002153	3.862e-005	4.604e-005
τ_i, s	10.6	1.120	0.3786	0.03196	0.002513	0.0004352

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

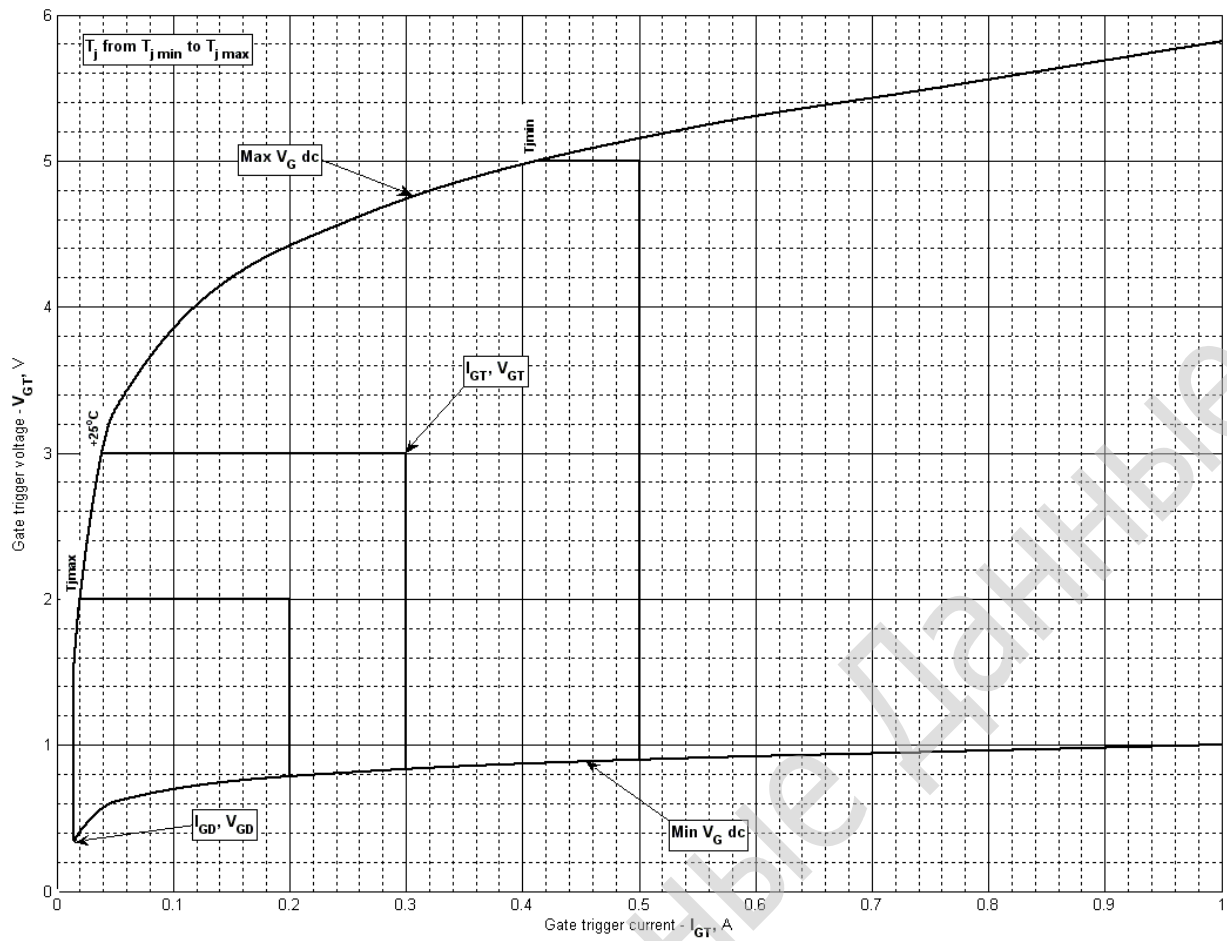


Рис. 3 – Вольт – амперная характеристика цепи управления

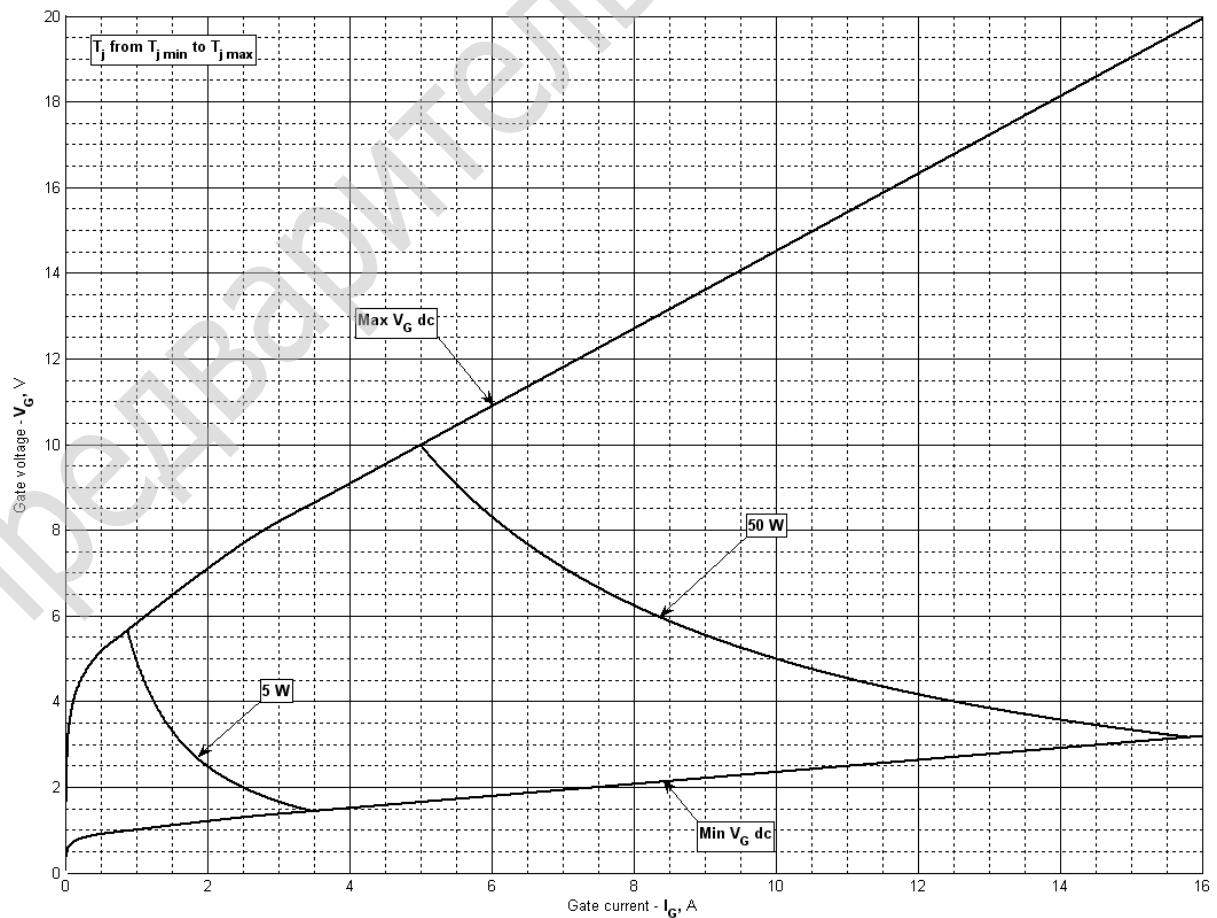


Рис. 4 – Вольт – амперная характеристика цепи управления – Кривые мощности

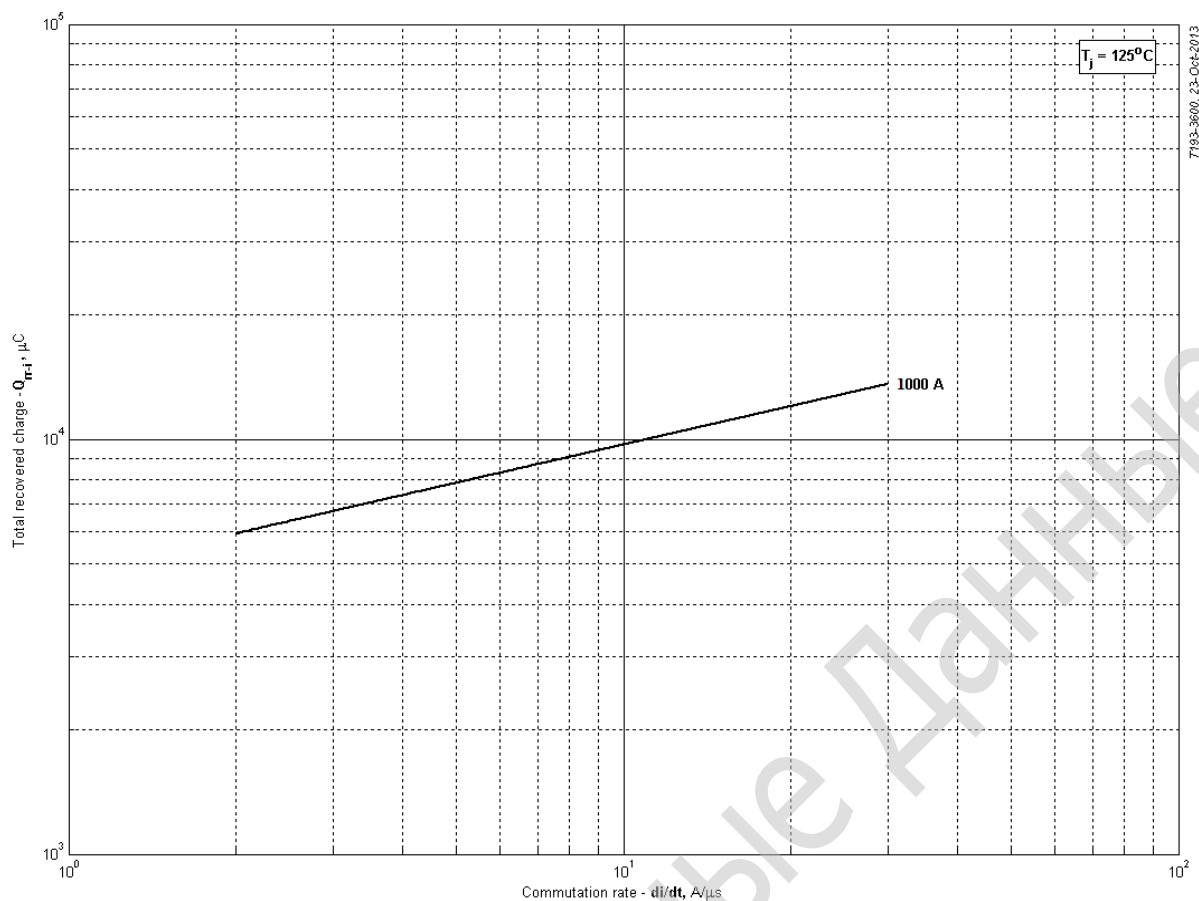


Рис. 5 – Зависимость максимального интегрального заряда обратного восстановления Q_{rr-i} от скорости спада тока di_R/dt в открытом состоянии

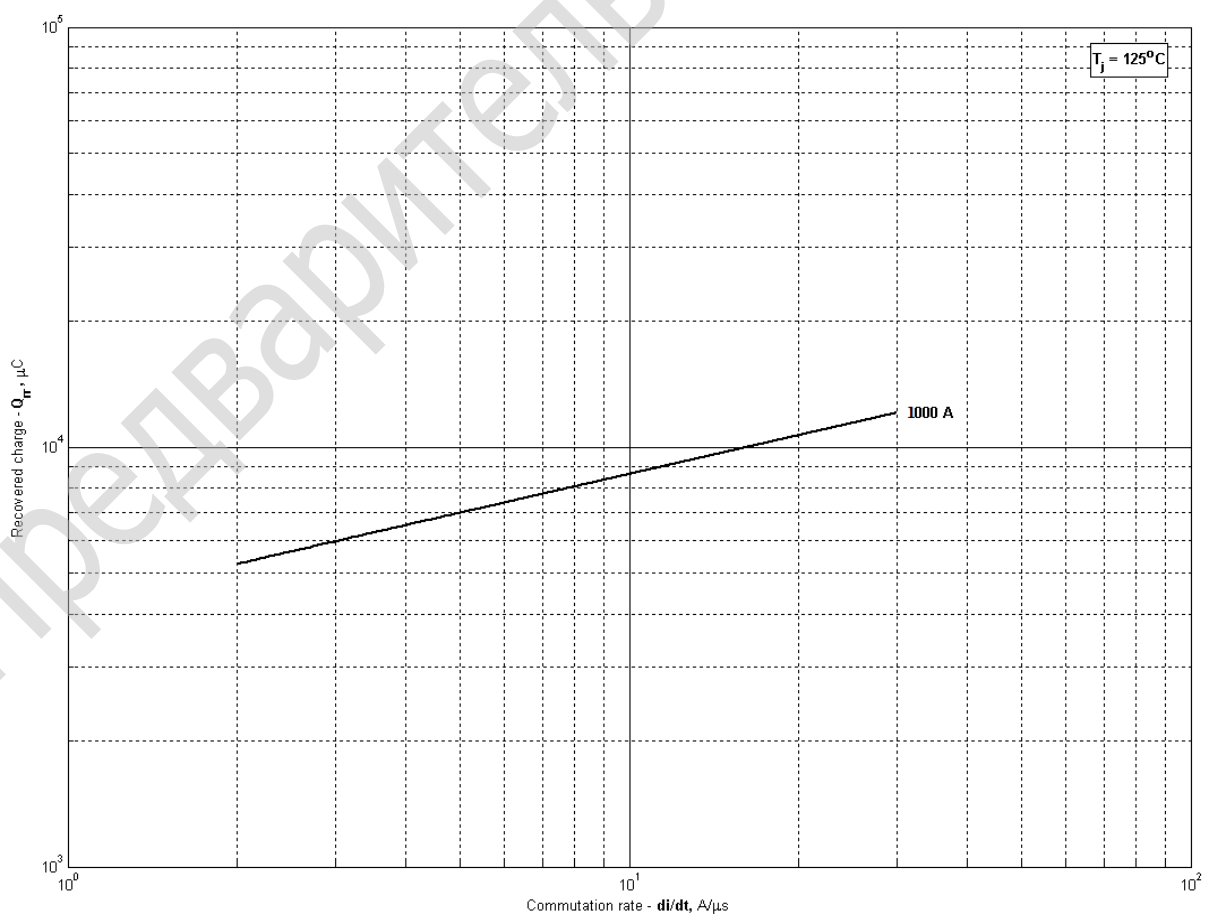


Рис. 6 – Зависимость максимального заряда обратного восстановления Q_{rr} от скорости спада тока di_R/dt (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии



Рис. 7 – Зависимость максимального обратного тока восстановления I_{rr} от скорости спада тока di_R/dt в открытом состоянии

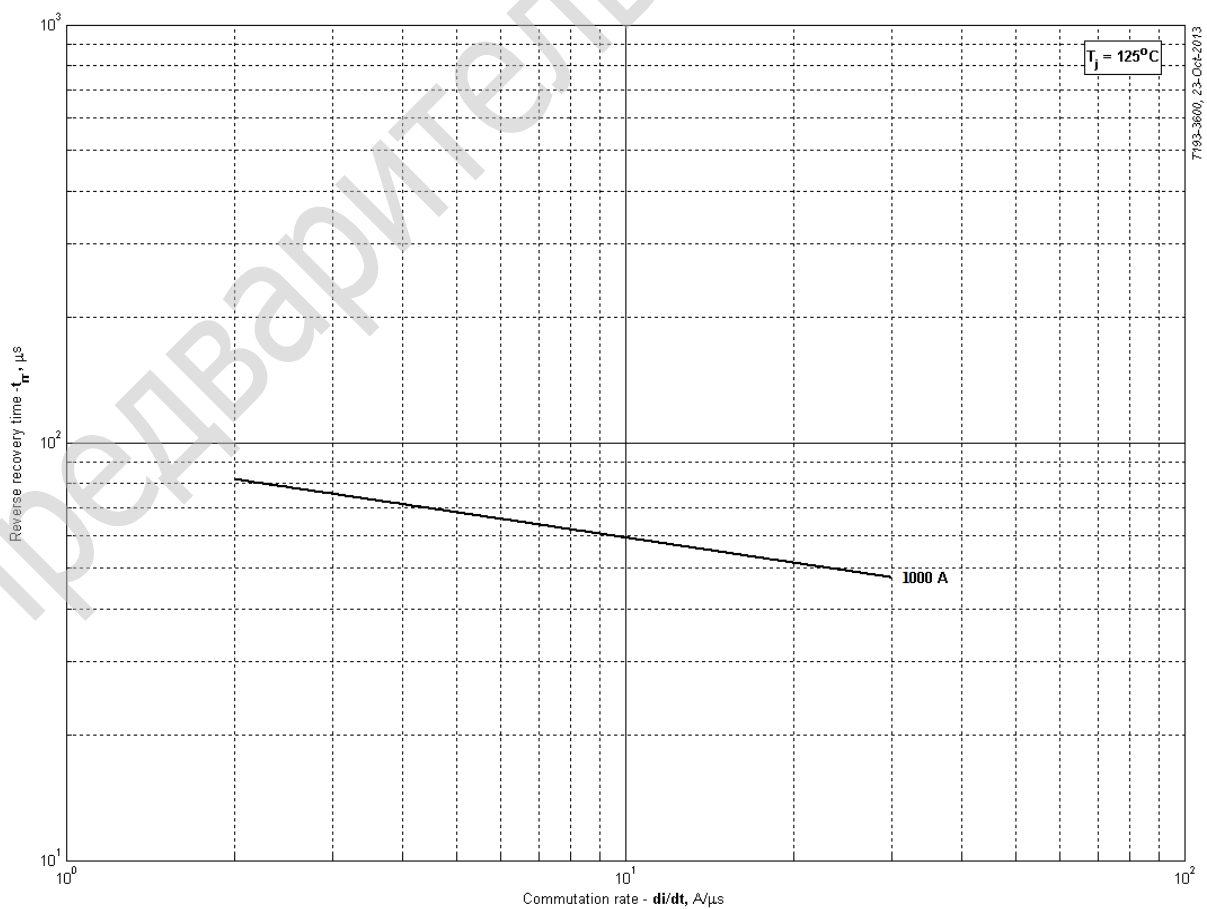


Рис. 8 - Зависимость максимального времени обратного восстановления t_{rr} от скорости спада тока di_R/dt (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии

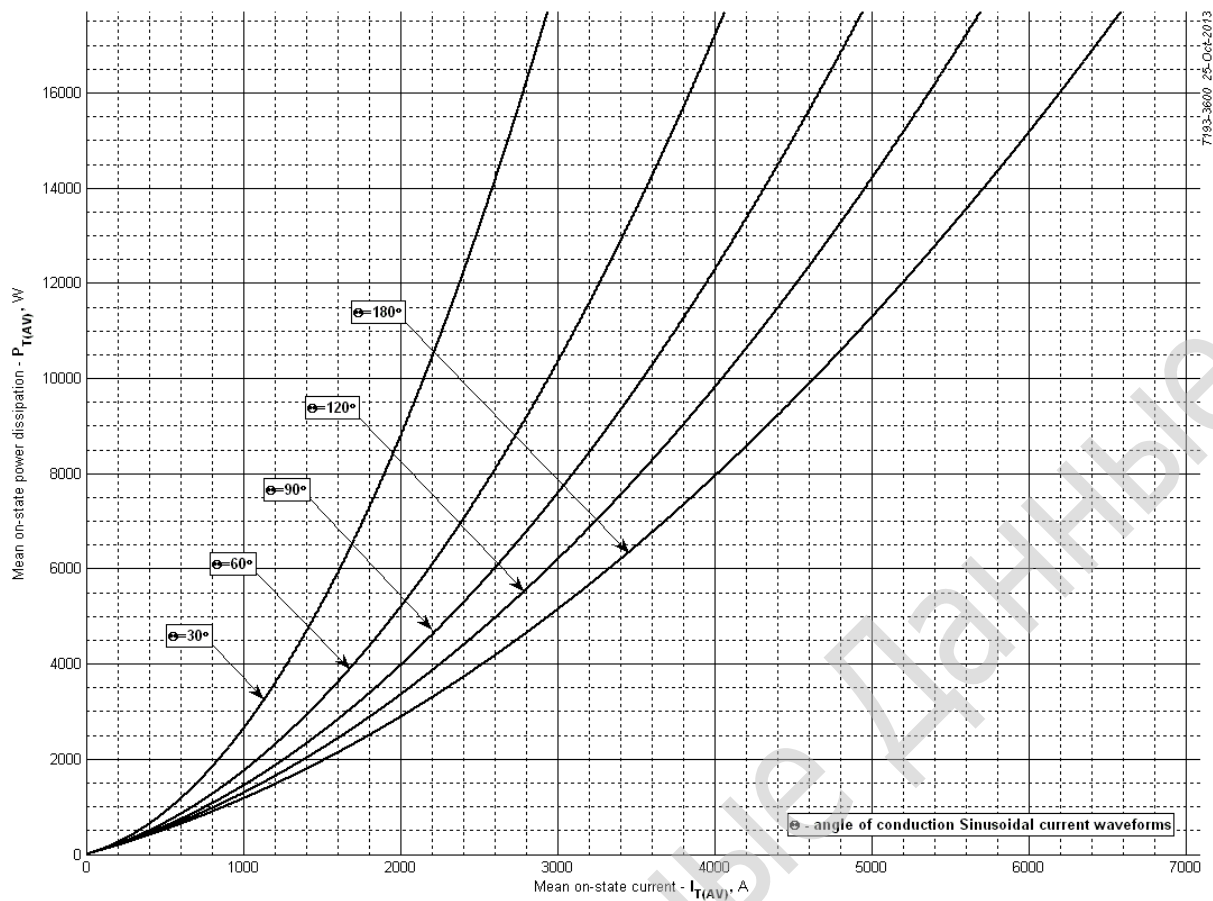


Рис. 9 - Зависимость потерь мощности P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} синусоидальной формы при различных углах проводимости ($f=50$ Гц, двухстороннее охлаждение)

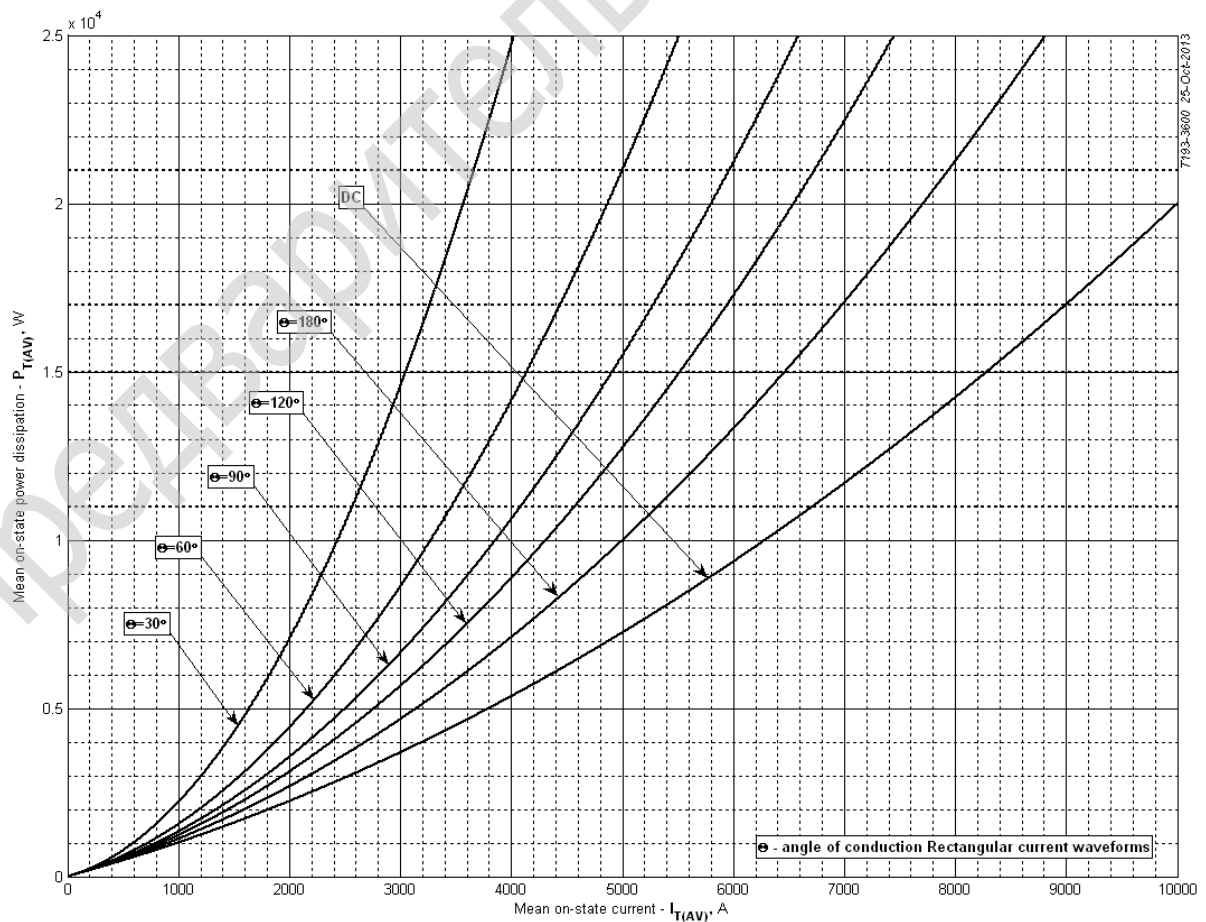
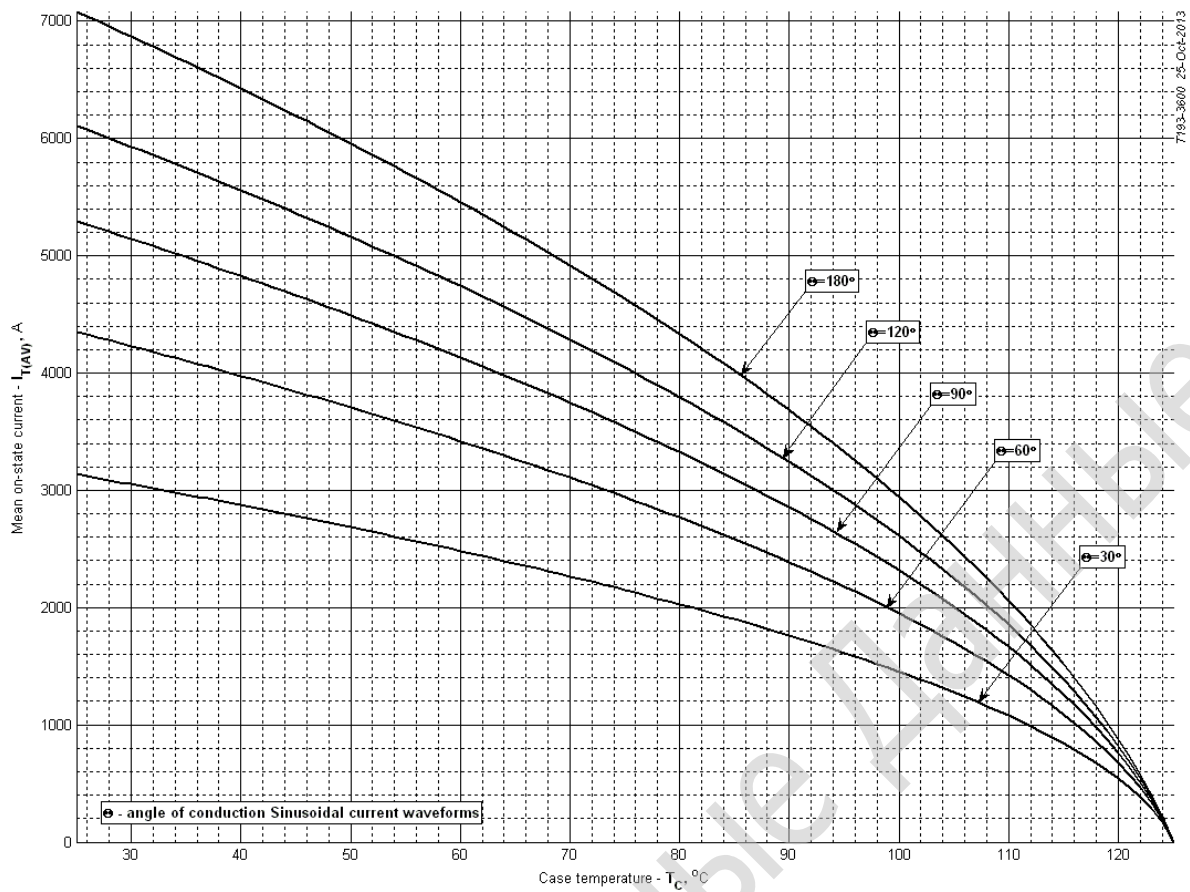
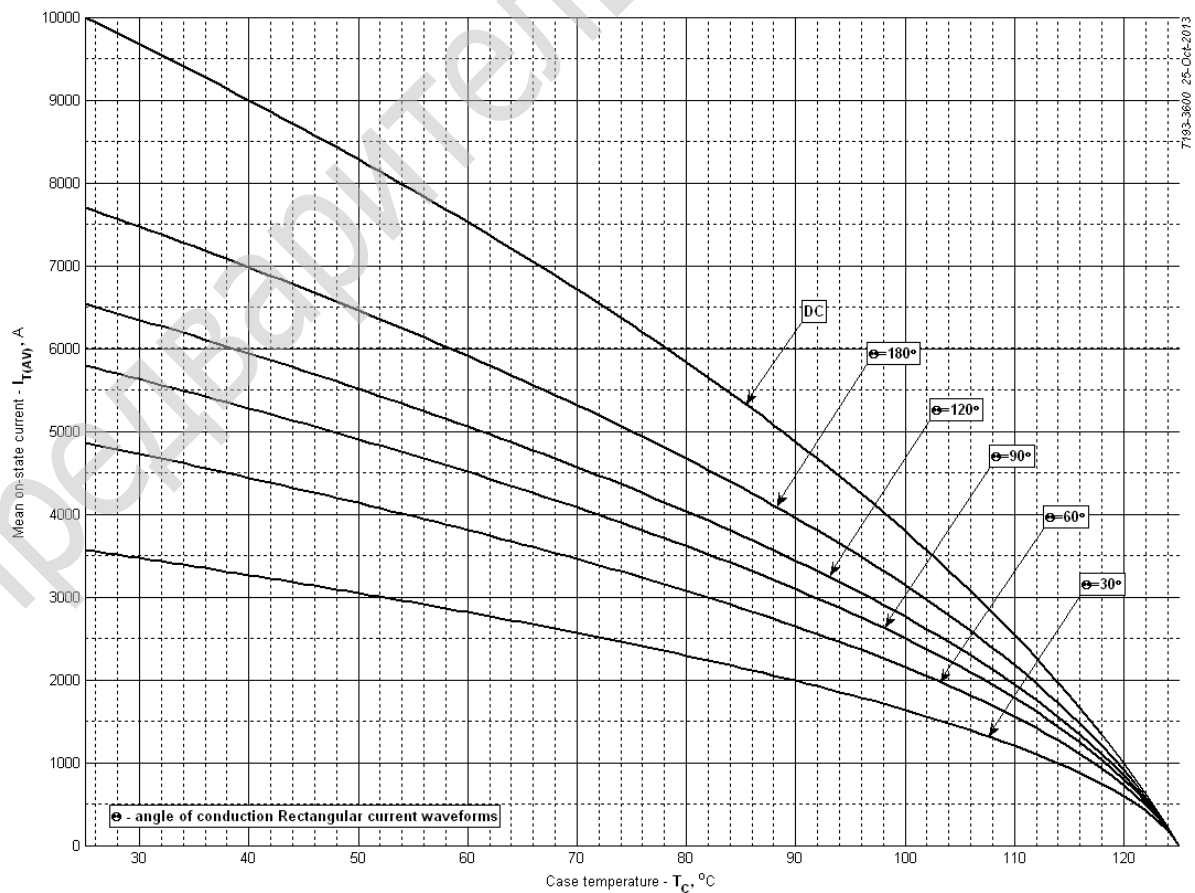


Рис. 10 – Зависимость потерь мощности P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} прямоугольной формы при различных углах проводимости ($f=50$ Гц, двухстороннее охлаждение)



T193-3600 25-Oct-2013

Рис. 11 – Зависимость среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры корпуса T_C для синусоидальной формы тока при различных углах проводимости ($f=50$ Гц, двухстороннее охлаждение)



T193-3600 25-Oct-2013

Рис. 12 - Зависимость среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры корпуса T_C для прямоугольной формы тока при различных углах проводимости ($f=50$ Гц, двухстороннее охлаждение)

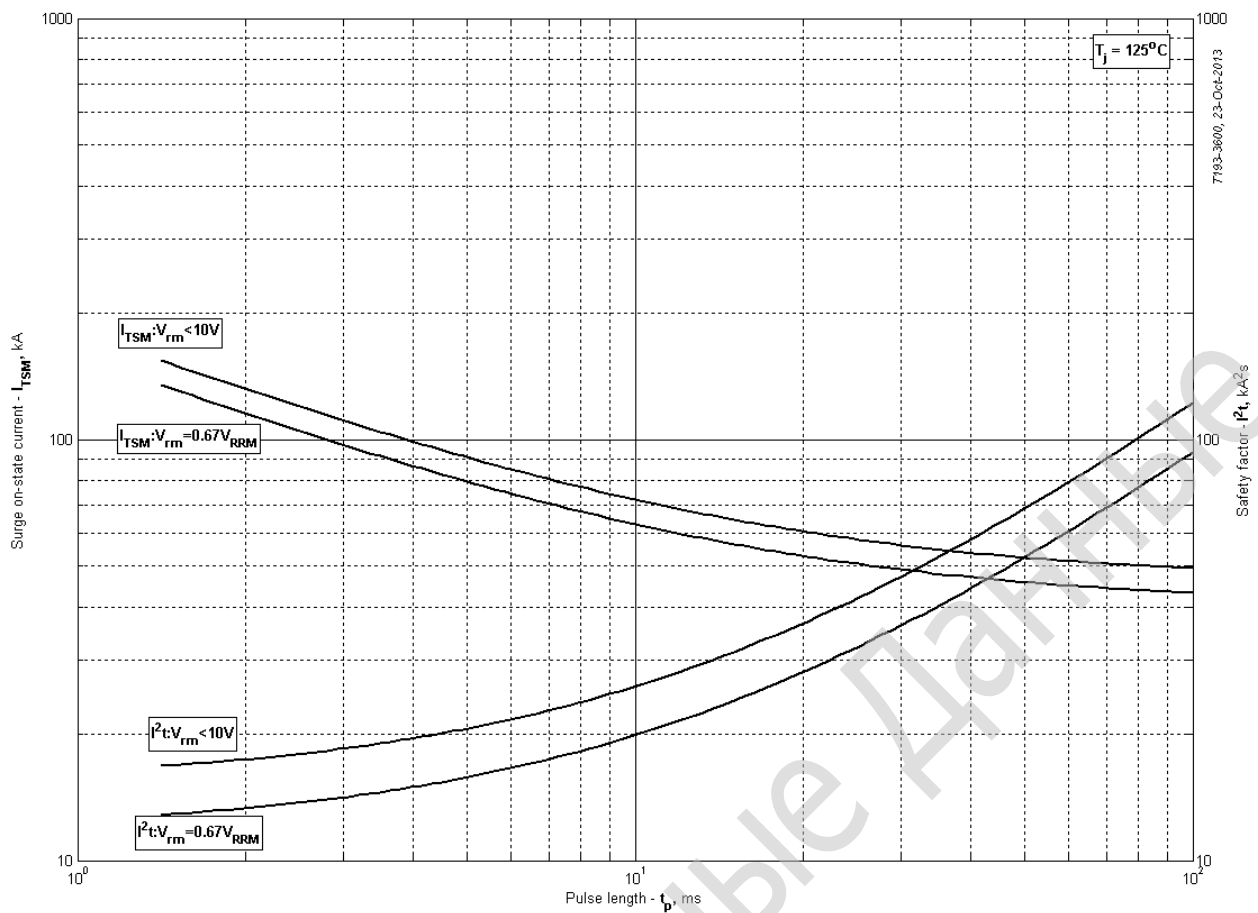


Рис. 13 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии I_{TSM} и защитного фактора I^2t от длительности импульса t_p

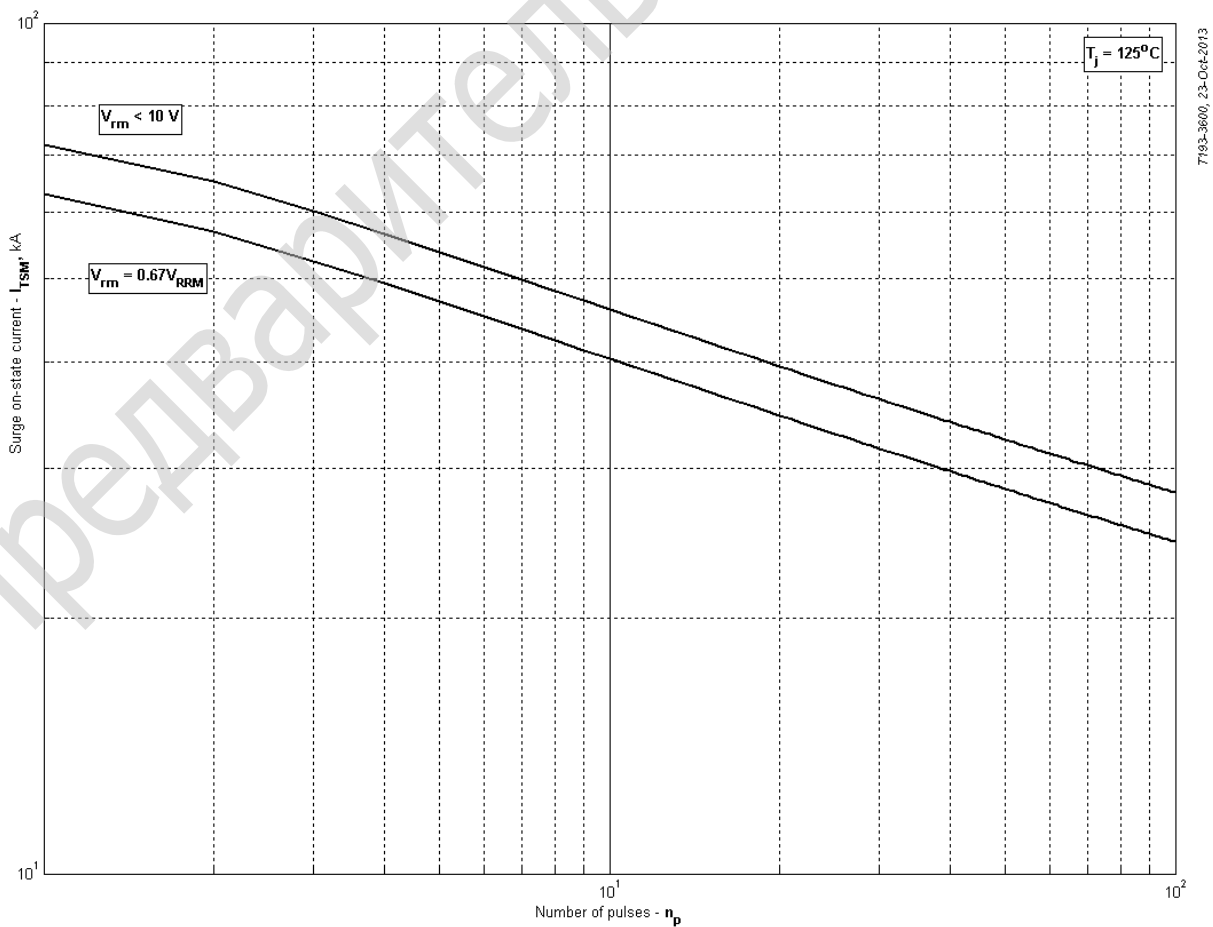


Рис. 14 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии I_{TSM} от количества импульсов n_p