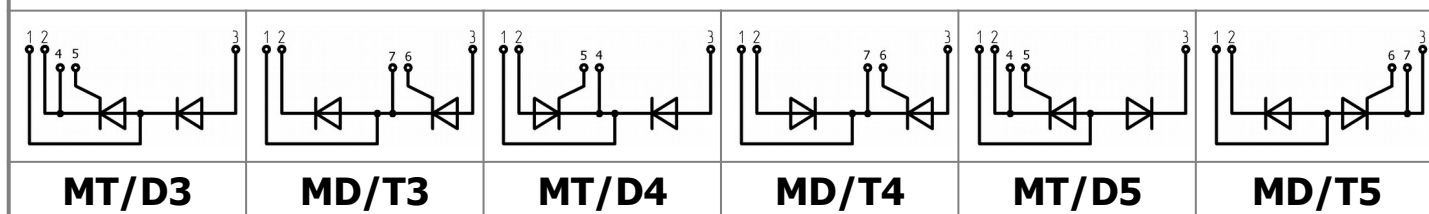
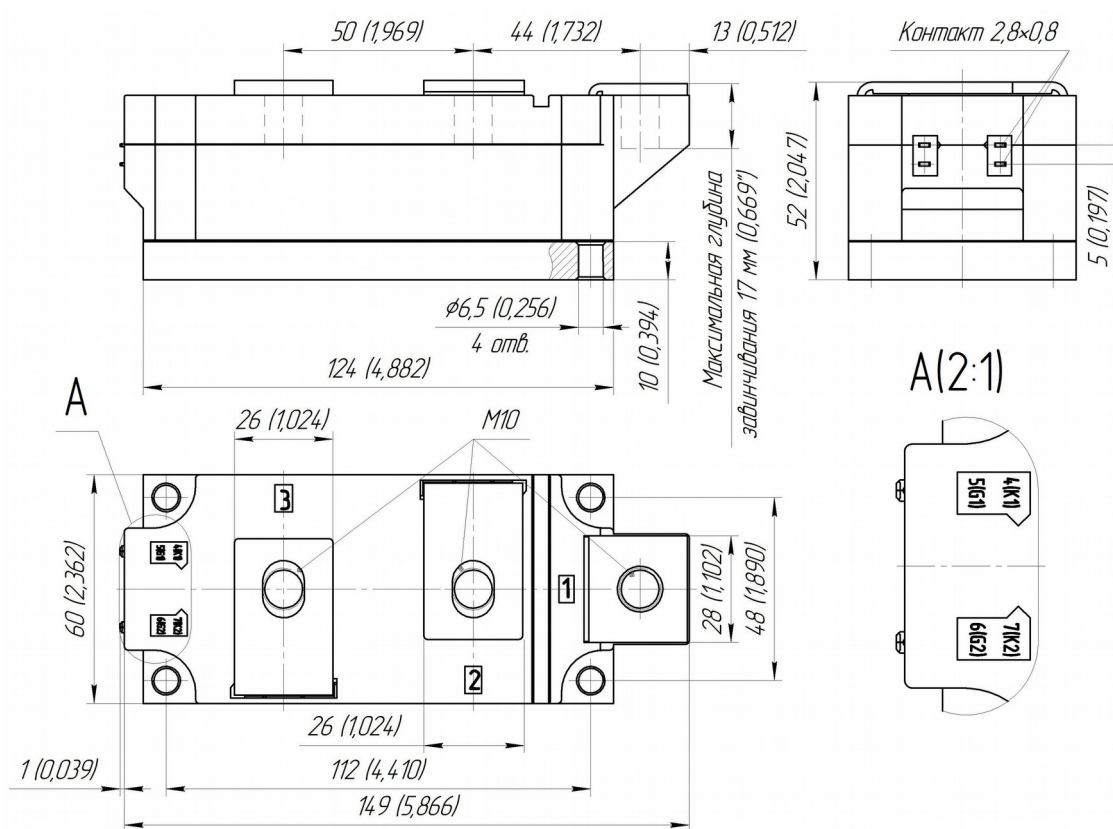
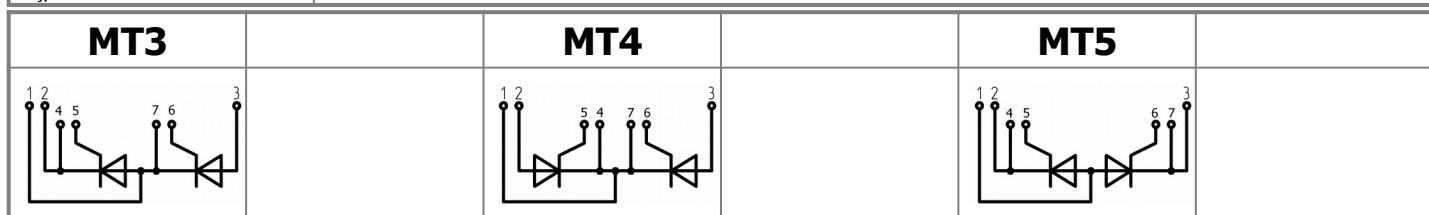




Изолированное основание  
 Корпус промышленного стандарта  
 Упрощенная механическая конструкция,  
 быстрая сборка  
 Прижимная конструкция

## Двухпозиционный Тиристорный Модуль МТх-400-28-А2

Средний прямой ток			$I_{TAV}$	400 А	
Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии			$U_{DRM}$	2000 ÷ 2800 В	
Повторяющееся импульсное обратное напряжение			$U_{RRM}$		
Время выключения			$t_q$	250 мкс	
$U_{DRM}, U_{RRM}, В$	2000	2200	2400	2600	2800
Класс по напряжению	20	22	24	26	28
$T_j, °C$	- 40 ÷ 125				




## ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Обозначение и наименование параметра		Ед. изм.	Значение	Условия измерения	
<b>Параметры в проводящем состоянии</b>					
$I_{TAV}$	Средний ток в открытом состоянии	А	400	$T_c = 82\text{ °C}$ ; 180 эл. град. синус; 50 Гц	
$I_{TRMS}$	Действующий ток в открытом состоянии	А	628		
$I_{TSM}$	Ударный ток в открытом состоянии	кА	9.0 10.5	$T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ °C}$	180 эл. град. синус; $t_p = 10\text{ мс}$ ; единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В}$ ; Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}$ ; $t_{GP} = 50\text{ мкс}$ ; $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$
			9.5 11.0	$T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ °C}$	180 эл. град. синус; $t_p = 8.3\text{ мс}$ ; единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В}$ ; Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}$ ; $t_{GP} = 50\text{ мкс}$ ; $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$
$I^2t$	Защитный фактор	$A^2c \cdot 10^3$	400 550	$T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ °C}$	180 эл. град. синус; $t_p = 10\text{ мс}$ ; единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В}$ ; Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}$ ; $t_{GP} = 50\text{ мкс}$ ; $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$
			370 500	$T_j = T_{j\max}$ $T_j = 25\text{ °C}$	180 эл. град. синус; $t_p = 8.3\text{ мс}$ ; единичный импульс; $U_D = U_R = 0\text{ В}$ ; Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}$ ; $t_{GP} = 50\text{ мкс}$ ; $di_G/dt \geq 1\text{ А/мкс}$
<b>Блокирующие параметры</b>					
$U_{DRM}, U_{RRM}$	Повторяющееся импульсное обратное напряжение и повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии	В	2000÷2800	$T_{j\min} < T_j < T_{j\max}$ ; 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÷2900	$T_{j\min} < T_j < T_{j\max}$ ; 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	8	$T_j = T_{j\max}$	
$U_{RGM}$	Максимальное обратное напряжение управления	В	5		
$P_G$	Максимальная рассеиваемая мощность по управлению	Вт	4	$T_j = T_{j\max}$ для постоянного тока управления	
<b>Параметры переключения</b>					
$(di_T/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии ( $f=1\text{ Hz}$ )	А/мкс	400	$T_j = T_{j\max}$ ; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$ ; $I_{TM} = 2 I_{TAV}$ ; Импульс управления: $I_G = 2\text{ А}$ ; $t_{GP} = 50\text{ мкс}$ ; $di_G/dt \geq 2\text{ А/мкс}$	
<b>Тепловые параметры</b>					
$T_{stg}$	Температура хранения	°C	-40 ÷ 50		
$T_j$	Температура р-п перехода	°C	-40 ÷ 125		
<b>Механические параметры</b>					
$a$	Ускорение	м/с <sup>2</sup>	50		

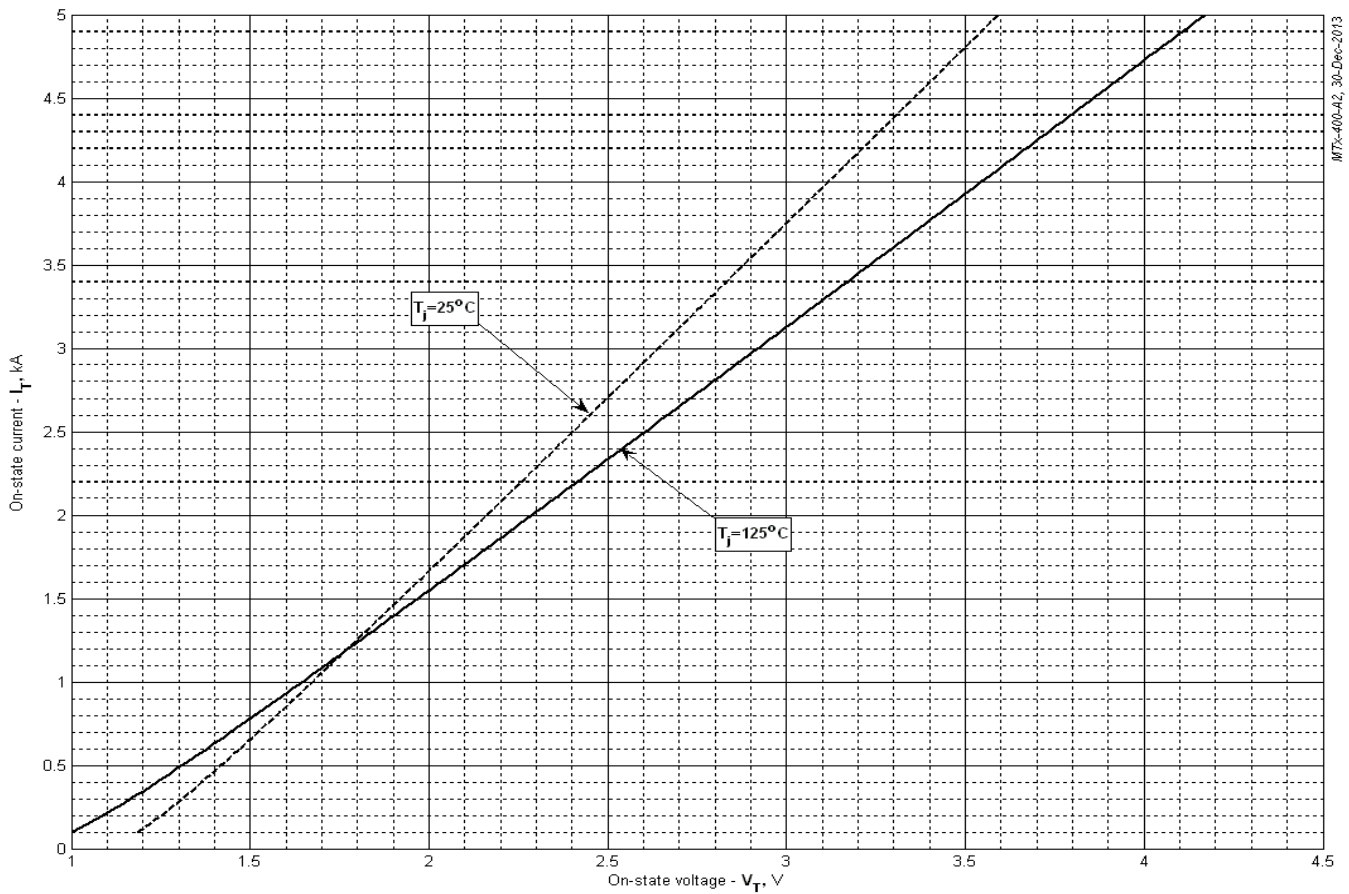
## ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обозначение и наименование характеристики		Ед. изм.	Значение	Условия измерения		
<b>Характеристики в проводящем состоянии</b>						
$U_{TM}$	Импульсное напряжение в открытом состоянии, макс	В	1.80	$T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$ ; $I_{TM}=1256\text{ A}$		
$U_{T(ТО)}$	Пороговое напряжение, макс	В	1.00	$T_j=T_{j\text{ max}}$ ; $0.5\pi I_{TAV} < I_T < 1.5\pi I_{TAV}$		
$r_T$	Динамическое сопротивление в открытом состоянии, макс	МОм	0.650			
$I_L$	Ток включения, макс	мА	1000	$T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$ ; $U_D=12\text{ В}$ ; Импульс управления: $I_G=2\text{ A}$ ; $t_{GP}=50\text{ мкс}$ ; $di_G/dt \geq 1\text{ A/мкс}$		
$I_H$	Ток удержания, макс	мА	300	$T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$ ; $U_D=12\text{ В}$ ; управление разомкнуто		
<b>Блокирующие характеристики</b>						
$I_{DRM}, I_{RRM}$	Повторяющийся импульсный обратный ток и повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии, макс	мА	100	$T_j=T_{j\text{ max}}$ ; $U_D=U_{DRM}$ ; $U_R=U_{RRM}$		
$(du_D/dt)_{crit}$	Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии <sup>1)</sup> , мин	В/мкс	1000	$T_j=T_{j\text{ max}}$ ; $U_D=0.67 \cdot U_{DRM}$ ; управление разомкнуто		
<b>Характеристики управления</b>						
$U_{GT}$	Отпирающее постоянное напряжение управления, макс	В	4.00 2.50 2.00	$T_j=T_{j\text{ min}}$ $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$ $T_j=T_{j\text{ max}}$	$U_D=12\text{ В}$ ; $I_D=3\text{ A}$ ; Постоянный ток управления	
$I_{GT}$	Отпирающий постоянный ток управления, макс	мА	400 250 200	$T_j=T_{j\text{ min}}$ $T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$ $T_j=T_{j\text{ max}}$		
$U_{GD}$	Неотпирающее постоянное напряжение управления, мин	В	0.25	$T_j=T_{j\text{ max}}$ ; $U_D=0.67 \cdot U_{DRM}$ ;		
$I_{GD}$	Неотпирающий постоянный ток управления, мин	мА	10.00	Постоянный ток управления		
<b>Динамические характеристики</b>						
$t_{gd}$	Время задержки включения	мкс	2.50	$T_j=25\text{ }^\circ\text{C}$ ; $U_D=1500\text{ В}$ ; $I_{TM}=I_{TAV}$ ; $di/dt=200\text{ A/мкс}$ ; Импульс управления: $I_G=2\text{ A}$ ; $U_G=20\text{ В}$ ; $t_{GP}=50\text{ мкс}$ ; $di_G/dt=2\text{ A/мкс}$		
$t_q$	Время выключения <sup>2)</sup> , макс	мкс	250	$du_D/dt=50\text{ В/мкс}$ ; $T_j=T_{j\text{ max}}$ ; $I_{TM}=I_{TAV}$ ; $di_R/dt=-10\text{ A/мкс}$ ; $U_R=100\text{ В}$ ; $U_D=0.67 \cdot U_{DRM}$		
$Q_{rr}$	Заряд обратного восстановления, макс	мкКл	2000	$T_j=T_{j\text{ max}}$ ; $I_{TM}=630\text{ A}$ ; $di_R/dt=-10\text{ A/мкс}$ ; $V_R=100\text{ В}$		
$t_{rr}$	Время обратного восстановления, макс	мкс	28			
$I_{rrM}$	Ток обратного восстановления, макс	А	143			
<b>Тепловые характеристики</b>						
$R_{thjc}$	Тепловое сопротивление р-п переход-корпус, макс			180 эл. град. синус; 50 Гц  Постоянный ток		
		на модуль	$^\circ\text{C/Вт}$			0.0325
		на позицию	$^\circ\text{C/Вт}$			0.0650
		на модуль	$^\circ\text{C/Вт}$			0.0310
		на позицию	$^\circ\text{C/Вт}$	0.0620		

R <sub>thch</sub>	Тепловое сопротивление корпус-охладитель, макс			
	на модуль	°C/Вт	0.0100	
	на позицию	°C/Вт	0.0200	
<b>Характеристики изоляции</b>				
U <sub>ISOL</sub>	Электрическая прочность изоляции	кВ	3.00	синус; 50 Гц; действующее значение
			3.60	
<b>Механические характеристики</b>				
M <sub>1</sub>	Момент затяжки основания (M6) <sup>3)</sup>	Нм	6.00	Допуск ± 15%
M <sub>2</sub>	Момент затяжки выводов (M10) <sup>3)</sup>	Нм	12.00	Допуск ± 15%
w	Масса, тип	г	1500	

<b>МАРКИРОВКА</b>										<b>ПРИМЕЧАНИЕ</b>											
MT	3	-	400	-	28	-	A2	M2	-	A2	-	Y2	<sup>1)</sup> Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии <table border="1"> <tr> <td>Обозначение группы</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>(du<sub>D</sub>/dt)<sub>crit</sub>, В/мкс</td> <td>1000</td> </tr> </table> <sup>2)</sup> Время выключения (du <sub>D</sub> /dt=50 В/мкс) <table border="1"> <tr> <td>Обозначение группы</td> <td>M2</td> </tr> <tr> <td>t<sub>q</sub>, мкс</td> <td>250</td> </tr> </table> <sup>3)</sup> Резьба должна быть смазана	Обозначение группы	A2	(du <sub>D</sub> /dt) <sub>crit</sub> , В/мкс	1000	Обозначение группы	M2	t <sub>q</sub> , мкс	250
Обозначение группы	A2																				
(du <sub>D</sub> /dt) <sub>crit</sub> , В/мкс	1000																				
Обозначение группы	M2																				
t <sub>q</sub> , мкс	250																				
1	2	3	4	5	6	7	8														
1. Тиристорный модуль (MT) Тиристорно-диодный модуль (MT/Д) Диодно-тиристорный модуль (МД/Т) 2. Схема включения 3. Средний прямой ток, А 4. Класс по напряжению 5. Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии 6. Группа по времени выключения (du <sub>D</sub> /dt=50 В/мкс) 7. Тип корпуса (M.A2) 8. Климатическое исполнение по ГОСТ 15150: Y2																					
 Сертифицирован UL, файл № E255404																					

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.



MTx-400-42, 30-Dec-2013

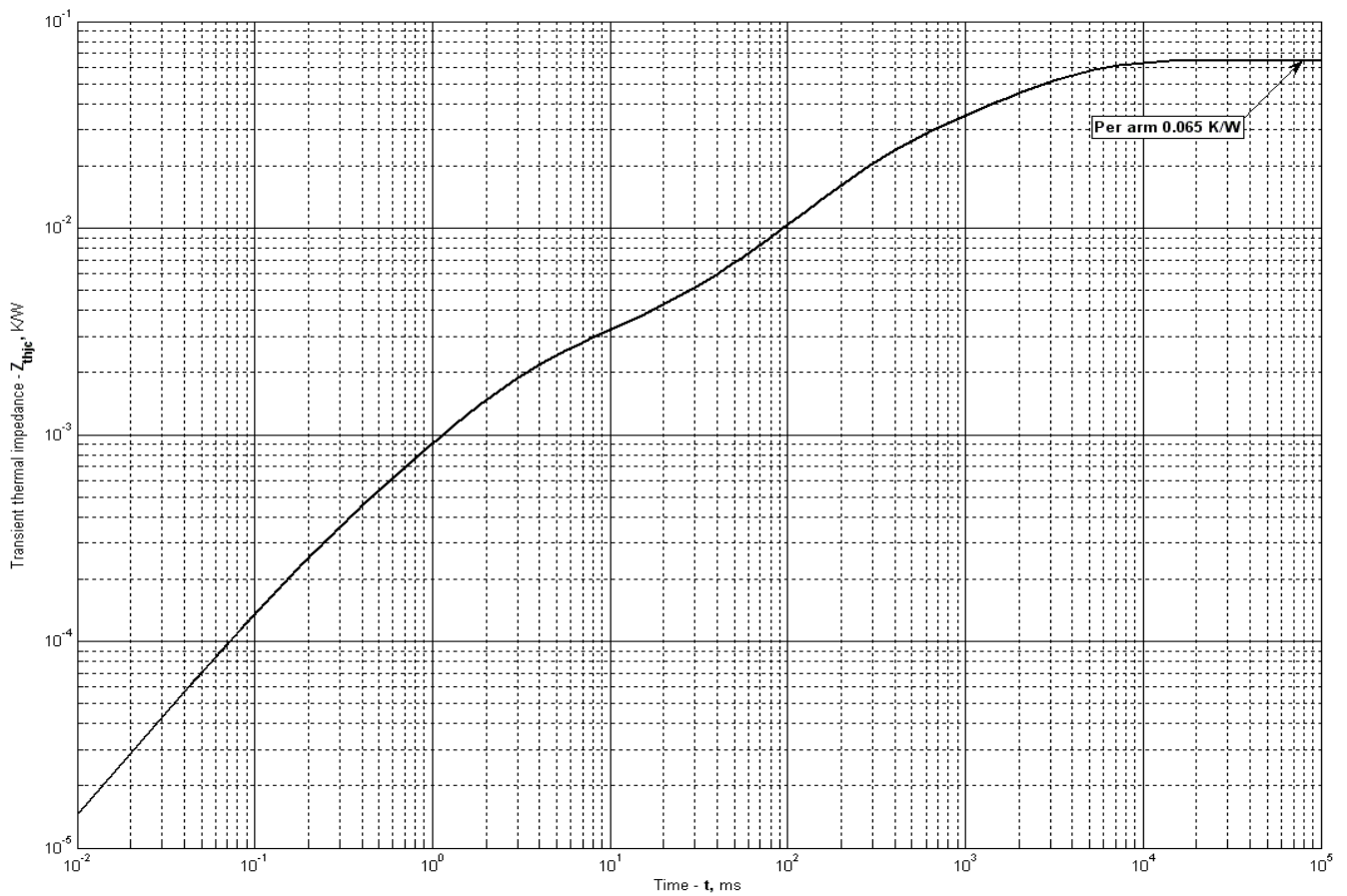
**Рис. 1 – Предельная вольт – амперная характеристика**

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>	1.068142	0.846344
<b>B</b>	0.436924	0.574163
<b>C</b>	-0.158239	-0.211339
<b>D</b>	0.278291	0.371677

**Модель предельной вольт – амперной характеристики (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  $i = 1$  до  $n$ ,  $n$  – число суммирующихся элементов.

$t$  = продолжительность импульсного нагрева в секундах.

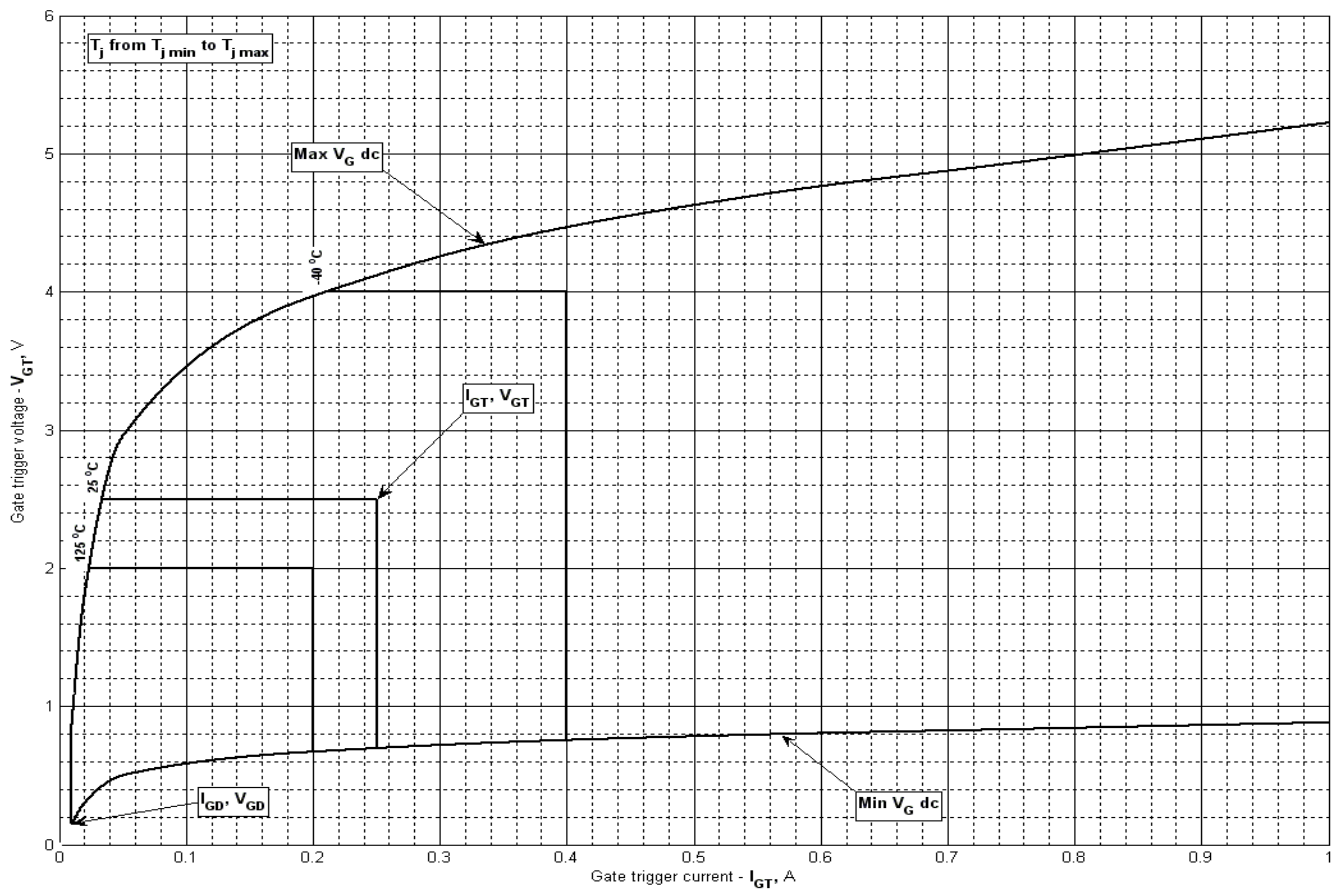
$Z_{thjc}$  = Тепловое сопротивление за время  $t$ .

$R_i, \tau_i$  = расчетные коэффициенты, приведенные в таблице.

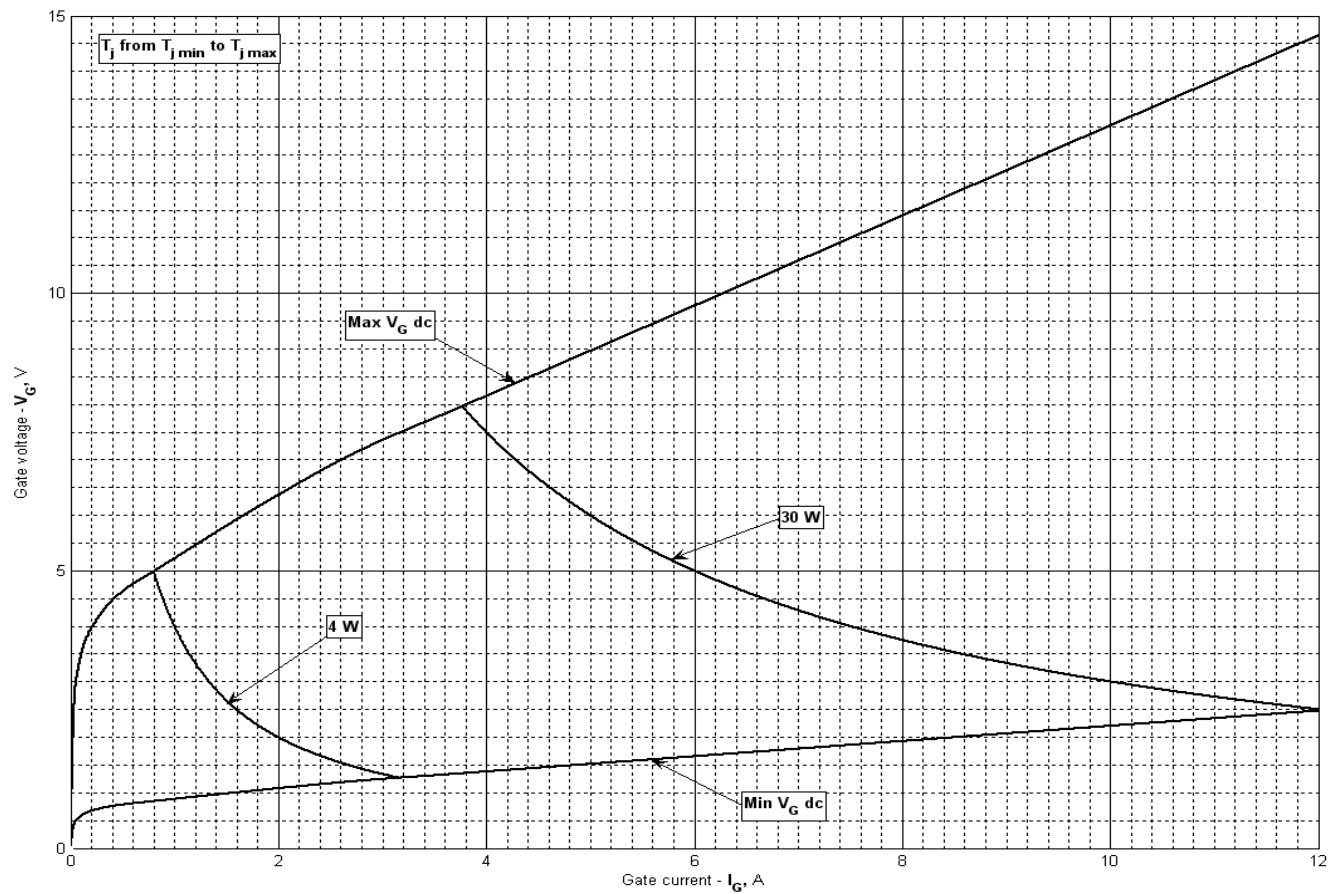
Постоянный ток, двустороннее охлаждение

$i$	1	2	3	4	5	6
$R_i, K/W$	0.0344	0.0112	0.01635	0.0006528	0.001791	0.0001363
$\tau_i, s$	3.132	1.000	0.2335	0.01038	0.002348	0.0002448

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



**Рис. 3 – Вольт – амперная характеристика цепи управления – границы переключения**



**Рис. 4 – Вольт – амперная характеристика цепи управления**

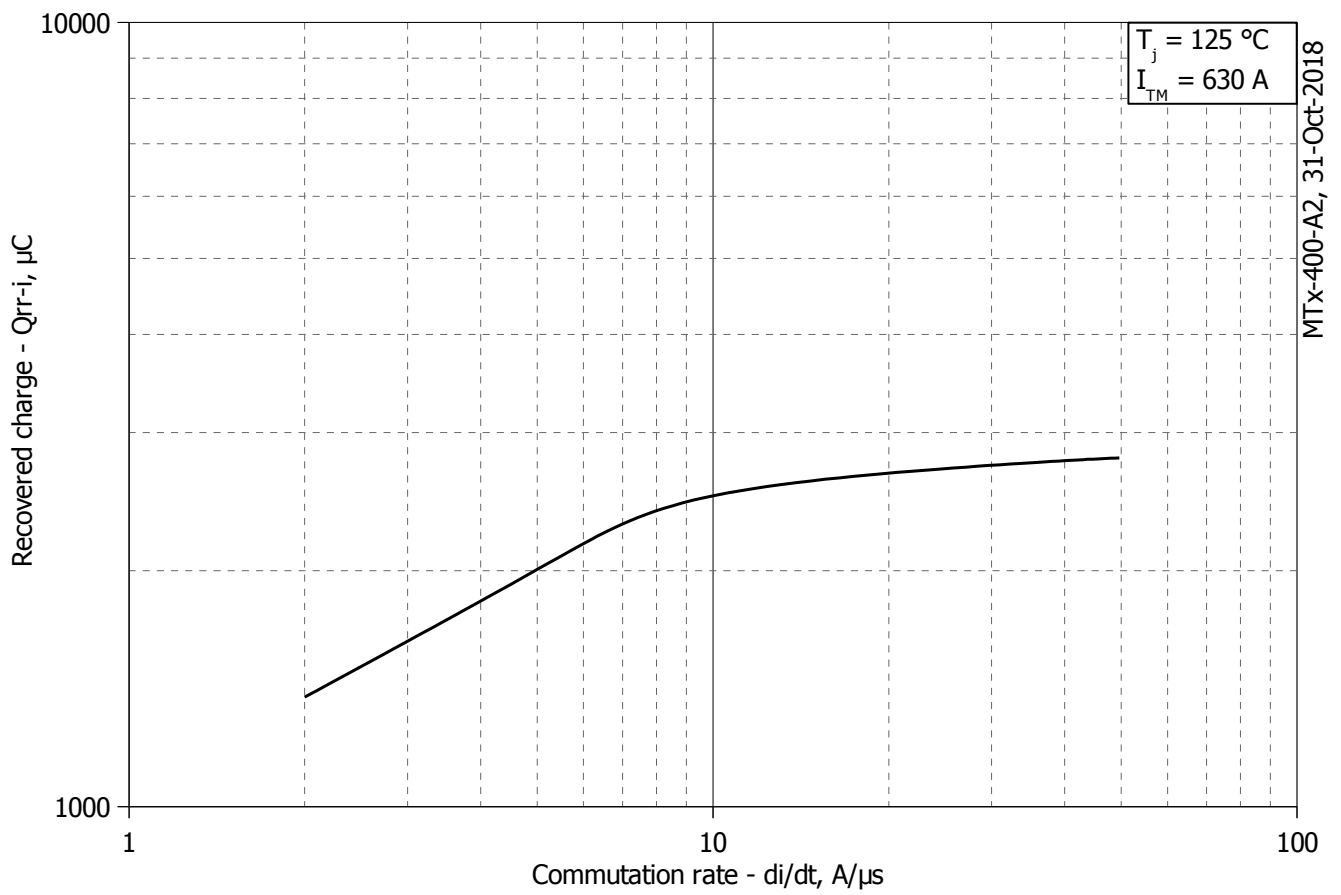


Рис. 5 – Максимальный интегральный заряд обратного восстановления,  $Q_{rr-i}$

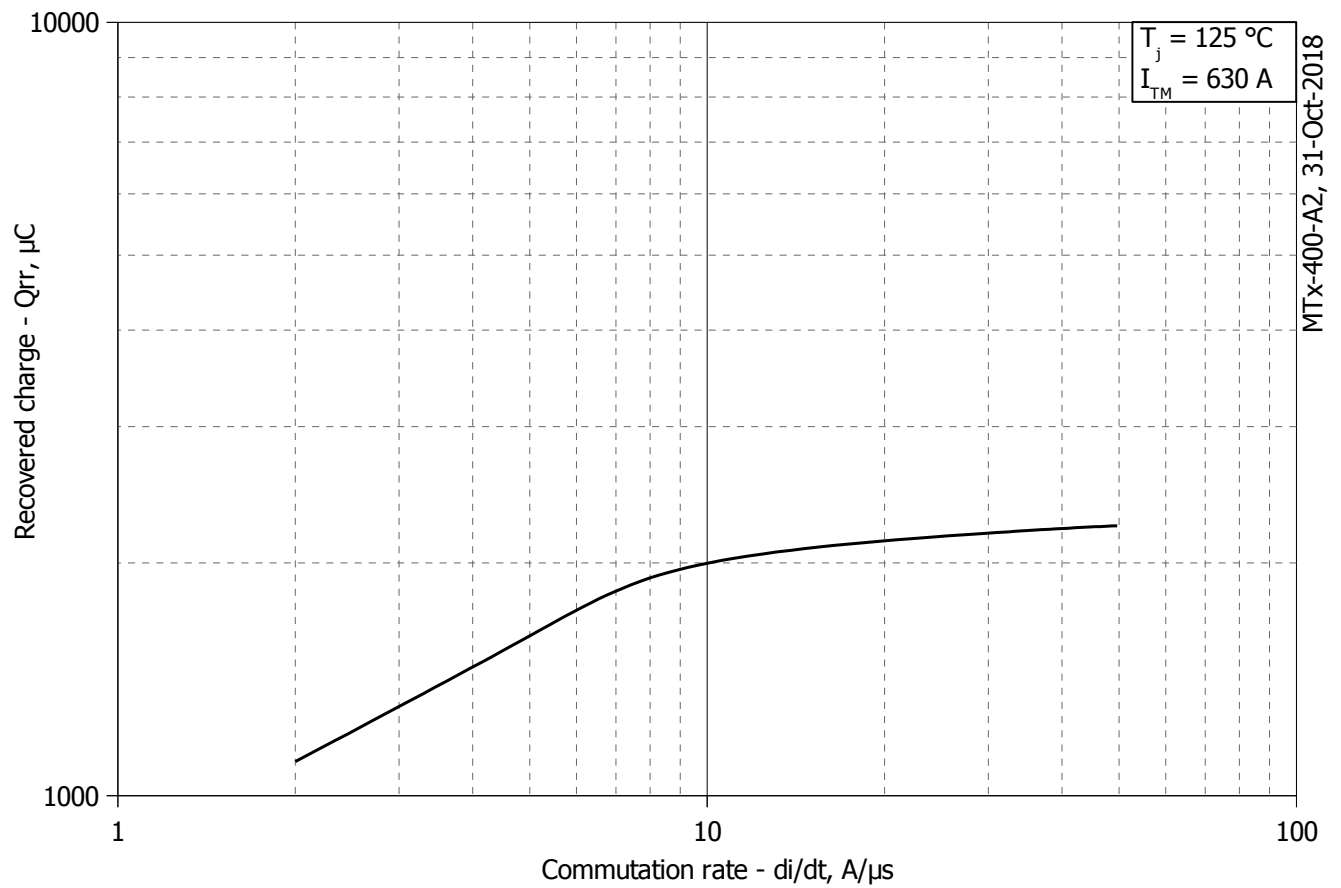
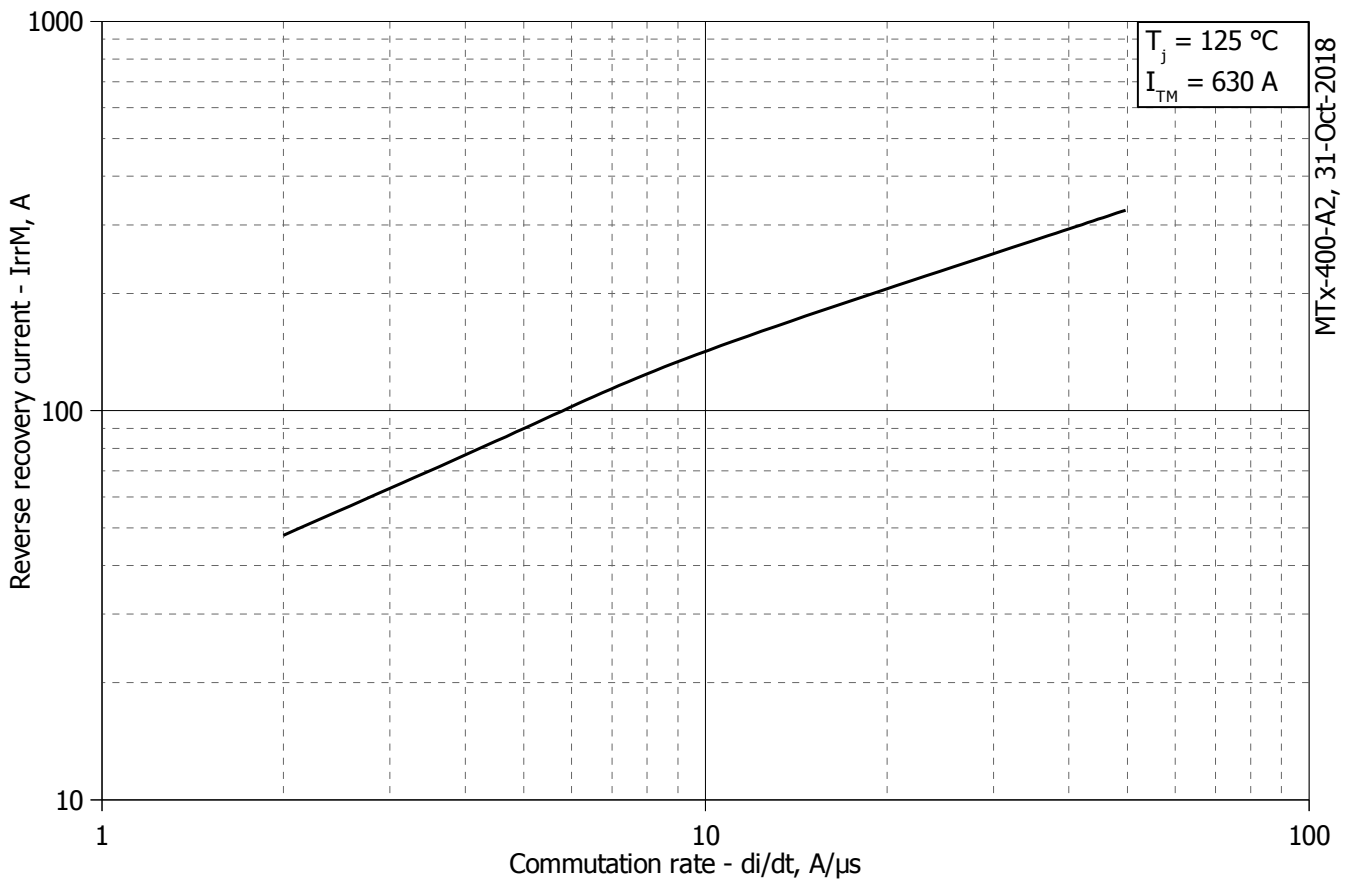
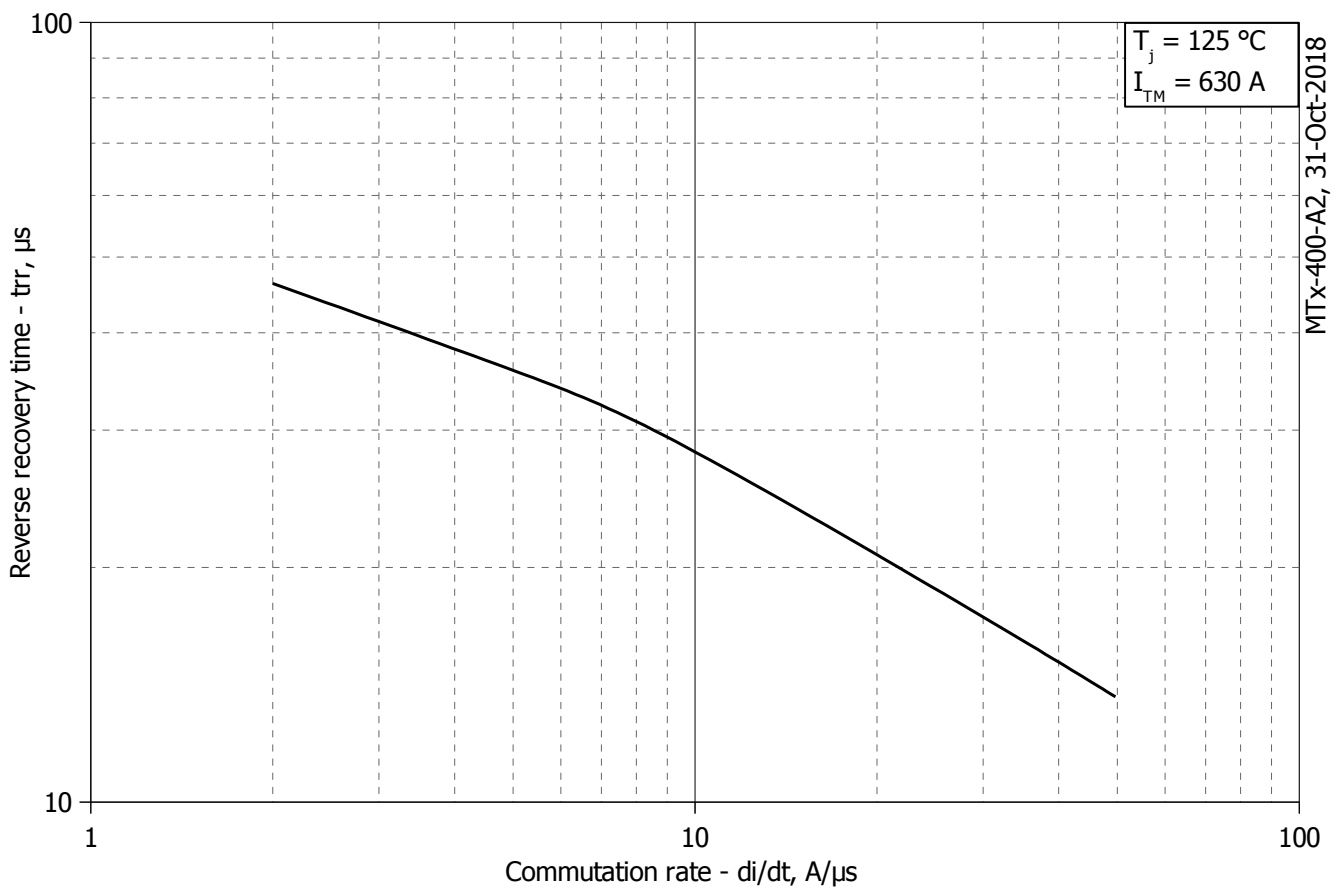


Рис. 6 – Максимальный заряд обратного восстановления,  $Q_{rr}$  (по ГОСТ 24461, хорда 25%)

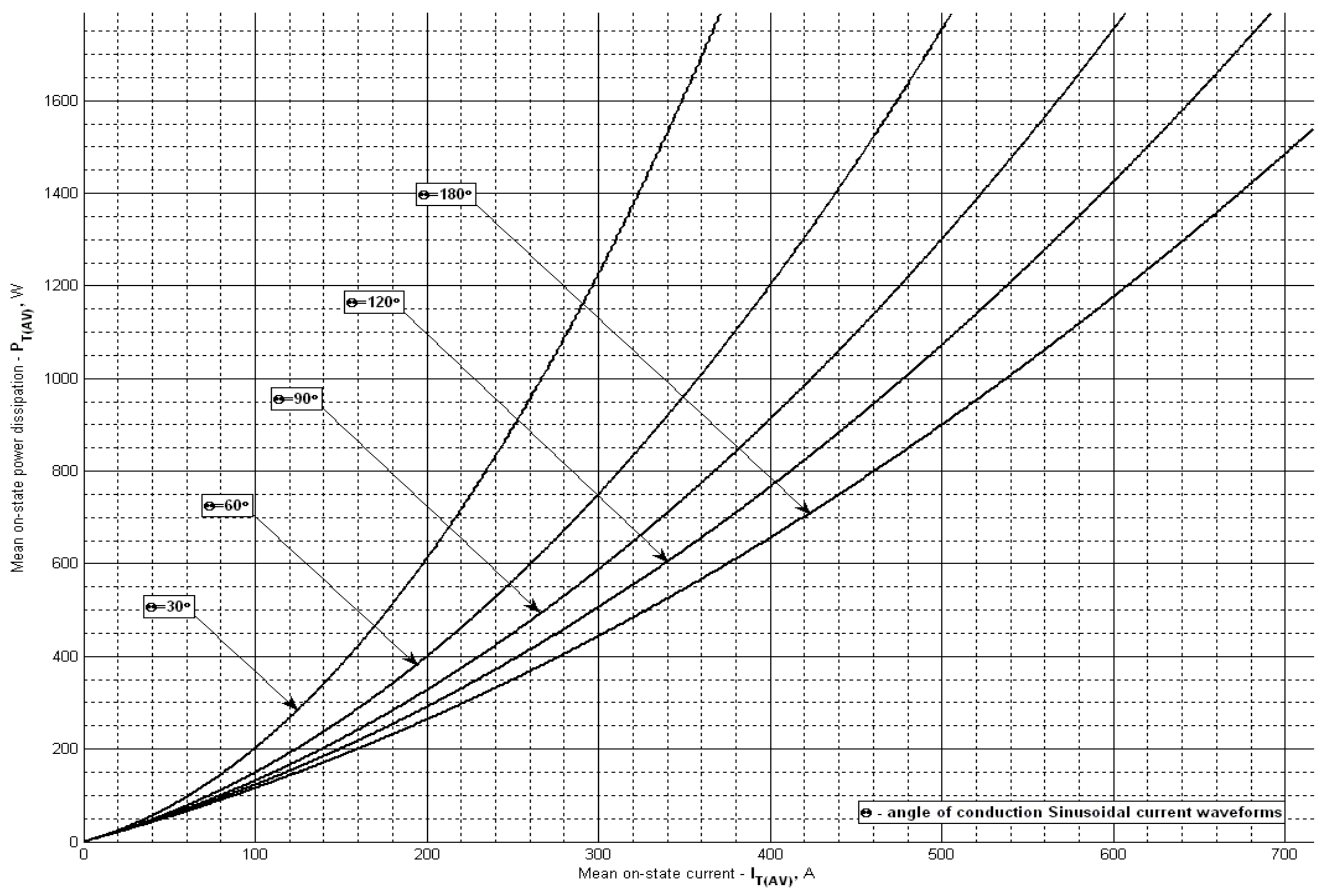




**Рис. 7 – Максимальный ток обратного восстановления,  $I_{rrM}$**

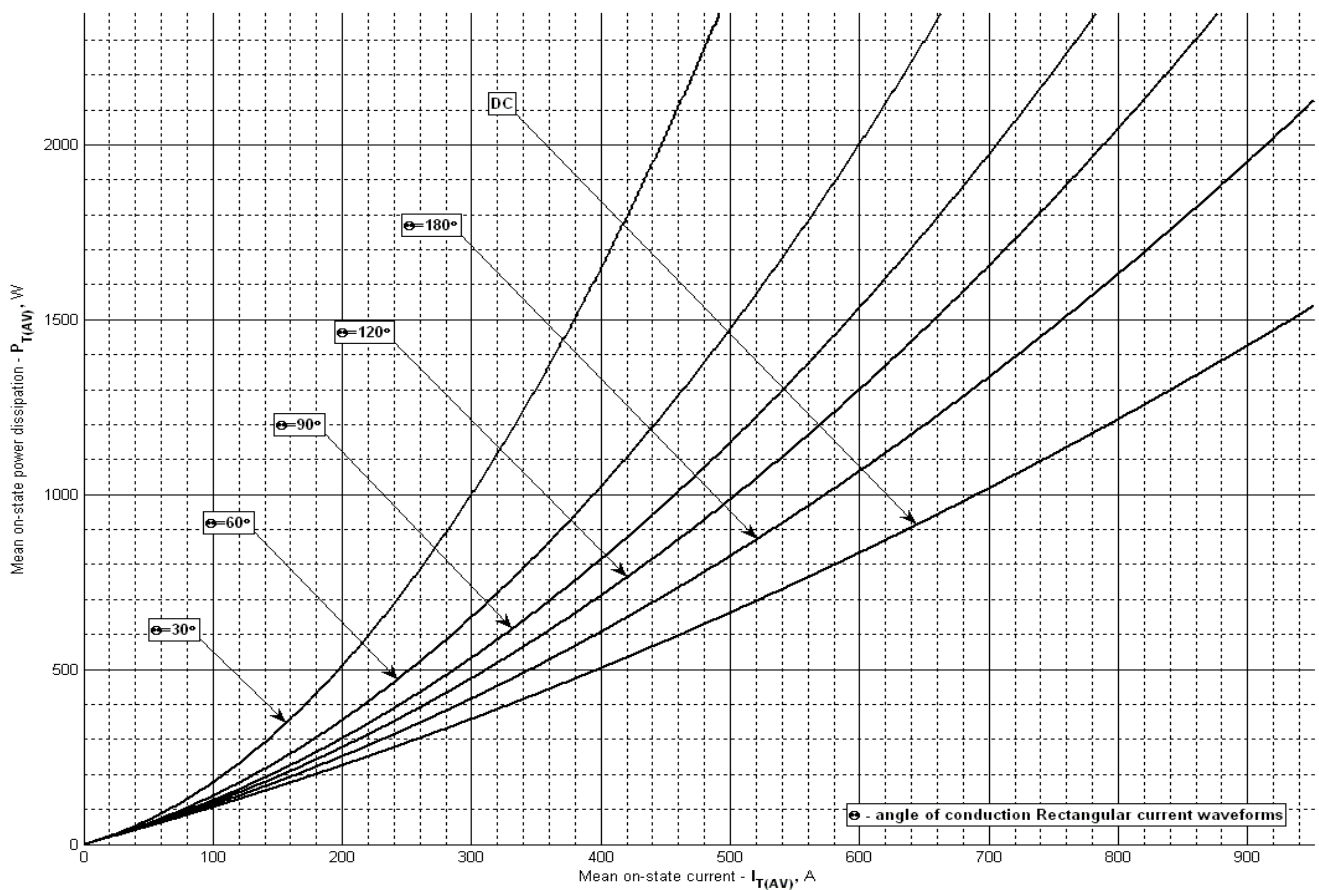


**Рис. 8 – Максимальное время обратного восстановления,  $t_{rr}$  (по ГОСТ 24461, хорда 25%)**



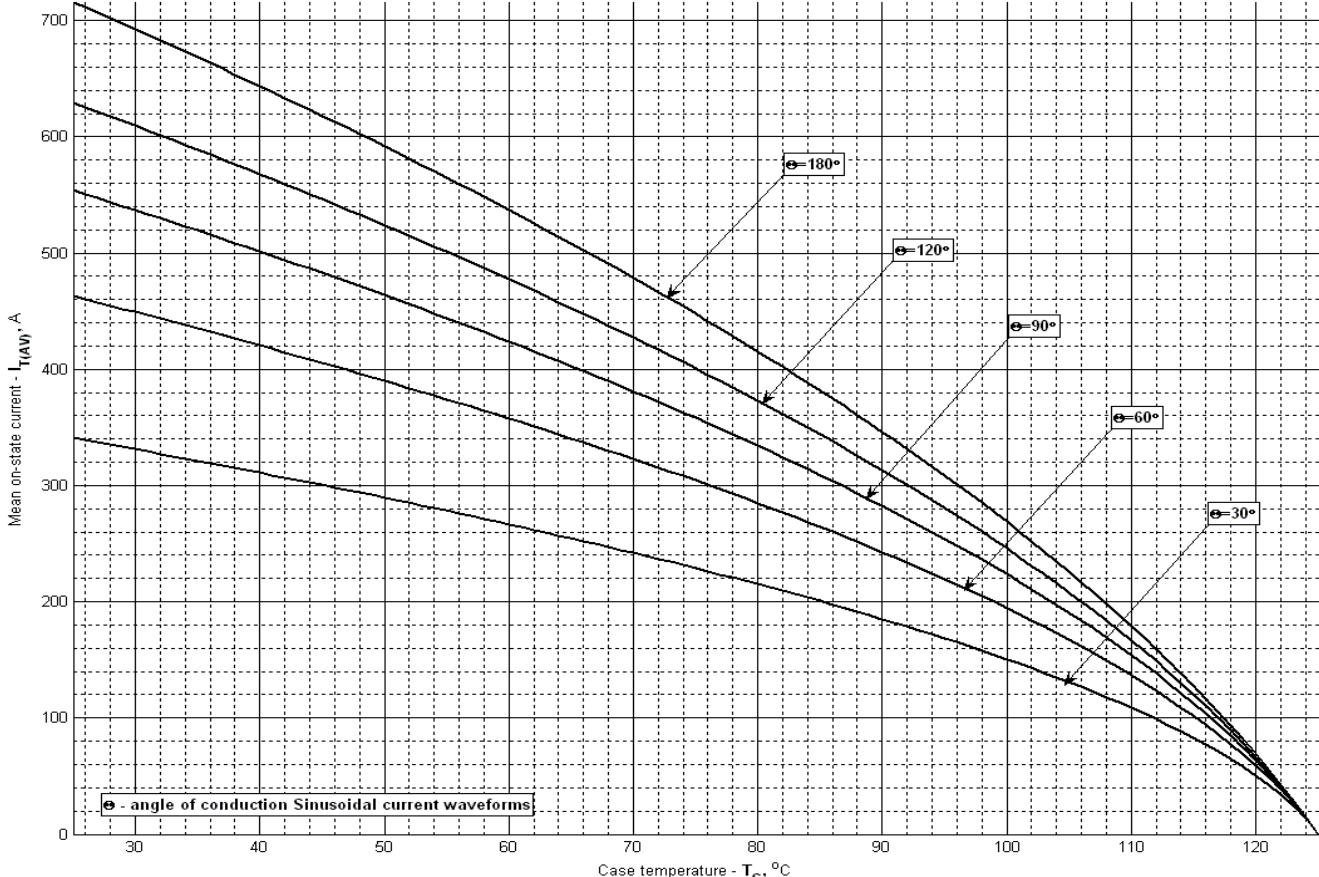
MTX-400-A2 30-Dec-2013

**Рис. 9 – Зависимость потерь мощности  $P_{TAV}$  от среднего прямого тока  $I_{TAV}$  синусоидальной формы при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц)**

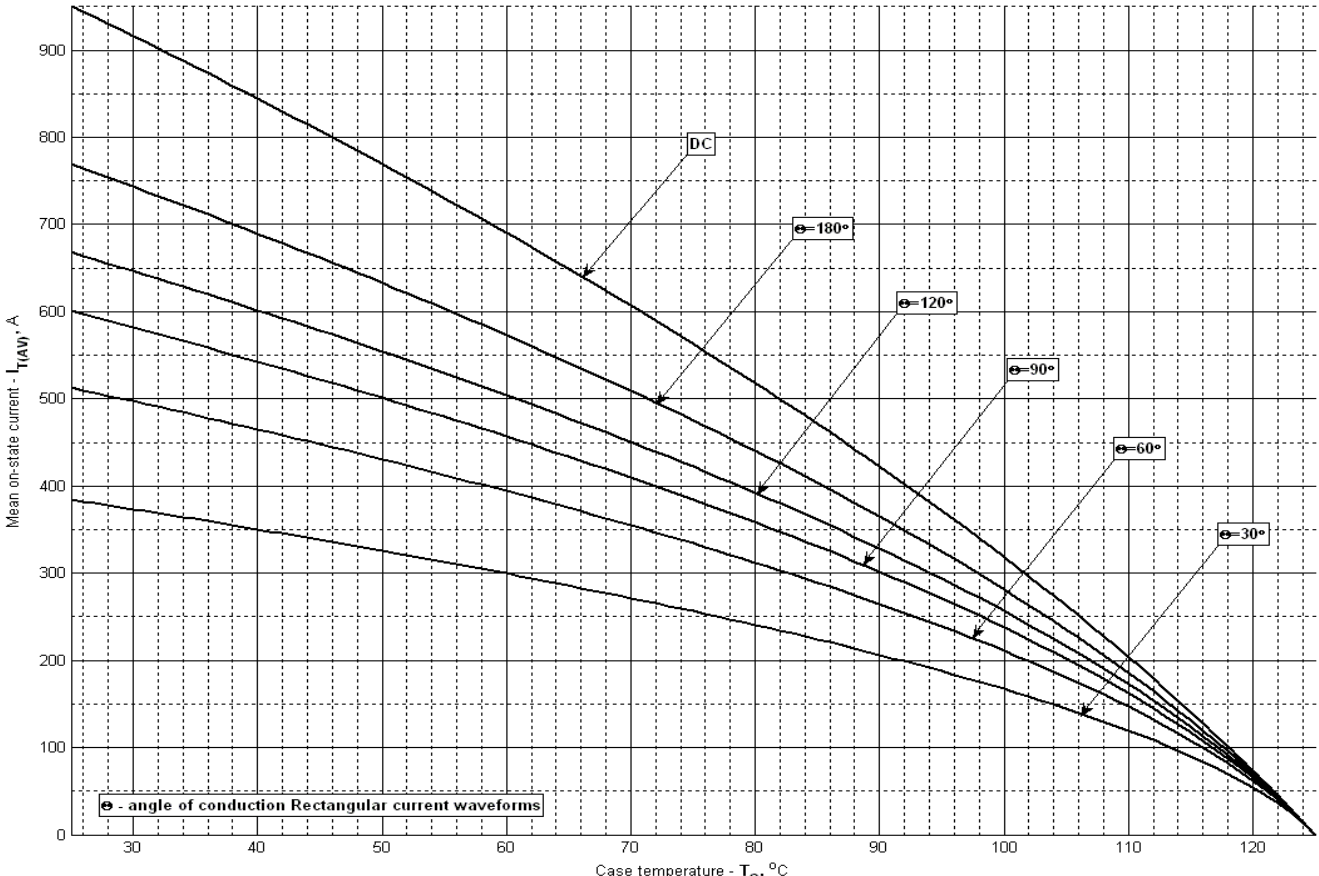


MTX-400-A2 30-Dec-2013

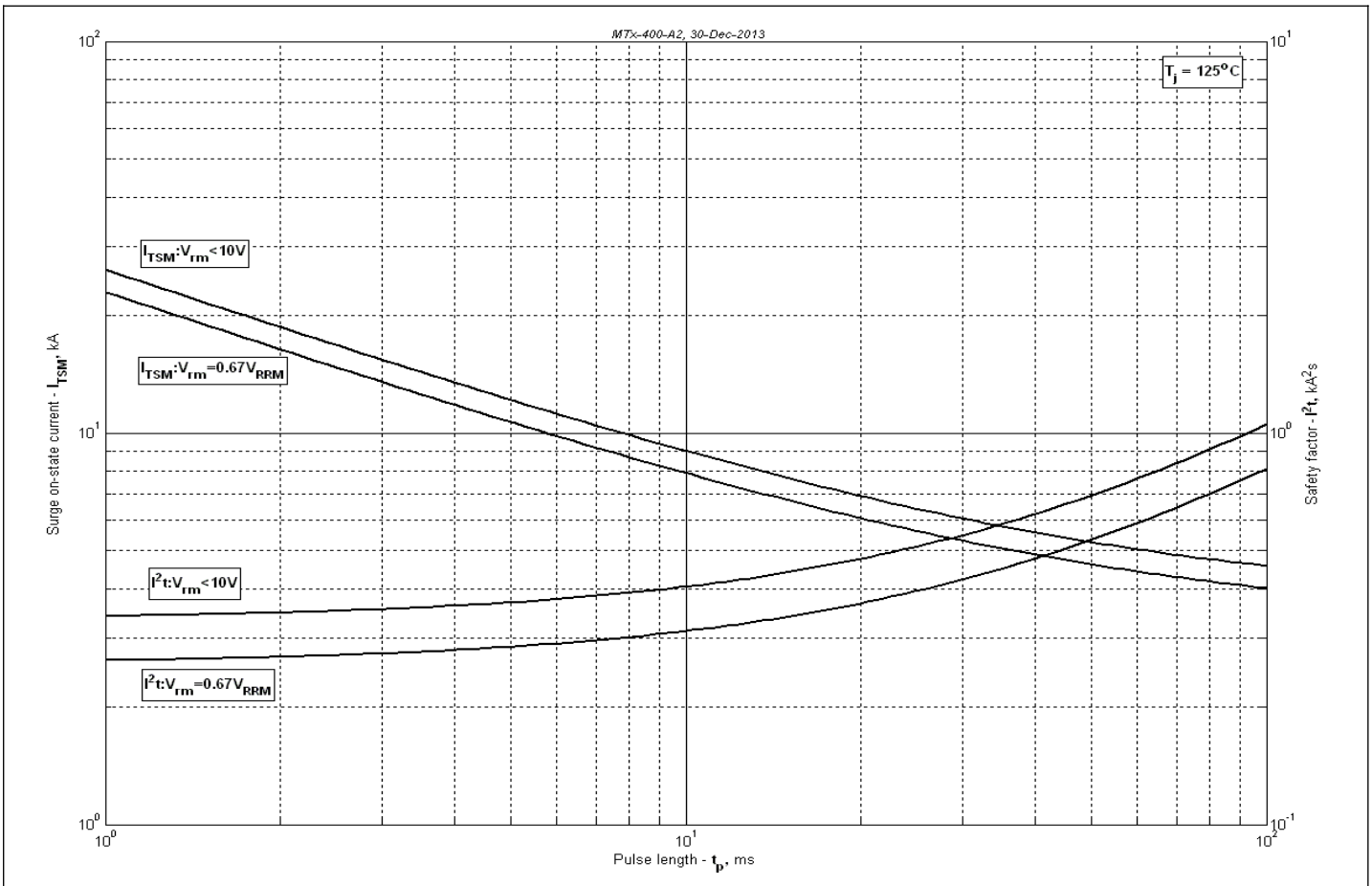
**Рис. 10 – Зависимость потерь мощности  $P_{TAV}$  от среднего прямого тока  $I_{TAV}$  прямоугольной формы при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц)**



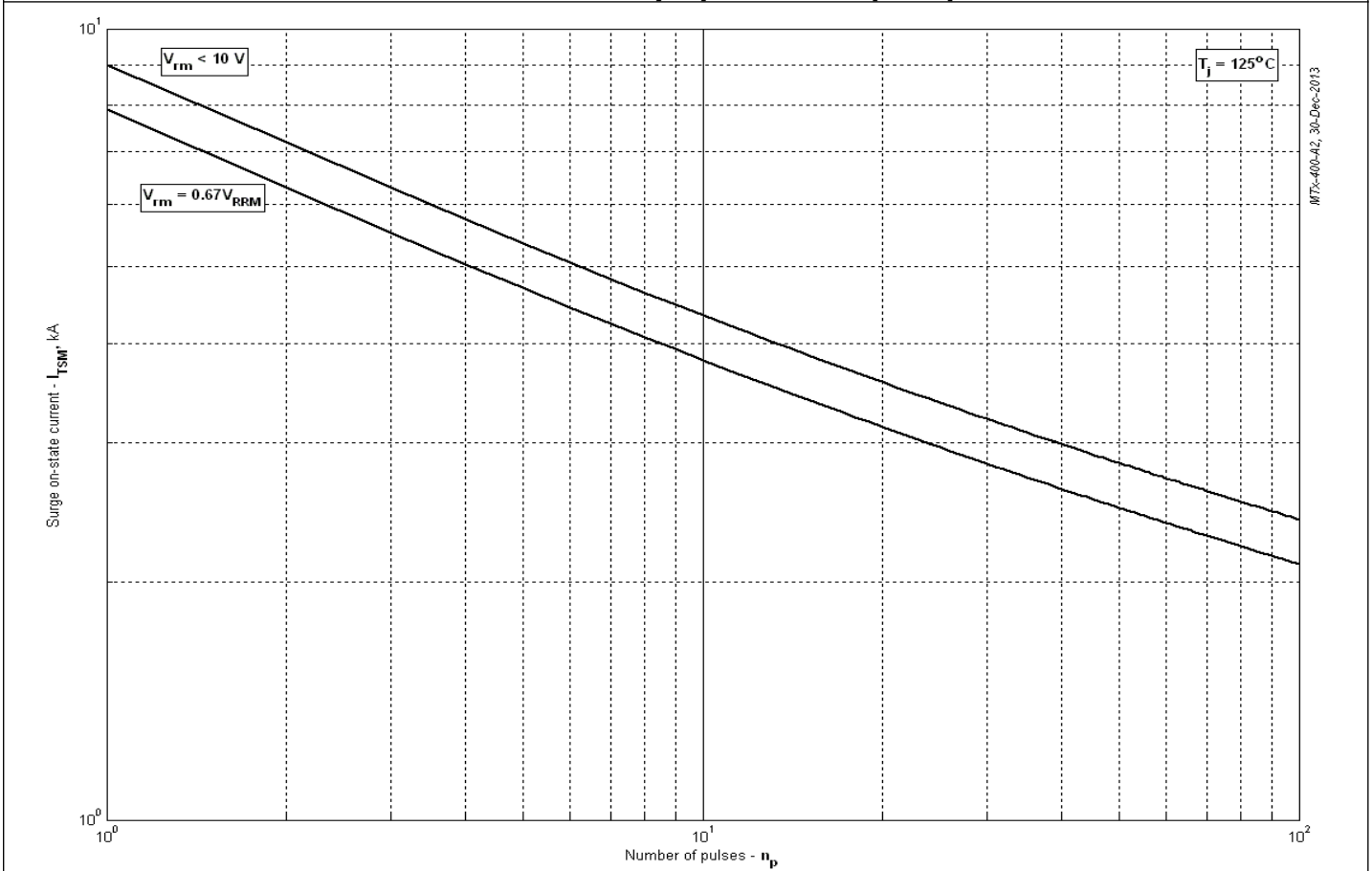
**Рис. 11 - Зависимость среднего прямого тока  $I_{TAV}$  от температуры корпуса  $T_C$  для синусоидальной формы тока при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц)**



**Рис. 12 – Зависимость среднего прямого тока  $I_{TAV}$  от температуры корпуса  $T_C$  для прямоугольной формы тока при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц)**



**Рис. 13 – Максимальные ударные и  $I^2t$  характеристики**



**Fig 14 – Максимальные ударные характеристики**