



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

| | | | | |
|--|------------|---------------|------|------|
| Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии | I_{TAV} | 2500 А | | |
| Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии | U_{DRM} | 4600...5200 В | | |
| Повторяющееся импульсное обратное напряжение | U_{RRM} | | | |
| Время выключения | t_q | 800 мкс | | |
| $U_{DRM}, U_{RRM}, В$ | 4600 | 4800 | 5000 | 5200 |
| Класс по напряжению | 46 | 48 | 50 | 52 |
| $T_j, °C$ | -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 | 2500 3900 | $T_c=98 °C$; двухстороннее охлаждение; $T_c=70 °C$; двухстороннее охлаждение; 180 эл. град. синус; 50 Гц |
| I_{TRMS} | Действующий ток в открытом состоянии | А | 3925 | $T_c=98 °C$; двухстороннее охлаждение; 180 эл. град. синус; 50 Гц |
| I_{TSM} | Ударный ток в открытом состоянии | кА | 55.0 63.0 | $T_j=T_{jmax}$ $T_j=25 °C$ 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 |
| | | | 58.0 67.0 | $T_j=T_{jmax}$ $T_j=25 °C$ 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 | 15100 19800 | $T_j=T_{jmax}$ $T_j=25 °C$ 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 |
| | | | 13900 18600 | $T_j=T_{jmax}$ $T_j=25 °C$ 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 | 4600...5200 | $T_{j\min} < T_j < T_{j\max}$; 180 эл. град. синус; 50 Гц; управление разомкнуто |
| U_{DSM}, U_{RSM} | Неповторяющееся импульсное обратное напряжение и неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии | В | 4700...5300 | $T_{j\min} < T_j < T_{j\max}$; 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 ($f=1$ Гц) | А/мкс | 1000 | $T_j = T_{j\max}$; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$; $I_{TM} = 2 I_{TAV}$; 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 | 2.10 | $T_j = 25$ °С; $I_{TM} = 6300$ А |
| $U_{T(TO)}$ | Пороговое напряжение, макс | В | 1.00 | $T_j = T_{j\max}$; $0.5 \pi I_{TAV} < I_T < 1.5 \pi I_{TAV}$ |
| r_T | Динамическое сопротивление в открытом состоянии, макс | МОм | 0.190 | |
| 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 | $T_j = T_{j \max};$ $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM};$ | |
| I_{GD} | Неотпирающий постоянный ток управления, мин | мА | 15.00 | Постоянный ток управления | |

Динамические характеристики

| | | | | |
|----------|---------------------------------------|------|-------|--|
| t_{gd} | Время задержки включения, макс | мкс | 4.00 | $T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}; U_D = 1500 \text{ В}; I_{TM} = I_{TAV};$ $di/dt = 200 \text{ А/мкс};$ 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 ²⁾ , макс | мкс | 800 | $du_D/dt = 50 \text{ В/мкс}; T_j = T_{j \max}; I_{TM} = 1000 \text{ А};$ $di_R/dt = -5 \text{ А/мкс}; U_R = 100 \text{ В};$ $U_D = 1600 \text{ В}$ |
| Q_{rr} | Заряд обратного восстановления, макс | мкКл | 12500 | $T_j = T_{j \max}; I_{TM} = 1000 \text{ А};$ $di_R/dt = -5 \text{ А/мкс};$ $U_R = 100 \text{ В}$ |
| t_{rr} | Время обратного восстановления, макс | мкс | 157 | |
| I_{rr} | Обратный ток восстановления, макс | А | 159 | |

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 | 2500 | 52 | A2 | B2 | 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

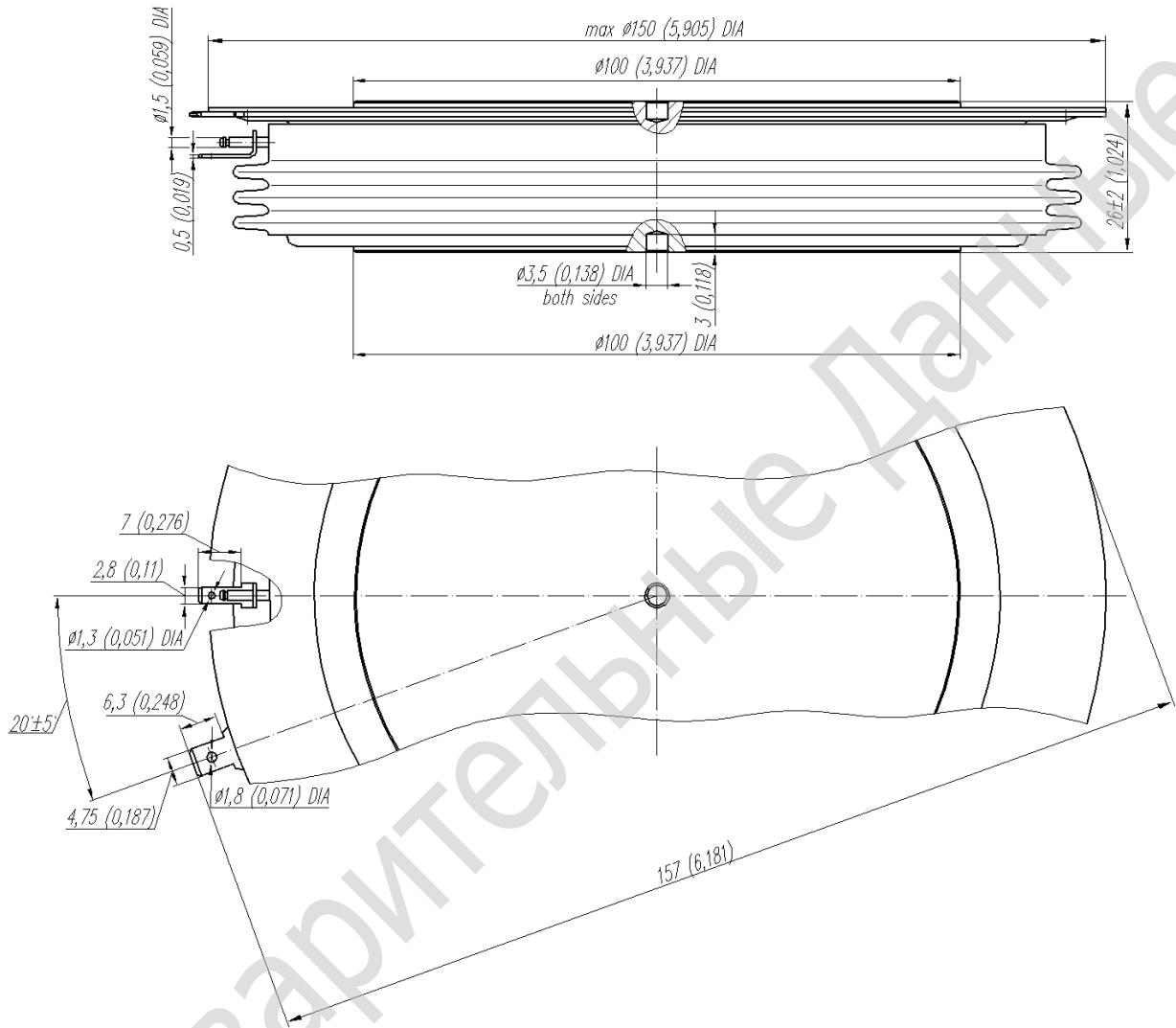
ПРИМЕЧАНИЕ

1) Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии

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

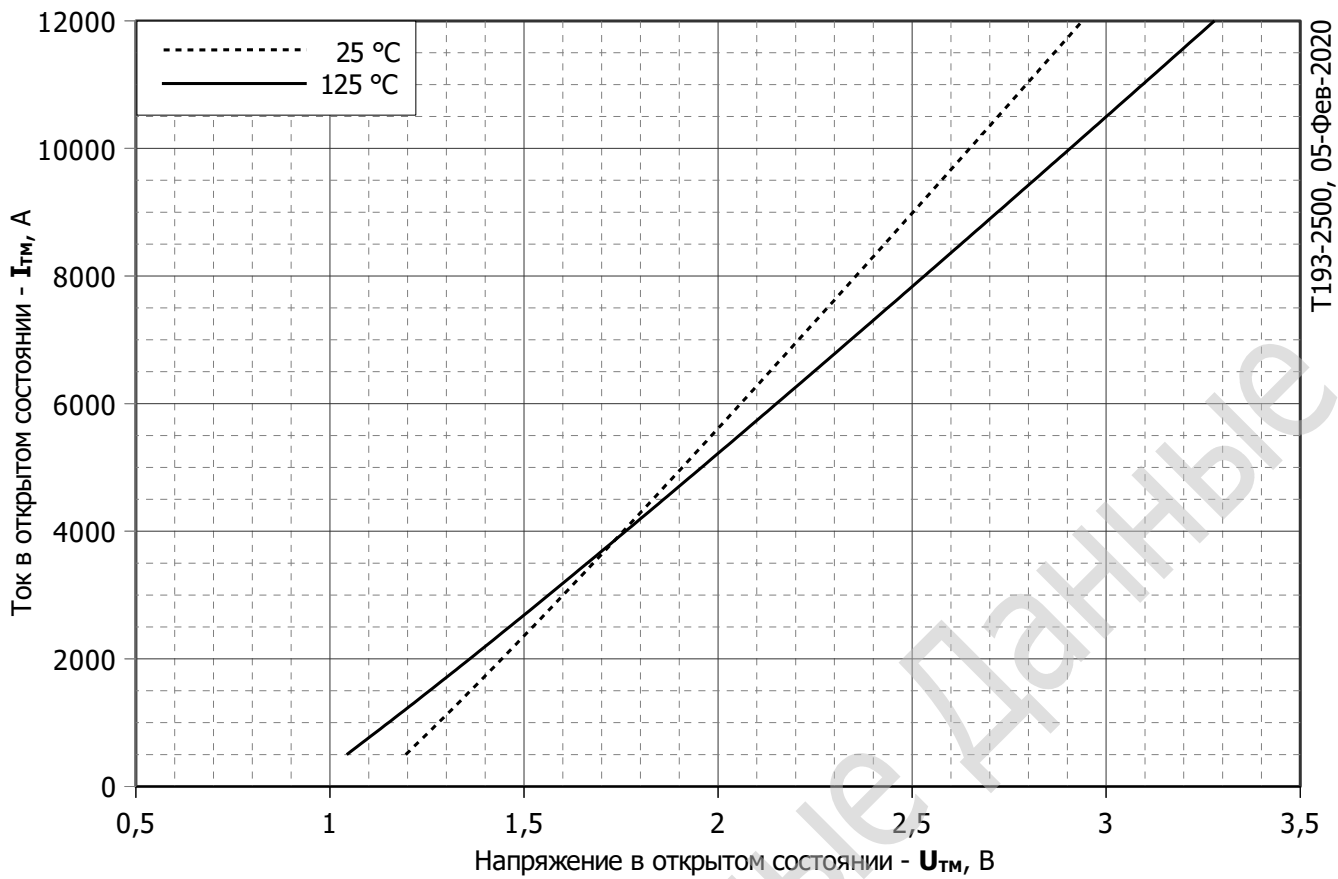
2) Время выключения ($du_D/dt = 50 \text{ В/мкс}$)

| Обозначение группы | B2 |
|--------------------|-----|
| $t_q, \text{ мкс}$ | 800 |



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.



T193-2500, 05-Фев-2020

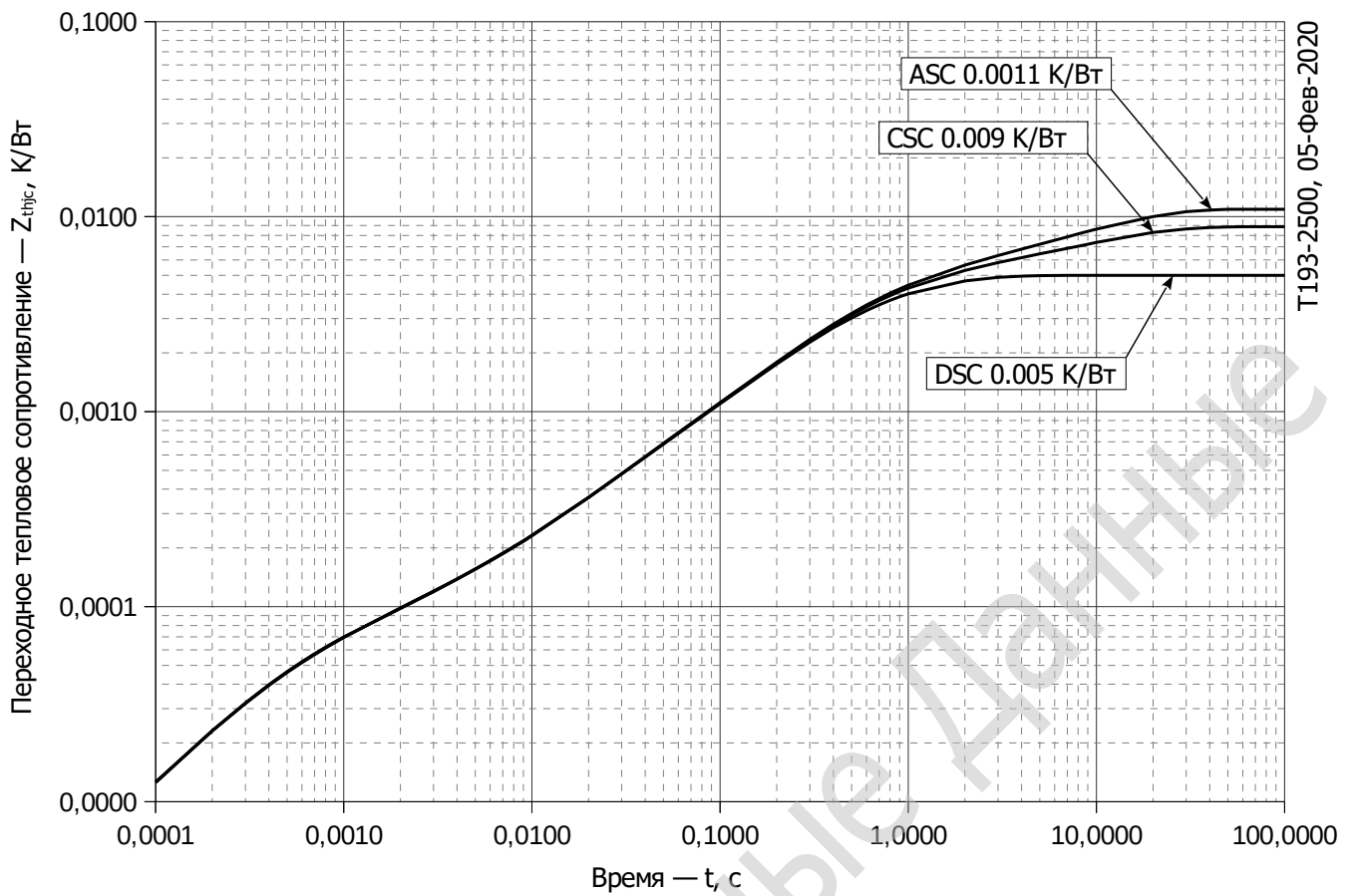
Рис. 1 – Предельная вольт – амперная характеристика

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 | |
|----------|--------------------------|--------------------|
| | $T_j = 25^\circ\text{C}$ | $T_j = T_{j \max}$ |
| A | 1.17300000 | 1.04510000 |
| B | 0.00012979 | 0.00016438 |
| C | -0.01979700 | -0.03193100 |
| D | 0.00360030 | 0.00512580 |

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



Т193-2500, 05-Фев-2020

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 |
|--------------------|----------|-----------|----------|-----------|------------|------------|
| $R_i, \text{K/Вт}$ | 0.002027 | 0.0001166 | 0.002627 | 0.0001539 | 3.237e-005 | 4.335e-005 |
| $\tau_i, \text{с}$ | 1.059 | 0.080 | 0.3836 | 0.02289 | 0.0003559 | 0.001397 |

Постоянный ток, охлаждение со стороны анода

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------|----------|----------|---------|-----------|------------|------------|
| $R_i, \text{K/Вт}$ | 0.005945 | 0.002218 | 0.00248 | 0.0002153 | 3.862e-005 | 4.604e-005 |
| $\tau_i, \text{с}$ | 10.6 | 1.120 | 0.3786 | 0.03196 | 0.002513 | 0.0004352 |

Постоянный ток, охлаждение со стороны катода

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------|----------|----------|----------|-----------|------------|------------|
| $R_i, \text{K/Вт}$ | 0.003885 | 0.002188 | 0.002508 | 0.0002154 | 3.854e-005 | 4.646e-005 |
| $\tau_i, \text{с}$ | 10.6 | 1.090 | 0.3745 | 0.03207 | 0.002565 | 0.0004383 |

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

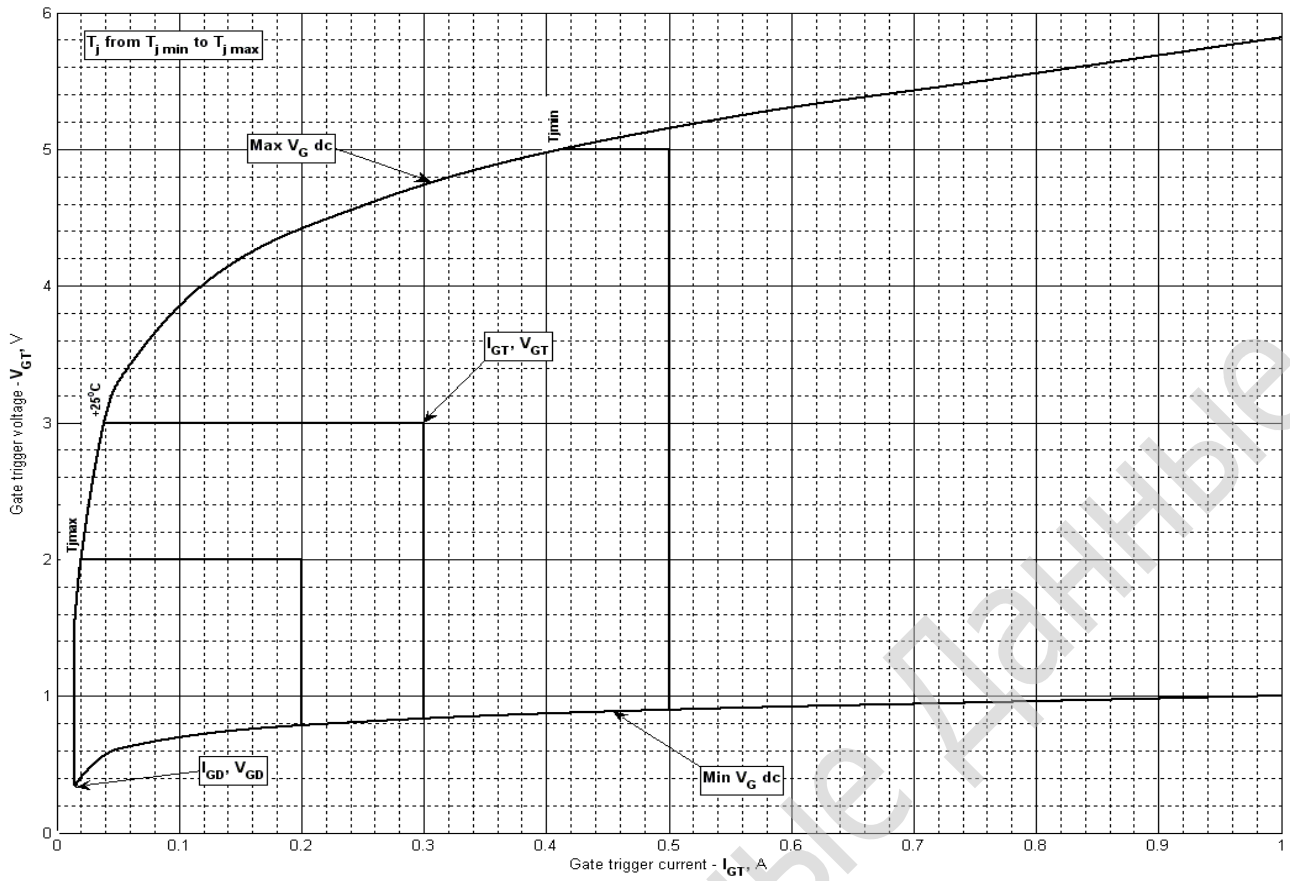


Рис. 3 – Вольт – амперная характеристика цепи управления

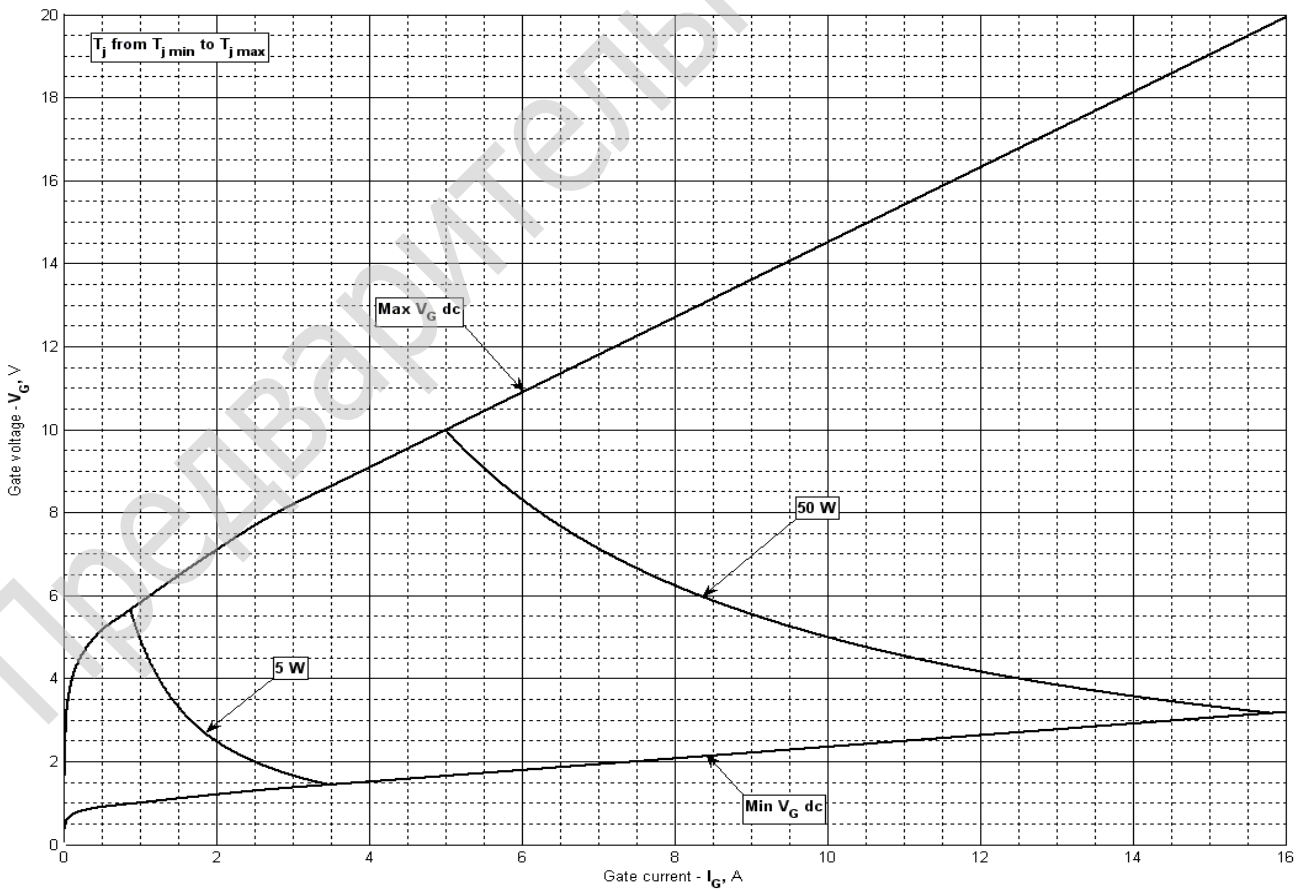


Рис. 4 – Вольт – амперная характеристика цепи управления – Кривые мощности



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

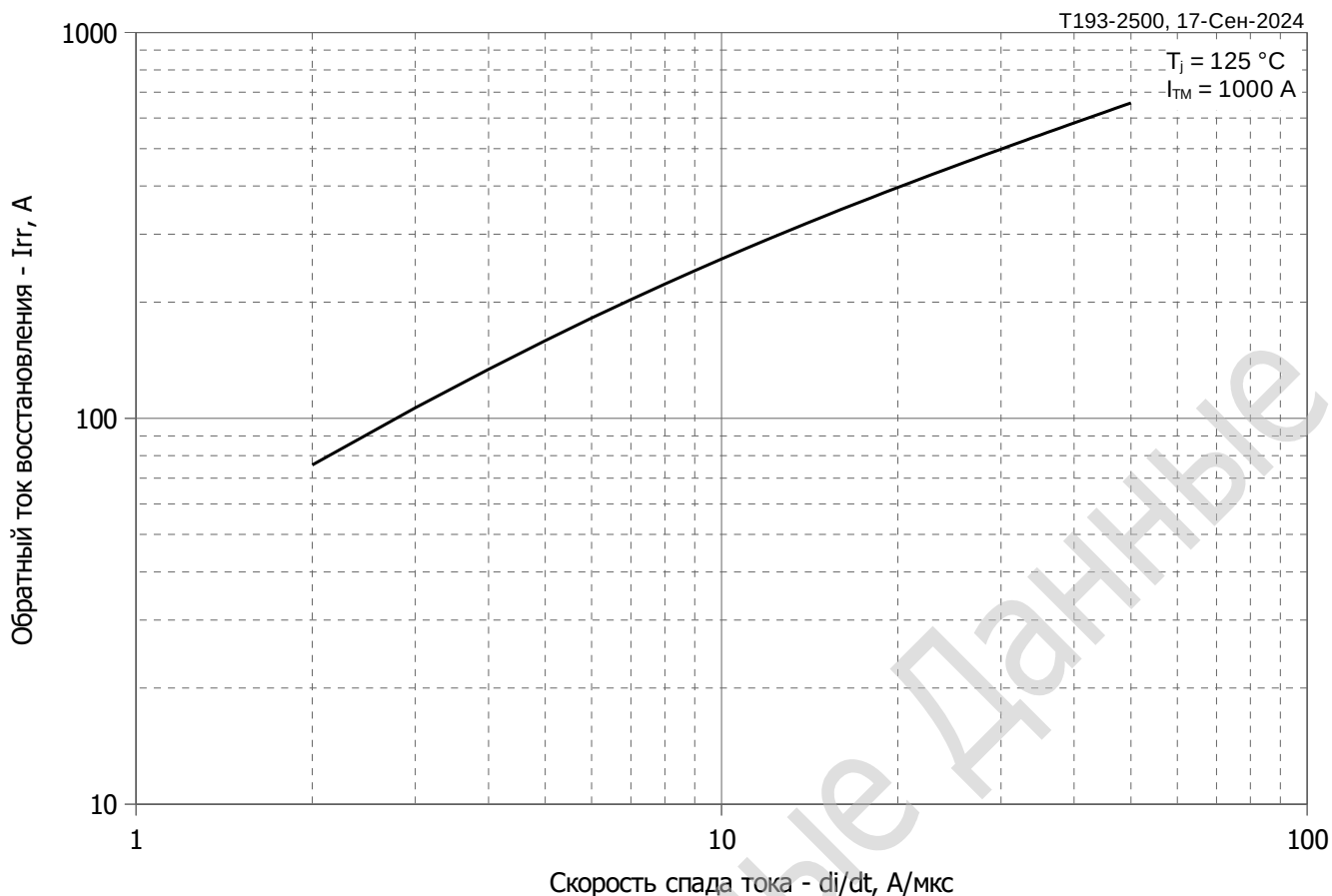


Рис. 7 – Зависимость максимального обратного тока восстановления I_{rr} от скорости спада тока di_R/dt в открытом состоянии

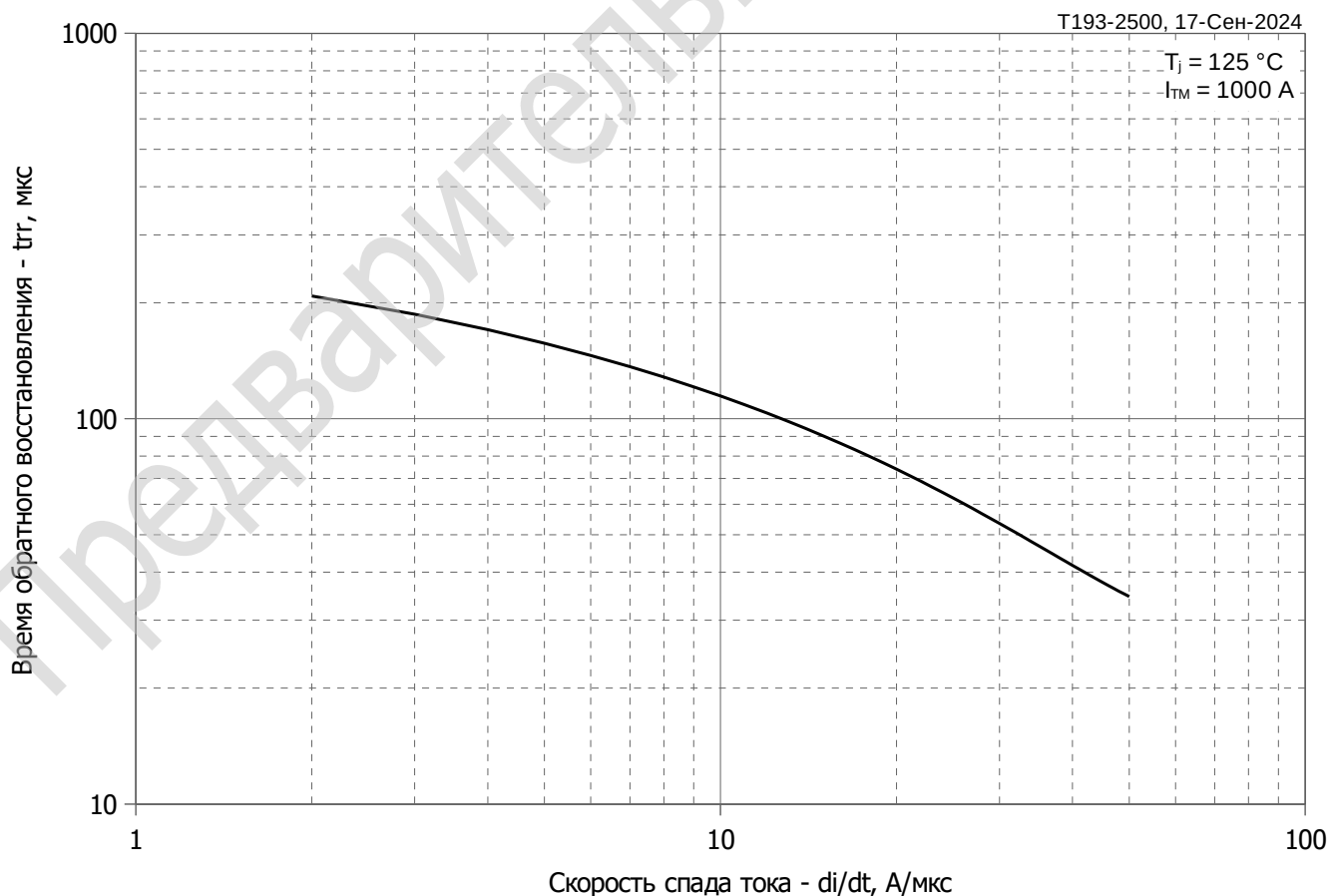


Рис. 8 - Зависимость максимального времени обратного восстановления t_{rr} от скорости спада тока di_R/dt (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии

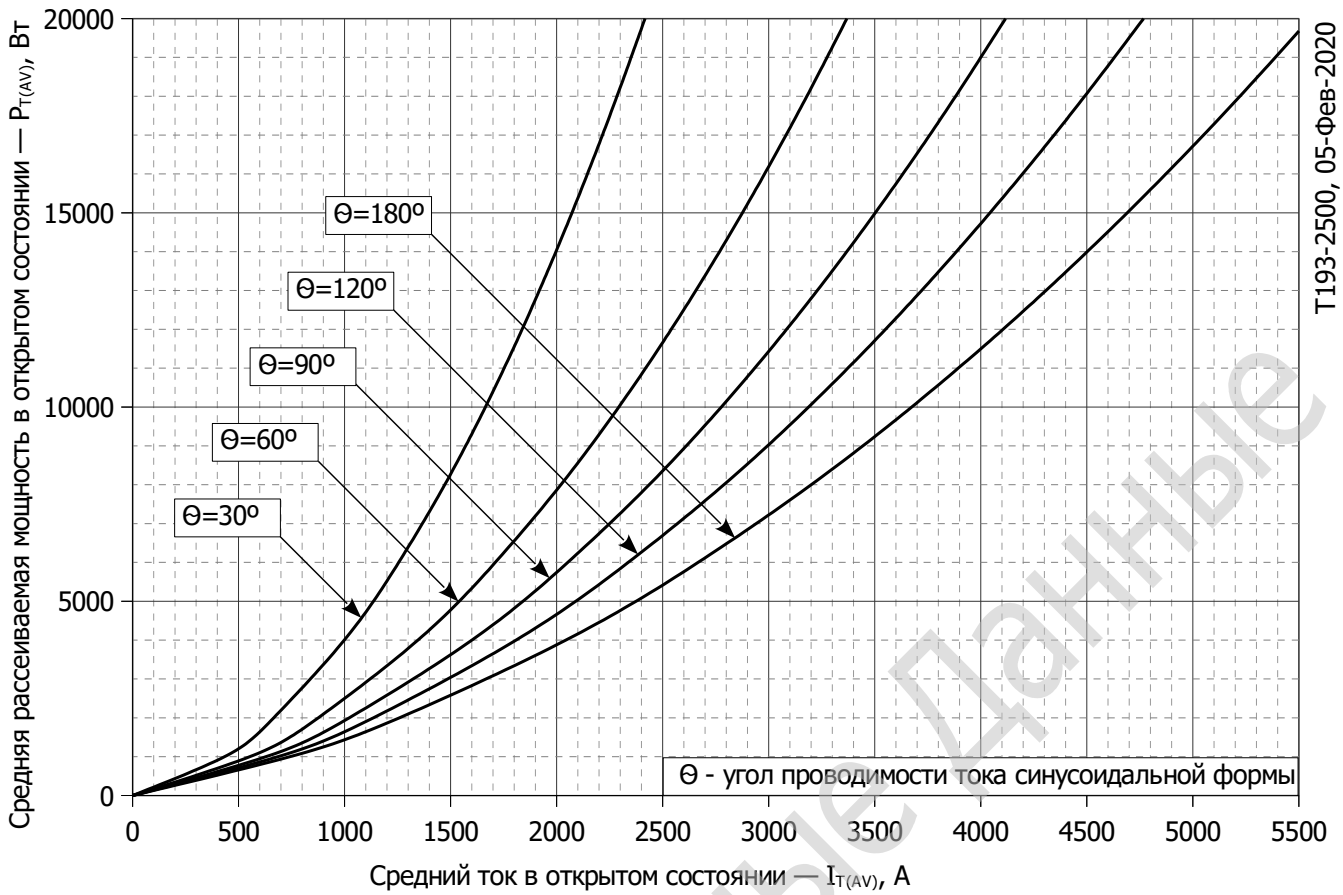


Рис. 9 - Зависимость потерь мощности P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} синусоидальной формы при различных углах проводимости ($f=50$ Гц, двухстороннее охлаждение)

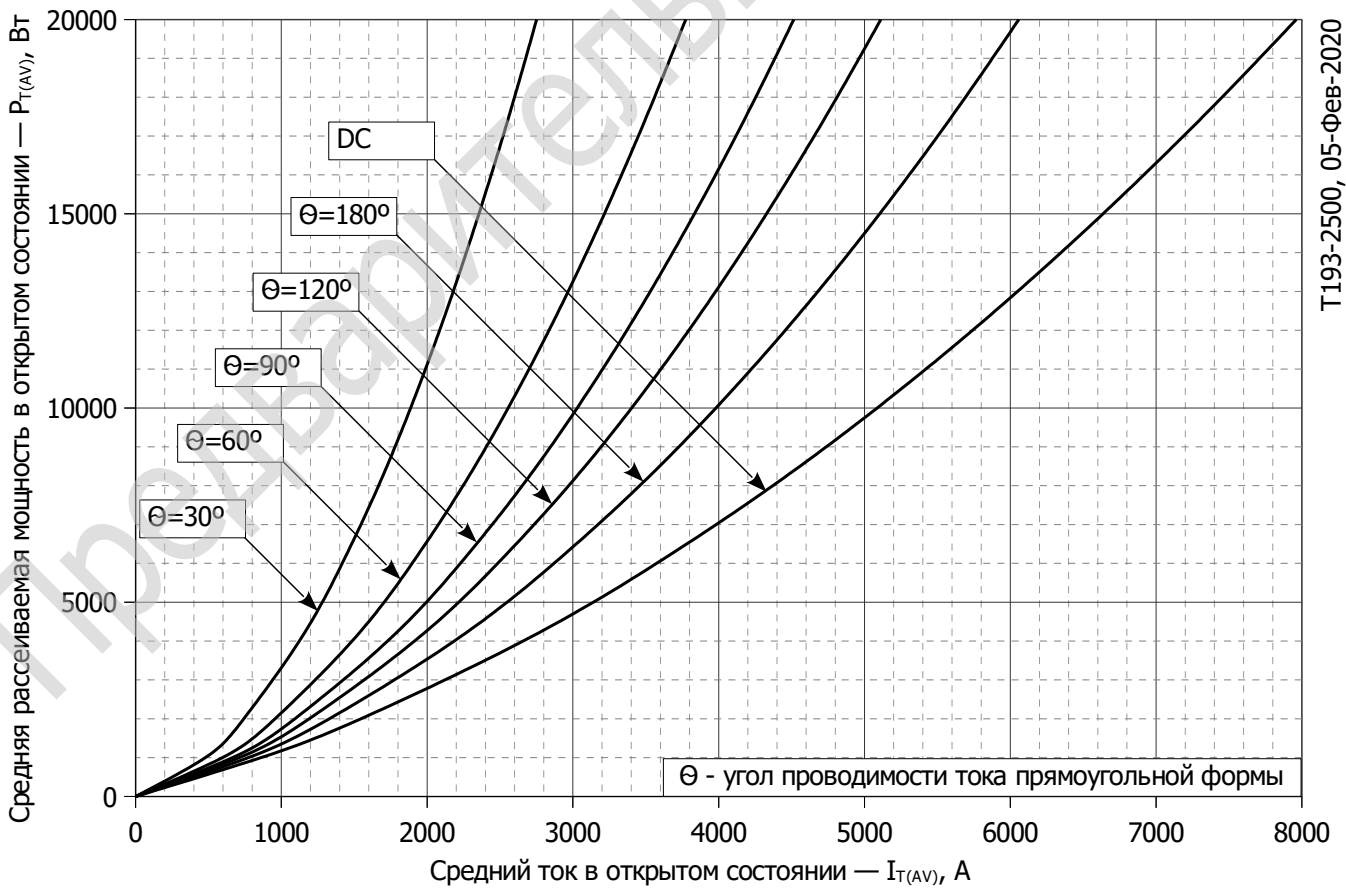


Рис. 10 – Зависимость потерь мощности P_{TAV} от среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} прямоугольной формы при различных углах проводимости ($f=50$ Гц, двухстороннее охлаждение)

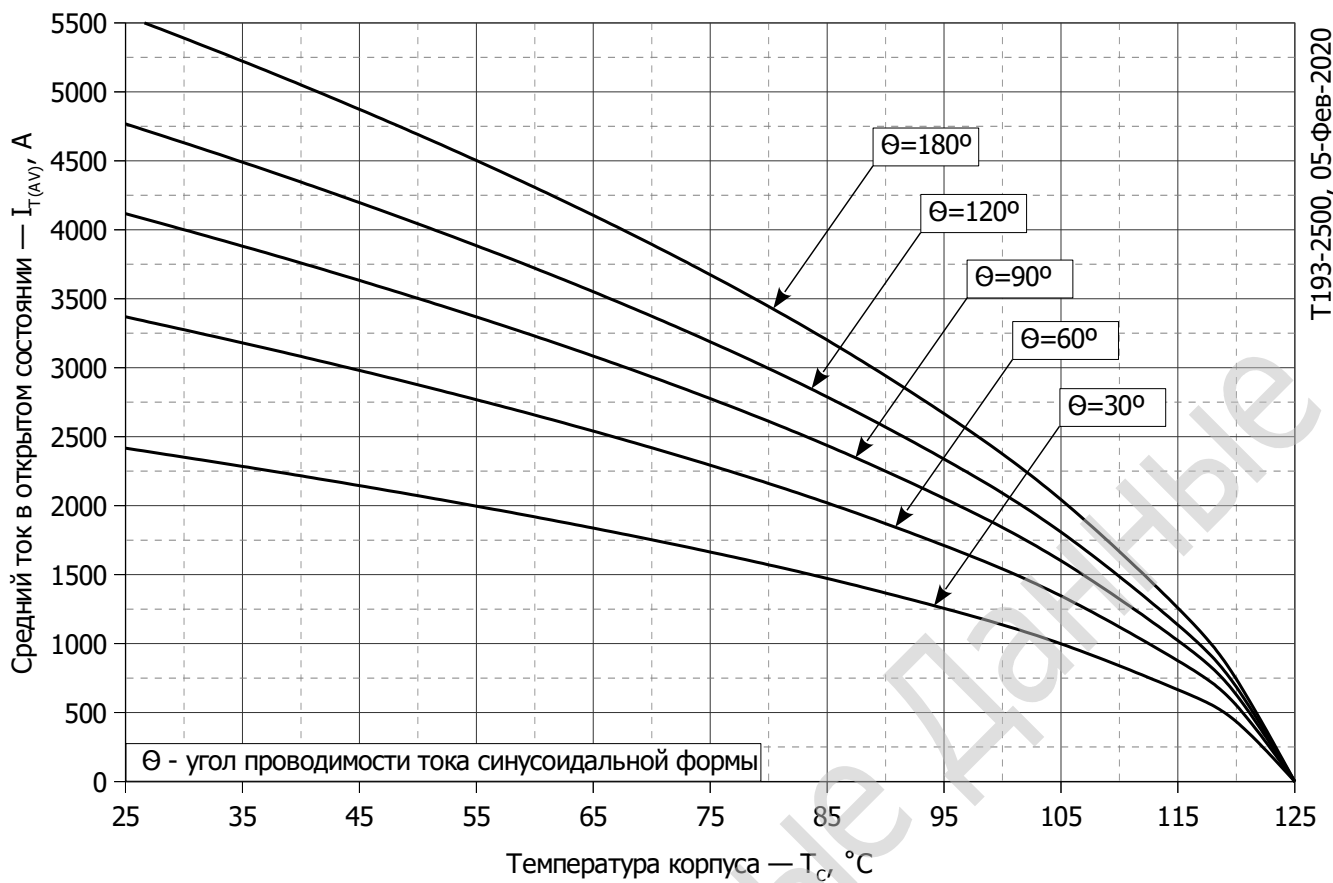


Рис. 11 – Зависимость среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры корпуса T_C для синусоидальной формы тока при различных углах проводимости ($f=50$ Гц, двухстороннее охлаждение)

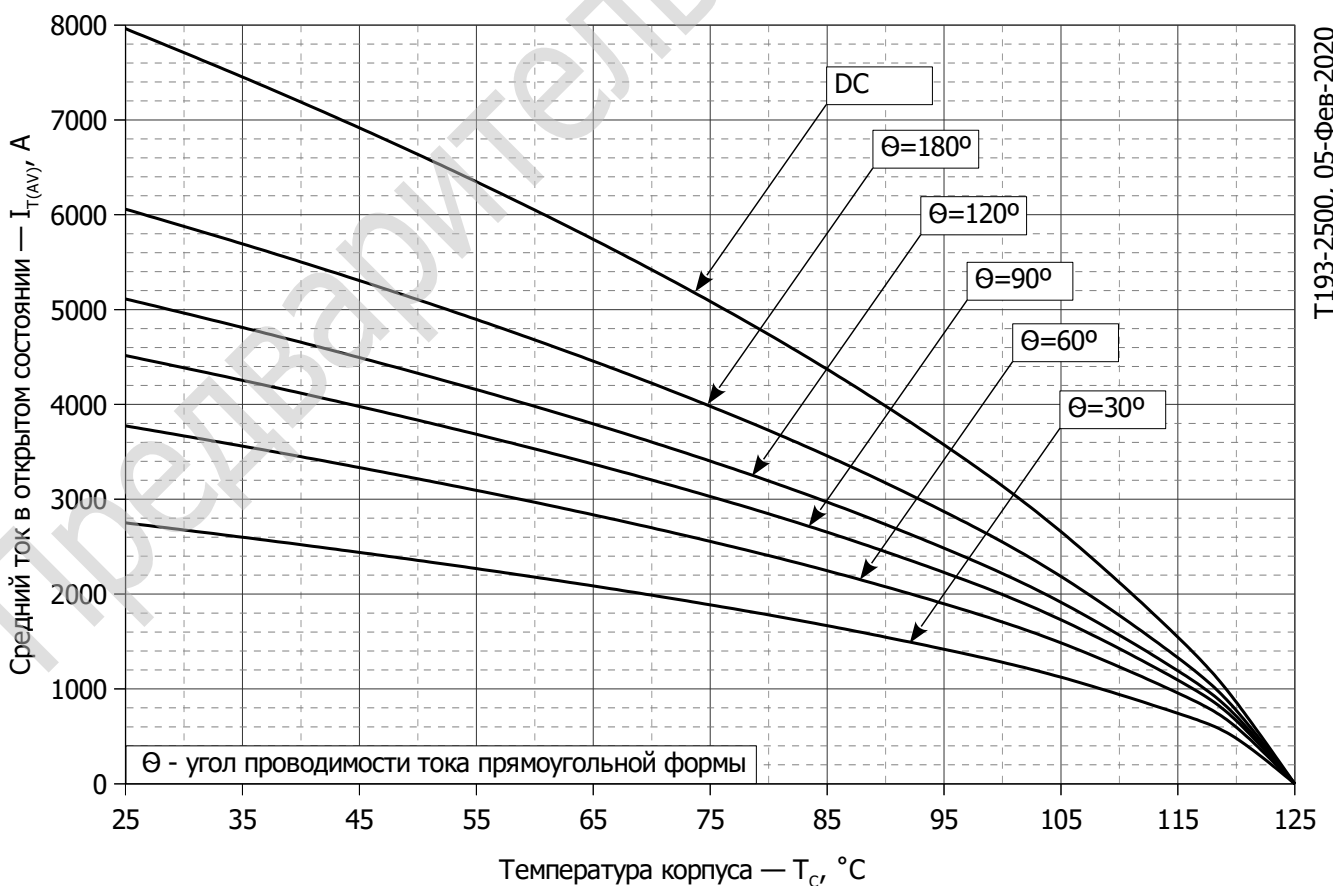


Рис. 12 - Зависимость среднего тока в открытом состоянии I_{TAV} от температуры корпуса T_C для прямоугольной формы тока при различных углах проводимости ($f=50$ Гц, двухстороннее охлаждение)

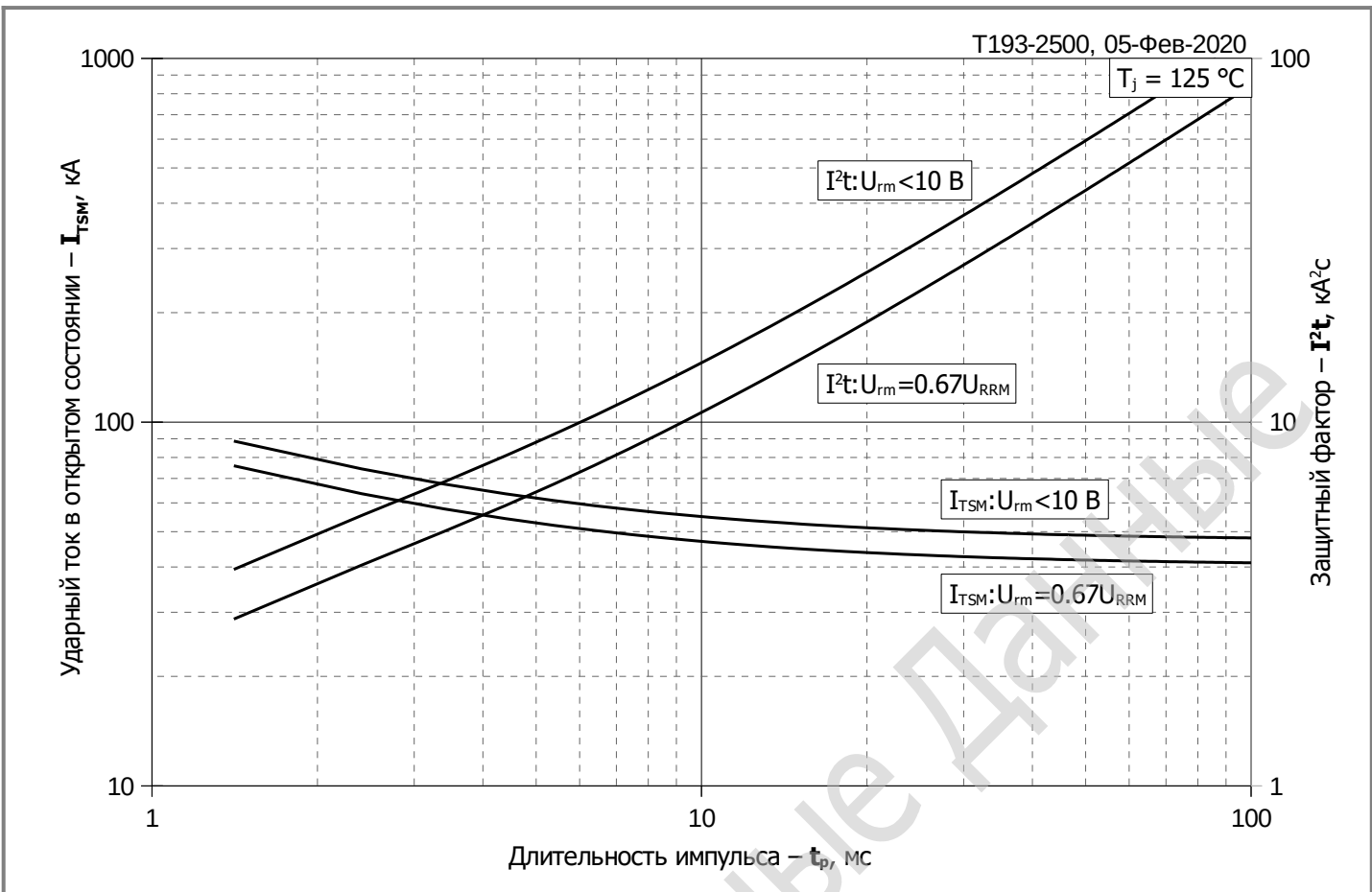


Рис. 13 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии I_{TSM} и защитного фактора I^2t от длительности импульса t_p

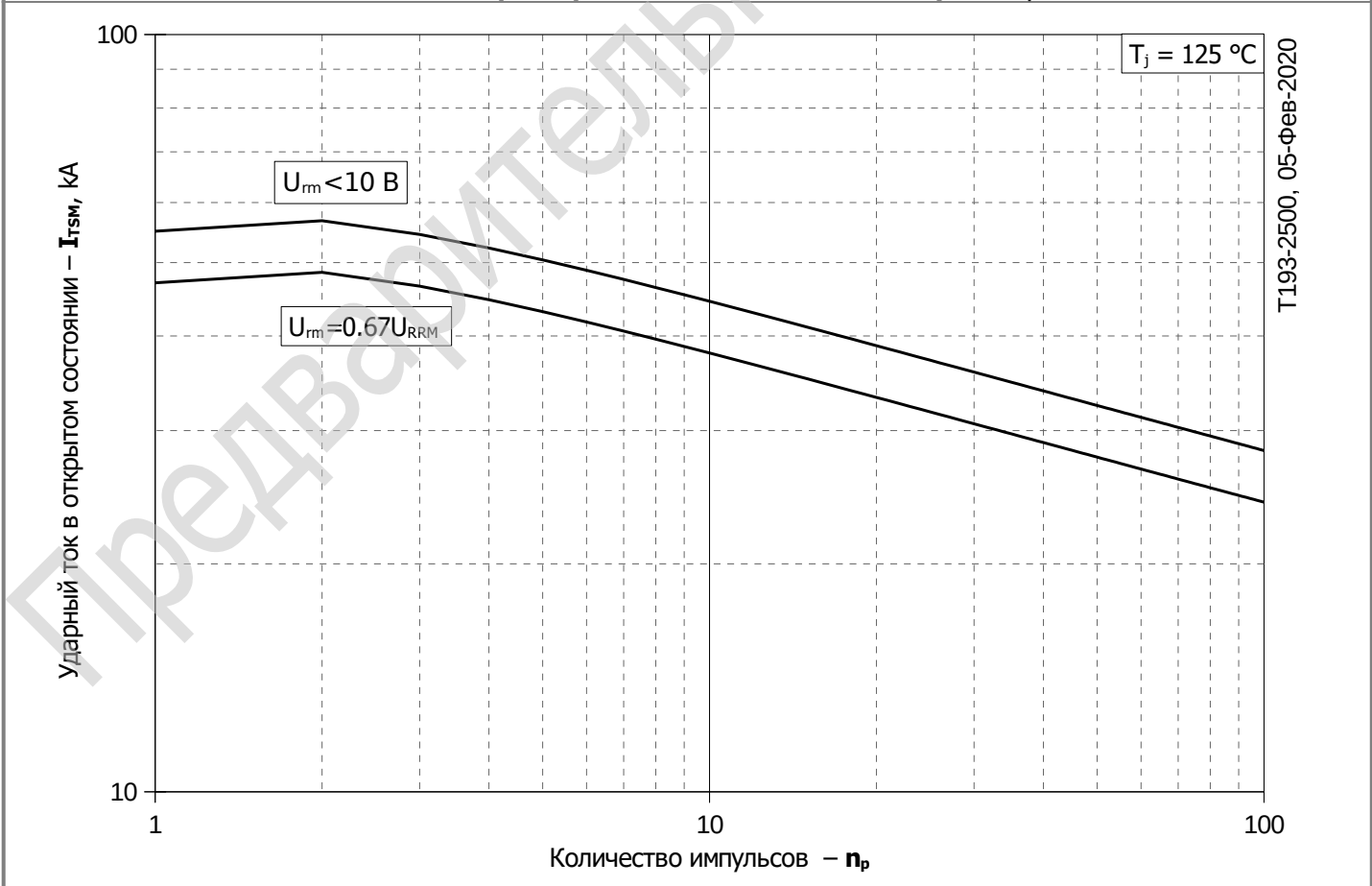


Рис. 14 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии I_{TSM} от количества импульсов n_p