



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

|  |            |      |                                  |      |      |      |      |      |
|--|------------|------|----------------------------------|------|------|------|------|------|
| Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии  | $I_{TAV}$  |      | 1250 А                           |      |      |      |      |      |
| Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии | $U_{DRM}$  |      | 1000...1800 В                    |      |      |      |      |      |
| Повторяющееся импульсное обратное напряжение             | $U_{RRM}$  |      |                                  |      |      |      |      |      |
| Время выключения   | $t_q$      |      | 160, 200, 250, 320, 400, 500 мкс |      |      |      |      |      |
| $U_{DRM}, U_{RRM}, В$                                    | 1000       | 1100 | 1200                             | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1800 |
| Класс по напряжению                                      | 10         | 11   | 12                               | 13   | 14   | 15   | 16   | 18   |
| $T_j, °C$  | -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          | 1250<br>1385 | $T_c=90 °C$ ; двухстороннее охлаждение;<br>$T_c=85 °C$ ; двухстороннее охлаждение;<br>180 эл. град. синус; 50 Гц |   |
| $I_{TRMS}$                              | Действующий ток в открытом состоянии                    | А          | 1962         | $T_c=90 °C$ ; двухстороннее охлаждение;<br>180 эл. град. синус; 50 Гц  |   |
| $I_{TSM}$                               | Ударный ток в открытом состоянии                        | кА         | 29.0<br>33.0 | $T_j=T_{jmax}$<br>$T_j=25 °C$  | 180 эл. град. синус;<br>$t_p=10$ мс; единичный импульс; $U_D=U_R=0$ В;<br>Импульс управления:<br>$I_G=2$ А; $t_{GP}=50$ мкс;<br>$di_G/dt \geq 1$ А/мкс  |
|   |   |            | 30.0<br>35.0 | $T_j=T_{jmax}$<br>$T_j=25 °C$  | 180 эл. град. синус;<br>$t_p=8.3$ мс; единичный импульс; $U_D=U_R=0$ В;<br>Импульс управления:<br>$I_G=2$ А; $t_{GP}=50$ мкс;<br>$di_G/dt \geq 1$ А/мкс |
| $I^2t$                                  | Защитный показатель                                     | $A^2c10^3$ | 4200<br>5400 | $T_j=T_{jmax}$<br>$T_j=25 °C$  | 180 эл. град. синус;<br>$t_p=10$ мс; единичный импульс; $U_D=U_R=0$ В;<br>Импульс управления:<br>$I_G=2$ А; $t_{GP}=50$ мкс;<br>$di_G/dt \geq 1$ А/мкс  |
|   |   |            | 3700<br>5000 | $T_j=T_{jmax}$<br>$T_j=25 °C$  | 180 эл. град. синус;<br>$t_p=8.3$ мс; единичный импульс; $U_D=U_R=0$ В;<br>Импульс управления:<br>$I_G=2$ А; $t_{GP}=50$ мкс;<br>$di_G/dt \geq 1$ А/мкс |

| <b>Блокирующие параметры</b>  |   |                  |  |   |
|-------------------------------|---|------------------|--|---|
| $U_{DRM}, U_{RRM}$            | Повторяющееся импульсное обратное напряжение и повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии     | В                | 1000...1800                                | $T_{j\ min} < T_j < T_{j\ max}$ ;<br>180 эл. град. синус; 50 Гц;<br>управление разомкнуто   |
| $U_{DSM}, U_{RSM}$            | Неповторяющееся импульсное обратное напряжение и неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии | В                | 1100...1900                                | $T_{j\ min} < T_j < T_{j\ max}$ ;<br>180 эл. град. синус; единичный импульс; управление разомкнуто  |
| $U_D, U_R$                    | Постоянное обратное и постоянное прямое напряжение  | В                | $0.6 \cdot U_{DRM}$<br>$0.6 \cdot U_{RRM}$ | $T_j = T_{j\ max}$ ;<br>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 ( $f=1$ Hz)                                       | А/мкс            | 1250                                       | $T_j = T_{j\ max}$ ; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$ ; $I_{TM} = 5400$ А;<br>Импульс управления: $I_G = 2$ А;<br>$t_{GP} = 50$ мкс; $di_G/dt \geq 2$ А/мкс |
| <b>Тепловые параметры</b>     |   |                  |  |   |
| $T_{stg}$                     | Температура хранения  | °C               | -60...+50                                  |   |
| $T_j$                         | Температура р-п перехода  | °C               | -60...+125                                 |   |
| <b>Механические параметры</b> |   |                  |  |   |
| F                             | Монтажное усилие  | кН               | 24.0...28.0                                |   |
| 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        | 1.70   | $T_j = 25$ °C; $I_{TM} = 3925$ А  |
| $U_{T(TO)}$                                  | Пороговое напряжение, макс  | В        | 0.998  | $T_j = T_{j\ max}$ ;<br>$0.5 \pi I_{TAV} < I_T < 1.5 \pi I_{TAV}$   |
| $r_T$  | Динамическое сопротивление в открытом состоянии, макс   | МОм      | 0.179  |   |
| $I_L$  | Ток включения, макс   | мА       | 1500   | $T_j = 25$ °C; $U_D = 12$ В;<br>Импульс управления: $I_G = 2$ А;<br>$t_{GP} = 50$ мкс; $di_G/dt \geq 1$ А/мкс |
| $I_H$  | Ток удержания, макс   | мА       | 300  | $T_j = 25$ °C;<br>$U_D = 12$ 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  | $T_j = T_{j\ max}$ ;<br>$U_D = U_{DRM}$ ; $U_R = U_{RRM}$   |
| $(du_D/dt)_{crit}$                           | Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии <sup>1)</sup> , мин             | В/мкс    | 200, 320,<br>500, 1000,<br>1600, 2000,<br>2500 | $T_j = T_{j\ max}$ ;<br>$U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$ ; управление разомкнуто                                    |

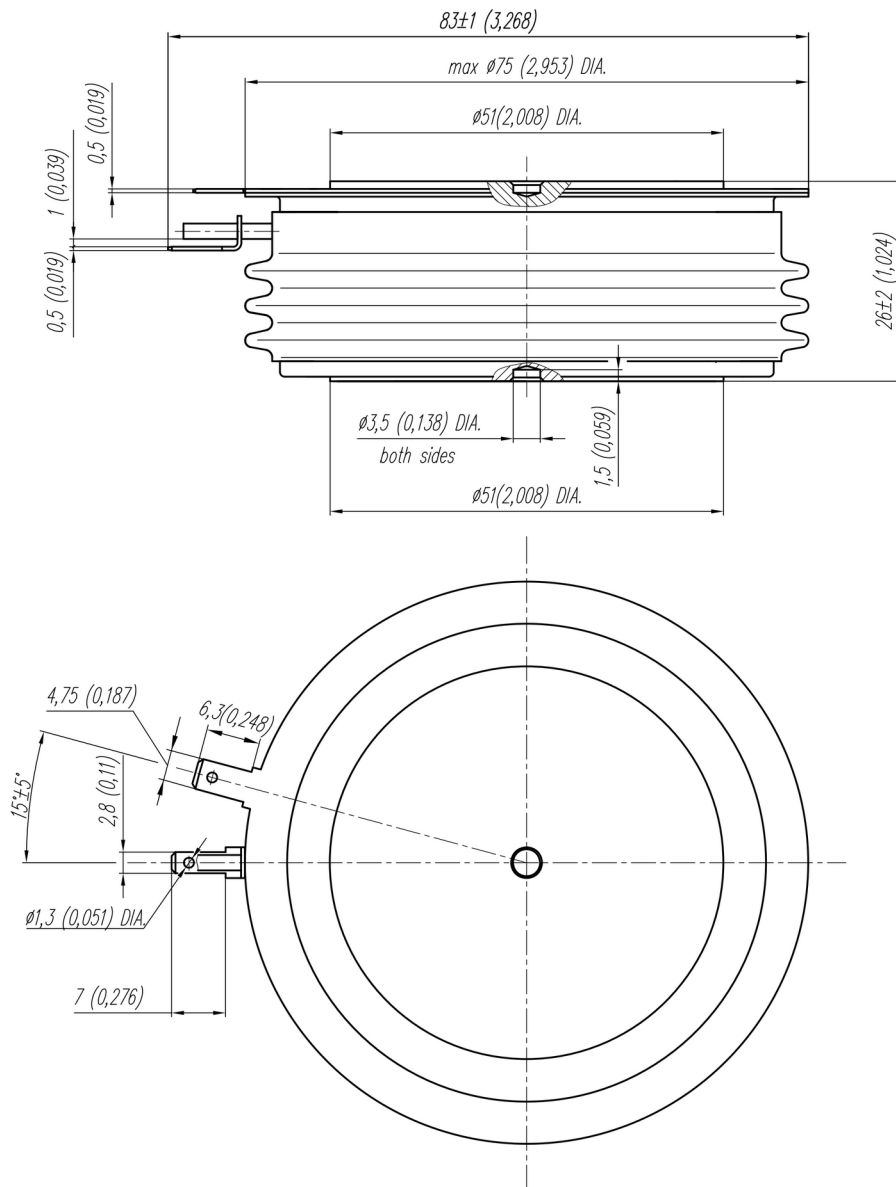
| Характеристики управления |  |    |                      |   |   |
|---------------------------|--|----|----------------------|---|---|
| $U_{GT}$                  | Отпирающее постоянное напряжение управления, макс  | В  | 3.00<br>2.50<br>1.50 | $T_j = T_{j \min}$<br>$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$<br>$T_j = T_{j \max}$ | $U_D = 12 \text{ В}; I_D = 3 \text{ А};$<br>Постоянный ток управления |
| $I_{GT}$                  | Отпирающий постоянный ток управления, макс         | мА | 500<br>300<br>150    | $T_j = T_{j \min}$<br>$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$<br>$T_j = T_{j \max}$ |   |
| $U_{GD}$                  | Неотпирающее постоянное напряжение управления, мин | В  | 0.40                 | $T_j = T_{j \max};$<br>$U_D = 0.67 \cdot U_{DRM};$                            |   |
| $I_{GD}$                  | Неотпирающий постоянный ток управления, мин        | мА | 55.00                | Постоянный ток управления   |   |

| Динамические характеристики |                                       |      |                                    |   |  |
|-----------------------------|---------------------------------------|------|------------------------------------|---|--|
| $t_{gd}$                    | Время задержки включения, макс        | мкс  | 1.10                               | $T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}; U_D = 1000 \text{ В}; I_{TM} = I_{TAV};$<br>$di/dt = 200 \text{ А/мкс};$  |  |
| $t_{gt}$                    | Время включения, макс                 | мкс  | 3.00                               | Импульс управления: $I_G = 2 \text{ А}; U_G = 20 \text{ В};$<br>$t_{GP} = 50 \text{ мкс}; di_G/dt = 2 \text{ А/мкс}$                                    |  |
| $t_q$                       | Время выключения <sup>2)</sup> , макс | мкс  | 160, 200,<br>250, 320,<br>400, 500 | $du_D/dt = 50 \text{ В/мкс}; T_j = T_{j \max}; I_{TM} = I_{TAV};$<br>$di_R/dt = -10 \text{ А/мкс}; U_R = 100 \text{ В};$<br>$U_D = 0.67 \cdot U_{DRM};$ |  |
| $Q_{rr}$                    | Заряд обратного восстановления, макс  | мкКл | 2700                               | $T_j = T_{j \max}; I_{TM} = 2000 \text{ А};$<br>$di_R/dt = -10 \text{ А/мкс};$<br>$U_R = 100 \text{ В}$   |  |
| $t_{rr}$                    | Время обратного восстановления, макс  | мкс  | 30                                 |   |  |
| $I_{rr}$                    | Обратный ток восстановления, макс     | А    | 180                                |   |  |

| Тепловые характеристики |   |                     |        |                |                              |
|-------------------------|---|---------------------|--------|----------------|------------------------------|
| $R_{thjc}$              | Тепловое сопротивление р-п переход-корпус, макс | $^\circ\text{C/Вт}$ | 0.0180 | Постоянный ток | Двухстороннее охлаждение     |
| $R_{thjc-A}$            |   |                     | 0.0396 |                | Охлаждение со стороны анода  |
| $R_{thjc-K}$            |   |                     | 0.0324 |                | Охлаждение со стороны катода |
| $R_{thck}$              | Тепловое сопротивление корпус-охладитель, макс  | $^\circ\text{C/Вт}$ | 0.0040 | Постоянный ток |                              |

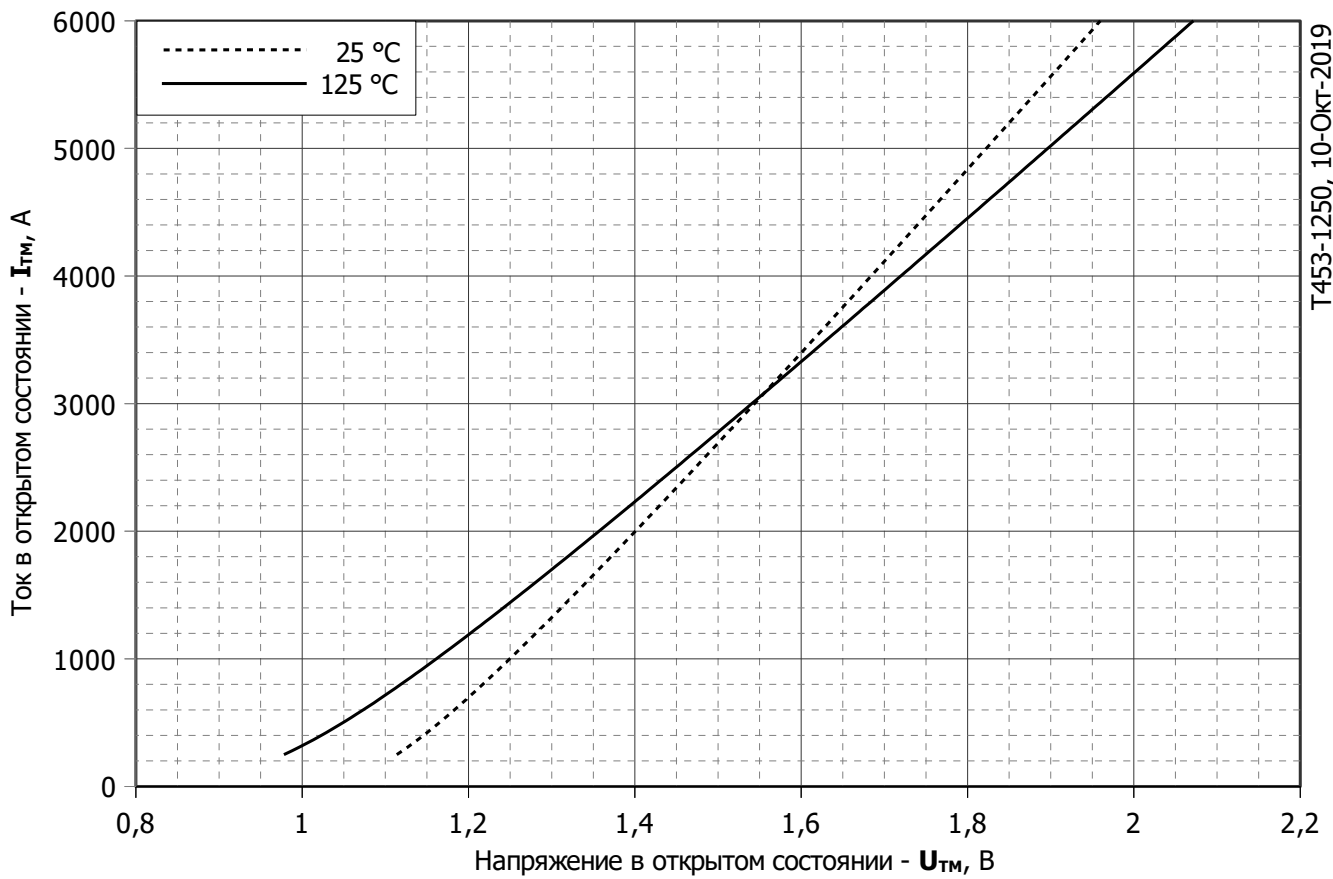
| Механические характеристики |                                       |              |                  |  |  |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|------------------|--|--|
| $m$                         | Масса, макс                           | г            | 540              |  |  |
| $D_s$                       | Длина пути тока утечки по поверхности | мм<br>(дюйм) | 29.47<br>(1.160) |  |  |
| $D_a$                       | Длина пути тока утечки по воздуху     | мм<br>(дюйм) | 17.50<br>(0.689) |  |  |

| МАРКИРОВКА   |     |      |     |      |      |      | ПРИМЕЧАНИЕ   |  |  |  |  |  |  |                    |    |    |    |    |    |    |                    |                              |     |     |     |      |      |      |      |
|--|-----|------|-----|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--------------------|----|----|----|----|----|----|--------------------|------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| T  | 453 | 1250 | 18  | A2   | E2   | УХЛ2 | 1) Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии   |  |  |  |  |  |  |                    |    |    |    |    |    |    |                    |                              |     |     |     |      |      |      |      |
| 1  | 2   | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Обозначение группы</th> <th>P2</th> <th>K2</th> <th>E2</th> <th>A2</th> <th>T1</th> <th>P1</th> <th>M1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>(du_D/dt)_{crit},</math><br/>В/мкс</td> <td>200</td> <td>320</td> <td>500</td> <td>1000</td> <td>1600</td> <td>2000</td> <td>2500</td> </tr> </tbody> </table> |  |  |  |  |  |  | Обозначение группы | P2 | K2 | E2 | A2 | T1 | P1 | M1                 | $(du_D/dt)_{crit},$<br>В/мкс | 200 | 320 | 500 | 1000 | 1600 | 2000 | 2500 |
| Обозначение группы   | P2  | K2   | E2  | A2   | T1   | P1   | M1   |  |  |  |  |  |  |                    |    |    |    |    |    |    |                    |                              |     |     |     |      |      |      |      |
| $(du_D/dt)_{crit},$<br>В/мкс   | 200 | 320  | 500 | 1000 | 1600 | 2000 | 2500   |  |  |  |  |  |  |                    |    |    |    |    |    |    |                    |                              |     |     |     |      |      |      |      |
| 1. Низкочастотный тиристор<br>2. Конструктивное исполнение<br>3. Средний ток в открытом состоянии, А<br>4. Класс по напряжению<br>5. Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии, В/мкс<br>6. Группа по времени выключения ( $du_D/dt = 50 \text{ В/мкс}$ )<br>7. Климатическое исполнение по ГОСТ 15150: УХЛ2, Т2 |     |      |     |      |      |      | 2) Время выключения ( $du_D/dt = 50 \text{ В/мкс}$ )   |  |  |  |  |  |  |                    |    |    |    |    |    |    |                    |                              |     |     |     |      |      |      |      |
|  |     |      |     |      |      |      | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Обозначение группы</th> <th>T2</th> <th>P2</th> <th>M2</th> <th>K2</th> <th>H2</th> <th>E2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>t_q, \text{ мкс}</math></td> <td>160</td> <td>200</td> <td>250</td> <td>320</td> <td>400</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table>   |  |  |  |  |  |  | Обозначение группы | T2 | P2 | M2 | K2 | H2 | E2 | $t_q, \text{ мкс}$ | 160                          | 200 | 250 | 320 | 400  | 500  |      |      |
| Обозначение группы   | T2  | P2   | M2  | K2   | H2   | E2   |  |  |  |  |  |  |  |                    |    |    |    |    |    |    |                    |                              |     |     |     |      |      |      |      |
| $t_q, \text{ мкс}$   | 160 | 200  | 250 | 320  | 400  | 500  |  |  |  |  |  |  |  |                    |    |    |    |    |    |    |                    |                              |     |     |     |      |      |      |      |



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.



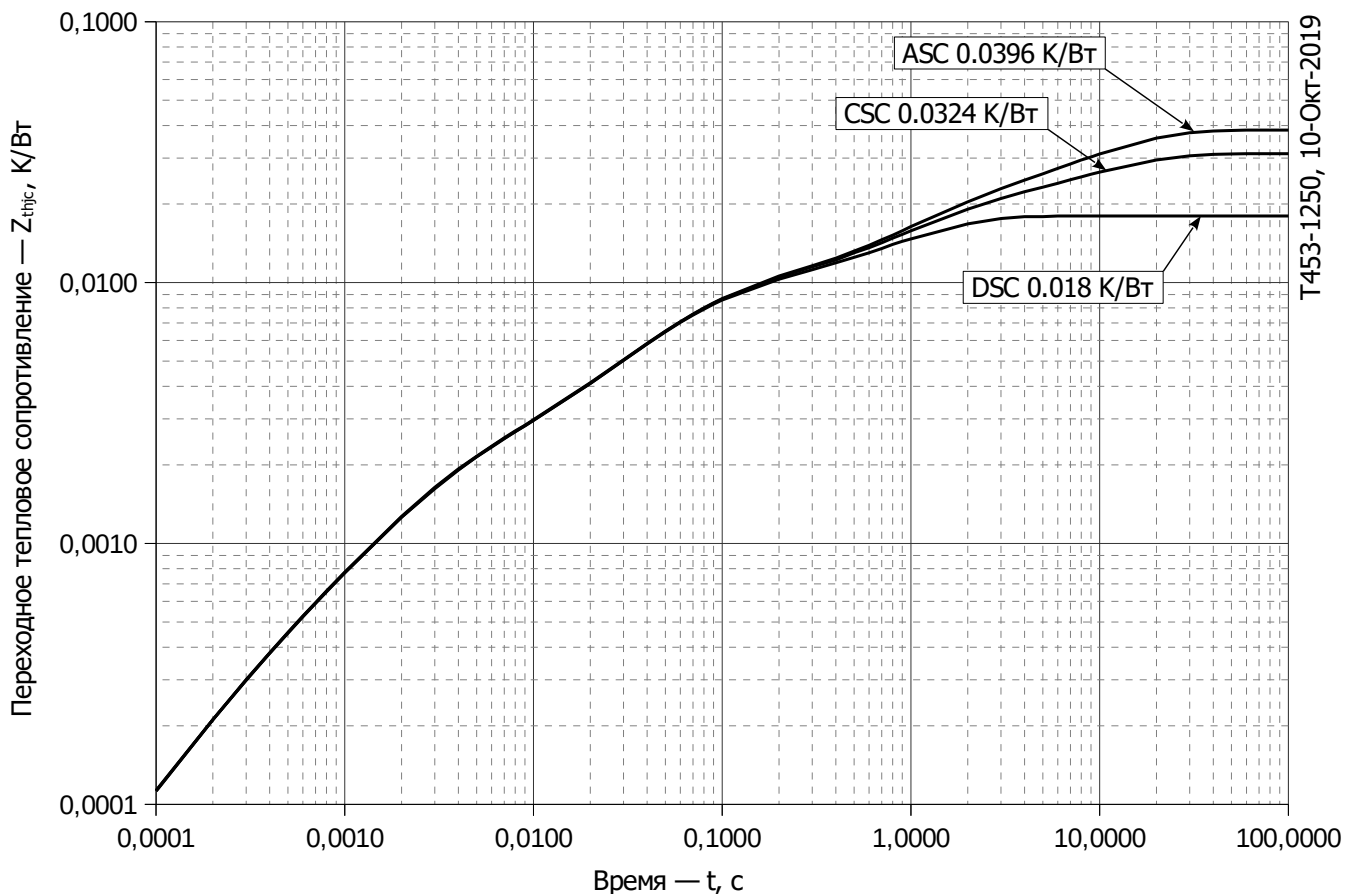
**Рис. 1 – Предельная вольт – амперная характеристика**

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 |                    |
|----------|--------------------------|--------------------|
|          | $T_j = 25^\circ\text{C}$ | $T_j = T_{j \max}$ |
| <b>A</b> | 0.93969000               | 0.69309000         |
| <b>B</b> | 0.00013164               | 0.00016967         |
| <b>C</b> | 0.02509500               | 0.04508000         |
| <b>D</b> | 0.00015368               | -0.00040906        |

**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  $t$ .

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

Постоянный ток, двустороннее охлаждение

| $i$         | 1        | 2        | 3        | 4        | 5         | 6          |
|-------------|----------|----------|----------|----------|-----------|------------|
| $R_i, K/W$  | 0.009241 | 0.006037 | 0.001231 | 0.001054 | 0.0003396 | 0.00009575 |
| $\tau_i, s$ | 0.9673   | 0.04967  | 0.002733 | 0.07734  | 0.001638  | 0.0002248  |

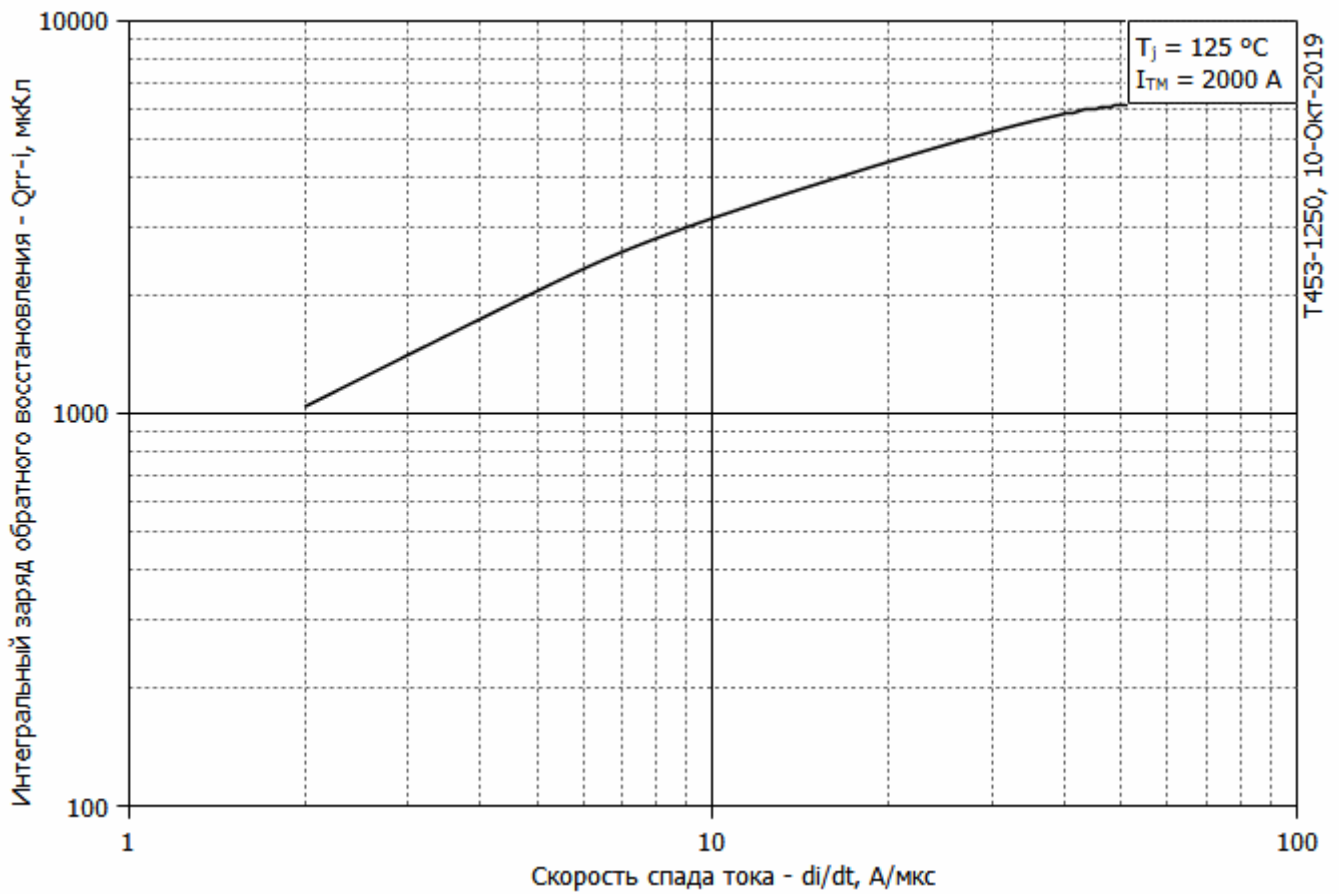
Постоянный ток, охлаждение со стороны анода

| $i$         | 1       | 2        | 3        | 4        | 5        | 6         |
|-------------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| $R_i, K/W$  | 0.01318 | 0.009281 | 0.006055 | 0.001018 | 0.001535 | 0.0001182 |
| $\tau_i, s$ | 9.745   | 1.028    | 0.05591  | 0.03732  | 0.002468 | 0.0002687 |

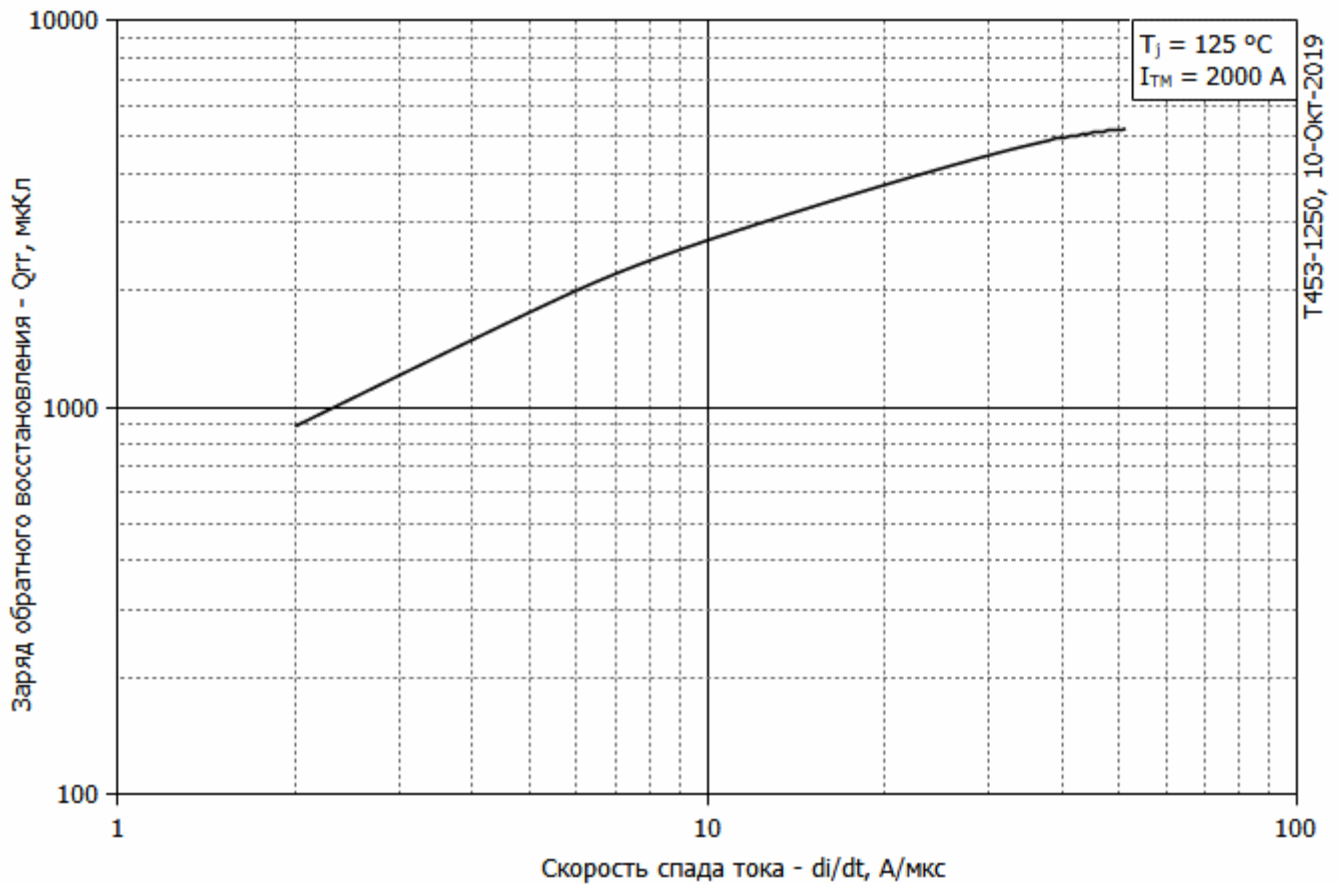
Постоянный ток, охлаждение со стороны катода

| $i$         | 1       | 2        | 3        | 4         | 5        | 6         |
|-------------|---------|----------|----------|-----------|----------|-----------|
| $R_i, K/W$  | 0.02041 | 0.009325 | 0.006949 | 0.0001252 | 0.001516 | 0.0001119 |
| $\tau_i, s$ | 9.752   | 1.065    | 0.05344  | 0.01407   | 0.002421 | 0.0002554 |

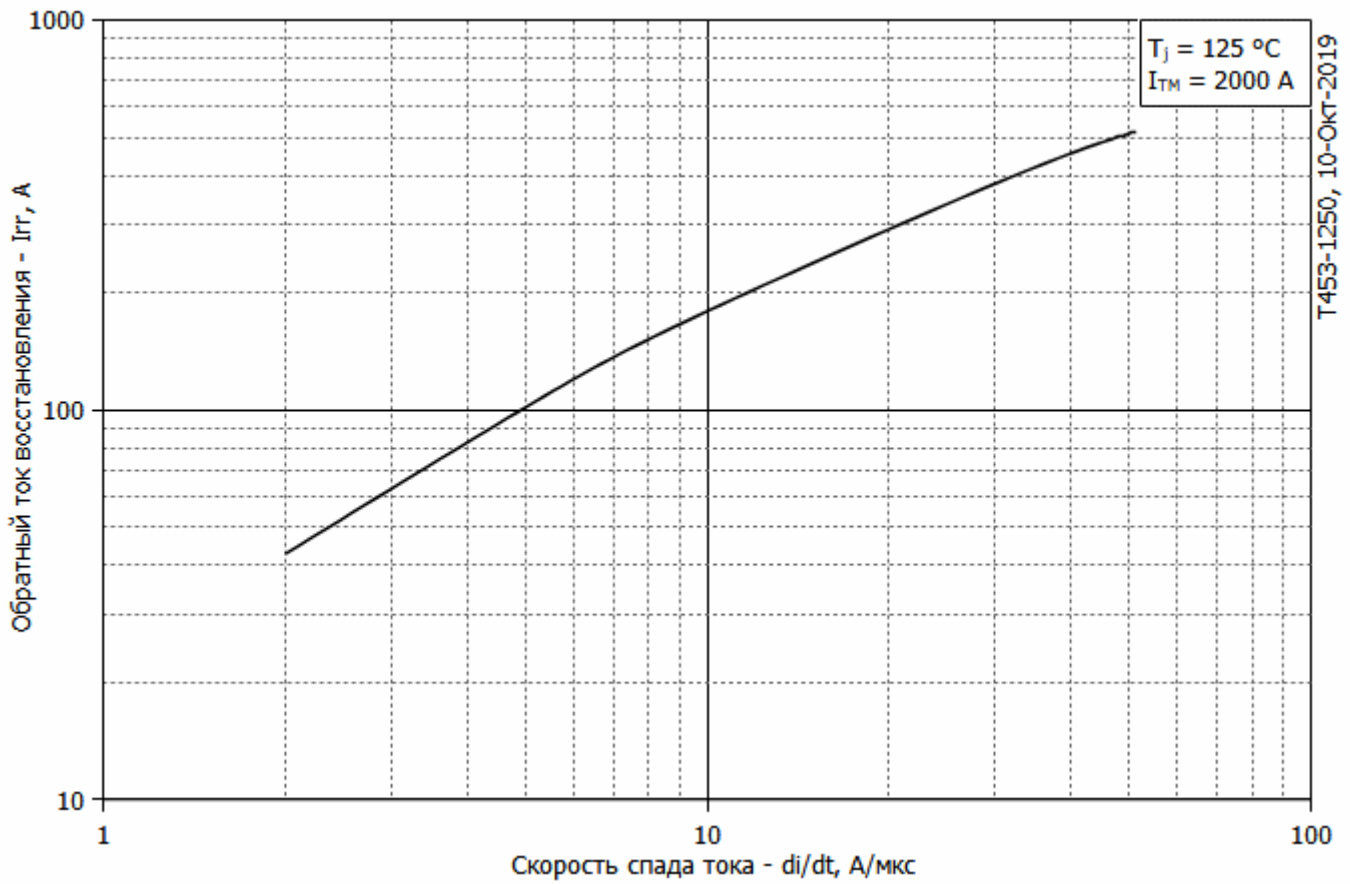
**Модель переходного теплового сопротивления переход - корпус (см. Рис. 2)**



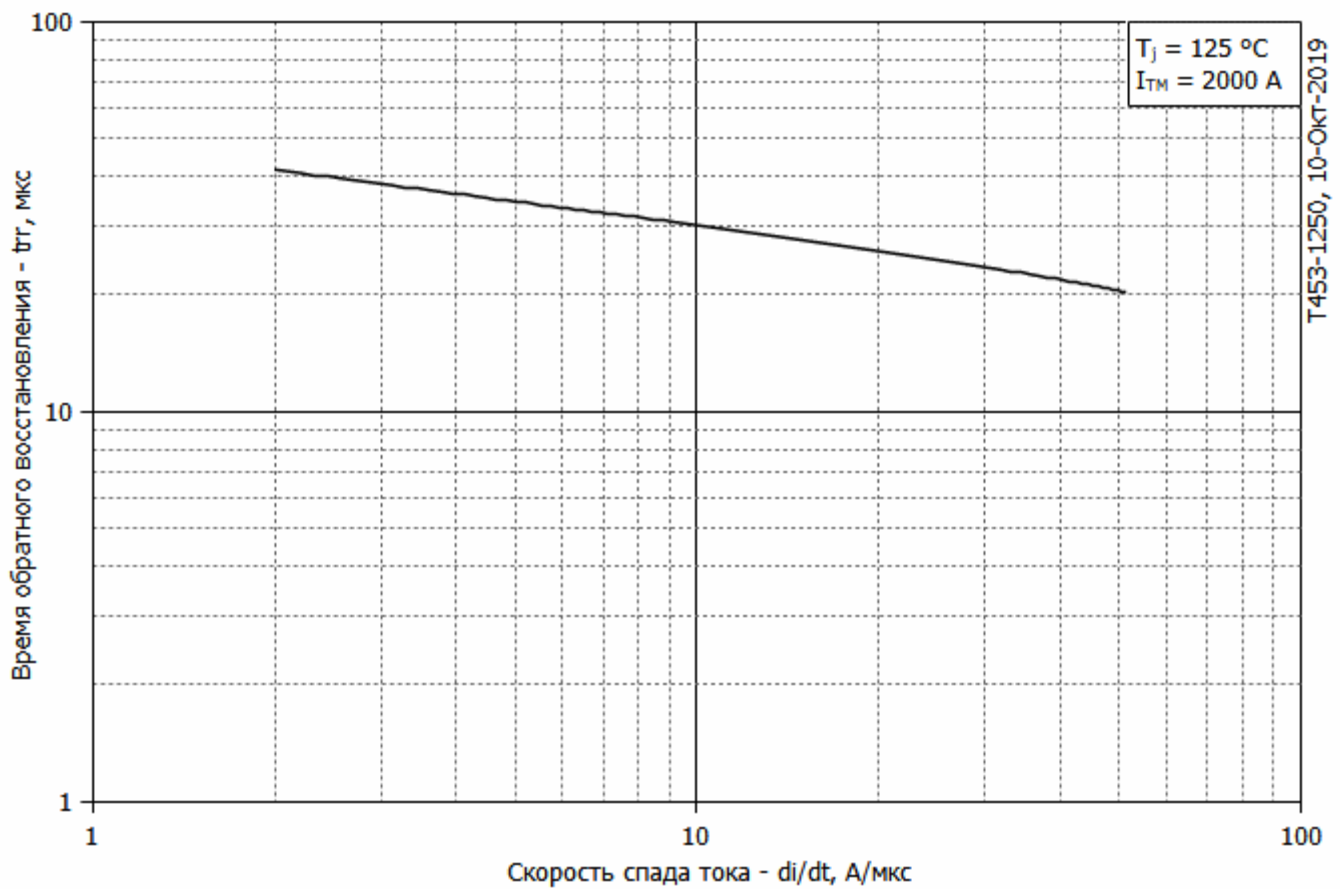
**Рис. 3 – Зависимость максимального интегрального заряда обратного восстановления  $Q_{rr-i}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  в открытом состоянии**



**Рис. 4 – Зависимость максимального заряда обратного восстановления  $Q_{rr}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии**

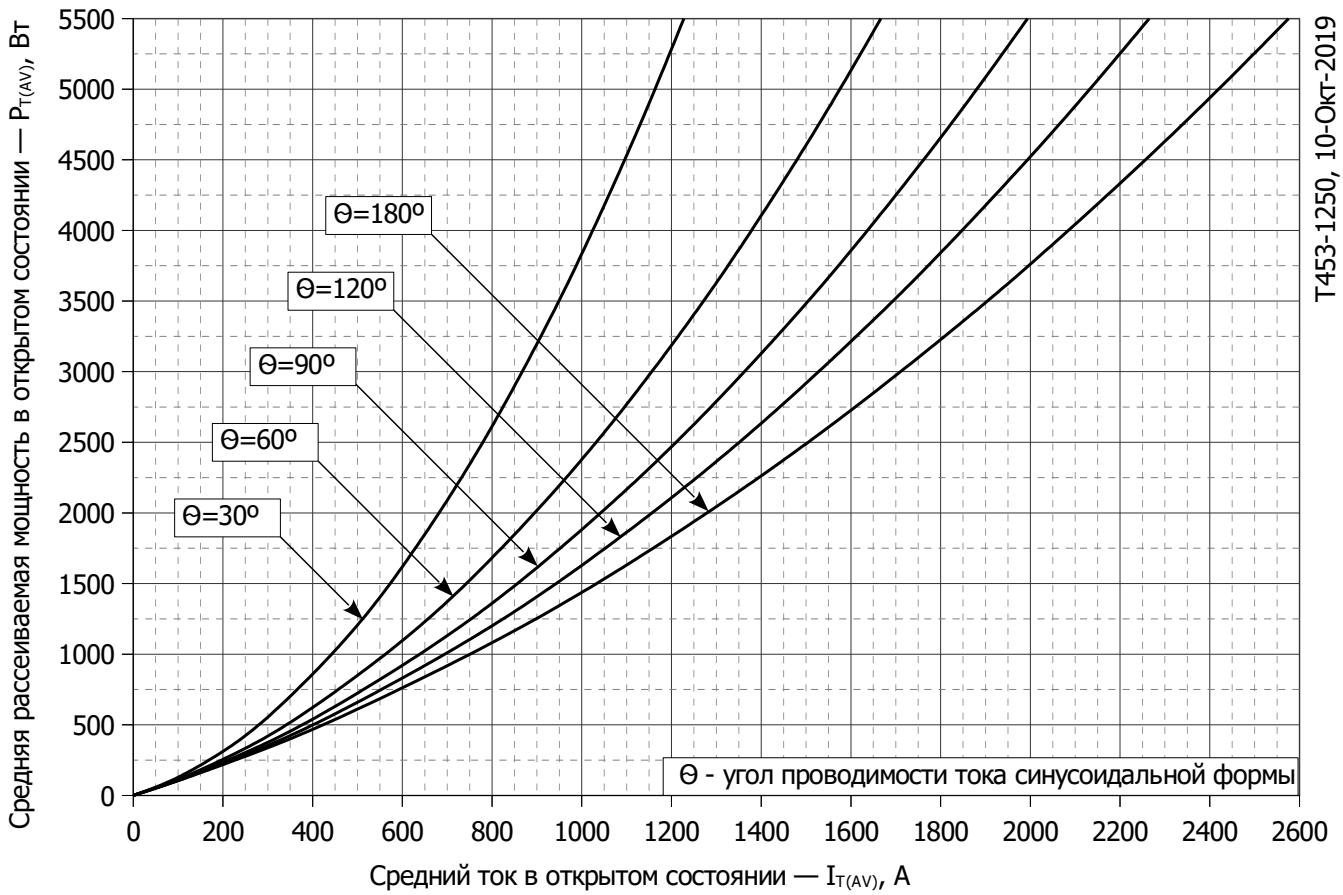


**Рис. 5 – Зависимость максимального обратного тока восстановления  $I_{rr}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  в открытом состоянии**



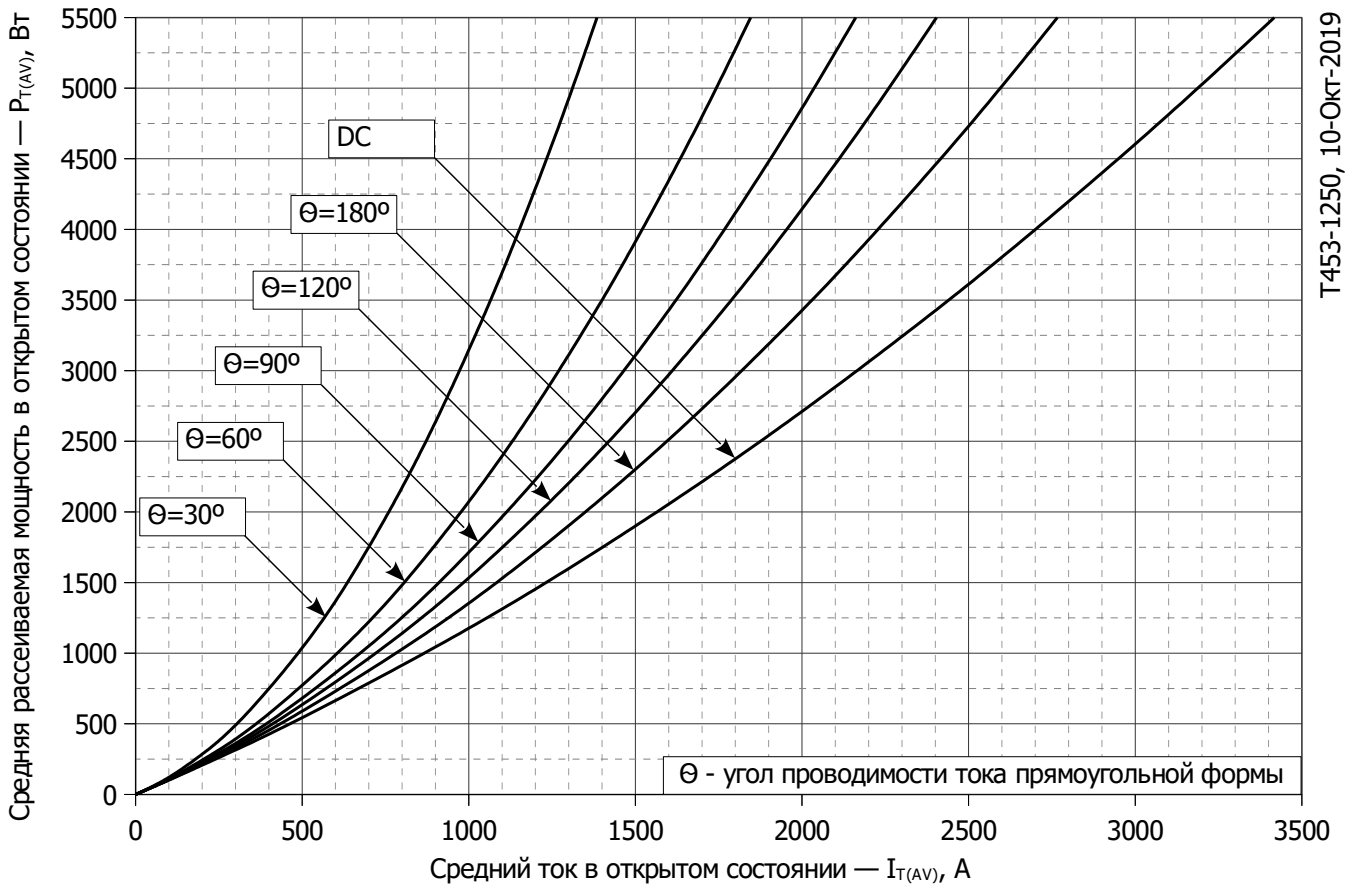
**Рис. 6 - Зависимость максимального времени обратного восстановления  $t_{rr}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии**





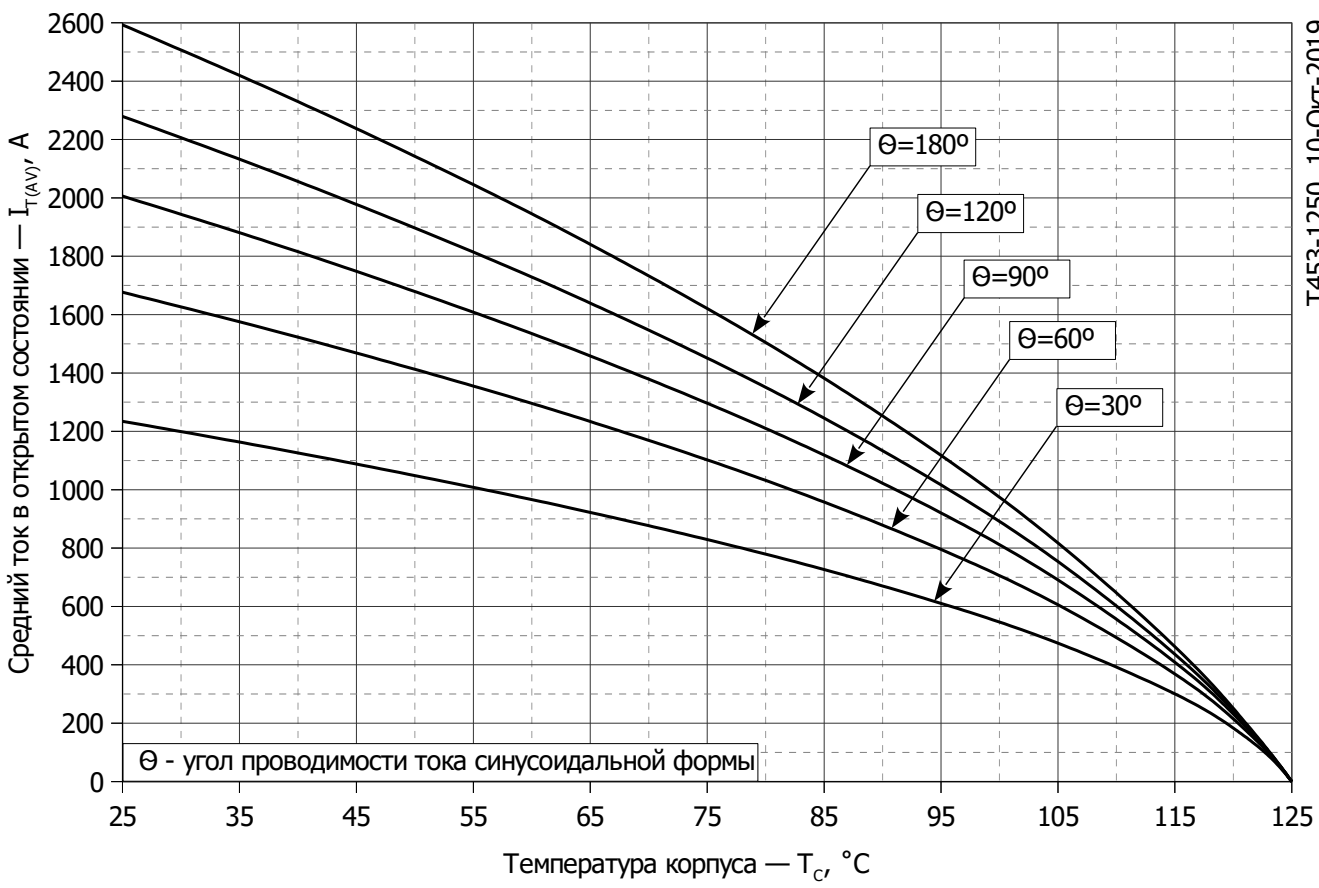
T453-1250, 10-Окт-2019

**Рис. 7 - Зависимость потерь мощности  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  синусоидальной формы при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц, двухстороннее охлаждение)**



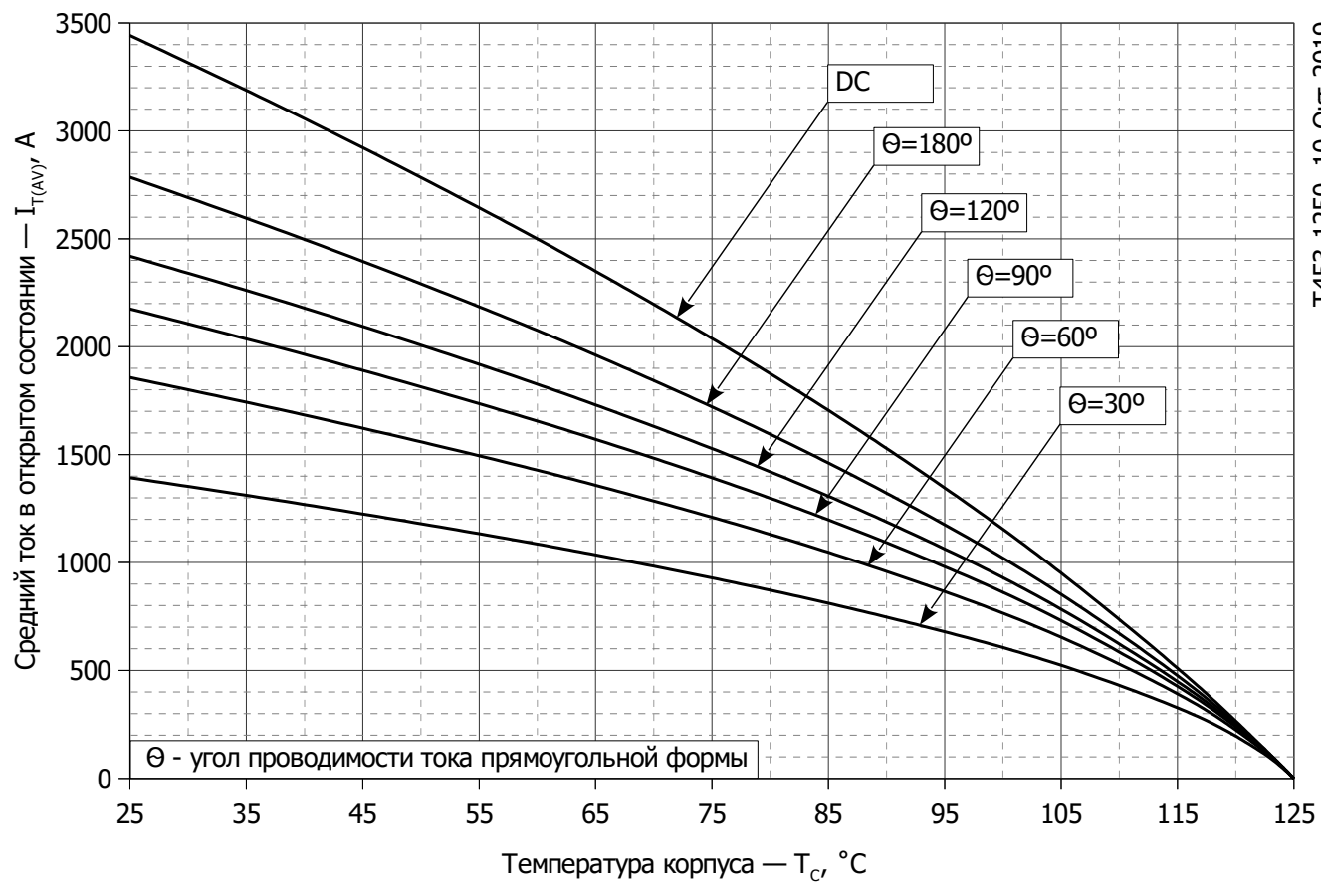
T453-1250, 10-Окт-2019

**Рис. 8 – Зависимость потерь мощности  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  прямоугольной формы при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц, двухстороннее охлаждение)**



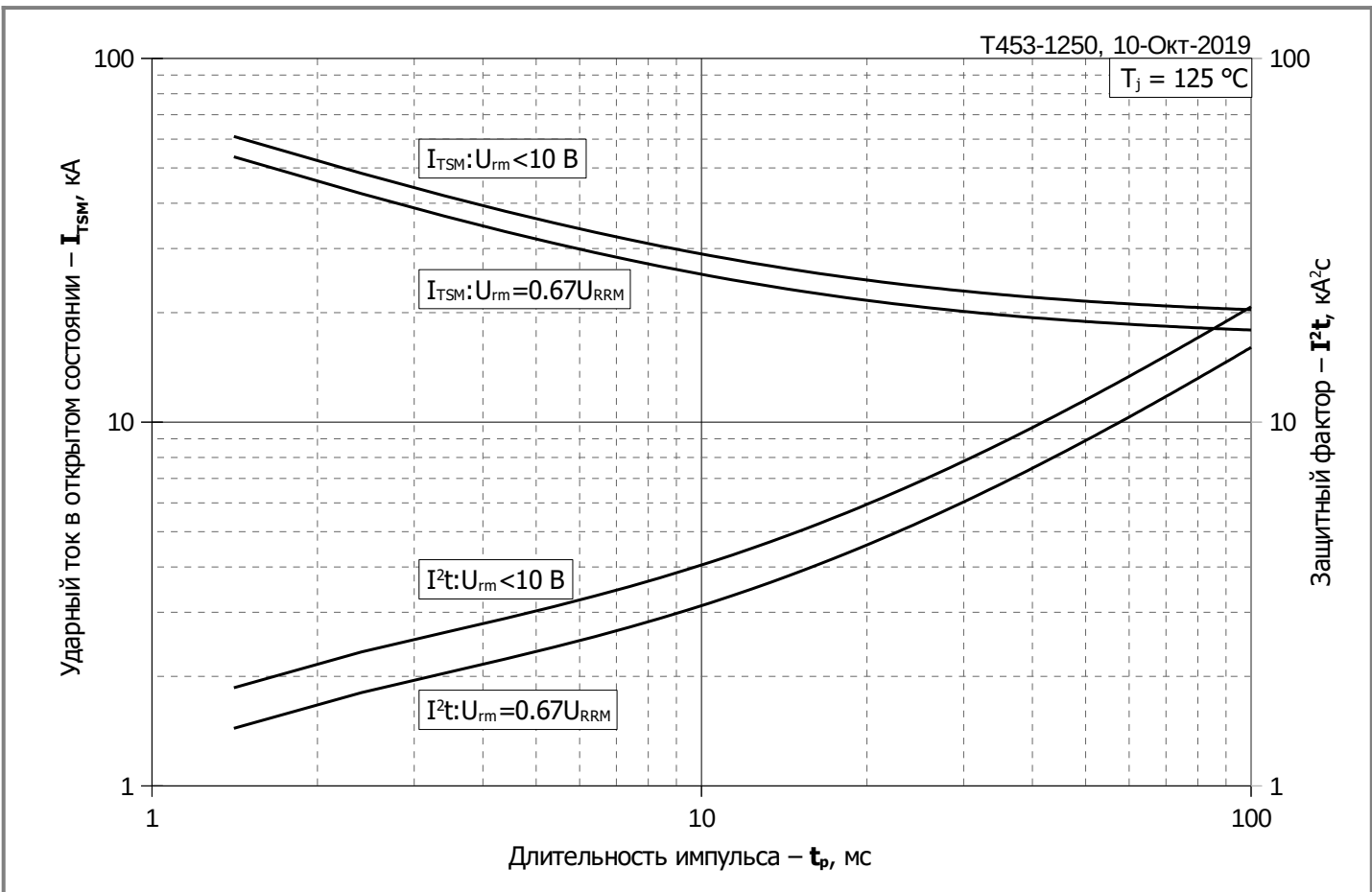
T453-1250, 10-Окт-2019

**Рис. 9 – 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)**

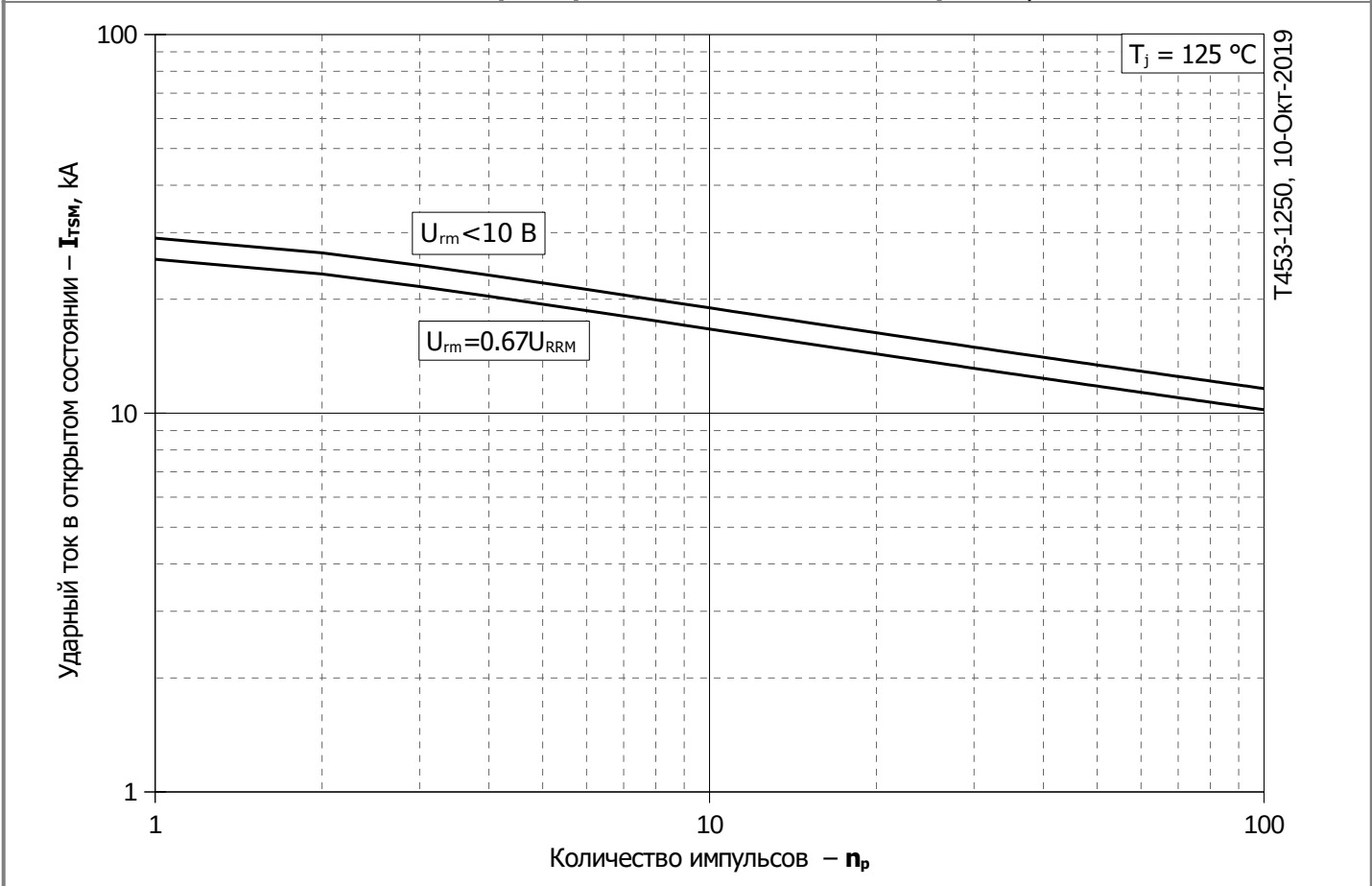


T453-1250, 10-Окт-2019

**Рис. 10 - 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. 11 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии  $I_{TSM}$  и защитного фактора  $I^2t$  от длительности импульса  $t_p$**



**Рис. 12 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии  $I_{TSM}$  от количества импульсов  $n_p$**