



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

## Низкочастотный Тиристор Тип Т123-200-16

|  |            |           |     |                                       |     |     |      |      |      |      |      |      |      |  |
|--|------------|-----------|-----|---------------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Средний прямой ток                                       |            | $I_{TAV}$ |     | 200 А                                 |     |     |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии |            | $U_{DRM}$ |     | 400...1600 В                          |     |     |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Повторяющееся импульсное обратное напряжение             |            | $U_{RRM}$ |     |                                       |     |     |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Время выключения   |            | $t_q$     |     | 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500 мкс |     |     |      |      |      |      |      |      |      |  |
| $U_{DRM}, U_{RRM}, В$                                    | 400        | 500       | 600 | 700                                   | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 |  |
| Класс по напряжению                                      | 4          | 5         | 6   | 7                                     | 8   | 9   | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   |  |
| $T_j, °C$  | -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                 | 200<br>322 | $T_c=104 °C$ ; двухстороннее охлаждение;<br>$T_c=85 °C$ ; двухстороннее охлаждение;<br>180 эл. град. синус; 50 Гц |   |
| $I_{TRMS}$                              | Действующий ток в открытом состоянии                    | А                 | 314        | $T_c=104 °C$ ; двухстороннее охлаждение;<br>180 эл. град. синус; 50 Гц  |   |
| $I_{TSM}$                               | Ударный ток в открытом состоянии                        | кА                | 4.0<br>4.5 | $T_j=T_{jmax}$<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  |
|   |   |                   | 4.0<br>4.5 | $T_j=T_{jmax}$<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                                     | $A^2c \cdot 10^3$ | 80<br>100  | $T_j=T_{jmax}$<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  |
|   |   |                   | 60<br>80   | $T_j=T_{jmax}$<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                | 400...1600                                 | $T_{j\ min} < T_j < T_{j\ max}$ ;<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                | 500...1700                                 | $T_{j\ min} < T_j < T_{j\ max}$ ;<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                | 5  | $T_j = T_{j\ max}$   |
| $U_{RGM}$                     | Максимальное обратное напряжение управления   | В                | 5  |  |
| $P_G$                         | Максимальная рассеиваемая мощность по управлению  | Вт               | 3  | $T_j = T_{j\ max}$ для постоянного тока управления   |
| <b>Параметры переключения</b> |   |                  |  |  |
| $(di_T/dt)_{crit}$            | Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии ( $f=1$ Hz)                                       | А/мкс            | 800  | $T_j = T_{j\ max}$ ; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$ ; $I_{TM} = 640$ 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  | °С               | -60...+50                                  |  |
| $T_j$                         | Температура р-п перехода  | °С               | -60...+125                                 |  |
| <b>Механические параметры</b> |   |                  |  |  |
| F                             | Монтажное усилие  | кН               | 5.0...7.0                                  |  |
| 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        | 1.60   | $T_j = 25$ °С; $I_{TM} = 628$ А   |
| $U_{T(TO)}$                                  | Пороговое напряжение, макс  | В        | 1.034  | $T_j = T_{j\ max}$ ;<br>$0.5 \pi I_{TAV} < I_T < 1.5 \pi I_{TAV}$   |
| $r_T$  | Динамическое сопротивление в открытом состоянии, макс   | МОм      | 0.937  |   |
| $I_L$  | Ток включения, макс   | мА       | 500  | $T_j = 25$ °С; $U_D = 12$ 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       | 250  | $T_j = 25$ °С;<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       | 50   | $T_j = T_{j\ max}$ ;<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                                    |

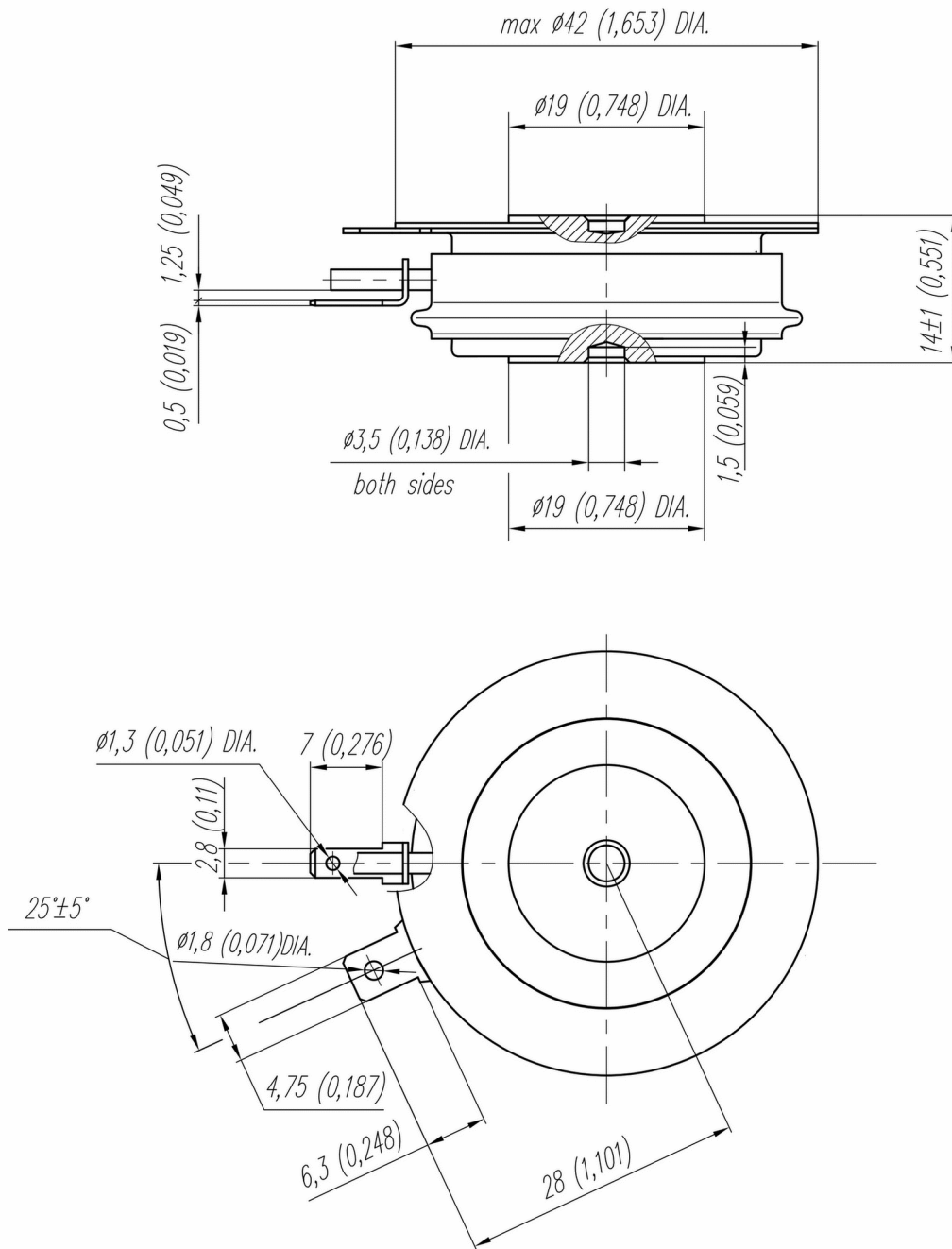
| Характеристики управления |  |    |                      |   |   |
|---------------------------|--|----|----------------------|---|---|
| $U_{GT}$                  | Отпирающее постоянное напряжение управления, макс  | В  | 3.00<br>2.50<br>1.50 | $T_j = T_{j \min}$<br>$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$<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 | 400<br>250<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  | 0.70                 | $T_j = T_{j \max};$<br>$U_D = 0.67 \cdot U_{DRM};$                            |   |
| $I_{GD}$                  | Неотпирающий постоянный ток управления, мин        | мА | 65.00                | 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  | 125, 160,<br>200, 250,<br>320, 400,<br>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 | 700  | $T_j = T_{j \max}; I_{TM} = 200 \text{ А};$<br>$di_R/dt = -10 \text{ А/мкс};$<br>$U_R = 100 \text{ В}$  |  |
| $t_{rr}$                    | Время обратного восстановления, макс  | мкс  | 16   |   |  |
| $I_{rr}$                    | Обратный ток восстановления, макс     | А    | 88   |   |  |

| Тепловые характеристики |   |                     |       |                |                              |
|-------------------------|---|---------------------|-------|----------------|------------------------------|
| $R_{thjc}$              | Тепловое сопротивление р-п переход-корпус, макс | $^\circ\text{C/Вт}$ | 0.070 | Постоянный ток | Двухстороннее охлаждение     |
| $R_{thjc-A}$            |   |                     | 0.154 |                | Охлаждение со стороны анода  |
| $R_{thjc-K}$            |   |                     | 0.126 |                | Охлаждение со стороны катода |
| $R_{thck}$              | Тепловое сопротивление корпус-охладитель, макс  | $^\circ\text{C/Вт}$ | 0.010 | Постоянный ток |                              |

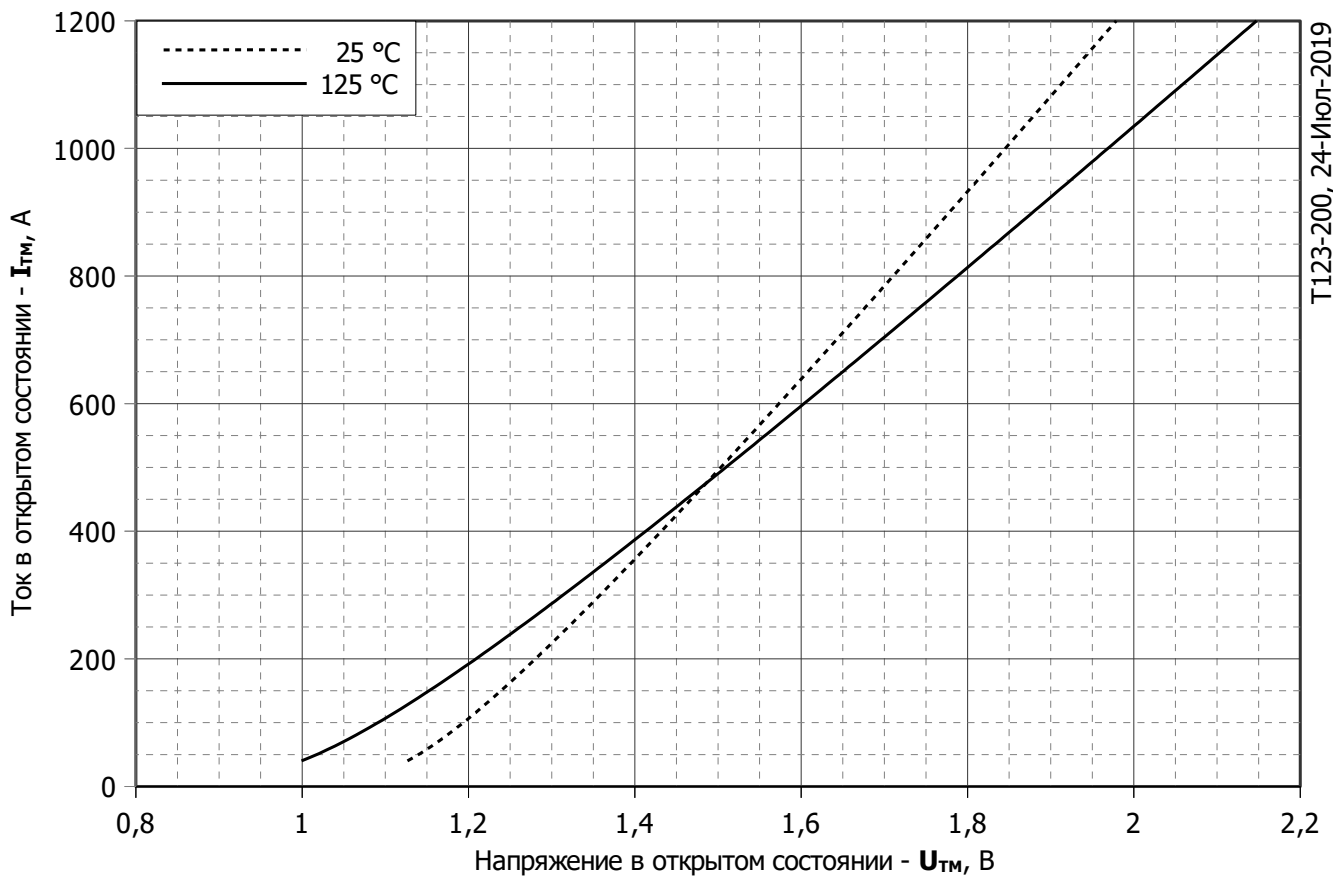
| Механические характеристики |                                       |              |                 |  |  |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|-----------------|--|--|
| $m$                         | Масса, макс                           | г            | 65              |  |  |
| $D_s$                       | Длина пути тока утечки по поверхности | мм<br>(дюйм) | 7.94<br>(0.313) |  |  |
| $D_a$                       | Длина пути тока утечки по воздуху     | мм<br>(дюйм) | 5.00<br>(0.197) |  |  |

| МАРКИРОВКА   |     |     |     |      |      |      | ПРИМЕЧАНИЕ   |  |  |  |  |  |  |                    |    |    |    |    |    |    |    |                                   |     |     |     |      |      |      |      |
|--|-----|-----|-----|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| T  | 123 | 200 | 16  | 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}, \text{ В/мкс}</math></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 | $(du_D/dt)_{crit}, \text{ В/мкс}$ | 200 | 320 | 500 | 1000 | 1600 | 2000 | 2500 |
| Обозначение группы   | P2  | K2  | E2  | A2   | T1   | P1   | M1   |  |  |  |  |  |  |                    |    |    |    |    |    |    |    |                                   |     |     |     |      |      |      |      |
| $(du_D/dt)_{crit}, \text{ В/мкс}$  | 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>X2</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_{qr}, \text{ мкс}</math></td> <td>125</td> <td>160</td> <td>200</td> <td>250</td> <td>320</td> <td>400</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table>                 |  |  |  |  |  |  | Обозначение группы | X2 | T2 | P2 | M2 | K2 | H2 | E2 | $t_{qr}, \text{ мкс}$             | 125 | 160 | 200 | 250  | 320  | 400  | 500  |
| Обозначение группы   | X2  | T2  | P2  | M2   | K2   | H2   | E2   |  |  |  |  |  |  |                    |    |    |    |    |    |    |    |                                   |     |     |     |      |      |      |      |
| $t_{qr}, \text{ мкс}$  | 125 | 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.



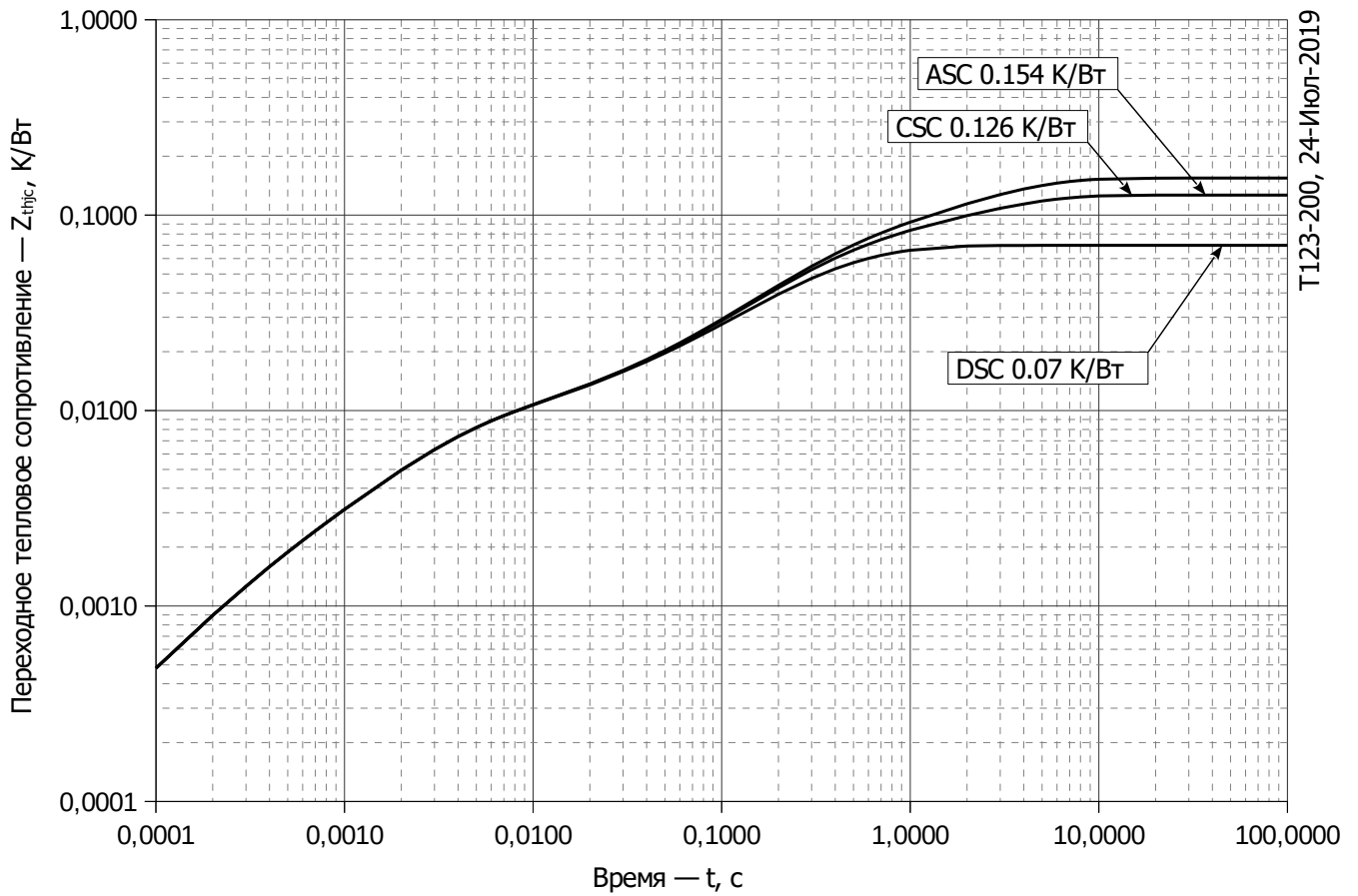
**Рис. 1 – Предельная вольт – амперная характеристика**

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> | 0.9910900                | 0.8108200          |
| <b>B</b> | 0.0006196                | 0.0008273          |
| <b>C</b> | 0.0273400                | 0.0382730          |
| <b>D</b> | 0.0014502                | 0.0020951          |

**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         |
|--------------------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| $R_i, \text{K/Вт}$ | 0.03233 | 0.02226 | 0.005231 | 0.002739 | 0.006738 | 0.0006988 |
| $\tau_i, \text{с}$ | 0.2392  | 0.533   | 0.1478   | 0.01499  | 0.002749 | 0.0002969 |

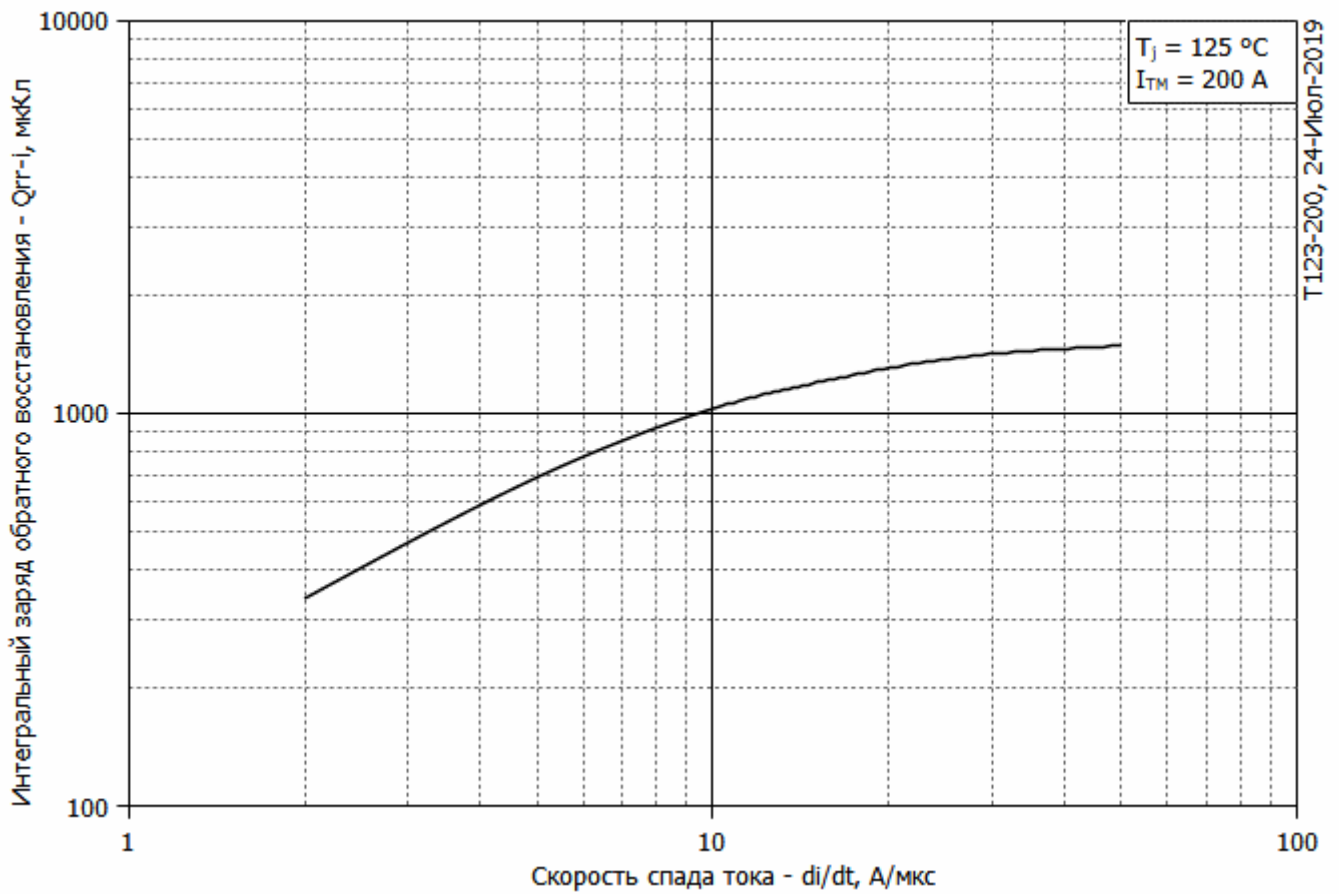
Постоянный ток, охлаждение со стороны анода

| $i$                | 1       | 2       | 3        | 4        | 5         | 6       |
|--------------------|---------|---------|----------|----------|-----------|---------|
| $R_i, \text{K/Вт}$ | 0.08459 | 0.02327 | 0.002598 | 0.006598 | 0.0006736 | 0.03694 |
| $\tau_i, \text{с}$ | 2.653   | 0.5669  | 0.01311  | 0.00269  | 0.0002871 | 0.2416  |

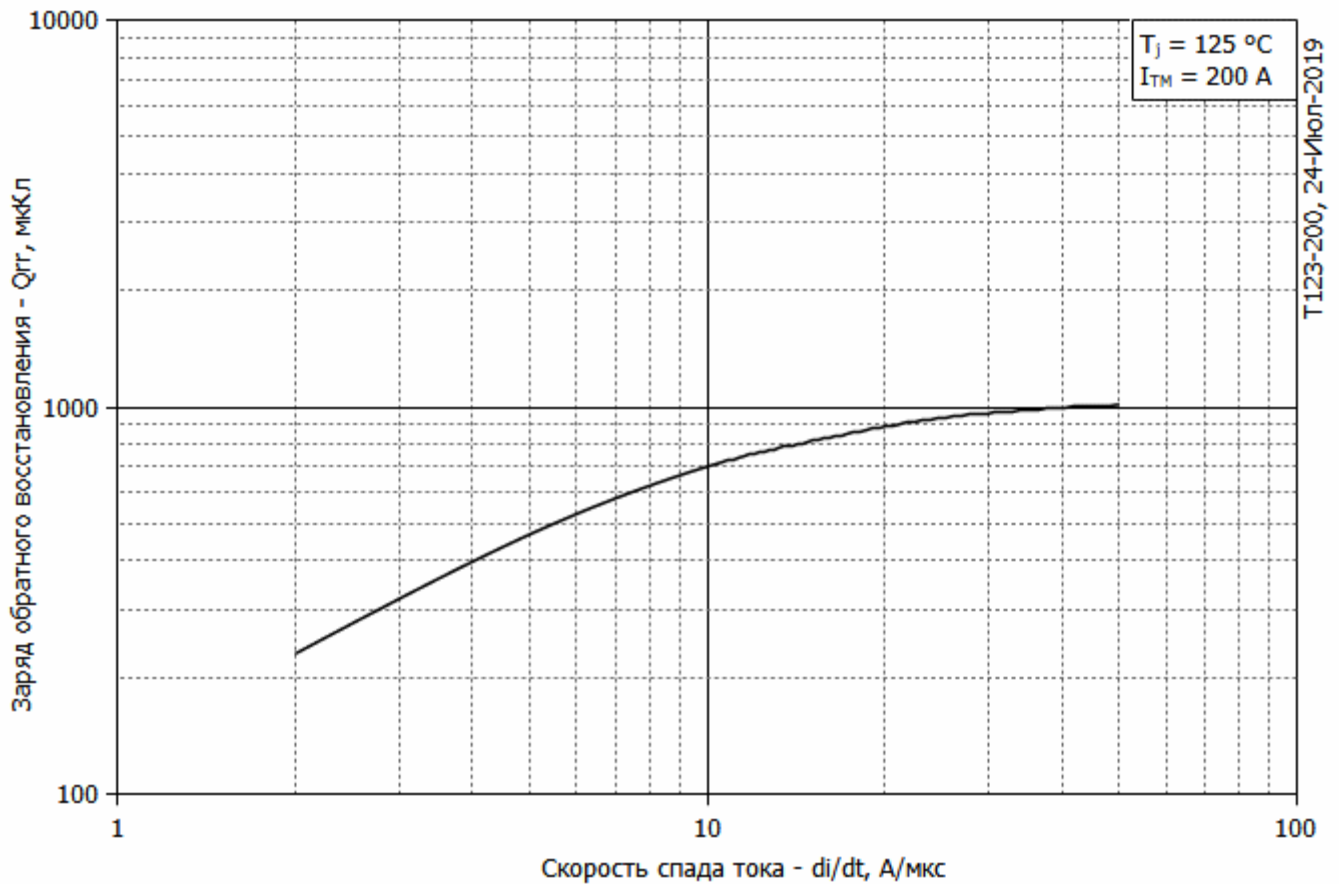
Постоянный ток, охлаждение со стороны катода

| $i$                | 1       | 2       | 3        | 4        | 5         | 6       |
|--------------------|---------|---------|----------|----------|-----------|---------|
| $R_i, \text{K/Вт}$ | 0.05654 | 0.03706 | 0.002638 | 0.006637 | 0.0006786 | 0.02303 |
| $\tau_i, \text{с}$ | 2.653   | 0.2338  | 0.01361  | 0.002704 | 0.000289  | 0.5476  |

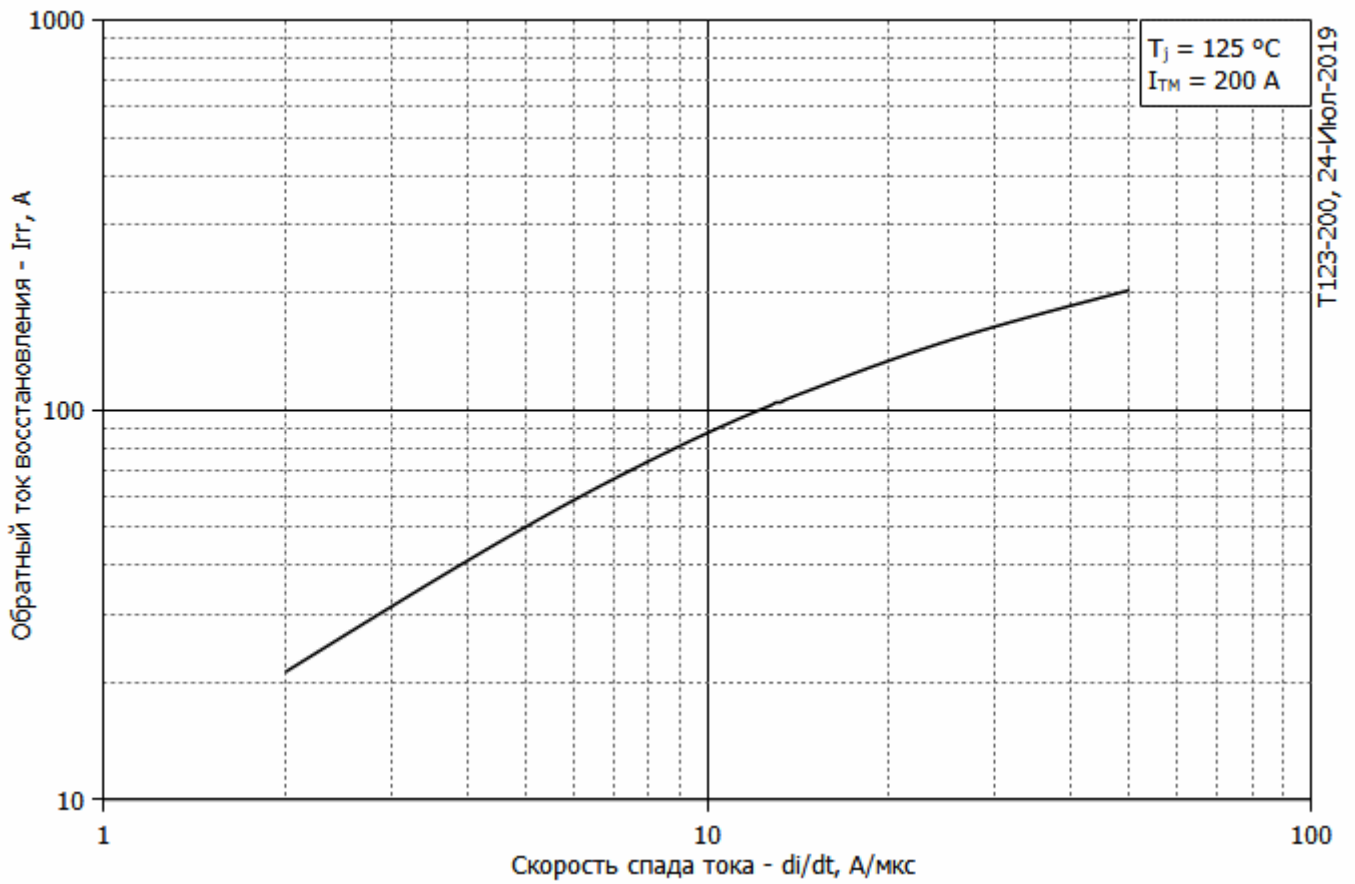
**Модель переходного теплового сопротивления переход - корпус (см. Рис. 2)**



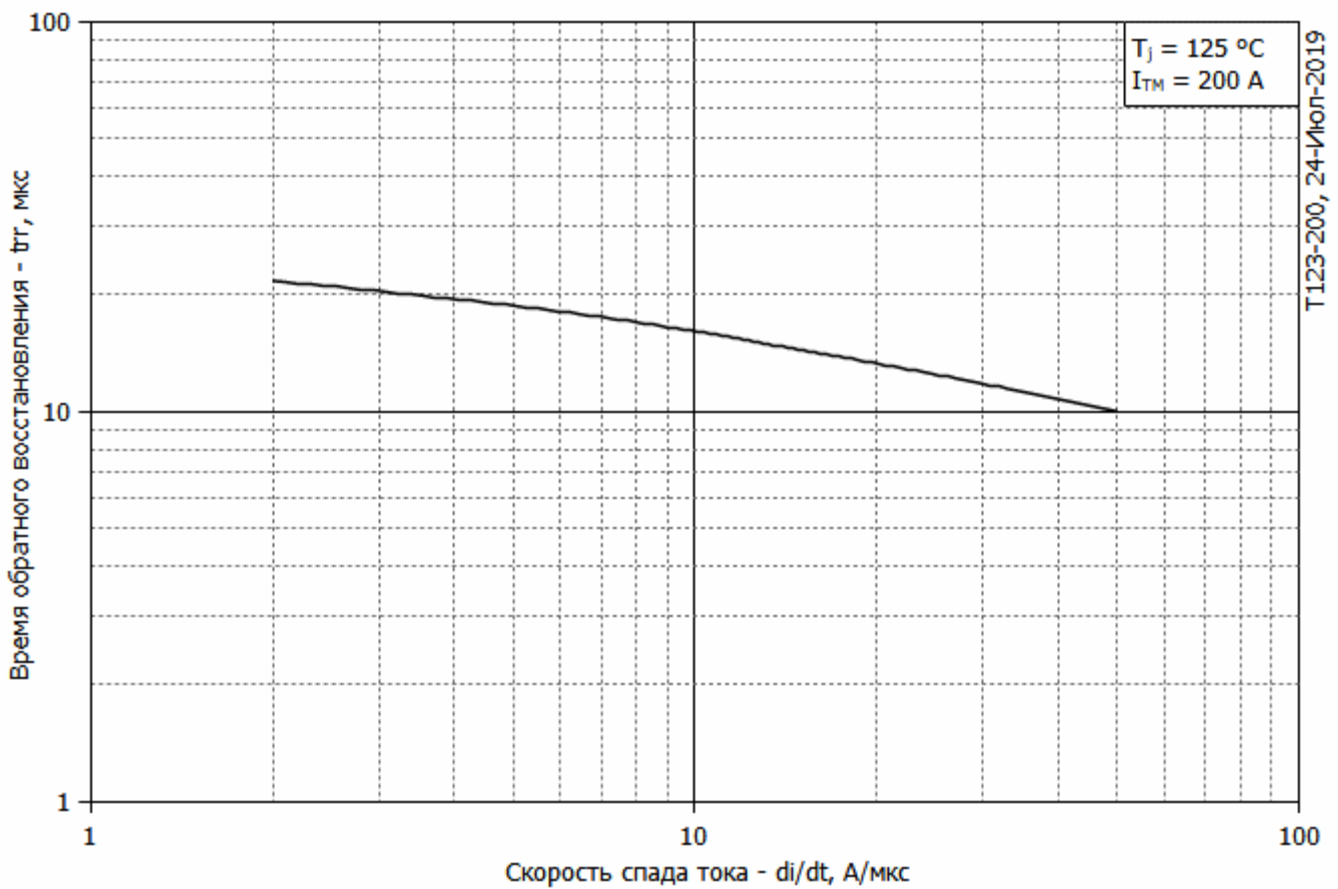
**Рис. 3 – Зависимость максимального интегрального заряда обратного восстановления  $Q_{rr-i}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  в открытом состоянии**



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

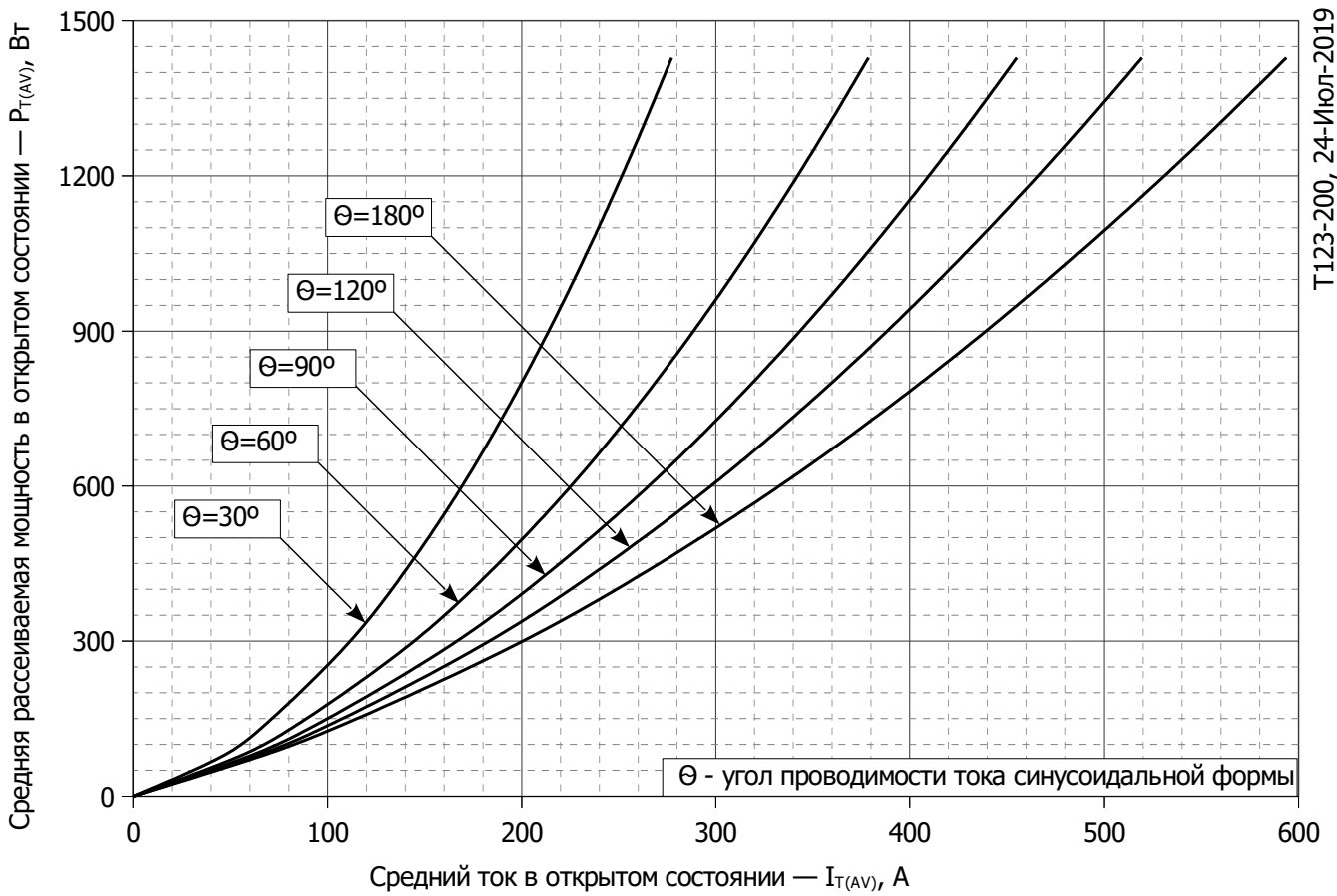


**Рис. 5 – Зависимость максимального обратного тока восстановления  $I_{rr}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  в открытом состоянии**



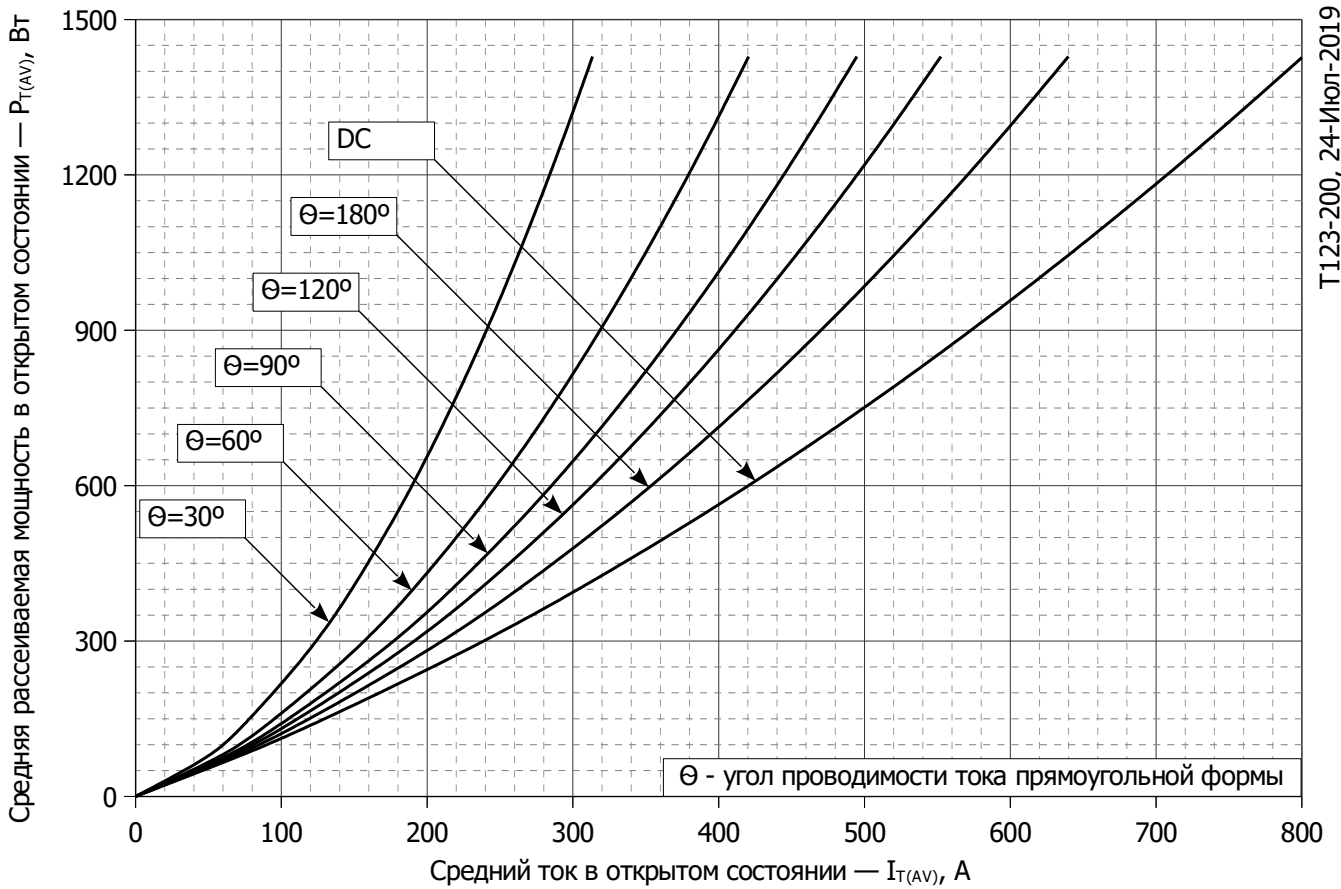
**Рис. 6 - Зависимость максимального времени обратного восстановления  $t_{rr}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии**





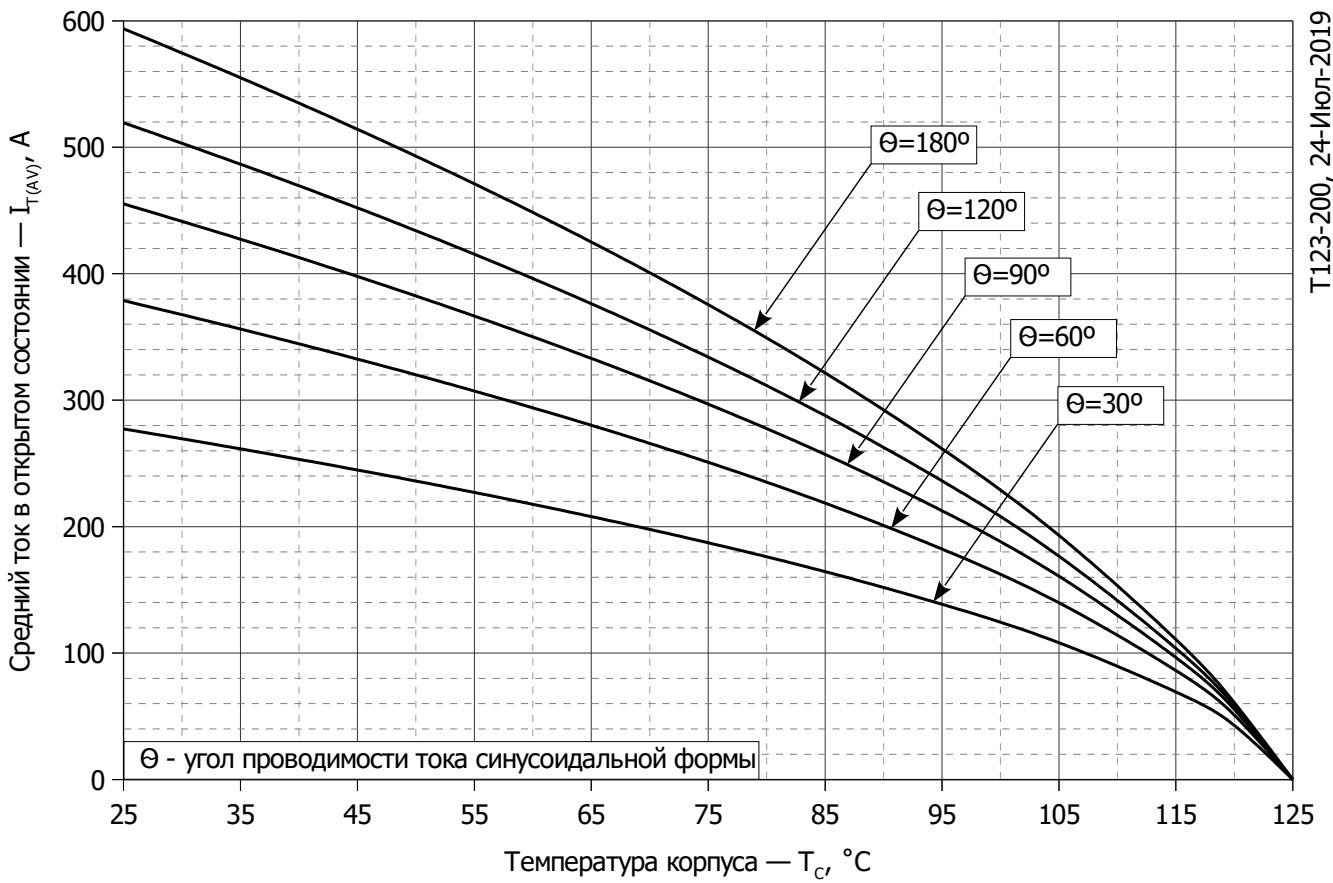
T123-200, 24-Июль-2019

**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)**

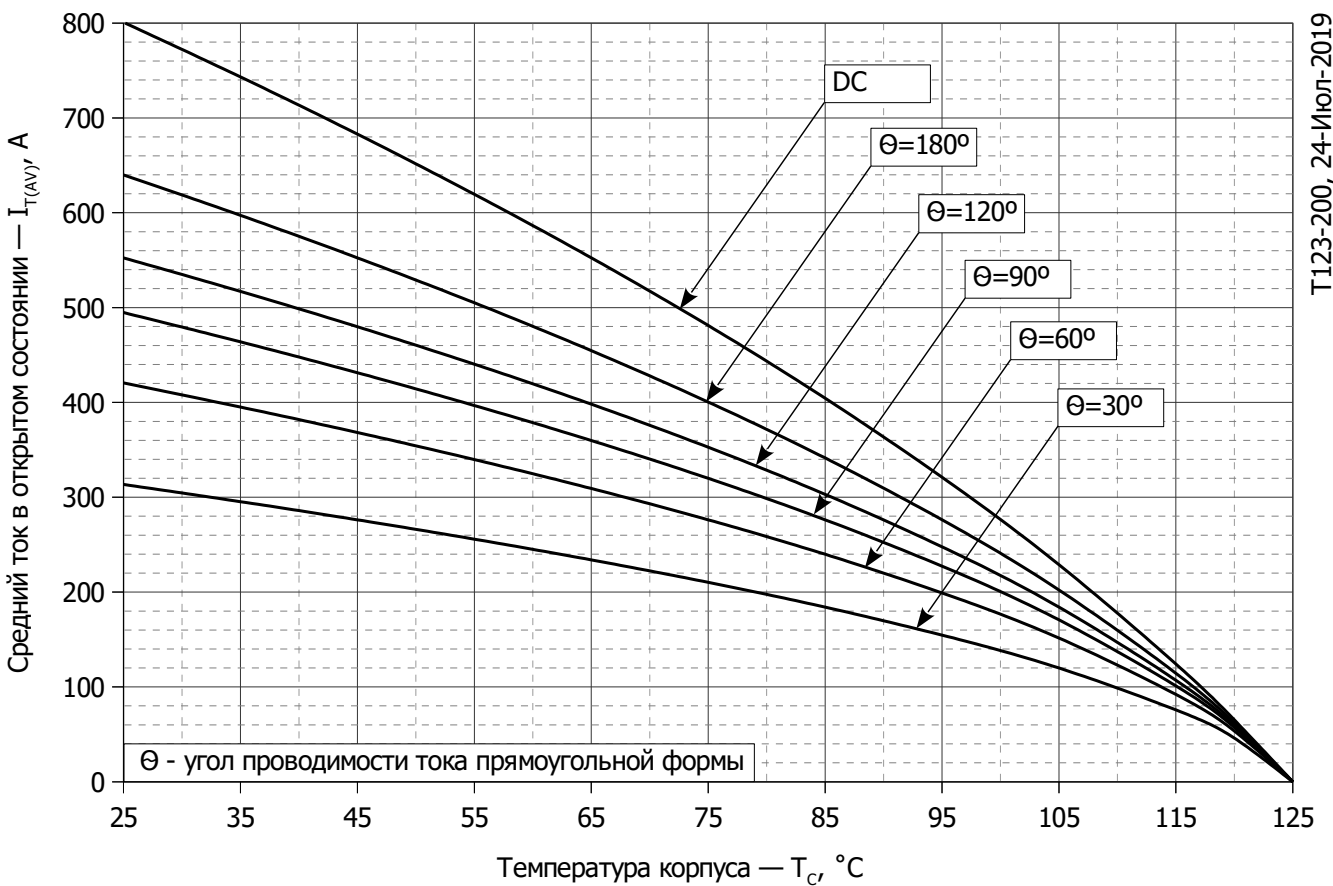


T123-200, 24-Июль-2019

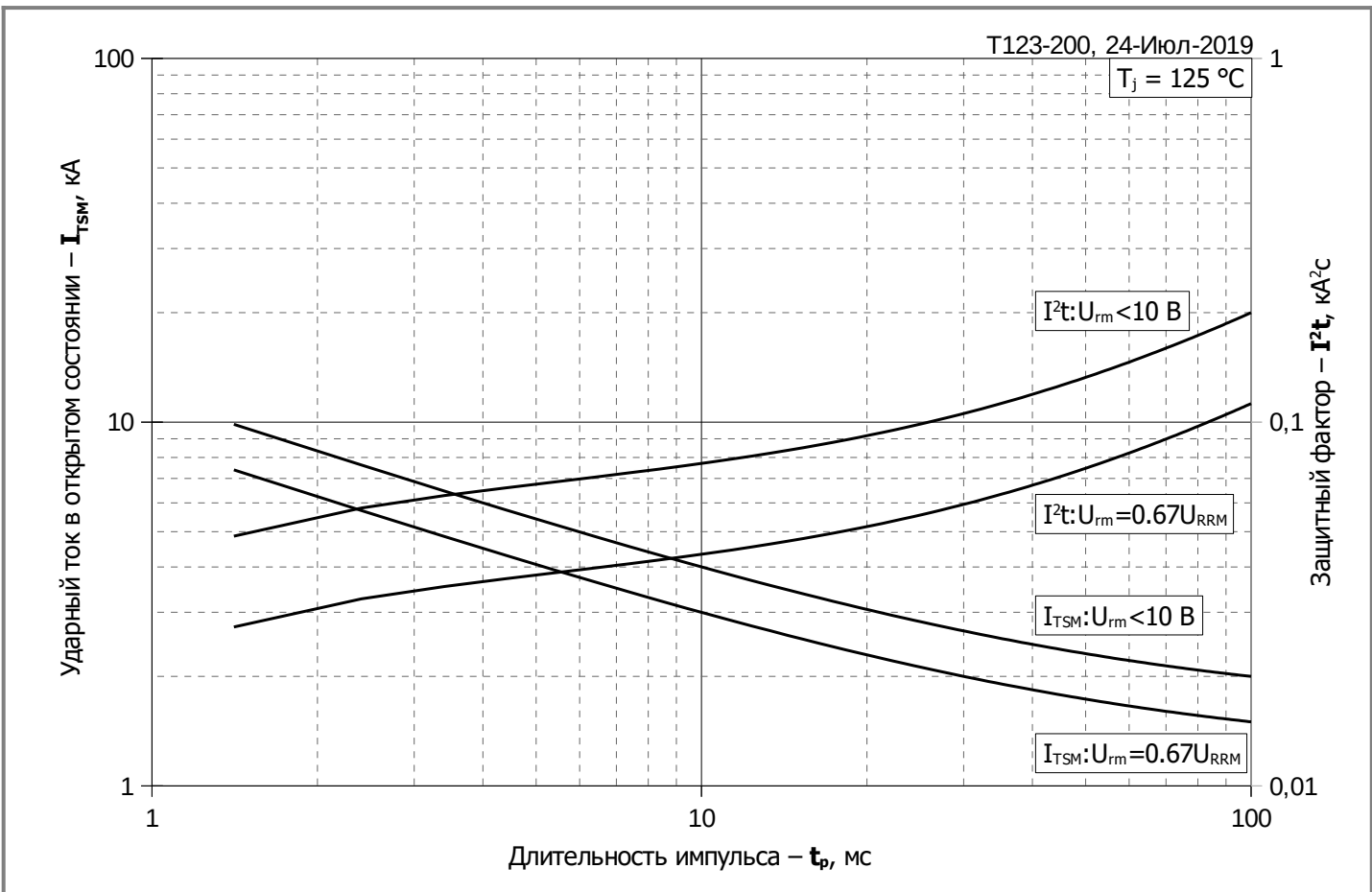
**Рис. 8 – Зависимость потерь мощности  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  прямоугольной формы при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц, двухстороннее охлаждение)**



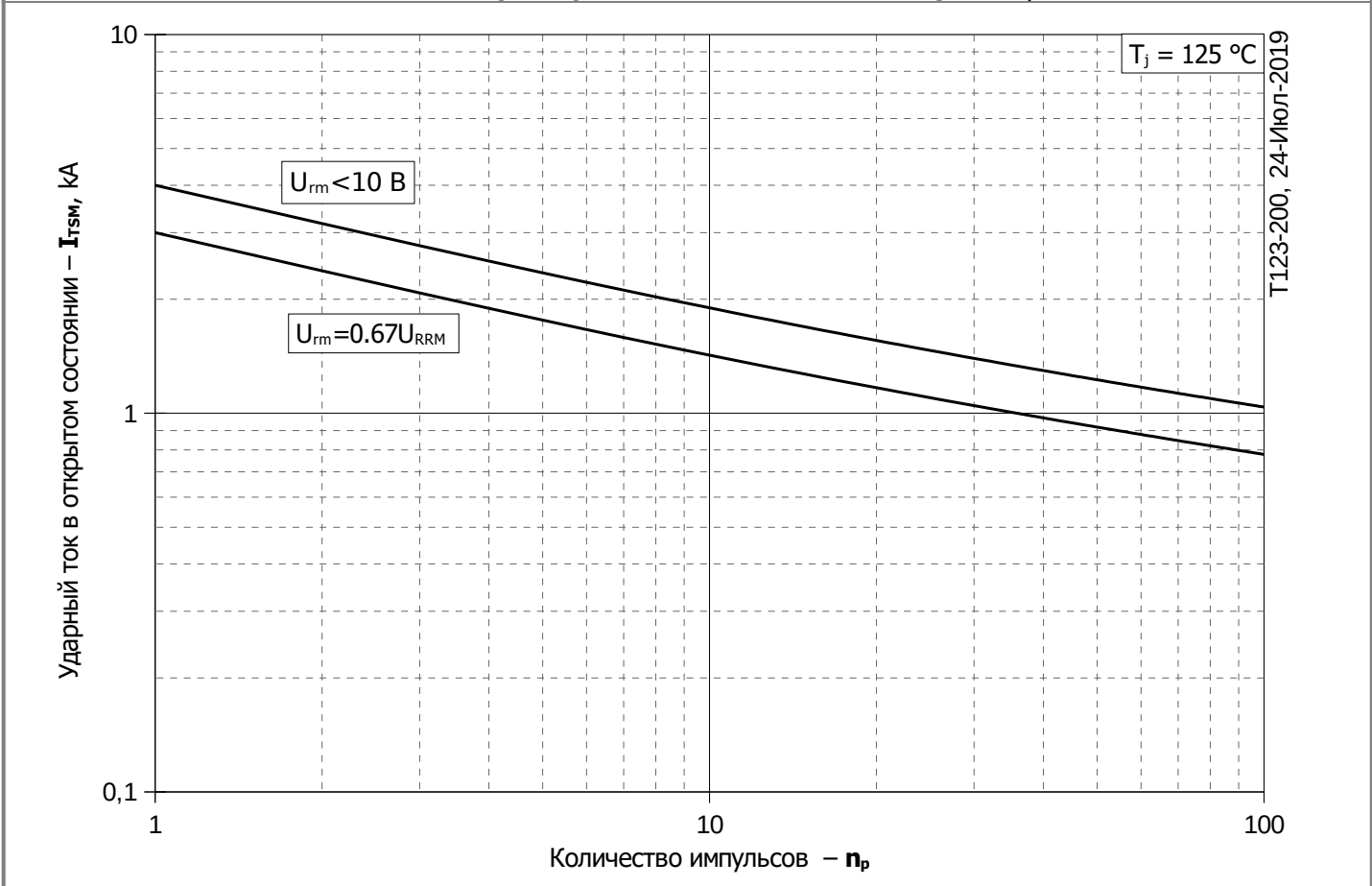
**Рис. 9 – Зависимость среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры корпуса  $T_c$  для синусоидальной формы тока при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц, двухстороннее охлаждение)**



**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  $n_p$**