



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

|                                                          |            |     |                                       |     |     |     |     |     |
|----------------------------------------------------------|------------|-----|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Средний прямой ток                                       | $I_{TAV}$  |     | 630 А                                 |     |     |     |     |     |
| Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии | $U_{DRM}$  |     | 100...800 В                           |     |     |     |     |     |
| Повторяющееся импульсное обратное напряжение             | $U_{RRM}$  |     |                                       |     |     |     |     |     |
| Время выключения                                         | $t_q$      |     | 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500 мкс |     |     |     |     |     |
| $U_{DRM}, U_{RRM}, В$                                    | 100        | 200 | 300                                   | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 |
| Класс по напряжению                                      | 1          | 2   | 3                                     | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| $T_j, °C$                                                | -60...+150 |     |                                       |     |     |     |     |     |

### 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                 | 630<br>963   | $T_c=114 °C$ ; двухстороннее охлаждение;<br>$T_c=85 °C$ ; двухстороннее охлаждение;<br>180 эл. град. синус; 50 Гц |                                                                                                                                                         |
| $I_{TRMS}$                              | Действующий ток в открытом состоянии                    | А                 | 989          | $T_c=114 °C$ ; двухстороннее охлаждение;<br>180 эл. град. синус; 50 Гц                                            |                                                                                                                                                         |
| $I_{TSM}$                               | Ударный ток в открытом состоянии                        | кА                | 10.5<br>12.0 | $T_j=T_{jmax}$<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  |
|                                         |                                                         |                   | 11.0<br>12.5 | $T_j=T_{jmax}$<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                                     | $A^2c \cdot 10^3$ | 550<br>720   | $T_j=T_{jmax}$<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  |
|                                         |                                                         |                   | 500<br>640   | $T_j=T_{jmax}$<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                | 100...800                                  | $T_{j\ min} < T_j < T_{j\ max}$ ;<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                | 200...900                                  | $T_{j\ min} < T_j < T_{j\ max}$ ;<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                | 6                                          | $T_j = T_{j\ max}$                                                                                                                                    |
| $U_{RGM}$                     | 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                                        | $T_j = T_{j\ max}$ ; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$ ; $I_{TM} = 3000$ 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...+150                                 |                                                                                                                                                       |
| <b>Механические параметры</b> |                                                                                                             |                  |                                            |                                                                                                                                                       |
| F                             | Монтажное усилие                                                                                            | кН               | 9.0...11.0                                 |                                                                                                                                                       |
| 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        | 1.50                                           | $T_j = 25$ °С; $I_{TM} = 1978$ А                                                                              |
| $U_{T(TO)}$                                  | Пороговое напряжение, макс                                                                      | В        | 0.85                                           | $T_j = T_{j\ max}$ ;<br>$0.5 \pi I_{TAV} < I_T < 1.5 \pi I_{TAV}$                                             |
| $r_T$                                        | Динамическое сопротивление в открытом состоянии, макс                                           | МОм      | 0.354                                          |                                                                                                               |
| $I_L$                                        | Ток включения, макс                                                                             | мА       | 700                                            | $T_j = 25$ °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       | 300                                            | $T_j = 25$ °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       | 70                                             | $T_j = T_{j\ max}$ ;<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  | 0.50                 | $T_j = T_{j \max};$<br>$U_D = 0.67 \cdot U_{DRM};$                            |                                                                       |
| $I_{GD}$                  | Неотпирающий постоянный ток управления, мин        | мА | 35.00                | Постоянный ток управления                                                     |                                                                       |

#### Динамические характеристики

|          |                                       |      |                                            |                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------|---------------------------------------|------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $t_{gd}$ | Время задержки включения, макс        | мкс  | 0.70                                       | $T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}; U_D = 600 \text{ В}; I_{TM} = I_{TAV};$<br>$di/dt = 200 \text{ А/мкс};$<br>Импульс управления: $I_G = 2 \text{ А}; U_G = 20 \text{ В};$<br>$t_{GP} = 50 \text{ мкс}; di_G/dt = 2 \text{ А/мкс}$ |
| $t_{gt}$ | Время включения, макс                 | мкс  | 3.00                                       |                                                                                                                                                                                                                                   |
| $t_q$    | 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 | 650                                        | $T_j = T_{j \max}; I_{TM} = 630 \text{ А};$<br>$di_R/dt = -10 \text{ А/мкс};$<br>$U_R = 100 \text{ В}$                                                                                                                            |
| $t_{rr}$ | Время обратного восстановления, макс  | мкс  | 13                                         |                                                                                                                                                                                                                                   |
| $I_{rr}$ | Обратный ток восстановления, макс     | А    | 100                                        |                                                                                                                                                                                                                                   |

#### Тепловые характеристики

|              |                                                 |                     |       |                |                              |
|--------------|-------------------------------------------------|---------------------|-------|----------------|------------------------------|
| $R_{thjc}$   | Тепловое сопротивление р-п переход-корпус, макс | $^\circ\text{C/Вт}$ | 0.040 | Постоянный ток | Двухстороннее охлаждение     |
| $R_{thjc-A}$ |                                                 |                     | 0.088 |                | Охлаждение со стороны анода  |
| $R_{thjc-K}$ |                                                 |                     | 0.072 |                | Охлаждение со стороны катода |
| $R_{thck}$   | Тепловое сопротивление корпус-охладитель, макс  | $^\circ\text{C/Вт}$ | 0.008 | Постоянный ток |                              |

#### Механические характеристики

|       |                                       |              |                  |  |
|-------|---------------------------------------|--------------|------------------|--|
| $m$   | Масса, макс                           | г            | 95               |  |
| $D_s$ | Длина пути тока утечки по поверхности | мм<br>(дюйм) | 10.30<br>(0.405) |  |
| $D_a$ | Длина пути тока утечки по воздуху     | мм<br>(дюйм) | 6.30<br>(0.248)  |  |

#### МАРКИРОВКА

| T | 133 | 630 | 8 | A2 | E2 | 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

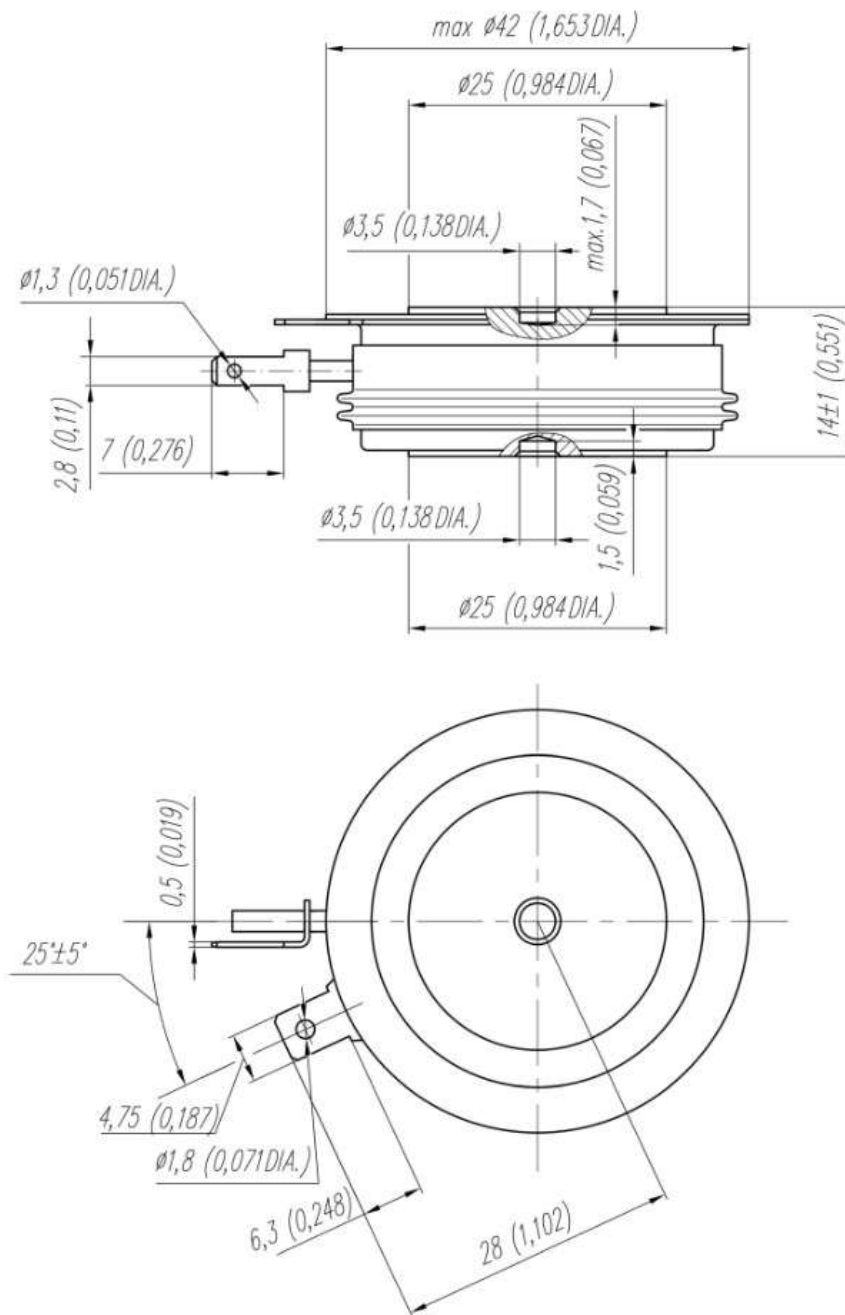
#### ПРИМЕЧАНИЕ

<sup>1)</sup> Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии

| Обозначение группы                | P2  | K2  | E2  | A2   | T1   | P1   | M1   |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| $(du_D/dt)_{crit}, \text{ В/мкс}$ | 200 | 320 | 500 | 1000 | 1600 | 2000 | 2500 |

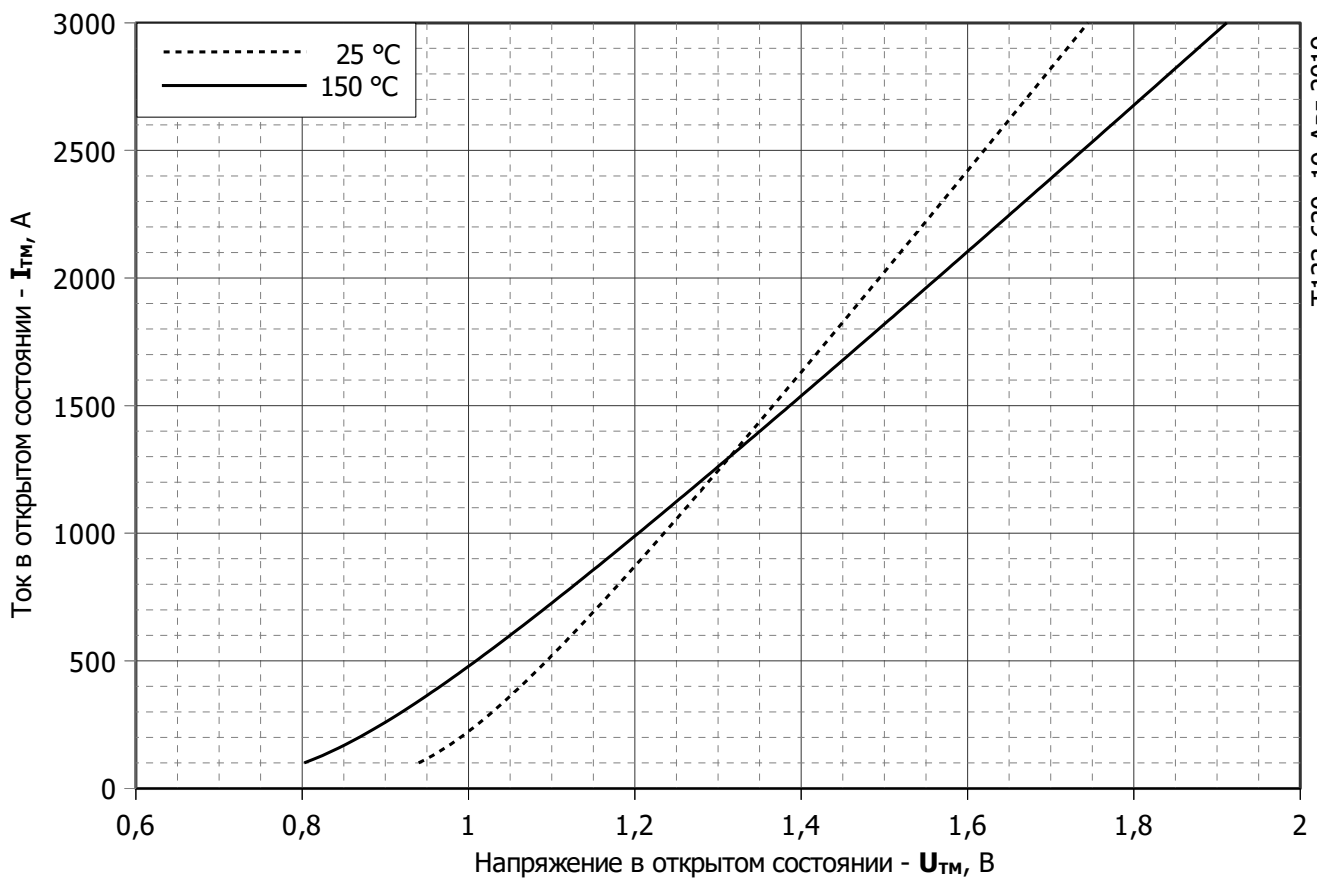
<sup>2)</sup> Время выключения ( $du_D/dt = 50 \text{ В/мкс}$ )

| Обозначение группы | X2  | T2  | P2  | M2  | K2  | H2  | E2  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $t_q, \text{ мкс}$ | 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.



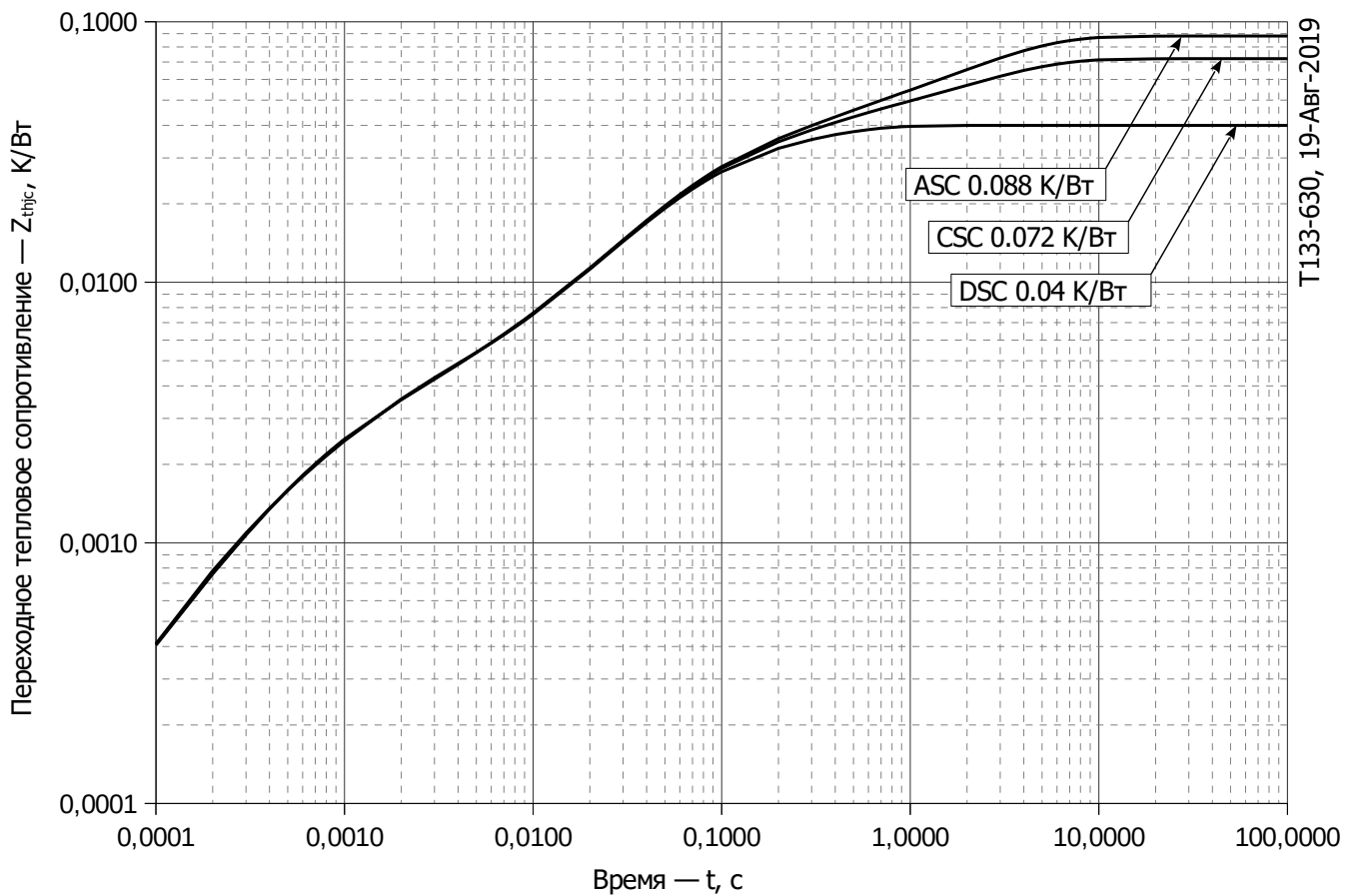
**Рис. 1 – Предельная вольт – амперная характеристика**

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> | 0.71244000               | 0.53052000         |
| <b>B</b> | 0.00024978               | 0.00033909         |
| <b>C</b> | 0.04785700               | 0.05441300         |
| <b>D</b> | -0.00182920              | -0.00131060        |

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



T133-630, 19-Авг-2019

**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         |
|--------------------|---------|---------|----------|----------|-------------|-----------|
| $R_i, \text{K/Вт}$ | 0.01423 | 0.01906 | 0.003576 | 0.002535 | -4.666e-005 | 0.0006479 |
| $\tau_i, \text{с}$ | 0.265   | 0.05901 | 0.03499  | 0.001252 | 0.000001    | 0.0002488 |

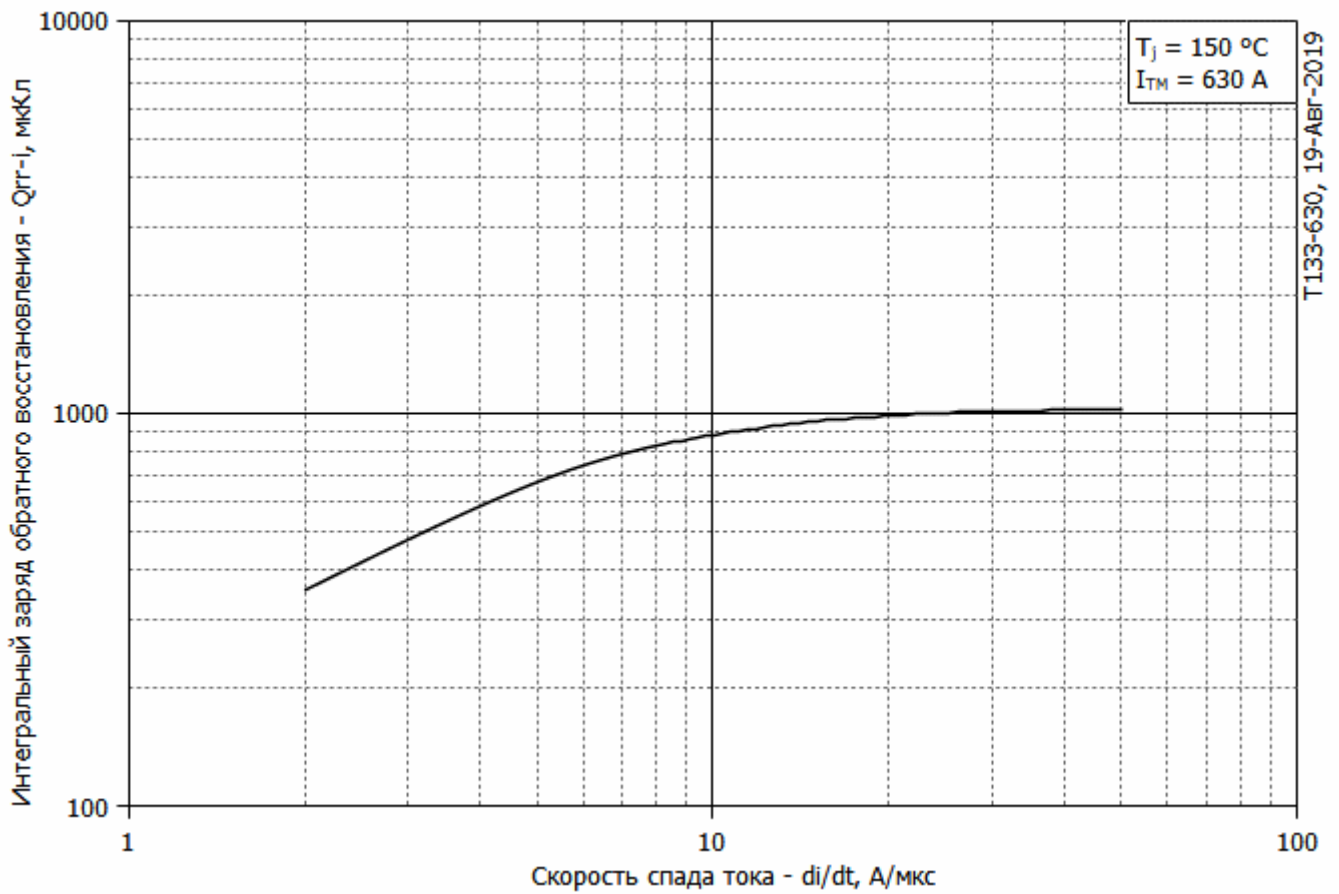
Постоянный ток, охлаждение со стороны анода

| $i$                | 1       | 2        | 3       | 4       | 5        | 6         |
|--------------------|---------|----------|---------|---------|----------|-----------|
| $R_i, \text{K/Вт}$ | 0.04804 | 0.001789 | 0.01342 | 0.02147 | 0.001374 | 0.001945  |
| $\tau_i, \text{с}$ | 2.651   | 0.4195   | 0.2622  | 0.05451 | 0.002585 | 0.0005847 |

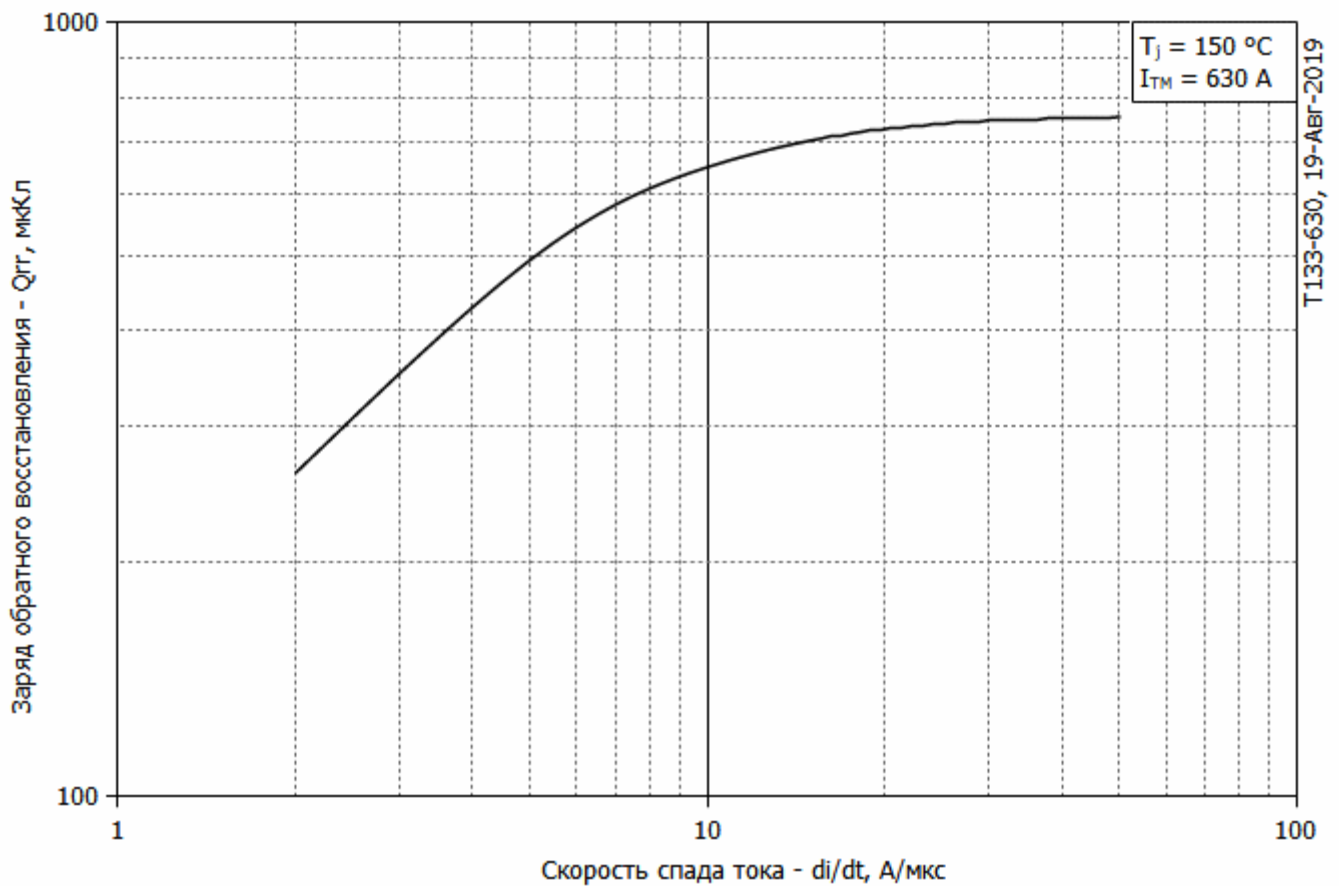
Постоянный ток, охлаждение со стороны катода

| $i$                | 1       | 2       | 3        | 4       | 5        | 6         |
|--------------------|---------|---------|----------|---------|----------|-----------|
| $R_i, \text{K/Вт}$ | 0.03216 | 0.01306 | 0.002934 | 0.02064 | 0.001493 | 0.001786  |
| $\tau_i, \text{с}$ | 2.647   | 0.2831  | 0.1455   | 0.05284 | 0.002255 | 0.0005519 |

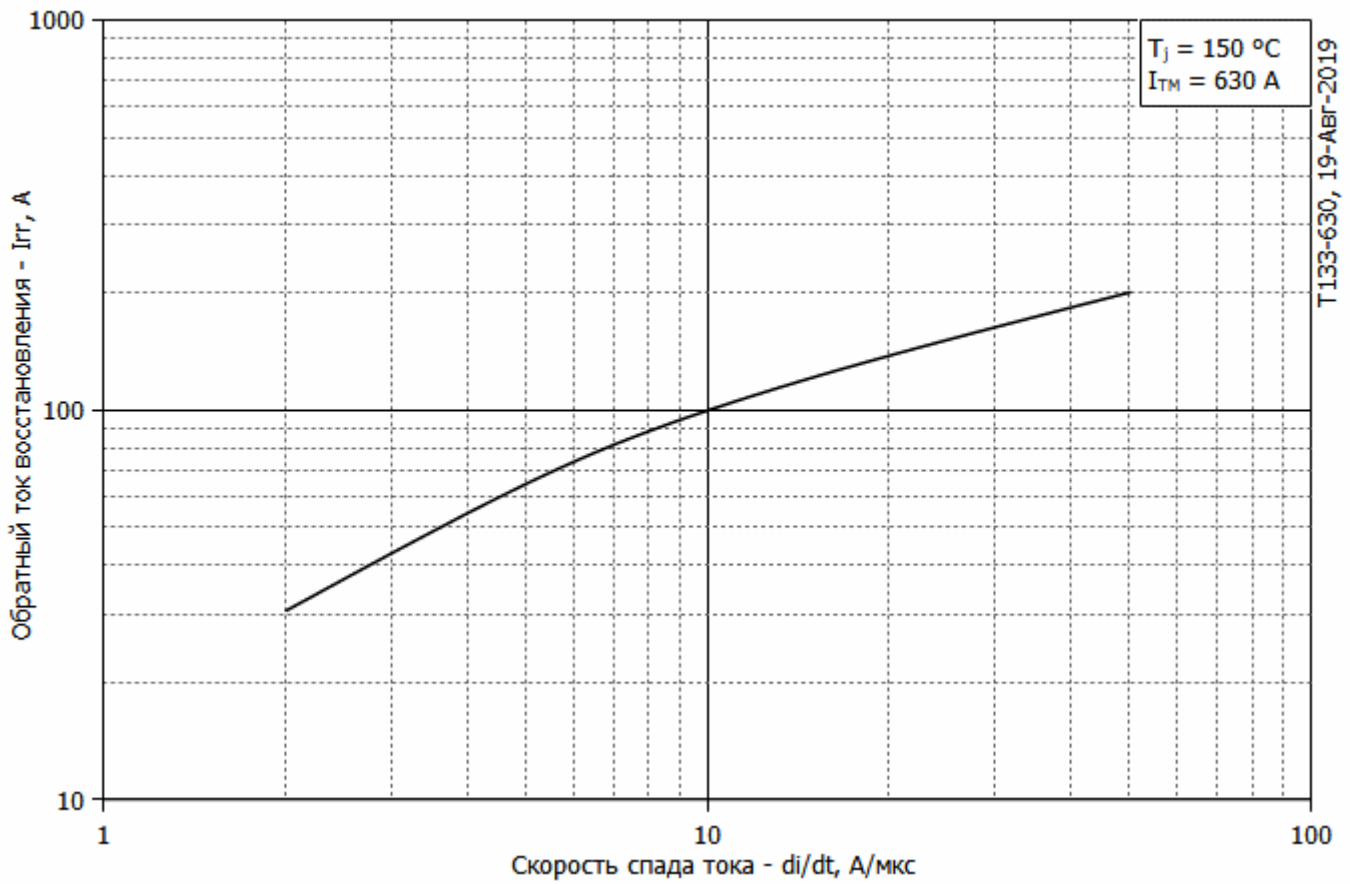
**Модель переходного теплового сопротивления переход - корпус (см. Рис. 2)**



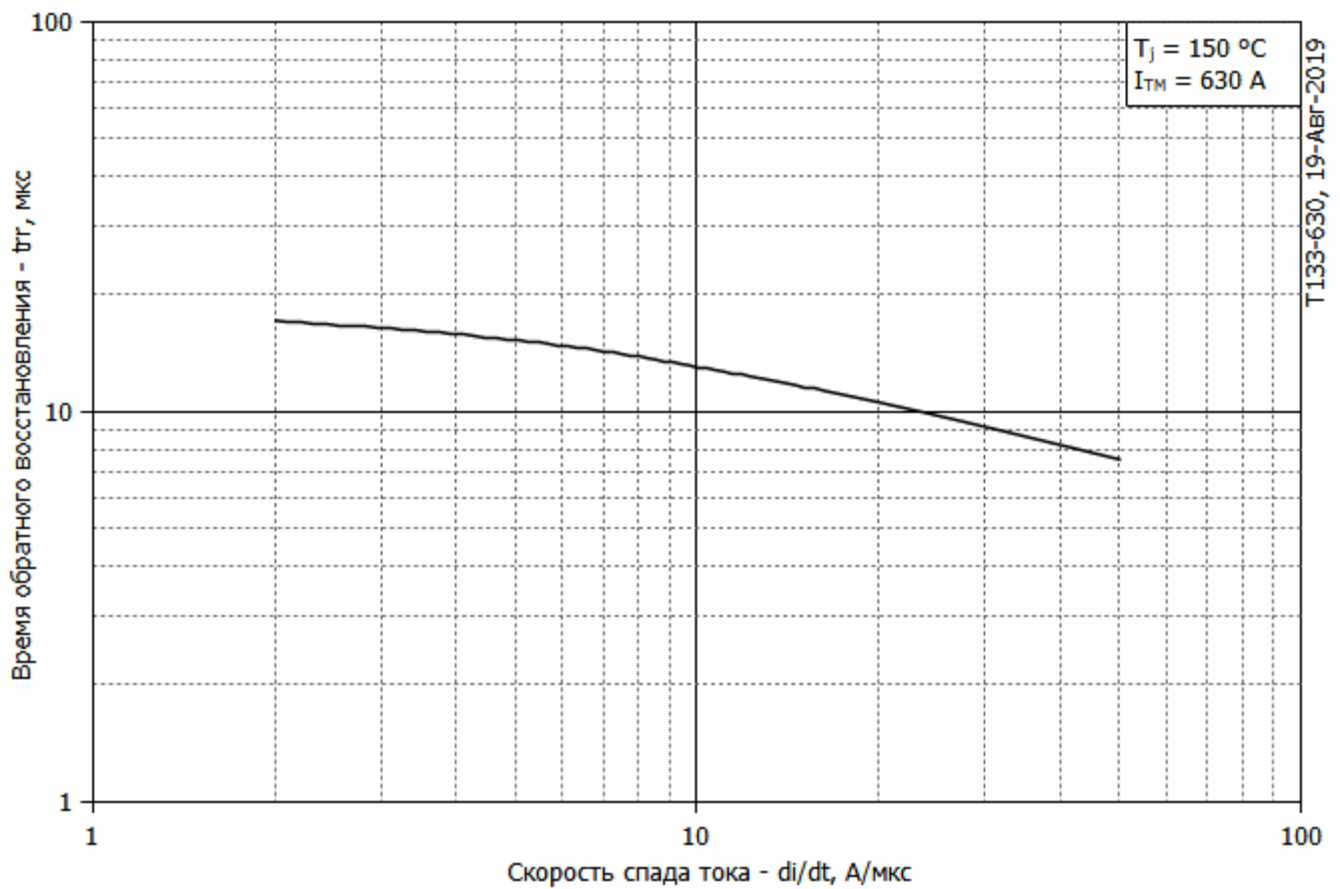
**Рис. 3 – Зависимость максимального интегрального заряда обратного восстановления  $Q_{rr-i}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  в открытом состоянии**



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

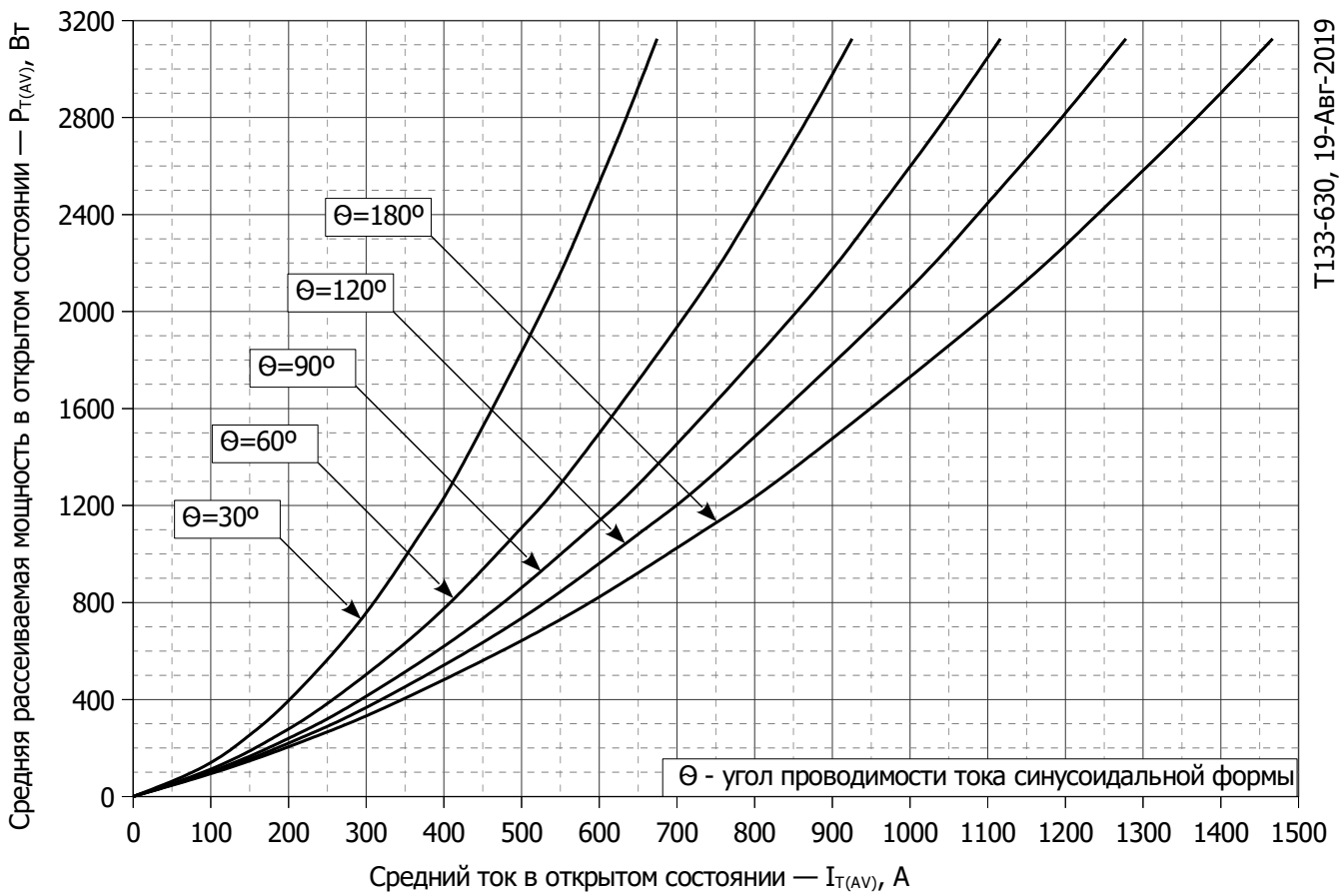


**Рис. 5 – Зависимость максимального обратного тока восстановления  $I_{rr}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  в открытом состоянии**



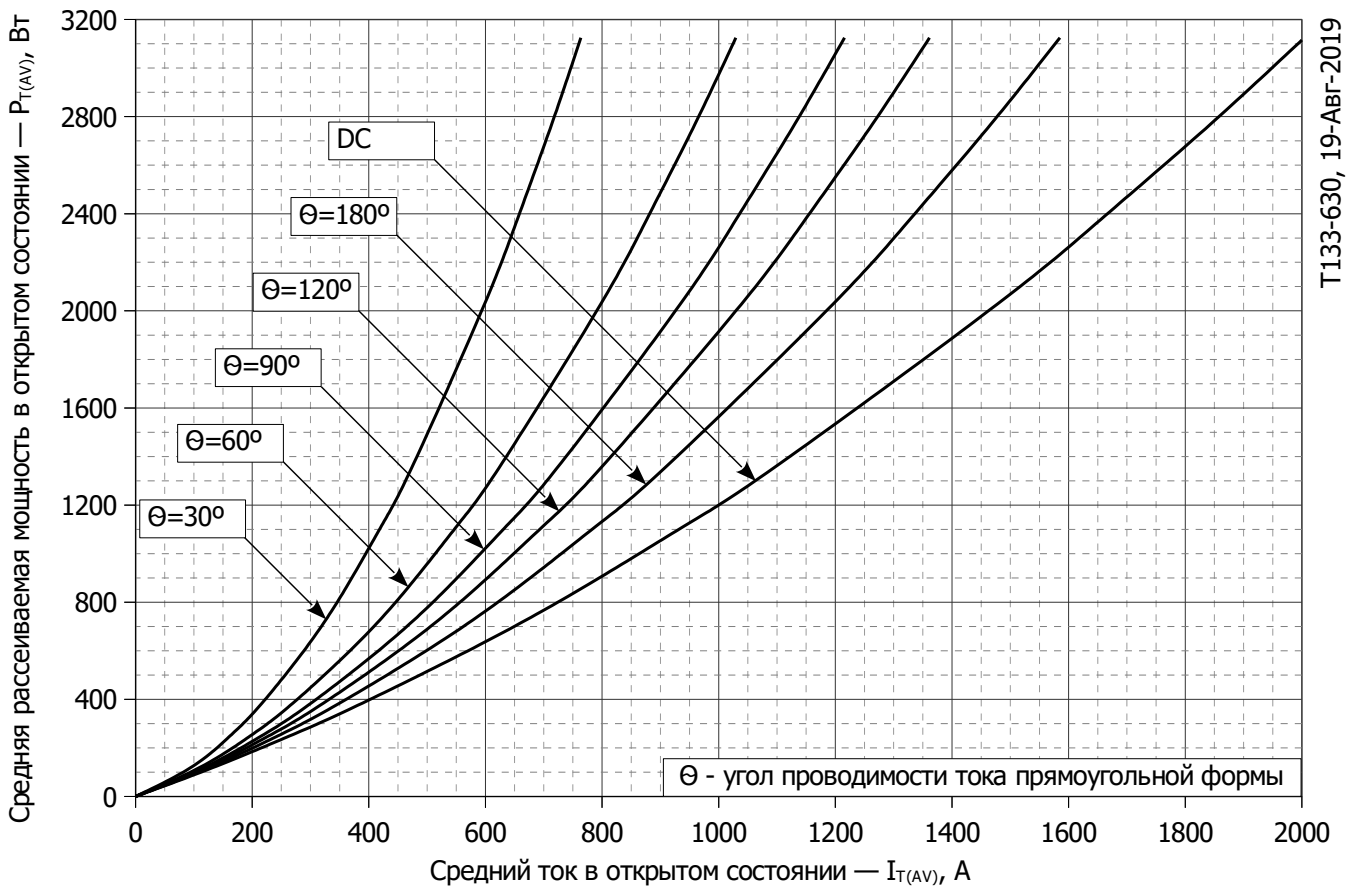
**Рис. 6 - Зависимость максимального времени обратного восстановления  $t_{rr}$  от скорости спада тока  $di_R/dt$  (по ГОСТ 24461, хорда 25%) в открытом состоянии**





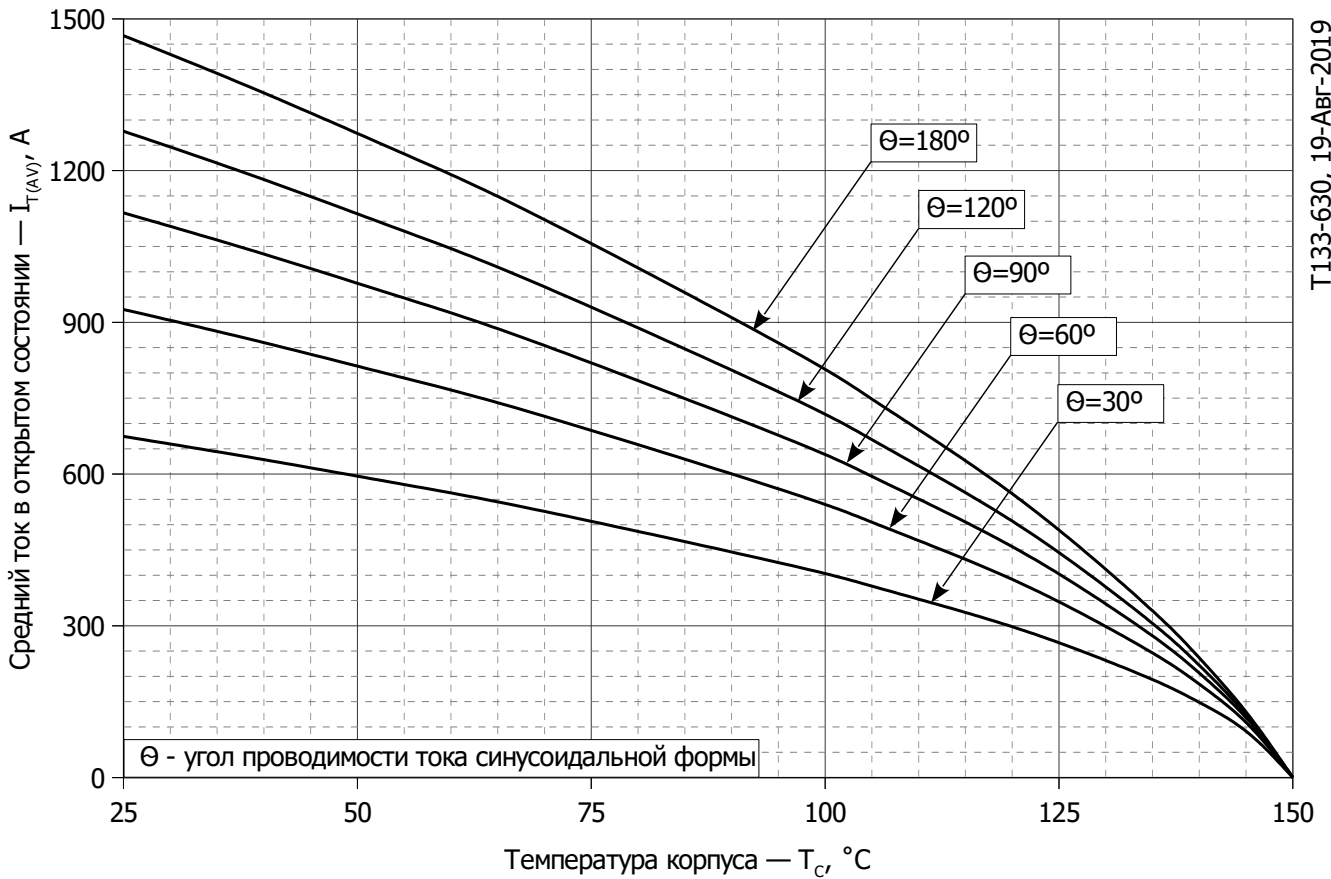
T133-630, 19-Авг-2019

**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)**

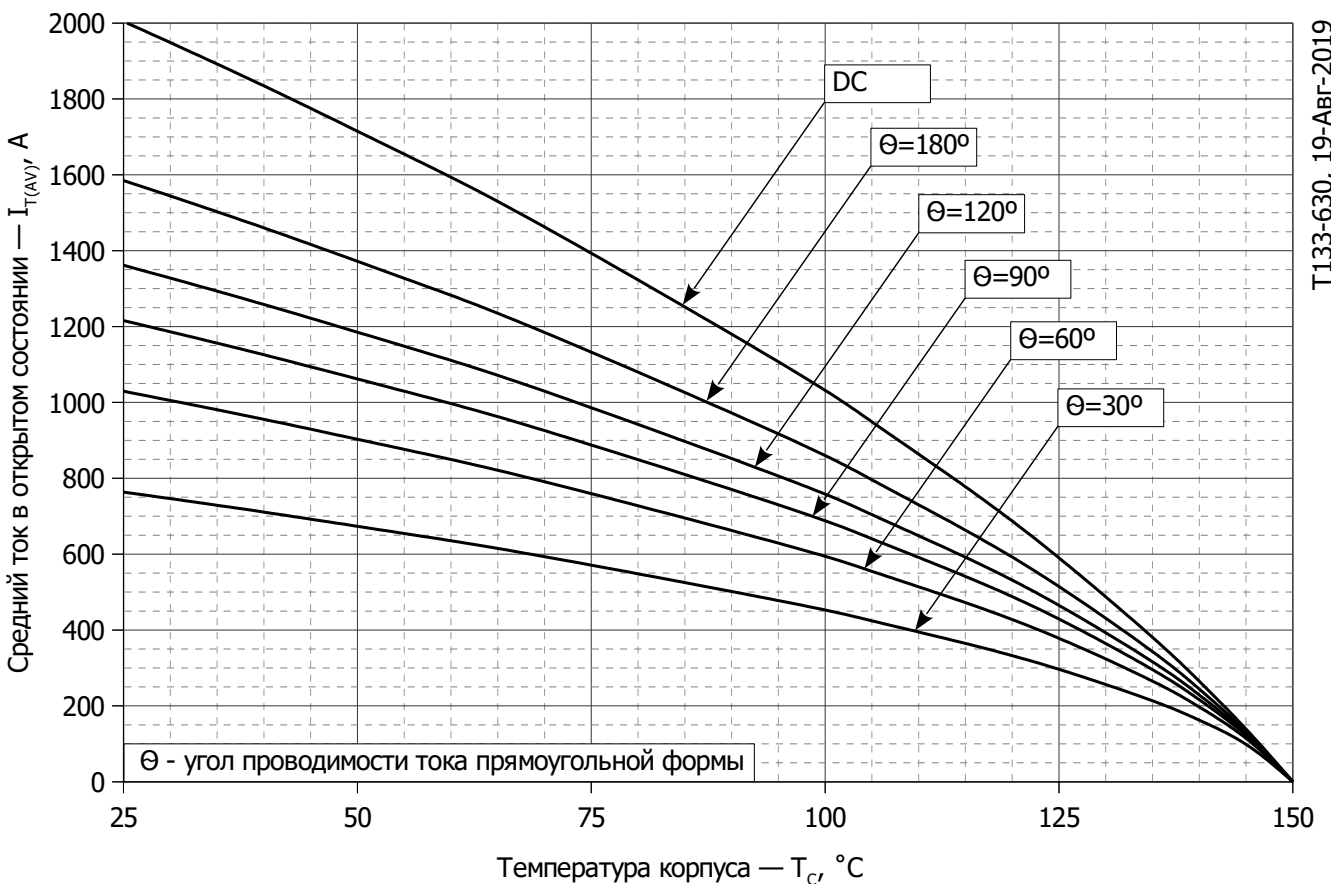


T133-630, 19-Авг-2019

**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)**

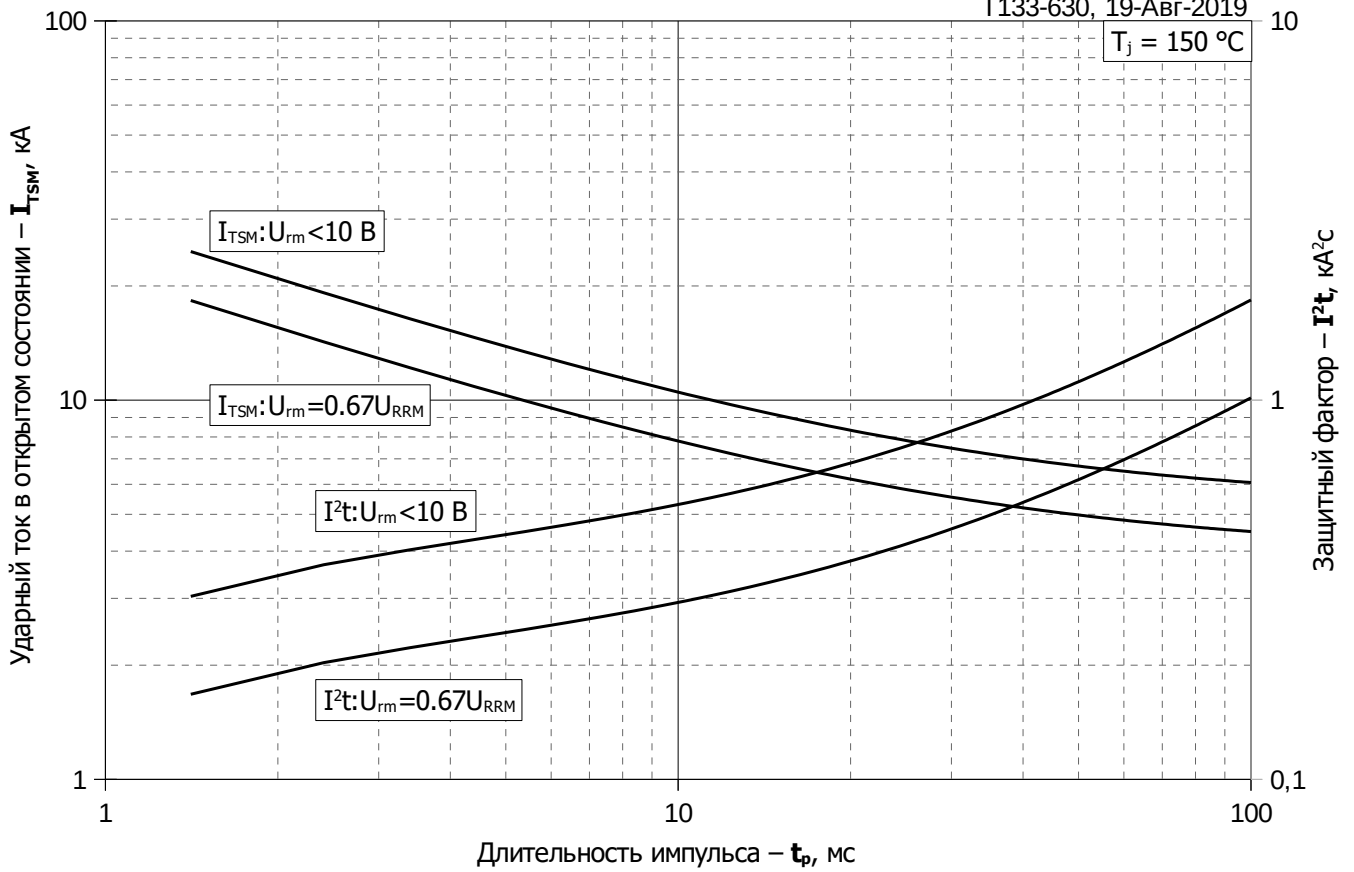


Рис. 11 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии  $I_{TSM}$  и защитного фактора  $I^2t$  от длительности импульса  $t_p$

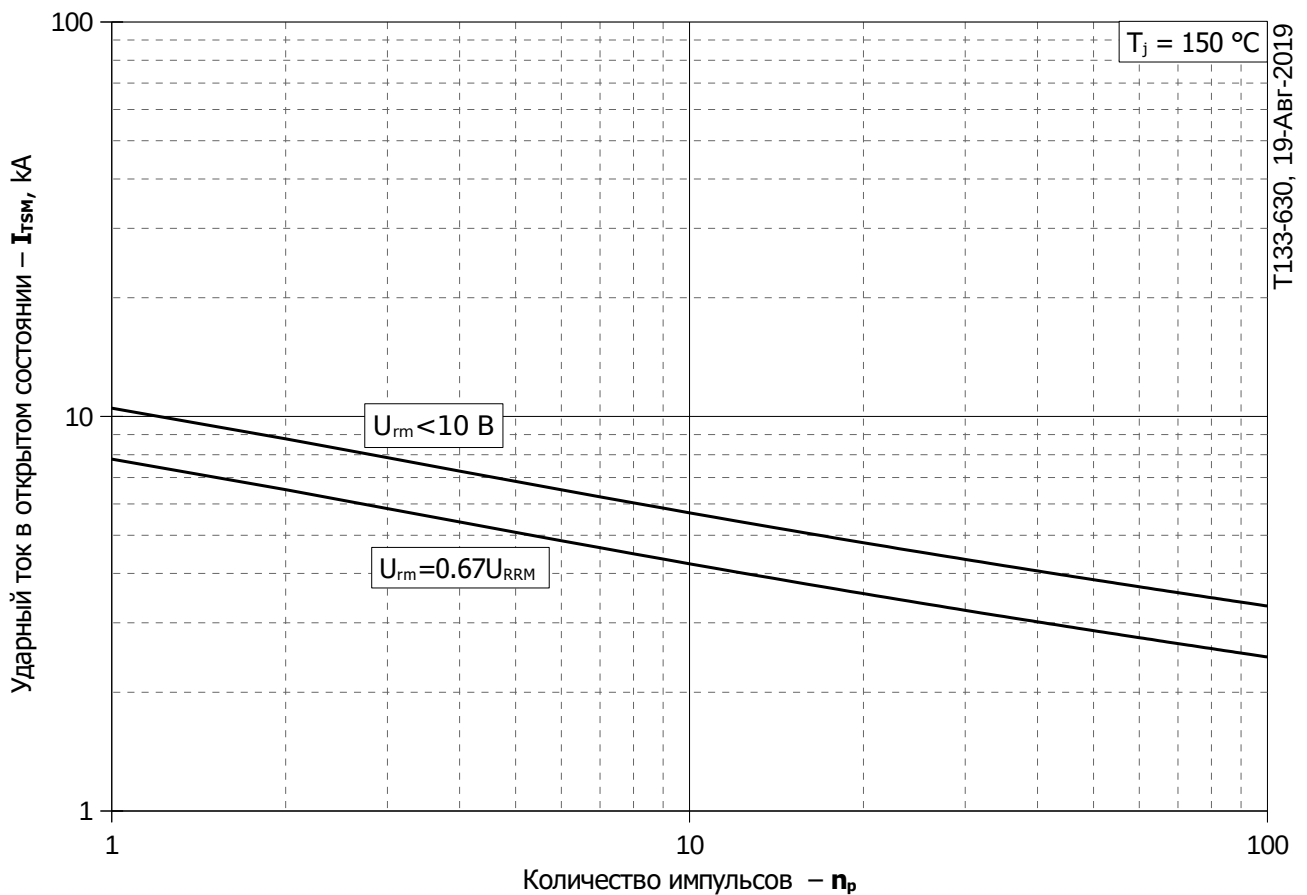


Рис. 12 – Зависимость максимальной амплитуды ударного тока в открытом состоянии  $I_{TSM}$  от количества импульсов  $n_p$