



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

## Низкочастотный Тиристор Тип Т353-1600-18

|                                                          |           |      |      |           |                                  |      |      |      |
|----------------------------------------------------------|-----------|------|------|-----------|----------------------------------|------|------|------|
| Средний прямой ток                                       |           |      |      | $I_{TAV}$ | 1600 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   |
| $T_{ij}, ^\circ C$                                       | -60 ÷ 125 |      |      |           |                                  |      |      |      |

### ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

| Обозначение и наименование параметра |                                      | Ед. изм.   | Значение     | Условия измерения                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------|--------------------------------------|------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Параметры в проводящем состоянии     |                                      |            |              |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                               |
| $I_{TAV}$                            | Средний ток в открытом состоянии     | А          | 1600<br>1930 | $T_c=83\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; двухстороннее охлаждение;<br>$T_c=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; двухстороннее охлаждение;<br>180 эл. град. синус; 50 Гц |                                                                                                                                                                                               |
| $I_{TRMS}$                           | Действующий ток в открытом состоянии | А          | 2512         | $T_c=83\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; двухстороннее охлаждение;<br>180 эл. град. синус; 50 Гц                                                                 |                                                                                                                                                                                               |
| $I_{TSM}$                            | Ударный ток в открытом состоянии     | кА         | 28.0<br>32.0 | $T_j=T_{j\text{ max}}$<br>$T_j=25\text{ }^{\circ}\text{C}$                                                                                                 | 180 эл. град. синус;<br>$t_p=10\text{ мс}$ ; единичный импульс; $U_D=U_R=0\text{ В}$ ;<br>Импульс управления:<br>$I_G=2\text{ А}$ ; $t_{GP}=50\text{ мкс}$ ;<br>$di_G/dt\geq 1\text{ А/мкс}$  |
|                                      |                                      |            | 30.0<br>35.0 | $T_j=T_{j\text{ max}}$<br>$T_j=25\text{ }^{\circ}\text{C}$                                                                                                 | 180 эл. град. синус;<br>$t_p=8.3\text{ мс}$ ; единичный импульс; $U_D=U_R=0\text{ В}$ ;<br>Импульс управления:<br>$I_G=2\text{ А}$ ; $t_{GP}=50\text{ мкс}$ ;<br>$di_G/dt\geq 1\text{ А/мкс}$ |
| $I^2t$                               | Защитный фактор                      | $A^2c10^3$ | 3920<br>5120 | $T_j=T_{j\text{ max}}$<br>$T_j=25\text{ }^{\circ}\text{C}$                                                                                                 | 180 эл. град. синус;<br>$t_p=10\text{ мс}$ ; единичный импульс; $U_D=U_R=0\text{ В}$ ;<br>Импульс управления:<br>$I_G=2\text{ А}$ ; $t_{GP}=50\text{ мкс}$ ;<br>$di_G/dt\geq 1\text{ А/мкс}$  |
|                                      |                                      |            | 3735<br>5080 | $T_j=T_{j\text{ max}}$<br>$T_j=25\text{ }^{\circ}\text{C}$                                                                                                 | 180 эл. град. синус;<br>$t_p=8.3\text{ мс}$ ; единичный импульс; $U_D=U_R=0\text{ В}$ ;<br>Импульс управления:<br>$I_G=2\text{ А}$ ; $t_{GP}=50\text{ мкс}$ ;<br>$di_G/dt\geq 1\text{ А/мкс}$ |

| Блокирующие параметры  |                                                                                                             |                  |                                              |                                                                                                                                                          |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $U_{DRM}, U_{RRM}$     | 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                | $0.75 \cdot U_{DRM}$<br>$0.75 \cdot U_{RRM}$ | $T_j = T_{j\max}$ ;<br>управление разомкнуто                                                                                                             |
| Параметры управления   |                                                                                                             |                  |                                              |                                                                                                                                                          |
| $I_{FGM}$              | 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                                                                                                        |
| Параметры переключения |                                                                                                             |                  |                                              |                                                                                                                                                          |
| $(di_T/dt)_{crit}$     | Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии ( $f=1$ Hz)                                       | А/мкс            | 1000                                         | $T_j = T_{j\max}$ ; $U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$ ; $I_{TM} = 2 I_{TAV}$ ;<br>Импульс управления: $I_G = 2$ А;<br>$t_{GP} = 50$ мкс; $di_G/dt \geq 2$ А/мкс |
| Тепловые параметры     |                                                                                                             |                  |                                              |                                                                                                                                                          |
| $T_{stg}$              | Температура хранения                                                                                        | °C               | -60÷50                                       |                                                                                                                                                          |
| $T_j$                  | Температура р-п перехода                                                                                    | °C               | -60÷125                                      |                                                                                                                                                          |
| Механические параметры |                                                                                                             |                  |                                              |                                                                                                                                                          |
| F                      | Монтажное усилие                                                                                            | кН               | 24.0÷28.0                                    |                                                                                                                                                          |
| a                      | Ускорение                                                                                                   | м/с <sup>2</sup> | 50<br>100                                    | В не зажатом состоянии<br>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        | 1.60<br>1.14           | $T_j = 25$ °C; $I_{TM} = 5024$ А<br>$T_j = 125$ °C; $I_{TM} = 2000$ А                                         |
| $U_{T(TO)}$                               | Пороговое напряжение, макс                                                                      | В        | 0.80                   | $T_j = T_{j\max}$ ;<br>$0.5 \pi I_{TAV} < I_T < 1.5 \pi I_{TAV}$                                              |
| $r_T$                                     | Динамическое сопротивление в открытом состоянии, макс                                           | МОм      | 0.165                  |                                                                                                               |
| $I_L$                                     | 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                                                         |
| Блокирующие характеристики                |                                                                                                 |          |                        |                                                                                                               |
| $I_{DRM}, I_{RRM}$                        | 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 | $T_j = T_{j\max}$ ;<br>$U_D = 0.67 \cdot U_{DRM}$ ; управление разомкнуто                                     |

| Характеристики управления |                                                    |    |                      |                                                                                |                                                                     |
|---------------------------|----------------------------------------------------|----|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| $U_{GT}$                  | Отпирающее постоянное напряжение управления, макс  | В  | 4.00<br>2.50<br>2.00 | $T_j = T_{j \min}$<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>200    | $T_j = T_{j \min}$<br>$T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$<br>$T_j = T_{j \max}$ |                                                                     |
| $U_{GD}$                  | Неотпирающее постоянное напряжение управления, мин | В  | 0.25                 | $T_j = T_{j \max};$<br>$U_D = 0.67 \cdot U_{DRM};$                             |                                                                     |
| $I_{GD}$                  | Неотпирающий постоянный ток управления, мин        | мА | 10.00                | Постоянный ток управления                                                      |                                                                     |

| Динамические характеристики |                                       |      |                                    |                                                                                                                                                                                        |  |
|-----------------------------|---------------------------------------|------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| $t_{gd}$                    | Время задержки включения              | мкс  | 2.00                               | $T_j = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}; V_D = 0.4 \cdot U_{DRM}; I_{TM} = I_{TAV};$<br>Импульс управления: $I_G = 2 \text{ А};$<br>$t_{GP} = 50 \text{ мкс}; di_G/dt \geq 2 \text{ А/мкс}$ |  |
| $t_q$                       | 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 | 2230                               | $T_j = T_{j \max}; I_{TM} = 1600 \text{ А};$<br>$di_R/dt = -10 \text{ А/мкс};$<br>$U_R = 100 \text{ В}$                                                                                |  |
| $t_{rr}$                    | Время обратного восстановления, макс  | мкс  | 27.0                               |                                                                                                                                                                                        |  |
| $I_{rrM}$                   | Ток обратного восстановления, макс    | А    | 165                                |                                                                                                                                                                                        |  |

| 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 |                                       |              |                  |  |  |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|------------------|--|--|
| $w$                         | Масса, тип                            | г            | 510              |  |  |
| $D_s$                       | Длина пути тока утечки по поверхности | мм<br>(дюйм) | 30.38<br>(1.196) |  |  |
| $D_a$                       | Длина пути тока утечки по воздуху     | мм<br>(дюйм) | 18.05<br>(0.710) |  |  |

МАРКИРОВКА

|   |     |      |    |    |    |      |
|---|-----|------|----|----|----|------|
| T | 353 | 1600 | 18 | A2 | T2 | 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<sub>D</sub>/dt=50 В/мкс)

7. Климатическое исполнение по ГОСТ 15150: УХЛ2, Т

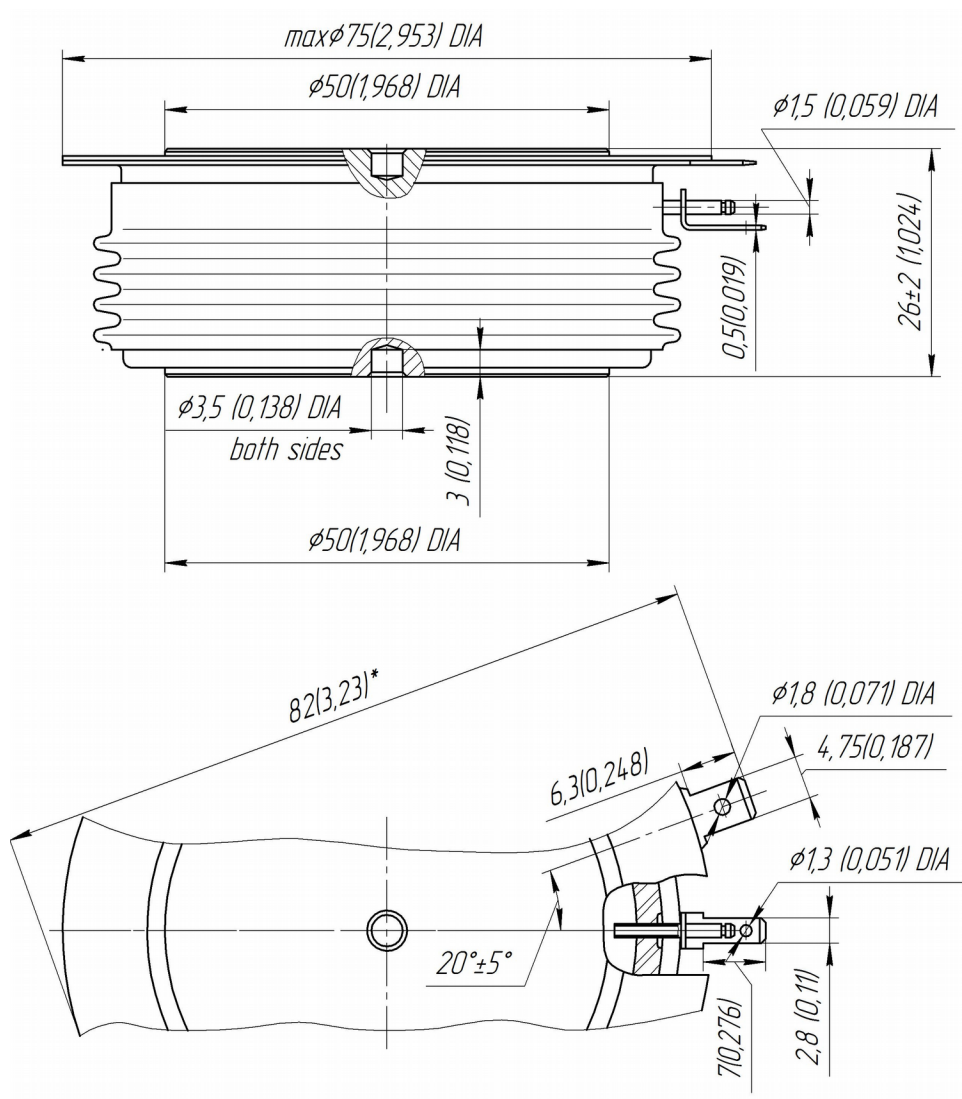
ПРИМЕЧАНИЕ

1) Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии

|                                               |     |     |     |      |
|-----------------------------------------------|-----|-----|-----|------|
| Обозначение группы                            | P2  | K2  | E2  | A2   |
| (du <sub>D</sub> /dt) <sub>crit</sub> , В/мкс | 200 | 320 | 500 | 1000 |

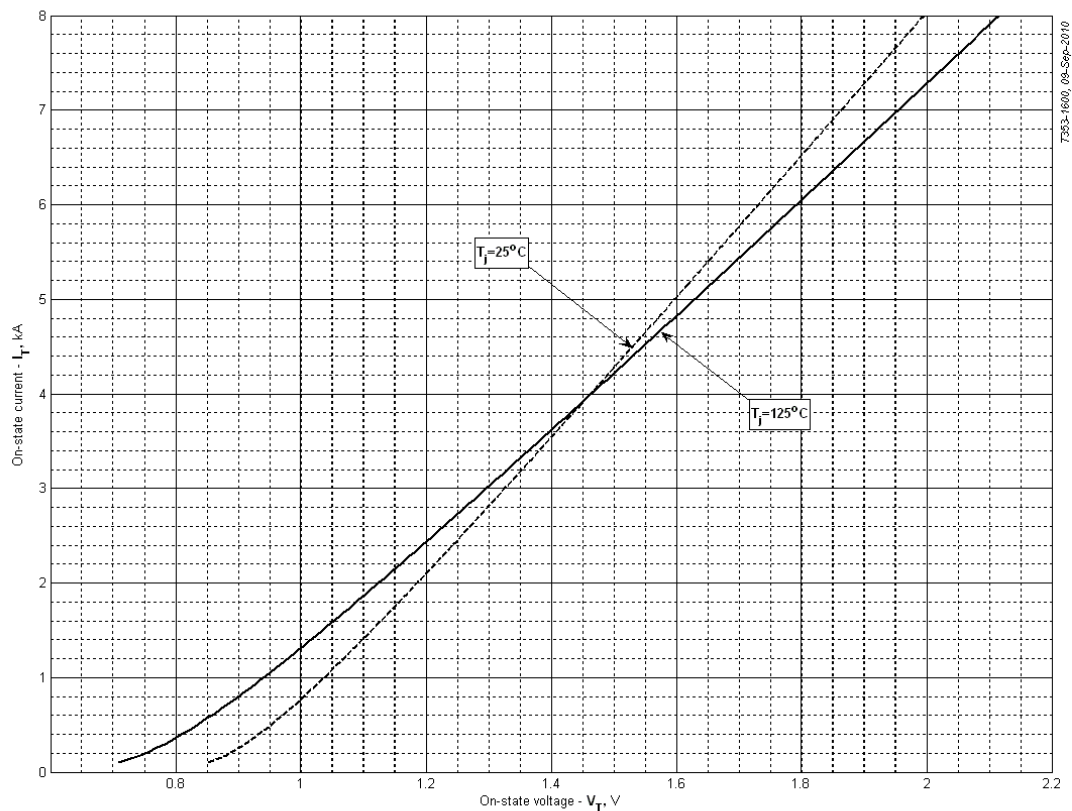
2) Время выключения (du<sub>D</sub>/dt=50 В/мкс)

|                      |     |     |     |     |     |     |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Обозначение группы   | T2  | P2  | M2  | K2  | H2  | E2  |
| t <sub>q</sub> , 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.



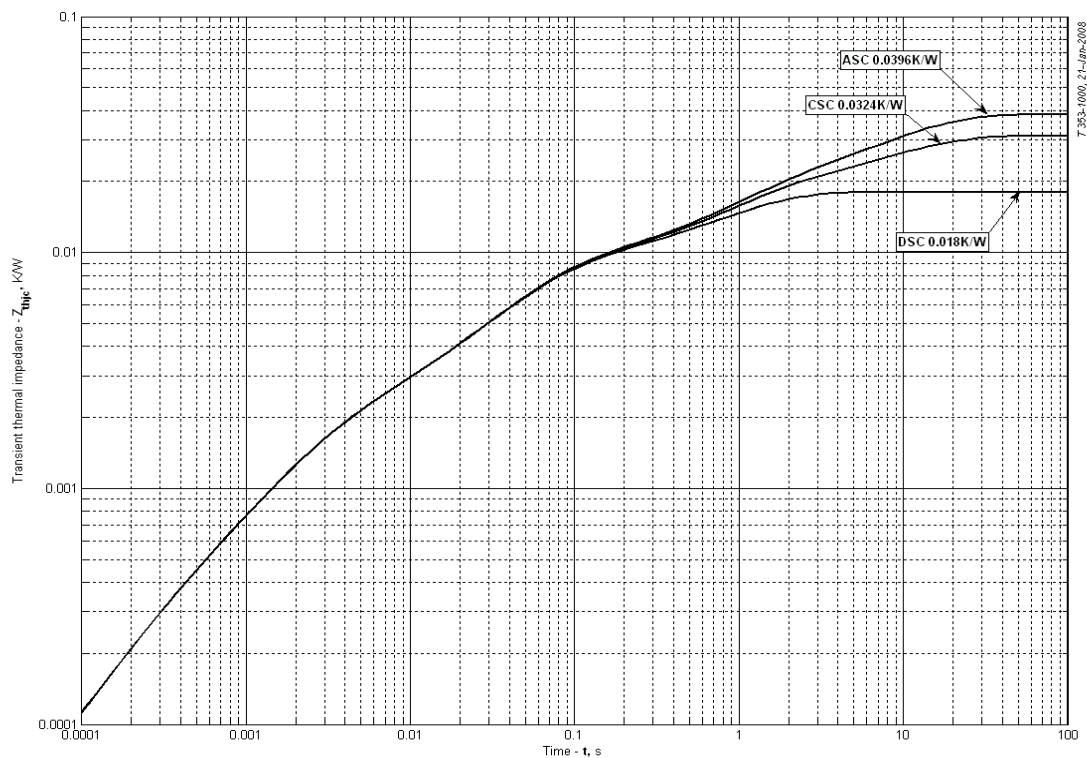
**Рис. 1 – Предельная вольт – амперная характеристика**

Аналитическая функция предельной вольт — амперной характеристики:

$$V_T = A + B \cdot i_T + C \cdot \ln(i_T + 1) + D \cdot \sqrt{i_T}$$

|          | Coefficients for max curves |                           |
|----------|-----------------------------|---------------------------|
|          | $T_J = 25^\circ\text{C}$    | $T_J = T_{J \text{ max}}$ |
| <b>A</b> | 0.764304                    | 0.591211                  |
| <b>B</b> | 0.097013                    | 0.114615                  |
| <b>C</b> | -0.186669                   | -0.249310                 |
| <b>D</b> | 0.305434                    | 0.407929                  |

**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          |
|-------------|----------|----------|----------|----------|-----------|------------|
| $R_i, K/W$  | 0.009241 | 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  |

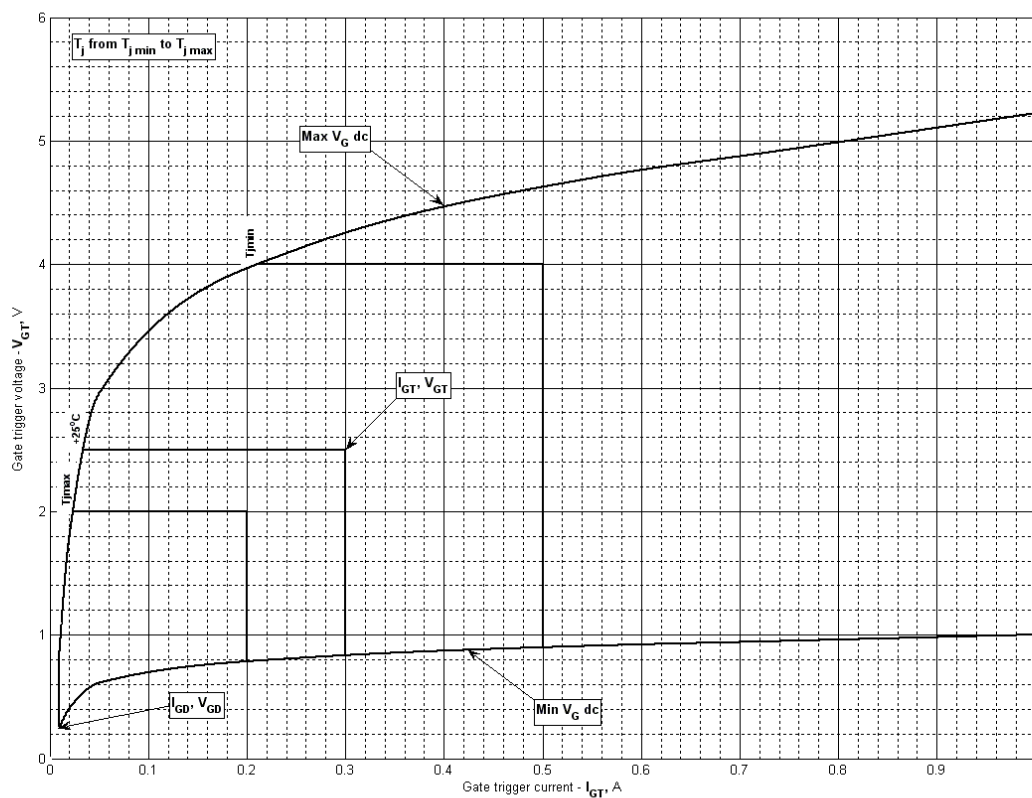
Постоянный ток, охлаждение со стороны катода

| $i$         | 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 |

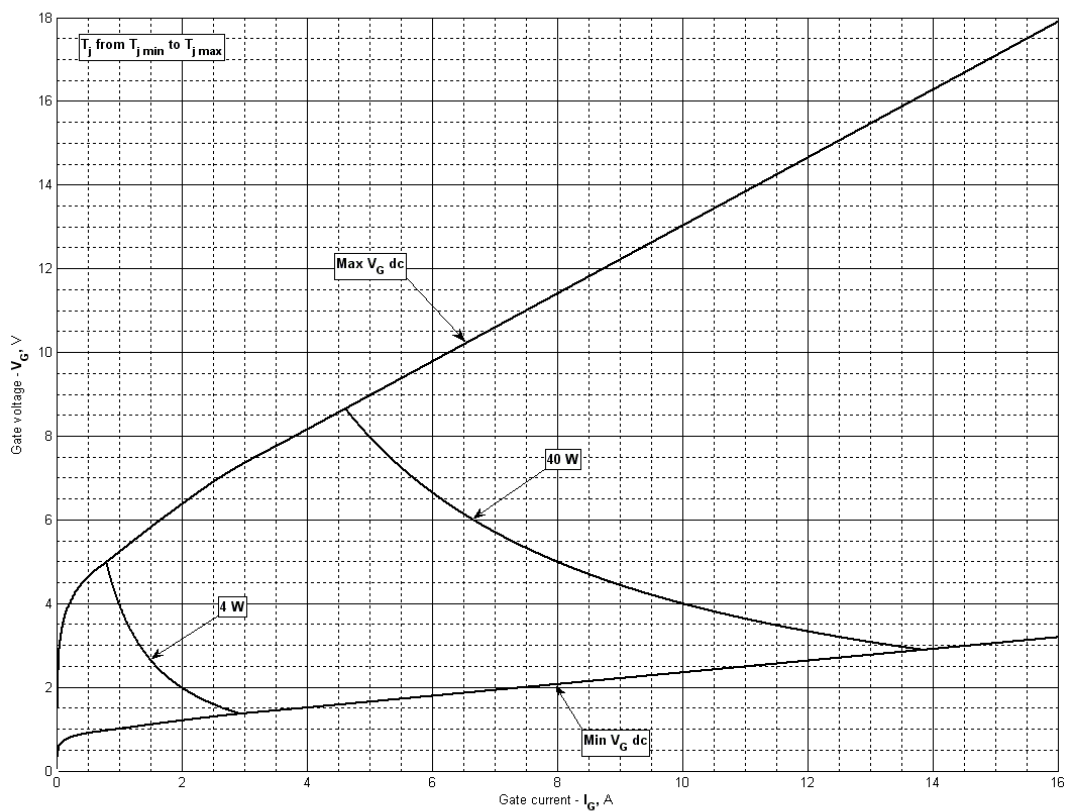
Постоянный ток, охлаждение со стороны анода

| $i$         | 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 – Вольт — амперная характеристика цепи управления**



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

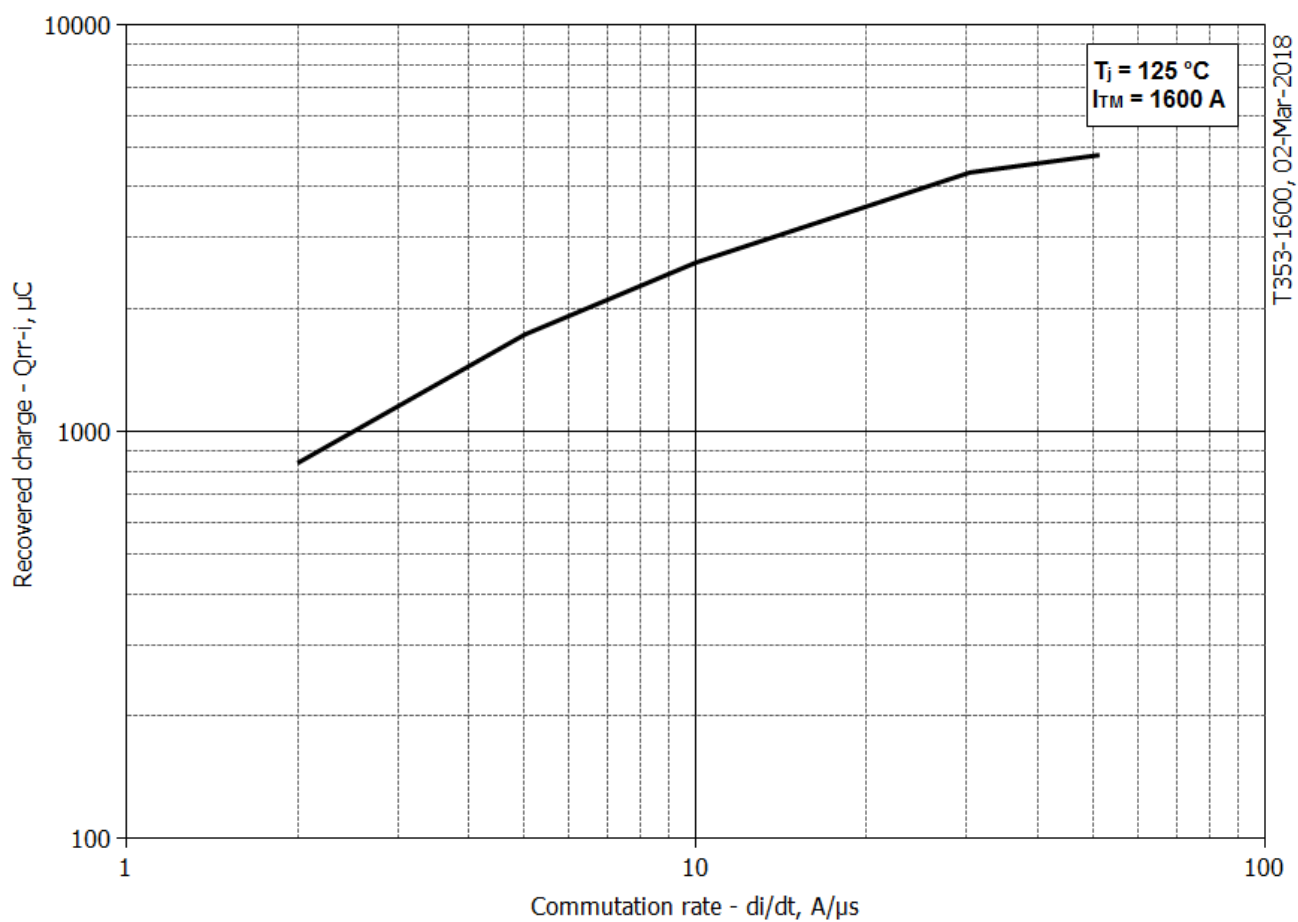


Рис. 5 - Заряд обратного восстановления,  $Q_{rr-i}$

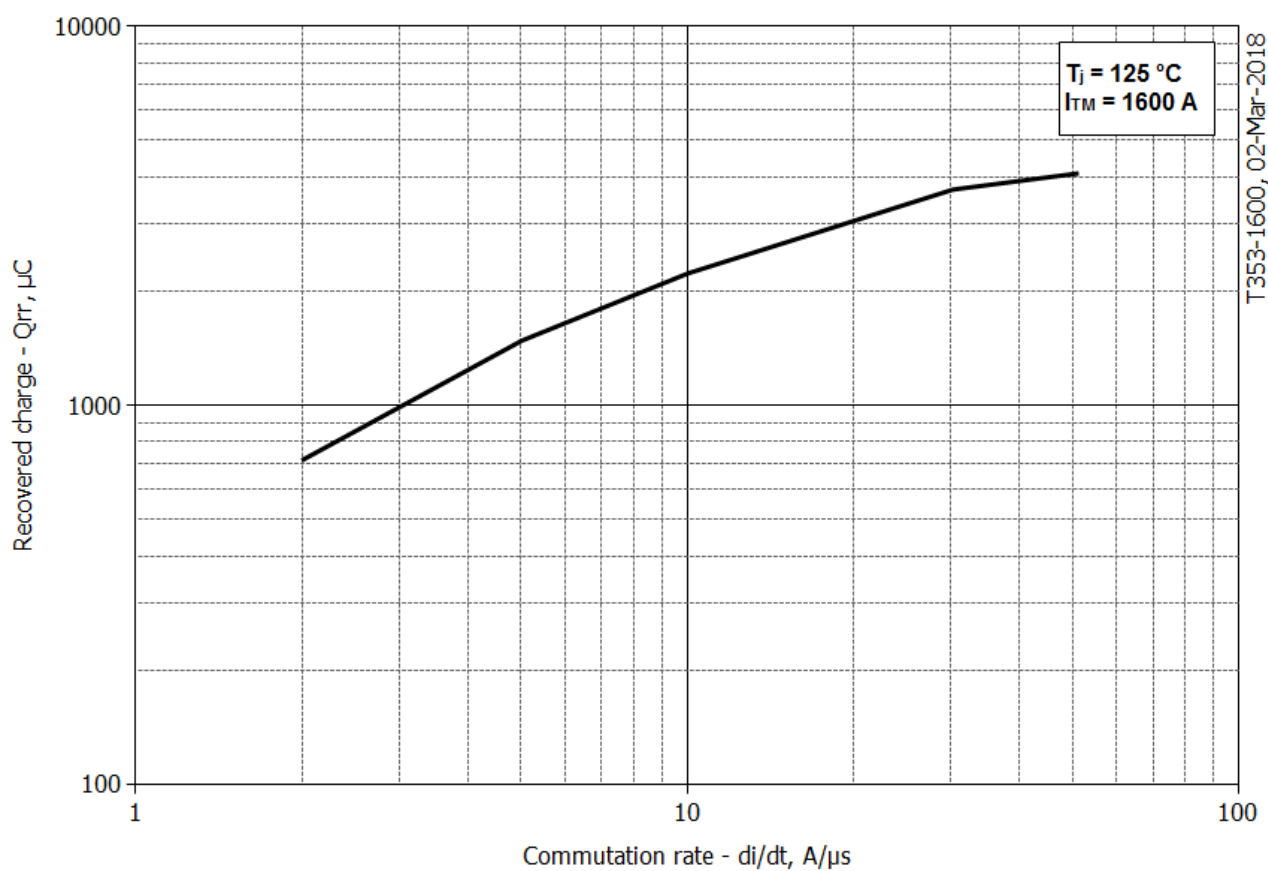
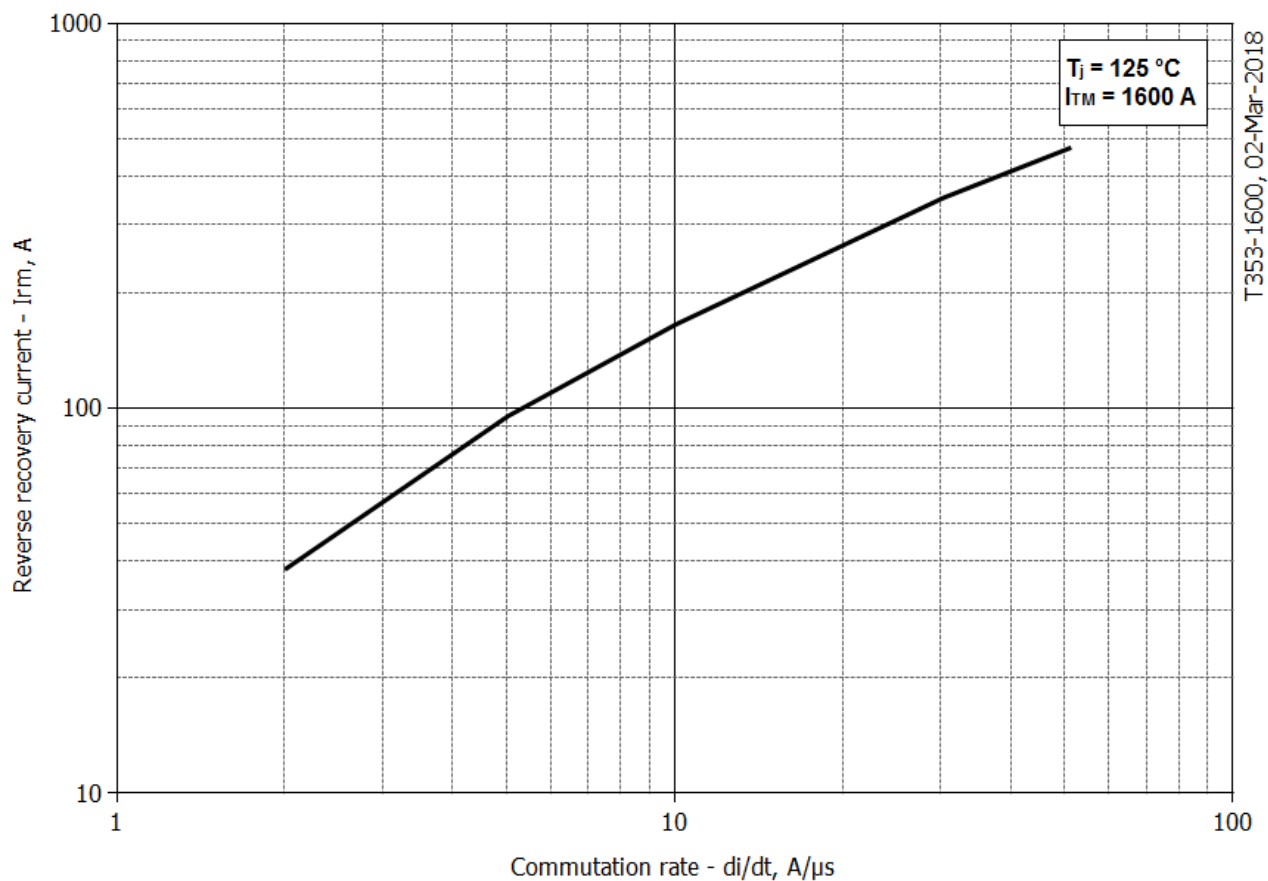
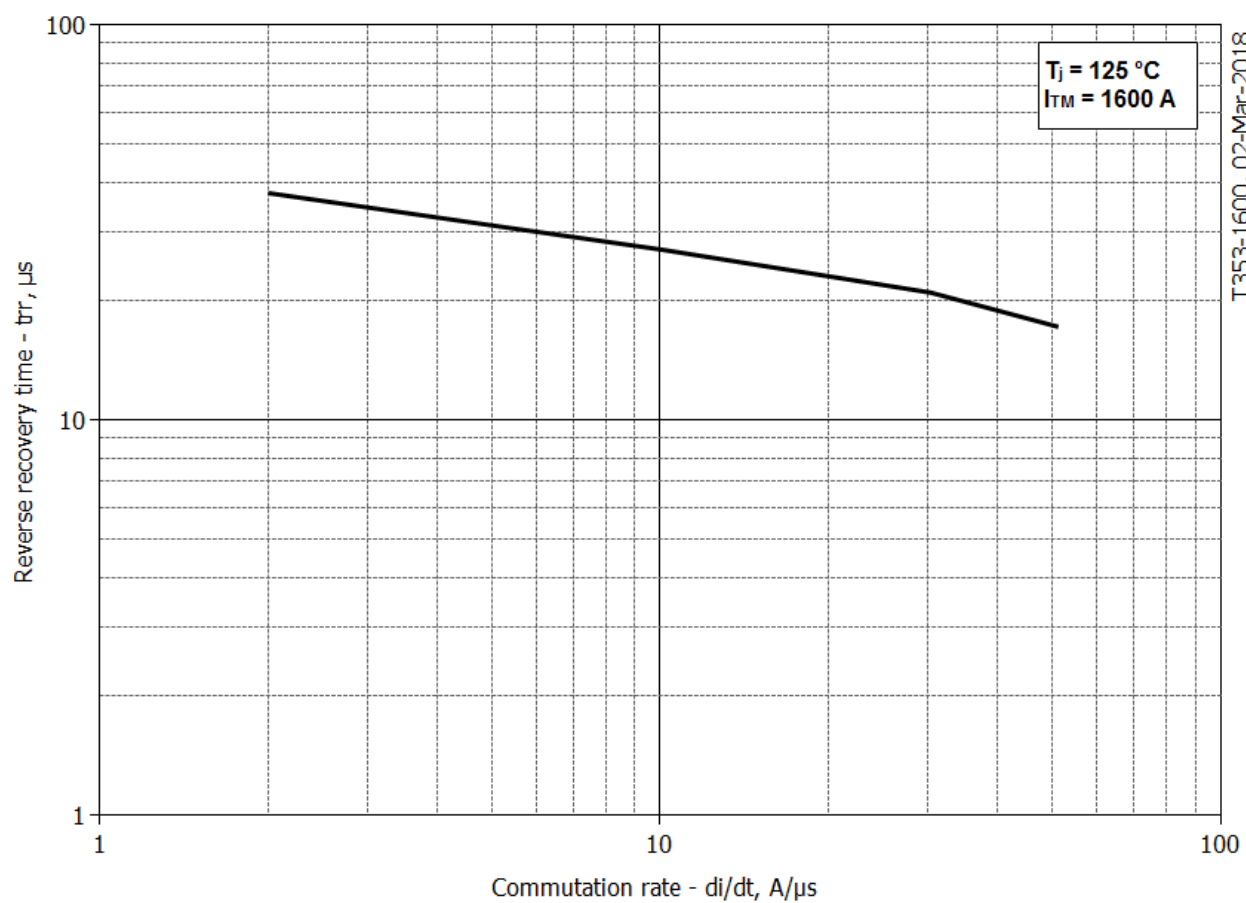


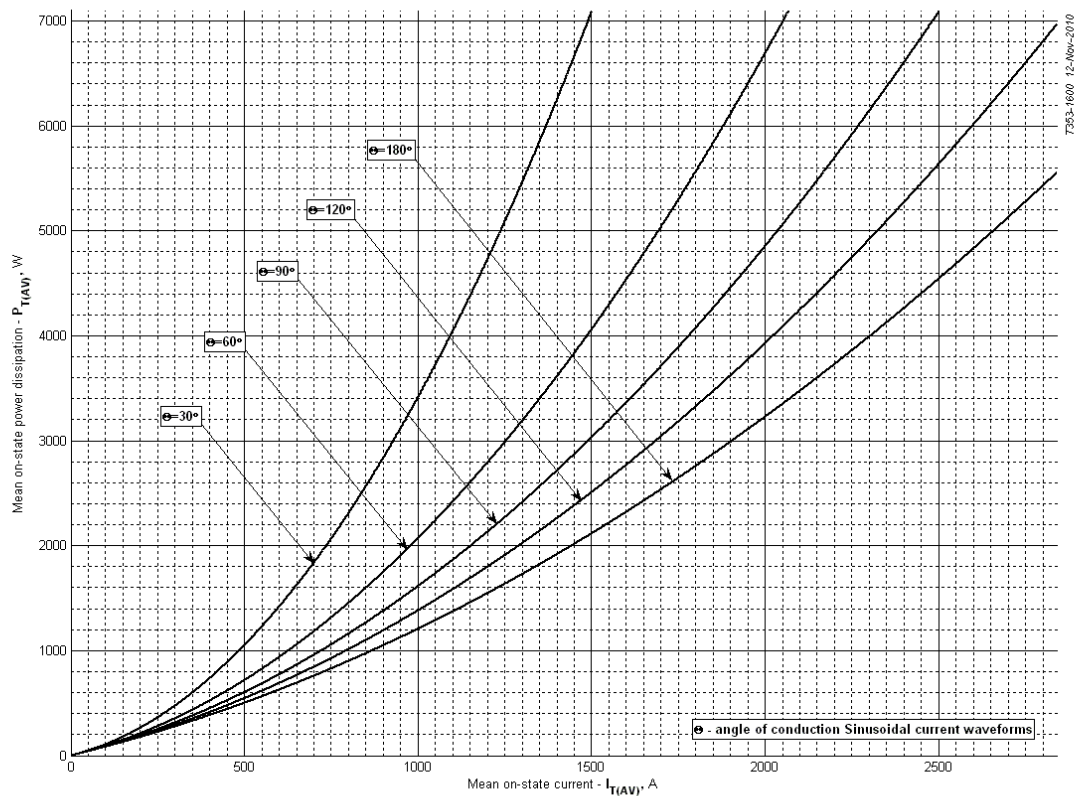
Рис. 6 - Заряд обратного восстановления,  $Q_{rr}$  (линеризованный)



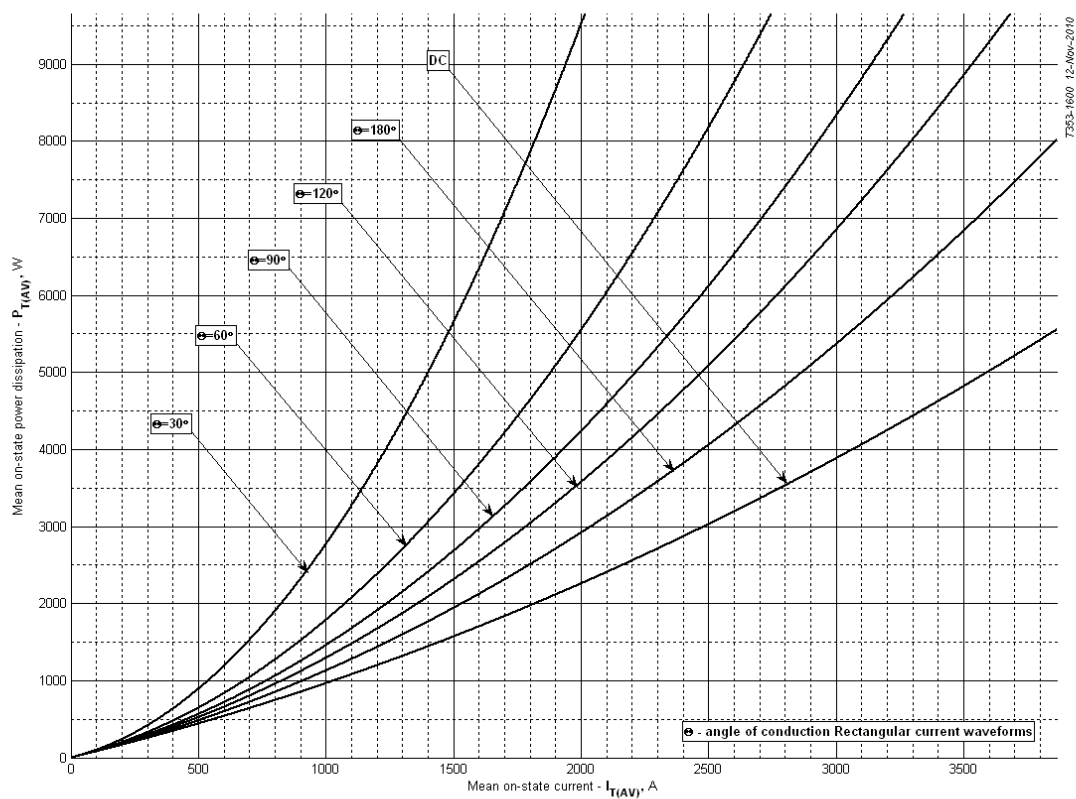
**Рис. 7 - Максимальный обратный ток восстановления,  $I_{rm}$**



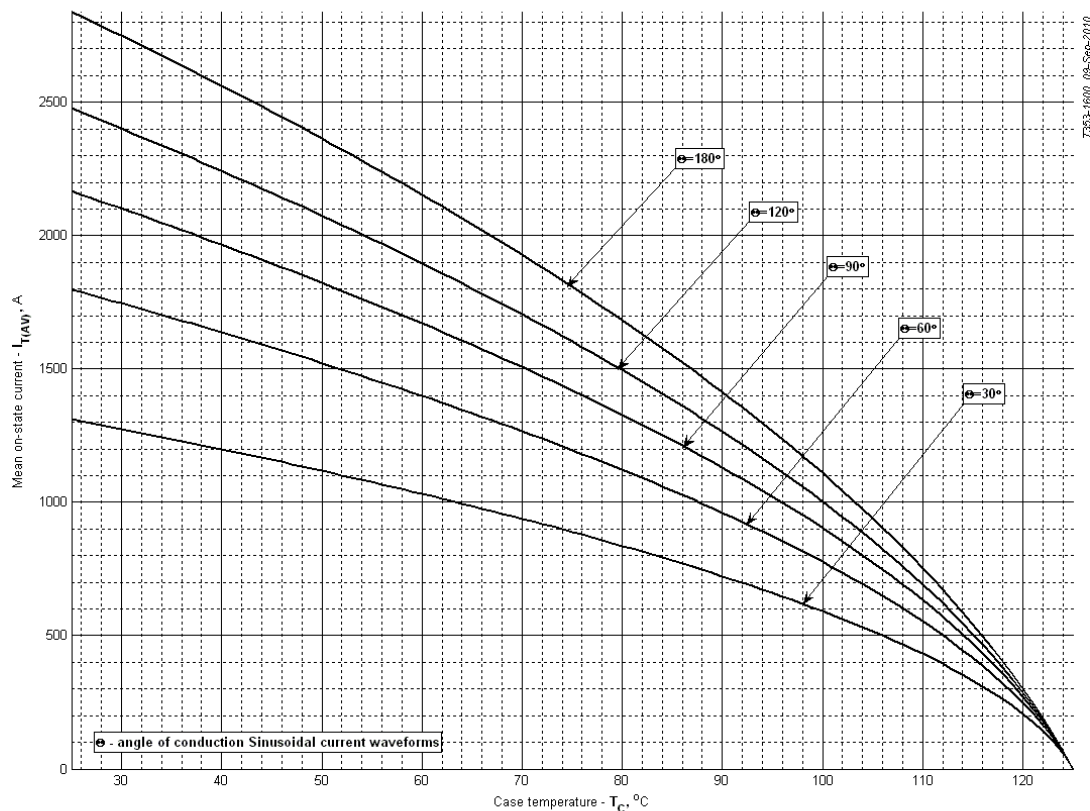
**Рис. 8 - Максимальное время обратного восстановления,  $t_{rr}$  (линеризованный)**



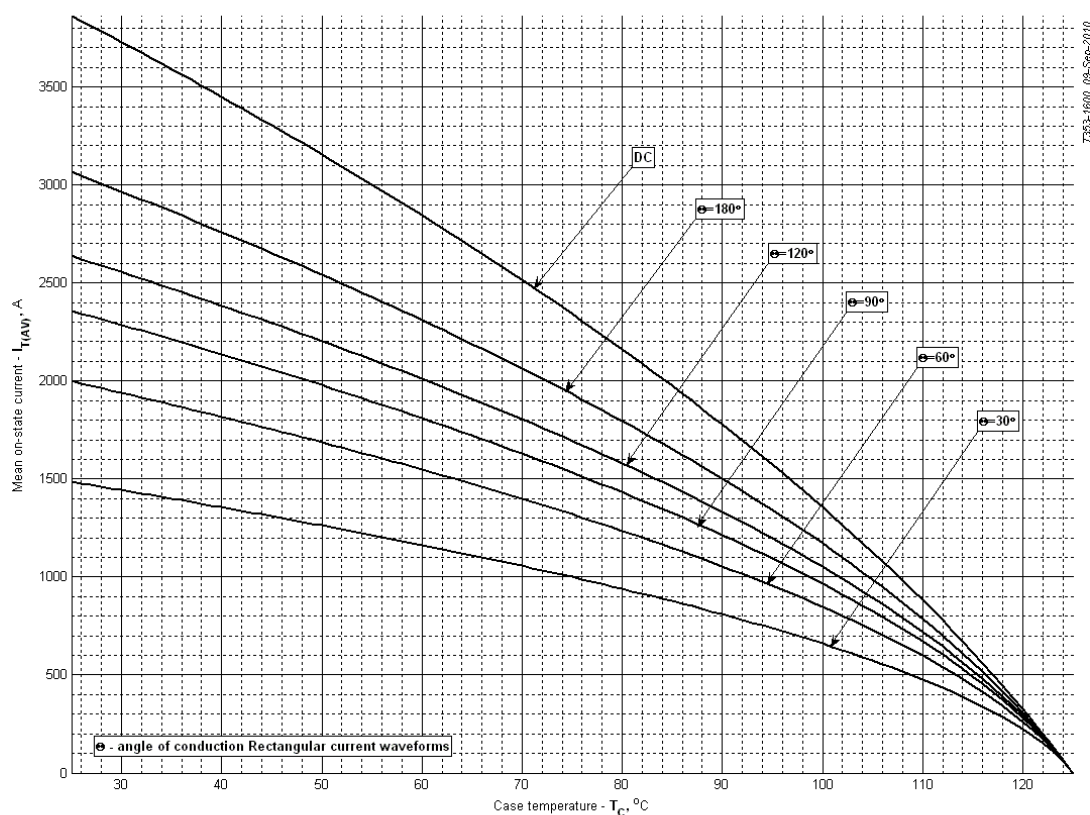
**Рис. 9 - Зависимость потерь мощности  $P_{FAV}$  от среднего прямого тока  $I_{FAV}$  синусоидальной формы при различных углах проводимости ( $f=50$  Гц, двустороннее охлаждение)**



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



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



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

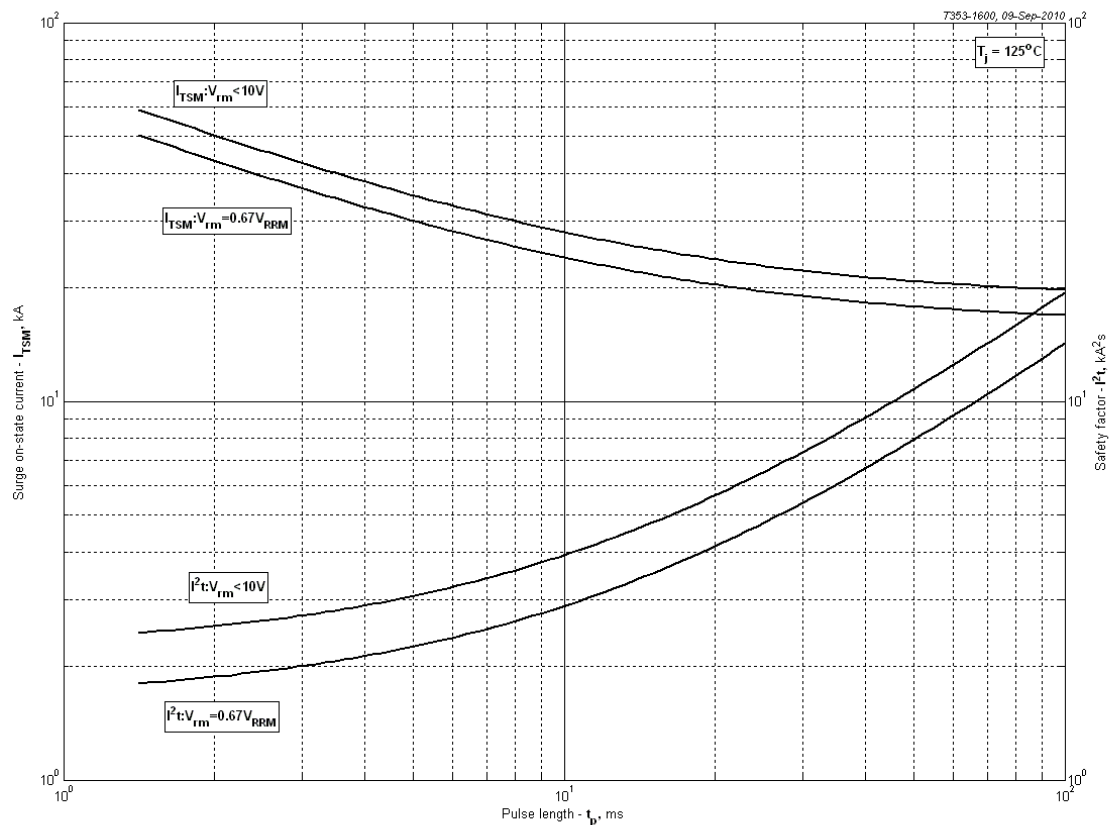


Рис. 13 – Максимальные ударные и  $I^2t$  характеристики

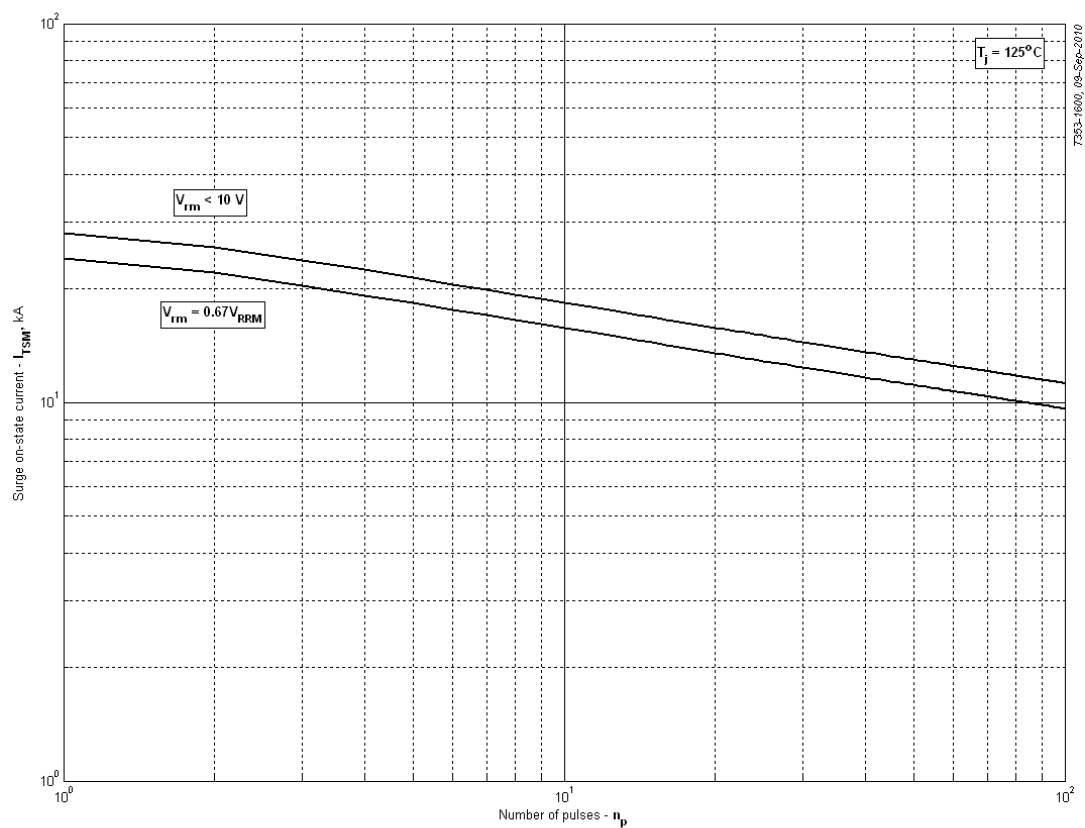


Рис. 14 - Максимальные ударные характеристики