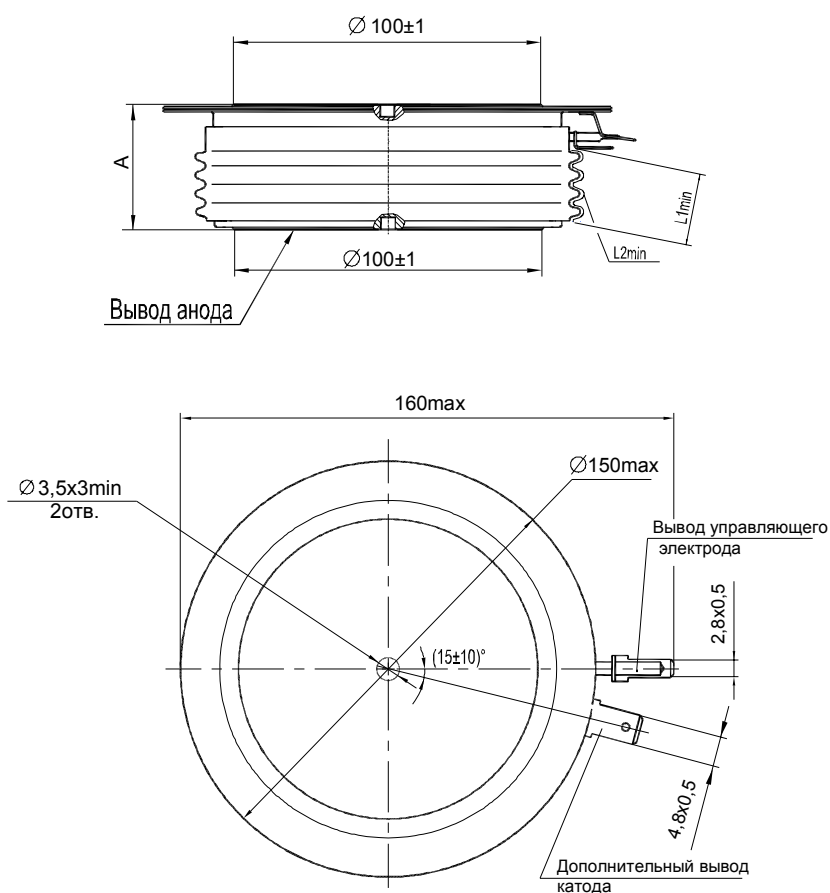


# ТИРИСТОРЫ

**T293-4000, T293-5000**

**T593-4000, T593-5000**



| Тип тиристора        | Размеры, мм        |                   |                   | Масса, г,<br>не более | Усилие сжатия, Н |
|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------------|
|                      | A                  | L1 <sub>min</sub> | L2 <sub>min</sub> |                       |                  |
| T293-4000, T293-5000 | 26,0±2             | 12                | 30                | 2100                  | 85000±5000       |
| T593-4000, T593-5000 | 26,0 <sup>+3</sup> |                   |                   |                       |                  |

L1 - расстояние по воздуху между анодом и управляющим электродом;  
 L2 - длина пути для тока утечки между анодом и управляющим электродом;  
 Количество ребер не регламентируется.

## Параметры закрытого состояния

| Параметр                                 |                                                                                                                                                                            | Значение параметра                                          |                        | Условия установления норм на параметры                                                                                                                                |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Буквенное обозначение                    | Наименование, единица измерения                                                                                                                                            | Тип тиристора                                               |                        |                                                                                                                                                                       |
|                                          |                                                                                                                                                                            | T293-4000<br>T593-4000                                      | T293-5000<br>T593-5000 |                                                                                                                                                                       |
| U <sub>DRM</sub><br><br>U <sub>RRM</sub> | Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и повторяющееся импульсное обратное напряжение, В, для классов:<br>8<br>9<br>10<br>11<br>12<br>14<br>16<br>18     | 800<br>900<br>1000<br>1100<br>1200<br>1400<br>1600<br>1800  |                        | T <sub>j</sub> = 25 °С<br>T <sub>jm</sub> = 125 °С<br>Импульс напряжения синусоидальный однополупериодный длительностью 10 мс, частота 50 Гц                          |
| U <sub>DSM</sub><br><br>U <sub>RSM</sub> | Неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и неповторяющееся импульсное обратное напряжение, В, для классов:<br>8<br>9<br>10<br>11<br>12<br>14<br>16<br>18 | 900<br>1000<br>1100<br>1200<br>1300<br>1500<br>1700<br>1900 |                        | T <sub>j</sub> = 25 °С<br>T <sub>jm</sub> = 125 °С<br>Импульс напряжения синусоидальный однополупериодный, одиночный, длительностью 10 мс. Цепь управления разомкнута |
| U <sub>DWM</sub><br>U <sub>RWM</sub>     | Рабочее импульсное напряжение в закрытом состоянии и рабочее импульсное обратное напряжение, В                                                                             | 0,8 U <sub>DRM</sub><br>0,8 U <sub>RRM</sub>                |                        | T <sub>jm</sub> = 125 °С<br>Импульс напряжения синусоидальный однополупериодный длительностью 10 мс, частота 50 Гц                                                    |
| U <sub>D</sub><br>U <sub>R</sub>         | Постоянное напряжение в закрытом состоянии и постоянное обратное напряжение, В                                                                                             | 0,6 U <sub>DRM</sub><br>0,6 U <sub>RRM</sub>                |                        | T <sub>c</sub> = 85 °С                                                                                                                                                |
| $\left(\frac{du_d}{dt}\right)_{crit}$    | Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии, В/мкс, не менее, для группы:<br>6<br>7<br>8                                                               | 500<br>1000<br>1600                                         |                        | T <sub>j</sub> = T <sub>jm</sub> ; U <sub>DM</sub> = 0,67U <sub>DRM</sub> ;<br>t <sub>u min</sub> = 200 мкс<br>Цепь управления разомкнута                             |
| I <sub>DRM</sub><br><br>I <sub>RRM</sub> | Повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии и повторяющийся импульсный обратный ток, мА, не более                                                                    | 10                                                          | 400                    | T <sub>j</sub> = 25 °С;<br><br>T <sub>jm</sub> = 125 °С;<br>U <sub>D</sub> = U <sub>DRM</sub> ; U <sub>R</sub> = U <sub>RRM</sub> ;<br>Цепь управления разомкнута     |

## Параметры термодинамической стойкости

| Параметр                            |                                                                           | Значение параметра             |                        | Условия установления норм на параметры                                    |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Буквенное обозначение               | Наименование, единица измерения                                           | Тип тиристора                  |                        |                                                                           |
|                                     |                                                                           | T293-4000<br>T293-5000         | T593-4000<br>T593-5000 |                                                                           |
| I <sub>c(crit)</sub>                | Ток термодинамической стойкости корпуса, кА                               | 13                             | 72                     | t <sub>i</sub> = 5,8 мс (для T293)<br>t <sub>i</sub> = 10,0 мс (для T593) |
| I <sub>c(crit)</sub> <sup>2</sup> t | Защитный показатель термодинамической стойкости корпуса. А <sup>2</sup> с | 25·10 <sup>6</sup> ( для T593) |                        |                                                                           |

## Параметры открытого состояния

| Параметр                 |                                                                                  | Значение параметра                                                     |                        | Условия<br>установления<br>норм на параметры                                                                                                                                                         |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Буквенное<br>обозначение | Наименование,<br>единица измерения                                               | Тип тиристора                                                          |                        |                                                                                                                                                                                                      |
|                          |                                                                                  | T293-4000<br>T593-4000                                                 | T293-5000<br>T593-5000 |                                                                                                                                                                                                      |
| I <sub>TAVM</sub>        | Максимально допустимый сред-<br>ний прямой ток в открытом со-<br>стоянии, А      | 4000                                                                   | 5000                   | T <sub>c</sub> = 85 °С<br>Импульс тока синусоидальный,<br>однополупериодный, длитель-<br>ностью 10 мс, частота 50 Гц                                                                                 |
|                          | Фактический максимально до-<br>пустимый средний ток в откры-<br>том состоянии, А | 4765                                                                   | 5045                   | T <sub>c</sub> = 85 °С, T <sub>j</sub> = T <sub>jm</sub> ,<br>U <sub>T(TO)</sub> , r <sub>T</sub> при T <sub>j</sub> = T <sub>jm</sub>                                                               |
| I <sub>TRMS</sub>        | Действующий ток в открытом<br>состоянии , А                                      | 6280                                                                   | 7850                   | T <sub>c</sub> = 85 °С                                                                                                                                                                               |
| I <sub>TSM</sub>         | Ударный ток в открытом состоя-<br>нии, кА                                        | 99                                                                     | 106,7                  | T <sub>j</sub> = 25 °С, U <sub>R</sub> = 0                                                                                                                                                           |
|                          |                                                                                  | 90                                                                     | 97                     | T <sub>jm</sub> = 125 °С, U <sub>R</sub> = 0<br>Импульс тока синусоидальный<br>однополупериодный , одиноч-<br>ный длительностью 10 мс<br>I <sub>G</sub> = I <sub>GT</sub> при T <sub>j</sub> = 25 °С |
| U <sub>TM</sub>          | Импульсное напряжение в откры-<br>том состоянии, В, не более                     | 1,7                                                                    |                        | T <sub>j</sub> = 25 °С;<br>I <sub>T</sub> = 3,14I <sub>TAVM</sub>                                                                                                                                    |
| U <sub>T(TO)</sub>       | Пороговое напряжение в откры-<br>том состоянии, В                                | 1,25                                                                   | 1,23                   | T <sub>j</sub> = 25 °С                                                                                                                                                                               |
|                          |                                                                                  | 1,03                                                                   | 1,0                    | T <sub>jm</sub> = 125 °С                                                                                                                                                                             |
| r <sub>T</sub>           | Динамическое сопротивление в<br>открытом состоянии, мОм                          | 0,036                                                                  | 0,03                   | T <sub>j</sub> = 25 °С                                                                                                                                                                               |
|                          |                                                                                  | 0,055                                                                  | 0,047                  | T <sub>jm</sub> = 125 °С                                                                                                                                                                             |
| I <sub>H</sub>           | Ток удержания, мА, не более                                                      | 300                                                                    |                        | T <sub>j</sub> = 25 °С, U <sub>D</sub> = 12 В<br>Цепь управления разомкнута                                                                                                                          |
| I <sub>TAV</sub>         | Средний ток в открытом состоя-<br>нии, А                                         | Охладитель О193 по ТУ16-2007 ИЕАЛ.432270.001ТУ, T <sub>a</sub> = 40 °С |                        |                                                                                                                                                                                                      |
|                          |                                                                                  | 705                                                                    | 730                    | естественное охлаждение                                                                                                                                                                              |
|                          |                                                                                  | 1830                                                                   | 1915                   | принудительное охлаждение, v=6 м/с                                                                                                                                                                   |

## Параметры управления

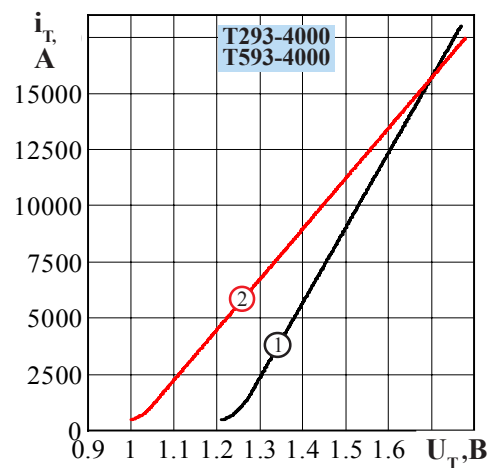
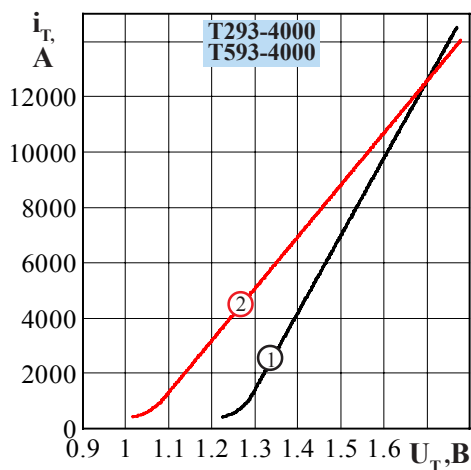
| Параметр                 |                                                                 | Значение параметра     |                        | Условия<br>установления<br>норм на параметры                                                                        |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Буквенное<br>обозначение | Наименование,<br>единица измерения                              | Тип тиристора          |                        |                                                                                                                     |
|                          |                                                                 | T293-4000<br>T593-4000 | T293-5000<br>T593-5000 |                                                                                                                     |
| U <sub>GT</sub>          | Отпирающее постоянное напря-<br>жение управления, В, не более   | 3,0                    |                        | T <sub>j</sub> = 25 °C; U <sub>D</sub> = 12 В                                                                       |
|                          |                                                                 | 5,0                    |                        | T <sub>jmin</sub> = минус 60 °C; U <sub>D</sub> = 12 В                                                              |
| I <sub>GT</sub>          | Отпирающий постоянный ток<br>управления, А, не более            | 0,30                   |                        | T <sub>j</sub> = 25 °C; U <sub>D</sub> = 12 В                                                                       |
|                          |                                                                 | 0,65                   |                        | T <sub>jmin</sub> = минус 60 °C; U <sub>D</sub> = 12 В                                                              |
| U <sub>GD</sub>          | Неотпирающее постоянное на-<br>пряжение управления, В, не менее | 0,40                   |                        | T <sub>jm</sub> = 125 °C; U <sub>D</sub> = 0,67U <sub>DRM</sub><br>Напряжение источника управ-<br>ления -постоянное |
| I <sub>GD</sub>          | Неотпирающий постоянный ток<br>управления, мА, не менее         | 20,0                   |                        |                                                                                                                     |

## Параметры переключения

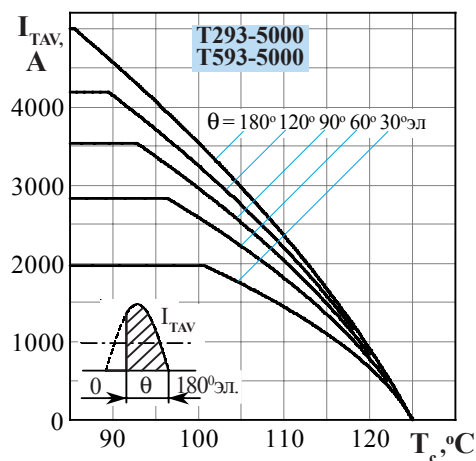
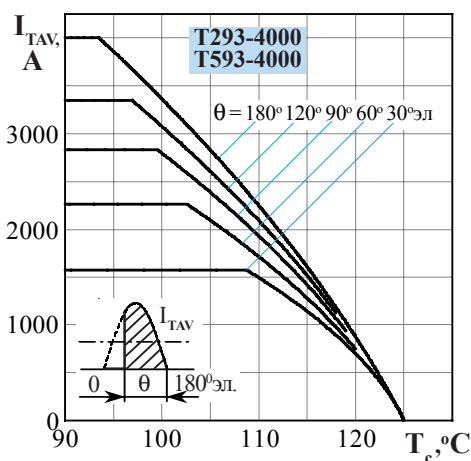
| Параметр                            |                                                                         | Значение параметра                            | Условия<br>установления<br>норм на параметры                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Буквенное<br>обозначение            | Наименование,<br>единица измерения                                      | Тип тиристора                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                     |                                                                         | T293-4000, T593-4000,<br>T293-5000, T593-5000 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| $\left(\frac{di}{dt}\right)_{crit}$ | Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии, А/мкс        | 250                                           | $T_{jm} = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $U_D = 0,67 U_{DRM}$ ,<br>$I_T \geq I_{TAVM}$<br>Импульс тока синусоидальный<br>однополупериодный частотой<br>50 Гц.                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                     |                                                                         | 800                                           | $T_{jm} = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $U_D = 0,67 U_{DRM}$ ,<br>$I_T = 2I_{TAVM} \div 3I_{TAVM}$<br>Импульс тока синусоидальный<br>однополупериодный частотой<br>1 Гц.<br>Режим цепи управления: форма -<br>трапецеидальная; длительность<br>импульса тока не менее 50 мкс;<br>амплитуда - $3I_{GT}$ ; длительность<br>фронта 1 мкс. Внутреннее сопротивление источника управления<br>не более 30 Ом. |
| $t_{qt}$                            | Время включения, мкс, не более                                          | 35                                            | $T_{jm} = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; $U_D = 100\text{ В}$ ;<br>$I_T = I_{TAVM}$ ; $I_{FG} = 3I_{GT}$ ; $t_G = 50\text{ мкс}$                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| $Q_{rr}$                            | Заряд восстановления, мкКл, не более                                    | 3350                                          | $T_{jm} = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; $I_T = I_{TAVM}$ ;<br>$t_i = 200\text{ мкс}$ ; $U_R = 100\text{ В}$ ;<br>$\left(\frac{di}{dt}\right)_f = 5\text{ А/мкс}$                                                                                                                                                                                                                                        |
| $t_q$                               | Время выключения, мкс, не более,<br>для группы:<br>E2<br>H2<br>K2<br>M2 | 500<br>400<br>320<br>250                      | $T_{jm} = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; $I_T = I_{TAVM}$ ;<br>$t_{i\ min} = 200\text{ мкс}$ ;<br>$\left(\frac{di}{dt}\right)_f = 5\text{ А/мкс}$ ; $\frac{du_d}{dt} = 50\text{ В/мкс}$ ;<br>$U_R = 100\text{ В}$ ; $U_{DM} = 0,67U_{DRM}$                                                                                                                                                               |

## Тепловые параметры

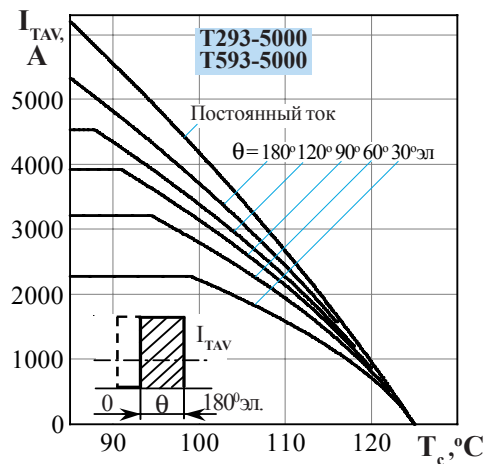
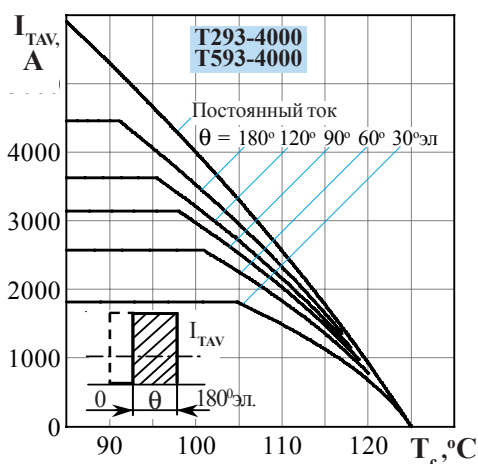
| Параметр                 |                                                                            | Значение параметра                              | Условия установления<br>норм на параметры   |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Буквенное<br>обозначение | Наименование,<br>единица измерения                                         | Тип тиристора                                   |                                             |
|                          |                                                                            | T293-4000, T593-4000,<br>T293-5000, T593-5000   |                                             |
| $T_{jm}$                 | Максимально допустимая температура перехода, $^{\circ}\text{C}$            | 125                                             |                                             |
| $T_{jmin}$               | Минимально допустимая температура перехода, $^{\circ}\text{C}$             | минус 60                                        |                                             |
| $T_{sgm}$                | Максимально допустимая температура хранения, $^{\circ}\text{C}$            | 50                                              |                                             |
| $T_{sgmin}$              | Минимально допустимая температура хранения, $^{\circ}\text{C}$             | минус 60                                        |                                             |
| $R_{thjc}$               | Тепловое сопротивление переход-корпус, $^{\circ}\text{C/Вт}$ , не более    | 0,005                                           | Постоянный ток                              |
| $R_{thch}$               | Тепловое сопротивление корпус-охладитель, $^{\circ}\text{C/Вт}$ , не более | 0,0013                                          |                                             |
| $R_{thja}$               | Тепловое сопротивление переход-среда, $^{\circ}\text{C/Вт}$ , не более     | Охладитель O193 по ТУ 16-2007 ИЕАЛ432270.001 ТУ |                                             |
|                          |                                                                            | 0,1073                                          | естественное охлаждение                     |
|                          |                                                                            | 0,0363                                          | принудительное охлаждение, $v=6\text{ м/с}$ |



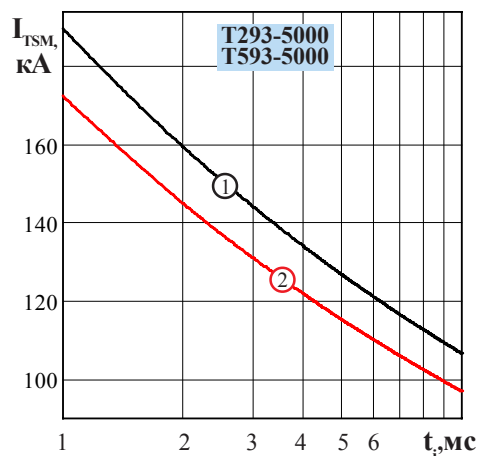
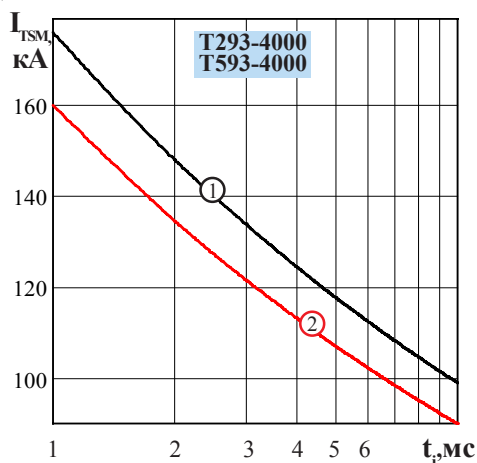
**Рисунок 1** - Предельная вольтамперная характеристика в открытом состоянии при температуре перехода 25 °С (1) и максимальной температуре перехода  $T_{jm}$  (2)  $I_T = 3,14I_{T(AV)}$



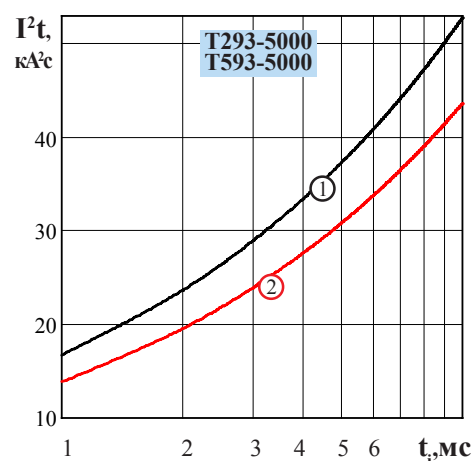
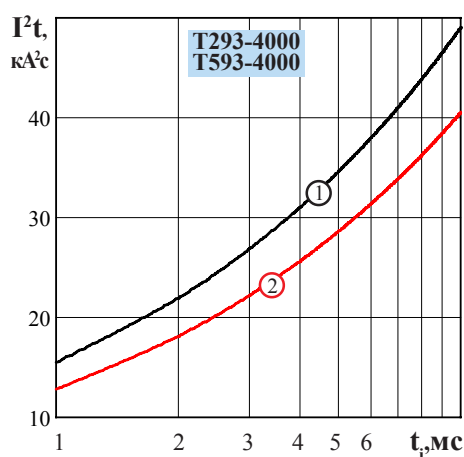
**Рисунок 2** - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры корпуса  $T_c$  для токов синусоидальной формы частотой  $f = 50$  Гц



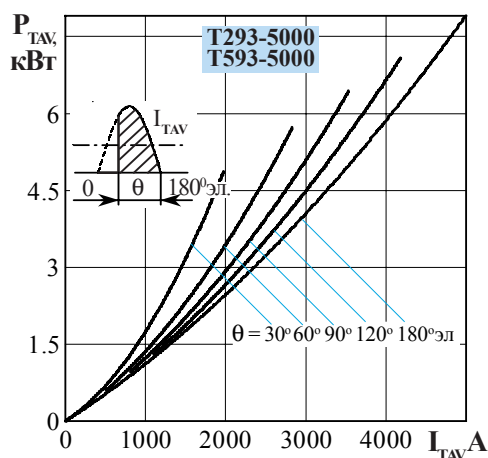
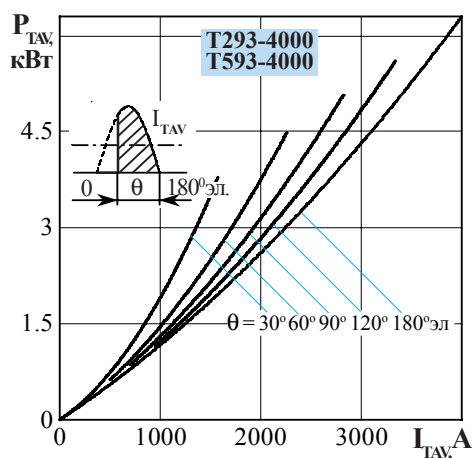
**Рисунок 3** - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры корпуса  $T_c$  для токов прямоугольной формы частотой  $f = 50$  Гц и постоянного тока



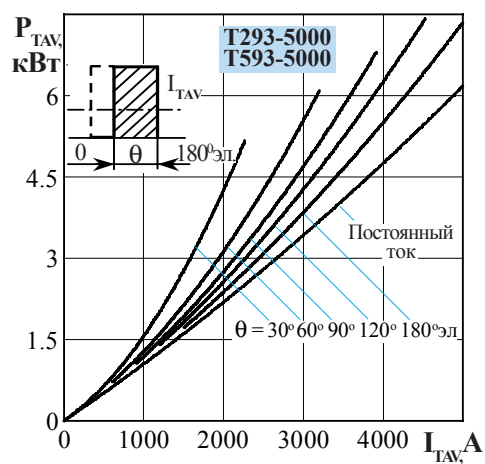
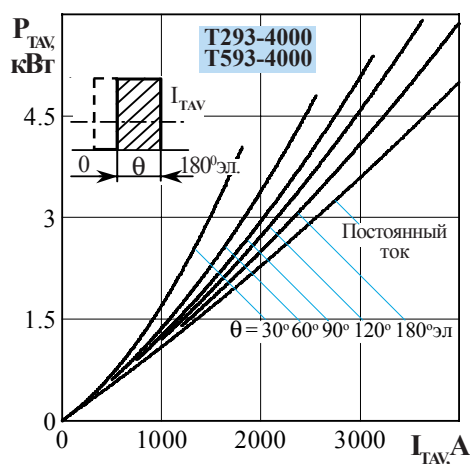
**Рисунок 4** - Зависимость допустимой амплитуды ударного тока в открытом состоянии  $I_{TSM}$  от длительности импульса тока  $t_i$  при исходной температуре структуры  $T_j = 25^\circ\text{C}$  (1) и максимальной температуре  $T_{jm}$  (2)



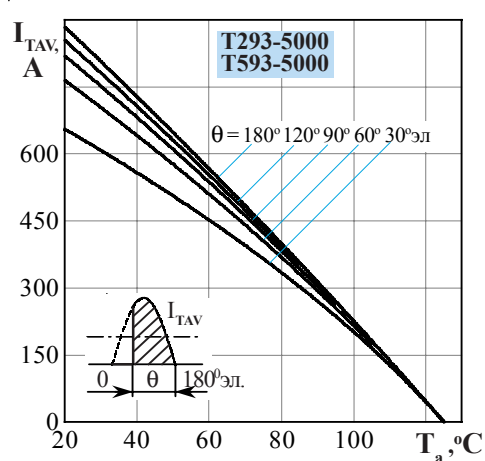
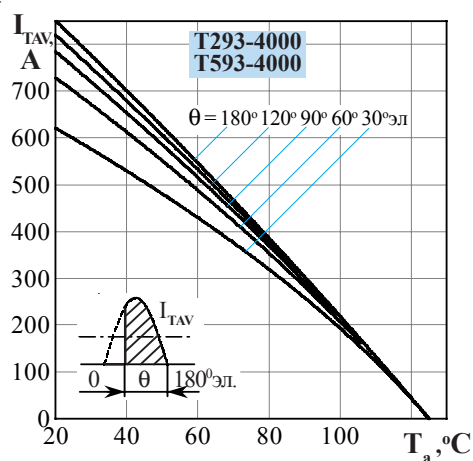
**Рисунок 5** - Зависимость защитного показателя  $I^2t$  от длительности импульса тока  $t_i$  при температуре  $T_j = 25^\circ\text{C}$  (1) и максимальной температуре перехода  $T_{jm}$  (2)



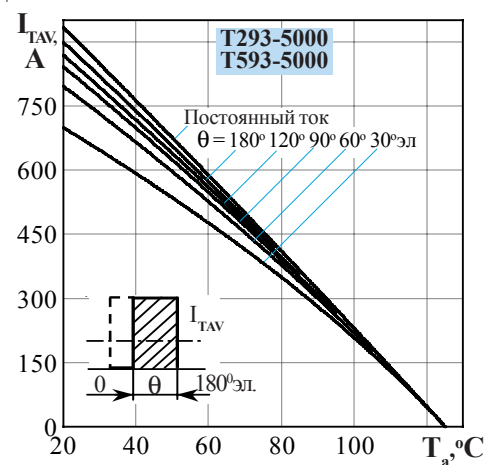
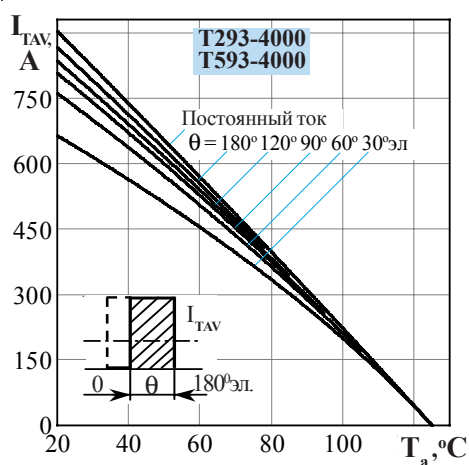
**Рисунок 6** - Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  синусоидальной формы частотой  $f = 50$  Гц



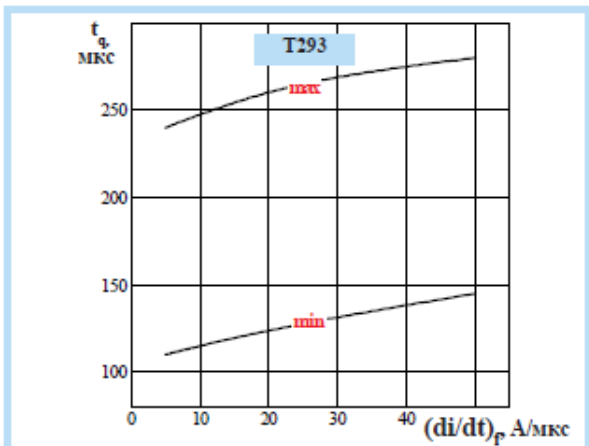
**Рисунок 7** - Зависимость средней рассеиваемой мощности в открытом состоянии  $P_{TAV}$  от среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  прямоугольной формы частотой  $f = 50$  Гц и постоянного тока



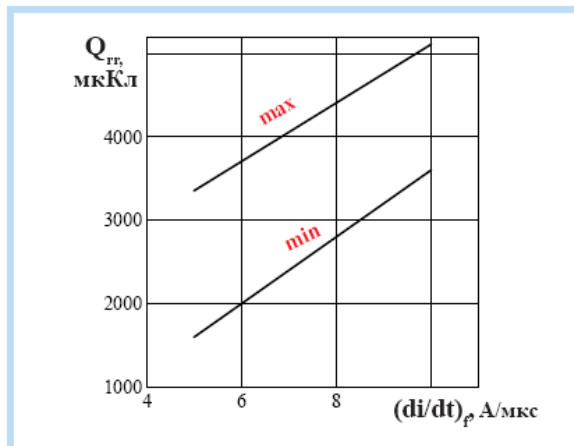
**Рисунок 8** - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры окружающей среды  $T_a$  при естественном охлаждении на типовом охладителе при различных углах проводимости для токов синусоидальной формы частотой  $f = 50$  Гц



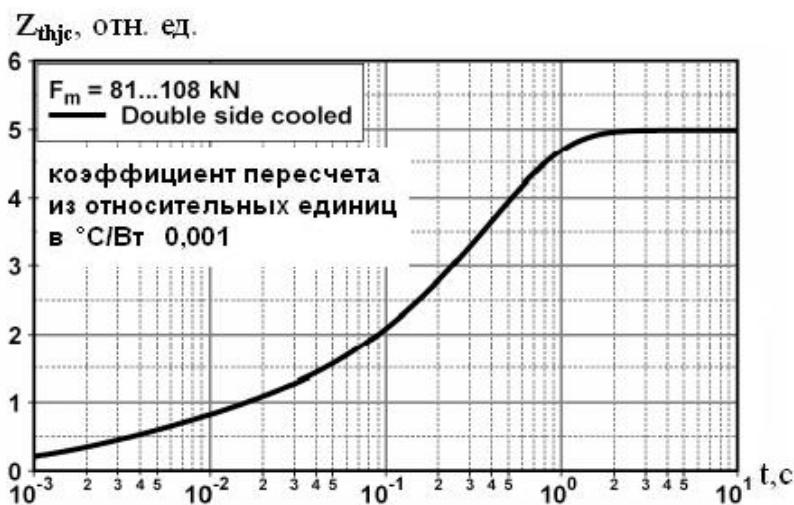
**Рисунок 9** - Зависимость допустимого среднего тока в открытом состоянии  $I_{TAV}$  от температуры окружающей среды  $T_a$  при естественном охлаждении на типовом охладителе при различных углах проводимости для токов прямоугольной формы частотой  $f = 50$  Гц и постоянного тока



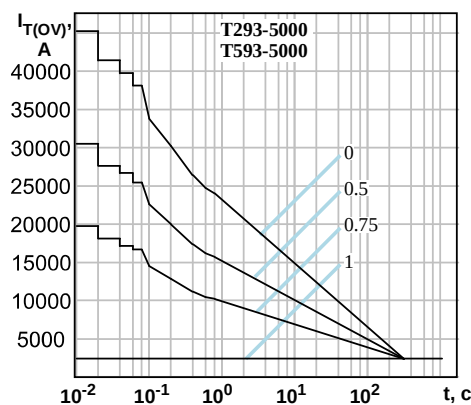
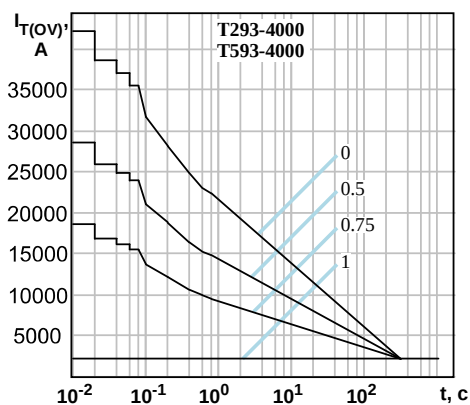
**Рисунок 10** - Зависимость времени выключения  $t_q$  от скорости спада тока  $(di/dt)_f$  в открытом состоянии при  $T_{jm} = 125\text{ °C}$



**Рисунок 11** - Зависимость заряда восстановления  $Q_{rr}$  от скорости спада тока  $(di/dt)_f$  в открытом состоянии при  $T_{jm} = 125\text{ °C}$ ;  $U_R = 100\text{ В}$ ;  $I_T = I_{TAVM}$ .



**Рисунок 12:** Зависимость переходного теплового сопротивления  $Z_{thjc}$  от времени  $t$  при естественном охлаждении на типовом охладителе,  $T_a = 40\text{ °C}$ .



**Рисунок 13:** Зависимость допустимой амплитуды тока перегрузки в открытом состоянии  $I_{T(OV)}$  синусоидальной формы частотой 50 Гц от длительности перегрузки  $t$  при температуре окружающей среды  $40\text{ °C}$  и при различных значениях  $k$ , равных отношению предшествующего перегрузке тока  $I_T$  к допустимому среднему току в открытом состоянии  $I_{T(AV)}$  на охладителе O193.