

В. И. ГУРЕВИЧ

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАБОТУ ТИРИСТОРНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ

Тиристорные пускатели типов ПТ-16-380 (Р) и ПТ-40-380 (Р), выполненные по схеме так называемого тиристорного ключа с самоуправлением (ТКСУ) [4], широко применяются для дистанционного включения, отключения и реверса трехфазных двигателей и других нагрузок переменного тока на стационарных и подвижных объектах. ТКСУ (рис. 1), снабженный высоковольтной (10...110 кВ) развязкой по цепи управления на базе герконов [1], используется также для управления мощными низковольтными узлами (низковольтные блоки питания, приводы шаговых двигателей, электромеханические исполнительные элементы и т. п.) по командам с узлов, находящихся под высоким потенциалом в электрофизических установках, в мощной радиотехнической аппаратуре, в рентгеновской технике и т. п.

Исследование работы ТКСУ [2] выявило связь между разбалансом углов  $\Delta\alpha$  отпираания тиристоров, включенных в общую пару, разностью сил статических токов управления  $\Delta I_y$  и силой тока нагрузки:

$$\Delta\alpha = \arcsin K_z \frac{\Delta I_y}{\sqrt{2} I_n} \left( 1 + K_z^2 \frac{I_{y1} I_{y2}}{I_n^2} \right). \quad (1)$$

Здесь

$$K_z = \sqrt{\frac{(R + R_n)^2 + X_n^2}{R_n^2 + X_n^2}}; \quad \Delta I_y = I_{y1} - I_{y2};$$

$R$  — сопротивление в цепи управления;  $R_n$ ,  $X_n$  — параметры нагрузки.

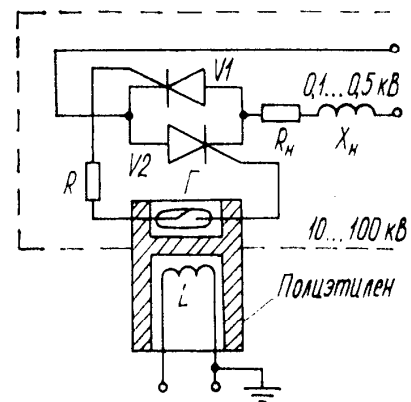


Рис. 1

Кроме того, установлена некоторая критическая сила тока нагрузки  $I_{н.кр}$ , такая, что при  $I_n \geq I_{н.кр}$  несимметрия  $\Delta z$  не превышает одного электрического градуса:  $I_{н.кр} \approx 28,57 \Delta I_y$  (2). Однако в процессе работы ТКСУ его температура, а следовательно, и  $\Delta I_y$  могут существенно меняться.

Необходимо выявить закономерности изменения статических токов управления тиристором под влиянием температуры и уточнить полученные ранее расчетные соотношения, характеризующие степень несимметрии и минимально допустимую силу тока нагрузки тиристорного ключа с самоуправлением.

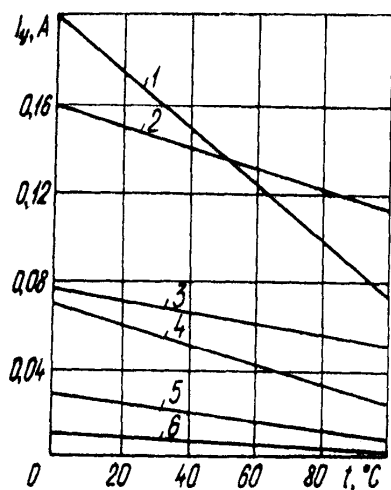


Рис. 2

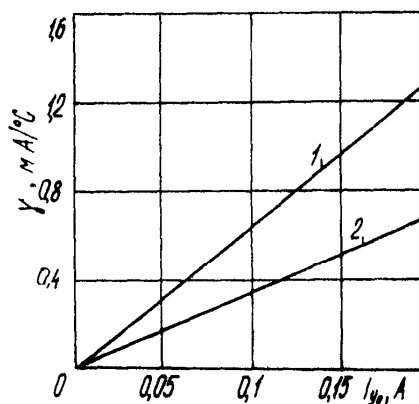


Рис. 3

В результате экспериментальных исследований [3] силовых тиристоров двух типов в термостате получены температурные изменения сил статических токов управления (ТЗСТУ) для отобранных экземпляров с минимальными, максимальными и средними значениями  $I_y$  в имевшейся партии. На рис. 2 эти изменения отражены прямыми 1, 4, 5 для тиристора Т160 и 2, 3, 6 для ТД250. Такие зависимости можно аппроксимировать формулой  $I_y = I_{y_0} - \gamma t$  (3), где  $I_{y_0}$  — сила тока управления при  $t = 0^\circ\text{C}$ ;  $\gamma$  — угловой коэффициент. Дальнейший анализ показывает, что угол наклона ТЗСТУ прямо пропорционален начальной силе тока управления (при  $t = 0^\circ\text{C}$ ). Это видно из рис. 3, где прямая 1 соответствует тиристорам Т160, 2 — ТД250. Чем больше  $I_{y_0}$ , тем круче зависимость  $I_y = f(t)$ . В свою очередь, коэффициент  $\gamma = k I_{y_0}$  (4), где  $k$  — угловой коэффициент функции  $\gamma = f(I_{y_0})$ , постоянный для всех тиристоров данного типа. Для Т160  $k = 6,5 \text{ mA}/^\circ\text{C}$ ; для ТД250  $k = 3,3 \text{ mA}/^\circ\text{C}$ . Подстановка соотношения (4) в (3) позволяет сформулировать выражение для силы статического тока отпирания тиристора при любой заданной температуре:  $I_{y_t} = I_{y_0} (1 - kt)$  (5). Значение  $I_{y_0}$  на практике не всегда может быть получено

доступными средствами, в то же время на основании равенства (5)  $I_{y_0} = I_{y_t} / (1 - kt)$  (6). Подстановка (6) в (5) дает выражение

$$I_{y_{t_i}} = \frac{I_{y_{t_n}}}{1 - kt_n} (1 - kt_i). \quad (7)$$

Здесь  $t_i$  — заданная температура, при которой рассчитывается  $I_{y_{t_i}}$ ;  $t_n$  — температура, при которой измерялась сила тока управления тиристора  $I_{y_{t_n}}$ . Таким образом, можно находить силу статического тока управления тиристором для любой заданной температуры по результатам лишь одного измерения  $I_y$  при любой другой температуре (а не обязательно при  $t = 0^\circ\text{C}$ , как в (5)).

Разность сил статических токов управления двух тиристором одного типа, включенных в общую пару, составляет

$$\Delta I_{y_t} = I_{y_{1t_n}} \frac{1 - kt_i}{1 - kt_n} - I_{y_{2t_n}} \frac{1 - kt_i}{1 - kt_n} = \Delta I_{y_{t_n}} \frac{1 - kt_i}{1 - kt_n}. \quad (8)$$

Следовательно,

$$\begin{aligned} \Delta \alpha &= \arcsin K_z \frac{\Delta I_{y_{t_n}}}{\sqrt{2} I_n} \left( \frac{1 - kt_i}{1 - kt_n} \right) \times \\ &\times \left[ 1 + \frac{1}{4} K_z^2 \frac{I_{y_{1t_n}} I_{y_{2t_n}} \left( \frac{1 - kt_i}{1 - kt_n} \right)^2}{I_n^2} \right]; \end{aligned} \quad (9)$$

$$I_{н.кр} = 28,57 \Delta I_{y_{t_n}} \frac{1 - kt_i}{1 - kt_n}.$$

При необходимости аналогично решается и обратная задача — определение температуры перехода тиристором по измеренному значению  $I_y$ .

Подставив в равенство (8) допустимое значение температуры перехода  $t_i = 125^\circ\text{C}$ , получим уставку  $U$  (А) срабатывания органа защиты ТКСУ от перегрузки, контролирующего разность положительных и отрицательных импульсов напряжения (пропорциональных силе тока управления) на резисторе  $R$  [4; 5]:

$$U_{Т160} = 0,188 \frac{\Delta I_{y_{t_n}}}{1 - 65 \cdot 10^{-4} t_n};$$

$$U_{ТД260} = 0,588 \frac{\Delta I_{y_{t_n}}}{1 - 33 \cdot 10^{-4} t_n}.$$

Это позволяет реализовать простую и эффективную защиту пуска реле.

Список литературы: 1. Гуревич В. И., Хрисанов Е. Л. Геркотроны//Вестн. связи. 1983. № 6. С. 50. 2. Гуревич В. И., Покатаев А. И., Савченко П. И. Исследование работы встречно-параллельно включенных тиристоров с самоуправлением//Техн. электродинамика. 1982. № 1. С. 29—34. 3. Гуревич В. И. Исследование температурной зависимости статических токов управления тиристоров//Электрон. техника. Сер. Электровacuум. и газоразряд. приборы. 1983. Вып. 1 (96). С. 34—35. 4. Гуревич В. И., Покатаев А. И., Савченко П. И. Модернизация тиристорных пускателей серии ПТ//Электротехн. пром-сть. Сер. Аппараты низ. напряжения. 1982. Вып. 1 (98). С. 11—12. 5. А. с. 1023623 СССР. Устройство для управления тиристорами с антипараллельным включением высоковольтного переключателя/В. И. Гуревич, В. И. Нижевский//Открытия. Изобретения. 1983. № 22. С. 76.

*Поступила в редколлегию 09.12.86*