

# Оптотиристоры

## Назначение и область применения

Оптотиристоры выпускаются на токи от 25 А до 80 А и напряжением от 200 В до 1200 В: ТО132-25, ТО132-40, ТО142-50, ТО142-63, ТО142-80.

Оптотиристоры предназначены для работы в силовых цепях постоянного и переменного тока в различных установках частотой до 500 Гц и применяются для обеспечения гальванической развязки между силовой и управляющей цепями.

## Условия эксплуатации

Оптотиристоры допускают эксплуатацию при температуре окружающей среды от минус 50 °С до 100 °С, атмосферном давлении от 86 до 106 кН/м<sup>2</sup> и относительной влажности 98 % при 35 °С.

Климатическое исполнение и категория размещения оптотиристоров У2, ОМ2.1, Т3 по ГОСТ 15150-69.

Оптотиристоры предназначены для эксплуатации во взрывобезопасных и химически неактивных средах в условиях, исключающих воздействие различных излучений (нейтронного, электронного, г-излучения и т.д.).

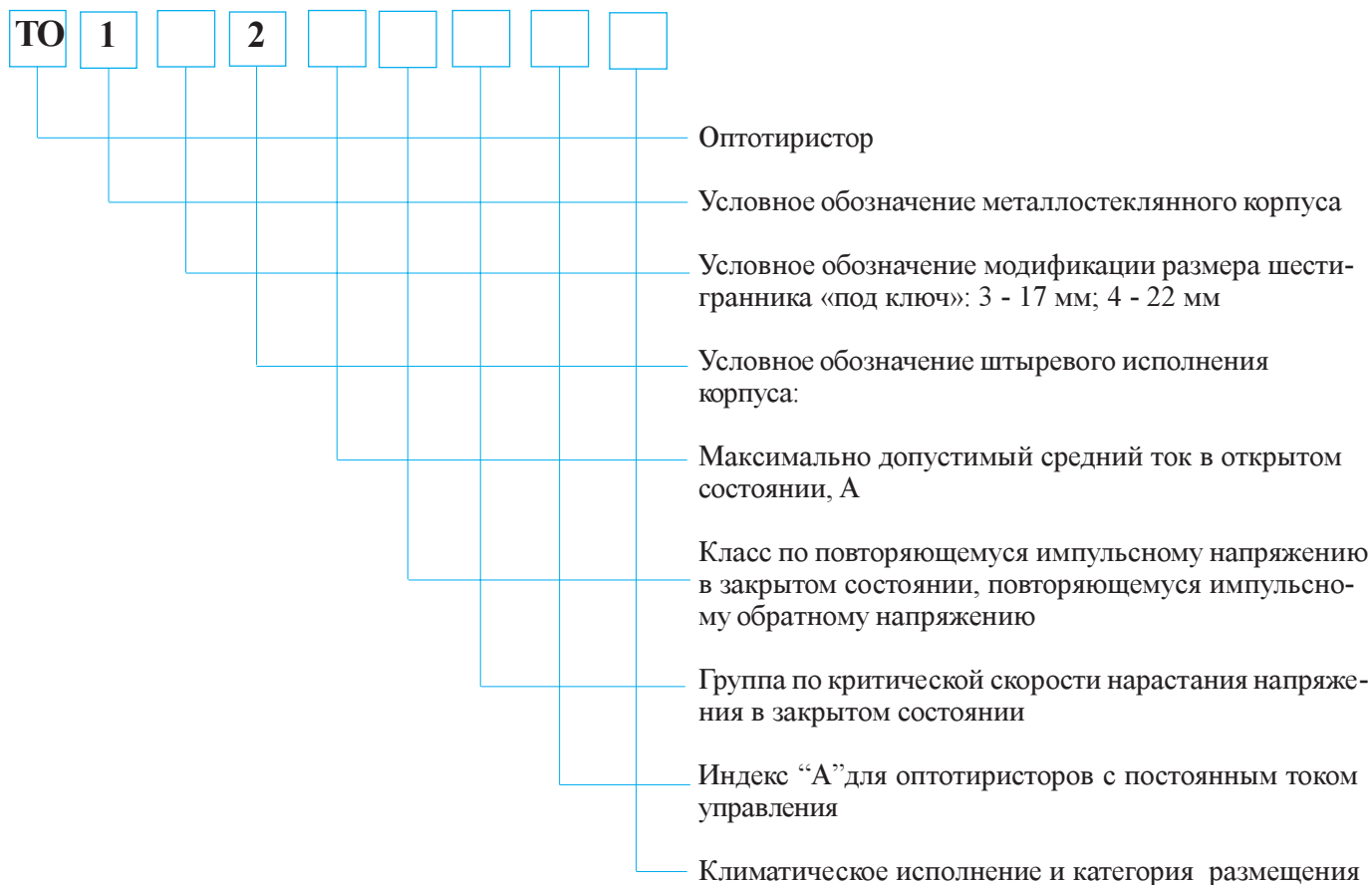
Оптотиристоры допускают воздействие вибрационных нагрузок в диапазоне частот от 10 Гц до 100 Гц с ускорением 50 м/с<sup>2</sup>, многократных ударов длительностью 2-15 мс с ускорением 150 м/с<sup>2</sup> и одиночных ударов длительностью импульса 50 мс с ускорением 40 м/с<sup>2</sup>.

Группа М27 условий эксплуатации по ГОСТ 17516-72.

Рекомендуемые охладители типа: ОР131-80, ОР141-80 в соответствии с ТУ У 32.1-30077685-015-2004.

Оптотиристоры по своим параметрам и характеристикам соответствуют ТУ16-729.367-82.

## Условное обозначение оптотиристоров



## **Комплектность поставки и формулирование заказа**

Оптотиристоры поставляются без охладителей, но по согласованию с предприятием-изготовителем могут поставляться с комплектом крепежных деталей и охладителем.

К каждой партии оптотиристоров, транспортируемых в один адрес, прилагается этикетка.

При заказе оптотиристоров необходимо указать: наименование, тип, класс, группу по критической скорости нарастания напряжения в закрытом состоянии, климатическое исполнение и категорию размещения, номер технических условий, количество, комплектность.

Пример заказа 10 штук оптотиристоров на ток 63 А, 10 класса, с жестким выводом, порядковым номером модификации конструкции 1, размером шестигранника под ключ 22 мм, критической скорости нарастания напряжения в закрытом состоянии 100 В/мкс, климатического исполнения и категории размещения У2, I вариант конструкции вывода катода, без охладителей:

Оптотиристор ТО142-63-10-3 У2 I вар. ТУ 16-729.367-82, 10 штук без охладителей.

## **Указания по монтажу и эксплуатации**

При эксплуатации оптотиристоров с охладителем необходимо обеспечить беспрепятственное воздушное охлаждение. Для надежного теплового контакта, контактная поверхность охладителей должна иметь шероховатость не более 3,2 мкм.

Контактную поверхность рекомендуется покрыть равномерным слоем толщиной около 0,1 мм теплопроводящей пасты КПП-8 ГОСТ 19783-74.

При наличии дополнительного подогрева со стороны соседней аппаратуры, его необходимо учитывать при определении допустимых нагрузок.

## **Допустимые обратные параметры и параметры закрытого состояния оптотиристоров**

Для безопасной работы оптотиристоров необходимо, чтобы случайные импульсы перенапряжения в обратном направлении ( $U_{RS}$ ) и импульсы перенапряжения в прямом закрытом состоянии ( $U_{DS}$ ), не превышали максимальных значений ( $U_{RSM}$  и  $U_{DSM}$ ).

Для надежной работы оптотиристоров рабочие значения повторяющегося импульсного напряжения в обратном ( $U_{RWM}$ ) и прямом закрытом состоянии ( $U_{DWM}$ ) не должны превышать 80 % от напряжения класса ( $U_{RWM} \leq 0,8 U_{RRM}$ ,  $U_{DWM} \leq 0,8 U_{DRM}$ ).

Значения постоянного напряжения в закрытом состоянии и постоянного обратного напряжения не должны превышать 60 % от напряжения класса ( $U_R \leq 0,6 U_{RRM}$ ,  $U_D \leq 0,6 U_{DRM}$ ).

Приведенные соотношения между значениями рабочего напряжения в обратном и прямом закрытом состоянии обеспечивает надежную работу оптотиристоров в течении их срока службы. Следует отметить, что повышение показателей надежности оптотиристоров по сравнению с данными технических условий может быть достигнуто за счет снижения рабочей температуры и уменьшения величины рабочего напряжения по сравнению со значением повторяющегося импульсного напряжения. Другими словами, применение для заданных условий эксплуатации оптотиристора более высокого класса и с большими предельными токами повышает надежность их работы. Причем, скорость нарастания прямого напряжения в закрытом состоянии не должна превышать максимально допустимое значение  $(dU/dt)_{crit}$ , указанное в таблице в соответствии с группой оптотиристора по  $(dU/dt)_{crit}$ . Превышение этого значения приводит к включению оптотиристора без подачи импульса управления и, в конечном итоге, выходу оптотиристора из строя. Ограничение  $dU/dt$  обеспечивается включением RC-цепочки параллельно к каждому оптотиристор.

## Допустимые параметры и характеристики оптотиристоров в открытом состоянии

Основным предельно допустимым параметром режима эксплуатации оптотиристора в открытом состоянии является максимально допустимый средний ток, который определяется при заданной температуре корпуса. Поддерживается такой режим работы оптотиристора интенсивным охлаждением корпуса.

Превышение этого тока в установившемся режиме недопустимо. Если охлаждение недостаточно для поддержания заданной температуры корпуса, ток нагрузки необходимо снижать. Зависимость допустимого среднего тока оптотиристора от температуры корпуса приведена на рисунках 2 и 3.

Мощность, рассеиваемая при прохождении тока  $I_{TAV}$  определяется по формуле:

$$P = U_{T(ТО)} I_{TAV} + k_{\phi}^2 r_T I_{TAV}^2,$$

где  $U_{T(ТО)}$  - пороговое напряжение ,

$r_T$  - динамическое сопротивление,

$k_{\phi}$  - коэффициент формы тока ( для полусинусоиды  $k_{\phi} = 1,57$ ).

Параметры вольтамперной характеристики ( $U_{T(ТО)}$  и  $r_T$ ) приведены в таблице параметров открытого состояния.

В случае эксплуатации оптотиристора на типовом охладителе необходимо ток нагрузки определять по графикам зависимостей приведенных на рисунках 4 и 5.

Превышение этих значений допускается при кратковременных токовых нагрузках с последующим остыванием оптотиристора. Такие нагрузки называются токами рабочей перегрузки. При длительном протекании они вызовут перегрев структуры прибора, что недопустимо. Но поскольку они ограничены во времени, перегрева не произойдет. Амплитуду этих токов  $I_{TOV}$ , в зависимости от длительности перегрузки, можно определить по графикам зависимости на рисунке 10.

Максимально допустимое значение одиночного импульса тока в течение 10 мс называется ударным током. Его значение приведено в таблице параметров открытого состояния. Воздействие этого тока в момент, когда оптотиристор находится в проводящем состоянии и его структура нагрета до максимально допустимой температуры, приводит к перегреву структуры. Поэтому повторная нагрузка этим током не допустима. Приложение обратного напряжения после окончания ударного тока также недопустимо, потому что прибор снижает на время блокирующую способность в обратном направлении.

Значение ударного тока в зависимости от длительности приведено на рисунке 8.

Для выбора предохранителя, защищающего оптотиристор от повторения воздействия ударного тока, приведены значения защитного показателя от длительности импульса ударного тока на рисунке 9.

Значение защитного показателя предохранителя должно быть меньше значения защитного показателя прибора.

Необходимо также учитывать значение  $(di/dt)_{crit}$ , приведенное в таблице параметров переключения. Скорость нарастания тока не должна превышать критическое значение.

## Особенности цепи управления оптотиристоров

Управляющим элементом оптотиристора служит излучающий светодиод.

При эксплуатации оптотиристоров необходимо учитывать, что со временем светодиод деградирует - уменьшается мощность излучения. Это приводит к увеличению отпирающих токов управления оптотиристоров. Скорость деградации светодиодов увеличивается с повышением рабочей температуры и увеличением прямого тока через светодиод.

Для снижения прямого тока через светодиод рекомендуется эксплуатировать оптотиристоры, применяя импульсный режим по цепи управления

Значение отпирающего тока управления при длительности импульса 100 мкс приведено в таблице параметров управления.

Значение тока управления при проектировании преобразовательных устройств выбирают с учетом минимальной рабочей температуры устройства, считая зависимость отпирающего тока управления от температуры линейной.

Для обеспечения устойчивого выключения оптотиристора с учетом деградации светодиода рекомендуется выбирать значение тока управления на 30-50 % больше значения отпирающего тока управления при минимальной температуре, предусмотренной условиями эксплуатации.

На постоянном токе управления можно эксплуатировать только оптотиристоры с индексом "А". При этом ток управления не должен превышать 100 мА. При снижении температуры эксплуатации ниже минус 5 °С необходимо переходить на импульсный режим по цепи управления. Максимально допустимый импульсный ток управления 700 мА.

### **Защита оптотиристоров от перенапряжения**

При выключении тиристорной структуры по основной цепи возникают перенапряжения, которые зависят от скорости спада анодного тока. Для защиты структуры параллельно ей включают RC-цепочку. Емкость этой цепочки определяется по формуле:

$$C \approx \frac{Q_{\pi}}{U_{RM}},$$

где  $Q_{\pi}$  - заряд восстановления, значение которого приведено в таблице параметров переключения,

$U_{RM}$  - амплитуда перенапряжения, возникающего при выключении тиристора, которое не должно превышать допустимое неповторяющееся напряжение в закрытом состоянии и повторяющееся обратное напряжение.

Сопротивление резистора RC-цепи определяется по формуле:

$$R = \frac{L_s \, du/dt}{U_{RRM}},$$

где  $L_s$  - суммарная индуктивность двух соседних фаз сети,

$du/dt$  - допустимая скорость нарастания напряжения.

При расчете скорости нарастания тока нагрузки  $di/dt$ , необходимо учитывать ток разряда емкости  $C$ , который добавляется к току нагрузки.